

临床论著

中线腰椎融合技术在老年退行性腰椎疾病
应用的早期临床疗效及置钉注意事项

吴奉梁, 周 华, 党 礪, 姜 亮, 韦 峰, 于 森, 刘忠军, 刘晓光

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:探讨中线腰椎融合技术(midline lumbar fusion, MIDLF)治疗老年退行性腰椎疾病的效果、安全性及皮质骨轨迹(cortical bone trajectory, CBT)螺钉固定技术置钉注意事项。**方法:**回顾性分析我院 2018 年 4 月~9 月收治的采用 MIDLF 治疗老年退行性腰椎疾病患者 16 例, 男性 8 例, 女性 8 例。年龄 58~81 岁, 平均 68.7 ± 7.7 岁。手术节段均为 L4/5。术中均应用 CBT 螺钉固定技术。入钉点的选择参考上位节段的下关节突最尖端下移约 5mm(a 值)与峡部最窄处内移约 4mm(b 值)的交点, 记录手术时间、术中出血量、手术并发症等。应用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)记录术前和末次随访时腰腿痛情况, 应用腰椎 JOA 评估患者手术后功能改善情况, 所有患者出院前及术后 12 个月均行腰椎 CT 扫描。通过 Rao 分级标准评价置钉准确性, 置钉优良率=置钉优良数/总置钉数 $\times 100\%$ 。在术后出院前 CT 测量螺钉的外倾角、尾倾角、a 值和 b 值。对未突破皮质组与突破皮质组上述 4 个参数进行比较。**结果:**手术时间平均 174.3 ± 27.9 min (133~232min), 术中出血量平均 69.3 ± 36.7 ml (30~150ml), 术后总引流量平均 147.5 ± 95.2 ml (20~315ml), 术后住院天数平均 2.5 ± 0.8 d (2~4d)。术后随访时间平均 15.1 ± 2.0 个月 (12~20 个月)。术后 1 例患者出现足下垂和血肿, 有 5 枚 CBT 改为椎弓根螺钉固定。其他患者无术中和术后并发症。术前 VAS 腰痛评分 4.5 ± 1.7 分, 末次随访时为 1.1 ± 0.5 分, 差异有统计学意义 ($t=7.013, P<0.001$); 术前 VAS 腿痛评分 5.6 ± 1.0 分, 末次随访时为 1.1 ± 0.9 分, 差异有统计学意义 ($t=13.006, P<0.001$); 术前腰椎 JOA 评分 15.7 ± 2.4 分, 末次随访时为 23.9 ± 2.1 分, 差异有统计学意义 ($t=-16.364, P=0.000$)。参考术后出院前 CT 进行 Rao 分级: 0 级 46 枚, 1 级 4 枚, 2 级 3 枚, 3 级 6 枚。置钉的优良率为 84.7% (50/59), 突破皮质骨的螺钉有 13 枚 (13/59, 22%), 其中突破椎弓根内壁的 3 枚, 突破椎体的 10 枚。未突破皮质骨组与突破皮质骨组比较分析显示螺钉外倾角有显著性差异 ($11.0^\circ \pm 3.7^\circ$ vs $14.9^\circ \pm 3.8^\circ, P=0.002$), 而尾倾角 ($15.0^\circ \pm 8.4^\circ$ vs $16.9^\circ \pm 9.2^\circ, P=0.502$)、a 值 ($5.6^\circ \pm 1.2^\circ$ vs $5.7^\circ \pm 1.4^\circ, P=0.687$)、b 值 ($4.1^\circ \pm 1.0^\circ$ vs $4.4^\circ \pm 1.6^\circ, P=0.459$) 未见显著性差异。**结论:** MIDLF 技术应用于老年退行性腰椎疾病患者时, 创伤小, 可获得良好的手术效果, 入钉点的选择参考上位节段的下关节突最尖端下移 5.6~5.7mm(a 值)与峡部最窄处内移 4.1~4.4mm(b 值)的交点, 但是 CBT 螺钉置钉的容错率低, 置钉技术要求高, 置钉时螺钉外倾不要过大, 角度 11° 为宜。

【关键词】 皮质骨轨迹螺钉; 中线腰椎融合术; 腰椎融合术

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.12.04

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2019)-12-1080-08

Early clinical outcome of midline lumbar fusion in the treatment of senile lumbar degeneration and precautions for screw placements/WU Fengliang, ZHOU Hua, DANG Lei, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(12): 1080-1087

