

斜外侧腰椎椎间融合术手术通道的解剖学研究进展

Research progress on anatomical characteristics of surgical pathways for oblique lumbar interbody fusion

王 博¹, 丁 娜¹, 薛建明¹, 杨学军²

(1 内蒙古医科大学 010000 呼和浩特市; 2 内蒙古医科大学第二附属医院脊柱外科 010030 呼和浩特市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.01.12

中图分类号: R687.3 文献标识码: B 文章编号: 1004-406X(2021)-01-0081-05

随着社会老龄化的加重和人们生活工作方式的改变, 腰椎退变性疾病所导致的腰背痛及下肢放射痛成为临床工作中患者常见的就诊原因^[1]。经过牵引、推拿、针灸及药物等保守治疗无效后, 患者需要手术治疗。而腰椎融合术是目前临床上治疗腰椎退变性疾病的重要手术方式^[2]。自 1936 年 Mercer^[3]首次提出腰椎椎间融合的观点后, 腰椎融合技术不断发展, 形成了多种术式。斜外侧腰椎椎间融合术 (oblique lumbar interbody fusion, OLIF) 由 Mayer^[4]于 1997 年首次提出, 在 2012 年 Silvestre 等^[5]正式将其命名为 OLIF, 并在全球进行了推广。OLIF 手术的关键是在腹膜后大血管与腰大肌之间建立安全的斜行手术通道。手术通道的直径及周围毗邻的重要神经、血管的解剖结构会限制该技术的应用, 并非所有的患者和病变节段都适合采用该术式^[6,7]。同时, 腹膜后重要且复杂的解剖结构, 如血管、神经、腰大肌、输尿管及膈肌脚等紧邻手术通道, 术中损伤这些结构会导致严重的后果^[8]。系统的解剖学研究可以提供平缓的学习曲线, 帮助脊柱外科医生熟悉手术入路, 掌握手术适应证, 避免并发症的发生。笔者旨在阐述 OLIF 手术通道与其周围结构解剖关系的相关研究, 为脊柱外科医生提供参考。

1 OLIF 手术的特点

OLIF 手术的特点在于该手术既不需要进入腹腔, 也不用切开腰大肌, 最大程度地保留了正常的解剖结构, 并且可在椎间隙放置较大型号的融合器, 充分恢复椎间盘高度, 实现间接减压, 矫正矢状位和冠状位失衡^[5,8]。与传统的前路手术相比, OLIF 手术过程中无需过多剥离或牵拉腹膜、腹膜后血管及神经等结构, 从而大大降低了血管、内脏及神经损伤的风险^[9]。与椎体外侧腰椎椎间融合术相比, OLIF 手术无需穿过腰大肌, 可以保护腰大肌并避开腰丛神经, 使腰丛神经损伤的发生率明显下降, 并且在术中也可

无需使用神经监测^[7,9]。与腰椎后路手术相比, OLIF 不会破坏腰椎后方的肌肉、韧带复合体和骨性结构, 更有利于保留腰椎后柱稳定, 一般不会造成脊髓和神经根的损伤, 术后医源性腰背痛的发生率也大大下降^[9]。

2 OLIF 手术通道的特点

OLIF 理论上可以从腰椎左右两侧, 即腹主动脉或下腔静脉与两侧腰大肌之间的解剖间隙显露病变节段椎间隙。然而, 下腔静脉血管壁薄弱, 损伤风险高且修复难度大。同时, 下腔静脉与右侧腰大肌之间的距离远小于左侧, 且右侧手术区域被解剖结构阻挡的情况也多于左侧, 因此临床上一般采用左侧入路进入椎间隙^[10]。

