

★★★ 武汉体育学院体能中心资助出版 ★★★

膝关节 前交叉韧带损伤的 功能评价与康复

Assessment and Rehabilitation
after Anterior Cruciate Ligament Injured

陈建 著



华中科技大学出版社

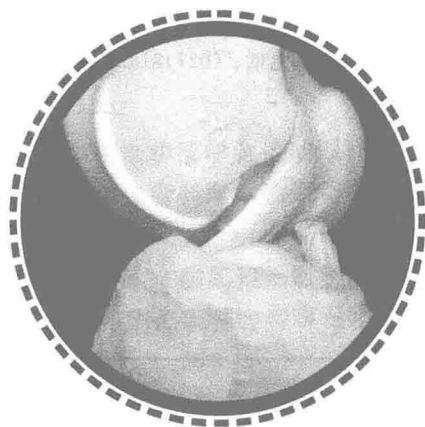
<http://www.hustp.com>

★★★ 武汉体育学院体能中心资助出版 ★★★

膝关节 前交叉韧带损伤的 功能评价与康复

Assessment and Rehabilitation
after Anterior Cruciate Ligament Injured

陈建 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

膝关节前交叉韧带损伤的功能评价与康复/陈建著. —武汉:华中科技大学出版社,2016.4
ISBN 978-7-5680-1496-0

I. ①膝… II. ①陈… III. ①膝关节-前交叉韧带-修复术 IV. ①R686.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 314238 号

膝关节前交叉韧带损伤的功能评价与康复

陈 建 著

Xi Guanjie Qian Jiaocha Rendai Sunshang De Gongneng Pingjia Yu Kangfu

策划编辑:曾 光

责任编辑:张会军

封面设计:抱 子

责任校对:祝 菲

责任监印:朱 玟

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:虎彩印艺股份有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:6

字 数:150千字

版 次:2016年4月第1版第1次印刷

定 价:19.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

序

XU

膝关节前交叉韧带损伤是运动医学中最为常见的运动损伤之一。随着我国全民健身运动的广泛开展,热衷于体育锻炼的人群日益增多,前交叉韧带损伤的发病率有逐年增高的趋势。前交叉韧带断裂造成膝关节软骨的损害是诱发膝关节骨性关节炎的主要原因之一,一旦发生将严重降低患者的下肢活动功能和自理能力。

目前,国内外关于膝关节前交叉韧带重建手术的研究取得了很大的进展,重建手术技术日渐成熟。然而前交叉韧带重建术后的最终疗效不仅仅取决于精确和成功的手术,术后正确的康复评定和合理的康复训练也是不容忽视的一个环节。如何科学评估前交叉韧带损伤和重建手术后膝关节功能已成为制定运动康复程序的重要依据,也是真正做到“循证实践(evidence-based practice)”,避免“经验主义”康复训练的前提。

由武汉体育学院陈建博士所著的《膝关节前交叉韧带损伤的功能评价与康复》一书,汇集了当前国内外关于前交叉韧带损伤和重建后康复评定和康复治疗的最新研究结果和临床实践技术,较为全面地阐述了前交叉韧带损伤和重建术后康复功能评定和康复训练程序。全书理论与实践结合,图文并茂,不失为一本不可多得的专业书籍,不仅可作为运动医学和运动康复专业教师和学生专业教学用书,也可供运动医学和运动康复的临床医师、治疗师、防护师、体能师等参考。相信本书一定会在处理膝关节前交叉韧带损伤与康复的临床实际问题对大家有所帮助。



中华医学会运动医疗分会 前主任委员
中国体育科学学会运动医学分会 主任委员
亚洲运动医学联合会 主席
国际运动医学联合会 第一副主席
国际奥委会赛事医学委员会 核心成员

A handwritten signature in black ink, appearing to read '徐军' (Xu Jun), written in a cursive style.

| 目 | 录 |

MULU

-
- 第一章 前交叉韧带解剖与功能 /1**
- 第一节 前交叉韧带解剖组织学特点 /2
 - 第二节 前交叉韧带功能特点 /3
-
- 第二章 前交叉韧带损伤原因与表现 /5**
- 第一节 前交叉韧带损伤原因 /6
 - 第二节 前交叉韧带损伤的临床表现 /9
-
- 第三章 前交叉韧带损伤后功能评价 /15**
- 第一节 前交叉韧带损伤后客观功能检查 /16
 - 第二节 前交叉韧带损伤后主观功能评价 /57
-
- 第四章 前交叉韧带损伤后功能康复 /69**
- 第一节 前交叉韧带损伤后保守治疗 /70
 - 第二节 前交叉韧带损伤重建手术后康复治疗 /71

