

运动损伤所致膝关节骨性关节炎的预防

倪国新 邓淞云

骨性关节炎 (osteoarthritis, OA) 是最常见的一种滑膜关节炎, 同时也是引起 65 岁以上人群残疾的主要原因, 其高发病率以及伴随的慢性残疾对卫生保健和公共健康体系产生了持续和巨大的影响。目前 OA 的治疗手段大多是针对减轻症状和改善功能, 尚缺乏逆转其病理变化的有效治疗方案。因此, OA 的预防显得尤为重要。近年来, 体育运动日益普及, 伴随的运动损伤也越来越多, 而运动损伤正是导致 OA 发生的一个重要危险因素^[1]。本文将从流行病学、发病机制以及预防措施等方面介绍运动损伤所致的膝关节骨性关节炎 (knee osteoarthritis, KOA), 以期减少因运动损伤所致 KOA 的发生。

流行病学资料

常见的膝关节运动损伤包括交叉韧带损伤、半月板损伤和侧副韧带损伤等。半月板损伤在运动员和普通运动爱好者中较常见^[2]。而前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 撕裂则更多见于运动员^[3]。有研究表明, 在 10~64 岁人群所发生的运动损伤中, ACL 撕裂的比例大约为 5%, 半月板损伤则超过 15%^[2]。此外, 有学者比较了从事同一运动项目人群 ACL 损伤发生率的性别差异, 发现女性是男性的 2~8 倍^[4]。

有研究报道, 既往有运动损伤病史者, 其 KOA 发生率是正常人群的 5 倍^[5]。足球运动员发生 ACL 撕裂后, 无论是否进行手术治疗, 伤后 12~14 年发生放射性 OA 的概率均接近 80%, 伴随膝关节功能障碍等临床症状者多达 70%^[6-7]。此外, 半月板急性损伤与 KOA 的发生也存在高度相关性^[8]。值得注意的是, 通过控制膝关节损伤的发生可减少 KOA 的发生率^[9]。

运动损伤引起 OA 发生的机制

运动损伤本身可直接导致 KOA 的发生, Alizai 等^[10]人发现膝关节损伤时关节软骨的损伤可能与膝关节继发性 OA 的发生有关。除此之外, 膝关节损伤后继发性 OA 的发生可能与生物力学及神经肌肉功能的改变有关: 一方面, 运动损伤后生物力学的改变可能是继发性 OA 的一个触发因素。膝关节损伤导致下肢力线异常和关节局部负荷改变, 是膝关节局部 OA 发生的重要生物力学机制^[11]。Shama 等^[12]研究发现, 膝关节内侧间室 OA 的发生与膝关节的内翻畸形相关, 而外侧间室 OA 则与膝关节外翻畸形相关; 另一方面, 运动损伤后继发性 KOA 与神经肌肉功能的减弱相关^[13-15]。神经肌肉功能包括本体感受、姿势及动作控制、股四头肌和腓绳肌肌力等方面, 在感受刺激到完成动作的过程中起着至关重要的作用^[16]。运动导致膝关节

损伤时, 常导致膝关节神经肌肉功能受损, 使其对膝关节的保护作用减弱^[16]。

运动损伤所致 KOA 的预防

一、一级预防

一级预防的主要目的是预防膝关节运动损伤的发生。膝关节损伤的危险因素可分为外在和内在两方面, 外在因素包括鞋底与运动场地类型、天气以及是否佩带护具等; 内在因素包括解剖结构、神经肌肉功能、激素等。通过改变一些可变的危险因素, 进而达到降低运动损伤发生的目的。

膝关节护具被广泛应用于各项运动中, 但其对膝关节是否具有保护作用仍有争议。Bottoni 等^[17]的一项较新研究发现, 佩戴护膝对于运动员的本体感受并不产生明显作用。鞋底材料和纹路类型会影响鞋底与地面摩擦力。Dowling 等^[18]研究发现, 鞋底与地面摩擦力越大, 发生 ACL 损伤的风险也越大。此外, 运动场地类型也与膝关节损伤的发生率相关。室内运动研究结果显示, 人工地板上发生膝关节损伤的风险比木质地板大^[19]。室外运动的研究发现, 人工草皮运动场发生 ACL 损伤的风险显著高于自然草皮^[20]。更接近自然草皮特性的新型人工草皮或许可以减少膝关节运动损伤的发生。目前, 天气影响膝关节损伤的机制尚不清楚。有研究发现, 在棒球、足球等运动项目中, 低温和湿润天气可使运动员发生膝关节损伤的概率降低^[21-22]。而在滑雪运动中, 低温则可导致女性参与者 ACL 损伤的风险增高^[23]。

