

编著 吴海山 徐青镭

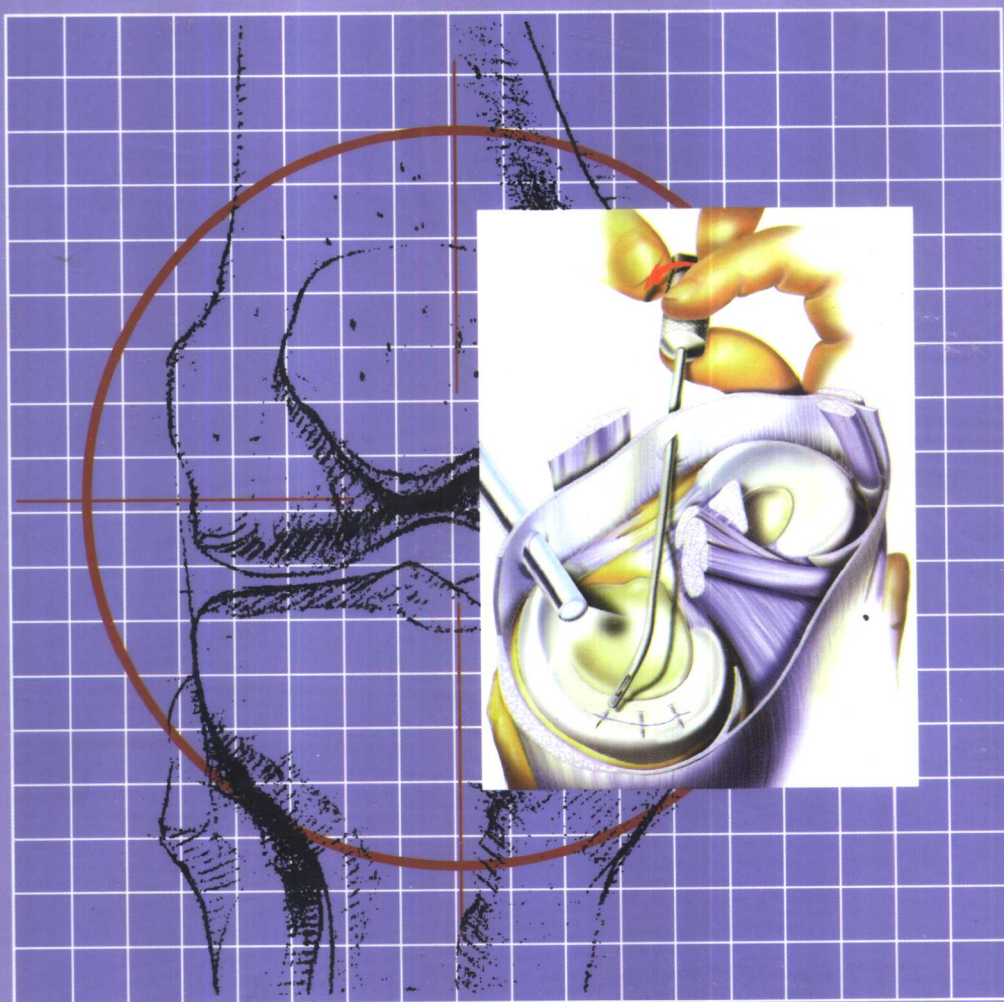
膝半月板外科 与组织工程学重建

KNEE MENISCUS:

Surgery and Tissue Engineering Reconstruction

WU HAISHAN M.D.

XU QINGLEI M.D.



第二军医大学出版社

膝半月板外科与 组织工程学重建

编著 吴海山 徐青镭

第二军医大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了膝半月板的解剖学、组织学及生物力学特征,在此基础上进一步阐述了膝半月板损伤与疾病的诊断和治疗,并且从组织工程学角度探讨了膝半月板重建的现状与未来。本书既从临床应用方面阐述了膝半月板外科领域的新理论、新方法和新技术,又涉及半月板重建的基础研究领域的最新进展,适用于临床外科医生、研究生,尤其适用于临床骨科医生、运动医学医生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

膝半月板外科与组织工程学重建/吴海山,徐青镭编. —上海:第二军医大学出版社,1999.6

ISBN 7-81060-039-7

I. 半… II. ①吴… ②徐… III. ①外科学-研究②生物工程:医学工程 IV. R6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 19293 号

膝半月板外科与组织工程学重建

编 著 吴海山 徐青镭

责任编辑 朱吉林

第二军医大学出版社出版发行

(上海翔殷路 800 号 邮政编码:200433)

