

基础研究

腰椎横突间入路的临床解剖学研究

刘 聪¹, 银和平², 李志军³, 刘 斌¹, 张连生¹, 王国强¹

(1 内蒙古医学院附属人民医院骨科 010020; 2 内蒙古医学院第二附属医院微创科 010010;

3 内蒙古医学院研究生院 010010 呼和浩特市)

【摘要】目的:通过局部解剖的方法,对腰椎横突之间及其毗邻的重要解剖结构进行观测,确立稳定的解剖标志,为微创内窥镜下经腰椎横突间入路椎间融合术(intertransverse lumbar interbody fusion, ILIF)的临床应用提供参考。**方法:**解剖 10 具新鲜成人尸体,观测 L1/2~L4/5 横突间结构的解剖特点及神经血管分布,并以上关节突与横突交汇点(TAP)作为中心进行相关测量,包括腰椎横突间韧带长度、骨纤维孔长度和宽度、TAP 距同平面上序腰神经前支的最短距离(TA)、TAP 距骨纤维孔内神经血管束最短距离(TB)及 TAP 距同序椎间盘中心平面的垂直距离(TC),寻找可靠的解剖标志。**结果:**腰椎节段动脉前支 80%(60/75 根)和伴行静脉走行于靠近横突间韧带上缘的腹侧,紧贴上位横突下缘向外走行;动脉后支则穿骨纤维孔并继续分支。腰椎横突间韧带长度为 $21.9 \pm 2.2 \sim 23.1 \pm 2.2$ mm; 骨纤维孔长度为 $4.2 \pm 1.0 \sim 5.1 \pm 0.8$ mm, 宽度为 $3.7 \pm 0.2 \sim 4.0 \pm 0.7$ mm; TA 为 $8.0 \pm 2.5 \sim 14.6 \pm 2.5$ mm, TB 为 $2.9 \pm 1.1 \sim 4.5 \pm 1.2$ mm; TC 为 $0.9 \pm 2.3 \sim 4.2 \pm 0.9$ mm。**结论:**腰椎 TAP 为中心,上至骨纤维孔神经血管束下缘,向外至腰神经前支围成的三角形区域可视为切开横突间韧带的手术安全窗;TAP 和骨纤维孔是镜下显露椎间孔、椎间隙,处理节段动脉后支神经血管束的稳定解剖标志。

【关键词】横突间结构;应用解剖;微创;腰椎融合术

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.05.14

中图分类号: R322.7 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-05-0448-04

Anatomy study for lumbar intertransverse approach/LIU Cong, YIN Heping, LI Zhijun, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(5): 448-451

【Abstract】 Objectives: To measure lumbar intertransverse structure and its adjacent elements, and to provide the reference for endoscopic intertransverse lumbar interbody fusion (ILIF). **Methods:** 10 fresh adult corpses were used to observe and measure the anatomy structure of lumbar intertransverse including nerve roots, blood vessels and the adjacent elements. The length of intertransverse ligament, length and width of bone textile fiber hole, the distance from TAP to the nervi spinales(TA), the distance from TAP to the dorsal branch neurovascular bundles (TB), the vertical distance from TAP to the center of intervertebral disc (TC) were determined, taking the point of superior articular process and transverse process(TAP) as the center, which were used to provide accurate anatomical marker for ILIF operation. **Results:** 80%(60/75) lumbar artery anterior branches and venas located in the ventral side of intertransverse ligament, and attached on inferior margin of upper transverse processes. The dorsal branch neurovascular bundles sent out branches behind the bone textile fiber hole. The length of intertransverse ligament, the length and width of bone textile fiber hole, TA, TB and TC was $21.9 \pm 2.2 \sim 23.1 \pm 2.2$ mm, $4.2 \pm 1.0 \sim 5.1 \pm 0.8$ mm, $3.7 \pm 0.2 \sim 4.0 \pm 0.7$ mm, $8.0 \pm 2.5 \sim 14.6 \pm 2.5$ mm, $2.9 \pm 1.1 \sim 4.5 \pm 1.2$ mm and $0.9 \pm 2.3 \sim 4.2 \pm 0.9$ mm respectively. **Conclusions:** Centered as lumbar TAP, between superior neurovascular bundle and lareral nervi spinales, there exists a triangle region, which can be used as the safe window for ILIF surgery due to its constant presence of TAP and the bone textile fiber hole.

