

经 Quadrant 通道治疗腰椎间盘突出症的学习曲线分析

徐平¹ 陈选宁¹ 徐峰^{2△} 康辉² 奚海翔¹ 李彦锦¹

[摘要] 目的:分析经 Quadrant 通道微创 TLIF 术式治疗腰椎间盘突出症的学习曲线特点。方法:回顾性分析 2016 年 1 月至 2018 年 2 月经 Quadrant 通道微创 TLIF 治疗腰椎间盘突出症 48 例,按手术日期的先后次序分为 4 组(A~D 组),每组 12 例,比较各组手术时间、术中透视次数、术中出血量及并发症发生的情况。采用莱特学习曲线的数学模型建立学习曲线函数,计算达到手术时间稳定所需的手术例数。结果:48 例手术均顺利完成。4 组病例在手术时间及术中出血量方面,B 组与 A 组,C 组与 A 和 B 组,D 组与 A 和 B 组均差异有统计学意义($P<0.05$),C 组与 D 组差异无统计学意义($P>0.05$)。术中透视次数方面,A 组与 B 组、C 组与 D 组差异无统计学意义($P>0.05$);在并发症方面 4 组之间差异均无统计学意义($P>0.05$)。结论:经 Quadrant 通道微创 TLIF 治疗腰椎间盘突出症具有出血量少等优点,该术式的学习曲线约为 29 例,此后手术操作技术趋于平稳。

[关键词] 通道;学习曲线;腰椎间盘突出症

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2019)01-0057-03

1980 年代,经椎间孔椎体间融合术(Transforaminal Lumbar Interbody Fusion, TLIF)由 Harms 首次运用,因其具有融合率高和神经损伤风险小的优点,在临床中逐渐被广泛应用^[1,2]。Foley 等^[3,4]报道了微创经椎间孔入路腰椎椎间融合(MIS-TLIF)技术。随着技术的发展以及手术器械、辅助设备的革新,微创 TLIF 可借助各种通道直视下操作,但由于手术的特殊性以及术野的局限性,使其学习存在一定的曲线,笔者通过分析 48 例经 Quadrant 通道微创 TLIF 治疗腰椎间盘突出症的连续病例,探讨其学习曲线特点。

1 临床资料

分析 2016 年 1 月至 2018 年 2 月经 Quadrant 通道微创 TLIF 治疗腰椎间盘突出症 48 例,全组患者男 28 例,女 20 例;年龄 38~70 岁,平均年龄 58 岁;L_{3~4} 6 例, L_{4~5} 24 例, L₅/S₁ 18 例;患者术前腰部无相关手术史,腰椎及其他部位没有感染灶。手术均由同一位主刀医师执行,且术者在第一台手术前未做过该种手术。

2 方法

2.1 分组及评价指标

将 48 例患者依据手术日期先后顺序编号,并按次

序每 12 例为一组,分别编入 A~D 组,对 4 组病例在性别、年龄、突出节段等进行比较。记录各组手术时间、术中透视次数、术中出血量、并发症发生率,评估手术安全性和熟练程度,根据莱特学习曲线数学模型对每例手术时间、各组平均手术时间分别绘制学习曲线。

2.2 手术方法

患者均行气管插管全身麻醉,麻醉成功后俯卧于可被 X 线穿透的手术台上,胸腹部垫空心软垫,使腹部悬空;术前 C 臂机透视下,在体表标出突出节段上下椎体的左、右椎弓根体表投影点,同侧的两个椎弓根投影点连成的纵向线偏外 1 cm 左右为手术切口;常规消毒铺巾,沿术前的定位切开皮肤、皮下组织、腰背深筋膜,用示(中)指探到最长肌与多裂肌之间的肌间隙并钝性分离至椎板,明确关节突的位置后将 Quadrant 系统的第 1 级扩张套筒放置在上位腰椎的椎板外缘,逐级扩张软组织,显露术野,自由臂固定。再次透视确认手术节段,采用“人字嵴顶点”定位法,在预行融合的两个椎体的椎弓根置入椎弓根螺钉。清除视野下的软组织,以骨刀切除下关节突及部分上关节突,椎板咬骨钳咬除椎间孔内的黄韧带,充分减压中央椎管和神经根管,然后用神经拉钩向中线牵开神经根及硬脊膜,清除椎间盘髓核、骨性终板,用椎间撑开器或融合器试模逐级撑开椎间隙,选择一枚合适的椎间融合器。同样方法处理对侧椎间隙,两侧椎间隙处完毕后,可见硬膜囊膨起并恢复搏动,选择有症状或症状重的一侧斜向

¹ 武汉市中医医院骨科(武汉,430010)

