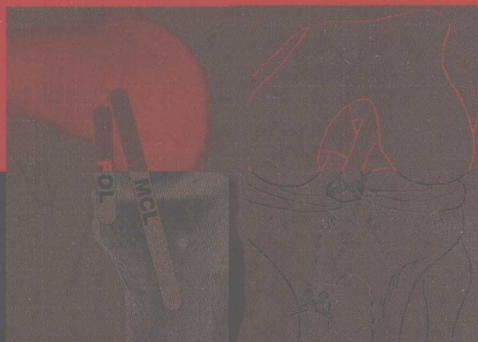


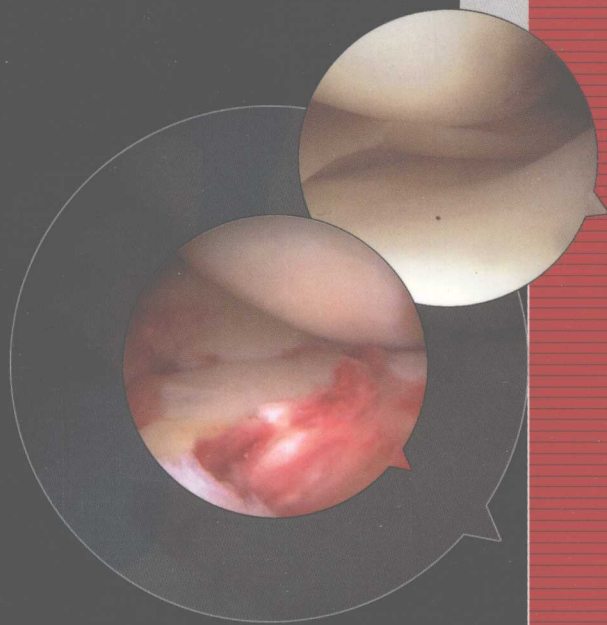
Reconstructive
Knee
Surgery



中青年名医创新技术丛书

膝关节重建外科学

◎ 主编 赵金忠



Reconstructive
Knee
Surgery

◎ 主编 赵金忠

中青年名医创新技术丛书

膝关节重建外科学

河南科学技术出版社
· 郑州 ·

内容提要

本书是关于膝关节功能重建的微创外科学专著,是作者丰富经验及研究成果的总结。书中结合国情,从基本概念、最新进展入手,详细讲述了膝关节解剖和功能重建方面在操作上存在一定难度的、经作者验证的最新系列实用手术技术,如采用8股腘绳肌肌腱4隧道法双束重建前交叉韧带、后交叉韧带三明治式重建、膝关节后外侧结构的解剖重建、膝关节粘连的微创松解成形、关节镜下膝关节滑膜全切等。全书共分6篇18章,附图470余幅,内容详尽,见解独到,图文并茂,步骤详细,是关节镜医师进一步提高的难得参考书。

图书在版编目(CIP)数据

膝关节重建外科学/赵金忠主编.—郑州:河南科学技术出版社,2007.4

(中青年名医创新技术丛书)

ISBN 978-7-5349-3601-2

I.膝… II.赵… III.膝关节—外科手术 IV.R687.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第153946号

出版社:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路66号 邮政编码:450002

电话:0371-65737028

策划编辑:李喜婷 马艳茹

责任编辑:王月慧 马艳茹

责任校对:柯姣

封面设计:宋贺峰

版式设计:张翼飞

印刷:河南第一新华印刷厂

经销:全国新华书店

幅面尺寸:185 mm × 260 mm

印张:21.50 字数:473千字

版次:2007年4月第1版

2007年4月第1次印刷

定价:185.00元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系。

前言


膝关节是人体最复杂、功能要求最高的关节,也是最容易受伤的关节。膝关节的伤病常常会导致病废,因此,膝关节的解剖和功能重建始终是临床和基础研究的重点和热点。近年,有关膝关节重建方面的技术进展非常快,新技术层出不穷,结合新材料的应用,使膝关节重建的效果得到了明显提高。

膝关节功能重建的许多技术与关节镜技术相关,可以说正因为关节镜技术的应用明显改善了膝关节功能重建的效果。在西方国家,关节镜技术的普及已有数十年,先进的膝关节功能重建技术的应用已经有很长时间。在我国,关节镜设备和技术的普及才刚刚开始,但是有大量的患者等待我们采用最好的技术进行治疗,因此我们面临着跨越式发展的需求。我们不能重复国外的发展道路,需要在基本理念掌握以后直接去创新、去掌握最先进的技术,以服务于我们的患者,取得最好的社会效益。因此,这本书的基本思路就是介绍基本理念和最新技术。

本书的每一篇都包括三个方面:基本概念、最新进展和我们的临床经验。其特点是根据自己的临床经验去编著,以讲述最实用的方法、经验、教训为主,而不是堆积别人的资料,目的是为了读者跨过我们曾经走过的弯路,以最快的速度进步。

膝关节功能重建涉及方方面面,本书涉及膝关节人工关节置换以外的一系列内容,主要包括在操作上存在一定难度的系列手术技术。本书涉及较多的手术操作,配有大量的手术操作图示,以使读者对每一步有充分的了解,特别是涉及膝关节后室操作的手术。

由于国情和技术条件不同,有一些技术在国外开展得较



多,但是在国内还没有得到开展或者广泛应用,比如同种异体半月板移植、自体软骨细胞移植。对于这些我们无太多临床应用经验的技术,在本书中仅作简单介绍。总的来说,对于我们没有验证的技术,在本书中不作过多陈述。因为在膝关节重建领域,治疗观念的转换非常快,在没有条件的情况下盲目跟风不如静观其变。

借本书出版之际,感谢上海市第六人民医院骨科所有同事对我、对关节镜外科的支持,正是由于他们的支持和信任,使我们有了丰富的经验积累,也使得这本书更加富有价值。

本书的出版得到河南科技出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢!