【Abstract】 Objectives: To explore the potential advantages of midline lumbar fusion(MIDLF) in the patients with lumbar disc herniation and discuss the safety and precautions of cortical bone trajectory(CBT) screw fixation technique. **Methods:** A retrospective analysis was made of 16 patients with senile lumbar degeneration treated with MIDLF from April to September 2018, including 8 males and 8 females. The age ranged from 58 to 81 years, with an average of 68.7 ± 7.7 years. All patients were operated L4/5. CBT screw fixation technique was used in all operations. The selection of the insertion point refers to the intersection of about 5mm

第一作者简介: 男(1979-), 临床博士, 副主任医师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (010)82267388 E-mail: wfl79gxy81@163.com

通讯作者: 刘晓光 E-mail: xglius@vip.sina.com

(a value) below the lowest tip of the inferior articular process of the upper vertebra and about 4mm (b value) inward from the narrowest point of the isthmus. The operation time, intraoperative blood loss and complications were recorded. Visual analog scale(VAS) was used to evaluate the low back pain and leg pain. JOA was used to assess the functional outcome of patients before and after operation. All patients were scanned using CT before and 12 months after discharge. The accuracy of screw placement was evaluated by Rao classification criteria. Excellent rate of screw placement = number of excellent screws/total number of screws $\times$ 100%. The lateral angle, caudal angle, a value and b value of the screws were measured by CT before discharge. The four parameters mentioned above were compared between the no perforation group and the perforation group. **Results:** The average operation time was 174.3 ± 27.9 min (133–232 min), the average intraoperative blood loss was 69.3 ± 36.7 ml (30–150 ml), the average postoperative total drainage volume was 147.5 ± 95.2 ml (20–315 ml), and the average postoperative hospital days were 2.5 ± 0.8 days (2–4 days). The average follow-up time was 15.1 ± 2.0 months (12–20 months). One patient developed foot drop and hematoma, and 5 CBTs were fixed with pedicle screws. No complications occurred in other patients. The VAS score of low back pain before surgery was 4.5 ± 1.7 and at the final follow-up was 1.1 ± 0.5 , with significant statistical difference ($t=7.013$, $P<0.001$); the VAS score of leg pain before surgery was 5.6 ± 1.0 and at the final follow-up was 1.1 ± 0.9 , the difference was statistically significant ($t=13.006$, $P<0.001$). The JOA score was 15.7 ± 2.4 preoperative and 23.9 ± 2.1 at the final follow-up, the difference was statistically significant ($t=-16.364$, $P=0.000$). According to the postoperative CT before discharge, the Rao classification was performed: 46 screws in grade 0, 4 screws in grade 1, 3 screws in grade 2, 6 screws in grade 3. The excellent rate of screw placement was 84.7% (50/59). Thirteen screws (13/59, 22%) perforated the cortical bone, including 3 cases perforated the inner wall of pedicle and 10 cases perforated the vertebrate. There were significant differences in lateral angle ($11.0^\circ \pm 3.7^\circ$ vs $14.9^\circ \pm 3.8^\circ$, $P=0.002$) between the no perforation group and the perforation group, and no significant differences were found in caudal angle ($15.0^\circ \pm 8.4^\circ$ vs $16.9^\circ \pm 9.2^\circ$, $P=0.502$), a value ($5.6^\circ \pm 1.2^\circ$ vs $5.7^\circ \pm 1.4^\circ$, $P=0.687$) and b value ($4.1^\circ \pm 1.0^\circ$ vs $4.4^\circ \pm 1.6^\circ$, $P=0.459$). **Conclusions:** MIDLF is an effective technique for lumbar spine surgery. The selection of the insertion point should refer to the intersection point of 5.6–5.7mm (a value) below the most tip of the inferior articular process of the upper segment and 4.1–4.4mm (b value) moving inward from the narrowest point of the isthmus. CBT screw insertion has low error tolerance and therefore it's highly technical demanding. During screws placement, the inclination of the screws should not be too large and the lateral angle of 11° is suggested.