神经肌肉以及生物力学因素是造成膝关节损伤的重要内在因素。神经肌肉及生物力学危险因素包括股四头肌与腓绳肌肌力不平衡^[24]、本体感觉较差、身体的自我控制能力较差、膝关节屈曲角度小、髌关节活动度大、脚掌平直着地或者后跟着地等^[2]。

预防性神经肌肉训练的主要目的是减小落地或者减速时膝关节的外翻, 增强膝关节柔韧性及身体控制能力、平衡力和本体感觉等, 从而降低膝关节损伤的发生风险。Gilchrist 等^[25]研究发现, 通过预防性神经肌肉功能训练, 可以使女性运动员 ACL 损伤发生率显著降低。目前, 尚无统一的神经肌肉功能训练方案, 临床上主要采用运动模拟训练和热身运动, 训练周期一般为 6~8 周。一项荟萃分析发现, 以降低 ACL 损伤为目的的训练方案应该包含弹跳训练、平衡训练和肌肉力量训练等, 每周训练至少 1 次, 持续 6 周以上^[26]。另一项荟萃分析证实, 女性运动员参与预防性神经肌肉训练的训练量与 ACL 损伤的预防效果存在正相关关系, 即训练时间越长、训练频率越高的女性运动员, 其 ACL 发生风险越低^[27]。

二、二级预防

主要目的是在膝关节损伤发生后, 通过各种措施预防或者延缓 OA 的发生, 包括手术干预、药物干预、功能锻炼等。

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.11.022

作者单位: 350005 福州, 福建医科大学附属第一医院康复医学科 (倪国新); 南方医科大学南方医院创伤骨科 (邓淞云)

通信作者: 倪国新, Email: guoxinni@fjmu.edu.cn

1. 手术干预: ACL 损伤后行手术重建虽然可以恢复膝关节的稳定性,改善患者的近期功能,但是并不能恢复其生物力学特性,因此并不能预防继发性 OA 的发生^[2,7]。有学者认为 ACL 自体移植重建可能会促进 KOA 的发生^[28]。有动物试验证实,保留残余 ACL 的手术方式可以加速局部血管化、骨腱愈合以及本体感觉重建,有望降低继发性 OA 的发生^[29]。目前其相应的临床研究证据仍不充分。此外,一种利用生物活性支架以刺激 ACL 愈合的生物强化修补术被认为能够延缓 OA 的发生。动物试验的结果显示,与传统手术以及生物强化重建术相比,生物强化修补术后韧带的短期生物力学特性没有显著变化,而关节软骨的损伤则明显较轻^[30]。

关节镜手术治疗半月板或软骨损伤近年来已成为主流,但是并不能预防继发性 OA 的发生^[31]。半月板的切除已经被证明是导致 OA 的一个重要因素,且半月板切除越多,KOA 发生的风险越大^[32]。一项术后随访长达 40 年的研究表明,半月板切除术后 KOA 的发生率是非手术组的 4 倍^[33]。

2. 药物干预:透明质酸、葡萄糖胺和硫酸软骨素具有止痛、润滑以及保护关节软骨的作用,被广泛应用于 KOA 的防治。富血小板血浆局部注射治疗可以有效保护关节软骨,促进软骨再生^[34-35],被认为可应用于 OA 的治疗甚至预防。但是由于经济及长期应用的安全性等原因,药物干预一般适用于已有疼痛、僵直和功能障碍等临床表现的患者。适宜长期使用并能预防关节损伤所致 OA 的药物仍待进一步的研发。

