

椎间孔镜微创髓核摘除术用于腰椎间盘突出症再手术的解剖学优势

李纯志 刘伟 赵宏 方煜

【摘要】 目的 探讨经皮椎间孔镜技术用于腰椎间盘突出症复发后再手术解剖学优势及临床疗效。**方法** 运用前瞻性随机对照研究方法,严格按纳入标准选择解放军第一一三医院脊柱外科 2011 年 5 月—2014 年 4 月收治的椎间盘突出症单纯髓核摘除术后复发患者 25 例。根据患者住院 ID 号尾数的奇偶分为 2 组:微创组 13 例,行侧后路椎间孔镜微创髓核摘除术;开放组 12 例,行后路开放髓核摘除植骨融合内固定术。观察并比较 2 组患者手术时间、术中出血的差异,以及采用 ODI 和 VAS 评分评价术后 3 个月、1 年的疗效。**结果** 微创组手术时间(2.3 ± 1.1)h,长于开放组的(1.9 ± 0.8)h,术中出血量微创组(40 ± 15)mL 也少于开放组的(340 ± 150)mL,2 组比较差异均有统计学意义(t 值分别为 2.332, 5.466, P 值均 < 0.05)。2 组患者术后平均随访时间 20 个月(微创组 1 例随访仅 6 个月),末次随访时微创组患者临床疗效优 11 例、良 2 例,开放组临床疗效优 9 例、良 2 例、可 1 例。2 组患者在术前、术后 3 个月、术后 1 年随访时的 ODI 和 VAS 评分差异均无统计学意义(P 值均 > 0.05);2 组内术后 3 个月、术后 1 年的 ODI、VAS 评分均较术前低,差异均有统计学意义(P 值均 < 0.01)。**结论** 经皮椎间孔镜技术采用的是侧后入路,与首次手术时后路术式非同一解剖入路,针对来自神经根腹侧的复发致压突出物,无需牵开神经硬膜囊即可摘除突出物。椎间孔镜技术具有创伤小、出血少、术后康复快、对脊柱生物力学影响小等优点,能够有效地应用于腰椎间盘突出症复发患者。

【关键词】 椎间盘移位; 椎间盘切除术; 再手术; 外科手术,微创性; 经皮内镜

Anatomic advantage of percutaneous endoscopic lumbar discectomy in the reoperation treatment of lumbar disc reherniation Li Chunzhi, Liu Wei, Zhao Hong, Fang Yu. Department of Orthopaedics, the No. 113 Hospital of PLA; Spine Surgery Center of Nanjing Military Region, Ningbo 315040, China
Corresponding author: Liu Wei, Email: liuwei120120@163.com

【Abstract】 Objective To study the anatomic advantages and clinical outcomes of percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD) in the reoperation treatment of lumbar disc reherniation. **Methods** Using the prospective randomized study method, 25 continuous patients (Department of Orthopaedics, the No. 113 Hospital of PLA) suffered with lumbar disc reherniation from May 2011 to Apr 2014 were enrolled in our study, and randomly divided into percutaneous endoscopic lumbar discectomy group (PELD group, 13 cases) and posterior lumbar interbody fusion (PLIF) group (PLIF group, 12 cases) according to odd or even of the mantissa number of the patients' hospital ID. We observed the differences in operative time, blood loss, complications, and clinical efficacy between the two groups. **Results** The operation time of PELD group [(2.3 ± 1.1) h] was longer than the PLIF group [(1.9 ± 0.8) h], but the blood loss of PELD group [(40 ± 15) mL] was obviously less than that of PLIF group [(340 ± 150) mL] (all P values < 0.05). After a mean follow-up of 20 months, the outcome of surgical treatment showed excellent in 11 cases and good in 2 cases in PELD group, and excellent in 9 cases, good in 2 cases and fair in 1 case in PLIF group. There was no statistically significant difference in VAS and ODI scores between the PELD and PLIF group before surgery, and at the 3 months and 1 year follow-up postoperatively (all P values > 0.05). The ODI and VAS score were obviously lower than before surgery at the 3 months and 1 year follow-up postoperatively in the two groups (all P values < 0.01), respectively. **Conclusions** Percutaneous endoscopic lumbar discectomy was performed through the lateral approach, which was different from the back anatomic approach in the primary surgery. PELD could easily remove the herniated nucleus in the ventral of the nerve roots without retract the dural sac and nerve roots. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy has many advantages such as small injury, less bleeding, shorter hospitalization period, faster postoperative recovery, less damage of the lumbar biomechanics, and so on. It can be effectively used in the treatment of lumbar disc reherniation.

