

修复膝关节软骨缺损的关节镜技术——微骨折技术

倪 磊 吕厚山

(北京大学人民医院关节病研究所, 北京 100044)

中图分类号: R687.4

文献标识: A

文章编号: 1009-6604(2005)05-0350-03

膝关节的软骨损伤缺乏自然修复能力。虽然部分患者早期没有明显的临床症状,但关节的退行性变会逐渐加重,最终导致骨关节炎和关节病废。因此通过关节镜修复关节软骨缺损是近 10 年来关节镜领域的学术热点之一。修复软骨缺损的关节镜技术或关节镜辅助技术分为骨髓刺激和移植两大类:前者包括打磨成型术、软骨下钻孔术和微骨折(microfracture)技术;后者有自体骨软骨马赛克成型术和自体软骨细胞移植术。其中微骨折是一项完全在关节镜下应用的微创手术技术。这项技术由 Steadman 等^[1]于 1985 年开始应用于临床,现已治疗了 1 800 例,取得了较好的疗效。微骨折是使用特制的关节镜手锤(arthroscopic awl),在裸露的骨面上制造微型骨折,使骨髓成分溢出,促进关节面软骨的修复。微骨折技术低成本、无耗材,缺乏商业推动力,但这也许更适合于我国国情。微骨折技术虽然已经提出多年,但与软骨移植等技术相比,临床报告和实验研究在国外文献中所见甚少,国内文献则几乎未见。本文就微骨折技术及有关概念作一个简要回顾。

1 微骨折的方法

麻醉后常规在膝关节做三个标准的关节镜入口分别用于放置入水套管、关节镜和手术器械。不能使用止血带。首先进行全面的诊断性检查和完成必要的关节镜手术。特别要注意观察皱襞是否压迫软骨面以及外侧支持带是否过紧。微骨折处理必须在最后阶段进行,以防止脂肪滴和血液经微骨折小孔进入关节,影响视野。

操作方法:首先用切刀、刨刀和弯刮匙清理全部残余软骨碎片,使围绕缺损周围的软骨边缘具有健康活力,形成一个池子状的结构,可容纳超级凝血块(super clot)。然后用刨刀或刮匙轻轻刮除缺损区残留的帽状钙化软骨层,完全暴露出骨床。为了避免软骨下骨的过度损伤,必须注意绝不能清理过深。然后再用特殊设计的关节镜手锤在暴露的软骨下板上打孔,即制造微骨折。从完好的软骨边缘附近开始,直到软骨缺损区的中央,制造出许多微骨折穿孔。这些孔要做得尽量紧密,孔间间隔约为 3~4 mm(或每平方厘米 3~4 个孔),但彼此必须是独立的,不能损坏其间的软骨下

板。当看到从骨髓散发出脂肪滴时,则打孔深度已达到要求。降低关节灌注的压力后,在直视下观察脂肪滴和血液经微骨折穿孔释放得是否充分。如果骨髓释放充分则从膝关节内取出器械,抽干液体,结束手术。术后不能放置引流管。

微骨折技术与软骨下钻孔术有本质的不同,其基本原理是在软骨缺损区用微骨折技术创建一个粗糙面,使超级凝血块更易粘附。与手摇钻或电钻相比,关节镜手锤仅产生无热量的坏死(no thermal necrosis),这是和软骨下钻孔术的第 1 个区别。关节镜手锤有不同的角度,易于在膝关节内的任何区域进行垂直于骨面的操作,包括髌骨、股骨后髁和胫骨平台,并能用手力控制穿孔深度,防止力学支撑结构的破坏。这是和软骨下钻孔术的第 2 个区别。手术目的是建立一个粘附在创面上的超级凝血块,以便在软骨缺损区内分化形成稳定的修复组织,为多能骨髓细胞(网织干细胞)的生存提供一个最适宜的环境,而不是为了进行骨髓腔的减压,这是和软骨下钻孔术的第 3 个区别。

经微骨折处理后,有些患者可感到轻微短暂的疼痛,这多见于在前膝施行的微骨折手术。在髌股关节面建立的粗糙面,可产生关节磨擦或“砂砾”感,通常在数日或数周内减轻。如果在滑车上将软骨缺损的周缘做得比较垂直,则在髌骨活动时,患者可有“抓住”或“交锁”感。少数患者甚至在持续被动运动活动器(CPM)上也有这种感受。这些症状通常在 3 个月内减轻。如果“交锁”伴有疼痛,则要继续进行 CPM 锻炼,并限制负重和避免诱发症状的关节活动角度。在股骨髁的软骨缺损做了微骨折手术后的 6~8 周偶可发生积液。有些患者积液出现在患肢开始负重后,但常常不伴有疼痛。对无痛的关节积液采用保守治疗,数周内多能自动吸收。仅在极个别的情况下,需要所谓二次关节镜的再次治疗。