3. 神经肌肉功能锻炼:神经肌肉功能锻炼是预防膝关节损伤后继发性 OA 的有效手段。膝关节损伤后的神经肌肉功能锻炼可以恢复神经肌肉系统功能,并保护关节软骨^[36]。功能锻炼的具体形式仍无统一标准。研究发现,采用强化训练、有氧训练或水中训练等方式可以有效减轻患者病侧膝关节疼痛,改善关节功能,延缓继发性 OA 的进展^[37-38]。此外,Akkaya 等^[39]研究发现,肌电图生物反馈法配合传统训练方法治疗半月板部分切除患者,2 周后,患者的恢复程度显著优于传统训练组。

膝关节损伤后,以功能性锻炼为基础的保守治疗可降低远期 OA 的发生率,且患者对锻炼方案的依从性越好,其远期 OA 发生率越低^[40]。Østerås 等^[41]研究发现,半月板损伤行手术切除后,配合功能锻炼,其远期症状改善和关节功能恢复要优于单纯的手术治疗。对于已经发生 OA 的患者,适当的功能训练也可以有效缓解关节疼痛,改善关节功能并延缓 OA 进展^[42]。

4. 其他:膝关节损伤后应用护具也可能降低继发性 OA 的发生。一项最近的荟萃分析发现应用外翻塑形支具可以显著降低内侧间室骨关节炎的发生^[43]。

研究展望

KOA 严重威胁人类健康。尽管针对 KOA 的研究已取得了一些成果,但在预防以及延缓 KOA 发生和发展方面仍然有大量工作要完成。目前,对于膝关节损伤的危险因素认识并不完全,膝关节损伤后 OA 的发生和发展机制也尚未完全明了,极大地阻碍了有效防治措施的应用及推广。

许多研究者已认识到膝关节损伤后即时的生化反应可能是继发性 OA 的触发因素,关节软骨基质和细胞的退化是 KOA 的发展因素,但是相关研究仍然有限。神经肌肉功能锻炼对于预防膝关节损伤和损伤后 OA 的发生都有一定效果,但是更为

规范、有效的锻炼方案仍需进一步研究和制订。众多患者在临床症状和影像学方面的表现并不一致,而不同研究中采用不同的 OA 诊断标准也在很大程度上增加了这些研究之间的异质性。因此,制订更为明确的诊断标准,采用更为敏感的筛查或诊断方法,对于提高研究质量,进而更好地研究 KOA 都是十分必要的。

参考文献

- [1] Cooper C, Dennison E, Edwards M, et al. Epidemiology of osteoarthritis[J]. *Medicographia*, 2013, 35(2): 145-151.
- [2] Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, et al. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries; osteoarthritis[J]. *Am J Sports Med*, 2007, 35(10): 1756-1769. DOI:10.1177/0363546507307396.
- [3] Tveit M, Rosengren BE, Nilsson JA, et al. Former male elite athletes have a higher prevalence of osteoarthritis and arthroplasty in the hip and knee than expected[J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(3): 527-533. DOI:10.1177/0363546511429278.
- [4] Giugliano DN, Solomon JL. ACL tears in female athletes[J]. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2007, 18(3): 417-438. DOI:10.1016/j.pmr.2007.05.002.
- [5] Gelber AC, Hochberg MC, Mead LA, et al. Joint injury in young adults and risk for subsequent knee and hip osteoarthritis[J]. *Ann Intern Med*, 2000, 133(5): 321-328. DOI:10.7326/0003-4819-133-5-200009050-00007.
- [6] Lohmander LS, Ostergren A, Englund M, et al. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury[J]. *Arthritis Rheum*, 2004, 50(10): 3145-3152. DOI:10.1002/art.20589.
- [7] von Porat A, Roos EM, Roos H. High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: a study of radiographic and patient relevant outcomes[J]. *Ann Rheum Dis*, 2004, 63(3): 269-273. DOI:10.1136/ard.2003.008136.
- [8] Guermazi A, Hayashi D, Jarraya M, et al. Medial posterior meniscal root tears are associated with development or worsening of medial tibiofemoral cartilage damage: the multicenter osteoarthritis study[J]. *Radiology*, 2013, 268(3): 814-821. DOI:10.1148/radiol.13122544.
- [9] Felson DT, Zhang Y. An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention[J]. *Arthritis Rheum*, 1998, 41(8): 1343-1355. DOI: 10.1002/1529-0131(199808)41:8<3C1343::AID-ART33E3.0.CO;2-9.
- [10] Alizai H, Roemer FW, Hayashi D, et al. An update on risk factors for cartilage loss in knee osteoarthritis assessed using mri-based semiquantitative grading methods[J]. *Eur Radiol*, 2014, 25(3): 1-11. DOI:10.1007/s00330-014-3464-7.
- [11] Gardinier ES, Manal K, Buchanan TS, et al. Altered loading in the injured knee after acl rupture[J]. *J Orthop Res*, 2013, 31(3): 458-464. DOI:10.1002/jor.22249.
- [12] Sharma L, Song J, Felson DT, et al. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis[J]. *JAMA*, 2001, 286(2): 188-195. DOI:10.1001/jama.286.2.188.
- [13] Kumar D, Swanik CB, Reisman DS, et al. Individuals with medial knee osteoarthritis show neuromuscular adaptation when perturbed during walking despite functional and structural impairments[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2014, 116(1): 13-23. DOI:10.1152/jappphysiol.00244.2013.
- [14] Chang AH, Lee SJ, Zhao H, et al. Impaired varus-valgus proprioception and neuromuscular stabilization in medial knee osteoarthritis[J]. *J*