【Key words】 Intervertebral disc displacement; Discectomy; Reoperation; Surgical procedures, minimally invasive; Percutaneous endoscope

迄今为止,腰椎间盘突出症无论采用单纯髓核摘除术或经后路椎间盘镜下椎间盘切除术(microendoscopic discectomy, MED)技术治疗均具有较好的临床疗效,不失为优良的手术方法^[1]。然而,仍有 5%~19% 的患者因症状复发需要再次手术^[2-3]。再次开放手术摘除突出髓核或者同时行椎间植骨融合内固定术是目前治疗椎间盘突出症再发的主要方法,但存在创伤大、出血多、对脊柱生物力学影响大等诸多问题。近年随着脊柱微创技术的发展,椎间孔镜微创髓核摘除术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)在临床上取得了良好效果^[4],而椎间盘突出症复发病例也是微创手术适应证^[5]。目前关于两种手术方法治疗效果的比较尚未见报道。本研究前瞻性分析了采用 PELD、后路开放髓核摘除植骨融合内固定术治疗的单节段椎间盘突出复发患者,比较性分析 2 种治疗方法的术中情况和治疗效果,报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入标准与排除标准

纳入标准:(1)初次手术方式为后路单纯椎间盘髓核摘除术,未放置内固定和行脊柱融合术;(2)影像学检查证实同节段同侧椎间盘复发突出或对侧椎间盘突出;(3)患者具有明显腰痛或相应区域神经根性症状,保守治疗至少 2 个月效果不明显。病例排除标准:因基础疾病不能耐受微创或开放手术的患者。

1.2 一般资料

2011 年 5 月—2014 年 4 月解放军第一一三医院脊柱外科收治的 25 例椎间盘突出症单纯髓核摘除术后复发患者纳入本项研究。本研究经医院医学伦理委员会批准(批文号:113YY_LUNLI_2011013),患者均知情同意。

25 例患者本次入院再手术距初次手术的时间平均为 4.5 年(0.5~18.5 年)。期间均有症状缓解期。本次主要症状为:顽固下腰痛 2 例,一侧下肢根性放射痛 24 例,间歇性跛行 13 例。患者术前均常规进行腰椎正侧位 X 线、过伸过屈动力位 X 线片、腰椎 CT 及 MRI 检查。术前诊断情况为:25 例患者均为同节段再突出,其中旁侧型突出 21 例、极外侧型突出 4 例。同节段同侧椎间盘复发突出 18 例、同节段对侧椎间盘突出 7 例。

术前根据患者住院 ID 号尾数的奇偶将 25 例患者随机分为侧后路 PELD 组(微创组)和后路开放髓核摘除植骨融合内固定手术组(开放组)。其中,尾数奇数者 13 例纳入微创组,男 8 例、女 5 例,平均年

龄 42.5 岁(32~62 岁),病变节段位于 L_{4/5} 节段 9 例、L₅/S₁ 节段 4 例;尾数偶数者 12 例,纳入开放组,男 9 例、女 3 例,平均年龄 43 岁(35~68 岁),病变节段位于 L_{4/5} 节段 9 例、L₅/S₁ 节段 3 例。两组患者性别、年龄及病变节段比较差异无统计学意义(*P* 值均 >0.05)。