全国各地新华书店经销

第二军医大学出版社排版 昆山市亭林印刷总厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:9.75 字数:241 800

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~2 000

ISBN 7-81060-039-7/R·032

定价:19.80 元

序

膝半月板,这一人体组织长期以来没有得到应有的重视。这是因为曾经有一个时期流行着一种观念上的错误。早期有人认为它是小腿肌肉的一种无用的残留组织;以后又认为是一种可有可无,功能不重要,而又不易愈合的组织;再加上后来 Smillie 学派的影响,使许多人认为半月板损伤均宜作半月板全切手术。这个思想一直延续了几十年,至今还仍有影响。

随着研究工作的深入,人们对半月板在膝关节功能方面所起的重要作用越来越有认识。对于半月板切除后,给膝关节带来不可回逆的负面影响,越来越受到重视。对半月板损伤的治疗方针就有了新的观念。综合起来有以下 5 点:

1. 半月板损伤后需要切除时,应仅切除病损部分。
2. 应进行关节镜手术下切除,除不得已外,不要再作开放手术。
3. 尽量优先考虑能否作缝合手术。
4. 进一步开发半月板移植和替代手术。
5. 保留半月板是重建膝关节结构及功能的重要因素。

在我国,手法诊断半月板损伤,麦氏试验(McMurray test)应用十分广泛。麦氏试验是诊断半月板损伤的有价值的方法之一,但要注意的是不要把半月板损伤与麦氏试验划等号。麦氏试验也有空白点,而且对某些病人会造成极不舒服的感觉。所以,在作半月板损伤试验时,有时不一定要做麦氏试验。其他有效的试验方法也很多,可综合起来一步一步地做。几种单纯而简易,又不增加痛苦的试验,倒可以先做。如关节线的压痛点测定、胫骨结节位置的测定等等。

本书作者能把半月板外科作为一本书来写就说明他们的观点很新颖,而把半月板的组织工程学重建合在一起写,更说明其视野的广阔。本书之可读性就在于此。

钱不凡

1999 年 4 月

前 言

促使我们以自己浅薄的学识和并不十分丰富的经验,斗胆下笔在《膝半月板外科与组织工程重建》这样一个并不引人注目和相对狭窄的专题上出版专著的原因是缘于两件事:一是在1995年香港召开的国际关节镜学会和膝关节外科学会的联合会议上,一位美国教授曾问起中国关节镜外科的开展情况,当他听说我国关节镜技术尚未普及,许多医院还在作切开关节的半月板全切除手术时,他宽容地说:“20年前美国也是同样的情况”。这句话却深深地震撼了我。我们在半月板外科领域要落后美国20年?!另一件事则是在1998年第六届全国关节镜外科学术会议上,香港中文大学陈启明教授在演讲中对着一幅被完整切除的半月板标本的幻灯片,说了一番意味深长的话:“这是一个应该进入博物馆的标本,在膝半月板损伤的患者身上,今天的医生无论采取何种手术方法,都不再可能得到这样的标本。因为对半月板损伤而言,随意地完全切除半月板意味着犯罪。”然而,有些医生还在为自己只用15 min就能将半月板完整地切除,并且毫无残留而感到骄傲!

事实上,关节镜技术被介绍到国内已经超过了20年。关节镜下的半月板部分切除、盘状软骨成形、半月板缝合等术式已开展多年,成为国内不少医院治疗半月板损伤的常规手术;半月板移植以及以组织工程方法重建半月板的实验研究也已在国内开展。但是,或许因为半月板切除术是一个简单的传统手术方法,其良好的近期疗效使我们忽视了半月板切除给患者带来的远期关节退变问题。在我个人有限的经验中,接触到的因半月板全切除而导致的膝关节骨关节炎的病例已不是少数;甚至有些患者因此而不得进行人工膝关节置换。国内外大量的动物实验和临床随访研究已经毫无争议地表明:半月板的缺失必将导致膝关节的退变,尽管这种退变并非都产生临床症状。因此,在治疗半月板损伤时,最大限度地保留正常的半月板组织和尽可能重建半月板结构就该成为骨科医生、关节外科医生和运动医学医生的共同原则和目标。诚然,由于国内关节镜技术尚未达到普及的程度,在不得已的情况下,切开关节的半月板手术仍然是不可避免的。因此,我们花了较大的篇幅介绍开放的半月板手术方法。只要我们遵循现代半月板外科的原则,通过某些特殊的器械,仍然可以进行半月板的部分切除、缝合和移植手术。我们期望通过这本书的出版,能给我们的仍在以传统手术方法处理半月板损伤的骨科同行们一些理论的帮助,从而缩短我们在这一领域与国际先进水平的差距。这也是我们编写这本专著的初衷。

