

后交叉韧带单、双束重建的研究进展

林中秋¹, 孙炳慧^{2*}

¹内蒙古民族大学第二临床学院, 内蒙古 通辽

²内蒙古林业总医院, 内蒙古 牙克石

收稿日期: 2022年7月24日; 录用日期: 2022年8月22日; 发布日期: 2022年8月29日

摘要

对于后交叉韧带(Posterior cruciate ligament, PCL)损伤的治疗包括非手术治疗与手术治疗, 本文将从后交叉韧带重建(Posterior cruciate ligament reconstruction, PCLR)术式中的单束重建与双束重建角度入手, 探讨目前两种重建术式对PCLR的治疗效果。

关键词

后交叉韧带, 后交叉韧带重建术

Research Progress of Single and Double Bundle Reconstruction of Posterior Cruciate Ligament

Zhongqiu Lin¹, Binhui Sun^{2*}

¹The Second Clinical Medical College of Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao Inner Mongolia

²Inner Mongolia Forestry General Hospital, Yakeshi Inner Mongolia

Received: Jul. 24th, 2022; accepted: Aug. 22nd, 2022; published: Aug. 29th, 2022

Abstract

The treatment of posterior cruciate ligament (PCL) injury includes non-surgical treatment and surgical treatment. This article will discuss the therapeutic effects of the two current reconstruction methods on posterior cruciate ligament reconstruction (PCLR) from the perspective of single bundle reconstruction and double bundle reconstruction.

*通讯作者。

Keywords

PCL, PCLR

Copyright © 2022 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

后交叉韧带(Posterior cruciate ligament, PCL)是膝关节中最强的韧带,它的作用是在整个运动过程中提供基本的稳定性,它对整个膝关节活动范围内胫骨后平移的主要约束,也在更深的屈曲角度下提供了一些旋转稳定性。其强度为前交叉韧带(Anterior cruciate ligament, ACL)的两倍[1],因此,孤立的PCL损伤是相对罕见,通常是由于较低的能量机制造成的。手术治疗中,后交叉韧带重建术(Posterior cruciate ligament reconstruction, PCLR)已从单束重建演变至双束重建。

2. PCL 解剖

PCL被认为是一种关节内、滑膜外的结构,因为韧带有滑膜鞘。PCL起始于股骨内髁外侧壁,走行于胫骨髁间嵴后缘,止于斜坡,长度可达32~38 mm,宽度约为13 mm, PCL由前外侧(Anterolateral, AL)束和后内侧(Posteromedial, PM)束构成,AL束是PCL的主要部分,至少占整个横截面积的2/3,在0°至120°的屈曲角度下,AL束是维持胫骨后方稳定性的主要约束,而PM束维持胫骨后伸和屈曲120°以上的稳定性[2]。在最初的PCLR中,都是在重建AL束部分,也就是单束重建,而在之后的研究中,一些研究者发现双束重建可能比单束重建能更好地恢复膝关节的稳定性[3],因此,PM束部分也开始被关注。

AL束和PM束相对于膝关节中心枢轴点的三维关系是了解PCL的解剖和确定各个束的生物力学功能的关键。虽然这两束的方向是离散的,但它们是以协同工作的。从胫骨后平台的PCL面到切迹的内侧,AL束基本上是垂直定向的[4],这种垂直方向意味着AL束可以抵抗胫骨后方的平移。PM束从PCL小关节后外侧角至股骨内侧髁外侧壁。股骨上位于AL束远端的这种插入使PM束比其对应物具有更多的水平方向。PM束内更多的水平方向表明它在提供一些旋转稳定性方面发挥了作用,这已在PM束切片中观察到[5]。

此外,PCL和半月板股韧带(menisiofemoral ligaments, MFLs)共同构成了PCL复合体,MFLs起始于外侧半月板的后角,斜向前上,伴行PCL止于股骨内侧。依据MFLs与PCL的前后位置关系,将走行于PCL前方的MFL,称为板股前韧带,即Humphrey韧带,走行于后叉后方的MFL称为板股后韧带,即Wrisberg韧带[6][7]。Humphrey韧带与Wrisberg韧带的联合横截面积占PCL复合体横截面积的17.2%。据报道,高达93%的膝关节中至少有一条MFLs。研究表明,MFLs在抵御胫骨后移位时也起到了膝关节辅助稳定器的作用[8]。