1.3 手术方法

1.3.1 侧后路 PELD 患者侧卧位,患侧朝上,腰下垫枕,使手术侧椎间孔略张开。C 形臂 X 线机透视确认并标记病变节段椎间隙水平,取脊柱后正中线上旁开 11~14 cm 为进针点。0.5% 利多卡因 5~10 mL 局部浸润麻醉。X 线引导下将 18G 穿刺针缓慢穿刺直至病变椎间隙下位椎体上关节突,插入导丝。穿刺点皮肤切开约 1 cm,沿导丝逐级扩张通道,再用扩孔钻磨除部分上关节突,将工作套管插入硬膜外间隙,透视明确通道位置良好后放置椎间孔镜。镜下仔细分离显露神经根、硬膜囊和突出物后,取出突出髓核组织,射频电极消融部分髓核碎片,纤维环破口行热凝皱缩成型。探查神经根及硬膜囊无明显受压,直腿抬高神经根活动良好后退出工作通道管,关闭切口,必要时放置引流管。术后 24~48 h 拔除引流管;术后第 2 天开始练习直腿抬高及腰背肌功能锻炼,并适当下地活动,1 个月内避免腰部过度负重。

1.3.2 后路开放髓核摘除植骨融合内固术 采用全身麻醉或连续硬膜外麻醉。患者俯卧于 U 型手术垫,以病变节段为中心取后正中皮肤切口长 8~10 cm,分离暴露病变节段椎板间隙;椎板开窗,仔细分离显露再突出之病变椎间盘,切开纤维环,摘除突出和椎间隙内残余髓核组织,终板刮刀刮除椎间隙上下软骨终板;将咬除的椎板剪碎后填入椎间融合器并植入椎间隙,同时行单侧或双侧椎弓根螺钉固定;常规放置切口引流管,关闭切口。术后 24~48 h 拔除引流管,卧床休息 2~3 周后在腰围保护下逐渐下地活动。

1.4 临床疗效评估标准

观察 2 组患者手术时间、术中出血量,术后疗效评定采用 ODI^[6],术后改善率 >75% 疗效为优,50%~75% 为良,25%~<50% 为可,<25% 为差。采用 VAS 评分评估疼痛缓解程度。术前及术后 3 个月、术后 1 年评估患者 ODI 和 VAS 评分,评估临床治疗效果。

1.5 统计学方法

应用 SAS 9.2 系统(SAS Institute, Cary, NC, USA)对数据进行统计分析。观察数据服从近似正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。组间各项观察数据比较采用

独立样本均数 *t* 检验, 2 组患者术前及术后的 VAS 评分和 ODI 比较采用配对样本 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术评价

微创组手术时间 (2.3 ± 1.1) h (1.8 ~ 3.5 h), 后路开放组 (1.9 ± 0.8) h (1.5 ~ 2.5 h), 差异有统计学意义 ($t = 2.332, P < 0.05$)。术中出血量开放组 (340 ± 150) mL (200 ~ 900 mL), 其中 10 例患者接受了自体血回输, 1 例患者进行了异体血输血; 微创组 (40 ± 15) mL (25 ~ 110 mL), 无患者需要进行自体血或异体血输血; 2 组比较差异有统计学意义 ($t = 5.466, P < 0.01$)。

2.2 临床疗效

本组 24 例患者随访时间 12 ~ 34 个月, 平均 20 个月; 另有微创组 1 例患者随访 6 个月, 不予术后 1 年评定。末次随访时微创组患者临床疗效优 11 例、良 2 例, 后路开放组疗效优 9 例、良 2 例、可 1 例。2 组患者在术前、术后 3 个月、术后 1 年随访时的 ODI 和 VAS 评分比较差异均无统计学意义 (P 值均 > 0.05); 同组内术后 3 个月、术后 1 年 ODI 和 VAS 评分均低于术前, 差异均有统计学意义 (P 值均 < 0.01)。见表 1。随访期间微创组未见椎间盘再突出病例; 后路开放组复查结果示椎间植骨融合良好, 未见断钉短棒和脊柱融合节段不稳征象。典型病例见图 1、2。

