

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.11.001
文章编号: 1005-8982 (2022) 11-0001-07

专家述评

骨科运动医学新进展

刘欣伟

(北部战区总医院 骨科, 辽宁 沈阳 110016)

摘要: 2021 年国务院印发的《全民健身计划(2021—2025 年)》强调在“十四五”时期深入实施健康中国战略和全民健身国家战略, 因此百姓对健身运动的热情逐渐增加, 开展的体育项目也呈现多样化。与此同时, 我国的骨科运动医学迅速发展, 成为新的专科, 很多医生和学者投身于运动医学研究中, 派生出许多与骨科运动医学等交叉的成果, 这是一门充满挑战、充满机会的学科。目前, 运动医学诊疗已涵盖骨与关节、肌肉、肌腱、韧带、软骨等损伤, 应用关节镜微创技术为运动创伤提供了创新、疗效好的治疗方式, 同时更加积极有效地实施康复计划。运动医学在近几年的关节镜微创手术、骨骼肌和肌腱等损伤治疗, 以及保守治疗和术后康复方面取得了一系列的进展, 科研成果倍增。

关键词: 骨科; 运动医学; 关节镜; 微创技术

中图分类号: R68

文献标识码: A

New progress in sports medicine

Xin-wei Liu

(Department of Orthopaedics, General Hospital of North Theater Command,
Shenyang, Liaoning 110016, China)

Abstract: The national fitness plan (2021 to 2025) issued by the State Council in 2021 emphasizes the in-depth implementation of the healthy China strategy and the national strategy for national fitness during the 14th Five Year Plan period. Therefore, people's enthusiasm for fitness sports is gradually increasing and the sports carried out are diversified. At the same time, China's orthopaedic sports medicine has developed rapidly and become a new specialty. Many doctors and scholars have devoted themselves to sports medicine research and derived many cross achievements with orthopaedic sports medicine. This is a discipline full of challenges and opportunities. At present, sports medicine diagnosis and treatment has covered injuries such as bone and joint, muscle, tendon, ligament and cartilage. Arthroscopic minimally invasive technology is applied to provide innovative and effective treatment methods for sports trauma, and more actively and effectively implement the rehabilitation plan. In recent years, a series of progress has been made in arthroscopic minimally invasive surgery, treatment of skeletal muscle injury and tendon disease, conservative treatment and postoperative rehabilitation, and the scientific research achievements have doubled.

Keywords: sports medicine; orthopaedics; arthroscopy; minimally invasive technique

2021 年国务院印发的《全民健身计划(2021—2025 年)》强调在“十四五”时期深入实施健康中国战略和全民健身国家战略, 因此百姓对健身运动的热情逐渐增加, 开展的体育项目也呈现多样化。

与此同时, 我国的骨科运动医学迅速发展, 成为新的专科, 主要研究与日常运动和体育训练相关的医学问题, 包括预防运动疲劳、利用关节镜微创技术治疗运动损伤和术后康复训练。目前, 很多

收稿日期: 2022-01-06

医师和学者投身于运动医学研究中,关节镜微创技术派生出许多与骨科运动医学等交叉的成果,这是一门充满挑战、充满机会的学科。运动医学诊疗已涵盖骨与关节、肌肉、肌腱、韧带、软骨等损伤,应用关节镜微创技术为运动创伤提供了创新、疗效好的治疗方式,具有损伤小、恢复快、疗效好及安全性高的特点,已成为21世纪发展最快的骨科技术之一,同时更加积极有效地实施康复计划。近几年,运动医学在关节镜手术技术、骨骼肌损伤和腱病损伤等治疗、保守治疗和术后康复等方面取得了一系列的进展,科研成果倍增。

1 膝关节

1.1 前交叉韧带

运动医学临床工作中,关于前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤的诊断和治疗已得到了广泛的研究,大量的临床研究为治疗抉择提供了丰富的数据,同时也为今后的试验研究奠定了基础。根据患者的解剖特点对ACL损伤进行个体化治疗是未来的发展趋势。越来越多的医师和学者更加重视ACL重建术后的功能效果,其中,膝关节ACL重建隧道的建立对于防止移植物撞击和恢复膝关节功能至关重要,同时识别并处理膝关节内伴随的损伤有利于膝关节术后功能的恢复,防止并发症的发生。目前,ACL重建的最佳移植物的选择仍然存在争论,已有大量关于移植物对ACL重建术后膝关节功能恢复的临床研究,以及大规模的流行病学研究。近些年,关于ACL损伤的研究,包括解剖学、诊断、手术技术与非手术治疗、移植物的选择、损伤预防和康复等方面均取得了进展。