3. 单束重建

单束重建是PCLR中最常见的术式,手术方法主要步骤为:1)病人仰卧,接受局部或全身麻醉,一个横向支撑板安装在大腿的近侧,在膝盖弯曲时提供支撑。2)取腓绳肌编织成4股移植物。3)建立股骨隧道:关节镜通过前内侧高位入口置入,股隧道通过前外侧入口钻入,股骨隧道内口距股前交叉韧带最前缘12 mm,距远端软骨缘7~8 mm,股骨隧道是使用克氏针和钻头按预期大小和深度顺序创建的。4)建

立胫骨隧道: 关节镜下通过后内侧入口观察右膝后间隙, 将切换棒通过后外侧入口放入后间隔, 以将后囊从后十字韧带的胫骨附着处撬开, 先用一个 6 mm 的中空钻头钻过导丝, 创建预期大小的胫骨隧道, 为了避免“杀手转角”, 胫骨定位器前端应尽量伸至胫骨平台下方 20 mm 或是更低处, 跨过 PCL 在原斜坡上的止点[9]。5) 放置引导缝合线: 通过前外侧入口放置引导缝合环, 通过后十字韧带外侧到达后室, 引导缝合环通过胫骨隧道取出, 引导缝合环的近端穿过股骨隧道的针的尾缝合环, 并通过股骨隧道拉出。6) 移植物植入: 将切换棒放置在引导缝的前下侧, 用作滑轮, 移植物近端的固定缝线通过胫骨隧道被拉入关节内, 并从股骨隧道出来。

4. 双束重建

相对单束重建, 双束重建需要更多、容量更大的移植物, 通常取自腓骨长肌腱、股四头肌腱、对侧腓绳肌、异体肌腱或是人工肌腱才能制作需要的移植物应对 PCLR。在双束重建中, 前外侧束股骨隧道的参照点与单束重建时相同, 只是距离软骨远端边缘 5 mm, 后内侧束股骨隧道的参照点是残留纤维后缘残存后内侧束足印的后近端部分。位于膝关节 2:00 至 2:30 之间, 距远端软骨边缘 10 mm。在移植物从胫骨传递到股骨后, 确保骨块与胫骨隧道紧密地压紧配合。该骨块用 8 mm 金属干涉螺钉固定。股骨固定采用 6.5 mm 松质骨螺钉和钉垫圈或钉, 以及生物可吸收干扰螺钉进行双固定, 膝关节屈曲 90°进行固定。

5. 生物力学结果

一些研究者发现在生物力学发现, 双束重建可能要优于单束重建。

Jeffrey L Milles 等[10]在对比研究中得出两种 PCL 重建技术都不能复制原生 PCL 生物力学, 但是, 双束重建在生物力学上优于单束重建, 当重建后即刻移植物的强度和稳定性至关重要时, 双束重建可能是临床上的首选。在 Dong-Yeong Lee 等[3]的荟萃分析中, 纳入 10 项生物力学研究, 在任何膝关节屈曲角度下, 胫骨外旋、内旋或与后抽屈力耦合的外旋, 组间生物力学均无显著差异, 然而, 采用后验者试验测量的后验松弛度, 在低位屈曲时, 双束重建后结果明显优于单束重建, 然而, 目前还不清楚哪种技术在外旋松弛、内翻松弛以及胫骨外旋与后抽屈力相结合方面有更好的改善效果, 需要高质量的随机对照试验来证实和扩大这些结果。Coen A Wijdicks 等[11]认为与单束重建相比, 双束重建更接近自然膝关节运动学, 具体而言, 双束重建后膝关节在屈曲 15°~120°时对后平移有明显的抑制作用, 而在 90°~120°高屈角时表现出较小的内旋松弛。