表 1 2 组患者术前及术后不同随访时间的 VAS 评分和 ODI 的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	VAS 评分(分)			ODI (%)		
		术前	术后 3 个月	术后 1 年 ^b	术前	术后 3 个月	术后 1 年 ^b
微创组	13	7.03 ± 0.64	1.42 ± 1.00 ^a	1.51 ± 1.13 ^a	66.9 ± 8.48	15.33 ± 2.77 ^a	15.05 ± 3.11 ^a
开放组	12	7.1 ± 0.55	1.56 ± 1.27 ^a	1.69 ± 0.97 ^a	67.3 ± 9.19	17.02 ± 3.24 ^a	15.53 ± 4.01 ^a
<i>t</i> 值	-	0.370	0.588	1.399	0.224	1.631	0.693
<i>P</i> 值	-	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

注: VAS: 疼痛视觉模拟评分; ODI: Oswestry 功能障碍指数; 微创组: 侧后路椎间孔镜微创髓核摘除术组; 开放组: 后路开放髓核摘除植骨融合内固定手术组; 配对 *t* 检验: 与同组术前比较^a $P < 0.01$, ^b 微创组有 1 例随访不足 1 年剔除

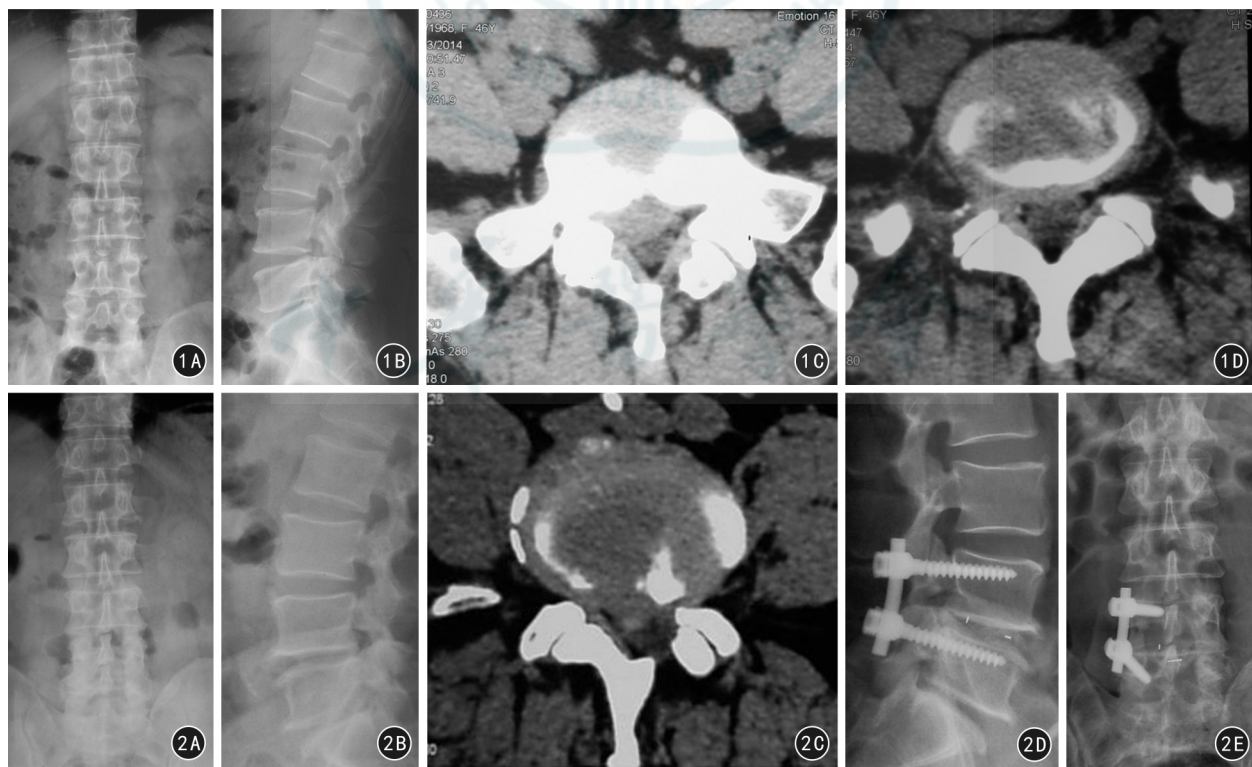


图 1 患者女, 43 岁, L₅/S₁ 椎间盘左后方突出单纯髓核摘除术后 8 年余, 腰部伴右下肢再发疼痛 6 个月 1A、1B 术前腰椎正侧位 X 线片检查示腰椎退变, L₅/S₁ 左侧椎板部分缺如 1C 腰椎 CT 检查示 L₅/S₁ 椎间盘向同节段对侧(右侧)再突出 1D L₅/S₁ 右侧经侧后路椎间孔镜微创髓核摘除术后 CT 示突出髓核已摘除, 部分关节突关节缺如 图 2 患者男, 46 岁, L_{4/5} 椎间盘左后方突出单纯髓核摘除术后 4 年余, 腰部伴右下肢再发疼痛 2 个月 2A、2B 术前腰椎正侧位 X 线片检查示腰椎退变, L_{4/5} 左侧椎板部分缺如, L_{4/5} 椎间隙变窄 2C 腰椎 CT 检查示 L_{4/5} 椎间盘向同节段对侧(右侧)突出 2D、2E L₄₋₅ 右侧单侧减压固定、椎间融合术后正侧位 X 线片