2 适应证和禁忌证

微骨折的适应证为在胫股关节负重区和髌股关节接触区关节软骨的全层丢失,以及软骨潜行剥脱导致的软骨下方的骨质裸露。

影响微骨折处理效果的因素有年龄、内外翻畸形和运动量。年龄超过 60 岁是相对禁忌证。在前后位

X 线片上测量股骨和胫骨的轴线夹角,并在站立位的加长 X 线片上从股骨头中心到胫骨远端中心划出负重轴线。如果胫骨和股骨间轴线夹角与健侧相比大于 5° ,或负重轴线在内侧胫骨平台内侧 $1/2$ 或外侧胫骨平台外侧 $1/2$,为微骨折手术的禁忌证。患者不能接受术后长期繁复的康复程式、软骨浅层缺损以及在短期内不能单独用健侧腿负重者,也是微骨折的禁忌证。股骨髓或胫骨平台关节软骨缺损后形成的硬化骨的厚度也会影响微骨折手术的效果。

修复软骨的方法有多种。打磨成型术使用电动磨钻在软骨损伤区去除硬化骨,开放软骨下骨的血管区,以促进软骨的修复。缺点是关节面的正常几何轮廓受到破坏,并造成关节面的承载能力下降。软骨下钻孔是用电钻在软骨损伤处钻孔穿透软骨下骨,以释放有利于软骨修复的骨髓成分。缺点是产生有热量的骨坏死,对关节内的许多区域不能进行垂直操作。自体软骨细胞移植术包括两个手术。首先在关节镜下采集关节软骨,将软骨细胞在培养基中增殖浓缩后,再通过关节切开术移植到损伤区,并用骨膜瓣加以覆盖。对于不同程度的软骨缺损,Gross^[2]在 2002 年提出了一项治疗膝关节软骨缺损的粗略指南:影响软骨修复技术选择的因素是软骨缺损的直径、骨缺损的深度和膝关节的对线。当未累及骨的软骨缺损直径 $< 3\text{ cm}$ 时,选择微骨折、自体软骨细胞移植、骨软骨自体移植和骨膜移植;当骨软骨缺损直径 $< 3\text{ cm}$ 、骨深度 $< 1\text{ cm}$ 时,选择自体软骨细胞移植、骨软骨自体移植和骨膜移植;当骨软骨缺损直径 $> 3\text{ cm}$ 、骨深度 $> 1\text{ cm}$ 时,选择骨软骨自体移植。总之,骨受累的越多,需要自体移植的组织就越多。特别要强调恢复对线的手术必须作为附加手术施行,否则软骨损伤处的压力将大于生理压力。

3 临床效果

Steadman^[3]对 1 200 例经过至少 7 年的随访显示,症状改善是最大的改善参数。在术后平均 3~5 年时,75% 改善,20% 无变化,5% 恶化。日常活动和力量工作的相关参数也有显著改善,67% 改善,20% 无变化,13% 恶化。力量运动者,65% 改善。但案牍工作者的相关参数无变化。对单纯软骨缺损与复杂损伤如前交叉韧带或半月板损伤患者之间的效果进行比较,症状也有显著改善。术前评分在单纯软骨损伤组较差。在术后评分复杂损伤在头 5 年始终较高,从第 6 年开始两组相似。

Passler^[4]在 1992~1998 年应用微骨折技术治疗 351 例,162 例在术后 3~6 年,平均 4.4 年接受问卷调查,疼痛也是最大的改善参数,78% 改善,18% 无变化,4% 较差。

Blevins 等^[5]比较了高水平运动员和业余运动员微骨折治疗的效果。有 38 例高水平运动员和 140 例业余运动员完成了术前和术后逐年的问卷调查,记录了症状、功能和活动水平。26 例高水平运动员和 54 例业余运动员数据再次关节镜检查。随访平均 $(3.7 \pm$

1.4) 年,功能和症状的改善两组相似。

所有作者均未发现与微骨折手术直接相关的并发症。但发现无改善的患者都有各种预计会影响效果的因素,如反复损伤、年龄逐渐增高、关节间隙狭窄和术后未坚持 CPM 治疗。但也有许多患者虽然也有一两种情况存在,但仍显示出比术前状态有所改善。

4 实验研究

在组织学上,微骨折产生的组织显示为杂交的透明软骨和纤维软骨。在单一基质的陷窝内有软骨细胞存活。Frisbie 等^[6]在 1999 年发表了一项对 10 匹马的全层软骨缺损的研究报告。他们将这项关节镜技术用于实验马的马掌和股股关节。一半用微骨折治疗,一半作为对照未予治疗。在术后 4 个月和 12 个月分别对 5 匹马进行研究。他们发现马的关节软骨与人非常相似。在大体和组织形态学上观察到微骨折技术使缺损得到填充。他们还观察到微骨折的再生组织包含约 50% II 型胶原,然而对照组的再生组织只有 30% II 型胶原。在大体上,微骨折以平均 75% 的再生组织充填缺损,而对照组仅为 45%。有统计学显著性差异。在组织学上,微骨折再生组织显示比对照组织附着更好和更稳定。Frisbie 等^[7]后来又用马模型研究了微骨折术后早期软骨的成分。他们在马模型的股骨内髁的负重部位创建骨缺损区,然后用微骨折加以处理。在术后 6 周,用组织学技术、逆转录配对聚合酶链反应、原位杂交和免疫组化分析新生软骨的细胞外基质成分。结果证实了 II 型胶原的 mRNA 表达增加。他们认为虽然微骨折技术显示了临床功能的改善、修复组织的容量增加和 II 型胶原的含量增加,但可聚蛋白多糖的含量比理想的要少。