【Key words】 Intertransverse structure; Applied anatomy; Minimally invasive; Lumbar interbody fusion

【Author's address】 Department of Othopadics, Affiated Hospital of Innor Mongolia Medical College, Hohhot, 010020, China

基金项目: 内蒙古自治区卫生厅科研基金资助项目(立项编号: 2001-3 类 179)

第一作者简介: 男(1972-), 副主任医师, 硕士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0471) 2243347 E-mail: wdxy0100471@126.com

通讯作者: 王国强 E-mail: wgq0471@163.com

腰椎融合术自 Cloward 于 20 世纪 50 年代提出至今,已为众多脊柱外科医生所接受^[1],但在广泛应用的同时也逐渐意识到术中骨性结构的破坏,势必导致局部生物力学的变化从而影响脊柱的长期稳定性,并由此引起一系列相关并发症。寻找一种既能达到融合目的,同时又尽可能减少对脊柱结构破坏的术式,成为众多学者研究的热点。2002 年 Phillips 报道了经横突间入路行腰椎椎体间融合术(intertransverse lumbar interbody fusion, ILIF)^[2],该术式对脊柱稳定影响较小,避免了其他入路的一些不足。但腰椎横突间以及毗邻解剖结构的复杂性,一定程度上限制了该术式的推广。近年来随着微创技术的进步,多种内窥镜辅助下脊柱外科技术得到迅速发展。作者拟从应用解剖角度,对腰椎横突间相关结构进行观测,尝试为微创 ILIF 术式临床应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 标本选择及处理

筛选无脊柱外伤、畸形,低温(-20°C)保存的新鲜冷冻成人尸体 10 具,其中男 7 具,女 3 具;身高 149~174cm,平均 168cm。标本解冻,经颈动脉灌注 1.5%甲醛溶液。保留腹主动脉并分别于 T10 和 S1 前方结扎腹主动脉和双侧髂总动脉、骶正中动脉。为突出观察动脉,将事先制备的乳胶与绿色色晶(工业染料)混合配制成灌注液,经腹主动脉

近端加压灌注,至皮下小动脉显现绿色为止。截取标本,仅保留脊柱腰、骶椎与周边软组织。仔细剔除肌肉,显露腰节段动脉和椎间孔、横突间韧带、腰椎椎间隙,沿腰神经分支及伴行血管,向外分离至横突外缘,向后至关节突关节处。

1.2 观测项目

(1)L1~L5 横突间韧带、骨纤维孔、腰神经及腰节段动脉等解剖结构的分布特点(图 1、2);(2)横突间韧带长度;(3)横突间韧带底部骨纤维孔的长度与宽度;(4)以 L1~L5 双侧上关节突与横突基部交汇点(TAP)为中心点,测量 TAP 距同平面上序腰神经前支的最短距离(TA);TAP 距骨纤维孔内神经血管束最短距离(TB);TAP 距同序椎间盘中心平面的垂直距离(TC)(图 3、4)。

1.3 统计学处理

所获数据采用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析,同一节段左右两侧指标均数的比较采用配对样本 t 检验,不同节段同一指标比较采用 F 检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。结果以 $\bar{x}\pm s$ 表示。

2 结果

2.1 各腰椎横突间组织解剖特点观察结果

横突间组织由横突间肌、韧带和穿行的神经血管组成。横突间韧带起自上位横突下缘,纤维斜向外下止于下位横突与副突,于腰椎侧方将椎间孔和关节突前后分开,韧带底部下份有骨纤维孔,