2.3 手术并发症

微创组手术总体上均较顺利,无中转开放手术治疗,其中有 1 例患者因粘连明显术中出現硬膜囊撕裂,未行特殊处理,术后无明显不适;2 例患者术后出現患侧神经根支配区域疼痛和麻木症状加重,经应用营养神经药物、甘露醇和地塞米松等对症治疗后分别于术后 2 周和 6 周后好转;无一例出現术后切口脑脊液漏。后路开放组 1 例患者术后出現脑脊液漏,术后第 4 天拔管,切口加压包扎后甲级愈合;3 例患者术后出現一过性神经根刺激症状,予以甘露醇和地塞米松等对症治疗后好转;12 例患者随访期间均有不同程度的腰背部僵硬、酸胀感。

3 讨论

随着影像学的发展,腰椎间盘突出症的诊断变得更加容易和直观,外科治疗更加普及,术式选择层出不穷。由于手术治疗腰椎间盘突出症大多系直接减压、祛除突出物,故近期疗效非常乐观;而减少创伤和确保远期疗效,尤其是对突出复发、远期失稳、邻椎病等问题需要进一步探讨解决。腰椎间盘突出症手术治疗后一旦发生突出复发,出現神经根损害症状时,病变局部椎管内受先前手术干扰致受累神经根周围布满纤维瘢痕组织,神经根已无法再度逃逸,通常非经再次手术难以获得满意疗效^[7]。

椎间盘突出症手术复发再手术的术式选择目前尚无既定统一标准及规范指南。本组 25 例患者初次手术后均有至少半年以上的症状缓解期,其中同节段对侧椎间盘突出 7 例,从解剖学上可以看作是未被外科干扰过;另外 18 例同节段同侧复发突出病例,虽然再手术的仍为同侧同间隙,但与先前的后路半椎板或椎板间术式并非同一入路,再手术中亦获得证明。因此,只要符合手术指证且无须融合固定、单纯的突出引起相应神经根性损害症状的病例,是可以通過椎间孔镜完成的。不论采用第一代 Joimax 椎间孔镜系统 + TESSYS 技术,或是第二代 maxMore 椎间孔镜系统 + maxMore 技术其解剖入路是一致的,即通过侧方入路经皮肤、筋膜、竖脊肌、椎间孔建立直径约 7 mm 工作通道到达目标区域,避免了传统后路手术对椎管和神经的干扰;而且不咬除椎板,不破坏椎旁肌肉和韧带,对脊柱稳定性无影响^[8]。Gibson 等^[3]甚至提出经皮内镜技术在未来或许成为椎间盘切除的金标准。

