

临床论著

腰椎斜外侧椎间融合术后交感神经链损伤的临床特征分析

潘群龙, 俞海明, 翁艺勇, 王阳彬, 陈舒鹏, 唐安乐

(福建医科大学附属第二医院骨科 362300 福建省泉州市)

【摘要】目的:分析腰椎斜外侧椎间融合术(oblique lumbar interbody fusion, OLIF)后交感神经链损伤(sympathetic chain injury)的临床特征,并统计其发生率。**方法:**回顾性分析 2016 年 4 月~2017 年 12 月在我院骨科行 OLIF 的 54 例腰椎退行性疾病患者,其中男性 10 例,女性 44 例;年龄 37~80 岁(58.4±10.9 岁)。腰椎滑脱症 18 例,腰椎不稳 12 例,腰椎间盘突出症 8 例,腰椎退变性侧凸 14 例,腰椎间盘突出术后复发 2 例。单节段 OLIF 39 例,多节段 OLIF 15 例。左侧入路 52 例,右侧入路 2 例。术前采用电子感应体温仪测量双小腿及双足背体表温度,术后次日采用同样方法测量双小腿及双足背体表温度,将双小腿或足背温度差 $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ 定义为双下肢温度不等,并诊断为腰交感神经链损伤,记录所有患者术后下肢症状,术后 1 周、6 周、6 个月、2 年随访时采用 Likert 五分量表法评价患者对交感神经链损伤引起的不适体验。**结果:**54 例患者术前双下肢体表温度差异不具有统计学意义($P>0.05$)。术后 16 例(29.6%)存在双下肢体表温度温度差 $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$,诊断为交感神经链损伤。其中女性 15 例(34.1%),男性 1 例(10%),女性患者较男性患者发生率高,但差异无统计学意义($P>0.05$);腰椎滑脱 4 例(4/18, 22.2%),腰椎不稳 4 例(4/12, 33.3%),腰椎间盘突出症(3/8, 37.5%),腰椎退变性侧凸(5/14, 35.7%),差异无统计学意义($P>0.05$);单节段 OLIF 10 例(24%),多节段 6 例(46%),多节段患者的发生率显著性高于单节段患者($P<0.05$)。术后 8 例(14.8%)自我感觉双下肢皮温不等,12 例(22.2%)患者出现大腿前方疼痛、麻木感、股四头肌乏力,二者在有交感神经链损伤患者和无交感神经链损伤患者的分布无统计学差异($P>0.05$)。16 例交感神经链损伤患者术前左小腿温度为 $36.1\pm 0.2^{\circ}\text{C}$,右小腿 $36.1\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,左足温度为 $36.0\pm 0.2^{\circ}\text{C}$,右足 $35.9\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,术后左小腿温度为 $36.7\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,右小腿 $36.1\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,左足温度为 $36.7\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,右足 $35.8\pm 0.4^{\circ}\text{C}$,术后第一天双小腿温差 $0.6\pm 0.1^{\circ}\text{C}$,足部温差 $0.9\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,足部温差较小腿明显;温差持续 1.5~12 个月。术后 1 周主观体验 Likert 五分量表法评定:差 2 例(12.5%),中等 14 例(87.5%);6 周时 2 例改善,6 个月时 6 例改善,其中 1 例差改善为中等,至术后 2 年随访,2 例由差改善至中等,7 例由中等改善至良好。**结论:**电子感应体温仪测量双下肢体表温度可协助诊断,多节段 OLIF 患者的交感神经链损伤发生率高于单节段 OLIF,大部分患者对双下肢温度不等的主观体验为中等不适。

【关键词】腰椎退行性疾病;斜外侧椎间融合术;腰交感神经链损伤

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.02.04

中图分类号: R687.3, R619 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2022)-02-0122-06

Clinical characteristics of sympathetic chain injury after oblique lateral interbody fusion: underestimated incidence/PAN Qunlong, YU Haiming, WENG Yiyong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2022, 32(2): 122-127