Lee 等^[8]对犬的膝关节模型进行了研究。他们采用了 3 种软骨修复方法:微骨折、微骨折加 II 型胶原基质、自体软骨细胞包埋的胶原基质。在术后 15~18 周进行了物理学特性(厚度、均衡压缩模量、动态压缩刚度和流势)和生化成分(水合性、糖胺多糖含量和 DNA 含量)分析。研究显示 3 种方法差异无显著性,但做了取材手术的关节的髌骨软骨发生了动态刚度和流势的改变。他们认为,虽然还不知道这种改变是否会导致骨关节炎关节退行性变,但研究提供的证据表明,与治疗软骨缺损的自体细胞移植有关的软骨取材手术,导致了关节软骨的改变。Breinan 等^[9]也用同样的 3 种方法对杂种狗的膝关节模型进行了研究。他们在滑车上创建直径 4 mm 的软骨缺损,结果显示平均填充率为 56%~86%,最大的填充量见于微骨折加 II 型胶原基质组。3 种方法的新生的组织类型相似,均为占优势的纤维软骨。

5 结论

与软骨下钻孔比较,微骨折产生无热量坏死。微骨折锥实际上可达到整个关节,有良好的可操作性。

(下转第 354 页)

(上接第 351 页)

而使用电钻会受到相当多的限制,有些部位是操作盲区。微骨折产生的粗糙面提供了能使血凝块牢固附着的表面。虽然软骨下板被穿透,但它保持结构的实际完整和关节的轮廓和形状,并增加了网织干细胞的局部含量。

Sledge^[10]将微骨折手术的优点总结为 6 项:①微骨折是一项微创手术,能在关节镜检查时进行;②微骨折保留了软骨下板的完整,改善了愈合时的愈合物理学特性;③产生无热量的坏死,而且不需要对骨面进行抛光;④能使用各种角度的锥,以便控制穿孔的深度和位置,并能达到关节软骨的全部负重和接触区;⑤手术设备和消耗品微小,不需要昂贵的细胞培养和非标准的关节镜手术设备;⑥不同于骨软骨、软骨膜、骨膜和软骨自体移植,无供区患病率。Sledge^[10]同时也指出严格的手术及康复要求:①手术本身的技术要求并不高,但要求对软骨下板和周围的健康软骨做到一丝不苟的处理,充分清除非健康的软骨;②不仅手术本身重要,良好的康复同样重要;③要严格强调限制负重,术后应用 CPM 是康复成功的保证。

综上所述,微骨折技术是一项可供选择的修复膝关节软骨缺损的完全在关节镜下操作的微创技术。

参考文献

1 Steadman JR , Rodkey WG , Rodrigo JJ. Microfracture : surgical technique and rehabilitation to treat chondral defects. Clin Orthop , 2001 ,391 (Suppl) S362 – S369.

2 Gross AE. Repair of cartilage defects in the knee. J Knee Surg , 2002 ,15 :167 – 169.

3 Steadman JR , Rodkey WG , Singleton SB , et al. Microfracture procedure for treatment of full – thickness chondral defects : Technique ,clinical results and current basic science status. In : Harner CD ,Vince KG ,Fu FH ,eds. Techniques in knee surgery. Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia 2001. 23 – 31.

4 Passler HH. Microfracture for treatment of cartilage defects. Zentralbl Chir 2000 ,125 :500 – 504.

5 Blevins FT ,Steadman JR ,Rodrigo JJ ,et al. Treatment of articular cartilage defects in athletes : an analysis of functional outcome and lesion appearance. Orthopedics ,1998 ,21 :761 – 767.

6 Frisbie DD ,Trotter GW ,Powers BE ,et al. Arthroscopic subchondral bone plate microfracture technique augments healing of large osteochondral defects in the radial carpal bone and medial femoral condyle of horses. Vet Surg ,1999 ,28 :242 – 255.

7 Frisbie DD ,Oxford JT ,Southwood L ,et al. Early events in cartilage repair after subchondral bone microfracture. Clin Orthop 2003 ,407 : 215 – 227.

8 Lee CR ,Grodzinsky AJ ,Hsu HP , et al. Effects of harvest and selected cartilage repair procedures on the physical and biochemical properties of articular cartilage in the canine knee. J Orthop Res , 2000 ,18 :790 – 799.

9 Breinan HA ,Martin SD ,Hsu HP ,et al. Healing of canine articular cartilage defects treated with microfracture , a type – II collagen matrix , or cultured autologous chondrocytes. J Orthop Res 2000 ,18 : 781 – 789.

10 Sledge SL. Microfracture techniques in the treatment of osteochondral injuries. Clin Sports Med 2001 ,20 :365 – 377.

(收稿日期 2003 – 06 – 13)

(修回日期 2003 – 07 – 22)