ACL的生物力学相关研究^[1]表明,ACL的形态并不是固定的,不同个体间ACL形态及附着点存在变异性。尸体和核磁共振的相关研究^[2]表明,通过对ACL的长度、横截面积及体积进行分析,解剖重建更加接近天然的ACL。最近对ACL核磁共振研究^[3]表明,不同个体中ACL的长度为27~38 mm,考虑到ACL重建后移植物长度发生了变化,正常ACL的长度变化介于膝关节完全伸直和屈曲90°之间,可为解剖重建的选择及术后康复训练提供证据。关于ACL的横截面积,有研究^[4]表明,ACL最

小横截面积为 $(46.9 \pm 18.3) \text{mm}^2$,小于股骨和胫骨止点面积 $(60.1 \pm 16.9) \text{mm}^2$ 和 $(123.5 \pm 12.5) \text{mm}^2$ 。同时有研究^[5]表明,完好的ACL体积约为 $1\ 000 \text{mm}^3$,其在不同个体间存在变异性,ACL体积减小 200mm^3 是发生ACL损伤的危险因素。此外,ACL的胫骨和股骨足印区面积个体差异较大,股骨足印区最小横截面积介于 $60 \sim 130 \text{mm}^2$,胫骨足印区最小横截面积介于 $100 \sim 160 \text{mm}^2$ 。ACL足印区形状同样是实现解剖重建的重要因素,最常见椭圆形,其次为三角形及C形。此外,有研究^[6]表明,女性较男性发生ACL损伤风险更大,可能与ACL体积存在差异有关,男性和女性ACL体积分别约为 $(1\ 712.2 \pm 356.3) \text{mm}^3$ 和 $(1\ 200.1 \pm 337.8) \text{mm}^3$ 。最近,股骨和胫骨的形态异常也被认为是ACL损伤的危险因素,膝关节形态异常会增加ACL损伤和ACL重建术后失效的风险,有研究^[7]认为骨形态是ACL手术方式选择的影响因素。胫骨后倾角是最广泛研究的膝关节骨形态学参数,已有研究^[8]证明较大的胫骨后倾角会增加ACL损伤的风险。相关的生物力学研究^[9]证实胫骨后倾角过大时,会通过胫骨前移来保持膝关节稳定性,胫骨后倾角每增加 10° 就会导致胫骨前移6 mm,同时增加胫骨内侧平台的压力。过大的胫骨后倾角被认为是ACL重建术失败的危险因素。一项前瞻性研究^[10]评价了200例患者接受前交叉韧带重建的临床疗效,表明重建失败病例中胫骨后倾角平均为 9.9° ,而手术成功病例中胫骨后倾角平均为 8.5° 。胫骨后倾角 $>12^\circ$ 的初次重建患者术后发生ACL再损伤的风险增加了5倍。另一个研究^[9]同样证实了这一观点,当胫骨后倾角 $>12^\circ$ 时,ACL重建成功率从61%下降至22%。对此,为降低ACL重建失败率,有些医师考虑对于过大的胫骨后倾角患者行胫骨高位截骨术。但相关临床研究^[11]表明,胫骨高位截骨术术后存在ACL松弛、低生存率等风险。髁间窝的形状会影响旋转膝关节时的关节松弛度,以及胫骨和股骨之间压力的变化,形状异常可能增加ACL损伤的风险。股骨髁间窝深度和宽度同样与ACL损伤相关,已有研究^[12]证明在小腿外旋和外展时髁间窝狭窄会导致ACL的张力增加并造成撞击,髁间窝深度同样与ACL损伤风险相关。

对年轻的、运动需求高的,特别是需要恢复

旋转能力的患者, ACL重建通常是恢复其膝关节稳定性的首选治疗方法。对老年人和运动需求不高者, 则可能考虑行非手术治疗。ACL损伤后, 无法限制胫骨前后移和旋转, 会导致关节内其他组织的继发损伤^[13]。一项系统回顾研究^[14]评价 2 200 多例 ACL 患者损伤后非手术和手术治疗的长期随访结果, 非手术组 ACL 损伤后行半月板手术的比例更高。一项 1 400 例 ACL 损伤数据库研究^[15]表明, ACL 急性损伤进行重建术后, 在 8~14 年的随访期间, 发生继发性半月板撕裂概率为 7%, 非手术组为 19%, ACL 慢性损伤进行重建后 33%, 组间存在差异。骨性关节炎 (Osteoarthritis, OA) 的进展是评价 ACL 损伤手术和非手术治疗疗效的重要指标。在一项随访超过 10 年的系统回顾性研究^[16]中发现, ACL 损伤后 OA 发生率增加, 而在伤后 5~10 年中无 OA 发生。一项对非手术治疗的 ACL 损伤患者进行的 20 年随访的临床研究^[17]发现, 其中 82.4% 的患者出现了 OA 改变。