膝关节重建的技术发展非常快,可能我们现在认为最佳的技术马上就会显得有瑕疵。因此,本书提供的“最新技术”不可能永远最新,恳请读者批评指正,也恳请读者结合发展动态和自己的临床经验去使用。欢迎各位同道登陆中华关节镜外科论坛:<http://bbs.arthroscopy.cn>,对本书所涉及的各方面内容进行探讨,以共同提高!

赵金忠

2006年12月

目录

第一篇 膝关节稳定性重建 /1

第一章 前交叉韧带重建术 /1

第一节 前交叉韧带重建新进展 /1

第二节 采用腘绳肌肌腱重建前交叉韧带 /13

第三节 采用骨-髌腱-骨重建前交叉韧带 /49

第四节 过顶法重建前交叉韧带 /56

第二章 前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的手术治疗 /61

第一节 前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折治疗新进展 /61

第二节 急性前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的关节镜下复位固定 /65

第三节 前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折不愈的关节镜下治疗 /74

第三章 后交叉韧带损伤的手术治疗 /80

第一节 后交叉韧带损伤治疗新进展 /80

第二节 后交叉韧带加强术 /89

第三节 不保留残存纤维的后交叉韧带单束重建——采用自体腘绳肌肌腱 /99

第四节 保留残存纤维的后交叉韧带单束重建 /109

第五节 不保留残存纤维的后交叉韧带双束重建 /118

第六节 保留残存纤维的后交叉韧带双束重建 /125

第四章 后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的手术治疗 /137

第一节 后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的治疗进展 /137

第二节 急性后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的关节镜治疗 /141

第三节 陈旧性后交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的关节镜治疗 /148

第五章 膝关节后外侧韧带结构损伤的手术治疗 /155

第一节 膝关节后外侧韧带结构损伤的治疗进展 /155

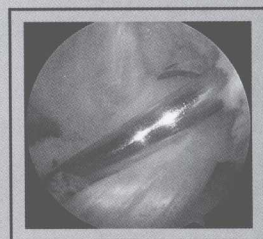
第二节 采用自体股二头肌长头肌腱重建膝关节后外侧韧带结构 /161

第三节 采用自体或者异体肌腱重建膝关节后外侧韧带结构 /171

第六章 膝关节后内侧韧带结构损伤的治疗 /179

第一节	膝关节后内侧韧带结构损伤的治疗进展 /179
第二节	膝关节后内侧韧带结构加强术 /183
第七章	膝关节多发韧带损伤的治疗 /189
第八章	前交叉韧带翻修术 /205
第二篇	半月板损伤的手术治疗 /210
第一章	半月板修补加强术 /210
第一节	半月板修补新概念 /210
第二节	半月板修补术 /216
第二章	半月板移植进展 /222
第三篇	伸膝装置问题 /227
第一章	髌骨脱位的治疗 /227
第一节	髌骨脱位的治疗进展 /227
第二节	髌骨脱位常用手术方法 /236
第二章	膝关节粘连和伸膝装置挛缩的治疗 /246
第四篇	关节软骨问题 /257
第一章	自体骨软骨柱移植 /257
第二章	软骨细胞移植的应用现状和前景 /263
第五篇	滑膜问题 /269
第一章	关节镜下滑膜切除术 /269
第二章	绒毛结节性滑膜炎的手术治疗 /272
第六篇	胫骨平台骨折和胫骨高位截骨 /281
第一章	新鲜胫骨平台骨折的关节镜下监控治疗 /281
第二章	胫骨近端斜形截骨术 /288
	参考文献 /294

第一篇 膝关节稳定性重建



第一章 前交叉韧带重建术

第一节 前交叉韧带重建新进展

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 是维持膝关节稳定性的重要结构。ACL 损伤后, 对日常行走功能影响不大, 但是对患者运动功能会造成明显影响。运动员 ACL 损伤后, 除少数人能够继续运动外, 大部分都不能进行跑步、跳跃、急停等动作, 其实能够运动的那部分运动员也是以损伤关节软骨、半月板为代价。要恢复运动能力和水平, 防止关节过早病损, 需要进行 ACL 重建。

目前, 大多数 ACL 重建采用的是骨-髌腱-骨 (bone-patella-bone, BTB) 或者自体腘绳肌肌腱 (hamstring tendon, HT)。最近, 采用异体组织重建 ACL 的应用逐渐增加, 据报道临床效果较好。通过现有的 ACL 重建技术, 能够使大部分患者的功能得到改善, 但是重建的 ACL 还不能完全恢复正常 ACL 的组织学和生物力学特性。ACL 重建的成功要涉及很多因素, 在很多方面需要进行探讨, 其中主要包括 ACL 的解剖和生物力学、ACL 重建材料的选择、移植物固定方法、ACL 解剖学重建及腱-骨愈合的促进等方面。