我还要引用两年前主编出版《膝关节镜外科》前言中的一句话:“一本学生写给学生的书”。尽管在半月板外科领域,我们已积累了一定的经验,在组织工程重建半月板方面,也在国家自然科学基金的资助下开展了一些初步研究。本书的合作者徐青镭博士在此领域也已获得了一些令人鼓舞的成果;但我们知道,以组织工程技术真正解决半月板问题还有很长的路要走。然而,我们相信,面对即将到来的21世纪,组织工程技术将成为我们解决包括半月板重建在内的临床问题的崭新途径。也正是基于这个原因,我们用较大的篇幅向大家介绍组织工程重建方面的内容,期冀着通过同行们的共同努力,使我们在这一崭新领域不再落在别人的后面。

吴海山

1999年4月

目 录

第一篇 半月板的解剖与生物学特征

第一章 半月板的解剖与功能	(3)
第一节 半月板的应用解剖.....	(3)
第二节 半月板的功能.....	(7)
第二章 半月板的组织结构	(10)
第一节 半月板的组织发生学.....	(10)
第二节 半月板的组织学与生物化学.....	(11)
第三章 半月板的生物力学	(18)
第一节 半月板的粘弹性.....	(18)
第二节 半月板组织的材料学特性.....	(18)
第三节 半月板的生物力学模型.....	(20)

第二篇 半月板损伤与疾病

第四章 半月板损伤的诊断	(25)
第一节 半月板损伤的创伤机制与分类.....	(25)
第二节 半月板损伤的临床诊断.....	(29)
第五章 半月板损伤的治疗原则与术后康复	(39)
第一节 半月板损伤的治疗原则.....	(39)
第二节 半月板术后的康复治疗.....	(41)
第六章 半月板修补术	(48)
第一节 概述.....	(48)
第二节 开放修补术.....	(49)
第三节 关节镜辅助下半月板修补术.....	(52)
第七章 半月板切除术	(66)
第一节 关节镜下半月板切除术.....	(66)
第二节 开放式半月板切除术.....	(81)
第三节 激光技术半月板切除术.....	(89)
第八章 半月板疾病	(94)
第一节 盘状软骨.....	(94)
第二节 半月板囊肿.....	(100)
第三节 过度活动半月板.....	(104)
第四节 其他半月板疾病.....	(106)

第三篇 组织工程学与半月板重建

第九章 组织工程学..... (115)

 第一节 概论..... (115)

 第二节 外胚层起源组织的组织工程学重建..... (118)

 第三节 内胚层起源组织的组织工程学重建..... (119)

 第四节 中胚层起源组织的组织工程学重建..... (120)

 第五节 组织工程学研究的前景..... (122)

第十章 半月板移植..... (123)

 第一节 同种异体半月板移植的实验研究与临床研究..... (123)

 第二节 同种异体半月板移植的手术技术..... (125)

 第三节 同种异体半月板移植的效果评价..... (133)

第十一章 半月板的组织工程学重建..... (135)

 第一节 半月板组织工程学重建的理论依据..... (135)

 第二节 半月板组织工程学重建的种子细胞..... (136)

 第三节 半月板组织工程学重建的生物材料..... (139)

 第四节 细胞因子的作用..... (142)

第十二章 半月板重建的前景展望..... (146)

第一篇

半月板的解剖与生物学特征

第一章 半月板的解剖与功能

第一节 半月板的应用解剖

一、大体解剖

半月板是位于胫骨与股骨之间的楔形纤维软骨组织。外侧半月板的前后角分别附着于胫骨平台中央的非关节区域,故呈近似于“O”形,而内侧半月板的前后角则附着于胫骨平台前后边缘部,故呈“C”形(图 1-1)。

