

· 非血管介入 ·

# 经皮腰椎间盘旋切术 : 影像学表现与疗效分析

张沧桑 项根华

【摘要】 目的 分析腰椎间盘突出症的影像学表现与经皮腰椎间盘旋切术 (PLD) 临床疗效的关系。方法 应用 PLD 术治疗腰椎间盘突出症 52 例 , 包括单纯性包容性腰椎间盘突出 40 例 , 椎间盘后缘及后纵韧带钙化 4 例 , 真空症并伴严重的腰椎退行性变 3 例 , 伴椎间隙狭窄 2 例 , 椎间盘突出伴轻微脱垂 2 例 , 椎间盘脱出 1 例。结果 总有效率为 84.6% , 其中显效 50.0% , 有效 34.6% , 无效 15.4%。结论 PLD 术是一种有效、安全、可靠的治疗腰椎间盘突出症的方法 , 影像学表现有助于 PLD 适应证的选择和疗效估计。

【关键词】 腰椎间盘突出 ; 旋切 ; 突出 ; 经皮椎间盘切除

Percutaneous lumbar discectomy : the relationship of imaging features with clinical efficacy ZHANG Cangsang, XIANG Genhua. Department of Radiology, Pujiang Hospital, Zhejiang Province 322200, China

【Abstract】 Objective To analyze the relationship of imaging findings of lumbar disc herniation with the clinical efficacy after percutaneous lumbar discectomy (PLD). Methods 52 patients were undergone PLD, including 40 cases of disk confined protrusion, 4 with calcification of posterior edge of the disc and posterior longitudinal ligament, 3 severe degeneration, 2 shown narrowing of the intervertebral space, 2 mild herniation and 1 obvious herniation. Results The total effective rate reached 84.6%, including markedly improved 50.0%, moderately improved 34.6% and no change in 15.4%. No complication occurred. Conclusions PLD is an efficient, safety method to treat the protrusion of lumbar intervertebral disc. Imaging is helpful for exploring the indication and evaluating efficacy of PLD.

【Key words】 Lumbar ; Intervertebra disc ; Herniation ; Percutaneous discectomy

腰椎间盘突出症是临床常见病 , 多发病。多数患者可经传统的保守治疗缓解 , 部分患者需手术治疗 , 尽管外科髓核摘除术疗效肯定 , 但由于畏惧心理 , 多数患者不愿接受手术治疗。随着经皮穿刺腰椎间盘旋切术 (PLD) 临床广泛应用 , 已成为治疗腰椎间盘突出症的有效方法之一。我院自 2000 年 10 月至 2002 年 12 月 , 应用国产电动式腰椎间盘旋切仪治疗腰椎间盘突出 52 例 , 对治疗效果分析如下。

## 资料与方法

### 一、一般资料

2000 年 10 月 ~ 2002 年 12 月采用 PLD 术治疗腰椎间盘突出症患者 52 例 , 男 25 例 , 女 27 例 , 年龄最大 68 岁 , 最小 32 岁 , 平均  $(40 \pm 11)$  岁。所有病例均经 CT 或 MRI 检查确诊为腰椎间盘突出症。临

床表现为腰腿痛及下肢麻木等症状 , 其中 1 例伴大、小便失禁 , 不能行走 , 不能安睡 , 影像学改变与临床表现相符。病程半年以内 2 例 , 半年至 2 年 12 例 , 2 ~ 5 年 20 例 , 5 年以上 18 例。

### 二、影像学检查

CT 或 MRI 显示  $L_{3-4}$  椎间盘突出 5 例 ,  $L_{4-5}$  椎间盘突出 32 例 ,  $L_5-S_1$  椎间盘突出 8 例 , 多个椎间盘突出 7 例 ; 单纯性包容性腰椎间盘突出 40 例 , 椎间盘后缘及后纵韧带钙化 4 例 , 其中 3 例为局限性斑点状钙化 , 1 例为长条状钙化 , 真空症并伴严重的腰椎退行性变 3 例 , 伴椎间隙狭窄 2 例 , 椎间盘突出伴轻微脱垂 2 例 , 椎间盘脱出 ( 即纤维环完全断裂 ) 1 例。

### 三、治疗方法

(一) 设备及器械 日立 130u 800mA 胃肠机 , 南京英特雷公司生产的电动式经皮腰椎间盘旋切仪 , 负压吸引器 , 生理盐水 ( 内加庆大霉素 18 万 U