【Abstract】 Objectives: To investigate the incidence and clinical characteristics of sympathetic chain injury after oblique lateral lumbar interbody fusion(OLIF). **Methods:** The data of 54 patients with lumbar degenerative diseases who underwent OLIF in the Department of Orthopedics of our hospital from April 2016 to December 2017 were retrospectively analyzed, which included 10 males and 44 females, aged 37-80 years (58.4±10.9 years). There were 18 cases of lumbar spondylolisthesis, 12 cases of lumbar instability, 8 cases of lumbar disc herniation, 14 cases of lumbar degenerative scoliosis, and 2 cases of postoperative recurrence of lumbar disc herniation. Of all patients, single segment OLIF was performed in 39 cases and multi-segment

第一作者简介:男(1994-),住院医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(0595)26655292 E-mail:823553666@qq.com

通讯作者:俞海明 E-mail:dryuhaiming@163.com

OLIF was performed in 15 cases, and left approaches were adopted in 52 cases, while right approaches were adopted in 2 cases. The body surface temperature of both legs and dorsum of both feet was measured by electronic induction thermometer before operation and on the next day after operation, and the temperature difference of both legs or dorsum of feet $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ was defined as the temperature difference of lower limbs, and lumbar sympathetic chain injury was diagnosed. The symptoms of lower limbs after operation were recorded. The patients were followed up at 1 week, 6 weeks, 6 months and 2 years after operation, using Likert five-scale to evaluate the discomfort experience caused by sympathetic chain injury. **Results:** There was no statistically significant difference in the surface temperature of both lower limbs before operation in 54 patients ($P>0.05$), and there was unequal surface temperature of both lower limbs in 16 patients (29.6%) after operation, including 15 women (34.1%) and 1 man (10%). The incidence of female patients was higher than that of male patients, but the difference was not statistically significant ($P>0.05$), including 4 cases of lumbar spondylolisthesis (4/18, 22.2%) and 4 cases of lumbar instability (4/12, 33.3%), Lumbar disc herniation (3/8, 37.5%) and lumbar degenerative scoliosis (6/14, 35.7%), the difference was not statistically significant ($P>0.05$); There were 10 patients with single segment (24%) and 6 patients with multi segment (46%). The incidence of multi segment OLIF was significantly higher than that of single segment OLIF ($P<0.05$). After operation, 8 patients (14.8%) felt that the skin temperature of both lower limbs was unequal, and 12 patients (22.2%) had pain, numbness and quadriceps femoris weakness in front of thigh. There was no significant difference between patients with sympathetic chain injury and patients without sympathetic chain injury ($P>0.05$). The temperature of left leg was $36.1\pm 0.2^{\circ}\text{C}$, that of right leg was $36.1\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ and that of left foot was $36.0\pm 0.2^{\circ}\text{C}$, The temperature of the right foot was $35.9\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, the temperature of the left leg was $36.7\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, the temperature of the right leg was $36.1\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, the temperature of the left foot was $36.7\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, the temperature of the right foot was $35.8\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, the temperature difference between the two legs was $0.6\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ and the temperature difference between the feet was $0.9\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ on the first day after operation; The temperature difference varies for 1.5–12 months. One week after operation, the subjective experience was evaluated by Likert five subscale method: poor in 2 cases (12.5%), medium in 14 cases (87.5%); 2 cases improved at 6 weeks and 6 cases improved at 6 months, of which 1 case improved from poor to medium. After 2 years of follow-up, 2 cases improved from poor to medium, and 7 cases improved from medium to good. **Conclusions:** The measurement of the surface temperature of both lower limbs by electronic induction thermometer can assist the diagnosis. The incidence of sympathetic chain injury in patients with multi-level OLIF is higher than that in patients with single-level OLIF. The subjective experience of sympathetic nerve chain injury in most patients was moderate discomfort.