OLIF 手术需通过左下腹前侧方斜行经腹外斜肌、腹内斜肌、腹横肌的肌间隙进入腹膜外间隙, 在左侧腰大肌前缘和腹主动脉之间的天然间隙置入并固定牵开器, 建立手术通道^[8]。在此操作过程中, 手术通道与腹膜后走行致密的血管、神经、腰大肌、输尿管及膈肌脚等重要的解剖结构相毗邻, 这些结构相对于手术通道的解剖位置会影响手术的可行性及安全性, 并导致腰椎各节段 OLIF 手术通道的大小及易损伤的毗邻结构也会有所不同^[11-15]。同时, 患者体位的改变、腰椎侧凸畸形、年龄也会导致腹膜后解剖结构的差异, 如血管的移位、腰大肌形态的变化及神经走行的扭曲, 这些情况都可能影响手术通道的大小, 并增加这些解剖结构的损伤风险^[15-19]。此外, 有些结构如下腔静脉和下腰椎节段动脉可能存在解剖变异的情况, 会增加入路相关并发症的发生率^[20,21]。因此, 为了保证手术的安全性以及更好地把握手术适应证, 需要术者对手术区域的解剖学有良好的认识, 熟悉手术通道周围解剖结构的相对位置以及可能存在的变异情况。

3 OLIF 手术通道与周围毗邻组织的解剖关系

3.1 血管

3.1.1 腹主动脉 腹主动脉位于腹膜后, 椎体前, 稍偏左侧。OLIF 术中在腹主动脉与腰大肌之间的解剖间隙建立手术通道时有一定的腹主动脉损伤风险, 该间隙宽度越

第一作者简介: 男 (1993-), 硕士研究生在读, 研究方向: 脊柱外科
电话: (0471) 6351230 E-mail: 1055693977@qq.com
通讯作者: 杨学军 E-mail: yangxuejun2004@126.com

小,腹主动脉损伤的风险就越高^[7]。虽然 OLIF 术中腹主动脉损伤的发生率仅为 0.1%,但其损伤是 OLIF 最严重的并发症,术前必须充分评估腹主动脉与腰大肌间隙宽度^[9,22]。郑晓青等^[23]分析了 104 例患者的 MRI 资料,发现在 L1/2 节段,腹主动脉与腰大肌之间间隙宽度为 $20\pm 5.63\text{mm}$ 。在 L2~L5 节段,王洪立等^[24]的研究发现该解剖间隙的宽度男性为 $(13.65\pm 4.10)\text{mm}\sim(9.42\pm 4.00)\text{mm}$, 女性为 $(13.89\pm 3.18)\text{mm}\sim(8.38\pm 3.33)\text{mm}$,均呈明显下降趋势。徐海超等^[1]的研究发现在 L2~L5 节段该解剖间隙宽度呈先增大后减小的趋势,各节段平均值分别为 $14.82\pm 7.90\text{mm}$ 、 $17.57\pm 5.97\text{mm}$ 、 $11.16\pm 4.81\text{mm}$ 。虽然文献报道中在具体数据上存在差异,但可以明确的是 L4/5 节段的手术通道宽度要明显小于其他节段。

腹主动脉在分为左右髂总动脉后向椎体左右两侧走行,使其与腰大肌之间的距离逐渐减少,会增加术中血管损伤的风险^[1]。腹主动脉分叉水平多出现在 L4 椎体、L4/5 椎间盘及 L5 椎体上 1/3^[6,14]。所以在 L1~L4 节段行 OLIF 手术时会有较大的操作范围和较高的安全性,而在 L4/5 节段则有较大的腹主动脉和髂血管损伤的风险。

OLIF 术中患者体位为右侧卧位,研究发现当患者由仰卧位变为右侧卧位时,动脉结构会出现平移。Farah 等^[16]发现当患者为左髋关节伸直或屈曲的右侧卧位时,腹主动脉在 L2/3、L3/4 节段向右平移的距离为 $4.88\sim 5.2\text{mm}$ 及 $3.93\sim 4.57\text{mm}$,而左髂总动脉在 L4/5、L5/S1 节段向右平移的距离为 $3.2\sim 3.66\text{mm}$ 及 $0.47\sim 5.61\text{mm}$ 。

3.1.2 髂腰静脉 髂腰静脉在髂总静脉分叉下方约 3~4cm 处横向走行,然后在 L5 椎体旁由内向外走行^[25]。Silvestre 等^[5]回顾了 179 例 OLIF 手术患者资料,由于髂腰静脉和髂静脉回缩困难,只有 3.4% 的患者在 L5/S1 水平进行了 OLIF 手术。Woods 等^[26]随访了 137 例 OLIF 手术病例,发现 4 例血管损伤均发生在 L5/S1 水平,其中髂腰静脉损伤 2 例。Zairi 等^[27]建议在 L5/S1 节段行 OLIF 手术时,应结扎髂腰静脉,在髂血管外侧进行操作。