第一章

前交叉韧带解剖与功能



第一节 前交叉韧带解剖组织学特点

一、前交叉韧带解剖学特点

膝关节交叉韧带包括两条彼此独立而又相互协调作用的韧带,即前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)和后交叉韧带(posterior cruciate ligament, PCL)。前后交叉韧带牢固地联结股骨和胫骨,是膝关节在进行前后向运动和旋转运动时维持稳定的重要结构,因它们在走行方向上互相交叉而被命名为交叉韧带。前交叉韧带起自胫骨髁间隆起的前方内侧,与外侧半月板前角愈着,斜向后上方外侧,纤维呈扇形附着于股骨外侧髁的内侧面,它有一扇形结构与股骨外侧髁中部区域的曲线相应。有解剖学研究发现:前交叉韧带平均长度为 3.8 cm,平均宽度为 1.1 cm,可分为前内侧束(anteromedial bundle, AMB)和后外侧束(posterolateral bundle, PLB)^[1](图 1-1),其核磁共振矢状面显示前交叉韧带双束走行如图 1-2 所示。但 Nau T 等在去除交叉韧带表面的滑膜后,发现前交叉韧带分为前内侧束(AMB)、中间束(intermedial bundle, IMB)和后外侧束(PLB)^[2]。而 Odesten 则认为,前交叉韧带无明显分束,而是由许多附着部位不同、方向不同、长度不同的纤维束构成,其纤维走行呈螺旋形,随着于胫骨棘间及股肌外侧髁的内侧面,骨止点扁长^[3]。

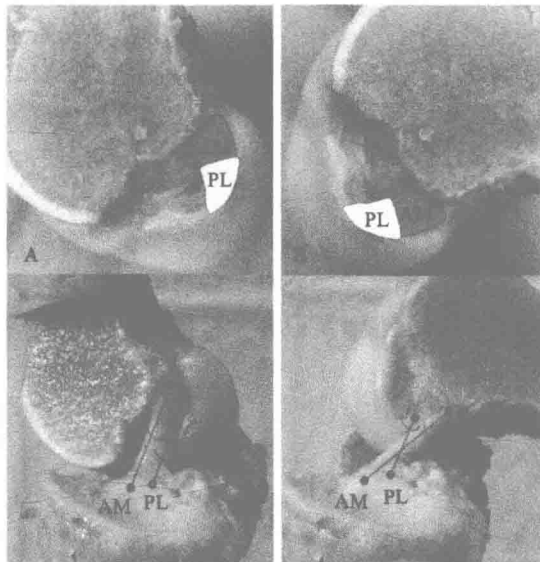


图 1-1 前内侧束和后外侧束

A 图:伸膝时,前内侧束与后外侧束平行走行,股骨止点垂直。

B 图:屈膝 90°时,前内侧束与后外侧束交叉走行,股骨止点水平。

二、前交叉韧带组织学特点

前交叉韧带组织学上属于致密胶原组织,主要含梭形的成纤维细胞,孤立地分布于平行

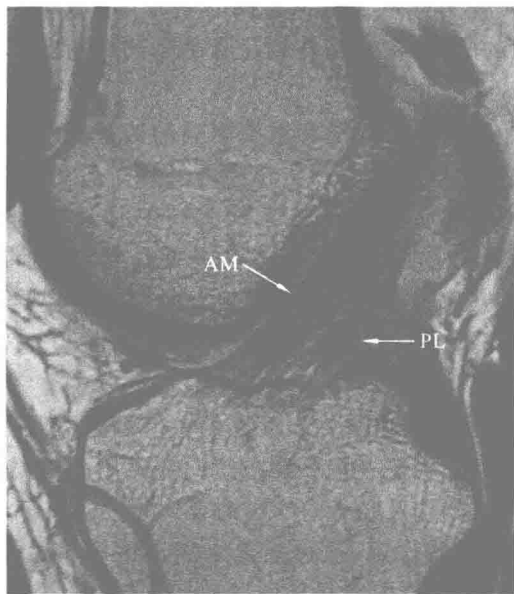


图 1-2 核磁共振矢状面显示前交叉韧带双束走行

排列的胶原纤维束之间,胶原纤维束的直径是 $70\sim 150\ \mu\text{m}$ 。人类前交叉韧带有一个类软骨区,此区无滑膜和血管,位于前交叉韧带前部,距胫骨止点 $5\sim 10\ \text{mm}$ 。类软骨区细胞呈圆形或椭圆形,多呈串状排列,每串 $3\sim 15$ 个细胞。胶原纤维也不是绝对平行排列,有些是呈锐角交叉的,此时胶原纤维束的直径是 $130\sim 250\ \mu\text{m}$ 。透射电镜显示类软骨区细胞具有典型的软骨细胞特性,细胞周围基质主要是 II 型胶原。类软骨区的形成可能与膝关节伸直时该部位与髁间窝前壁顶部的撞击有关^[4]。

第二节 前交叉韧带功能特点

膝关节的稳定性依赖于三个解剖结构系统。第一个是被动系统,包括韧带和与此联结的肌肉结构;第二个是积极系统,包括通过神经系统调节的肌肉组织,这个神经肌肉组织在恰当的时间上,控制调节运动所需的肌肉能量,为肌肉力量提供稳定性,以便联结和保护韧带,防止损伤。膝关节的突然旋转、翻转、撞击等动作都需要肌肉反作用来拮抗,以保证联结点远离碰撞、撕裂。状态较好的运动员,在做涉及肌肉力量、协调性和灵活性的运动时,显然能更好地适应突然不协调的运动。相反,近期有伤或以前的伤尚未痊愈的运动员,有使旧伤复发或再伤的危险。因此需要在康复时加大关节周围肌肉的训练以及韧带强度的训练。神经肌肉组织的协调是膝关节稳定的基础,因此,力量的附着点是否存在问题取决于耐力和神经肌肉组织的协调能力的好坏。