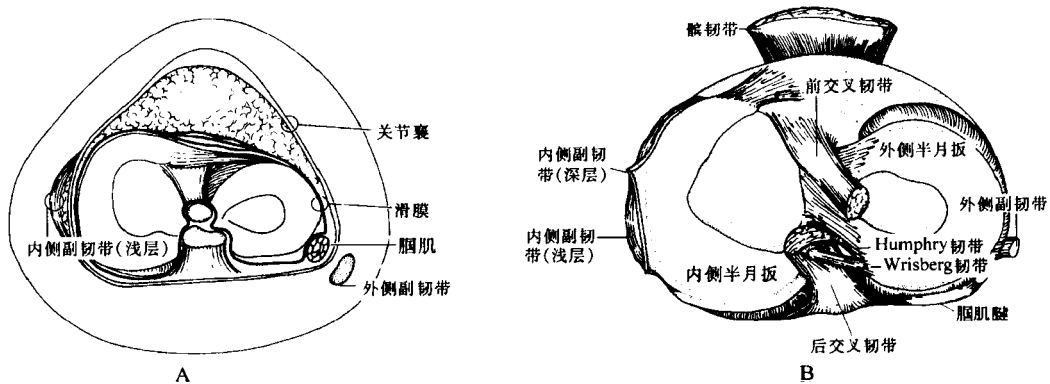


图 1-1 半月板的局部解剖

半月板是膝关节内唯一没有滑膜覆盖的组织,其结构可概括为“三面一缘”:即与股骨髁相关的凹形的上表面、与胫骨平台相关的下表面、借冠状韧带与关节囊和胫骨平台相联的周围面以及位于关节腔中央呈弧形的游离缘。一般而言,半月板的宽度前半要略窄于后半,并且通常情况下半月板越窄则越不易发生撕裂。

内侧半月板约 3.5 cm 长,其前角附着于远离胫骨平台的胫骨前表面。内、外侧半月板的前角借膝横韧带彼此相连,而前交叉韧带的前部纤维亦有部分与膝横韧带相融合。内侧半月板的后角则坚固地附着于胫骨后表面后交叉韧带附着处的前方。内侧半月板的周围面不间断地与关节囊紧密附着,其中部由关节囊增厚形成内侧副韧带的深层(图 1-1B)。内侧半月板与任何肌肉均无直接相连。位于内侧半月板后角的半膜肌与该处的后关节囊相融合从而间接地为内侧半月板后角的活动提供动力性调节(图 1-2)。

外侧半月板因其近圆形结构而覆盖了胫骨关节面的大部分。外侧半月板全程的宽度几近相同,其前角附着于前交叉韧带胫骨止点之周围并与之相融合,后角则附着于髁间棘的后方并

常与前交叉韧带胫骨止点之后方纤维相融合,外侧半月板与外侧副韧带并无任何关联。外侧半月板的周围面亦与外侧关节囊相连,但是其后下部为腓肌腱所打断,并在后关节囊上形成腓肌腱裂孔。因此,外侧半月板与外侧关节囊的附着并不如内侧紧密。外侧半月板的活动性较内侧大得多,有报道其前后方向的移动量可达1 cm之多。其原因首先在于前后角的附着彼此靠近,其次在于其后侧缺少关节囊的附着。外侧半月板的后部与弓状韧带及腓肌腱均有紧密的直接相连。因此,二者可直接参与对外侧半月板后角活动的动力性调节(图 1-3)。

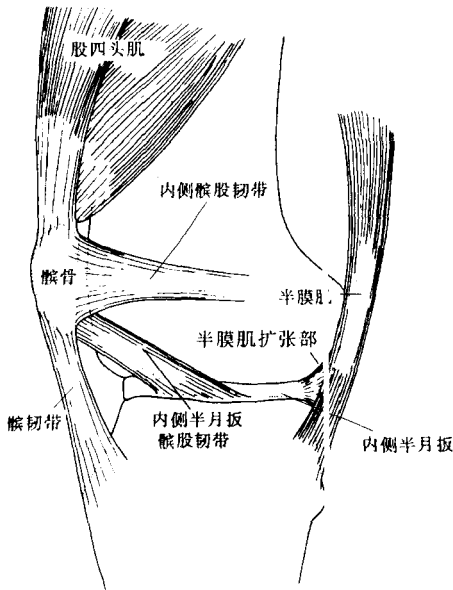


图 1-2 内侧半月板的动力性调节结构

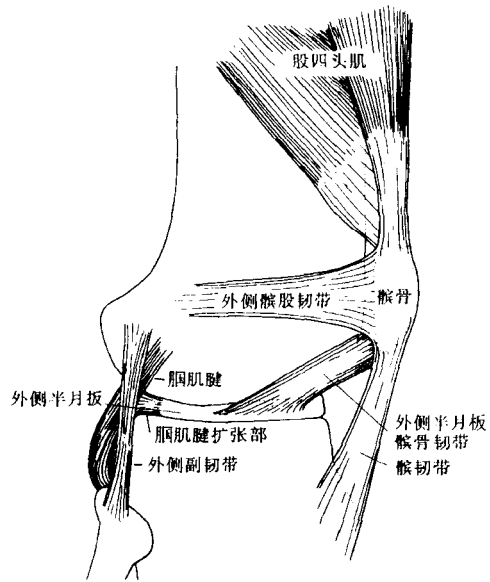


图 1-3 外侧半月板的动力性调节结构

此外,半月板股骨韧带(又称第三十字韧带,起于外侧半月板后角,止于股骨内髁外侧面)也直接参与对外侧半月板后角活动的动力性调节(图 1-1B)。半月板股骨韧带可于后交叉韧带之前方走行(称为 Humphry 韧带),亦可于其后方走行(称为 Wrisberg 韧带),但通常二者仅具其一,文献报告出现率约 71%。