对 ACL 重建手术, ACL 移植物的选择不仅必须考虑移植物本身的生物学和生物力学特性, 还必须考虑患者的损伤情况、需求及期望。大量关于评估 ACL 重建方法的临床研究影响临床手术决策。ACL 重建手术已经开展 40 多年, 但关于最佳移植物选择仍然存在争议。在最近的临床研究中, 使用腘绳肌腱治疗的 ACL 损伤患者发生翻修的风险是自体骨-髌腱-骨 (bone-patellar tendon-bone, BTB) 的 2 倍^[18], BTB 和腘绳肌腱重建后, 患者满意度和重返运动时间相似。自体 BTB 移植物的缺点包括移植物隧道不匹配和供体部位并发症, 供体部位并发症包括膝前疼痛、髌骨骨折等。使用自体股四头肌肌腱与 BTB 相比, 供体部位并发症发生率低, 膝前痛的发生率低, 移植物横截面面积较大。自体股四头肌与腘绳肌腱比较, 使用股四头肌肌腱重建后的功能评分更好, 拉克曼试验阳性率更低。自体腘绳肌腱是临床最常用的移植物, 临床研究表明使用腘绳肌腱作为移植物, 直径每增加 0.5 mm, 翻修手术的概率降低 86%^[19]。直径 ≥ 8.5 mm 的移植物与直径 < 8 mm 的移植物比较, 翻修的风险明显降低。年龄 < 20 岁的患者中, 使用的腘绳肌腱直径较小时, 需要防治相关并发症的发生, 例如即使在 ACL 重建后 5 年, 供体部位也会出现肌腱无力^[20]。自体腘绳肌腱重建与自

体 BTB 重建相比, 术后隧道扩大的发生率更高, 但在主观评分或 OA 发生率方面无差异。目前, 关于同种异体移植物的临床研究非常有限, 一项临床研究^[21]证实了同种异体 BTB 重建后, 行翻修手术的概率更高, 异体 BTB 重建的 ACL 再损伤风险大约是自体移植物重建的 2 倍。近年来, 在骨科运动医学领域中, 前外侧韧带 (anterolateral ligament, ALL) 的研究获得了广泛的关注, ACL 重建联合 ALL 重建可降低手术失败率^[22]。一项研究^[23]对 92 例接受 ACL 自体肌腱重建和 ALL 重建的患者进行了至少 2 年的随访, 获得了较好的主观和客观结果。在一项平均随访 9 年的回顾性研究^[24]中, 联合重建组和孤立 ACL 重建组相比, ACL 重建翻修率降低, 在临床疗效上无差异。

1.2 半月板

随着对半月板诊疗研究的不断深入, 已证明半月板切除术会影响膝关节功能, 因此, 提高半月板修复术的治疗效果是目前的研究重点。一项对全内关节镜技术修复桶柄半月板撕裂的系统回顾研究^[25]纳入了 15 项研究, 包括 396 个手术病例, 该研究结果表明, 在术后 13 个月的总失败率为 29.3%, 与标准的从内向外缝合术相比无差异。术中缝合使用特定的工具被认为是手术失败的相关因素, 半月板修复工具的发展对半月板修复术疗效的提高和失败率的降低起到关键作用^[26]。

半月板后角撕裂行半月板修复术、保守治疗与 OA 发展的关系是半月板手术治疗的另一个热门话题。一项研究^[27]纳入了 45 例后内侧半月板后角部撕裂的患者, 包括非手术治疗 15 例, 半月板部分切除术 15 例或后角修复术 15 例, 结果表明 OA 进展程度和进行膝关节置换术的时间有差异, 在国际膝关节文献委员会量表 (IKDC) 和 Tegner 评分方面没有差异。该研究平均随访 74 个月, 其中 27% 的非手术治疗的患者进展为关节炎晚期, 并进行了关节置换术, 约 60% 的半月板部分切除术患者进行了关节置换术, 后角修复术组无患者行关节置换术。此外后角修复组的关节炎无显著进展, Kellgren-Lawrence 分级仅为 0.1, 非手术治疗组为 1.0, 半月板部分切除术组为 1.1^[28]。在另一项研究^[29]中, 48 例年龄 > 45 岁的老年患者纳入研究, 比较了行半月板后角修复 (内侧或外侧后角撕裂) 与