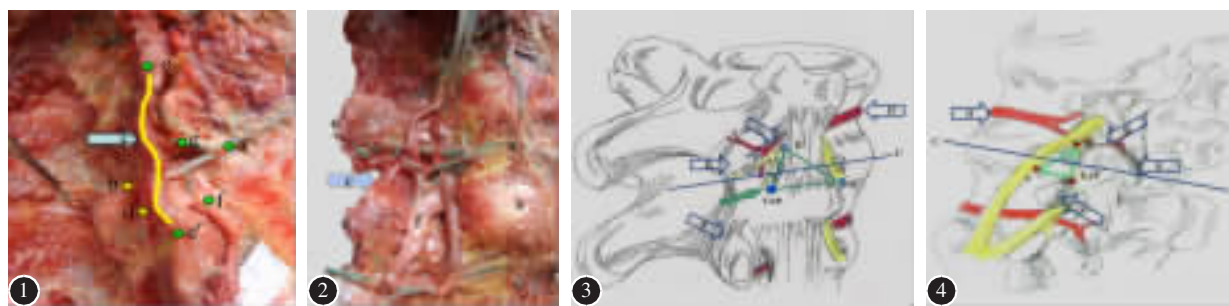


图 1、2 腰椎横突间解剖结构分布情况(图 1 示外侧,图 2 示前外侧)(a:腰椎节段动脉;b:节段动脉后支血管神经束;c:腰椎横突间韧带;d:上关节突与横突基部交汇点;e~e':横突顶点;f:腰神经前支;g:节段动脉前支;h:腰椎椎间隙) 图 3、4 腰椎横突间解剖观测项目示意图(图 3 示后外侧,图 4 示前外侧)(TAP:腰椎横突与上关节突交汇点;A:腰神经前支;B:后支神经血管束;C:腰椎间盘中心平面;D:腰椎节段动脉;E:腰椎上关节突;F:腰椎横突;G:骨纤维孔)

Figure 1, 2 Anatomic distribution of lumbar intertransverse structures(a: Lumbar artery; b: Dorsal branch neurovascular bundle; c: Lumbar intertransverse ligament; d: Intersection point of superior articular process and transverse process, the TAP point; e~e': Top of transverse process; f: Lumbar neuro anterior branch; g: Lumbar artery anterior branch; h: Lumbar intervertebral disc) **Figure 3, 4** Figure of lumbar intertransverse structures(TAP: Intersection point of Superior articular process and transverse process; A: Lumbar neuro anterior branch; B: Dorsal branch neurovascular bundle; C: Central plane of lumbar intervertebral disc; D: Lumbar artery; E: Superior articular process; F: transverse process; G: Bone textile fiber hole)

呈椭圆或三角形,由脂肪填充,并有脂肪组织包绕腰神经后支、节段动脉后支形成的血管神经束通过,并在骨纤维孔内后方和关节突周围继续分出较复杂的分支。观察 L1/2~L4/5 40 个节段共 80 侧中,节段动脉出现率为 93%(75/80 根),均直接由腹主动脉发出,走行于椎体侧方中部偏下,5 个节段单侧缺如。65%(49/75)节段动脉在椎体后缘分为前支、后支和脊支 3 支,35%(26/75)分为前支、后支两支,脊支出现率为 65%(49/75)。80%(60/75)前支和伴行静脉走行靠近于横突间韧带上缘的腹侧,紧贴上位横突下缘向外走行;20%前支动脉及分支出现在横突间韧带下部,均见于 L4/5。后支血管由节段动脉直接分出,主干向内下伴腰神经后支穿越横突间韧带底部骨纤维孔至后内侧,继续分 3~4 支,分布于关节突关节附近。

2.2 测量结果

横突间韧带长度、骨纤维孔长度和宽度测量结果见表 1、2。经检验两侧数据无统计学差异($P>0.05$),不同节段指标均数间比较有统计学差异($P<0.05$,表 1、2)。

以 TAP 为测量中心的有关测量结果见表 3~5,经检验两侧数据无统计学差异($P>0.05$);不同节段指标均数间比较有统计学差异($P<0.05$,表 3~5)。

表 1 横突间韧带长度解剖测量结果

Table 1 The length of intertransverse ligament by anatomy

measure	$(\bar{x}\pm s, \text{mm}, n=10)$		
	左侧 Left	右侧 Right	合并 Total
L1/2	22.2±2.2	21.5±2.4 ^①	21.9±2.2
L2/3	24.0±2.1	22.2±2.2 ^①	23.1±2.2
L3/4	22.3±2.2	23.0±1.7 ^①	22.6±1.9
L4/5	22.6±1.8	22.4±1.1 ^①	22.5±1.4

注:①与左侧比较 $P>0.05$

Noted: ①Compared with left, $P>0.05$

表 2 横突间韧带底部骨纤维孔测量结果

Table 2 The result of intertransverse ligament bone textile fiber hole ($\bar{x}\pm s, \text{mm}, n=10$)

	长度 Length		宽度 Width	
	左侧 Left	右侧 Right	左侧 Left	右侧 Right
L1/2	4.2±1.0	4.4±0.9 ^①	4.0±0.7	4.0±0.7 ^①
L2/3	5.0±0.8	4.9±0.8 ^①	3.8±0.2	3.7±0.2 ^①
L3/4	5.0±0.8	4.9±0.8 ^①	3.9±0.2	3.9±0.3 ^①
L4/5	5.1±0.8	5.1±0.8 ^①	4.0±0.1	4.0±0.2 ^①