二、半月板的结构

成人半月板组织中 75%为胶原,胶原成份的含量自出生至 30 岁这一阶段呈递增趋势,30~80 岁则呈相对稳定,80 岁后便逐渐下降。I 型胶原占据了整个半月板胶原成份的 98%,II 型占 1%~2%。因此,半月板是一种基质成分以 I 型胶原为主的纤维软骨组织,与基质成分以 II 型胶原为主的透明软骨组织有着本质的不同。

胶原纤维在半月板内部主要以环行方式排列,如同木桶的铁箍一般。这种结构决定了半月板以抗张方式缓冲纵向负荷的功能。此外,半月板内部的胶原纤维还以径向方式(连接周围面与中央游离缘)及纵向方式(连接上、下表面)排列(图 1-4)。

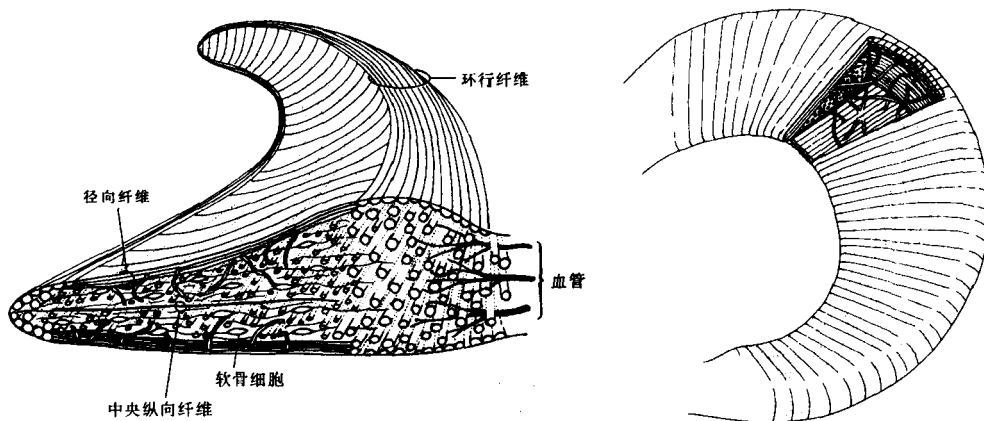


图 1-4 半月板组织中胶原纤维的分布示意图

有学者认为可以把后者看作是前者的一种特殊形式,即纵向排列的胶原纤维是径向排列胶原纤维一种。纵向排列的胶原纤维多见于半月板的表面,特别是与胫骨平台相平行的下表面处,具有防止纵向撕裂的作用。总之,胶原纤维在半月板内部的排列方式非常有利于将垂直纵向的压力负荷转化为横向环行的张应力,从而有效地起到了缓冲的作用。

三、半月板的血管神经支配

半月板的血供主要来自膝内、外侧及膝中动脉,这些血管于滑膜及关节囊组织中形成半月板周围毛细血管丛供养半月板(图 1-5)。

膝内、外侧动脉还发出细小分支进入半月板之前后角,并最终形成毛细血管环(图 1-6)。

此外,除外侧半月板之膈肌裂孔外,半月板上下表面均有一层薄的滑膜血管翳,宽约 1~3 mm,不过此滑膜血管翳并无毛细血管分支进入半月板组织中(图 1-7)。

半月板的血供范围与年龄有关。新生儿半月板的血供区占据了外周 50% 的范围,至 40 岁时则减少至周围 20% 的范围。这可能与负重量的不断增加有关。Arnoczky 等研究发现:成人半月板有血管区的范围在内侧约为 10%~30% 的宽度,在外侧 10%~25% 的宽度。在此基础上,Arnoczky 将半月板组织按照血运情况划分为三个区,即著名的红白区分类法:距半月板—滑膜结合部 3 mm 以内者为绝对有血管区,称为红区;相距 5 mm 以上者为绝对无血管区,称为白区;相距 3~5 mm 者为相对有血管区,称为红—白区(图 1-8)。