6. 临床结果

虽然生物力学研究表明, 双束重建提供了一种更接近重建自然膝关节运动学的结构, 但对于其临床意义仍存在一些争议。

Yongqian Li 等[12]在随访时间至少 2 年以上的研究中, 使用 KT-1000 关节测量仪评估后路稳定性, 用 Lysholm 评分、Tegner 活动评分和国际膝关节文献委员会(IKDC)评估临床结果, 虽然单束重建与双束重建后的患者满意度与结果评估相似, 但双束重建术显著提高了膝关节稳定性。Jingxin Zhao 等[13]的荟萃分析针对 3 项随机对照试验和 8 项非随机对照试验的 435 例患者, 得出双束重建技术提供了比单束重建技术更好的膝关节 90°稳定性, 另外, 与单束重建技术相比, 双束重建技术获得的 IKDC 评估显著更高。张合等人[14]在研究分析中发现, 双束重建和单束重建 PCL 均可获得良好术后效果, 但双束重建后交叉韧带在维护膝关节稳定性和降低继发性膝关节骨性关节炎方面优于单束重建。然而, 在 Kyoung Ho Yoon 等人[15]一项至少 10 年随访的回顾性研究中发现, 单束重建和双束重建技术治疗 PCL 损伤均显示满意的长期临床结果和生存结果, 在临床、放射学和生存结果方面没有显著差异, 而且, 从临床结果显示双束重建技术并没有显示出优于单束重建, 双束重建并没有想象中更能恢复患者的临床表现, 反而相对简单

的单束重建从手术的时间到术者的熟练度可能会占有优势。Mai Xu 等人[16]为探讨两种术式重建后膝关节的稳定性, 选取 98 例 PCL 损伤的患者, 分别采用单束重建技术进行自体四股半腱和股薄肌腱移植 65 例以及双束重建技术进行异体二股跟腱移植 33 例, 结果显示经过 2 年的术后随访, 单束组和双束组在关节的稳定性和临床结果均无明显差异, 双束技术并没有表现出任何的优势。王思哲等人[17]在回顾性分析中得出, 单束重建及双束重建 PCL 均能提高术后的膝关节功能及稳定性, 但双束重建与单束重建相比并无明显优势。在高鹏等[18]的荟萃分析, 他们认为, 单束重建与双束重建手术皆有利弊, 在 IKDC 评分、膝关节稳定性方面, 双束重建更优, 但其同时存在手术时间长、创伤大、对术者手术技能要求较高等问题。

7. 展望

现阶段, PCLR 的研究还在不断进行, 相比单束重建技术, 双束重建技术也许是临床上目前所提倡的 PCLR, 但是最佳的术式选择需要临床工作者从解剖与生物力学结构分析出发, 也需要从实际的临床结果考虑, 更需要外科医生完善自身的技术水平。