和洁霉素 1.8g)l 000ml 为旋切流动冲洗液。

(二) 体位及穿刺 患者侧卧于 X 线机床面上,患侧位于上方,以 CT 片上测得的脊柱旁开距离作为参数。用甲紫在体表上做标记,无菌、麻醉,在 X 线双向定位下将穿刺针插入腰椎间盘中央。

(三) 破坏及旋切抽吸 拔出针芯后依次由细到粗插入套管针,最后将外套管留在椎间盘内,用环锯反复多次切割纤维环,然后置入电动旋切仪,反复多方向切割抽吸,直至无髓核组织吸出为止。术毕拔出外套管,局部压迫后无菌包扎,术后常规抗菌药物预防感染 3~5 d。均经 6 个月以上随访。

(四) 疗效判定标准 显效:疼痛消失,无运动功能受限,恢复正常工作和生活;有效:偶有疼痛或腿部不适,不影响工作和生活;无效:术后症状无改善或加重。

结 果

一、穿刺成功率

所有患者均穿刺成功,成功率 100%。

二、治疗效果和并发症

本组 52 例有 48 例在手术第 2 天出现程度轻重不一的腰部酸胀,42 例术后数小时或第 2 天神经分布区域出现刺痛、跳痛或胀痛,1 周至 1 个月内消失。经 6 个月以上随访总有效率 84.6%,其中显效 50.0%,有效 34.6%,无效 15.4%(表 1)。无术后椎间盘感染,无大血管或神经损伤,无局部血肿等并发症。

讨 论

一、术后近期的症状分析

本组多数患者于术后出现腰部酸胀,这可能与术后腰椎间盘创伤、水肿有关,随着创伤修复、水肿消退、症状自然消失。神经分布区的疼痛在本组中

表 1 腰椎间盘突出症影像学表现与 PLD 疗效关系

影像学表现	例数	显效	有效	无效
单纯性包容性腰椎间盘突出	40	24	13	3
椎间盘及后纵韧带钙化	4	2	1	1
真空症并严重的腿椎退行性变	3		1	2
椎间盘突出伴椎间隙狭窄	2		2	
椎间盘突出伴轻微脱垂	2		1	1
腰椎间盘脱出	1			1
合计	52	26	18	8

占 80.7%。疼痛在 1~2 个月内逐渐缓解的原因是纤维环的缓慢回缩及受损神经细胞的康复<sup>[1 2]</sup>。

二、影像学表现与术后疗效对照分析

1. 本组 40 例 CT 显示为单纯性包容性腰椎间盘突出患者,显效或有效 37 例,说明单纯性包容性腰椎间盘突出是 PLD 适应证。

2. 本组椎间盘及后纵韧带钙化 4 例,其中 3 例为局限性斑点状钙化,术后均为显效和有效,1 例为长条状钙化,术后无效,因此,椎间盘和后纵韧带钙化可能会影响 PLD 疗效,根据其钙化的形态可初步判断疗效。

3. 本组示真空症并严重的腰椎退行性变中 1 例程度较重,伴大、小便失禁,不能行走,不能安睡,术前告之非 PLD 适应证,术后未再大、小便失禁,可下床用拐杖助行,前 3 个月症状频繁反复,半年后随访症状完全消失,起居如常人,可见真空症并伴有严重腰椎退行性变并非 PLD 绝对禁忌证。

4. 本组 2 例椎间盘突出伴椎间隙狭窄,术后均有效,故合并椎间隙狭窄者非 PLD 绝对禁忌证。

椎间盘自身具有明显的体积弹性模量特性,即很小的体积变化就可导致较大的压力改变,产生一系列临床症状。PLD 的治疗机制是在纤维环上开窗并将部分髓核组织切割吸出,明显降低椎间盘内压力,减少突出腰椎间盘的内容,从而减轻或消除对



图 1 椎间盘包容性突出, PLD 术后恢复良好



图 2 椎间盘突出并后缘钙化, PLD 术后症状有所缓解



图 3 椎间盘明显左后方突出, PLD 术后无明显疗效

神经根及椎间盘痛觉感受器的刺激,使症状减轻以至消失,获得部分类似手术直接减压的效果<sup>[3]</sup>。影像学检查可大致明确病变类型,从而推测其 PLD 术后疗效。

参 考 文 献

1 边杰,陈丽英,马小磊.经皮穿刺腰推间盘切割术及疗效观察.介

入放射学杂志,1992,1:20-22.