[Key words] Lumbar degenerative diseases; Lumbar sympathetic chain injury; Oblique lateral interbody fusion

[Author's address] Department of Orthopaedics, the Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Quanzhou, 362300, China

腰椎斜外侧入路椎间融合术 (oblique lumbar interbody fusion, OLIF) 具有微创、较大植骨窗、有效恢复椎间隙高度、不经腰大肌减少腰丛损伤等优势,近年来逐渐在临床推广^[1]。但是随着 OLIF 开展的数量增多,其并发症相关报道也越来越多,发生率为 3.69%~81.82%;其中腰交感神经链损伤是常见的并发症之一,但发生率差异较大,为 0.37%~8%^[2]。根据解剖研究,左侧交感神经链正好位于腰大肌前方,此处为 OLIF 手术操作区,术中存在一定的交感神经损伤风险^[3]。然而,目前关于 OLIF 术后交感神经链损伤的综合性报道较少,且无特异的诊断标准和特征总结,易造成临床上误

诊、漏诊,延误最佳治疗时机。本研究采用电子感应体温仪对 OLIF 患者术后的下肢体表温度进行测量,分析和总结 OLIF 术后腰交感神经链损伤的临床特征及发生率情况。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2016 年 4 月~2017 年 12 月在我院骨科采用 OLIF 治疗的腰椎退变性疾病患者的临床资料。纳入标准:(1)临床表现和影像学证实为腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、退行性脊柱畸形(后凸、侧凸、旋转畸形)、腰椎滑脱症等腰椎退行性病

变;(2)经保守治疗无效。排除标准:(1)合并严重发育性椎管狭窄;(2)严重侧隐窝骨性狭窄;(3)椎间盘钙化;(4)2度以上滑脱。

共纳入 54 例采用 OLIF 治疗的腰椎退变性疾病患者,其中男性 10 例,女性 44 例,年龄 58.4 ± 10.9 岁(37~80 岁)。腰椎滑脱症 18 例,腰椎不稳 12 例,腰椎间盘突出症 8 例;腰椎退变性侧凸 14 例;腰椎间盘突出症术后复发 2 例。单节段 OLIF 39 例,多节段 OLIF 15 例。右侧入路 2 例。

1.2 手术方法^[4]

气管插管麻醉成功后,将患者体位摆放为右侧卧位,常规消毒,铺单,消毒范围覆盖后背部皮肤。透视定位目标椎间隙,于标记的手术节段椎间隙侧方中线前方约 5~8cm 做一约 3~4cm 长斜切口,依次切开皮肤、皮下组织,切开腹外斜肌腱膜,沿肌纤维方向钝性分离腹外斜肌、腹内斜肌、腹横肌,切开腹横筋膜;沿腹壁向后钝性分离腹膜外间隙,向中线牵开后腹膜,暴露腰大肌;钝性分离腰大肌和腹主动脉间隙,仔细辨认腰交感神经链,适当向后牵开腰大肌,暴露手术节段椎间盘左前外侧部,透视确认手术节段位置正确,通道下切开侧方纤维环,逐级撑开椎间隙,用髓核钳在垂直方向摘除髓核,松解对侧纤维环,刮除软骨终板,保留骨性终板,试模椎间隙大小,取自体松质骨混合同种异体骨填充 cage,置入椎间隙,透视 cage 位置及大小合适,逐层缝合腹部切口。

1.3 观察指标

采用广州倍尔康生产的电子体温测量仪器(型号 JXB-178,精度 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,测量时间 1s,测量距离体表 3~5cm)测量患者术前、术后双小腿中段前侧及双足背体表温度(图 1),在小腿前及足背处连续测量 3 次,记录测量的平均值。正常术前双下肢皮温差为 $0 \sim 0.4^{\circ}\text{C}$ 。将双小腿或足背温度差 $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ 定义为双下肢温度不等,并诊断为腰交感神经链损伤。记录患者术后下肢症状,术后 1 周、6 周、6 个月、2 年随访,采用 Likert 五分量表法来评价患者对交感神经链损伤引起的不适体验:非常差,差,中等,良好,非常好。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据录入及统计分析,采用卡方检验比较不同性别、单节段与多节段手术及术后有无大腿疼痛的腰交感神经损伤发生率, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

手术均顺利完成,术后影像学复查示内固定位置良好(图 2)。54 例患者术前左下肢小腿温度为 $36.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,右下肢小腿温度为 $36.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,左足部温度为 $36.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,右足部温度为 $36.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,双下肢体表温度差异无统计学意义 ($P < 0.05$)。双小腿及足背温度差均 $< 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