参考文献

- [1] 陈世益, 冯华. 现代骨科运动医学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2020: 483-484.
- [2] Harner, C.D., Jansushek, M.A., Kanamori, A., Yagi, M., Vogrin, T.M., Woo, S.L., *et al.* (2000) Biomechanical Analysis of a Double-Bundle Posterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, **28**, 144-151. <https://doi.org/10.1177/03635465000280020201>
- [3] Lee, D.Y., Kim, D.H., Kim, H.J., Nam, D.C., Park, J.S. and Hwang, S.C. (2017) Biomechanical Comparison of Single-Bundle and Double Bundle Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JBJS Reviews*, **5**, Article No. e6. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.17.00008>
- [4] Amis, A.A., Gupte, C.M., Bull, A.M. and Edwards, A. (2006) Anatomy of the Posterior Cruciate Ligament and the Meniscomfemoral Ligaments. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **14**, 257-263. <https://doi.org/10.1007/s00167-005-0686-x>
- [5] Kennedy, N.I., Wijdicks, C.A., Goldsmith, M.T., Michalski, M.P., Devitt, B.M., Årøen, A., Engebretsen, L. and LaPrade, R.F. (2013) Kinematic Analysis of the Posterior Cruciate Ligament, Part 1: The Individual and Collective Function of the Anterolateral and Posteromedial Bundles. *The American Journal of Sports Medicine*, **41**, 2828-2838. <https://doi.org/10.1177/0363546513504287>
- [6] Pękala, P.A., Rosa, M.A., Łazarz, D.P., Pękala, J.R., Baginski, A., Gobbi, A., Mann, M.R., Tomaszewski, K.A. and LaPrade, R.F. (2021) Clinical Anatomy of the Anterior Meniscomfemoral Ligament of Humphrey: An Original MRI Study, Meta-analysis, and Systematic Review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, **9**, Article ID: 2325967120973192. <https://doi.org/10.1177/2325967120973192>
- [7] Pękala, P.A., Łazarz, D.P., Rosa, M.A., Pękala, J.R., Baginski, A., Gobbi, A., Wojciechowski, W., Tomaszewski, K.A. and LaPrade, R.F. (2021) Clinical Anatomy of the Posterior Meniscomfemoral Ligament of Wrisberg: An Original MRI Study, Meta-Analysis, and Systematic Review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, **9**, Article ID: 2325967120973195. <https://doi.org/10.1177/2325967120973195>
- [8] Anderson, C.J., Ziegler, C.G., Wijdicks, C.A., Engebretsen, L. and LaPrade, R.F. (2012) Arthroscopically Pertinent Anatomy of the Anterolateral and Posteromedial Bundles of the Posterior Cruciate Ligament. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **94**, 1936-1945. <https://doi.org/10.2106/JBJS.K.01710>
- [9] Wang, Z., Xiong, Y., Chen, G., Tang, X., Li, Q., Zhang, Z., Shang, X., Yang, Y., Sulaiman, Y. and Li, J. (2019) Modified Tibial Tunnel Placement for Single-Bundle Posterior Cruciate Ligament Reconstruction Reduces the “Killer Turn” in a Biomechanical Model. *Medicine*, **98**, Article ID: e18439. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018439>
- [10] Milles, J.L., Nuelle, C.W., Pfeiffer, F., Stannard, J.P., Smith, P., Kfuri Jr., M. and Cook, J.L. (2017) Biomechanical Comparison: Single-Bundle versus Double-Bundle Posterior Cruciate Ligament Reconstruction Techniques. *The Journal of Knee Surgery*, **30**, 347-351. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1588014>
- [11] Wijdicks, C.A., Kennedy, N.I., Goldsmith, M.T., Devitt, B.M., Michalski, M.P., Årøen, A., Engebretsen, L. and LaPrade, R.F. (2013) Kinematic Analysis of the Posterior Cruciate Ligament, Part 2: A Comparison of Anatomic Single-Versus Double-Bundle Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, **41**, 2839-2848. <https://doi.org/10.1177/0363546513504384>

- [12] Li, Y., Li, J., Wang, J., Gao, S. and Zhang, Y. (2014) Comparison of Single-Bundle and Double-Bundle Isolated Posterior Cruciate Ligament Reconstruction with Allograft: A Prospective, Randomized Study. *Arthroscopy*, **30**, 695-700. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.02.035>
- [13] Zhao, J.X., Zhang, L.H., Mao, Z., Zhang, L.C., Zhao, Z., Su, X.Y., Zhang, L.N., Gao, Y., Sun, Y. and Tang, P.F. (2015) Outcome of Posterior Cruciate Ligament Reconstruction Using the Single- versus Double Bundle Technique: A Meta-Analysis. *Journal of International Medical Research*, **43**, 149-160. <https://doi.org/10.1177/0300060514564474>
- [14] 张合, 赵洪波, 曹成明, 王斌, 张昭军, 韩守江. 双束与单束重建后交叉韧带对膝关节稳定性和膝关节骨关节炎的对比研究[J]. 河北医科大学学报, 2018, 39(3): 284-288.
- [15] Yoon, K.H., Kim, E.J., Kwon, Y.B. and Kim, S.G. (2019) Minimum 10-Year Results of Single- versus Double-Bundle Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: Clinical, Radiologic, and Survivorship Outcomes. *The American Journal of Sports Medicine*, **47**, 822-827. <https://doi.org/10.1177/0363546518825257>
- [16] Xu, M., Zhang, Q., Dai, S., Teng, X., Liu, Y. and Ma, Z. (2019) Double Bundle versus Single Bundle Reconstruction in the Treatment of Posterior Cruciate Ligament Injury: A Prospective Comparative Study. *Indian Journal of Orthopaedics*, **53**, 297-303. <https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho.430.17>
- [17] 王思哲, 王宾, 郭强, 滕学仁. 关节镜下后交叉韧带单束与双束重建的中期临床效果比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(10): 913-918.
- [18] 高鹏. 关节镜下后交叉韧带单束重建与双束重建临床疗效对照的 Meta 分析[D]: [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学, 2018.