Hamid 等^[28]将髂腰静脉描述为静脉系统,而不是单个静脉,是椎体静脉系统的一部分。由于髂腰静脉无瓣膜,血流方向会随不同的因素而变化(如腹内压),如果在术中损伤髂腰静脉会发生大出血,所以髂腰静脉及其变异对脊柱外科医生至关重要^[25,28]。Davis 等^[25]的尸体解剖研究表明髂腰静脉最常起源于髂总静脉,左侧髂腰静脉的起始位置比右侧更远;髂腰静脉平均长约 3.7cm,宽约 0.9cm,左侧明显小于右侧,而且左侧髂腰静脉的分支也明显多于右侧;髂腰静脉特别是其垂直分支紧邻 L4 和 L5 椎体走行。在行 OLIF 手术时,特别是在 L4/5、L5/S1 节段,应注意识别并保护髂腰静脉,避免其损伤所导致的严重出血。

3.1.3 左髂总静脉 L5/S1 节段的 OLIF 本质上是在右侧卧位进行前路腰椎椎间融合术(anterior lumbar interbody fusion, ALIF),需要相对于左髂总静脉倾斜的置入手术通道,所以保护左髂总静脉尤为重要^[29,30]。Chung 等^[30]回顾性

分析了 L5/S1 节段的 ALIF 手术 39 例、OLIF 手术 26 例,发现 L5/S1 节段 OLIF 术中左髂总静脉损伤的发生率明显高于 ALIF。Capellades 等^[29]发现左髂总静脉至 L5/S1 椎间盘中心的距离为 0~4cm,距离越小越靠近椎间盘内侧,甚至与椎间盘中心重叠,导致手术范围较小或阻挡手术通道。当左髂总静脉位置偏内侧甚至阻挡 L5/S1 手术通道时,需游离左髂总静脉^[5]。左髂总静脉的游离难度取决于有无血管周围脂肪组织。研究发现,当左髂总静脉下方存在脂肪组织时,其游离难度及损伤风险较小,当缺乏血管周围脂肪组织时则游离难度较大,并有很高的损伤风险^[30]。所以在 L5/S1 节段行 OLIF 手术时,应在术前评估左髂总静脉的位置及其周围的脂肪组织。

多数人的髂总动脉的位置高于髂总静脉,髂总静脉的汇合位置是 L5/S1 节段 OLIF 手术可行性的决定因素。Molinares 等^[14]研究发现髂总静脉汇合位置多位于 L4 椎体上 1/3 与 L5 椎体下 1/3 之间。在髂总静脉汇合位置位于 L5 椎体的病例中,有 73%(25/34)的病例在术前 MRI 检查中没有观测到手术通道。髂总静脉的汇合位置越低,在术前影像学评估中观测到 L5/S1 节段手术通道的可能性就越小。

3.1.4 腰椎节段动脉 腰椎节段动脉起自腹主动脉后壁,紧贴椎体侧方凹面向后外侧走行。OLIF 术中腰椎节段动脉损伤的发生率为 0.7%~5%^[9]。由于腰椎节段动脉从腹主动脉发出分支后仅向上走行了很短的距离,到达相应椎体中部后几乎是水平走行的,所以腰椎节段动脉会与腰椎椎体形成一定的角度^[31]。Orita 等^[21]研究发现,在 L1~L3 节段,腰椎节段动脉的分支角度明显锐化($\leq 90^\circ$)并向上走行,与头尾侧相邻的椎间盘距离较大,损伤风险较小;在 L4/5 节段,腰椎节段动脉的分支角基本钝化($>90^\circ$)并向下走行,与头尾侧相邻的椎间盘距离较小,甚至穿过椎间盘走行,并且 L5 节段动脉的起点及走行具有很高的变异性,所以腰椎下段的 OLIF 手术极易损伤腰椎节段动脉;此外该研究还发现椎体高度的 1/2 以下存在腰椎节段动脉的可能性较低,可以在此处放置牵开器固定钉,从而避免腰椎节段动脉的损伤。