术后 16 例(29.6%)双下肢体表温度差 $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$,诊断为交感神经链损伤。有交感神经链损伤和无交感神经链损伤患者的一般情况见表 1。两组患者年龄、体重指数均无统计学差异 ($P > 0.05$)。其中腰椎滑脱 4 例(4/18, 22.2%),腰椎不稳 4 例(4/12, 33.3%),腰椎间盘突出症(3/8, 37.5%),腰椎退变性侧凸(5/14, 35.7%)。女性患者腰交感链损伤发生率较男性患者高,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$);多节段 OLIF 交感神经链损伤发生显著性高于单节段 OLIF ($P < 0.05$)。术后 8 例(14.8%)患者自我感觉双下肢皮温不等,12 例(22.2%)患者出现大腿前方疼痛、麻木感、股四头肌乏力,二者在有交感神经链损伤患者和无交感神经链损伤患者中的分布无统计学差异 ($P > 0.05$)。

16 例有交感神经链损伤患者术前左小腿温度为 $36.1 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$,右小腿 $36.1 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,左足温度为 $36.0 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$,右足 $35.9 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$;术后左小腿温度为 $36.7 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,右小腿 $36.1 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,左足温度为 $36.7 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,右足 $35.8 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$,术后第一天双小腿温差 $0.6 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$,足部温差 $0.9 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$,足部温差较小腿明显。双侧温度不等持续 1.5~12 个月。术后 1 周



图 1 电子感应温度计测量足背和小腿表面温度

Figure 1 Electronic induction thermometer measures the temperature of the surface of dorsum of the foot and the lower leg