【Key words】 Cortical bone trajectory; Midline lumbar fusion; Lumbar spine; Fusion

【Author's address】 Department of Orthopedics, Peking third hospital, Beijing, 100191, China

2014年 Mizuno 等^[1]提出了中线腰椎融合技术 (midline lumbar fusion, MIDLF), 该技术包含皮质骨轨迹 (cortical bone trajectory, CBT) 螺钉固定、神经减压、椎间隙植骨融合 3 部分内容。CBT 螺钉置钉轨迹不同于传统椎弓根螺钉, 进针点位置偏下、偏内且在峡部, 螺钉轨迹为由内向外、由下向上。这种置钉方式有效地缩短了手术的切口长度, 减少组织剥离, 降低与显露相关的并发症, 且可以在外科医师熟悉的同时完成减压与融合操作, 不需要额外增加切口。有研究显示, 该技术的临床效果与传统的脊柱融合术相当^[2-4]。但该技术在我国尚处于起步阶段。虽然 CBT 应用的螺钉更细、更短, 但由于螺纹与皮质骨有更好的接触, 尤其是实现了 4 点皮质骨固定: 峡部、椎弓根内侧

壁、椎弓根外侧壁和椎体前外侧壁^[5], 有效改善了螺钉的生物力学性能, 相对于传统的椎弓根螺钉固定, 其在抗拔出、置入扭力、抗环形疲劳等方面均有更好的表现^[6]。但作为一个新的技术, 准确置入 CBT 螺钉, 避免出现并发症, 需要做好术前计划并熟悉术中解剖要点。本研究回顾分析患者的临床和影像学结果, 研究 MIDLF 在腰椎间盘突出症患者中的优势, 分析影响 CBT 置钉成功率的影响因素, 探讨置钉技巧。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析北京大学第三医院骨科 2018 年 4 月~9 月收治的采用 MIDLF 治疗的腰椎间盘突出

出症(L4/5)患者 16 例,其中 2 例合并 I 度腰椎滑脱。患者男性 8 例,女性 8 例,年龄 58~81 岁,平均 68.7 ± 7.7 岁,本组病例腰痛时间平均 42.1 ± 42.5 个月(3~120 个月),下肢疼痛麻木时间平均 49.3 ± 63.0 个月(3~240 个月),入院腰痛 VAS 平均 4.5 ± 1.7 分,下肢痛 VAS 平均 5.6 ± 1.0 分,入院 JOA 平均 15.7 ± 2.4 分。患者术前行详细的神经功能检查,拍摄腰椎正侧及动力位 X 线片,并行 CT 扫描及 MRI 检查。采用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)记录术前、各次随访时腰腿痛情况,应用腰椎 JOA 评分,评估患者手术前后功能改善情况。

纳入标准:(1)结合症状、体征和影像学诊断,符合腰椎退行性疾病如腰椎管狭窄症、腰椎假性滑脱的诊断标准;(2)L4/5 单节段病变;(3)保守治疗至少 6 周无效;(4)随访时间 ≥ 1 年;(5)有完整的术前术后及末次随访的临床及影像学资料。排除标准:(1)既往手术史;(2)腰椎真性峡部不连;(3)腰椎骨折脱位;(4)骶髂关节炎、脊柱感染及肿瘤等。

手术及融合指征:(1)所有患者均表现腰痛和/或坐骨神经痛,或伴间歇性跛行;(2)在动力位显示有 3mm 滑移或者间隙有 10° 成角者;(3)腰椎 CT 显示间隙退变重,终板硬化及小关节突增生明显;(4)MRI 显示 Modic 3 级者。所有患者符合上述标准,均行 MIDLF 手术。

术后出院前行 CT 扫描,评估置钉准确性。术后 3、6、12 个月随访,以手术节段为中心摄腰椎正侧位 X 线片及 CT 扫描,评估植骨融合和内固定情况,同时对腰腿痛进行 VAS 评分,对腰椎术后功能状态选择腰椎 JOA 进行评估。参数测量应用医学影像存档及通信系统 PACS (Centricity, GE Medical Systems, China)。

置钉技术评价参照 Rao 等^[7]的穿破分级标准评估,于患者术后 1 周内复查腰椎 CT,根据 CT 影像结果评估置钉情况。0 级,未穿破皮质骨;1 级,穿破皮质骨 $< 2\text{mm}$;2 级, $2\text{mm} \leq$ 穿破皮质骨 $\leq 4\text{mm}$;3 级,穿破皮质骨 $> 4\text{mm}$ 。0 级为优,1 级为良,2~3 级为差。置钉优良率=置钉优良例数/总病例数 $\times 100\%$ 。所有患者均签署知情同意书,并通过北医三院伦理委员会的同意。