一、ACL 的解剖和生物力学

ACL 起点位于股骨外髁间凹面的后内侧部分, 止点位于胫骨髁间隆突之间及其前侧的坡面与内、外侧半月板前角之间。因为 ACL 由起止点和走行都明显不

同的纤维组成，一般学者主张将其分为不同的束。除了少数学者主张将 ACL 分为 3 束外，大部分学者主张将 ACL 分为 2 束。并根据其在胫骨附着的相对位置，称为前内侧 (anteromedial, AM) 束和后外侧 (posterolateral, PL) 束。实际上，ACL

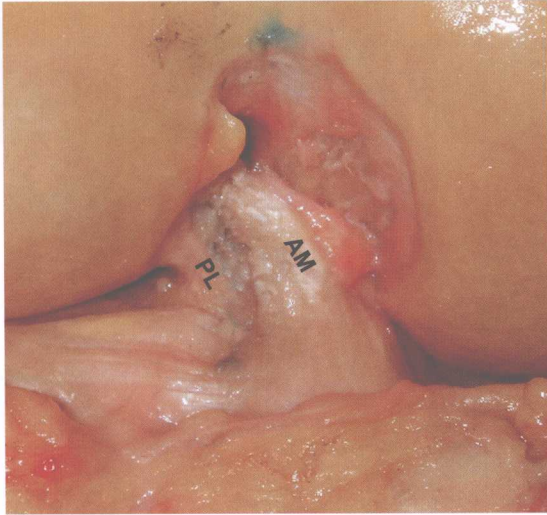


图 1-1-1 ACL 中段的分束
AM—前内侧束；PL—后外侧束

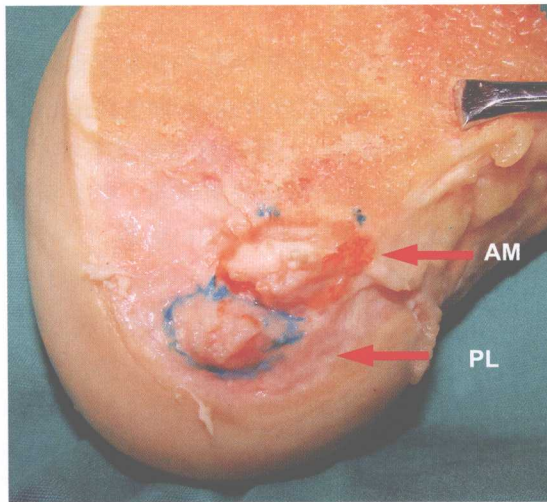


图 1-1-2 ACL 股骨附着点
两束组成部分各呈集中分布。AM—前内侧束；
PL—后外侧束

在中段分束相对比较明显 (图 1-1-1)，其次为股骨附着部 (图 1-1-2)，在胫骨附着部分束最不明显 (图 1-1-3、图 1-1-4)。即使在 ACL 中段，其横截面也不规则，并非由一个圆形条索组成，也并非由两个圆形条索组成。女性 ACL 中段横截面面积约 35mm^2 ，男性约 44mm^2 。

ACL 股骨和胫骨附着点的面积是其中段横截面的 3.5 倍以上，形态不规则。ACL 股骨附着点从过顶点至股骨外髁内侧壁的最后缘 (图 1-1-2)。Girgis 等报道，ACL 股骨附着区呈弓—弦形，前侧面呈弦状，与股骨纵轴成角 25° ，弦的长度平均 23mm ；后侧面呈弓形，与软骨缘平行。我们的解剖研究发现，ACL 股骨附着点呈不规则的条块区域，长约 20mm ，最宽处约 10mm 。条块在髁间凹外侧壁从近前侧向远后侧走行，纵轴与胫骨纵轴成角 $25^\circ \sim 50^\circ$ ，平均 35° 。在 ACL 股骨附着区内，能够容纳两个直径在 10mm 的骨隧道。再粗的骨隧道可能要超出 ACL 附着部的条块区。在 ACL 中段将其人为分成两束后向股骨端进一步分离，发现前内侧束和后外侧束的纤维在股骨附着部位于两个集中区。因此，在 ACL 股骨附着部有