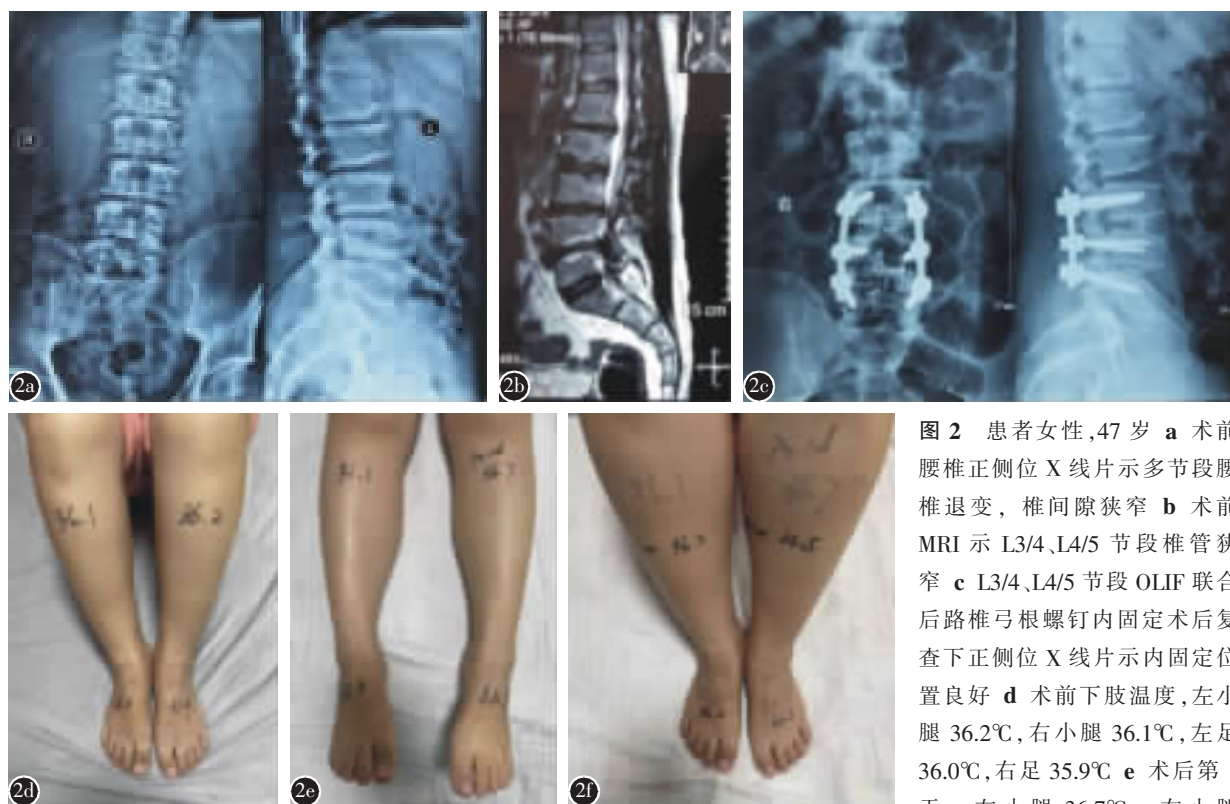


图2 患者女性,47岁 a 术前腰椎正侧位X线片示多节段腰椎退变,椎间隙狭窄 b 术前MRI示L3/4、L4/5节段椎管狭窄 c L3/4、L4/5节段OLIF联合后路椎弓根螺钉内固定术后复查下正侧位X线片示内固定位置良好 d 术前下肢温度,左小腿36.2℃,右小腿36.1℃,左足36.0℃,右足35.9℃ e 术后第1天,左小腿36.7℃,右小腿

36.1℃,左足36.7℃,右足35.8℃ f 术后1周,左小腿36.5℃,右小腿36.2℃,左足36.5℃,右足36.0℃

Figure 2 A 47 years old female **a** Preoperative anteroposterior and lateral radiographs of lumbar spine indicated multilevel lumbar degeneration and intervertebral stenosis **b** Preoperative MRI showed spinal stenosis at L3/4 and L4/5 levels **c** Review after OLIF combined with posterior pedicle screw fixation at L3/4 and L4/5 levels **d** Preoperative lower limb temperature, left leg 36.2℃, right leg 36.1℃, left foot 36.0℃, right foot 35.9℃ **e** First day after operation, left leg 36.7℃, right leg 36.1℃, left foot 36.7℃, right foot 35.8℃ **f** One week after operation, left leg 36.5℃, right leg 36.2℃, left foot 36.5℃, right foot 36.0℃

主观体验 Likert 五分量表法评定: 差 2 例(12.5%), 中等 14 例(87.5%); 6 周时 2 例改善, 6 个月时 6 例改善, 其中 1 例差改善为中等; 术后 2 年随访, 2 例由差改善至中等, 7 例由中等改善至良好(表 2)。

3 讨论

OLIF 技术采用腰椎斜外侧入路, 通过自然腔道, 避免了腰大肌、腰背部肌肉、神经血管的损伤, 可以获得更大的接触面积, 置入更大的融合器, 以恢复患者的腰椎前凸、高度, 符合现代脊柱微创的理念^[9]。

虽然 OLIF 治疗腰椎退行性疾患的临床疗效好, 安全性高, 但 OLIF 的手术并发症也不容忽视。2017 年 Abe 等^[9]报告了一项纳入 11 个附属医院的多中心回顾性研究, 分析 OLIF 术后并发症

的发生情况, 在 155 例 OLIF 患者中, 共 75 例(48.3%) 出现了不同程度的术中及术后并发症。常见的并发症, 包括融合器下沉、终板损伤、一过性的大腿疼痛麻木、交感神经损伤、血管损伤、感染等。Silvestre 等^[7]报告 179 例 OLIF 手术病例中 3 例(1.7%) 患者出现了交感神经损伤相关的下肢症状。Lin 等^[8]的研究中, 2 例术中出现交感神经损害表现, 发生率为 8.00%。Cui 等^[9]对 255 例患者进行回顾分析, 交感神经损害的发生率为 2.7%。而在本研究中, 腰交感神经损伤的发生率为 29.6%, 远高于上述文献报道。腰交感神经链损伤和 OLIF 操作窗关系紧密, Rutter 等^[2]通过解剖研究发现, 左侧的腰交感神经链位于腰大肌前方, 而 OLIF 手术操作窗也正好在腰大肌前方和腹主动脉之间, 术中不可避免地会对交感神经产生牵拉或者损伤。Feigl 等^[10]解剖了 56 具新鲜尸体标本, 发现

