

# 前交叉韧带单束和双束重建比较研究的现状

余家阔

(北京大学第三医院运动医学研究所, 北京 100191 E-mail: yujiakuo@126.com)

关键词 膝关节; 前交叉韧带; 重建外科手术

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2016.05.001

**Comparative study on the clinic effects of arthroscopic reconstructions of single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament** YU Jia-Kuo. Institute of Sports Medicine, Peking University 3rd Hospital, Beijing 100191, China

**KEYWORDS** Knee joint; Anterior cruciate ligament; Reconstruction surgical procedures

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(5): 391-396 www.zggszz.com



前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 是维持膝关节前后稳定性的主要结构之一, ACL 断裂的患者, 会继发半月板损伤和膝关节退变<sup>[1]</sup>。ACL 断裂后进行关节镜下微创手术重建的数量也越来越多<sup>[2]</sup>。ACL 重建的手术方法有多种<sup>[3-6]</sup>。近年来, 对 ACL 重建术式的

争论焦点多集中在单束重建或双束重建方面<sup>[7]</sup>。虽然也有股骨和胫骨骨道都是 3 个的 ACL 解剖 3 束重建的报道<sup>[8]</sup>, 但因该术式的普及性并不高, 还未成为 ACL 重建术式选择的争论重点。笔者通过对 PubMed (MEDLINE)、EMBASE 和 Cochrane Library 的检索, 将 2015 年全年至 2016 年 5 月 10 日已经发表的含有单、双束重建比较研究内容的论著、系统评价 (Systematic review)、Meta 分析 (Meta-analyses) 和 Cochrane 数据库系统评价 (Cochrane database of systematic review) 文章进行了分析, 以便了解近 1 年多来 ACL 这两种重建术式比较研究结果的进展。

## 1 从文献报道比较 ACL 单束和双束重建效果很难

虽然总想通过各种方法来比较单、双束重建 ACL 术式的优劣, 但从 Desai 等<sup>[9]</sup>对 AARSC (the anatomic ACL reconstruction scoring checklist, 即 ACL 解剖重建评分表) 的研究结果看, 这并不是一件容易的事情。AARSC 将 10 分设定为理想的 ACL 解剖重建的最低分, 根据 ACL 解剖重建过程中的参数, 对重建的手术质量进行评分。Desai 等<sup>[9]</sup>研究结果显示, 因为不同术式的手术参数差异, 对解剖单束重建的手术评估被调低到 (6.9±2.8) 分, 对解剖双束手术评估被调低到 (8.3±2.8) 分, 虽然两种术式的评估结

果被调低的程度没有显著差异 (单束  $P=0.126$ , 双束  $P=0.226$ ), 但还是显示出文献报道的双束重建的手术数据更丰富和确切, 使得双束重建手术文献汇总评分更高一些, 因而被低估的程度还是小于单束重建的。

笔者也提醒大家, 单靠从 Systematic review、Meta 分析或 Cochrane Database of Systematic Review 对单束和双束 ACL 重建的临床效果进行比较是有其局限性的。最终判断 ACL 重建不同术式的优劣还是要依靠大样本量、设计严谨的前瞻性、随机对照的高水平临床研究结果的积累。

## 2 ACL 双束重建的失败率会不会高于单束重建

ACL 单束重建的 Meta 分析显示, ACL 单束重建的成功率是 69%~95%<sup>[10-13]</sup>。对 ACL 单束重建 10 年以上的随访结果的 Systematic review 发现, 术后 10 年以上的失败率为 11.9%, 相当于每 9 个 ACL 单束重建患者中会有 1 个会失败<sup>[14]</sup>。

比较理想的 ACL 重建技术应该既能恢复 ACL 的解剖结构, 又能恢复 ACL 的组织结构及其功能。早在 1836 年, Weber<sup>[15]</sup> 已经描述了 ACL 可分为 2 束。1938 年, Palmer<sup>[16]</sup> 明确提出 ACL 可以分为前内束 (AM) 和后外束 (PL)。Mott<sup>[17]</sup> 在 1983 年首次报道了 ACL 双束重建技术。1999 年 Muneta 等<sup>[18]</sup> 首次报告了 ACL 4 骨道双束重建的 54 个病例的 2 年以上的临床随访结果。ACL 双束重建技术自从应用到临床, 就引起了再断率会不会更高的担心, 甚至出现了 “Double-bundle, Double-trouble?” 顾虑<sup>[19]</sup>。但 Tiamklang 等<sup>[20]</sup> (2013) 对 6 篇包含单、双束 ACL 重建的移植术再断率的分析显示, 单、双束 ACL 重建后移植物的再断率差异无统计学意义。