3.1.5 肾血管 肾动脉起源于腹主动脉,经肾门入肾,肾内毛细血管网逐渐汇合成肾静脉,由肾门出肾,注入下腔静脉。腰椎较高节段的 OLIF 手术通道位于肾动脉和肾静脉之后,与肾血管毗邻^[7]。Xi 等^[10]回顾了 200 例腰椎退变性疾病患者的 MRI 资料,发现 L1/2 节段的 OLIF 手术通道有 52% 被肾血管阻挡, L2/3 节段有 4% 被肾血管阻挡。研究表明^[9],肾动脉多走行于 L1 椎体中下 1/3 和 L1/2 椎间盘处,肾静脉多走行于 L1 椎体的下 1/3、L1/2 椎间盘及 L2 椎体的上 1/3。同时,多数患者肾动静脉会在 L1 椎体下 1/3 前方重叠,其次是肾动脉走行于肾静脉之上,而最少见的情况是肾静脉走行于肾动脉的下方^[7]。所以 L1/2、L2/3 节段的 OLIF 手术通道易受肾血管的影响,术者应保持警惕,防止肾血管的损伤。

3.2 腰大肌

腰大肌起自腰椎两旁,为一长梭形肌肉,与髂肌共同终于股骨小转子^[21]。收缩腰大肌可扩大 OLIF 手术通道。Davis 等^[13]研究发现当腰大肌轻度回缩时,L2/3、L3/4、L4/5 节段的手术通道平均增加了 59.60%、43.96%及 58.97%。Wang 等^[15]的尸体解剖研究进行了更全面的评估,发现收缩腰大肌可显著扩大腰椎左右两侧各节段的手术通道。Silvestre 等^[5]明确提出 OLIF 术中对腰大肌的牵拉越少,术后出现下肢症状的概率就越小。Wang 等^[15]发现 L1~S1 各节段左侧腰大肌的可回缩量分别为 2.83mm、6.83mm、7.25mm、9.58mm、6.17mm。腰大肌的宽度和厚度大致表明在术中扩大 OLIF 手术通道的难度。腰椎各节段腰大肌宽度和厚度的变化趋势为 L4/5>L3/4>L2/3,也就是节段越低,腰大肌越宽、越厚^[12]。

研究发现^[13],在 L4/5 节段,即使在术前检查中有可测量的手术通道,也可能因腰大肌的高耸而无法进入椎间隙。所以术前评估腰大肌形态及位置是很有必要的。Julia 等^[24]发现大多数患者的腰大肌与 L4/5 椎间盘前缘齐平,为轻度隆起或位于椎间盘前缘后方,有 19.4%的患者腰大肌明显高耸,会增加术中显露的难度,甚至阻挡手术通道。

腰大肌的形态会受患者年龄、体位及腰椎侧凸畸形的影响,从而改变 OLIF 手术通道的大小。研究发现腰大肌随着年龄增长逐渐萎缩,年龄较大的患者会有更大的手术范围^[10]。张帆等^[17]发现当患者处于右侧卧位及双下肢略屈曲状态时,腰大肌处于相对放松的状态,更易受重力的影响发生形变,左侧腰大肌显著前移,其前方肌腹显著增厚及圆润,会显著减少 L1~L4 的操作范围。Farah 等^[16]研究发现,当患者处于右侧卧位时,左髋关节伸直可减少腰大肌体积。此外,有报道在腰椎侧凸畸形患者中,凸侧的腰大肌比凹侧的腰大肌具有更大的横截面积和更少的脂肪浸润,凸侧腰大肌的伸展和肥大可能增加了椎体上的血管重叠,从而减小了手术通道,而凹侧肌肉的缩短可能会增大手术通道^[15]。

3.3 神经

3.3.1 腰交感神经 Silvestre 等^[5]报道的 179 例 OLIF 技术手术病例中,腰交感神经损伤所致下肢症状的发生率为 1.7%(3/179),为仅次于血管损伤的第二大手术并发症,在 OLIF 术中需将左侧腰交感干向前牵拉使其远离术野。王洪立等^[24]研究发现左侧腰交感干位于左侧腰大肌前缘 3mm 左右,并且会随腰椎走行逐渐靠近腹主动脉;L2/3 节段左侧腰交感干偏向侧方,操作空间大,对腰交感神经损伤的风险较小;但在 L4/5 节段,由于左侧腰交感干间隙狭窄,位置偏前,腰交感神经损伤的发生率可能较高。