关节本身的几何形状为第三个解剖结构系统提供了稳定性。有些关节特别的稳定,比如肘关节。关节必须要有自由的运动度,而膝关节的稳定性就较差,除了屈曲和伸展还有膝关节内侧和外侧的侧向旋转运动。而且膝关节的几何形状也反映了相当大的不稳定性,股骨被压在了胫骨的表面,新月形的结构增加了胫骨表面的凹状,帮助容纳了股骨髁,胫骨内

侧平台的凹痕为大腿的传导力提供了缓冲。同时新月形的结构还增加了对周围环境的抑制,这就增加了胫骨表面的凹状,特别是外侧胫骨平台高处的凹状,外侧胫骨平台高处与向后倾斜的内侧相对应。

膝关节前交叉韧带是对膝关节功能有重要影响的四条主要韧带之一,其主要功能是限制胫骨的前移,并在膝关节伸直的状态下防止膝内外翻。前交叉韧带与后交叉韧带还有调整膝关节旋转复位的作用。在伸膝过程中,前交叉韧带由于被逐渐拉张而产生的张力不仅防止了胫骨前移,还起到了固定股骨外侧的作用,并使其成为股骨随后内旋运动的轴心。前交叉韧带在对抗胫骨前后方向的负荷和旋转扭矩方面发挥着重要作用,AMB 主要作用是对抗膝关节屈曲时胫骨前移的负荷,在膝关节完全伸直和屈曲 30° 时,PLB 可以减小旋转扭矩,从而明显地减少作用于 AMB 上的负荷。前交叉韧带在膝关节完成过伸或过屈动作时,两束各司其职、相互配合,其中 PLB 在膝关节屈曲 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 时最紧张,此时相比 AMB 而言比较松弛,主要防止小腿过度内收、内旋及胫骨髁过度向前移位;而 AMB 则在膝关节屈曲 90° 时才紧张,主要防止小腿外展、外旋及胫骨向前错位^[5]。韩雪松等研究了正常人前交叉韧带对膝关节内、外旋转稳定性的控制作用,通过采集 5 例正常成年男性新鲜的左侧膝关节为标本,并检测膝关节标本的完整性后向前交叉韧带胫骨止点中心做斜行骨隧道,游离出前交叉韧带胫骨端止点,以象限法将胫骨端止点平均分为四个区:后外区、后内区、前外区和前内区。然后将各区的附着纤维束分别与自制的“膝关节交叉韧带测力计”传感器联结,并固定于自主发明的通用生物关节自由度动态应力加载系统,对股内侧、股中间肌股直肌联合肌腱、股外侧肌群分别施以 1.25N、1.5N、1N 的负荷。在膝关节屈曲 0° 、 30° 、 60° 、 90° 时分别将前交叉韧带各纤维束拉紧并使系统平衡后,利用扭矩传感器测量胫骨内、外旋转时前交叉韧带的受力情况。其研究表明:膝关节在不同角度屈膝并做内、外旋转时,前交叉韧带各束纤维的受力是不同的而且是不断发生变化的^[6]。前交叉韧带胫骨端止点的前内侧和后外侧是在膝关节屈伸过程中控制胫骨内、外旋转稳定性的最重要结构,PLB 是控制膝关节外旋稳定性的关键结构,并且在屈膝 30° 时控制作用最强。AMB 控制膝关节内旋的稳定性最为关键,并且以屈膝 90° 时控制作用最强。前外侧纤维束在控制膝关节的内旋和外旋方面作用相差无几,并且在屈膝 60° 时控制膝关节内、外旋转稳定性的作用最强^[6]。

主要参考文献:

- [1] 刘玉杰,王岩,王立德.实用关节镜手术学[M].北京:人民军医出版社,2006:4-5.
- [2] Nau T, Lavole P, Duval N. A new generation of artificial ligament in reconstruction of the anterior cruciate ligament[J]. J Bone Joint Surg, 2002, 84(3): 356-360.
- [3] Odsten M. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction[J]. J Bone Joint Surg, 1985, 67: 257.
- [4] 敖英芳. 膝关节交叉韧带外科学[M]. 北京:北京大学医学出版社, 2009: 17-19.
- [5] 曲绵域,于长隆. 实用运动医学[M]. 北京:北京大学出版社, 2003: 769-770.
- [6] 韩雪松,杨柳,郭林. ACL 对膝关节胫骨内、外旋转稳定性控制作用的初步研究[J]. 现代生物医学进展杂志, 2007, 7(11): 1692-1694.