非手术治疗术后 OA 进展情况, 发现了类似的结果, 该研究平均随访 4.4 年, 修复组患者结果显示预后有所改善, OA 进展并行节置换术概率更低。

2 肩关节

2.1 肩袖组织

目前研究^[30]认为巨大的肩袖撕裂难以成功治愈, 因此有大量关于各种手术方式的效能和疗效评估的临床研究。手术方式主要包括关节镜下肩袖修复术、部分肩袖修复术、补片桥接术、肌腱转位术、反式全肩关节置换术等。一项研究^[31]对关节镜下肩袖后间隙松解的肩袖修复术与无后间隙松解的肩袖部分修复进行了临床和影像学比较, 在至少 5 年的随访期间, 两组间具有相似的临床结果和再撕裂率, 但与部分修复组相比, 接受完全修复的患者肩袖再撕裂面积更大, 肩峰-肱骨头间隙变窄。此研究表明部分修复可能比完全修复更可取。

在另一项研究^[32]中, 分析了 12 例巨大肩袖撕裂患者行补片桥接和肩上关节囊重建两种手术方式之间的差异。两组患者的临床结果均有所改善, 但补片桥接组术后临床主观评价与术前相比的差异更大。此外, 补片桥接组中有更好的侧面手臂主动旋转活动, 但在评估其他运动动作时没有发现显著差异, 且两组并发症发生率相似, 补片桥接组发生率为 0.67%, 肩上关节囊重建组为 0.84%。

近年来, 虽然大多数研究关注于寻求治疗肩袖撕裂的最佳手术方式, 但仍有一些关于手术必要性的研究。在一项多中心临床研究^[33]中, 比较了 96 例接受非手术治疗的患者和 73 例接受肩袖撕裂手术治疗的临床疗效。在术后短期内(约 3 个月), 非手术组的患者有更好的临床主观评分, 但随着时间的推移, 手术组患者在美国肩关节外科医师(ASES)评分和肩关节疼痛和残疾指数(SPADI)评分方面得分更高。与非手术治疗组比较, 手术组在 15.5 个月时 SPADI 评分和 24.7 个月时 ASES 评分降低 >50%。在之后的研究^[33]中, 有必要根据撕裂的类型和非手术、手术治疗进行更深入的分层研究。

2.2 盂肱关节

首次肩关节脱位的患者的治疗选择是近年来运动医学中一个存在争议的领域。以往的文献表明手术治疗是复发性脱位的首要选择, 但最近一

些学者主张在首次脱位发生后进行手术治疗。一项随机对照试验^[34]纳入了 65 例年龄 < 35 岁的首次脱位的患者, 比较行关节镜 Bankart 修复术或关节镜冲洗后的肩关节脱位的复发率, 该研究表明关节镜冲洗组的再脱位率为 47%, 明显高于关节镜修复组的 12%, 长期随访中关节镜 Bankart 修复组的临床功能评分更好。试验数据支持了首次脱位后行关节镜下的 Bankart 修复的观点, 首次脱位后行 Bankart 修复手术能获得更好的稳定性。对肩盂缺损较大、肩关节脱位术后复发、陈旧性盂肱韧带撕脱导致的肩关节脱位应行 Latarjet 手术。传统 Latarjet 手术通过螺钉硬性固定移植骨块, 获得了较好的临床疗效, 但有术后肩关节退变的风险。有研究^[35]报道了关节镜下线性固定的 Latarjet 手术获得较好的移植骨位置, 与肩盂水平, 降低偏外防止引发的术后肩关节退变, 使移植骨术后塑形更好。

2.3 肩锁关节

以往肩锁关节疼痛通过切除锁骨远端解决, 目前肩锁关节脱位的治疗向着微创和尽量解剖修复的方式转变, 且联合关节镜下锁骨远端切除可获得更好的疗效^[36]。肩锁关节脱位倾向于行解剖重建, 同时双锁骨隧道重建比单锁骨隧道重建使用频率更高, 但并发症发生率更高, 失败率及并发症发生率分别为 8.0% 和 21.3%。一项系统回顾研究^[37]证实了双锁骨隧道比单锁骨隧道重建疗效更好, 同时还比较了自体移植与异体移植在肩锁关节重建中的疗效和并发症。与同种异体移植组相比, 异体移植组再手术率较高。研究表明无论使用何种移植植物或手术技术, 都伴有较高的并发症发生率(21.3%), 其翻修手术率约为 8.0%。发生的并发症包括锁骨骨折、伤口感染、喙锁韧带钙化等, 该研究表明在重建过程中应尽量减少对锁骨的创伤, 使用自体移植肌腱可以降低再手术的风险。有研究^[38]指出不需要在肩锁关节脱位早期进行手术干预, 延迟重建同样有好的疗效。肩锁关节的诊治需要更多的研究来进行证实。