Björnsson 等<sup>[21]</sup> 在 2015 年的 Systematic review 中纳入了 60 个单、双束比较的研究结果, 其中 25 个

RCT 研究、21 个前瞻对比研究和 14 个回顾性研究,共包括 4 146 例 ACL 重建患者,其中单束重建 2 072 例,双束重建 2 074 例,评价结果显示,双束重建术后移植物的再断率会更低。

### 3 ACL 单束和双束重建后的膝关节稳定性比较

笔者自 2005 年开始做 ACL 单、双束重建的比较研究,至今的研究结果均显示在膝关节的前后稳定性和旋转稳定性方面,双束重建术式是好于单束重建<sup>[22-27]</sup>。

2015 年, Koga 等<sup>[28]</sup>在对 53 例单束重建(25 例)和双束重建(28 例)的随机对照研究中发现,双束重建组的 Lachman、Pivot Shift 的阳性率显著低于单束组,而且 KT1000 稳定性测量也显示了双束重建组显著优于单束组。Sun 等<sup>[29]</sup>对 424 例的 ACL 单、双束重建的随机研究结果显示,双束组膝关节的 KT1000 测量在术后 3、12 和 36 个月, Pivot Shift 在术后 12、36 个月,都显著优于单束组。Karikis 等<sup>[30]</sup>对 94 例(45 例双束、49 例单束)2 年以上的回顾性研究显示两组的 KT1000 测量和 Pivot Shift 阳性率差异无统计学意义。但该研究做双束重建时将 2 股股薄肌腱作为后外束,很难在后外束再重建后发挥作用;2 股半腱肌腱作为前内束的直径只有 6~6.5 mm,也难发挥双束重建可以使移植粗细更接近正常 ACL 的优势。

Karikis 等<sup>[31]</sup>在 2016 年发表的另一篇随访 5 年以上的 RCT 研究中,双束组 53 例,单束组 52 例,得出的结论也是术后两组膝关节前后稳定性和旋转稳定性差异无统计学意义。虽然作者在论文摘要中阐述所有 ACL 手术的骨道定位按解剖进行,但文中详述的双束组股骨骨道技术只有 39 例是按解剖定位的,另外 14 例是用 Smith & Nephew 的双束股骨骨道定位器定位的,很难实现真正的解剖定位。文中描述的 AMB(anterior medial bundle)和 PLB(posterior lateral bundle)的胫骨骨道都定位在各自足迹(Footprint)的中心点,但详述胫骨骨道的定位方法时却用外侧半月板游离缘延长线的方法定位 AMB 胫骨骨道,这种方法会将 AMB 胫骨骨道定在正常 ACL 的 PLB 的位置;术中又用后交叉韧带(posterior cruciate ligament, PCL)作为参照在 AMB 骨道后外方定位 PLB 胫骨骨道,这样 PLB 的骨道位置将完全位于正常 ACL 的 Footprint 后方。该文的解剖单束的股骨骨道定位在 AMB 的 Footprint 中心,胫骨骨道定位在外侧半月板前角游离缘延长线(即 PLB 的 Footprint),因此,实际的单束重建做法是股骨骨道在前内束 Footprint 的位置,胫骨骨道在后外束 Footprint。加上双股半腱肌腱做 AMB 太单薄,文献的 5 年以上随访

结果单、双束间的前后稳定性和旋转稳定性差异无统计学意义,不排除与这些因素有关。

2016 年另一篇 RCT 研究未发现双束组术后膝关节前后稳定性的差异,但研究使用 Laxitester test 测量的双束组的旋转稳定性更佳<sup>[32]</sup>。在 Mayr 等<sup>[32]</sup>的研究中,双束重建组的 AMB 重建用的是 2 股股薄肌腱, PLB 重建用的是 2 股半腱肌腱,单束重建组用的是 2 股半腱肌腱和 2 股股薄肌腱共 4 股肌腱。本研究的单、双束重建都没有发挥出两种术式重建都可以将腓绳肌腱用到 6 股或 8 股、使得重建的 ACL 的直径更接近解剖直径的优势。因此不排除该研究的移植强度影响了术后膝关节的前后稳定性的可能性。而 2016 年 Sasaki 等<sup>[33]</sup>的研究虽然对 76 例双束组和 74 例单束组进行了 RCT 的研究,但双束组用腓绳肌腱、单束组用骨-髌腱-骨(BPTB)可能是导致两组之间的膝关节术后稳定性差异无统计学意义的原因之一。