腰椎退变可引起腰交感神经走行扭曲。Gareth 等^[18]的尸体解剖研究显示,大多数标本的腰交感神经从 L3~S1 呈由内向外的头尾走行,也有部分标本表现为由外向内的走行;骨赘通常会使腰交感神经移位并附着在腰交感神经上,并且腰交感神经会与椎间盘粘连。所以在退变程度较

高的病例中,游离腰交感神经可能很困难。

腰椎侧凸畸形也会导致腰交感神经走行扭曲。研究表明右侧腰椎侧凸会使腰交感神经靠近血管远离腰大肌,左侧腰椎侧凸会使腰交感神经远离血管靠近腰大肌。并且在腰椎侧凸患者中,腰交感神经的位置可能与椎体旋转的方向不一致,有可能在术前 MRI 检查中无法识别^[19]。

3.3.2 生殖股神经 椎体外侧腰椎椎间融合术(lateral/extreme/direct lateral lumbar interbody fusion,L/X/D/LIF)虽然可以降低前、后路腰椎融合术入路相关并发症的发生率,但剥离腰大肌极易损伤腰大肌内的腰丛神经,引起术后下肢神经功能缺陷^[30]。OLIF 技术不需要切开腰大肌,可以避开腰丛,降低了腰丛神经损伤的发生率,但由于生殖股神经的走行,在 OLIF 手术过程中可能会遇到并损伤生殖股神经^[1-5]。

生殖股神经主要从 L1 和 L2 神经根发出分支,从后向前穿过腰大肌实质而到达腰大肌表面,然后在腰大肌表面下行进入腹膜。Wang 等^[15]的研究表明生殖股神经在腰大肌前表面出现的节段范围是 L2 上终板到 L5 上终板之间,多数出现在 L2 上终板和 L3 上终板之间;生殖股神经始终位于前筋膜和腰大肌之间。所以 L2 以下的 OLIF 手术很可能会遇到并损伤生殖股神经,而保持腰大肌前筋膜的完整可以避免生殖股神经损伤。

3.4 膈肌脚

左、右膈肌脚起自主动脉裂孔前方的弓状线,即 T12 椎体下缘,向下与前纵韧带逐渐融合消失。膈肌脚形成膈脚后间隙的前侧和外侧边界,膈脚后间隙内容物众多,包括脂肪、主动脉、奇静脉和半奇静脉、神经、胸导管、其他淋巴管和淋巴结^[15]。研究显示膈肌脚的形态变化会阻挡 OLIF 手术通道。影像学研究发现左侧膈肌脚的止点水平最低位于 L3/4 椎间盘水平,多数位于 L1/2 和 L2/3 之间^[1]。解剖学研究表明膈肌脚两侧椎体附着点可以出现在 L1~L3 椎体之间的任何部位,多数情况下,左膈脚向下延伸至 L2 椎体,而右侧膈脚常延伸至 L3 椎体^[15]。因此,在 L1/2、L2/3 节段行 OLIF 手术时,需在术前注意有无膈肌脚阻挡、术中钝性分离,以免损伤膈脚后间隙内容物。

3.5 输尿管

OLIF 术中输尿管损伤的发生率为 0.3%~1.6%^[9]。输尿管损伤可在术中及时发现,表现为损伤后的肉眼血尿,更多的是在术后出现症状后被发现,所以输尿管的损伤往往比较隐匿^[7]。研究表明输尿管多数位于 L2 椎体前缘后方 2.5cm、L3 椎体后方 3cm、L4 椎体后方 1cm 及 L5 椎体前缘^[18]。以腰大肌为参考结构时,绝大多数输尿管位于腰大肌腹侧及其前半部,接近 OLIF 手术通道^[9]。Xiao 等^[12]回顾性分析 234 例患者的增强 CT 尿路造影资料发现,多数患者的输尿管在腹膜后下降过程中逐渐由腰大肌外侧缘向腰大肌内侧缘移动,当输尿管靠近腰大肌前部或内侧时,很容易受到损伤;L2/3、L3/4 节段输尿管位于手术通道之外,损伤风险较低,L4/5 节段的输尿管位于手术通道内,