在正常腰椎中,腰交感神经干起于 L2 椎体水平的腹膜后间隙,且与腰大肌前缘保持较好的走行一致性;而在腰椎存在侧凸时,随侧凸严重程度增加交感干与腰大肌前缘的位置关系呈现出明显的不规律与多变性。Davis 等^[11]基于新鲜尸体解剖学研究结果显示,L2/3、L3/4、L4/5 的“操作窗”分别为 18.60±7.46mm、19.25±6.54mm、15.00±7.29mm,L3/4 节段 OLIF 操作空间最大。王洪立等^[12]的解剖研究结果显示,国人 OLIF“操作窗”男性的 L2/3、L3/4、L4/5 节段依次为 13.65±4.10mm、11.09±1.89mm、9.42±4.00mm,女性依次为 13.89±3.18mm、11.67±2.76mm、8.38±3.33mm,对比发现,相应节段的操作窗明显小于 Davis 等的研究,这

表 1 交感神经链损伤与无损伤患者的一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between sympathetic chain injury and non injury patients

	交感神经链损伤 Sympathetic chain injury	交感神经链无损伤 Sympathetic chain non injury	χ^2 值 t/χ^2 value	P 值 P value
年龄 Age	59.9±9.8	8.0±11.3	0.569	0.572
体重指数 BMI	23.9±4.0	24.5±2.8	0.607	0.547
性别 Gender			1.730	0.188
男性 Male	1	9		
女性 Female	15	29		
大腿疼痛/麻木 Thigh pain/numbness			1.212	0.271
有 Yes	6	9		
无 No	10	30		
手术节段 Operative segment			2.982	0.041
单节段 Single	10	31		
多节段 Multi	6	7		

表 2 16 例下肢体表温度不等患者的不适体验 (Likert 五分量表)

Table 2 Discomfort experience of 16 patients with different lower limb surface temperatures(Likert subscale)

	非常差 Serious	差 Bad	中等 Moderate	良好 Good	非常好 Very good
术后 1 周 1 week after operation	0	2	14	0	0
术后 6 周 6 weeks after operation	0	2	12	2	0
术后 6 个月 6 months after operation	0	1	9	6	0
术后 2 年 2 years after operation	0	0	7	9	0

有可能是不同种族人群之间存在的解剖差异,该差异也可能是导致部分文献报道的交感神经链损伤率较低的原因之一。

另外,在本研究中,OLIF 术后 8 例(14.8%)自我感觉双下肢温度不等,电子体温计显示 16 例(29.6%)存在下肢体表温度不等,而在大多数 OLIF 并发症研究中,对腰交感神经链损伤的评估方式均未提及其他客观物理检查方式^[5-9]。Hrabalek 等^[13]的相关研究显示,只有 32% 的腰交感神经链损伤的患者可以通过触诊区分双腿的温度差异,采用下肢体表热成像诊断交感神经损伤发生率明显高于主观检查诊断方法。Li 等^[14]提出使用数字红外热成像和物理检测有助于交感神经链损伤的诊断。所以结合临床实际,采用电子体温计测量双下肢温度差是一种便捷的腰交感神经链损伤的诊断方法。

研究报道,腰交感神经链损伤会出现皮温升高、无汗、感觉异常、皮肤变色以及手术侧下肢肿胀麻痹,更有甚者会出现神经源性疼痛,深部烧灼痛,夜间明显加重^[15]。而在本研究中,我们发现,在 16 例腰交感神经损伤的患者中,并未出现麻痹、肿胀、夜间疼痛等严重的症状,主要表现为皮温升高、汗液减少、皮肤颜色改变。Gagnaniello 等^[16]的研究发现,即便是术中不慎损伤交感神经链,只有下肢温度感觉异常,并无其他不适,与本研究结果相似。我们对患者进行了主观体验评价,大部分患者对双下肢的症状改变的主观体验为中等不适。

通过回顾性分析,我们发现女性的腰交感神经链损伤发生率高于男性,多节段的 OLIF 手术是交感神经链损伤的危险因素。根据王洪立等^[12]的研究,女性的 OLIF“操作窗”比男性小,所以理论上女性的腰交感神经链损伤风险较男性高。左侧腰交感干在 L2~L5 节段呈凸向前方的弧形走行^[17],所以多节段手术时,均会对腰交感神经链产生牵拉,在腰交感神经链游离、暴露不足时易产生损伤。Silvestre 等^[7]认为 OLIF 术中需要将左侧腰交感神经干向前牵拉以远离手术野;王洪立等^[12]认为 OLIF 术中腰交感干与腰大肌前缘适当游离并向后牵拉更为可取。如何改良手术方式,避免腰交感神经链损伤,仍有待商榷。