Czamara 等<sup>[34]</sup>用高速摄影和步态分析的方法对 ACL 单、双束重建的两组之间的膝关节在行走过程中的外旋和内旋程度进行了比较研究,发现,单束重建组的膝关节外旋程度显著大于双束组,表明双束组膝关节术后的旋转稳定性更好。Mascarenhas 等<sup>[35]</sup>从 199 篇单、双束比较的文献中筛选出 9 篇 Meta 分析进行数据汇总发现,术后膝关节 Pivot Shift 稳定性 2 篇差异无统计学意义,7 篇双束显著好于单束,得出双束技术的旋转稳定性更好。对 KT 测量结果的分析显示,8 篇双束更优,1 篇认为差异无统计学意义,进一步表明,双束技术的术后膝关节的前后稳定性显著好于单束技术。Björnsson 等<sup>[21]</sup>的 Systematic review 评价结果显示, Lachman、前抽屉、KT 测量和导航测量结果均表明 ACL 双束重建术式的术后膝关节前后稳定性更佳;而 Pivot Shift 和导航测量则显示双束重建的膝关节术后旋转稳定性更好。

### 4 ACL 单束和双束重建后膝关节功能评分比较

笔者自 2005 年开始对 ACL 单、双束重建进行比较研究,多篇研究报告均未发现 ACL 单束和双束重建的 Lysholm、Tegner 和 IKDC 主观评分差异有统计学意义<sup>[22-27]</sup>。

Karikis 等<sup>[30-31]</sup>的单、双束前瞻性对照研究和 RCT 研究,以及 Mayr 等<sup>[32]</sup>的 RCT 研究、Sasaki 等<sup>[33]</sup>的 RCT 研究、Björnsson 等<sup>[21]</sup>的 Systematic review 均显示, ACL 单束和双束重建组的 Tegner、Lysholm 和 IKDC 主观评分差异无统计学意义。

Mascarenhas 等<sup>[35]</sup>对 9 篇 meta 分析的数据进行汇总,结果显示,双束重建组的客观 IKDC 评分显著好于单束组,但主观 IKDC 评分、Tegner 和 Lysholm

评分与单束组差异无统计学意义。Koga 等<sup>[28]</sup>随访 3 年以上的 RCT 研究结果显示, 双束重建组 Tegner 评分优于单束组, 但 Lysholm 和 IKDC 主观评分差异无统计学意义。

不难看出, 从 2015–2016 年的研究结果看, 和以往的研究结果相似, Tegner、Lysholm 和 IKDC 主观评分在单、双束 ACL 重建术式的比较研究中差异无统计学意义的情况还是依旧。IKDC 客观评分, 因为可以反映术后膝关节参数的更多细节, 其结果可以在单、双束比较研究中显示出双束重建组的优势<sup>[35]</sup>。

### 5 ACL 单束和双束重建术后膝关节骨性关节炎发生情况比较

和国外的报道相似, 笔者的研究结果也显示, ACL 断裂后, 即使进行了重建, 髌股关节的软骨也会有一定比例的损伤加重改变<sup>[36–37]</sup>。也就是说, ACL 重建手术也不能阻止一部分患者术后膝关节会出现不同程度的骨性关节炎改变 (knee osteoarthritis, KOA)。双束重建既然可以重建更好的膝关节前后稳定性和旋转稳定性, 是否可以减少 ACL 术后 KOA 的发生, 一直都是学者们比较关注的问题。

回顾性二次关节镜再评估研究 (level IV 级别的研究)<sup>[37]</sup>和回顾性二次关节镜镜下评估的单、双束对照研究 (level II 级别的研究)<sup>[36]</sup>均已经证实, ACL 双束重建可以在很大程度上减少髌股关节的软骨损伤在术后的进一步加重。