2.4 肱二头肌长头腱

肱二头肌长头腱病变的治疗一直存在着争议。临床报道^[39]肱二头肌肌腱固定术和肱二头肌肌腱切断术在主观感受上没有差异。发生的并发症主要为肱二头肌畸形, 肱二头肌肌腱切断术发生该并发症

的风险为肱二头肌肌腱固定术的 3.5 倍。

3 踝关节

踝关节首次扭伤后需进行正规的保守治疗和康复治疗来防止慢性踝关节不稳定的发生, 可采取肌力训练和平衡感训练的保守治疗, 其中平衡感训练可以减少 50% 的再扭伤率。对于踝关节急性外侧韧带损伤提倡进行手术治疗, 但并不是所有的患者都需要手术^[40]。目前, 外科手术主要适用于外踝韧带损伤后慢性踝关节不稳、保守治疗无效的患者。据报道^[41]急性外踝韧带损伤手术治疗的远期疗效与功能治疗是一致的。手术能减少扭伤复发率, 降低反复扭伤所致骨关节炎的风险, 发展至慢性踝关节不稳需手术重建踝外侧稳定性。

最近的一项回顾研究^[42]表明, 手术治疗对踝关节活动度和踝关节不稳的恢复效果明显优于功能康复治疗。踝关节反复扭伤加重了韧带松弛程度, 手术可以解决此问题, 有助于防止踝关节反复扭伤。但也有证据^[43]表明, 外科手术治疗会导致术后恢复时间长、踝关节僵硬发生率高、踝关节活动范围缩小等术后并发症。60%~70% 的患者通过非手术治疗可获得较好的效果。尽管对慢性损伤和急性完全外踝韧带断裂后进行手术的临床效果良好, 但功能康复治疗仍然是首选, 这也避免了不必要的有创性治疗及其并发症的风险^[44]。踝关节不稳的治疗方案必须个体化, 必须权衡手术并发症和患者情况。手术治疗可能更倾向于运动需求高的患者, 以确保更快地恢复运动。Broström 术是治疗慢性踝关节不稳的标准手术方式, 此外, 踝外侧韧带增强修复或解剖重建手术可在韧带条件欠佳的情况下进行, 通过置入固定移植物恢复关节的结构和功能, 获得较好的稳定性。有研究报道^[45]通过自体移植物和人工移植物重建踝外侧韧带获得较好的临床结果。近年来, 通过线带增强修复踝关节外侧韧带治疗慢性踝关节不稳得到广泛的应用, 术后随访均取得良好效果, 是一种安全可靠的术式。该手术方式在保留距腓前韧带本体感受器有利于术后康复的同时, 增加的线带结构可以为术后早期踝关节结构提供强有力的内支撑, 有助于修复韧带残端的愈合, 同时可以进行快速的康复训练。

4 再生医学

运动医学发展最快的领域是再生医学, 再生医学作为提高甚至取代手术治疗的方法, 在过去的 20 年里成为骨科运动医学的研究热点。富血小板血浆 (PRP) 已被认为是一种治疗关节疾病的潜在治疗方法, 在一项半月板治疗的系统回顾中^[46], 比较了 5 项半月板修复术联合 PRP 与不联合的临床效果的研究。其中 3 项组间研究结果或失败率没有显著差异, 2 项研究显示联合 PRP 修复术在末次随访时 (32~54 个月) 临床疗效显著改善。在一项前瞻性随机对照试验中^[47], 使用二次关节镜探查作为评估手段, 当 PRP 增强修复半月板时, 显示愈合更好。已有研究^[48]表明, ACL 损伤和重建后膝关节软骨代谢都受到损害, OA 几乎在创伤后立即发生和发展, 早期关节内抗炎药物可能会改变并预防创伤后 OA 的进展。一些动物实验已表明 PRP 可以促进 ACL 的初级愈合, 最新系统综述采纳了 11 项临床研究, 250 多例接受 ACL 重建联合 PRP 患者与 ACL 重建相比, 11 项研究中有 4 项显示, PRP 组移植物更快愈合。一项系统回顾和荟萃分析纳入 16 项随机对照试验或前瞻性队列研究, 以确定围手术期注射 PRP 对关节镜下肩袖撕裂肩袖修复后失败率的影响, 其中包括对小撕裂、中撕裂、大撕裂及巨大撕裂的研究。研究结果^[49]表明, PRP 增强可降低约 25% 的修复失败风险, 16 项研究中有 6 项显示, 在术中使用 PRP 辅助治疗, 主观或客观测量指标有显著改善。