2 滕皋军,郭金和,何仕诚,等.利用自制电动旋切式椎间盘拆除器行经皮腰椎间盘摘除术.中华放射学杂志,1994,28:237.  
3 Choy PS. Percutaneous laserdisc decompressor(LDD); 12 years experience with 752 procedures in 518 patients, J Clin Laser Med Surg, 1998, 16:325.

(收稿日期 2002-09-03)

· 病例报告 ·

血管内栓塞治疗椎动脉动静脉瘘并神经纤维瘤一例

张琰 刘建民 许奕 洪波 赵文元 黄清海 张鑫 周晓平

患者男,38岁。因四肢麻木无力2个月加重20d入院。在外院行MRI诊断为“椎管内肿瘤”。入院体检:双上肢肌力1级,双下肢肌力0级,肌张力高。双上肢皮肤浅感觉减退,腰背部感觉麻木。躯干四肢、左眶多发散在1~3cm大小皮肤肿块,质中,活动,无红肿、无压痛。

入院后行颈椎MRI示“颈椎管内血管畸形并C<sub>4</sub>至C<sub>7</sub>平面脊髓重度受压变形(图1)。于2003年2月21日行双侧椎动脉、甲颈干、肋颈干及双侧颈总动脉造影检查,左椎动脉造影可见C<sub>6</sub>水平椎动脉动静脉瘘(图2),瘘口大小约1.5cm,静脉扩张成球,位于椎管内,静脉经椎旁静脉和颈静

脉引流,椎动脉近瘘口处自身扩张迂曲,直径约8mm。左侧甲颈干造影未见异常。行右侧椎动脉造影可见右椎动脉—基底动脉—左椎动脉—C<sub>6</sub>水平瘘口注入静脉球内的脑盗血影像,可更清晰显示瘘口(图3)。余血管造影未见异常。

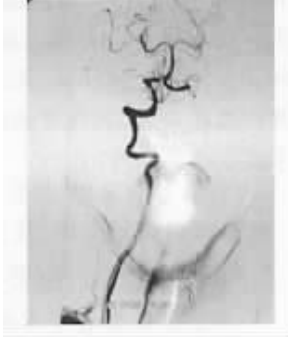
0.035英寸导丝引导下5F造影管越过瘘口达左椎动脉C<sub>3</sub>水平,予COOK公司游离纤毛钢圈作瘘口远心端椎动脉内栓塞,来自对侧椎动脉血流阻断。再将造影管退至瘘口近心端椎动脉内,分别用4枚钢圈将血流阻断。左锁骨下动脉及右椎动脉造影示瘘口消失,静脉完全不显影,结束治疗(图4)。



图1 MRI显示椎动脉压迫 图2 左椎动脉造影显示瘘口



图3 右椎动脉造影右椎动脉—基底动脉—左椎动脉—C<sub>6</sub>水平瘘口 图4 术后右椎动脉造影静脉完全不显影



手术过程中,栓塞瘘口远心端,患者即感左上肢感觉恢复,查体可见双上肢肌力从1级恢复到3级。栓塞结束后双上肢肌力均达到3级以上,腰背部感觉恢复,原双下肢呈痉挛性屈曲,膝关节不能伸直,术毕肌张力已降低,双膝能伸直。双下肢肌力由0级恢复至2级。

讨论 椎动脉动静脉瘘较少见,本例患者还并发神经纤维瘤。本例患者症状的产生主要是瘘口及动脉化的静脉球搏动性压迫脊髓导致。因此在栓塞过程中,随着血流的减少,症状立即缓解。此外由于脊髓引流静脉回流受阻,使椎管内

静脉压力增高、循环减慢形成椎管内静脉高压综合征。椎管内静脉高压综合征的早期诊断及治疗非常重要,延误治疗可能造成患者某些神经功能的永久缺失。采用微创介入治疗,创伤小。对于所有动静脉瘘,都应闭合瘘口,但术中切不可将扩张迂曲的正常引流静脉栓塞。在栓塞材料的选择上,本例患者瘘口较大,直接闭塞瘘口困难且风险大,选用带纤毛钢圈作瘘口孤立,手术达到“立竿见影”效果。

(收稿日期 2003-03-24)