注:①与左侧比较 $P>0.05$

Noted: ①Compared with left, $P>0.05$

表 3 TAP 与邻近腰神经前支间距

Table 3 The distance between TAP and lumbar neuro

	anterior branch		$(\bar{x}\pm s, \text{mm})$
	左侧 Left($n=10$)	右侧 Right($n=10$)	合并 Total($n=20$)
L1/2	14.7±2.5	14.5±2.7 ^①	14.6±2.5
L2/3	11.2±1.1	11.1±2.2 ^①	11.2±1.7
L3/4	8.9±1.5	8.8±1.3 ^①	8.9±1.4
L4/5	8.0±2.8	8.0±2.2 ^①	8.0±2.5

注:①与左侧比较 $P>0.05$

Noted: ①Compared with left, $P>0.05$

表 4 TAP 与邻近腰椎间盘中心平面的垂直距离

Table 4 The vertical distance between TAP and adjacent central plane of lumbar intervertebral disc ($\bar{x}\pm s, \text{mm}$)

	左侧 Left($n=10$)	右侧 Right($n=10$)	合并 Total($n=20$)
L1/2	4.3±0.9	4.1±0.8 ^①	4.2±0.9
L2/3	3.5±0.5	3.6±0.5 ^①	3.5±0.5
L3/4	3.6±0.4	3.6±0.8 ^①	3.5±0.7
L4/5	3.4±0.7	3.2±2.5 ^①	0.9±2.3

注:①与左侧比较 $P>0.05$

Noted: ①Compared with left, $P>0.05$

表 5 TAP 至骨纤维孔神经血管束距离

Table 5 The distance between TAP and branch neurovascular bundle in the bone textile fiber hole ($\bar{x}\pm s, \text{mm}$)

椎间隙	左侧 Left($n=10$)	右侧 Right($n=10$)	合计 Total($n=20$)
L1/2	3.8±1.1	4.0±1.3 ^①	3.9±1.2
L2/3	4.3±1.5	4.3±1.1 ^①	4.3±1.3
L3/4	4.5±1.0	4.4±1.4 ^①	4.5±1.2
L4/5	2.8±0.8	2.9±0.4 ^①	2.9±1.1

注:①与左侧比较 $P>0.05$

Noted: ①Compared with left, $P>0.05$

3 讨论

3.1 横突间组织的解剖特点

腰椎横突之间主要解剖结构有横突间肌、横突间韧带及其底部的骨纤维孔和穿行的神经血管束,与关节突、椎间孔、椎间隙、腰神经和节段动脉毗邻。实验中观察横突间组织将上关节突与椎间孔、腰神经前后分开,不破坏骨性结构的前提下,必须分离横突间韧带,否则由后外侧不可能直接进行腰神经和椎间隙等处的手术操作。因此分离横突间韧带,处理韧带基部分布的神经、血管是经横突间入路的关键。易西南等^[3]对腰椎侧面节段血管解剖研究表明,L1~L4 动、静脉恒定走行于相应椎体的中央沟内。本实验观察 80 侧共出现节段动脉 75 支(93%)均走行于椎体侧方中部稍偏下水平,并在椎间孔后缘部位分出前、后、脊支。观察

所见 80%(60/75) 前支走行靠近于横突间韧带上缘的腹侧, 15 例前支动脉位于横突间韧带下部或椎间隙(L4/5 节段)。国内陈亮^[4]等在 272 个腰椎节段观测中发现, 腰椎节段动脉前支及其主要分支位于横突间隙上 1/4 占 76.8%。张烽等统计 L4 动、静脉走行变异较大, 其中 36.7% 走行于 L4/5 椎间隙表面^[9], 本实验与其相符。根据结果, 分离横突间韧带应紧贴下位横突骨膜, 并注意 L4/5 前支走向变化。

本研究观察到节段动脉后支分出后, 与腰神经后支集成血管神经束, 经骨纤维孔向后穿行, 随即在横突背侧形成升、降支、关节支等众多复杂分支。文献报道后支是显露处理腰神经前支腋下的腰椎间盘必须小心处理的主要问题^[6], 也是经椎间孔外区手术出血的主要原因^[7]。朱晞等测量 55 具成人新鲜标本, 测得后支主干外径 $2.74 \pm 0.19\text{mm}$, 其分支(升、降肌支)外径也均在 2.0mm 以上^[8]。笔者观察发现, 后支神经血管束在横突间韧带内侧底部的骨纤维孔内分布较集中并有脂肪组织包裹填充, 易于寻找辨认和处理, 因此骨纤维孔可以作为镜下显露、处理后支神经血管束的解剖标志和理想部位。