有较高的损伤风险。

4 总结与展望

OLIF手术通道在腰椎不同节段有以下特点:(1)L1/2、L2/3 节段有较大的操作范围,安全性较高,但应注意肾血管及膈肌脚的阻挡;(2)L3/4 节段操作范围大,重要解剖结构损伤风险小;(3)L4/5 节段受血管分叉水平及腰大肌形态影响,操作范围小,有较高的血管、神经及输尿管损伤风险;(4)L5/S1 节段的操作范围最小,血管结构复杂,并表现出极高的变异性,血管损伤风险高。近年来,随着技术的不断完善及微创理念的普及,OLIF 被越来越多的人所接受。OLIF 虽然具有诸多优点,但因其入路的特殊性,脊柱外科医师在选择治疗方式时,应详细评估手术的安全性及可行性,不可盲目扩大手术的适应证。确保术中精准操作,识别并保护重要结构,充分发挥 OLIF 的优势,为患者提供个体化治疗方案及术后满意的治疗效果。

5 参考文献

- 徐海超, 冯振华, 李肖斌, 等. 斜外侧腰椎椎间融合术手术通道的 CT 影像学研究[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(16): 1021-1028.
- DiGiorgio AM, Edwards CS, Virk MS, et al. Lateral prepsoas (Oblique) approach nuances[J]. Neurosurg Clin N Am, 2018, 29(3): 419-426.
- Mercer W. Spondylolisthesis: with a description of a new method of operative treatment and notes of ten cases[J]. Edinb Med J, 1936, 43(9): 545-572.
- Mayer HM. A new microsurgical technique for minimally invasive anterior lumbar interbody fusion[J]. Spine, 1997, 22(6): 691-700.
- Silvestre C, Mac-Thiong JM, Hilmi R, et al. Complications and morbidities of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lumbar interbody fusion in 179 patients[J]. Asian Spine J, 2012, 6(2): 89-97.
- 田大胜, 钟华璋, 荆珏华, 等. CT 评估斜外侧椎间融合术通道的准确性研究[J]. 安徽医科大学学报, 2018, 53(8): 1299-1303.
- Liu L, Liang Y, Zhang H, et al. Imaging anatomical research on the operative windows of oblique lumbar interbody fusion[J]. PLoS One, 2016, 11(9): e0163452.
- Quillo-Olvera J, Lin GX, Jo HJ, et al. Complications on minimally invasive oblique lumbar interbody fusion at L2-L5 levels: a review of the literature and surgical strategies[J]. Ann Transl Med, 2018, 6(6): 101.
- 张宇轩, 王洪立, 马晓生, 等. 斜外侧腰椎椎间融合术并发症的研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(19): 1222-1228.
- Julian Li JX, Mobbs RJ, Phan K. Morphometric MRI imaging study of the corridor for the oblique lumbar interbody fusion technique at L1-L5[J]. World Neurosurg, 2018, 111: e678-e685.
- Kanemura T, Satake K, Nakashima H, et al. Understanding retroperitoneal anatomy for lateral approach spine surgery [J]. Spine Surg Relat Res, 2017, 1(3): 107-120.
- Xiao L, Xu Z, Liu C, et al. Anatomic relationship between ureter and oblique lateral interbody fusion access: analysis based on contrast-enhanced computed tomographic urography [J]. World Neurosurgery, 2019, 123: e717-e722.
- 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.
- Molinares DM, Davis TT, Fung DA. Retroperitoneal oblique corridor to the L2-S1 intervertebral discs: an MRI study[J]. J Neurosurg Spine, 2016, 24(2): 248-255.
- Wang K, Zhang C, Wu H, et al. The anatomic characteristics of the retroperitoneal oblique corridor to the L1-S1 intervertebral disc spaces[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2019, 44(12): E697-E706.
- Farah K, Leroy HA, Karnoub MA, et al. Does the hip positioning matter for oblique lumbar interbody fusion approach? a morphometric study[J]. Eur Spine J, 2020, 29(2): 306-313.
- 张帆, 马晓生, 夏新雷, 等. 体位改变对腰椎前斜入路通道影响的影像学分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(4): 310-315.
- 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.
- Mahathanatrakul A, Itthipanichpong T, Ratanakornphan C, et al. Relation of lumbar sympathetic chain to the open corridor of retroperitoneal oblique approach to lumbar spine: an MRI study[J]. Eur Spine J, 2019, 28(4): 829-834.
- Liu C, Zhai J, Yuan Q, et al. A patient with left-sided inferior vena cava who received oblique lumbar interbody fusion surgery: a case report[J]. J Med Case Rep, 2020, 14(1): 21.
- Orita S, Inage K, Sainoh T, et al. Lower lumbar segmental arteries can intersect over the intervertebral disc in the oblique lateral interbody fusion approach with a risk for arterial injury: radiological analysis of lumbar segmental arteries by using magnetic resonance imaging[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2017, 42(3): 135-142.
- 刘进平, 王奇, 冯海龙. 斜外侧腰椎椎间融合术(OLIF)并发症的临床分析[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2017, 16(6): 538-541.
- 郑晓青, 顾宏林, 梁国彦, 等. 微创斜向腰椎椎体间融合术手术入路的影像学相关研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(8): 729-733.
- 王洪立, 张宇轩, 马晓生, 等. 斜外侧腰椎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.