# 经皮腰椎间盘突出术:影像学表现与疗效分析

作者: 张沧桑, 项根华  
作者单位: 322200, 浙江省浦江县人民医院  
刊名: 介入放射学杂志 ISTIC PKU  
英文刊名: JOURNAL OF INTERVENTIONAL RADIOLOGY  
年, 卷(期): 2003, 12(3)  
被引用次数: 2次

## 参考文献(3条)

1. 边杰, 陈丽英, 马小磊 经皮穿刺腰椎间盘突出术切割术及疗效观察[期刊论文]-介入放射学杂志 1992(01)
2. 滕皋军, 郭金和, 何仕诚 利用自制电动旋切式椎间盘拆除器行经皮腰椎间盘突出 1994
3. Choy PS Percutaneous laserdisc decompressinon(LDD); 12 years experience with 752 procedures in 518 patients 1998(16)

## 相似文献(10条)

1. 期刊论文 张德仁, 肖礼祖, 熊东林, 张强, 郑虎山, 朱宏骞, ZHANG De-Ren, XIAO Li-Zhu, XIONG Dong-Lin, ZHANG

Qiang, ZHENG Hu-Shan, ZHU Hong-Qian 经皮Decompressor髓核旋切腰椎间盘减压术 -中国疼痛医学杂志2006, 12(5)

目的:观察经皮Decompressor髓核旋切术治疗腰椎间盘突出症的临床疗效和安全性.方法:选择46例包容性腰椎间盘突出症患者,应用美国史赛克公司生产的Decompressor髓核旋切器,在X-线的引导下,经后外侧穿刺入路,行髓核旋切腰椎间盘减压术.用治疗前和治疗后三天、三个月VAS评分、SLRT及治疗优良率来评价临床疗效.结果:治疗后三天、三个月VAS评分均较治疗前明显降低( $P<0.05$ ),SLRT较治疗前明显提高( $P<0.05$ ),治疗后三天和三个月时的治疗优良率分别是82.61%和89.13%.治疗后未发现明显的并发症.结论:经皮Decompressor髓核旋切术能快速而有效达到椎间盘减压目的,具有操作简便、损伤小、安全性高、疗效好、对旋切出的髓核组织可做定量和定性分析等优点.

2. 期刊论文 李世红, 阮国辉 经皮腰椎间盘突出自动旋切术后的护理与康复 -中国临床康复2002, 6(12)

经皮腰椎间盘突出自动旋切术(APLD)治疗腰椎间盘突出症是国内近几年来开展的一项介入治疗新技术,具有创伤小、并发症少、恢复较快等优点.积极有效的术后护理是加快此手术恢复的关键,对病人进行相应的健康教育,能够使手术最终获得满意疗效,现将护理体会报告如下.

### 1对象与方法

我院自1997年以来应用南京英特雷雷公司产ITR-IV自动旋切式椎间盘摘除器,为146例腰椎间盘突出症患者实施手术,术后护理:(1)心理护理:患者对手术后的效果报的希望值较大,术后、特别是1周内仍有不适症状时,会产生焦躁、消沉的情绪,不能以良好的心态配合术后护理.帮助患者了解手术的原理,在认识此种手术优点时,不能单纯地认为是一种小手术.避免患者产生误区,忽略了术后必要的休息和康复训练,延长了术后的恢复时间,甚至影响手术的成功率.让患者积极、主动地接受和参加术后康复指导和训练.(2)指导休息:术后绝对卧床休息5~7d,减轻纤维环软组织的出血、水肿,防止纤维环进一步损伤.1月内卧床休息为主,3月内禁止腰部负重,尽量减少做反弯腰或扭动腰部及搬、扛、推等用腰背肌力的动作.患者应睡硬板床,翻身时采取轴线翻身,以仰卧位和侧卧位为宜,保持脊柱自然曲度,降低椎间盘压力.(3)加强腰背肌锻炼:指导患者进行腰背肌锻炼,掌握具体的锻炼方法.方法:①为仰卧5、4、3法,即患者平卧,双腿屈膝,臀、背部尽量往上抬,20个/次,2次/d.此方法锻炼强度较低.②为俯卧飞燕式,即患者取俯卧背伸位,两肩抬起,双手向后,同时用力抬起胸部和下肢,使其离开床面,似如“飞燕”,2次/d,10~20个/次.在锻炼过程中,动作应缓慢,争取较大幅度,但不宜勉强.此方法适宜年轻患者.腰背肌锻炼可增强纤维环纵韧带弹性,利于突出髓核回纳,从而减轻了神经根的压力.本组病例中3个月的显效率为98%.(4)开展健康教育:有计划、有目的、有评价地对患者的功能锻炼进行指导.根据不同性别、年龄段的患者,指导患者在日常生活中,保持正确的站立姿势和坐位姿势,注意工作时劳逸结合,不能过久站立和负重.平时应注意保暖,减少吸烟,禁止搬过重的物品.保持大便通畅,必要时应服缓泻剂,防止因用力排便致腹压增大,发生髓核突出[1].帮助患者改变不良习惯,树立自我保健意识,积极参与健康教育活动,解答患者提出的与疾病相关的问题,避免可引起腰椎间盘突出复发的因素.