- Biomech, 2014, 47(2): 360-366. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2013.11.024.
- [15] Munukka M, Waller B, Multanen J, et al. Relationship between lower limb neuromuscular performance and bone strength in postmenopausal women with mild knee osteoarthritis[J]. J Musculoskelet Neuronal Interact, 2014, 14(4): 418-424.
- [16] Ageberg E. Consequences of a ligament injury on neuromuscular function and relevance to rehabilitation-using the anterior cruciate ligament-injured knee as model[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2002, 12(3): 205-212. DOI:10.1016/S1050-6411(02)00022-6.
- [17] Bottoni G, Herten A, Kofler P, et al. The effect of knee brace and knee sleeve on the proprioception of the knee in young non-professional healthy sportsmen[J]. Knee, 2013, 20(6): 490-492. DOI:10.1016/j.knee.2013.05.001.
- [18] Dowling AV, Corazza S, Chaudhari AM, et al. Shoe-surface friction influences movement strategies during a sidestep cutting task: implications for anterior cruciate ligament injury risk[J]. Am J Sports Med, 2010, 38(3): 478-485. DOI:10.1177/0363546509348374.
- [19] Pasanen K, Parkkari J, Rossi L, et al. Artificial playing surface increases the injury risk in pivoting indoor sports: a prospective one-season follow-up study in Finnish female floorball[J]. Br J Sports Med, 2008, 42(3): 194-197. DOI: 10.1136/bjism.2007.038596.
- [20] Hershman EB, Anderson R, Bergfeld JA, et al. An analysis of specific lower extremity injury rates on grass and fieldturf playing surfaces in national football league games: 2000-2009 seasons[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(10): 2200-2205. DOI:10.1177/0363546512458888.
- [21] Orchard J, Seward H, McGivern J, et al. Intrinsic and extrinsic risk factors for anterior cruciate ligament injury in australian footballers[J]. Am J Sports Med, 2001, 29(2): 196-200.
- [22] Orchard JW, Powell JW. Risk of knee and ankle sprains under various weather conditions in american football[J]. Med Sci Sports Exerc, 2003, 35(7): 1118-1123. DOI: 10.1249/01.MSS.0000074563.61975.9B.
- [23] Ruedl G, Fink C, Schranz A, et al. Impact of environmental factors on knee injuries in male and female recreational skiers[J]. Scand J Med Sci Sports, 2012, 22(2): 185-189. DOI:10.1111/j.1600-0838.2011.01286.x
- [24] Klyne DM, Keays SL, Bullock-Saxton JE, et al. The effect of anterior cruciate ligament rupture on the timing and amplitude of gastrocnemius muscle activation: a study of alterations in EMG measures and their relationship to knee joint stability[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2012, 22(3): 446-455. DOI: 10.1016/j.jelekin.2012.01.013.
- [25] Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players[J]. Am J Sports Med, 2008, 36(8): 1476-1483. DOI:10.1177/0363546508318188.
- [26] Hewett TE, Ford KR, Myer GD. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(3): 490-498. DOI:10.1177/0363546505282619.
- [27] Sugimoto D, Myer GD, Foss KD, et al. Dosage effects of neuromuscular training intervention to reduce anterior cruciate ligament injuries in female athletes: meta- and sub-group analyses[J]. Sports Med, 2014, 44(4): 551-562. DOI: 10.1007/s40279-013-0135-9.
- [28] Fanelli GC, Sousa PL, Edson CJ. Long-term followup of surgically treated knee dislocations: stability restored, but arthritis is common[J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(9): 2712-2717. DOI:10.1007/s11999-014-3707-6.