半月板的神经支配多位于其前、后角附近,而其中间 1/3 的体部则完全缺少神经支配。半月板内的神经纤维均为 I 类及 II 类传入神经纤维,其中 I 类传入神经纤维较粗(直径 12~22 μm)、传导速度较快(70~120 m/s),为肌梭(I a 类传入神经纤维)和 Golgi 腱器官(I b 类传入神经纤维)的传入纤维,而 II 类传入神经纤维则较细(直径 5~12 μm)、传导速度较慢(25~70 m/s),其功能主要为触、压、振动等本体感觉传入纤维。目前,研究尚未发现半月板组织内有司痛、温觉的 III、IV 类传入神经纤维分布。

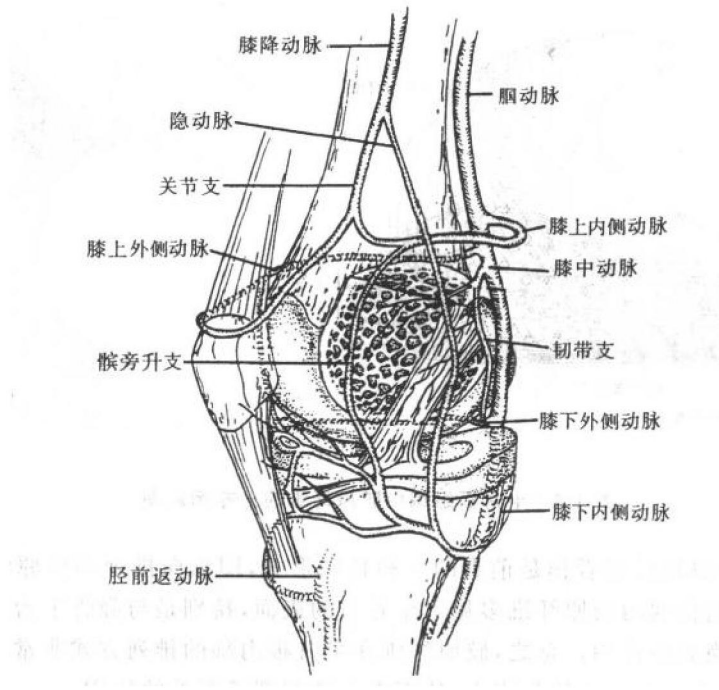


图 1-5 半月板的血液供应



图 1-6 半月板周围部的血液供应

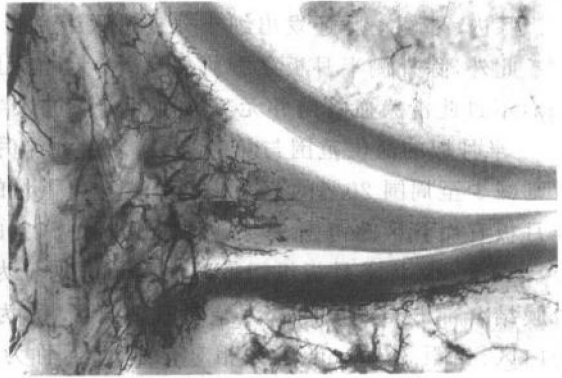


图 1-7 半月板周围部的滑膜血管翳

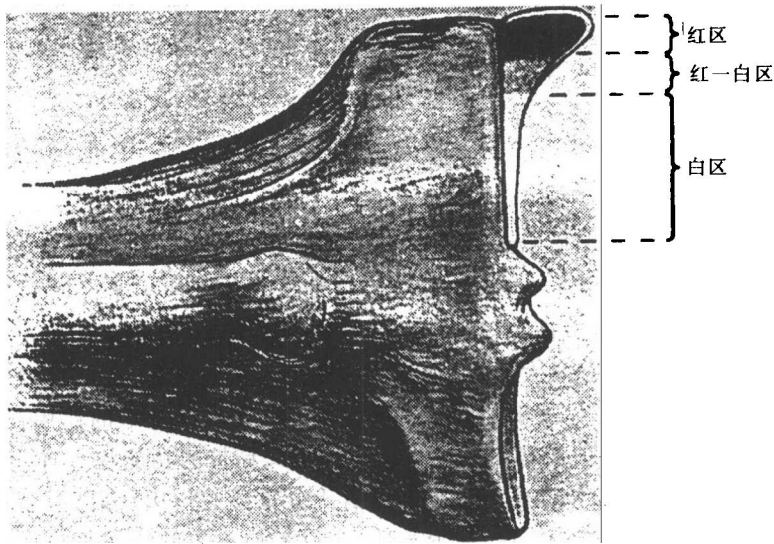


图 1-8 半月板的红白区分类法

第二节 半月板的功能

一、传播负荷

1936年, King最先提出半月板具有传导经过人体膝关节负荷的作用。后来有关此方面的临床及生物力学报道不断涌现, 认为半月板传导经膝关节的30%~70%的负荷, 从而为膝关节提供一定程度的保护作用。