² 解放军中部战区总医院骨科

[△] 通信作者 E-mail: gkxf79390@sohu.com

置入椎间融合器,两侧肌间隙减压区各放置引流管 1 根,缝合两侧腰背筋膜切口及皮肤。

2.3 统计学方法

采用 IBM SPSS 19.0 统计软件进行分析。Bartlett 方法检验数据的方差齐性,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,均数两两比较用 SNK 方法;计数资料采用列联表 χ^2 检验;采用莱特学习曲线的数学模型设计学习曲线函数,计算达到手术时间稳定所需的手术例数显著性指标; $\alpha=0.05$ 。

3 结果

3.1 手术情况及 4 组手术效果比较

48 例均顺利完成手术,各组患者在性别、年龄、突

出节段等一般资料方面,组间符合正态分布,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性(见表 1)。A~D 组 4 组在术中的观察指标的两两比较见表 2。在并发症方面,A 组出现 3 例,2 例(第 3,7 例)出现硬脊膜撕裂,均由于黄韧带与硬膜粘连,咬除时致其撕裂,裂口小,术中给予明胶海绵填塞;第 3 例术后第 2 天出现脑脊液漏,采用头低脚高的姿势,1 周后脑脊液漏停止。B 组中出现 1 例(第 15 例)皮缘坏死,考虑术中切口过小,通道对皮肤的压迫过久所致。D 组 1 例(第 42 例)术后出现非症状侧神经根疼痛,复查 CT 和 MRI 未见新的明显压迫,给予脱水及神经营养药对症治疗,2 周后症状逐渐缓解。

表 1 4 组患者一般资料

组别	例数	性别比 (男/女)	年龄/岁 ($\bar{x} \pm s$)	突出节段/例		
				L _{3~4}	L _{4~5}	L ₅ S ₁
A 组	12	7/5	59.0 \pm 2.4	1	6	5
B 组	12	5/7	57.4 \pm 1.8	2	6	4
C 组	12	4/8	60.4 \pm 2.8	2	7	3
D 组	12	4/8	55.2 \pm 3.2	1	5	6

注:各组之间相比, $P>0.05$ 。

表 2 4 组病例术中观察指标情况($\bar{x} \pm s$)

组别	手术时间/min	透视次数	术中出血量/mL	并发症/例
A 组	247.2 \pm 25.2	82 \pm 19	415 \pm 90	3
B 组	182.7 \pm 19.1	68 \pm 17	324 \pm 73	1
C 组	136.0 \pm 20.9	45 \pm 15	232 \pm 35	0
D 组	122.1 \pm 11.6	32 \pm 9	221 \pm 28	1
P	$q_{AB}=7.066, P<0.01$	$q_{AB}=1.902, P>0.05$	$q_{AB}=2.720, P<0.01$	$\chi^2=2.84, P=0.543$
	$q_{AC}=11.766, P<0.01$	$q_{AC}=5.29, P<0.01$	$q_{AC}=6.545, P<0.01$	
	$q_{AD}=15.620, P<0.01$	$q_{AD}=8.239, P<0.01$	$q_{AD}=7.130, P<0.01$	
	$q_{BC}=5.714, P<0.01$	$q_{BC}=3.514, P<0.05$	$q_{BC}=3.937, P<0.05$	
	$q_{BD}=9.394, P<0.01$	$q_{BD}=6.483, P<0.01$	$q_{BD}=4.564, P<0.01$	
	$q_{CD}=2.014, P>0.05$	$q_{CD}=2.574, P>0.05$	$q_{CD}=0.852, P>0.05$	

3.2 学习曲线绘制与计算结果

根据每例手术时间绘制散点图(见图 1),根据各组平均手术时间绘制学习曲线图(见图 2)。根据莱特学习曲线数学模型(基本模型),在学习曲线内其模型公式为 $Y_i=Y_1X^{-b}$,式中: Y_i 为第 i 例手术花费的时间; Y_1 为第 1 例手术花费的时间; X 为所做的手术总例数,计算到第 i 例为止; b 为学习系数, $b=-(\lg R/\lg 2)$, R 为学习率。所以当学习率一定时,学习系数也是一个定值。本回顾分析中,第 1 例手术时间为 275 min,第 10 例手术时间为 208 min,第 20 例手术时间为 176 min;因此根据莱特公式($Y_i=Y_1X^{-b}$),在已知条件下可以计算出学习系数,通过计算可得到本研究的学习系数 $b=0.234$,由此可知整条学习曲线的数学函数表达式为 $Y_i=Y_1X^{-0.234}$ 。从图 2 可知 Y_i 无限接近某一常数值,结合图 1 接近于 125 min,所以当 $Y_i=125$ min 时,有 $125=275X^{-0.234}$,求得 $X=28.9 \approx 29$,