- [29] Papalia R, Franceschi F, Vasta S, et al. Sparing the anterior cruciate ligament remnant: is it worth the hassle[J]. Br Med Bull, 2012, 104(1): 91-111. DOI: 10.1093/bmb/ldr053.
- [30] Murray MM, Fleming BC. Use of a bioactive scaffold to stimulate anterior cruciate ligament healing also minimizes posttraumatic osteoarthritis after surgery[J]. Am J Sports Med, 2013, 41(8): 1762-1770. DOI: 10.1177/0363546513483446.
- [31] Felson DT. Arthroscopy as a treatment for knee osteoarthritis[J]. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2010, 24(1): 47-50. DOI: 10.1016/j.berh.2009.08.002.
- [32] Englund M, Lohmander LS. Risk factors for symptomatic knee osteoarthritis fifteen to twenty-two years after meniscectomy[J]. Arthritis Rheumatism, 2004, 50(9): 2811-2819. DOI:10.1002/art.20489.
- [33] Pengas IP, Assiotis A, Nash W, et al. Total meniscectomy in adolescents: a 40-year follow-up[J]. J Bone Joint Surg Br, 2012, 94(12): 1649-1654. DOI:10.1302/0301-620X.94B12.30562.
- [34] Sun Y, Feng Y, Zhang CQ, et al. The regenerative effect of platelet-rich plasma on healing in large osteochondral defects[J]. Int Orthop, 2010, 34(4): 589-597. DOI:10.1007/s00264-009-0793-2.
- [35] Sampson S, Gerhardt M, Mandelbaum B. Platelet rich plasma injection grafts for musculoskeletal injuries: a review[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2008, 1(3-4): 165-174. DOI: 10.1007/s12178-008-9032-5.
- [36] 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. DOI:10.1016/j.joca.2010.01.013.
- [37] Rosedale R, Rastogi R, May S, et al. Efficacy of exercise intervention as determined by the McKenzie System of Mechanical Diagnosis and Therapy for knee osteoarthritis: a randomized controlled trial[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2014, 44(3): 173-181. DOI:10.2519/jospt.2014.4791.
- [38] Wang TJ, Lee SC, Liang SY, et al. Comparing the efficacy of aquatic exercises and land-based exercises for patients with knee osteoarthritis[J]. J Clin Nurs, 2011, 20(17-18): 2609-2622. DOI:10.1111/j.1365-2702.2010.03675.x.
- [39] Akkaya N, Ardic F, Ozgen M, et al. Efficacy of electromyographic biofeedback and electrical stimulation following arthroscopic partial meniscectomy: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2012, 26(3): 224-236. DOI:10.1177/0269215511419382.
- [40] Kessler MA, Behrend H, Henz S, et al. Function, osteoarthritis and activity after acl-rupture: 11 years follow-up results of conservative versus reconstructive treatment[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008, 16(5): 442-448. DOI:10.1007/s00167-008-0498-x.
- [41] Østerås H, Østerås B, Torstensen TA. Is postoperative exercise therapy necessary in patients with degenerative meniscus? a randomized controlled trial with one year follow-up. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014, 22(1): 200-206.
- [42] Adams T, Band-Entrup D, Kuhn S, et al. Physical therapy management of knee osteoarthritis in the middle-aged athlete[J]. Sports Med Arthrosc, 2013, 21(1): 2-10. DOI: 10.1097/JSA.0b013e318272f530.
- [43] Moyer RF, Birmingham TB, Bryant DM, et al. Biomechanical effects of valgus knee bracing: a systematic review and meta-analysis[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2015, 23(2): 178-884. DOI: 10.1016/j.joca.2014.11.018.