韧带双束重建的解剖学基础。

ACL 胫骨附着部形态更不规则，因为 ACL 纤维顺胫骨髁间棘前侧的坡面附着

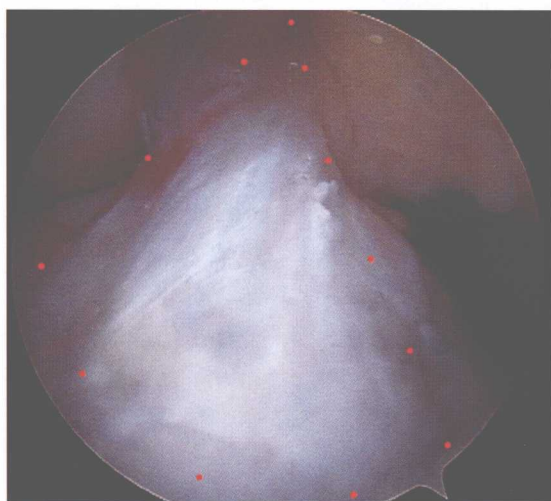


图 1-1-3 ACL 前内侧束的镜下解剖
右膝 ACL 镜下观：ACL 前内侧束（红点标记区）
在胫骨止点散开，像帘幕一样遮挡外内侧束

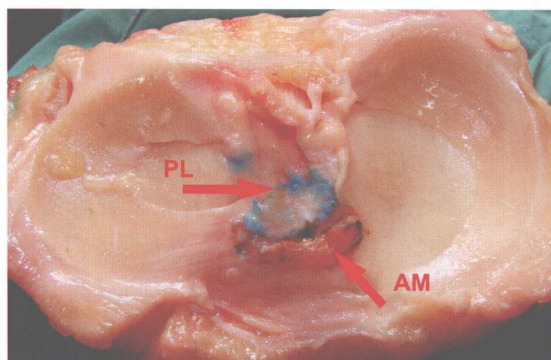


图 1-1-4 ACL 胫骨附着点
PL（后外侧）束—相对集中；AM（前
内侧）束—无集中分布

而非垂直附着，附着点定位有一定的困难。同样，在 ACL 中段将其分成两束后向胫骨端分离，发现 ACL 两束在胫骨上的附着大体位置呈前内和后外侧排列，但是两组纤维在胫骨上均非集中分布于圆形或者近似圆形的区域。后外侧束分布区域较小，呈不规则块状，前内侧束纤维像较厚的帘幕一样，将后外侧束从前侧和内侧覆盖。因为 ACL 前内侧束在胫骨无集中附着区，因此 ACL 在胫骨附着部缺乏双束重建的解剖学基础。

Girgis 等报道，ACL 的平均长度为 38mm。因为 ACL 纤维在附着点分布的弥散性，该结果只能够反映 ACL 胫骨和股骨附着区最远侧缘之间的距离，而 ACL 重建时不可能以韧带附着区边缘定位，该报道的临床意义有限。在 ACL 重建时，关节内移植物的长度远远小于 38mm。Miller 测量了 ACL 单束重建时移植物关节内的长度，其股骨定点位于过顶点前远侧（浅侧）7mm，胫骨定位于后交叉韧带前侧 7mm，原 ACL 胫骨附着点的中后部。测量结果显示

，移植物在关节内的距离为 22~25mm，平均 23.56mm。在 ACL 重建时，如果隧道定位没有明显偏差，移植物在关节内的长度留足 25mm 即可。由于 ACL 的双束重建或者解剖重建日趋流行，了解 ACL 各束关节内长度可能更有临床意义。但是，因为 ACL 纤维在附着点分布的弥散性，这一测量的准确性存在问题。根据 ACL 双束重建时的具体隧道定位，了解移植物在关节内的长度可能更有临床意义。我们以过顶点前侧 5mm 为前内侧束股骨定位点，在过顶点前侧 14mm、韧带纤维附着带中央为后外侧束股骨定位点（图 1-1-5），以外侧髁间棘前方、45° 向内方向 5mm 作为后外侧束胫骨隧道定位点，以外侧髁间棘前方、15° 向内方向 12mm 作为前内

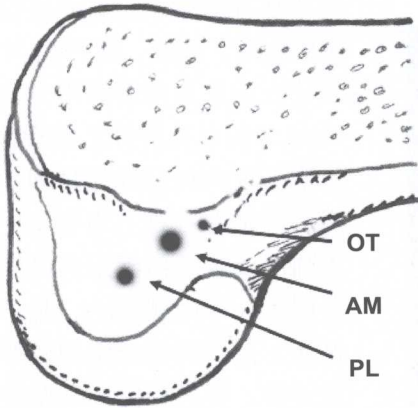


图 1-1-5 ACL 双束重建时股骨隧道定位点选择
AM—前内侧束隧道定位点；PL—后外侧束定位点；OT—过顶点

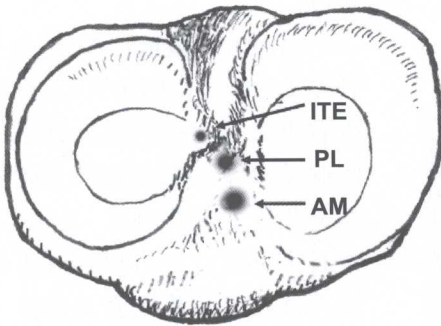


图 1-1-6 ACL 双束重建时胫骨隧道定位点选择
AM—前内侧束隧道定位点；PL—后外侧束定位点；ITE(lateral tibial eminence)—外侧胫骨髁间棘

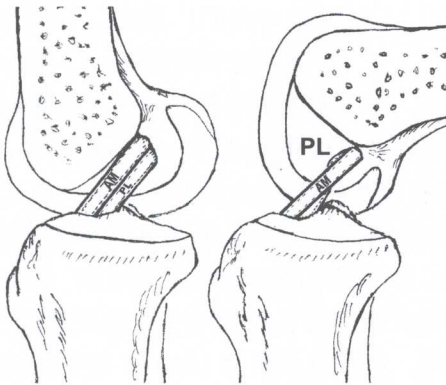


图 1-1-7 ACL 紧张度变化示意图
前内侧束 (AM) 具有相对等长特性

侧束胫骨隧道定位点(图 1-1-6), 测量双束移植物在关节内侧长度。结果前内侧束关节内的长度为 27 ~ 30mm, 平均 28mm, 后外侧束在关节内的长度为 16 ~ 22mm, 平均 19mm。在做 ACL 的“解剖重建”时, 该测量值可作参考。

有关 ACL 两束纤维在膝关节活动中的长度和张力变化及功能方面的研究很多。Amis 和 Dawkins 的研究、Kurosawa 等的研究都提示前内侧部分纤维在屈膝位紧张, 后外侧部分纤维在接近伸直位紧张。因此, 有学者习惯把前内侧束的功能定位于维持膝关节屈膝位的稳定性, 把后外侧束的功能定位于维持膝关节伸膝位的稳定性。