Chen 等<sup>[38]</sup>的 Systematic review 对 8 个 ACL 单束和双束重建的 RCT 研究进行了分析, 其中共包括 941 个病例, 数据分析发现, 双束组患者膝关节发生 KOA 的机会显著减少。Sun 等<sup>[29]</sup>在 RCT 研究中, 将 424 例 ACL 断裂的患者分成 3 组, 双束自体肌腱组 (用自体腘绳肌腱) 154 例、双束异体肌腱组 (异体胫前肌腱) 128 例和单束异体肌腱组 (异体胫前肌腱) 142 例。术后 3 年的随访发现, 异体胫前肌腱单束组的 KOA 有进一步发展的患者占单束组的 42.3%, 自体腘绳肌腱双束组的 KOA 有进一步发展的患者占该组的 29.2%, 异体胫前肌腱双束组的 KOA 有加重的占该组病例的 27.3%, 因此认为, 双束重建组, 无论是用自体肌腱还是异体肌腱, 都可以显著减少手术膝关节术后 KOA 的发生。

虽然 Karikis 等<sup>[31]</sup>的 RCT 研究显示术后随访 5 年以上时, 双束重建组的 KOA 发生率显著多于单束组, 但其双束组股骨骨道有 14 例是非解剖定位的, 而且全部双束组 53 例的胫骨骨道都在正常 ACL 的 Footprint 的后方, 比其已经偏后的单束重建的胫骨骨道还偏后, 加上该研究双股半腱肌腱做 AMB 太单薄, 因此, 其 5 年以上的随访结果得出这样的结论

不排除与这些不利因素有关。

### 6 自 2015 相关 ACL 单束和双束重建的指南分析

Cochrane 协作网已成为遍及世界 5 大洲, 拥有 12 个成员中心, 1 万名以上志愿者共同制作、保存、传播和更新医学各领域的系统评价, 为临床治疗实践和医疗卫生决策提供可靠循证医学 (evidence-based medicine, EBM) 证据的全球性网络。

2016 年, Clinical Orthopaedics and Related Research (CORR) 杂志以 Cochrane in CORR 的栏目发表了对 Mundi 等<sup>[39]</sup>的 ACL 单、双束对比的系统评价结果的介绍。杂志主编认为, 以 Cochrane 栏目介绍该文的主要原因是该文的内容对临床医生很重要。和以往对随机、对照、前瞻性研究报告的分析结果一样的是, 作者并没有发现单、双束重建之间的临床评分 (Tegner、Lysholm 和 IKDC) 的差异, 但却介绍了经严谨的 RCT 研究、Meta 分析和 Systematic review 系统评价所得出的有共同趋势的结论, 即双束 ACL 重建的膝关节, 比单束重建具有更好的前后稳定性、旋转稳定性, 而且恢复到伤前运动水平的患者的比例更高, 重建 ACL 再断的比例更低, 术后膝关节半月板的再伤比例也显著降低。

AAOS 在 2015 年也推出了 ACL 损伤治疗的临床指南。指南认为, 基于强有力的证据, 建议医生在进行 ACL 重建时可以使用自体腘绳肌腱或髌腱移植术, 用单束或双束的方式完成手术 (Physicians should use bone-patellar tendon-bone or hamstring-tendon autografts, and should use a single- or double-bundle approach when performing intra-articular ACL reconstruction)。AAOS 的指南认为, 在术后膝关节疼痛和膝关节功能评分上, 单束和双束 ACL 重建术式之间差异无统计学意义<sup>[40]</sup>。

解读 CORR 的具有循证医学指南价值的 Cochrane 数据库系统评价和 AAOS 指南, 不难发现两者的共同特点: 一是, 两者都没有否定双束重建作为 ACL 重建的一种手术方式的价值; 二是, 在膝关节 Tegner、Lysholm 和 IKDC 术后评分没有显著性差异方面的意见是一致的。

CORR 的 Cochrane 系统评价和 AAOS 指南的不同之处是, CORR 在指出 2 种术式的术后临床评分无差异的基础上, 特定指出了双束重建术后的膝关节在前后稳定性、旋转稳定性、移植术再断率、半月板再损伤率方面的优势。