半月板具有强大的抗压负荷的作用。这种作用与其楔形的纵剖面结构、胶原纤维的环形排列方式及前后角的坚实附着有关。当纵向负荷沿股骨压向胫骨时, 位于二者之间的半月板组织可以相对延长, 从而变垂直方向的负荷为横向的张力负荷, 加以缓冲、抵消。从生物力学角度来说, 半月板组织的这种特性呈现非线性及各向异性, 这与胶原组织的排列及糖胺多糖含量的多少有关。从量的分布上来看, 半月板组织承受的负荷量外侧大于内侧、后角大于前角, 且屈曲时大于伸直时。

半月板传播负荷的作用随着半月板切除量的增加而相应地减少。这提示治疗半月板损伤时, 应尽可能多地保留半月板, 特别是应尽量保留其周围缘的环形胶原纤维结构的完整。

二、吸收震荡、减少应力

Johnson和Pope通过实验模型证明: 当膝关节受到压力负荷时, 楔形的半月板会向周围

膨出并且其周围环行排列的胶原纤维可以相应地延长。因而,通过这种方式半月板使通过关节的震荡得以吸收,并缓冲为关节软骨及软骨下骨可以承受的震荡。他们还发现:无论对低频次或是对高频次的震荡,半月板均起到显著地吸收缓冲作用。尸体研究还发现:切除半月板可使膝关节单位面积上的负荷量达保留半月板时的 2.5 倍。因此,半月板的存在还有益于减少关节应力。

三、提高关节稳定性

半月板提高关节稳定性主要与其特征性的结构有关。首先,股骨髁关节面呈球形,而胫骨平台关节面则为相对平坦的平面,二者之间只有借助半月板上凹下平的特征性结构才能获得良好的关节面嵌合,并提高接触面积、增强关节的稳定性。其次,内侧半月板在增强关节稳定性方面所起的作用较外侧半月板要大得多。这是由内侧半月板前窄后宽、前薄后厚的特征性结构所决定的,主要体现在限制胫骨过度前移及过度旋转。这种稳定关节的作用在屈膝 90°时尤为显著。再次,内侧半月板增强关节稳定性的作用与前交叉韧带的功能状态有关。当前交叉韧带松弛时,内侧半月板在防止胫骨过度前移方面起着十分重要的作用。最后,半月板还可以在在一定程度上调节膝关节的动力性稳定性。研究表明:半月板前方借助特殊的纤维结构与伸肌装置相连,在后方及外后方则与腓肌、弓状韧带及半膜肌相连。这有助于在膝关节运动过程中通过调节半月板的位置对膝关节的稳定性提供动态调节。

四、限制膝关节过伸、过屈

在膝关节伸直的最后 15~30°范围内,胫骨可以相对于股骨产生轻微外旋并最终为膝关节完全伸直提供稳定性,这被称为“锁扣机制(screw-home mechanism)”,见图 1-9。