但是, 另一些研究却有不同地发现。Bach 等发现前内侧束在 $10^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 范围内接近等长, 在完全伸直和极度屈膝时稍有延长, 后外侧束在伸膝末明显延长, 可超过最短长度的 12%。Li 等的研究也发现, 前内侧束具有类似等长的性质, 而后外侧束在伸膝时明显延长。Sakane 等的研究发现, 在整个膝关节活动范围内, 施加前向应力时前内侧束承受的应力变化不大, 而后外侧束在接近伸膝位承受较大的应力。我们采用上述方法做隧道内口定位(图 1-1-5、图 1-1-6), 发现前内侧束在整个膝关节活动范围中几乎呈等长状态, 个别情况下在极度屈膝和伸膝末会有程度很小的延长, 后外侧束在接近伸膝位紧张, 长度变化范围在 10% 左右。因此, 我们更主张把前内侧束的功能定位于在整个膝关节

活动范围内维持膝关节的前向稳定性，并且是主要的稳定结构（图1-1-7），后外侧束在接近伸膝位有辅助维持膝关节前向稳定性的功能，其主要功能是在接近伸膝位阻止胫骨外侧平台旋前不稳。因此，从 ACL 双束重建的角度来讲，前内侧束是主要重建对象，而后外侧束重建有助于增加接近伸膝位的前向和旋转稳定性。在关节镜下也能发现，ACL 前内侧束纤维在伸屈过程中紧张度并无明显变化，而屈膝位后外侧束纤维的松弛和接近伸膝位的紧张明显存在（图1-1-8、图1-1-9）。

ACL 重建时，胫骨隧道内口位置的偏差对 ACL 伸缩特性的影响不大，但是股骨隧道位置的偏差对重建的 ACL 纤维伸缩特性的影响非常大，也就是股骨隧道位置的偏差可能会导致胫骨和股骨隧道内口间距在屈伸过程中有过度的变化。如果股骨隧道在等长点（过顶点远侧7mm），在伸屈过程中移植物基本保持等长状态（图1-1-10）。如果股骨隧道过于偏前远侧，在膝关节活动中，股骨和胫骨隧道内口间距的变化可能超出正常 ACL 的弹性延长范围。这样，如果将移植物在隧道内口间距最小的时候拉紧固定，在膝关节活动时可能会造成移植物断裂或固定失败（图1-1-11）；如果在隧道内口间距最大的情况下固定移植物，则在其他屈膝角度移植物不具有稳定膝关节的作用。

在日常活动中，ACL 承受的应力只有其断裂负荷的 20%。在膝关节被动活动中，亦即非负重状态下，除了在极度屈膝位（120°）ACL 承受一定应力外，其余活动范围内承受的应力几乎为零。在负重状态下，ACL 承受的应力增加，可能与胫骨平台的后倾造成的胫骨-股骨相对滑动趋势有关。