生物支架是使用细胞和生长因子来辅助手术起到修复软组织的作用, 被用于促进无血管组织的修复, 以降低失败的风险。ACL 增强桥接修复手术仍处于试验阶段, 一项随机对照试验表明, 利用细胞外基质支架可以修复撕裂 ACL 断端, 与 ACL 重建的患者相比, 具有相似的功能与结果。

干细胞治疗在过去的 10 年中越来越受欢迎, 以往研究表明血液来源干细胞具有韧带再生和修复的作用, 同时干细胞可为手术提供潜在的辅助治疗。一项动物研究^[50]表明, 在膝关节内注射间充质干细胞后, 干细胞可准确定位 ACL 损伤的部位, 该研究证实了干细胞可能为组织再生提供了一种微创治疗的选择。目前只有 4 项已完成干细胞临床试验, 9 个项目仍在进行干细胞临床试验。

参 考 文 献 :

- [1] CONE S G, HOWE D, FISHER M B. Size and shape of the human anterior cruciate ligament and the impact of sex and skeletal growth: a systematic review[J]. JBJS Rev, 2019, 7(6): e8.
- [2] AKOTO R, ALM L, DRENCK T C, et al. Slope-correction osteotomy with lateral extra-articular tenodesis and revision anterior cruciate ligament reconstruction is highly effective in treating high-grade anterior knee laxity[J]. Am J Sports Med, 2020, 48(14): 3478-3485.
- [3] BELL K M, RAHNEMAI-AZAR A A, IRARRAZAVAL S, et al. In situ force in the anterior cruciate ligament, the lateral collateral ligament, and the anterolateral capsule complex during a simulated pivot shift test[J]. J Orthop Res, 2018, 36(3): 847-853.
- [4] FUJIMAKI Y, THORHAUER E, SASAKI Y, et al. Quantitative in situ analysis of the anterior cruciate ligament: length, midsubstance cross-sectional area, and insertion site areas[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(1): 118-125.
- [5] PETUSHEK E J, SUGIMOTO D, STOOLMILLER M, et al. Evidence-based best-practice guidelines for preventing anterior cruciate ligament injuries in young female athletes: a systematic review and meta-analysis[J]. Am J Sports Med, 2019, 47(7): 1744-1753.
- [6] MORALES-AVALOS R, CASTILLO-ESCOBEDO T A, ELIZONDO-OMAHIA R E, et al. The morphology of the tibial footprint of the anterior cruciate ligament changes with ageing from oval/elliptical to C-shaped[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2021, 29(3): 922-930.
- [7] BERNHOLT D L, DORNAN G J, DEPHILLIPO N N, et al. High-grade posterolateral tibial plateau impaction fractures in the setting of a primary anterior cruciate ligament tear are correlated with an increased preoperative pivot shift and inferior postoperative outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2020, 48(9): 2185-2194.
- [8] INDERHAUG E, STEPHEN J M, WILLIAMS A, et al. Effect of anterolateral complex sectioning and tenodesis on patellar kinematics and patellofemoral joint contact pressures[J]. Am J Sports Med, 2018, 46(12): 2922-2928.
- [9] LIU X Y, CHEN Z X, GAO Y C, et al. High tibial osteotomy: review of techniques and biomechanics[J]. J Healthc Eng, 2019, 2019: 8363128.
- [10] ALENTORN-GELI E, SEIJAS R, MARTÍNEZ-de la TORRE A, et al. Effects of autologous adipose-derived regenerative stem cells administered at the time of anterior cruciate ligament reconstruction on knee function and graft healing[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2019, 27(3): 2309499019867580.
- [11] ZBROJKIEWICZ D, SCHOLE S, ZHONG E, et al. Anatomical variability of intercondylar fossa geometry in patients diagnosed with primary anterior cruciate ligament rupture[J]. Clin Anat, 2020, 33(4): 610-618.