25. Davis M, Jenkins S, Bordes S, et al. Iliolumbar vein: anatomy and surgical importance during lateral transpsoas and oblique approaches to lumbar spine [J]. *World Neurosurg*, 2019, 128: e768–e772.
26. 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.
27. Zairi F, Sunna TP, Westwick HJ, et al. Mini-open oblique lumbar interbody fusion (OLIF) approach for multi-level discectomy and fusion involving L5–S1: preliminary experience [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103(2): 295–299.
28. Hamid M, Toussaint PJ, Delmas V, et al. Anatomical and radiological evidence for the iliolumbar vein as an inferior lumbar venous system[J]. *Clin Anat*, 2007, 20(5): 545–552.
29. Capellades J, Pellisé F, Rovira A, et al. Magnetic resonance anatomic study of ilioacava junction and left iliac vein positions related to L5–S1 disc[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2000, 25(13): 1695–1700.
30. Chung NS, Jeon CH, Lee HD, et al. Preoperative evaluation of left common iliac vein in oblique lateral interbody fusion at L5–S1[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(11): 2797–2803.
31. Shimizu S, Tanaka R, Kan S, et al. Origins of the segmental arteries in the aorta: an anatomic study for selective catheterization with spinal arteriography[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005, 26(4): 922–928.
32. Chen X, Chen J, Zhang F. Imaging anatomic research of oblique lumbar interbody fusion in a chinese population based on magnetic resonance [J]. *World Neurosurg*, 2019, 128: e51–e58.
33. Louie PK, Narain AS, Hijji FY, et al. Radiographic analysis of psoas morphology and its association with neurovascular structures at L4–5 with reference to lateral approaches [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2017, 42(24): E1386–E1392.
34. Ng JP, Kaliya-Perumal AK, Tandon AA, et al. The oblique corridor at L4–L5: a radiographic-anatomical study into the feasibility for lateral interbody fusion [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45(10): E552–E559.
35. Kim DB, Shin MH, Kim JT. Vertebral body rotation in patients with lumbar degenerative scoliosis: surgical implication for oblique lumbar interbody fusion[J]. *World Neurosurgery*, 2019, 124: e226–e232.
36. Li JX, Phan K, Mobbs R. Oblique lumbar interbody fusion: technical aspects, operative outcomes, and complications[J]. *World Neurosurg*, 2017, 98: 113–123.
37. Lee HJ, Kim JS, Ryu KS, et al. Ureter injury as a complication of oblique lumbar interbody fusion[J]. *World Neurosurg*, 2017, 102: 693.e7–693.e14.
38. Voin V, Kirkpatrick C, Alonso F, et al. Lateral transpsoas approach to the lumbar spine and relationship of the ureter: anatomic study with application to minimizing complications [J]. *World Neurosurg*, 2017, 104: 674–678.
39. Fujibayashi S, Otsuki B, Kimura H, et al. Preoperative assessment of the ureter with dual-phase contrast-enhanced computed tomography for lateral lumbar interbody fusion procedures[J]. *J Orthop Sci*, 2017, 22(3): 420–424.
- (收稿日期:2020-05-17 修回日期:2020-08-06)
(本文编辑 姜雅浩)