但这里面需要提醒的是, ACL 双束重建技术比较复杂, 用该技术进行 ACL 重建的医生还很少。在 1 个对队医的调研中, 137 名做 ACL 重建的队医中 (注: 在欧美, 做队医的往往是很有名的专科医生),

只有一名医生用双束技术重建 ACL<sup>[41]</sup>。在瑞典的 ACL 重建的注册系统中,18 000 多例 ACL 重建中,只有 3%是双束重建<sup>[42]</sup>。

## 7 做 ACL 重建的医生都应该了解 ACL 解剖双束重建技术

从 2015 年全年到 2016 年上半年,从新积累的有关 ACL 单束和双束比较研究的信息来看,ACL 双束重建术式仍然是少数医生在做的手术,其普及性与单束重建相比仍然很差<sup>[41-42]</sup>。但因为以下原因,每个做 ACL 重建的大夫都应该知道 ACL 解剖双束重建技术:(1)美国 AAOS 在 2015 年的 ACL 损伤治疗指南中已经将 ACL 双束重建术式列为与单束并列的一种标准术式。(2)以循证医学为依托的 Cochrane Database 已经将 ACL 双束重建的前后稳定性、旋转稳定性、减少术后膝关节骨性关节炎发生、减少移植物再断率和减少术后半月板再损伤几方面的优势收录为全球范围可参考的循证医学依据。(3)正确的、适应证合适的 ACL 解剖重建对职业运动员,特别是对膝关节前后和旋转稳定性的要求非常苛刻的篮球、排球、手球和跆拳道项目的运动员术后恢复正常训练和比赛的重要性是每个 ACL 重建医生要慎重考虑的。这时候能不能以单束和双束重建之间的 Tegner、Lysholm 和 IKDC 主观评分无差异为理由给这些专项运动员的 ACL 重建选择单束技术就应该认真思考。因为,有可能是因为上述膝关节功能评分还不够严谨、不够细化,评估手段也过于粗糙,参与评估的患者的运动水平和动作的剧烈程度差异导致的对手术满意度的差异,才导致了结果的无差异;但换用评估内容更详尽的客观 IKDC 评分<sup>[35]</sup>,或用更能捕捉动作细节的高速摄影动作分析评估<sup>[34]</sup>,或是用能够定量、准确测定膝关节旋转稳定性的 Laxitester 设备就能分析出术式之间的优劣。ACL 重建医生在手术时选与不选 ACL 双束重建术式,不仅仅在面对职业运动员时要慎重考虑,而且对特别喜欢运动的老百姓的 ACL 重建和康复,特别是患者希望在康复后能继续享受对膝关节稳定性要求高的体育锻炼时,也建议术者要同样慎重对待。(4)减少 ACL 术后 KOA 的发生率无论对运动员和老百姓都至关重要,正确的 ACL 双束重建可以将单束重建术后 3 年的 KOA 的发生率从 42.3% 较低到 27.3%<sup>[29]</sup>。笔者自己的研究也证实,双束重建与单束重建相比,双束重建术后可以大幅度减少髌股关节软骨损伤加重<sup>[23,26]</sup>。每一位做 ACL 重建的大夫,都不能忽视怎样在 ACL 术后减少关节软骨损伤加重的努力,并充分认识术后出现或加重的 KOA 对自己的患者带来的严重困扰。(5)很多医生虽然不做 ACL