- [12] WANG L J, ZENG N, YAN Z P, et al. Post-traumatic osteoarthritis following ACL injury[J]. Arthritis Res Ther, 2020, 22(1): 57.
- [13] BEHZADI C, WELSCH G H, PETERSEN J P, et al. T2 relaxation times of the anterolateral femoral cartilage in patients after ACL-reconstruction with and without a deep lateral femoral notch sign[J]. Eur J Radiol, 2018, 106: 85-91.
- [14] CUZZOLIN M, PREVITALI D, ZAFFAGNINI S, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction versus nonoperative treatment: better function and less secondary meniscectomies but no difference in knee osteoarthritis-a meta-analysis[J]. Cartilage, 2021, 13(1_suppl): 1658S-1670S.
- [15] HOOGLASLAG R A G, BROUWER R W, BOER B C, et al. Acute anterior cruciate ligament rupture: repair or reconstruction? Two-year results of a randomized controlled clinical trial[J]. Am J Sports Med, 2019, 47(3): 567-577.
- [16] MIDDLEBROOK A, BEKKER S, MIDDLEBROOK N, et al. Physical prognostic factors predicting outcome following anterior cruciate ligament reconstruction: protocol for a systematic review[J]. BMJ Open, 2020, 10(3): e033429.
- [17] MOUARBES D, MENETREY J, MAROT V, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis of outcomes for quadriceps tendon autograft versus bone-patellar tendon-bone and hamstring-tendon autografts[J]. Am J Sports Med, 2019, 47(14): 3531-3540.
- [18] MARMOTTI A, MATTIA S, MANGIAVINI L, et al. Hamstring grafts are tenogenic constructs for ACL reconstruction and Pulsed Electromagnetic Fields improve tendon specific markers expression. An in-vitro study[J]. J Biol Regul Homeost Agents, 2020, 34(4 Suppl. 3): 363-376.
- [19] BALKI S, ELDEMIR S. Hamstring weakness at 90° flexion of involved knee as an indicator of the function deficit in males after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR)[J]. Acta Bioeng Biomech, 2021, 23(3): 147-153.
- [20] DEFRODA S, FICE M, TEPPER S, et al. Our preferred technique for bone-patellar tendon-bone allograft preparation[J]. Arthrosc Tech, 2021, 10(11): e2591-e2596.
- [21] CHIBA D, GALE T, NISHIDA K, et al. Lateral extra-articular tenodesis contributes little to change *in vivo* kinematics after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial[J]. Am J Sports Med, 2021, 49(7): 1803-1812.
- [22] LEE Y S. Editorial commentary: timing of the combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction: still a debatable issue[J]. Arthroscopy, 2021, 37(6): 1918-1919.
- [23] DAL FABBRO G, AGOSTINONE P, LUCIDI G A, et al. The cadaveric studies and the definition of the antero-lateral ligament of the knee: from the anatomical features to the patient-specific reconstruction surgical techniques[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(23): 12852.
- [24] HERBST E, ARILLA F V, GUENTHER D, et al. Lateral extra-articular tenodesis has no effect in knees with isolated anterior cruciate ligament injury[J]. Arthroscopy, 2018, 34(1): 251-260.