1.2 MIDLIF 手术步骤

MIDLIF 的手术步骤如下^[1]:腰椎后正中切

口、预置钉道、椎板切除、PLIF、CBT 螺钉固定。所有患者均在全麻下气管插管,取俯卧位,软垫垫高,腹部悬空,术前 C 型臂 X 线机定位责任节段及椎弓根投影,常规消毒铺巾。腰椎后路正中切口 3~5cm,骨膜下剥离椎旁肌,显露双侧相邻责任节段的峡部和椎板,牵开而不是剥离多裂肌附着点。保留近端关节囊,入钉点的选择参考上位节段的下关节突最尖端下移约 5mm(a 值)与峡部最窄处内移约 4mm(b 值)的交点(图 1)。应用 2mm 的高速磨钻在 4 处入钉点打孔,约 5mm 深,置入 1mm Kirschner 针,根据术中透视明确入钉点位置及尾倾和外倾角度(图 2),可做微调,基本进针方向为尾倾约 $15^\circ \sim 20^\circ$ 、外倾约 10° ,用钻头进行钉道准备。全程在 C 型臂 X 线机透视下完成,并根据透视结果调整角度。钉道的四壁可通过探子验证,防止突破内壁和椎体,然后应用 4.35mm 和 5mm 丝攻攻丝(与螺钉直径相同,防止峡部骨折),骨蜡封堵备用。如果置钉不成功,则适当扩大显露,按照选择椎弓根轴心置入常用的椎弓根螺钉(Medtronic Matrix,直径 6mm,长度 45~50mm)。

应用超声骨刀进行椎板切除,保留双侧的下关节突关节,且离预置钉孔距离不少于 5mm,行 PLIF。显露硬膜囊神经根及突出的间盘,从一侧或双侧进行神经根管减压,分离粘连,切除间盘,充分处理终板,间隙植入自体碎骨,置入合适大小 PEEK 材质的融合器(Medtronic, Opal, 长 28mm, 宽 10mm, 高 7~13mm),最后置入 CBT 螺钉(Medtronic Matrix,直径 5.0mm,长度 35~40mm),连接钉棒系统并加压锁紧。留置引流管一根,逐层关闭伤口,皮内缝合。

24~48h 后拔除引流管。术后第 3 天拍摄腰椎正侧位 X 线片及腰椎 CT 平扫及重建,以确认融合器及内固定位置,并在腰围保护下下床活动;术后 3 个月内佩戴腰围,禁止腰部扭转和弯曲活动。

1.3 统计学分析

采用应用 SPSS 19.0(IBM 公司,美国)统计软件进行统计学处理,计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,采用配对样本 t 检验比较 16 例手术前后的腰痛、腿痛 VAS 评分以及腰椎 JOA 评分。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

2.1 手术情况和螺钉置入效果

16例患者的手术方式均采用 MIDLF 术,节段均为 L4/5,手术时间平均 174.3 ± 27.9 min (133~232min)。术中出血平均 69.3 ± 36.7 ml (30~150ml)。术后引流量平均总引流量 147.5 ± 95.2 ml (20~315ml),术后住院天数平均 2.5 ± 0.8 d (2~4d)。

根据术后出院前 CT 进行 Rao 分级:0 级 46 枚,1 级 4 枚,2 级 3 枚,3 级 6 枚。即 46 枚为优;4 枚为良;9 枚为差。优置钉的优良率为 84.7% (50/59),突破皮质骨的螺钉有 13 枚 (13/59, 22%),其中突破椎弓根内壁的 3 枚,突破椎体的 10 枚 (图 3)。

1 例患者术后即刻出现右侧足下垂,胫前肌

肌力 0 级。探查证实有硬膜外血肿,且 L4 右侧螺钉偏内,外倾偏小,安全起见,拆除右侧 2 枚 CBT 螺钉 (L4、L5),术后 12 个月随访时右下肢胫前肌肌力恢复到 3 级,佩戴足矫形器自主行走 300 米,无腰痛腿痛,有右侧足踝的麻木感,术前左侧下肢放射疼痛麻木完全缓解 (图 4)。另有 3 例各有 1 枚 CBT 螺钉未成功置入,均为左侧 L5,遂改为常规椎弓根螺钉固定。其余患者未见并发症 (峡部骨折、硬脊膜撕裂或脑脊液漏、伤口感染、上关节突损伤)。16 例 MIDLF 术中共植入 CBT 螺钉 59 枚,直径均为 50mm,其中 47 枚长度 35mm,12 枚长度为 40mm。