3.2 解剖标志和手术安全窗

作者通过观测发现关节突与横突交汇点(TAP)是上关节突与横突、椎间孔联系的枢纽, 也是分离横突间韧带、进一步显露腰椎间孔、腰神经和椎间盘的门户。TAP 同时具有易于显露、辨认和位置稳定的特点, 很少受退变影响, 分布趋势相对稳定。

横突间韧带基底部的骨纤维孔由三个壁构成: 上为横突间韧带内侧缘, 下为下位横突的上缘, 内为下位椎骨上关节突外侧缘^[9]。笔者观察到骨纤维孔位于横突间韧带内侧下份, 由脂肪填充。后支神经血管束经由此处行向后内侧。本研究结果显示, 在手术入路中横突上缘 TAP、骨纤维孔内神经血管束下缘与腰神经前支围成的三角形区域, 可以视为手术入路中分离横突间组织显露前方椎间孔、椎间隙等结构的安全窗口。O'Hara 的研究中认为腰神经后支可作为解剖标志, 引导术者找到腰神经、神经节和椎间盘组织^[10]。笔者通过解剖观察发现, 腰神经后支比较细小, 有脂肪包裹, 难以显露辨认。而骨纤维孔位置固定, 镜下易于辨认, 作为解剖标志, 对于显露处理腰神经后支

和节段动脉后支及其分支, 避免出血和副损伤更具实用价值。

作为一种新的术式, ILIF 具有减少骨性结构破坏, 避免对椎管内环境骚扰的优势^[11]。近年来国内学者已开展了有关 ILIF 的基础研究^[12], 但尚未见微创 ILIF 开展的临床报道。笔者根据本次解剖实验结果, 认为微创 ILIF 术中应注意以下要点: (1)以横突基部 TAP 为中心, 上至骨纤维孔神经血管束下缘, 向外至腰神经前支围成的三角形区域视为切开横突间韧带进入椎间孔或椎间隙部位的手术安全窗; (2)TAP 和骨纤维孔是术中较稳定的解剖标志, 沿该处的脂肪可找到并显露后支神经血管束及其分支, 处理神经血管束应在骨纤维孔内、未分支之前, 注意保护腰神经后支及其分支, 同时避免血管断端回缩。

4 参考文献

1. Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebral discs by vertebral body fusion. I. Indications, operative technique, after care[J]. J Neurosurg, 1953, 10(2): 154-168.
2. Phillips FM, Cunningham B. Intertransvers lumbar interbody fusion[J]. Spine, 2002, 27(1): 37-41.
3. 易西南, 沈民仁, 罗刚, 等. 腰椎侧方节段血管神经的应用解剖[J]. 中国临床解剖学杂志, 2005, 23(5): 470-473.
4. 陈亮, 唐天骝, 杨惠林. 椎间孔外型腰椎间盘突出的应用解剖和手术治疗[J]. 中华外科杂志, 2002, 40(10): 733-736.
5. 张烽, 段广超, 金国华. 下腰椎极外侧椎体间融合术的应用解剖[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(11): 859-861.
6. 郑晓晖, 陈振光, 林海滨. 腰椎后外侧部血供的应用解剖学研究及临床意义[J]. 中国临床解剖志, 2004, 22(4): 340-343.
7. Macnab I, Dall D. The blood supply of the lumbar spine and its application to the technique of intertransverse lumbar fusion[J]. J Bone Joint Surg Br, 1971, 53(4): 628-638.
8. 朱晞, 俞寿氏, 曹润仰. 腰动脉背侧支的形态观察[J]. 浙江医科大学报, 1983, 12(4): 172-174.
9. 单云官, 贺智, 魏焕萍. 腰神经通道的解剖特点及其临床意义[J]. 中国解剖与临床, 2001, 6(1): 54-55.
10. O'Hara LJ, Marshall RW. Far lateral lumbar disc herniation: the key to the intertransverse approach [J]. J Bone Joint Surg Br, 1997, 79(6): 943-947.
11. Rosenberg WS, Mummaneni PV. Transforaminal lumbar interbody fusion: technique, complications, and early results[J]. Neurosurgery, 2001, 48(3): 569-574.
12. 汤俊君, 王新伟, 袁文, 等. 腰椎横突间入路椎体间融合术的生物力学[J]. 中华实验外科杂志, 2008, 5(6): 707-708.

(收稿日期: 2011-11-07 修回日期: 2011-12-27)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)