第二章 前交叉韧带损伤原因与 表现



第一节 前交叉韧带损伤原因

前交叉韧带损伤是临床上最为常见的膝关节运动损伤之一,随着我国社会和经济的快速发展以及全民健身事业和社会性体育活动的广泛开展,热衷于体育锻炼的人群日益增多,前交叉韧带损伤的发病率有逐年增高的趋势。目前,美国人群前交叉韧带损伤发病率为1/3000,从事足球运动者,每年前交叉韧带损伤发病率为十万分之六十,滑雪运动者为十万分之七十^[1]。美国每年接受前交叉韧带损伤重建手术的人数在逐年递增。Gottlob等^[2]估计,美国每年实施17.5万~25万例前交叉韧带损伤重建手术,总费用超过20亿美元。最近Garrett等的研究表明,目前美国每年前交叉韧带损伤重建手术的数量超过40万例,这意味着仅前交叉韧带损伤重建手术一项的费用就可能超过40亿美元^[3]。国内对437例前交叉韧带断裂患者调查表明,其中运动性损伤386例,非运动性损伤(车祸等意外伤害)51例^[4]。敖英芳等对我国现役集训运动员进行运动性损伤的流行病学调查发现,我国现役集训运动员前交叉韧带损伤发病率为0.43%^[1],超过70%的前交叉韧带损伤发生在业余和专业运动员中^[5-7],一个赛季中就有超过3%的运动员发生前交叉韧带损伤^[8],室内足球平均每1000个比赛小时中有3.5个前交叉韧带损伤^[9]。

敖英芳等研究发现,运动性损伤是前交叉韧带损伤的最主要因素,根据损伤时是否存在外在暴力,将损伤因素分为接触性和非接触性损伤,运动员的非接触性损伤占67.3%,接触性损伤占32.7%;非运动员的接触性损伤占74.9%,非接触性损伤占25.1%。由此分析,多数运动员前交叉韧带损伤发生在无身体对抗时,而非运动员则发生在身体对抗中。非运动性前交叉韧带损伤占总损伤的27.2%,其中生产、生活的意外损伤最多,占10.0%,交通伤占4.8%,技巧演出(如杂技、舞蹈、戏剧等)损伤占0.8%,这部分人群在排练和演出时一些技巧动作可以导致前交叉韧带损伤,并且出于对体型和体重的要求,这些演员的下肢肌肉力量缺乏,也增加了前交叉韧带损伤的风险。此外,军人和刑警在日常训练中包括一些专业的体能和职业训练,也有高致伤风险的动作^[1]。

一、运动性前交叉韧带损伤原因

(一)运动中前交叉韧带的负荷增加

前交叉韧带是控制膝关节前向稳定及旋转稳定的重要结构之一,身体变向较多的一些体育运动对于膝关节稳定性要求很高,对前交叉韧带的牵拉和扭转负荷较大。与日常生活中膝关节的运动形式不同,运动中往往存在更多不可预测的致伤因素,因而前交叉韧带损伤的发生率明显增加。

(二)参与体育运动的人口数量增多

随着全民健身和社会体育活动的广泛开展,城市中体育设施日趋完善,人们对于健康和生活质量的要求提高,参与体育运动更加便捷,且大多数人以大众普及项目为主,如篮球、足球、羽毛球等。另外,参与体育运动的人群越来越多,尤其以老年人和在校大学生为主,校园内易于开展的一些群体性项目,如篮球和足球等,中小学生在体育课上开展的一些跳跃性项

目,如跳远、跳箱等,都是前交叉韧带损伤的好发项目。

(三)体育锻炼者缺乏专业技术指导

一般体育运动爱好者受伤的原因有别于专业运动员,他们往往忽视了基本的身体素质训练,很少进行针对性的肌肉力量训练和身体柔韧性练习,使膝关节在运动中缺少必要的肌肉保护,增加了前交叉韧带及其他稳定性结构的损伤风险。同时,由于缺乏专业人士的专项技术指导以及在运动中如何有效地预防运动性损伤的指导,致使他们更容易受伤,或者在对抗中误伤对手。

(四)高风险体育项目的普及

在社会经济快速发展和全民身体素质提高的今天,过去只在专业运动员中开展,被视为“贵族运动”的诸如网球、高尔夫球、滑雪、跆拳道等运动项目也渐渐普及,这些项目都较容易导致膝关节的损伤。而发生膝关节联合伤、脱位伤的比例也呈现增长趋势。

二、前交叉韧带损伤因素的解剖学分析

前交叉韧带主要功能是防止胫骨过度前移和膝关节过伸,与后交叉韧带一起构成膝关节前后向稳定的重要解剖结构。韧带的长度、宽度和形状,胶原纤维和弹性纤维成分的比例,加载负荷的速度,韧带的横截面积等都是决定韧带强度的重要因素,与韧带承载负荷方向一致的纤维越多、越宽、越厚,则韧带的强度越大。前交叉韧带处在膝关节内股骨髁间窝内狭小空间的特殊位置,使其存在一些解剖生理学上的弱点。当膝关节同时合并屈伸、内收外展与旋转运动时,尤其是在剧烈的对抗性体育运动过程中很容易使其受伤。多方面的风险因素可能致前交叉韧带损伤,这些风险因素包括髁间窝狭窄(髁间窝宽度降低)、距下关节内翻、激素水平的改变、神经肌肉控制能力低下、韧带松弛、体重增加、性别差异、膝关节过伸、外界环境变化等。就解剖因素而言,包括身高、体重、下肢骨骼的解剖力线、股骨髁间窝宽度、前交叉韧带体积、Q角(Quadriceps angle,股四头肌角)、膝关节的前后向松弛度等,虽然存在某些争议,但已有国内外的一些研究证明这些因素在增加膝关节前交叉韧带损伤风险方面起到重要作用^[10-14]。