因此经过 29 例左右的实践,技术达到平稳状态。

4 讨论

4.1 经 Quadrant 通道进行微创 TLIF 手术的优势

微创 TLIF 是从多裂肌和最长肌固有的肌间隙进入,经椎间孔入路对中央椎管和神经根管减压,扩大椎间孔,完成椎体间植骨,具有软组织损伤小、有效保护骶棘肌的结构和功能^[5]等优点。微创 TLIF 是临床研究的热点,有研究发现微创 TLIF 可显著减少手术出血量等^[6-8]。在笔者的统计中,早期出血量比较多,随着手术例数的增加,技术的熟练程度提高,出血量也随之减少,在 D 组中出血量平均为(201 \pm 22)mL。Quadrant 工作通道作为一种可扩张系统,是在“METRx 椎间盘镜手术系统”的微创理念上改进的,使微创手术摆脱“手眼分离”的状态,使用更加简便。该系统两侧叶片撑开时,上部达 50~55 mm,下部达 80~100 mm,直视下完成减压、复位、融合和内固定置入等多项操作,但是其学习曲线

仍然比较陡峭,它不受内固定厂家的限制,可根据手术

需要、结合患者的经济状况选择合适的内固定。

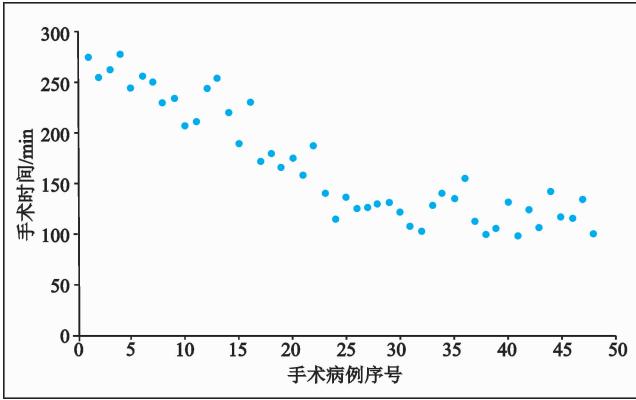


图 1 48 例手术时间散点图

4.2 经 Quadrant 通道进行微创 TLIF 的学习曲线及对策

学习曲线源于二战时期的飞机制造业,表示的是随着某项工作重复次数的增加,完成该项工作的时间以一定的规律不断下降的现象,这种现象广泛存在于生产、教育、医疗等领域^[9]。在单因子学习曲线模型中包括两个阶段:一个是学习阶段,即经 Quadrant 通道进行微创 TLIF 经过一定例数的实践操作,其手术时间、术中出血量、术中透视次数逐渐减少,直至达到一个相对稳定的阶段,此阶段通常以初学者的技术达到相对稳定所需的手术例数来衡量^[10];另一个是标准阶段,此阶段的学习效应可忽略不计。不同的微创外科技术学习曲线不同,何勃等^[11]从手术时间及手术并发症发生情况评估椎间盘镜下髓核摘除术,发现学习曲线大约需 30 例以上经验积累,可达到较熟练程度;肖波等^[12]对收治的 48 例单节段腰椎退变性疾病患者,采用单侧切口进行 MIS-TLIF 手术,置入单侧椎弓根螺钉后同一切口向对侧置入经椎板关节突螺钉,最后推断,在 X-tube 下单节段 MIS-TLIF 采用混合内固定的学习曲线为 12 例左右。在本研究中发现随着手术例数的增加,手术时间、术中出血量,B 组与 A 组,C 组与 A 和 B 组,D 组与 A 和 B 组差异均有统计学意义($P<0.05$),C 组与 D 组差异无统计学意义($P>0.05$)。连续实践 29 例左右,该项技术可达到一个稳定的状态。虽然同样是在直视下行 MIS-TLIF,但比肖波等^[12]讨论的学习曲线要长,本研究认为两者之间并不矛盾,正如在腹腔镜手术方面:杜晓辉等^[13]腹腔镜直肠癌全直肠系膜切除术需要 40 例才能掌握,彭勃等^[14]腹腔镜结直肠癌手术约 30 例后可达到较熟练程度。分析中发现手术时间与术中透视次数呈现出一定的相关性,在 A 组中笔者的手术时间比较长(247.2 ± 25.2)min,透视的次数也较频繁(82 ± 19)次,早期技术不够熟练,尤其在置钉、置 Cage 等方面均需要透视来验证操作的准确性,本研究认为这是造成手术时