双束重建,但在做 ACL 解剖单束重建。要想将 ACL 解剖单束重建做好,术中在关节退变、病程过长导致断裂的 ACL 的 Footprint 变形或消失等因素的干扰下还能将解剖单束重建做好,就应该有双束重建的基础。ACL 双束重建的基础是术者对 ACL 的 AMB 和 PLB 的 Footprints 的解剖和分布有着精准、个性化分辨力的基础。没有 ACL 双束重建的基础,术者在进行解剖单束重建时,就容易出现各种各样的偏差,导致骨道位置还不如传统单束重建那样具有可重复性。因此,ACL 双束重建基础是做好 ACL 解剖单束重建的重要前提之一。(6)自从人们认识到可以将 ACL 的纤维分成 AMB 和 PLB 双束结构以后(当然还可以分成更多束),因为观察细节和习惯的改变,术中越来越多地遇到单纯 AMB 断裂、PLB 完好,或单纯 PLB 断裂、AMB 完好的 ACL 部分断裂情况。有了 ACL 双束重建的基础,对 ACL 部分断裂后有膝关节不稳的患者,才能更准确地定位和钻取 AMB 和 PLB 的股骨骨道和胫骨骨道,这样才能做好 AMB 重建术或 PLB 重建术这些 ACL 部分重建的手术,从而取得更满意的手术效果。(7)做好 ACL 初次手术失败后的翻修手术也要有 ACL 双束重建基础。例如,有了 ACL 双束重建的基础,对于传统手术重建前内束的初次 ACL 重建手术的翻修,翻修手术中按着双束重建的原则,重建后外束即可很好解决翻修的问题。再者,对首次 ACL 重建将股骨骨道做得太靠前而偏低、胫骨骨道做得太靠后的翻修手术,可以将原来的股骨骨道作为翻修后的后外束的股骨骨道,增加 1 个新的前内束的股骨骨道;将原来的胫骨骨道作为翻修后的后外束的胫骨骨道,增加 1 个前方的前内束的胫骨骨道,这样就可以将原来的单束重建翻修成解剖双束重建。(8)ACL 双束重建手术复杂并不是多数大夫不采用该术式的原因。多数医生不采用 ACL 双束重建术的主要原因是大家对该术式的优势不了解。骨科和关节外科大夫从来都不会因为怕手术复杂而不去做,再复杂的手术,通过熟能生巧的积累,都会最终变成熟练、快速的手术。在这一过程中,还需要避免不严谨的比较研究得出的有偏差的结论,对双束重建技术普及的不良作用;没有双束重建经验和研究经历的 ACL 重建医生不轻易发表不严谨的观点,也是对重建 ACL 的新技术推广的贡献。

总之,ACL 双束重建手术还是一种被很少使用的手术技术,ACL 单束重建手术是目前绝大多数 ACL 重建医生日常在使用的常规标准手术。在今后很长一段时间,对 ACL 双束重建技术是否真的有优势还将存在争论,还需要大量的大样本量的严谨 RCT