综上,OLIF 术后腰交感神经链损伤发生率远高于文献报道^[2],术后交感链损伤主要表现为双下肢体表温度不等,电子感应体温计测量双下肢

体表温度可协助诊断,多节段 OLIF 患者的交感神经链损伤发生率高于单节段 OLIF,大部分患者对交感神经链损伤的主观体验为中等不适。

4 参考文献

1. Woods KR, Billys JB, Hynes RA. Technical description of oblique lateral interbody fusion at L1-L5 (OLIF25) and at L5-S1 (OLIF51) and evaluation of complication and fusion rates[J]. Spine J, 2017, 17(4): 545-553.
2. Rutter G, Phan K, Smith A, et al. Morphometric anatomy of the lumbar sympathetic trunk with respect to the anterolateral approach to lumbar interbody fusion: a cadaver study [J]. J Spine Surg, 2017, 3(3): 419-425.
3. 高显达, 孙家元, 李朝晖, 等. 斜外侧腰椎间融合术并发症研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(8): 546-552.
4. 俞海明, 姚学东, 李毅中, 等. 脊柱内镜辅助斜外侧椎间融合术治疗腰椎退变性疾病[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(3): 268-272.
5. Blizzard DJ, Thomas JA. MIS single-position lateral and oblique lateral lumbar interbody fusion and bilateral pedicle screw fixation: feasibility and perioperative results[J]. Spine, 2018, 43(6): 440-446.
6. Abe K, Orita S, Mannoji C, et al. Perioperative complications in 155 patients who underwent oblique lateral interbody fusion surgery: perspectives and indications from a retrospective, multicenter survey[J]. Spine, 2017, 42(1): 55-62.
7. Silvestre C, Mac Thiong JM, Hilmi R, et al. Complications and morbidities of mini open anterior retroperitoneal lumbar inter-body fusion: oblique lumbar interbody fusion in 179 patients[J]. Asian Spine J, 2012, 6(2): 89-97.
8. Lin GX, Kutbuddin A, Vit K, et al. Clinical and radiologic outcomes of direct versus indirect decompression with lumbar interbody fusion: a matched pair comparison analysis[J]. World Neurosurg, 2018, 119: e898-e909.
9. Cui J, Guo X, Zheng Z, et al. Perioperative complications in 255 patients who underwent lateral anterior lumbar interbody fusion (LaLIF) surgery [J]. Eur Spine J, 2021, 30 (8): 2311-2322.
10. Feigl GC, Kastner M, Ulz H, et al. Topography of the lumbar sympathetic trunk in normal lumbar spines and spines with spondylophytes [J]. Br J Anaesth, 2011, 106 (2): 260-265.
11. Davis TT, Hynes RA, Fung DA, et al. Retroperitoneal oblique corridor to the L2-S1 intervertebral discs in the lateral position: an anatomic study[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 21(5): 785-793.
12. 王洪立, 张宇轩, 马晓生, 等. 斜外侧腰椎间融合术中交感神经损伤风险的解剖学评估[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37 (16): 1014-1020.
13. Hrabalek L, Stemborsky J, Adamus M. Risk of sympathectomy after anterior and lateral lumbar interbody fusion procedures[J]. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub, 2015, 159(2): 318-326.
14. Li R, X Li, Zhou H, et al. Development and application of oblique lumbar interbody fusion[J]. Orthop Surg, 2020, 12(2): 355-365.
15. Deng S, Zhao Q, Yang C, et al. The lumbar autonomic nerves in males: a few anatomical insights into anterior lumbar interbody fusion[J]. Spine J, 2020, 20(12): 2006-2013.
16. Gagnaniello C, Seex K. Anterior to psoas(ATP) fusion of the lumbar spine: evolution of a technique facilitated by changes in equipment[J]. J Spine Surg, 2016, 2(4): 256-265.
17. 陈金栋, 侯树勋, 彭宝淦, 等. 腰椎交感神经解剖学研究[J]. 中华医学杂志, 2007, 87(9): 602-605.

(收稿日期:2021-08-28 末次修回日期:2021-11-25)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)