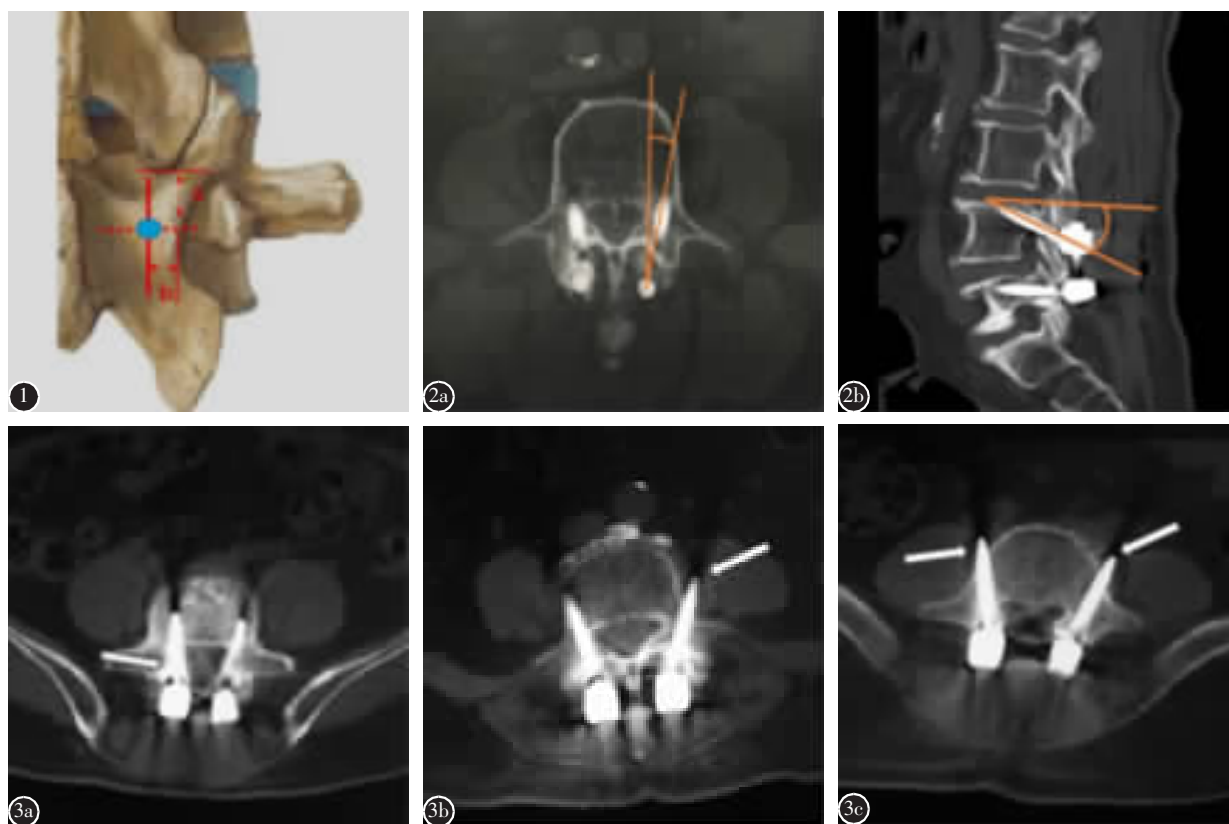


图 1 右侧 CBT 入钉点的选择。a 值为上位节段下关节突尖端下移的距离,b 值为峡部最窄处内移的距离 图 2 a 外倾角;在轴位像,螺钉轨迹与椎体中线的夹角 b 尾倾角;在矢状位像,螺钉轨迹与椎体上终板的夹角 图 3 螺钉穿透皮质骨的 CT 轴位像 a 箭头所示为螺钉穿透右侧 L5 椎弓根内壁 b 箭头所示左侧 L4 螺钉穿透椎弓根外壁 c 箭头所示 L5 双侧螺钉穿透椎体

Figure 1 The figure shows the selection of right CBT entry, value a is the distance from the tip of the inferior articular process of the upper segment downwards, value b is the distance from the narrowest point of the isthmus inwards. The intersection of the two lines is the entry point **Figure 2** a Lateral angle was defined as the angle between the trajectory and vertebral midline on the axial plane b Caudal angle was defined as the angle between the trajectory and the superior border of the vertebral body on the sagittal plane **Figure 3** Axial CT scans showing cortical bone being breached by screws a Image demonstrating medial breach of L5 right pedicle b Image demonstrating lateral breach of L4 left pedicle c Image showed bilateral breach of L5 vertebrae