3. 期刊论文 王忠, 陆秉泰, 王铠, 吴敏, 沈绍勇 经皮旋切在腰椎间盘突出症再手术中应用 -颈腰痛杂志2004, 25(3)

目的探索一种治疗腰椎间盘突出症术后复发的有效途径.方法根据CT定位,X线下经皮腰椎间盘突出,置入扩张管,放入旋切刀,每50ml生理盐水中加入庆大霉素16万u,洁霉素1.2g冲洗,负压吸引.结果本组22例患者中,治疗效果:优10例,良8例,可4例,优良率81.8%.结论该方法创伤小,安全性高,不破坏椎管稳定性,不影响椎管内容物,不失为治疗腰椎间盘突出症术后复发的有效方法之一.

4. 期刊论文 高先亨, 朱裕成, 杨太明, 郑红兵, 马军, 许兴柏 经皮穿刺旋切术治疗腰椎间盘突出症术后椎间隙感染(附5例报告) -中国微外科杂志2007, 7(7)

目的 探讨经皮穿刺旋切术治疗腰椎间盘突出术后椎间隙感染的价值.方法 1998年10月~2005年6月对5例腰椎间盘突出术后椎间隙感染,采用经皮穿刺旋切术,在C形臂X线机下穿刺进入感染椎间隙,置管抗生素液持续冲洗引流.结果 5例术后腰痛明显减轻,冲洗时间4~7 d,平均6.1 d.4例细菌培养阳性.5例随访6~40个月,腰痛等症状未复发;术后半年X线复查:椎间隙变窄、模糊,椎体前缘有骨折形成.结论 经皮穿刺旋切术操作简单,创伤小,能迅速缓解症状,是治疗腰椎间盘突出症术后椎间隙感染的有效方法之一.

5. 期刊论文 郭素梅, 上官海琴 腰椎间盘切吸加胶原酶溶解术的护理 -内蒙古中医药2009, 28(23)

腰椎间盘切吸加胶原酶溶解术是在CB机定位局部麻醉下,从突出的椎间盘水平中线旁开8~12cm处斜向内侧插入定位针再缓慢将其送入椎间盘后1/3,依次由细到粗插入套管针,用锯齿“开窗”后再置入电动旋切器切割纤维环,用髓核钳反复多方向多角度钳夹髓核组织并抽吸至无髓核被抽出为止,再将胶原酶准确的注射到腰椎突出部位,将突出的腰椎间盘髓核溶解成人体可以吸收的氨基酸类物质,从而彻底解除其对神经根的压迫和刺激所造成的腰痛症状.

6. 期刊论文 薛胜, 刘晓林, 张长彪, 冯兴文 经皮腰椎间盘突出术(PLD)相关治疗问题探讨 -重庆医学2005, 34(3)

目的经临床PLD手术90例,通过统计分析和资料回顾,旨在更好得掌握PLD术的适应症和禁忌证,提高PLD手术疗效.方法采用滕氏VI型自动旋切设备,对90例经PLD手术患者的术前和术后的临床表现进行随访研究.结果影像学表现与临床症状体征紧密结合,掌握好适应症、切除方法得当、注意术中严格无菌消毒是手术成功的3大要素.结论 PLD介入治疗腰椎间盘突出具有创伤小,疗效好的特点.