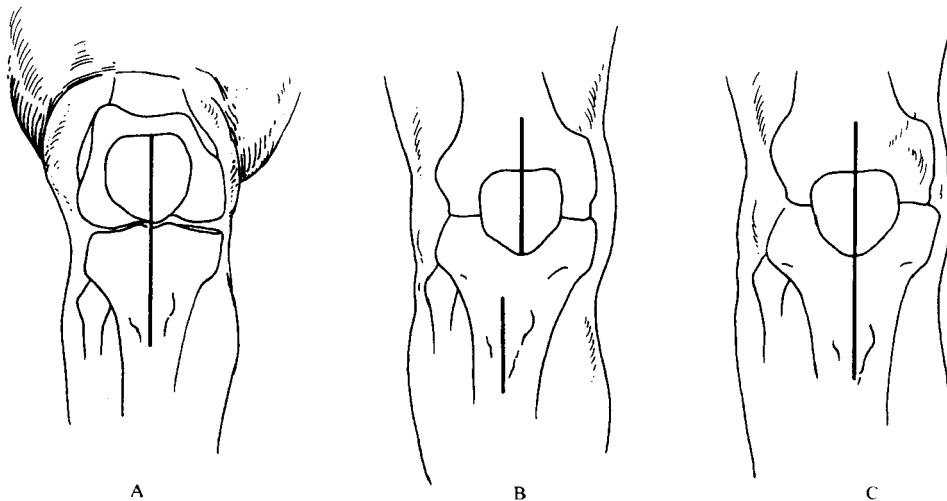


图 1-9 膝关节的锁扣机制

A: 正常屈膝位; B: 正常伸膝位; C: “锁扣机制”异常时的伸膝位

这与内侧胫股关节接触面积大于外侧胫股关节有关。在锁扣活动的过程中,即膝关节即将完全伸直时,半月板前角通过向前活动并与股骨发生撞击阻挡,阻止膝关节的过屈。当然,其前提必须是关节囊、侧副韧带及交叉韧带均完整的情况下。

五、关节润滑及营养

半月板及关节软骨可通过于其表面均匀分布的一薄层滑液,为关节提供润滑作用。负重时,半月板将富含营养的滑液挤入关节腔及关节表面,并进入关节软骨基质,如此循环往复,既为关节提供润滑,又为关节提供营养作用。

参 考 文 献

- 1 Arnoczky SP. Meniscal healing, regeneration and repair. *Adv Orthop Surg*, 1984,7:244
- 2 Arnoczky SP, Warren RF. Microvasculature of the human meniscus. *Am J Sports Med*, 1982, 10:90
- 3 King D. The function of semilunar cartilages. *J Bone Joint Surg*, 1936,18A:1069
- 4 Johnson RJ, Pope MH. Functional anatomy of the meniscus. Symposium on reconstruction of the knee, AAOS, St Louis: CV Mosby, 1978:3
- 5 Bullough PG, Munuera L, Murphy J *et al*. The strength of the menisci of the knee as it relates to the fine structure. *J Bone Joint Surg*. 1970,52B:564
- 6 Ferrer-Roca O, Vilatta C. Lesion of the meniscus. Part I. Microscopic and histologic findings. *Clin Orthop*, 1980,146:289
- 7 Voloshin AS, Wosk J. Shock absorption of meniscectomized and painful knees. A comparative *in vivo* study. *J Biomed Eng*, 1983,5:157
- 8 Arnoczky SP, Warren RF. The microvasculature of the meniscus and its response to injury: An experimental study in the dog. *Am J Sports Med*, 1983,11:131
- 9 Walker PS, Erkman MJ. The role of the menisci in force transmission across the knee. *Clin Orthop*, 1975,109:184
- 10 Seedhom BB, Hargreaves DJ. Transmission of the load in the knee joint with special reference to the role of menisci. *Eng Med*, 1979, 8:220
- 11 Dai L, Zhang W, Xu Y. Meniscal injury in children: long-term results after meniscectomy. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc*, 1997,5(2):77
- 12 陈次青主编. 生理学. 北京:人民卫生出版社,1991:248

第二章 半月板的组织结构

第一节 半月板的组织发生学

人的胚胎在母体子宫内发育共历经 38 周,约 266 d,可分为 3 个时期。由受精至第 2 周末二胚层胚盘出现为胚前期(pre-embryonic period);第 3 周至第 8 周末为胚期(embryonic period),此期胚(embryo)的各器官、系统与外形发育初具雏形;第 9 周至出生称为胎期(fetal period),此期胎儿逐渐长大。半月板在胚胎发育各期的发生情况如下:

一、胚前期至胚期

胚发育至孕第 4 周时,开始出现下肢肢芽(blastema);孕第 6 周时开始出现股骨、胫骨和腓骨的软骨化。此时的膝关节只是一团胚基细胞(blastemal cells)。半月板的轮廓到约第 7.5 周时方可依稀辨清,第 8 周时半月板才清晰可见(图 2-1)。



图 2-1 孕 8 周时半月板的轮廓

胚的下肢肢芽最初只是一个连续性结构,并无明显的关节间隙。随着间充质模型(mesenchymal model)开始软骨化,在膝关节部位可以发生一系列软骨化变化,并形成一间隔区。此间隔区可分为 3 层,即两个相互平行的生软骨层及其中间所夹的不甚致密的中间层。随着中间层某些部分的逐渐变密,关节内诸结构(半月板、交叉韧带等)的轮廓开始逐一显现。直至第 8 孕周时,半月板、交叉韧带等关节内结构才完整地形成。此时的半月板形状即为贯穿整个出生前阶段的形状,其组织结构中富含细胞,并且胞核/胞浆比率较大。这阶段半月板的血运十分丰富,且主要位于周围 1/3 区域内;但是,组织学观察可见半月板基质中的任何部分均可有血管存在。