三、前交叉韧带损伤的生物力学分析

目前,一些研究认为导致前交叉韧带损伤的关键性危险因素之一是膝关节的外翻和外旋。从膝关节生物力学角度分析前交叉韧带负荷情况,导致前交叉韧带承受负荷的主要因素是胫骨近端承受的向前剪切力,在此剪切力作用下,前交叉韧带承受的膝关节的内、外翻力矩和内旋力矩也会增加。根据这些前交叉韧带的负荷机制,较小的膝关节屈曲角度、较强的股四头肌力量以及较大的地面反作用力都将在一定程度上增加前交叉韧带的负荷。一般情况下,膝外翻损伤时应是膝内侧副韧带断裂,再损伤前交叉韧带,但事实却不然。临床中经见到前交叉韧带和半月板同时损伤,而内侧副韧带完好无损,这可能是由于屈膝位时膝关节侧副韧带相对松弛,而前交叉韧带相对紧张所致,也可能是膝关节侧向稳定的主要结构承受过大负荷而致。膝关节过伸也是导致前交叉韧带损伤的因素之一,膝关节过伸可单独损伤前交叉韧带,但多数是先撕裂关节囊、PCL,再撕裂前交叉韧带。足球运动中“踢漏脚”或膝关节前面被撞而引起膝关节突然过伸是最常见的受伤动作。另外,膝关节屈曲 90° 位支

撑时,大腿前面被撞击,股骨髁向后错位,也是前交叉韧带损伤机制之一,常见于足球训练或比赛中。

体育运动中诱发前交叉韧带损伤的原因有两种:非接触性和接触性。非接触性损伤即伤者在损伤时与其他人或外界物体没有身体接触,受伤落地时膝关节几乎处于完全伸直状态,此时伤者由于无法控制其身体而导致髌关节内旋、膝关节外翻、小腿和足部过度外旋、外翻,人体重心倒向受伤侧,前交叉韧带因承受负荷过大而断裂。接触性前交叉韧带损伤时,伤者在运动中有急停变向动作,与他人发生身体接触时,身体前倾、膝关节内翻而且屈曲的角度增大,使腿部无法支撑人体,前交叉韧带负荷过大导致断裂。

有研究表明,大多数前交叉韧带损伤是非接触性损伤,也就是说损伤发生时运动员之间并未发生身体接触。Noyes等研究者调查了103名高中和大学运动员的前交叉韧带损伤,发现其中有80名(78%)前交叉韧带断裂发生在非力学接触时^[15]。McNair和Marshall调查了23名前交叉韧带损伤患者,其中70%的患者是在与其他人无身体接触情况下发生的损伤^[16]。Boden等报道,从他们观看的体育比赛录像来看,72%的前交叉韧带损伤是在自己完成动作时发生的^[17]。王健和敖英芳等通过调查发现,在运动员的前交叉韧带损伤中由于个人技术失误而致伤的占首位,至少为50%^[18,19,20]。

非接触性损伤占前交叉韧带损伤的70%左右,膝关节一些内在固有的因素是非接触性前交叉韧带损伤的主要因素,例如:股骨髁间窝的大小、胫骨平台倾斜角、膝关节生理性松弛、膝关节过伸等^[21]。苏玉林等应用红外光点运动测试系统和测力台测试普通大学生完成急停起跳、侧切和垂直落地前冲动作时下肢运动学和动力学指标,测试并分析受试者完成上述三个动作过程中膝关节三维角度和地面三维反作用力。研究结果表明:前交叉韧带在上述三个运动形式时损伤机制存在着差异。相对于急停起跳和垂直落地前冲动作,完成侧切动作下肢会受到较高的水平方向地面反作用力,膝关节屈曲角度较小和膝关节外翻角度过大。男性和女性在上述动作着地阶段中的力学无显著性差异^[22]。

众所周知,膝关节关节面的解剖结构特点是影响膝关节运动和前交叉韧带承受负荷的重要因素。近些年来,包括胫骨平台倾斜角、内侧胫骨平台凹面和外侧胫骨平台凸面对膝关节面受力影响等逐渐成为研究热点。胫骨解剖轴垂线与胫骨平台切线之间的夹角称为胫骨平台倾斜角,已有的研究发现:膝关节胫骨平台倾斜角较小往往带来一些有利的生物力学优势,这种类型的膝关节出现前交叉韧带损伤的风险较小,而且对前交叉韧带损伤及重建后的适应性较强。新近研究表明:胫骨平台后倾角在胫骨处于静止位置和动态位置时都起到重要作用,较大的后倾角可能导致胫骨过度前移,从而增大前交叉韧带负荷。Liu等在一项膝关节前交叉韧带损伤的研究中发现,胫骨前移距离与胫骨平台倾斜角存在正相关,较大的胫骨平台倾斜角会降低前交叉韧带主动肌群牵张反射的产生时长,从而增加电机械反射延迟出现的概率,导致前交叉韧带保护肌群(腓绳肌)反应较慢,增大前交叉韧带损伤风险^[23]。Giffin等同样报道了此种现象,胫骨平台倾斜角与胫骨前移度呈正相关,并指出改变胫骨平台倾斜角有利于前后交叉韧带损伤的膝关节的协调性和平衡位置的维持^[24]。Stijak等研究发现,相对于前交叉韧带无损伤组,前交叉韧带损伤组膝关节胫骨外侧平台倾斜角显著性增大,而膝关节胫骨内侧平台倾斜角显著性减小^[25]。前交叉韧带损伤除了上述一些个体内在因素外,也包括某些外在因素,例如,运动鞋底面的反作用力、运动水平、肌肉力量、训练条件等^[26]。