7. 期刊论文 蔡成君, 李亚平, 颜文才, 丁沧清 腰椎间盘突出中医证型与旋切治疗 -辽宁中医杂志2001, 28(6)

目的:分析腰椎间盘突出各中医证型的旋切治疗疗效.方法:将腰椎间盘突出进行中医分型,再行CT扫描,将腰椎间盘突出的临床症状和突出程度进行分级量化观察.结果:旋切治疗有效率血瘀证95.5%,寒湿证96.5%,湿热证95.4%,肝肾亏虚证89.6%,总有效率94.7%.结论:腰椎间盘旋切治疗具有广阔的发展前景,是一种无创伤的最新治疗法,其疗效与中医证型密切相关.



8. 期刊论文 [方华宴, 贺卫东, 李德东. 经皮穿刺髓核旋切治疗腰椎间盘突出10例](#) - [人民军医](#)2008, 51 (5)  
2006年4~11月, 我们采用经皮穿刺髓核旋切治疗腰椎间盘突出10例, 疗效满意. 现分析报告如下.

1 临床资料

1.1 一般情况本组10例均为男性; 年龄18~28岁, 平均23岁. 均经CT及MRI检查确诊, 行脊髓造影6例. 左侧3例、右侧4例、中央型3例; 单纯L4, 5突出6例、L5S1突出2例, L4, 5及L5S1突出2例.

9. 期刊论文 [陈刚. CT导向经皮椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出](#) - [铁道医学](#)2001, 29 (3)  
近年来, X线电视下经皮腰椎间盘切除术 (PLD) 已成为治疗腰椎间盘突出症的一种有效手段, 我们在普通PLD基础上开展了5例CT下经皮腰椎间盘切除术 (CT-PLD), 取得满意疗效, 现报道如下.

1 临床资料

1.1 一般资料  
1998年3月以来, 共5例患者行CT-PLD治疗, 男3例, 女2例, 年龄31~53岁, 病程7个月~9年. 治疗的椎间盘包括L4~54个, L5~S11个. 5例患者有明确的腰椎间盘突出症症状, 如持续性坐骨神经痛、腰痛、直腿抬高试验阳性等, 均经CT检查确诊为腰椎间盘突出症. 经6个月以上保守治疗无效, 且影像学与临床定位基本相符.

1.2 仪器  
CT机为东芝Auklet螺旋CT机. 南京产APD-II型腰椎间盘摘出器, 普通负压吸引器.

1.3 手术方法  
患者采取俯卧位, 常规作腰椎CT扫描, 选择最佳椎间盘突出层面, 确定穿刺点和路径, 避开血管和神经, 皮肤消毒, 局麻. 穿刺点用手术刀切一小口, 在CT引导下将定位针插入, 针尖指向椎间盘中央, 通过CT定位像扫描来修正偏差. 作CT扫描确定针尖的位置合适后, 抽出定位针针芯, 逐级插入扩张套管, 最后将2.5mm的套管针留在椎间盘内, 用锯齿针切开纤维环, 即“开窗”. 置入电动旋切器进行切割和抽吸髓核, 然后CT扫描确定残存髓核的位置, 调整旋切器切刀窗的深度、方向和角度进行补充切除, 若髓核块较大则置入髓核钳钳取. 术后立即将抽出的髓核组织离心并定量, 同时再行CT扫描观察椎间盘变化及有无穿刺道出血. 术后患者卧床并抗感染1周.

10. 期刊论文 [戴亚娟. 经皮穿刺腰椎间盘突出旋切术的护理](#) - [现代中西医结合杂志](#)2004, 13 (5)  
经皮穿刺腰椎间盘旋切术是在X线透视下定位、穿刺及插管, 经套管送入髓核钳和切器至髓核腔内, 摘除部分髓核, 达到局部减压, 以缓解腰腿痛的症状. 我院在2002年开展了此项目, 现将旋切术的护理体会归纳如下.

引证文献 (2条)

1. 高伟, [张远明, 石婷, 郑慧宁. 经皮腰椎间盘切除术后应用β-七叶皂苷钠的临床意义](#) [期刊论文] - [介入放射学杂志](#) 2007 (1)

2. [唐勇, 刘良荣, 侯廷全, 刘贤文, 贺开贵, 官彬, 文鹏程, 彭吉明, 廖先国, 黄勇. 经皮腰椎间盘旋切术疗效不佳原因分析](#) [期刊论文] - [重庆医学](#) 2007 (6)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_jrfxszz200303018.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jrfxszz200303018.aspx)  
授权使用: 西安交通大学 (xajtdx), 授权号: 3785621b-ddd8-4391-9e3d-9e4100cf3a75

下载时间: 2010年12月3日