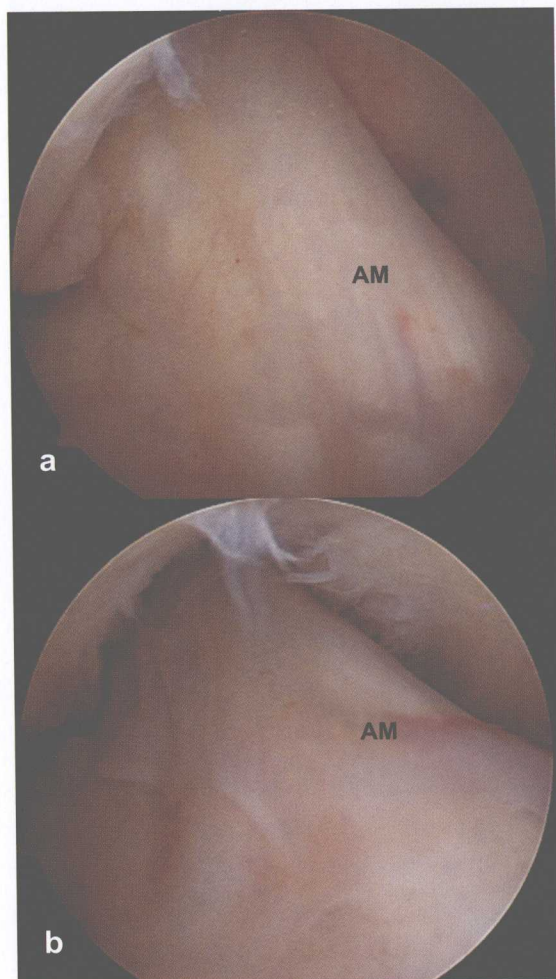


图1-1-8 前内侧束（AM）的等长表现
前外侧入路观察右膝ACL：a—屈膝位；
b—伸膝位

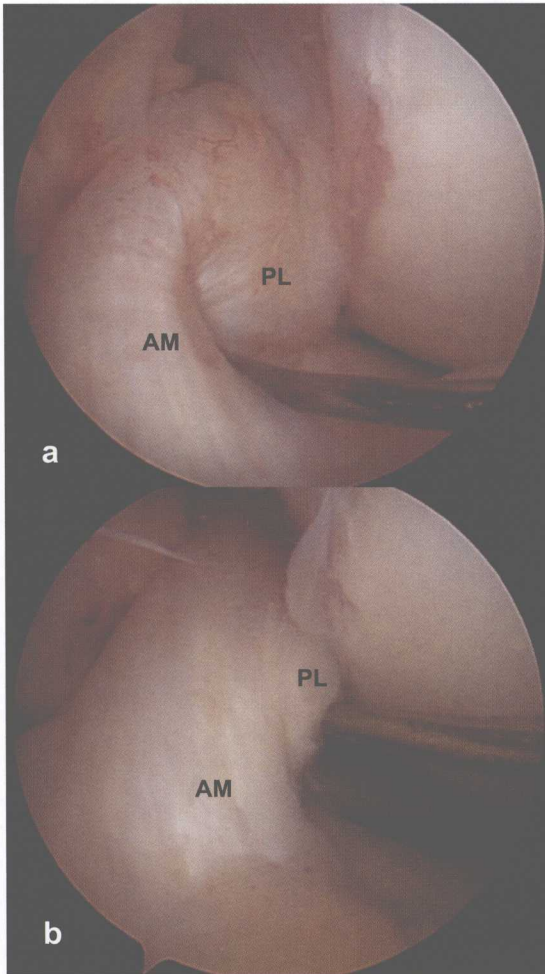


图 1-1-9 后外侧束(PL)的紧张度变化
前外侧入路观察左膝 ACL: 后外侧束(PL)
屈膝位松弛(a), 接近伸膝位紧张度增加(b)

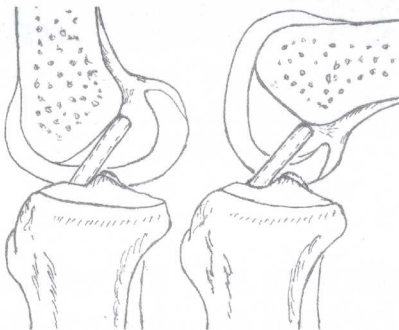


图 1-1-10 ACL 等长重建示意图
股骨隧道内口定位在等长点, 移植者在伸屈
过程中保持等长状态

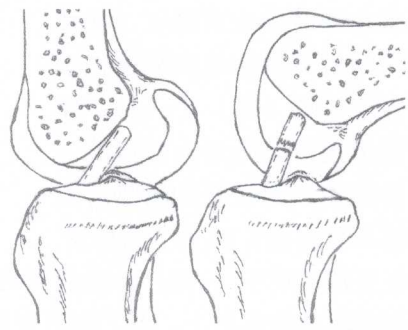


图 1-1-11 ACL 非等长重建示意图
股骨隧道内口定位过于靠前、远侧, 移植者在
膝关节屈曲时承受过度应力

二、ACL 重建时移植物材 料的选择

理想的移植物应当能够重现 ACL 原有复杂的解剖, 具有与正常 ACL 相同的生物力学特性, 允许可靠的固定, 与骨隧道能够快速愈合, 并能够将取材部位的病损降到最低。尽管移植物可选择的范围很大, 并且许多类型的移植物都取得了较好的临床效果, 但是没有一种移植物能够满足上述所有要求。最常用的自体移植物包括 BTB、4 股 HT、股四头肌肌腱; 最常用的异体移植材料包括 BTB、HT、跟腱、胫前肌和胫后肌肌腱。

(一) 骨-髌腱-骨

自从 1963 年有人报道采用 BTB 重建 ACL 以来, 该方法已经成为 ACL 重建的黄金标准。BTB 具有很多理论上的优势, 包括移植物强度高、刚度大, 移植物与骨隧道的愈合方式是速度较快的

骨-骨愈合等。Noyes等进行一系列移植材料的比较,发现两端带骨的中1/3髌腱(13.8mm宽)抗拉断强度是正常ACL的168%,刚度接近正常ACL的4倍。但是,值得注意的是,尸体材料的研究与临床应用结果的相关性还值得探讨。因为移植物的最终强度取决于很多因素,比如固定方法、移植物坏死的程度、移植物再塑形的效果等。移植物的初始强度与最终强度并不等同,也不一定成正比。

一般认为,取自体BTB重建ACL容易造成伸膝无力,诱发膝前痛、跪地痛。因为ACL重建术后膝前痛的发生机制不明,所以是否与取材相关,尚不肯定。一些研究发现采用自体BTB重建ACL比采用自体HT重建ACL膝前痛的发生率增加,但是另一些研究则发现两者之间区别并不明显。

(二) 腘绳肌肌腱

随着对采用BTB重建ACL会造成供区病损这一缺点的认识,也随着对肌腱类移植物固定方式的改进,采用HT重建ACL的方法逐步得到接受。采用HT重建ACL在理论上的优点包括移植物强度和刚度较大、移植物横截面较大、供区病损小、对伸膝装置无干扰,理论上的缺点包括移植物与骨隧道的愈合时间较长、HT切取会造成腘绳肌无力。

HT的应用已经从单股半腱肌肌腱(semi-tendinosus tendon, ST)或者股薄肌肌腱(gracilis tendon, GT)的使用发展到同时应用4股ST和4股GT。当然,目前最常用的方法是使用4股HT。4股HT的抗拉断强度相当于正常ACL的3倍,如果肌腱两端采用挤压螺钉固定,其刚度与BTB相近。4股HT横截面积平均约55mm²,大于10mm宽髌腱的32.3mm²横截面积。

一些比较研究发现,采用HT重建ACL后膝关节松弛的发生率较高,但是在这些研究中,HT的固定都是采用悬吊式固定。另一些采用挤压螺钉固定的研究表明,采用HT和BTB重建ACL后,无论在膝关节松弛的发生率,还是在患者恢复运动的比例方面,两者之间并无明显差别。采用HT重建ACL后,腘绳肌肌力有明显下降,但是在术后1年,这种差异消失。另外有研究表明,采用HT重建ACL后,女性患者中膝关节松弛的比例较高。但是在术后2~5年,这些差异消失。