四、女性前交叉韧带损伤的原因

前交叉韧带损伤发生率呈现出明显的性别差异和年龄特点。大量的研究资料表明,年轻女性发生前交叉韧带损伤的概率显著高于青年男性,16~18岁年龄段的青少年是前交叉韧带损伤率最高的群体,尤其是这一年龄阶段的女性。女子运动员前交叉韧带损伤发生率明显高于男子运动员,尤其是在对抗性极强的体育运动项目中,如足球、篮球、手球等,女子运动员前交叉韧带损伤发生率甚至比男子运动员高2倍以上。女性前交叉韧带发生率高于男性是由多种因素造成的,其中非接触性损伤因素包括膝关节解剖、神经生理学、激素水平等诸多原因,这些因素多与女性生理特点有关,如女性屈膝肌力量较差、肌肉韧带比较松弛、本体感觉较差、前交叉韧带体积较小、能承受负荷较小等。女性雌激素水平也会影响前交叉韧带细胞的代谢,继而影响前交叉韧带的结构和韧度,由于雌激素水平的波动引起神经肌肉活动的改变,使前交叉韧带在某段时间时容易受伤,且同时发现女性在排卵期较卵泡期更易损伤前交叉韧带。最近的调查研究发现,女性膝关节股骨及胫骨的解剖形态与男性相比存在诸多差异,这些女性膝关节结构的特异性差异包括:胫骨平台倾斜角度较大、股骨横切面更接近圆柱状等^[27,28]。另外,在膝关节运动中男性首先激活腘绳肌,而女性则首先激活股四头肌,这种运动方式大大增加了女性的前交叉韧带损伤的概率。在普通人群中,男女发病率则正好相反,非运动员中男性的前交叉韧带损伤发生率明显高于女性,这主要是因为男性更喜爱参加一些强度较大、有身体接触性的体育运动(如篮球、足球等),而女性体育爱好者则大多喜爱参与身体冲撞较小、强度不大的体育运动(如健身、游泳、瑜伽等)^[1]。

第二节 前交叉韧带损伤的临床表现

一、前交叉韧带损伤的临床表现

单纯前交叉韧带损伤都有急性膝关节损伤病史,并可根据受伤动作或姿势做出初步判断。患者通常主诉受伤当时关节内有撕断感,随即产生疼痛和关节不稳,并导致不能完成正在进行的动作,继而出现关节出血肿胀,但出血量和肿胀程度因损伤程度而有差异,如有韧带撕脱和骨折则出血快,肿胀明显,疼痛也较严重,而部分撕裂则出血较少。多数患者随着关节积血和疼痛的逐渐加重及肌肉的保护性痉挛,将膝关节固定于屈曲位,拒绝任何搬动或活动。个别病例会因出现断裂的前交叉韧带嵌入股骨髁间窝而出现典型的关节绞锁,使患者不能伸直膝关节。超过6周的前交叉韧带损伤为陈旧性损伤,无明显症状,甚至有的运动员也不影响专业训练。严重的陈旧性损伤可出现关节不稳、疼痛、肿胀及下楼时关节错动等症状。

前交叉韧带损伤后严重影响患者的运动水平和生活质量。国内对前交叉韧带损伤的运动员调查表明,尽管有31%的人还可参加正常训练,但53%的运动员的运动能力受到不同程度的影响,有些甚至必须停止训练或进行手术及康复治疗。前交叉韧带损伤造成膝关节不稳,进而导致许多慢性的膝关节疾病,包括半月板和软骨表面损伤以至骨性关节炎^[29]。

国外对前交叉韧带损伤的研究表明,2/3 的前交叉韧带完全断裂患者具有膝关节不稳现象以及半月板和软骨表面的Ⅱ度损伤^[30-35]。关节结构的损害显著影响了膝关节的功能并经常迫使患者减少活动频率从而改变了他们的生活方式^[37]。前交叉韧带急性断裂之后,31% 的患者独自行走的能力受到影响,44% 的患者日常生活活动受到影响,77% 的患者的体育运动能力受到影响^[38]。另外,由于前交叉韧带急性断裂而造成的膝关节结构的损害已经被认为是诱发膝关节骨性关节炎的主要原因之一。有流行病学统计表明:前交叉韧带断裂后 6 个月内膝关节软骨损伤发生率为 5%,而前交叉韧带断裂 10 年后膝关节软骨损伤发生率高达 99%,前交叉韧带断裂后内侧半月板后角承受负荷增大 160%~470%^[38,39,40,41]。膝关节骨性关节炎严重降低了患者的下肢活动功能和生活自理能力。前交叉韧带损伤重建手术虽然能使患者在短期内恢复一定的运动能力,但从长期疗效来看,对膝关节骨性关节炎的发病率及发病速度并无显著改善^[41,42]。