临床比较研究进一步积累循证医学证据。

### 参考文献

- [1] Cha PS, Brucker PU, West RV, et al. Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction; an anatomic approach[J]. *Arthroscopy*, 2005, 21(10): 1275-1277.
- [2] Lubowitz JH, Appleby D. Cost-effectiveness analysis of the most common orthopaedic surgery procedures; Knee arthroscopy and knee anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Arthroscopy*, 2011, 27: 1317-1322.
- [3] 闵重函, 周瑛, 荆琳, 等. 手法加中药熏蒸对前交叉韧带断裂重建术后膝关节功能康复的病例对照研究[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(5): 397-403.  
Min ZH, Zhou Y, Jing L, et al. Case-control study on Chinese medicine fumigation and massage therapy for the treatment of knee stability and functional recovery after anterior cruciate ligament reconstruction operation[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(5): 397-403. Chinese with abstract in English.
- [4] 赖震, 刘志祥, 杨俊龙, 等. 分期修复重建膝关节多发韧带损伤的临床疗效[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(5): 404-407.  
Lai Z, Liu ZX, Yang JL, et al. Clinical effect of staged repair and reconstruction of multiple ligament injuries in knee joints[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(5): 404-407. Chinese with abstract in English.
- [5] 许桦, 陈亿民, 翟利锋, 等. 膝关节多韧带损伤的手术治疗体会[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(5): 456-459.  
Xu H, Chen YM, Zahi LF, et al. Surgical treatment of multiple ligament injuries of knee joints[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(5): 456-459. Chinese with abstract in English.
- [6] 魏民, 刘玉杰, 刘洋. 关节镜下前交叉韧带重建和微创重建膝关节内侧结构的临床效果[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(5): 464-467.  
Wei M, Liu YJ, Liu Y. Clinical effects of arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament and minimally invasive reconstruction of posteromedial corner[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(5): 464-467. Chinese with abstract in English.
- [7] 余家阔, 敖英芳, 于长隆, 等. 关节镜下腘绳肌腱部分重建、单束重建和双束重建膝关节前交叉韧带临床效果的比较研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2007, 9(6): 523-528.  
Yu JK, Ao YF, Yu CL, et al. A comparative study on the clinic effects of arthroscopic reconstructions of partial, single-bundle and double-bundle ACLs[J]. *Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi*, 2007, 9(6): 523-528. Chinese.
- [8] Kato Y, Ingham SJM, Maeyama A, et al. Biomechanics of the human triple-bundle anterior cruciate ligament[J]. *Arthroscopy*, 2012, 28(2): 247-254.
- [9] Desai N, Alentorn-Geli E, van Eck CF, et al. A systematic review of single-versus double-bundle ACL reconstruction using the anatomic anterior cruciate ligament reconstruction scoring checklist[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24: 862-872.
- [10] Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction; a autografts[J]. *Am J Sports Med*, 2003, 31: 2-11.
- [11] Beynonn BD, Johnson RJ, Fleming BC. Anterior cruciate ligament replacement; comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2002, 84: 1503-1513.
- [12] Bach BR, Tradonsky S, Bojchuk J, et al. Arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft; five to nine-year follow-up[J]. *Am J Sports Med*, 1998, 26: 20-29.
- [13] Yunes M, Richmond JC, Engels EA, et al. Patellar versus hamstring in anterior cruciate ligament reconstruction; a meta-analysis[J]. *Arthroscopy*, 2001, 17: 248-257.
- [14] Crawford SN, Waterman MAJ, Brian R, et al. Long-term failure of anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(9): 1566-1571.
- [15] Weber W. *Mechanik der Menschlichen Gehwerkzeuge*[M]. Göttingen; Dieterichsche Buchhandlung, 1836.
- [16] Palmer I. On the injuries to the ligaments of the knee joint[J]. *Acta Orthop Scand (Suppl)*, 1938, 5: 283.
- [17] Mott HW. Semitendinosus anatomic reconstruction for cruciate ligament insufficiency[J]. *Clin Orthop*, 1983, 172: 90-92.
- [18] Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, et al. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons; operative technique and preliminary results[J]. *Arthroscopy*, 1999, 15(6): 618-624.
- [19] Harner CD, Poehling GG. Double bundle or double trouble[J]. *Arthroscopy*, 2004, 20(10): 1013-1014.
- [20] Tiamklang T, Sumanont S, Foocharoen T, et al. Double-bundle versus single-bundle reconstruction for anterior cruciate ligament rupture in adults[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 11: CD008413.
- [21] Börnsson H, Desai N, Musahl V, et al. Is double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction superior to single-bundle? A comprehensive systematic review[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(3): 696-739.
- [22] 余家阔, 敖英芳, 于长隆, 等. 前交叉韧带四骨道双束重建的解剖学及临床研究[J]. *中华医学杂志*, 2009, 89(29): 2019-2024.  
Yu JK, Ao YF, Yu CL, et al. Anatomic and clinical study of 4-bone-tunnel double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2009, 89(29): 2019-2024. Chinese.
- [23] Wang HJ, Ao YF, Chen LX, et al. Second-look arthroscopic evaluation of the articular cartilage after primary single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions[J]. *Chinese Med J*, 2011, 124(21): 3551-3555.
- [24] 江东, 敖英芳, 龚熹, 等. 关节镜下同种异体骨-髌腱-骨双束重建膝关节前交叉韧带的临床比较研究[J]. *中国微创外科杂志*, 2011, 11(12): 1091-1095.  
Jiang D, Ao YF, Gong X, et al. Comparison between double- and single-bundle arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using bonepatellar tendon-bone allograft[J]. *Zhongguo Wei Chuang Wai Ke Za Zhi*, 2011, 11(12): 1091-1095. Chinese.
- [25] Jiang D, Ao YF, Gong X, et al. Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone allograft; technique and 2-to 5-year follow-up[J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(5): 1084-1093.
- [26] Gong X, Jiang D, Wang YJ, et al. Second-look arthroscopic evaluation of chondral lesions after isolated anterior cruciate ligament reconstruction; single-versus double-bundle reconstruction[J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(10): 2362-2367.
- [27] Wang HJ, Ao YF, Jiang D, et al. Relationship between quadriceps

strength and patellofemoral joint chondral lesions after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2015, 43(9):2286-2292.

[28] Koga H, Muneta T, Yagishita K, et al. Mid-to long-term results of single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction; randomized controlled trial[J]. Arthroscopy, 2015, 31(1):69-76.