椎间孔镜应用于腰椎间盘突出症再手术有其独特的解剖学优势:(1)采用患者更加舒适的侧卧体位,必要时可将床头、尾降低使相应节段脊椎侧突以

扩大向上的椎间孔;(2)手术在局部麻醉下实施,避免了全身麻醉及椎管麻醉的风险,术中随时可以和患者互动沟通,尤其是术前直腿抬高受限者,摘除突出物松懈神经根后台下巡回协助做直腿抬高即可验证效果;(3)与先前首次手术经后路椎板间非同一入路,椎间孔镜对椎旁肌肉软组织无损伤,仅钻除部分上关节突经扩大后的椎间孔进入椎管,对腰椎骨性后结构无破坏;(4)无须牵开硬膜囊、神经根,仅直接摘除来自神经根腹侧的突出致压间盘组织;(6)纤维环破口的热凝皱缩成型可以最大限度地保留纤维环的完整性及椎间隙的高度,从而有助于防止远期复发^[2,9]。

椎间孔镜技术并非适用于所有腰椎间盘突出症再手术者。以下情况不适宜采用椎间孔镜微创技术:(1)椎间融合失败复发突出需要再次翻修者;(2)腰椎已经存在或潜在滑脱等不稳需要融合固定者;(3)患者有多次椎管内手术史,椎管内可能并发生严重的瘢痕增生、粘连者;(4)椎间盘突出复发病史漫长迁延尤其经历多次椎管内封闭者。椎间孔镜技术手术中需要注意的细节:(1)术中患者生殖器、盆腔用铅布加以防护;(2)术前作好两手准备,并与患者沟通取得一致,万一出現穿刺困难、工作通道安置困难、椎管内严重粘连等无法或难以完成时,应即时改为开放或其他术式;(3)遇 L₅/S₁ 节段突出者,对于髂嵴较高、骶椎腰化、横突肥大、突出物上移的患者可能会导致穿刺失败,应谨慎选用^[10];(4)摘除突出物后如发现纤维环破口已自行闭合或找寻困难者,不必为热凝皱缩成型而反复分离寻找;(5)术者必须熟练掌握相关解剖、穿刺定位及镜下操作技术,以减少 C 形臂 X 线机透视次数,并确保一旦改为开放手术或其他术式术者也能顺利完成。

本研究中采用 PELD 的微创组 13 例椎间盘突出复发患者近期疗效显著,与后路开放组一样取得良好治疗结果,随访期间未见髓核突出再发病例,具有创伤小、出血少、术后康复快、对脊柱生物力学影响小等诸多优点。但椎间孔镜微创手术治疗复发性腰椎间盘突出症时,因为患者为二次手术,椎管内瘢痕增生,使得视野不如初次手术清楚,往往导致术中难以完全摘除突出之髓核组织,术后可能会有少量髓核组织残留。后路椎板间开放手术虽然术中可以较清楚地暴露分离硬膜囊、神经根,突出髓核摘除较为彻底,但对脊柱后方组织结构破坏大,术后腰背部僵硬、酸胀感明显,这也影响了术后疗效;且脊柱融合后出現融合节段运动功能丧失、邻近节段的应力传导异常,导致脊柱融合邻近节段椎间盘退变加速,

即邻椎病的发病率不断升高^[11]。术者可以根据自身经验合理选择椎间孔镜或开放手术治疗。

综上,经皮椎间孔镜技术采用的是侧后入路,与首次手术时后路术式非同一解剖入路,针对来自于神经根腹侧的复发致压突出物,无需牵开神经根硬膜囊即可摘除突出物。椎间孔镜技术具有创伤小、出血少、术后康复快、对脊柱生物力学影响小等优点,能够有效地应用于腰椎间盘突出症复发患者。本研究的不足之处在于病例数较少,随访时间短,尤其是微创手术治疗组因髓核仍有残留,是否再次复发以及复发概率有多大都有待进一步观察和大样本研究。