- [25] BEAUFILS P, PUJOL N. Meniscal repair: technique[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018, 104(1S): S137-S145.
- [26] ODEH J, AL MASKARI S, RANIGA S, et al. Good clinical success rates are seen 5 years after meniscal repair in patients regularly undertaking extreme flexion[J]. *Arthrosc Sports Med Rehabil*, 2021, 3(6): e1835-e1842.
- [27] de ROY L, WARNECKE D, HACKER S P, et al. Meniscus injury and its surgical treatment does not increase initial whole knee joint friction[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2021, 9: 779946.
- [28] BERNARD C D, KENNEDY N I, TAGLIERO A J, et al. Medial meniscus posterior root tear treatment: a matched cohort comparison of nonoperative management, partial meniscectomy, and repair[J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(1): 128-132.
- [29] DRAGOO J L, KONOPKA J A, GUZMAN R A, et al. Outcomes of arthroscopic all-inside repair versus observation in older patients with meniscus root tears[J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(5): 1127-1133.
- [30] LACHETA L, BRAUN S. Limited evidence for biological treatment measures for cartilage and tendon injuries of the shoulder[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021. DOI: 10.1007/s00167-021-06499-7. Epub ahead of print.
- [31] ARRIGONI P, FOSSATI C, ZOTTARELLI L, et al. Functional repair in massive immobile rotator cuff tears leads to satisfactory quality of living: results at 3-year follow-up[J]. *Musculoskeletal Surg*, 2013, 97 Suppl 1: 73-77.
- [32] BI M G, ZHOU K, GAN K F, et al. Combining fascia lata autograft bridging repair with artificial ligament internal brace reinforcement: a novel healing-improvement technique for irreparable massive rotator cuff tears[J]. *Bone Joint J*, 2021, 103-B(10): 1619-1626.
- [33] PATEL M, AMINI M H. Management of acute rotator cuff tears[J]. *Orthop Clin North Am*, 2022, 53(1): 69-76.
- [34] SHIM J W, JUNG T W, KIM I S, et al. Knot-tying versus knotless suture anchors for arthroscopic bankart repair: a comparative study[J]. *Yonsei Med J*, 2021, 62(8): 743-749.
- [35] PRADA C, AL-MOHREJ O A, PATEL A, et al. Managing bone loss in shoulder instability-techniques and outcomes: a scoping review[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2021, 14(6): 447-461.
- [36] RANNE J O, SALONEN S O, KAINONEN T U, et al. Arthroscopic coracoclavicular reconstruction combined with open acromioclavicular reconstruction using knot hiding clavicular implants is a stable solution[J]. *Arthrosc Sports Med Rehabil*, 2021, 3(6): e1745-e1753.
- [37] ZHU Y, HSUEH P, ZENG B F, et al. A prospective study of coracoclavicular ligament reconstruction with autogenous peroneus longus tendon for acromioclavicular joint dislocations[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2018, 27(6): e178-e188.
- [38] LÄDERMANN A, DENARD PJ, COLLIN P, et al. Early and delayed acromioclavicular joint reconstruction provide equivalent outcomes[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2021, 30(3): 635-640.
- [39] HOHMANN E. Editorial commentary: long head biceps tendon can be used like a split skin graft: mesh it and augment rotator cuff repairs[J]. *Arthroscopy*, 2022, 38(1): 49-50.
- [40] YIN L L, LIU K, LIU C M, et al. Effect of kinesiology tape on muscle activation of lower extremity and ankle kinesthesia in individuals with unilateral chronic ankle instability[J]. *Front Physiol*, 2021, 12: 786584.
- [41] MICHELS F, WASTYN H, POTTEL H, et al. The presence of persistent symptoms 12 months following a first lateral ankle sprain: a systematic review and meta-analysis[J]. *Foot Ankle Surg*, 2021: S1268-7731(21)00242. DOI: 10.1016/j.fas.2021.12.002. Epub ahead of print.
- [42] WENNING M, GEHRING D, MAUCH M, et al. Functional deficits in chronic mechanical ankle instability[J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 304.
- [43] FERKEL E, NGUYEN S, KWONG C. Chronic lateral ankle instability: surgical management[J]. *Clin Sports Med*, 2020, 39(4): 829-843.
- [44] KHLOPAS H, KHLOPAS A, SAMUEL L T, et al. Current concepts in osteoarthritis of the ankle: review[J]. *Surg Technol Int*, 2019, 35: 280-294.
- [45] BATISTA J P, CHAHLA J, DALMAU-PASTOR M, et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament repair with and without suture augmentation: technical note[J]. *J ISAKOS*, 2021, 6(4): 251-256.
- [46] BERTHIAUME F, MAGUIRE T J, YARMUSH M L. Tissue engineering and regenerative medicine: history, progress, and challenges[J]. *Annu Rev Chem Biomol Eng*, 2011, 2: 403-430.
- [47] TRAMS E, KULINSKI K, KOZAR-KAMINSKA K, et al. The clinical use of platelet-rich plasma in knee disorders and surgery-a systematic review and meta-analysis[J]. *Life (Basel)*, 2020, 10(6): 94.
- [48] CHRISTENSEN K, COX B, ANZ A. Emerging orthobiologic techniques and the future[J]. *Clin Sports Med*, 2019, 38(1): 143-161.
- [49] GIOVANNETTI de SANCTIS E, FRANCESCHETTI E, de DONA F, et al. The efficacy of injections for partial rotator cuff tears: a systematic review[J]. *J Clin Med*, 2020, 10(1): 51.
- [50] LU W, XU J, DONG S K, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction in a rabbit model using a decellularized allogenic semitendinous tendon combined with autologous bone marrow-derived mesenchymal stem cells[J]. *Stem Cells Transl Med*, 2019, 8(9): 971-982.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 刘欣伟. 骨科运动医学新进展[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(11): 1-7.

Cite this article as: LIU X W. New progress in sports medicine[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2022, 32(11): 1-7.