[29] Sun R, Chen BC, Wang F, et al. Prospective randomized comparison of knee stability and joint degeneration for double-and single-bundle ACL reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(4):1171-1178.

[30] Karikis I, Ahldén M, Casut A, et al. Comparison of outcome after anatomic double-bundle and antero-medial portal non-anatomic single-bundle reconstruction in ACL-injured patients[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, Epub ahead of print.

[31] Karikis I, Desai N, Sernert N, et al. Comparison of anatomic double-and single-bundle techniques for anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon autografts; a prospective randomized study with 5-year clinical and radiographic follow-up[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(5):1225-1236.

[32] Mayr HO, Benecke P, Hoell A, et al. Single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction; a comparative 2-year follow-up[J]. Arthroscopy, 2016, 32(1):34-42.

[33] Sasaki S, Tsuda E, Hiraga Y, et al. Prospective randomized study of objective and subjective clinical results between double-bundle and single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(4):855-864.

[34] Czamara A, Markowska I, Królikowska A, et al. Kinematics of rotation in joints of the lower limbs and pelvis during gait: early results-SB ACLR approach versus DB ACLR approach[J]. Biomed Res Int, 2015, 2015:707168.

[35] Mascarenhas R, Cvetanovich GL, Sayegh ET, et al. Does double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction improve postoperative knee stability compared with single-bundle techniques A systematic review of overlapping meta-analyses[J]. Arthroscopy, 2015, 31(6):1185-1196.

[36] Gong X, Jiang D, Wang YJ, et al. Second-look arthroscopic evaluation of chondral lesions after isolated anterior cruciate ligament reconstruction; single-versus double-bundle reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2013, 41:2362-2367.

[37] Wang HJ, Ao YF, Chen LX, et al. Second-look arthroscopic evaluation of the articular cartilage after primary single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions[J]. Chin Med J (Engl), 2011, 124:3551-3555.

[38] Chen G, Wang S. Comparison of single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction after a minimum of 3-year follow-up; a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(9):14604-14614.

[39] Mundi R, Bhandari M. Cochrane in CORR; double-bundle versus single-bundle reconstruction for anterior cruciate ligament rupture in adults(review)[J]. Clin Orthop Relat Res, 2016, 474:1099-1101.

[40] Hauk L. Management of ACL injuries; clinical practice guideline from the AAOS[J]. Am Fam Physician, 2015, 92(3):232-234.

[41] Erickson BJ, Harris JD, Fillingham YA, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction practice patterns by NFL and NCAA football team physicians[J]. Arthroscopy, 2014, 30:731-738.

[42] Ahlde n M, Samuelsson K, Sernert N, et al. The Swedish National Anterior Cruciate Ligament Register; a report on baseline variables and outcomes of surgery for almost 18,000 patients[J]. Am J Sports Med, 2012, 40:2230-2235.

(收稿日期:2016-05-18 本文编辑:连智华)

### ·读者·作者·编者·

## 本刊关于参考文献著录的要求

本刊参考文献按 GB/T 7714-2005《文后参考文献著录规则》采用顺序编码著录,依照其在文中出现的先后顺序用阿拉伯数字标出,并将序号置于方括号中,排列于文后。中文参考文献要求用英汉双语著录;用英文著录时,作者姓名用缩写形式(姓全拼,名为各自的首字母);刊名用汉语拼音拼写。参考文献中的作者,1~3名全部列出,3名以上只列前3名,后加“等”。题名后标注文献类型标志对电子文献是必选著录项目,文献类型和电子文献载体标志代码参照 GB 3469《文献类型与文献载体代码》。外文期刊名称用缩写,以 Index Medicus 中的格式为准;中文期刊用全名。每条参考文献均须著录起止页。每年连续编码的期刊可以不著录期号。①期刊:[序号]作者.题名[J].刊名,年,卷(期):起止页码。②专著:[序号]著者.书名[M].出版地:出版者,出版年:起止页码。③论文集中析出文献:[序号]作者.题名[C].//编者.文集名.出版地:出版者,出版年.起止页码。④学位论文:[序号]作者.题名[D].授予学位地:授予学位单位,出版年。⑤电子文献:[序号]作者.题名[EB/OL].(发表或更新日期).[引用日期].网址。

《中国骨伤》杂志社