最近的一项前瞻性研究比较了60例采用BTB和60例采用HT重建ACL的结果。发现无论主观评价、IKDC评分、KT-1000检查,还是有关膝关节整体功能的检查,两组之间的差异都无统计学意义。在BTB组,跪地痛的发生率明显增高,局部皮肤感觉减退的面积明显较大。在HT组,股骨端隧道扩大的发生率明显较高。

(三) 股四头肌肌腱

Marshall在1979年首先报道了采用部分厚度的股四头肌肌腱重建ACL,但是因为移植物抗拉断强度低,临床效果不满意,未得到广泛应用。1984年Blauth、1985年Fulkerson报道了采用全层厚的中1/3股四头肌肌腱重建ACL,从理论上增加了移植物的强度。总的来说,有关采用股四头肌肌腱重建ACL的长期临床应用结果的报道较少,而采用这种移植物重建后交叉韧带的报道较多。



(四) 异体组织

采用异体组织重建 ACL 越来越受到欢迎,最常用的异体组织包括 BTB、HT、跟腱、胫前肌和胫后肌肌腱。采用异体组织理论上的优点包括能够缩短手术时间、可以根据需要选择相应大小的移植物,以及无供区病损,无论从美观还是康复方面均有利。采用异体组织的主要缺点包括疾病传染的可能、免疫反应、消毒和相关处理过程可能造成移植物组织及物理特性的改变、移植物塑形及愈合较慢,以及治疗费用的增加等。最近的临床试验表明,采用异体组织重建 ACL 后,无论在患者的主观判断、膝关节稳定性和活动度检查等方面,与采用自体组织重建 ACL 没有明显差别。

三、移植物固定的方法

目前,ACL 重建后康复训练均较为积极,这时移植物与骨隧道并未达到可靠愈合,需要可靠的固定以保证移植物不从骨隧道中拉脱。一般认为,ACL 移植物复合体应当能够抵抗 454N 的牵拉力,才能承受日常活动中的应力。

移植物的固定方式与移植材料的选择相关。如果选择带骨块的移植物,如 BTB、带骨块的股四头肌肌腱或者跟腱,无论采用任何一种固定方式,只要能够保证稳固固定 6 周均可,因为在理论上这时骨块已经与骨隧道愈合,无移植物被拉脱之虞。常用的固定方式为界面螺钉。无论是金属的还是可吸收的界面螺钉,都能够达到较好的固定效果。最近有一种横穿固定的方法,能够取得与界面螺钉相近的效果。当然,界面螺钉的挤压固定效果还取决于其他一些因素,比如隧道与骨块的匹配(隧道是否过大)、隧道周围骨质密度如何,以及界面螺钉植入时与骨块是否平行等。一般来说,股骨侧密度较高,挤压固定效果较好,胫骨侧骨质较松,挤压固定效果稍差。

不带骨块移植物(端)固定的选择有史以来就较为困难,因为移植物与骨隧道的愈合时间较长,需要有能够长时间维持固定的方法。总的来说,固定方法分为关节外固定法和近隧道内口固定法。其中股骨端的固定包括界面螺钉的挤压式固定、横穿移植物固定和关节外的悬吊式固定等;胫骨端的固定主要包括挤压式固定和悬吊式固定两类。

Kousa 等在猪模型上比较了 6 种股骨端固定方式,其中包括 EndoButton CL、Bone Mulch Screw、RigidFix、BioScrew、RCI Screw 和 SmartScrew ACL,发现名为 Bone Mulch Screw 的横钉固定牢度最佳(图 1-1-12);Ahmad 等发现在股骨端微型钢板和横钉固定的可靠性高于挤压螺钉。Kousa 等还比较了 6 种胫骨端固定方式,其中包括 WasherLoc、Tandem Spiked Washer、Intrafix、BioScrew、SoftSilk Interference Screw 和 SmartScrew ACL,发现名为 Intrafix 的从多股肌腱中心进行扩张挤压的隧道内固定方式(腱芯扩张挤压固定)牢度最佳(图 1-1-13)。但是 Caborn 等在人尸体模型上的研究发现,Intrafix 固定方式和

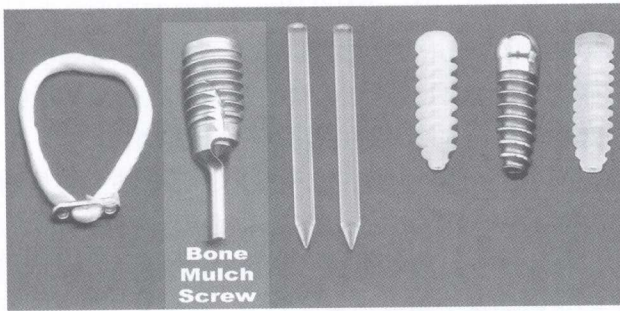


图 1-1-12 Kousa 等研究的 6 种 ACL 重建股骨端固定材料

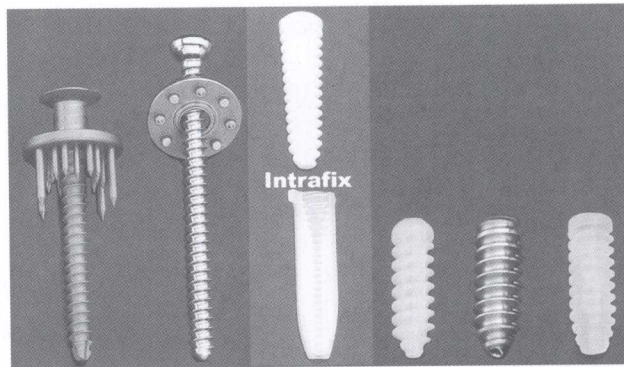


图 1-1-13 Kousa 等研究的 6 种 ACL 重建胫骨端固定材料

35mm可吸收挤压螺钉的固定效果并无明显差异。一般认为这两项研究结果的差异是由于模型骨的骨密度不同所造成的，人胫骨近端的骨密度不像猪胫骨近端高，腱芯扩张挤压固定难以显示明确优势。