二、前交叉韧带损伤后的中枢神经系统功能重塑

前交叉韧带是含有机感受器的静力性稳定结构,它的损伤除了影响膝关节稳定外,神经系统可能也会受到影响^[43,44]。

1996 年,Valeriani 等^[45]观察了 19 例前交叉韧带损伤患者的腓总神经受刺激所产生的体感诱发电位。研究发现:虽然损伤同侧丘系的 P20 和脊髓的 N14 反应仍存在,但是 7 例患者的皮质 P27 电位消失。原因可能是膝关节本体感觉的缺失导致了内侧丘系以上的中枢神经系统的重塑。既然腓总神经刺激允许选择性记录膝关节皮质代表区的活动,那么前交叉韧带损伤导致的膝关节机械感受器数量的减少可能会引起腓总神经刺激后体感诱发电位的变化。1999 年,Valeriani 等^[46]观察了 7 例前交叉韧带损伤患者接受前交叉韧带损伤重建手术前、后,刺激腓总神经后的膝关节本体感觉和体感诱发电位。在 5 例患者中,研究人员记录了脊髓 N14 和颅骨 P27 的电位。而其余 2 例患者,研究人员则通过 20 个电极绘制了颅骨的体感诱发电位图,本体感觉的测试通过比较双侧膝关节运动觉来完成。结果表明:术前患侧膝关节位置觉减退、皮质 P27 电位缺失。关节镜下韧带重建既没有改善膝关节本体感觉,也没有改善体感诱发电位。可见,中枢神经系统的变化继发于膝关节机械感受器的缺失,这种改变并没有被其他神经结构代替。

2006 年,Courtney 等^[47]观察了前交叉韧带损伤患者的体感诱发电位(P27 电位)。功能状况优秀的受试者的 P27 电位缺如;功能状况很差的受试者的 P27 电位完整。这表明:中枢神经系统的功能变化可能有利于患者姿势调节到损伤前的功能状态。2008 年,Baumeister 等^[48]为了观察前交叉韧带损伤重建术后的中枢激活模式的变化,测量了脑电图的频谱特征。与对照组相比,前交叉韧带损伤重建术后脑电图的像差显著增大;与健侧相比,前交叉韧带重建术后脑电图的像差无差别。与对照组相比,前交叉韧带重建术后大脑额部的 θ 功率区(F3、F4、F8)活动显著增强;大脑顶部的 P3 和 P4 区的 α -2 功率显著增高。健侧与对照组之间无如此明显的差异。可见,脑电图能够评定前交叉韧带重建后大脑皮质水平的关节位置觉的变化。这些结果可能提示扣带回皮质前部和顶部躯体感觉皮质的感觉处理的变化。

2009 年,Kapreli 等^[49]观察了慢性前交叉韧带损伤是否会引起大脑激活模式的变化。受试者为 17 例右侧前交叉韧带损伤男性患者(受伤时间大于 6 个月)和 18 例健康男性。大

脑激活模式通过功能核磁共振成像技术检测。结果显示:前交叉韧带损伤患者的对侧丘脑、顶后部皮质、初级感觉运动区(SM1)、基底核-外侧苍白球、次级躯体感觉区(SII)、扣带回运动区(CMA)、运动前区(PMC)以及同侧的小脑(蚓部和前叶)和初级感觉运动区(SM1)的激活消失,但是对侧辅助运动前区(pre-SMA)、对侧次级躯体感觉区后部(SIIp)和同侧颞下回后部(pITG)的激活增强。可见,前交叉韧带损伤引起了中枢神经系统的功能区重塑。

2011年,Baumeister等^[50]观察了当患者完成力量重复性任务时,脑电图所检测到的皮质活动是否受到了前交叉韧带重建手术的影响。9例前交叉韧带重建手术后的患者和9例对照组的健康者一起完成了力量重复性任务。与对照组相比,前交叉韧带重建组患者的患肢在做力量重复性任务时,大脑额部 θ 功率区皮质活动显著增高。可见,在力量重复性任务中,脑电图可以评定前交叉韧带重建手术后皮质电活动的变化。前交叉韧带重建患者的大脑额部 θ 功率区皮质活动显著增高可能提示扣带回皮质前部皮质活动的变化。

前交叉韧带断裂不仅影响了上行传入通路,而且可能由于中枢神经系统的功能重塑,继而影响了下行传出通路。有证据表明:前交叉韧带断裂导致休息时双侧胸锁乳突肌和下斜方肌激活水平增加;最大自主收缩时下斜方肌激活显著减少^[51]。

综上所述,前交叉韧带损伤后不仅表现为膝关节功能障碍,也会引起中枢神经系统的功能重塑,继而影响中枢神经系统对外周的调控。前交叉韧带损伤后的康复治疗有必要考虑中枢神经系统的功能重塑^[52]。

主要参考文献:

- [1] 敖英芳. 膝关节交叉韧带外科学[M]. 北京:北京大学医学出版社,2009:17-19.
- [2] Gottlob C A, Baker CL, Pellisser JM, Colvin L. Cost effectiveness of anterior cruciate ligament reconstruction in young adults[J]. *Clinical Orthopedic Related Research*, 1999,367: 272-282.
- [3] Garrett WE Jr, Swiontkowski JN, Weinstein JN, *et al.* American Board of Orthopaedic Surgery Practice of the Orthopaedic Surgeon; Part-II, Certification Examination Case Mix[J]. *J Bone Joint Surg, Am*, 2006, 88: 660-667.
- [4] 王健,敖英芳. 前交叉韧带损伤的临床流行病学研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2001,20(4):380-382.
- [5] Feagin JA Jr, Lambert KL. Mechanism of injury and pathology of anterior cruciate ligament injuries[J]. *Orthop Clin North Am*, 1985, 16(1): 41-45.
- [6] Jackson RW. The torn ACL: natural history of untreated lesions and rationale for selective treatment[M]. *The crucial ligaments*, ed. Feagin. 1988, New York: Churchill Livingstone,341-348.
- [7] Smith BA, Livesay GA, Woo. SL. Biology and biomechanics of the anterior cruciate ligament[J]. *Clin Sports Med*, 1993,12(4): 637-670.
- [8] McCarroll JR, Shelbourne KD Patel DV Anterior cruciate ligament injuries in young athletes. Recommendations for treatment and rehabilitation[J]. *Sports Med*, 1995, 20(2):117-127.
- [9] Lindenfeld TN, Schmitt DJ, Hendy MP, *et al.* Incidence of Injury in Indoor Soccer[J]. *Am J Sports Med*, 1994, 22: 354-371.
- [10] Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, *et al.* Non-contact ACL injuries in female athletes; an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med*, 2008,42(6):394-412.
- [11] Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St Pierre P, Taylor DC. Risk factors associated with non-contact injury of the anterior cruciate ligament; a prospective four-year evaluation of 859 west point cadets. *Am J Sports Med*, 2003,31:831-842.
- [12] Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes; part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med*, 2006,34(2):299-311.

- [13] Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes; an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med*, 2008,42(6):394-412.
- [14] Chaudhari AM, Zelman EA, Flanigan DC, et al. Anterior cruciate ligament-injured subjects have smaller anterior cruciate ligaments than matched controls; a magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med*, 2009,37:1282-1287.
- [15] Noyes FR, et al. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1983, 65(2):154-162.
- [16] McNair PJ, Marshall RN, Matheson. JA. Important features associated with acute anterior cruciate ligament injury[J]. *N Z Med J*, 1990, 103(901):537-539.
- [17] Boden BP, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury[J]. *Orthopedics*, 2000, 23(6): 573-578.
- [18] 王健, 敖英芳. 青少年前交叉韧带损伤流行病学研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2002, 21(5): 471-474,483.
- [19] 王健, 敖英芳. 前交叉韧带损伤的临床流行病学研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2001, 20(4): 380-382.
- [20] 敖英芳, 田得祥, 崔国庆, 等. 运动员前交叉韧带损伤的流行病学研究[J]. *体育科学*, 2000, 20(4):47-54.
- [21] Masanori Terauchi, Kazuhisa Hatayama, Sinya Yanagisawa, Kenichi Saito and Kenji Takagishi. *Am J Sports Med*, 2011,39:1090.
- [22] 苏玉林, 李翰君, 于冰, 等. 前交叉韧带易伤动作的下肢运动生物力学分析[J]. *体育学刊*, 2009,16(8):96-101.
- [23] Liu W, Maitland ME. Influence of anthropometric and mechanical variations on functional instability in the ACL deficient knee. *Ann Biomed Eng*, 2003,31:1153-1161.
- [24] Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, et al. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med*, 2004,32:376-382.
- [25] Stijak L, Herzog RF, Schai P. Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? A case-control study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2008,16:112-117.
- [26] Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries; risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg*, 2000,8:141-150.
- [27] Hohmann E, Bryant AL. Closing or opening wedge high tibial osteotomy; Watch out for the slope. *Oper Tech Orthop*, 2007, 17:17-38.
- [28] Leslie J. Bisson, Jennifer Gurske-DePerio, M. S. Axial and Sagittal Knee Geometry as a Risk Factor for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Tear; A Case-Control Study[J]. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 2010,26(7): 901-906.
- [29] 徐雁, 敖英芳. 前交叉韧带断裂继发软骨损伤的临床研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2002,21(1): 7-11.
- [30] Fetto JF, Marshall JL. The natural history and diagnosis of anterior cruciate ligament insufficiency[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1980,(147): 29-38.
- [31] Giove TP, et al. Non-operative treatment of the torn anterior cruciate ligament[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1983,65(2):184-192.
- [32] Irvine GB, Glasgow MM. The natural history of the meniscus in anterior cruciate insufficiency. Arthroscopic analysis[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1992,74(3): 403-405.
- [33] Jacobsen K. Stress radiographical measurement of theanteroposterior, medial and lateral stability of the knee joint[J]. *Acta Orthop Scand*, 1976,47(3): 335-344.
- [34] Kannus P, Jarvinen M. Knee flexor/extensor strength ratioin follow-up of acute knee distortion injuries[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1990,71(1): 38-41.
- [35] Satku K, Kumar VP, Ngoi SS. Anterior cruciate ligament injuries. To counsel or to operate? [J]. *J Bone Joint Surg Br*,1986,68(3):458-461.
- [36] Woo J, et al. Musculoskeletal complaints and associated consequences in elderly Chinese aged 70 years and over [J]. *J Rheumatol*, 1994,21(10):1927-1931.
- [37] Jackson RW. The torn ACL; natural history of untreated lesions and rationale for selective treatment[M]. *The crucial ligaments*, ed. Feagin. 1988,New York: Churchill Livingstone,341-348.