参 考 文 献

- [1] Lida Y. Postoperation lumbar spinal instability occurring or progressing secondary to laminectomy [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1990, 15(11): 1186-1189.
- [2] 谢旭华, 雷云坤, 刘伟, 等. 经皮椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症临床疗效观察[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(5): 463-465. DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2012.05.23.
- [3] Gibson JN, Cowie JG, Ipreburg M. Transforaminal endoscopic spinal surgery: the future 'gold standard' for discectomy? -A review [J]. Surgeon, 2012, 10(5): 290-296. DOI:10.1016/j.surge.2012.05.001.
- [4] Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, et al. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a

systematic review of the literature [J]. Eur Spine J, 2010, 19(2): 181-204. DOI:10.1007/s00586-009-1155-x.

- [5] Hoogland T, van den Brekel-Dijkstra K, Schubert M, et al. Endoscopic transforaminal discectomy for recurrent lumbar disc herniation: a prospective, cohort evaluation of 262 consecutive cases [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(9): 973-978. DOI:10.1097/BRS.0b013e31816c8ade.
- [6] Firkbank JC, Pynsent PB. The Oswestry disability index [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25(22): 2940-2953.
- [7] Cheng J, Wang H, Zheng W, et al. Reoperation after lumbar disc surgery in two hundred and seven patients [J]. Int Orthop, 2013, 37(8): 1511-1517. DOI:10.1007/s00264-013-1925-2.
- [8] Han IH, Choi BK, Cho WH, et al. The obturator guiding technique in percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2012, 51(3): 182-186. DOI:10.3340/jkns.2012.51.3.182.
- [9] 周跃, 李长青, 王建, 等. 椎间孔镜 YESS 与 TESSYS 技术治疗腰椎间盘突出症 [J]. 中华骨科杂志, 2010, 30(3): 225-231. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2010.03.001
- [10] Yeung AT, Yeung CA. Minimally invasive techniques for the management of lumbar disc herniation [J]. Orthop Clin North Am, 2007, 38(3): 363-372.
- [11] Cakir B, Carazzo C, Schmidt R, et al. Adjacent segment mobility after rigid and semirigid instrumentation of the lumbar spine [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(12): 1287-1291. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181a136ab.

(收稿日期:2014-11-18)

(本文编辑:张萍)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

中华医学会系列杂志发表论文已采用数字对象标识符

数字对象标识符(digital object identifier, DOI)是对包括互联网信息在内的数字信息进行标识的一种工具,是一个可供全球期刊快速链接的管理系统,整个系统由国际 DOI 基金会(IDF)进行全球分布式管理。

为了实现中华医学会系列杂志内容资源的有效数字化传播,同时保护这些数字资源在网络链接中的知识产权和网络传播权,自 2009 年第 1 期开始,中华医学会系列杂志纸版期刊和数字化期刊的论文已全部标注“DOI”,即中华医学会系列杂志除消息类稿件外,其他文章均需标注 DOI,标注于每篇文章首页脚注的第 1 项。中华医学会杂志社各杂志编辑部为决定刊载的论文标注 DOI。

参照国际 IDF 编码方案(美国标准 ANSI/NISO Z39.84-2000)规定,中华医学会系列杂志标注规则如下:“DOI:统一前缀/学会标识.信息资源类型.杂志 ISSN * * * * - * * * *.年.期.论文流水号”。即:“DOI:10.3760/cma.j.issn.* * * * - * * * *.yyyy.nn.ZZZ”。

中华医学会系列杂志标注 DOI 各字段释义:“10.3760”为中文 DOI 管理机构分配给中华医学会系列杂志的统一前缀;“cma”为中华医学会(Chinese Medical Association)标识;“j”为杂志(journal)缩写,代表信息资源期刊类别;“issn.* * * * - * * * *”为国际标准期刊号(ISSN);“yyyy”为 4 位出版年份;“nn”为期号;“zzz”为本期论文流水号。