固定方式和固定材料的选择还取决于其他一系列因素，比如固定操作是否简便易行、固定本身是否会造成其他病损、固定材料的价格及是否有利翻修手术等。

移植物固定时膝关节处于何屈曲角最佳，以及移植物承受多少张力量为合适，应当是非常关键的问题，但是目前尚无定论。移植物初始张力过大可能会限制关节活动，造成软骨退变，初始张力过小可能会造成塑形后韧带松弛。有动物实验表明，移植物张力过大导致早期的关节软骨退变；也有临床试验表明，较大的初始张力有助于增加远期膝关节的稳定性。一般来说，移植物固定的角度和张力既要能够恢复术后膝关节的即刻稳定性，又要保证移植物复合体（包括移植物、移植物与固定物的连接部、固定物）在膝关节活动时不至于承受过度应力而失败。从远期来看，重建韧带是否会出现过紧的结果，或者说重建韧带过高的初始强度是否会因应力的需要而调整变小，还需要进一步研究。

四、移植物与骨隧道的愈合

正常ACL的起止点具有典型的肌腱末端结构，从韧带到骨依次为韧带纤维、纤

维软骨、钙化软骨和骨。带骨块的移植物（端），如BTB和带骨块的股四头肌肌腱或者跟腱，在骨块端有肌腱末端结构，因此采用这类移植物重建ACL后，带骨块移植物（端）不涉及或者不依靠末端结构的再生，只要两端骨块与骨隧道愈合也就意味着肌腱与骨隧道的愈合。这一过程就是骨栓缺血坏死，随后被新生骨质爬行替代，并与周围隧道融合的过程，理论上需要6周时间就可以完成。而采用不带骨块的移植物（如HT、跟腱和股四头肌肌腱的非骨块端）重建交叉韧带后，需要在腱性移植物与骨隧道壁之间产生一个新的连接。这种连接过程就是肌腱末端结构再生的过程。根据移植物固定方法的不同，肌腱末端结构的再生表现为不同类型，需要不同的愈合时间。

在临床上，采用HT重建ACL时多采用悬吊式固定，因此大量的实验研究中也采用该方法固定移植物。研究表明，采用该方法重建ACL后，在肌腱与隧道壁

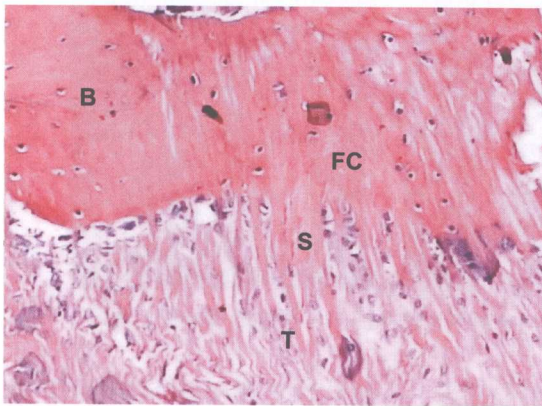


图1-1-14 韧带重建后腱-骨的间接愈合
T—肌腱纤维；S—Sharpey纤维；FC—纤维软骨；B—骨

之间会产生Sharpey纤维，再生末端结构的组织学层次为肌腱纤维、Sharpey纤维、纤维软骨、钙化软骨、骨（图1-1-14）。这一种腱-骨愈合称为间接愈合。

Tomita等在犬的模型中采用自体肌腱重建ACL，术后观察12周，发现在肌腱与骨隧道壁之间通过类似Sharpey纤维的胶原纤维而获得连接。Goradia等对羊的腱-骨愈合研究发现，术后8周在肌腱与隧道骨之间有垂直的胶原纤维出现，术后12周这种纤维填充于整个肌腱周围，术后24周隧道内纤维塑形良好，随后再无明显变化，说明肌腱与骨隧道的愈合基本完成。

在临床上，固定肌腱移植物的另一种方法是采用界面螺钉接近隧道内口挤压固定。实验研究表明，采用该固定方法重建ACL后，肌腱与隧道壁之间同样能够获得连接，但是很少有Sharpey纤维产生，再生末端结构的组织学层次为肌腱纤维、纤维软骨、钙化软骨、骨。这种愈合称为直接愈合。

Weiler等在羊模型上采用自体跟腱重建ACL，通过可吸收截面螺钉进行挤压固定。术后6周，在腱-骨之间只有部分区域出现纤维组织层，术后9~12周，腱-骨之间通过成熟的纤维软骨获得连接。该研究提示腱-骨直接愈合可能需要9~12周时间。

对于临床上采用的横钉固定和肌腱结嵌夹固定方法，缺乏类似的实验研究，其腱-骨愈合的组织学特点还不得而知。另外，已知的直接愈合和间接愈合两种方式孰优孰劣，也缺乏相应的对比实验研究。但是初步研究结果表明，通过挤压螺钉获