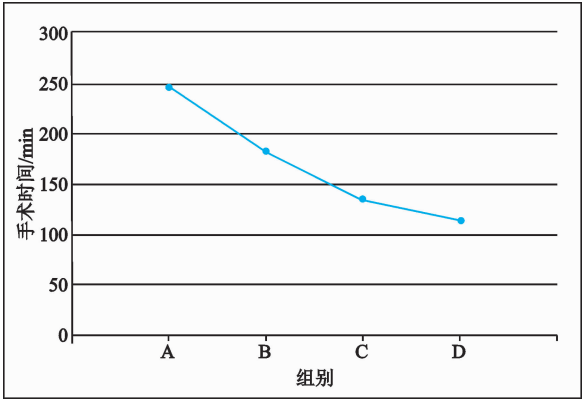


图 2 各组平均手术时间学习曲线

间延长的直接原因,如果能控制这部分时间,那么手术整体时间就会减少。其次,本研究早期的手术严格按照操作程序按部就班,但发现在逐级扩张时,扩张管道并不一定都在肌间隙之间,如果通道在肌肉之内那么出血量势必就多,因此本研究经过演变,在切开皮肤、深筋膜后,先用食(中)指探得最长肌与多裂肌之间的肌间隙并钝性分离至椎板,确保扩张管道在肌间隙中,因此在中后期的出血量明显减少。随着组织分离、解剖层次熟悉、置钉的准确性等方面技术的提高,手术时间、透视次数大幅度减少。衡量手术安全学习曲线最重要的参数是术后并发症^[15],4 组患者在并发症方面差异无统计学意义。主要有硬脊膜撕裂(第 3,7 例)、皮缘坏死(第 15 例)、神经根损伤(第 42 例),本研究中的手术医师具有丰富的开放 TLIF 手术经验,因此可避免较严重的手术并发症。随着微创经验的丰富,该项脊柱微创外科手术的优势逐渐突显。

学习曲线是一条动态的曲线,因此在了解、掌握经 Quadrant 通道进行微创 TLIF 治疗腰椎间盘突出症的学习曲线后,应该通过必要的学习、模拟过程来缩短学习曲线,从而改进学习曲线。

参考文献

[1] LOWE T G,TAHERNIA A D,O'BRIEN M F,et al. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion (TLIF): indications, technique, and 2 year results[J]. J Spinal Disord Tech,2002,15(1):31-38.

[2] CUTLER A R,SIDDIQUI S,MOHAN A L,et al. Comparison of polyetheretherketone cage with emoral cortical bone allograft as a single-piece interbody spacer in transforaminal lumbar interbody fusion[J]. J Neurosurg Spine,2007,5(6):534-539.

[3] FOLEY K T,LEFKOWITZ M A. Advances in minimally invasive spine surgery[J]. Clin Neurosurg,2002,49:499-517.

- [4] FOLEY K T, HOLLY L T, SCHWENDER J D. Minimally invasive lumbar fusion[J]. Spine, 2003, 28(15 Suppl): 26-35.
- [5] KAWAGUCHI Y, MATSUI H, TSUJI H. Quantitative analysis of the effect of lumbar orthosis on trunk muscle strength and muscle activity in normal subjects[J]. J Orthop Sci, 2002, 7(4): 483-489.
- [6] PARK Y, HA J W. Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(5): 537-543.
- [7] KARIKARI I O, ISAACS R E. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: a review of techniques and outcomes[J]. Spine, 2010, 35(26 Suppl): 294-301.
- [8] TIAN N F, WU Y S, ZHANG X L, et al. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a meta-analysis based on the current evidence[J]. Eur Spine J, 2013, 22(8): 1741-1749.
- [9] 王尚羿, 吴德宣. 学习曲线及其回归分析[J]. 江苏理工大学学报: 社会科学版, 1999, 9(3): 66-69.
- [10] MOORE M J, BENNETT C I. The learning curve for laparoscopic cholecystectomy[J]. Am J Surg, 1995, 170(1): 55-59.
- [11] 何勃, 阮狄克, 侯黎升, 等. 椎间盘镜下髓核摘除术的学习曲线[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(3): 180-182.
- [12] 肖波, 毛克亚, 王岩, 等. 微创经椎间孔腰椎体间融合术采用混合内固定的学习曲线[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(3): 209-214.
- [13] 杜晓辉, 方国吉, 宁宁, 等. 腹腔镜直肠癌全直肠系膜切除术的学习曲线研究[J/OL]. 中华腔镜外科杂志: 电子版, 2013, 6(1): 12-14.
- [14] 彭勃, 黎明. 腹腔镜结直肠手术 40 例学习曲线分析[J]. 腹腔镜外科杂志, 2009, 14(10): 736-738.
- [15] YANG H C, KIM S, YUM S, et al. Learning curve of single incision thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax[J]. Surgical Endoscopy, 2016, 31(4): 1680-1687.

(收稿日期: 2018-08-07)