将未突破皮质骨组($n=46$ 枚)与突破皮质骨组($n=13$ 枚)的 a 值、b 值、置钉外倾角度和尾倾角度进行比较,两组间仅螺钉外倾角度有显著性差异($11.0^{\circ}\pm 3.7^{\circ}$ vs $14.9^{\circ}\pm 3.8^{\circ}$, $P=0.002$)(表 1),提示螺钉外倾角度过大可能是置钉不满意的原因。

2.2 患者功能改善情况

对本研究的患者术后 3、6、12 个月时分别进行随访,随访时间 15.1 ± 2.0 个月(12~20 个月),所有患者腰腿痛症状均获得缓解,躯体功能有显著改善(表 2)。出现血肿的患者术后 12 个月随访



图 4 女性,79 岁 **a** 腰椎 MRI 矢状位示 L4/5 间盘退变重,间隙塌陷,伴有 I°腰椎滑脱 **b** T2 像轴位 MRI 显示 L4/5 间盘严重突出并伴有双侧神经根管的受压 **c** 首次术中正位透视提示右侧 L4 螺钉入钉点偏内外倾角偏小,未引起足够重视,术后即刻足下垂,翻修探查发现螺钉侵入椎管,损伤神经根 **d** 术中侧位显示螺钉位置未见异常 **e** 术后 CT 轴位扫描显示 L4 椎弓根螺钉与 CBT 螺钉置钉满意 **f** 术后 12 个月随访 X 线片正位 **g** 术后 12 个月随访 X 线片侧位 **h** 术后 12 个月随访显示间隙融合良好。患者右侧胫前肌肌力从 0 级恢复至 3 级。右侧存在麻木感,术前左侧疼痛麻木症状完全缓解,行走功能改善

Figure 4 79-year-old female patient **a** Sagittal plane images of MRI indicated severe degeneration of L4/5 disc with loss of disc height and grade 1 spondylolisthesis **b** Axial plane images of T2-weighted MRI indicated serious disc protrusion and bilateral neuroforaminal compression **c** The initial intraoperative anteroposterior fluoroscopy showed the entry point of L4 right screw was inserted medially (arrow) with a small lateral angle, which did not cause enough attention. The patient presented with foot drop immediately after the operation. Revision surgery confirmed breach of the medial pedicle by the screw that injured the nerve root **d** Intraoperative lateral radiographs confirmed that the CBT screw was in adequate position **e** Post-operative CT axial scan showing the trajectory of pedicle screws and CBT screws in L4 pedicles **f** The anteroposterior X-ray at 12-month follow-up **g** The lateral X-ray at 12-month follow-up **h** At 12 months follow-up, CT scans showed good fusion. The muscle strength of the right tibialis anterior muscle recovered from grade 0 to grade 3. There was numbness on the right side, pain and numbness on the left side were relieved completely, and walking function was improved

时右下肢肌力恢复到 3 级,佩戴足矫形器自主行走 300m,无腰痛腿痛,有右侧足踝的麻木感,术前左侧下肢放射疼痛麻木完全缓解。所有患者随访期间未出现其他并发症,如螺钉松动、cage 移位或塌陷、邻椎病。

3 讨论

采用 MIDLF 治疗的腰椎退行性疾病患者,手术切口小,出血量少,住院时间短,躯体功能状态较术前有显著改善。配合 CBT 螺钉置入技术的 MIDLF 由于置钉方式的改变,与传统椎弓根钉的 PLIF 相比使其具有如下优点:(1) 由于入钉点由偏内,钉道由内下向外上,使得不需要广泛剥离和牵开椎旁肌,尤其对下腰椎手术和肥胖的患者,优势明显^[9],并保留了近端的关节囊和多裂肌,减少了组织损伤及关节突关节神经根后内侧支的损伤引起的术后腰痛的发生^[8],并且有降低潜在邻椎病发生率的优势^[3,5,10];(2)虽然 CBT 螺钉较椎弓根钉更细更短,但理论上理想的钉道会实现 4 点皮质固定,抗拔出提高 30%^[8],而扭力提高 1.7 倍,并且特别适合骨质疏松的患者^[11];(3)由于置钉、减压和融合均在一个后正中切口完成,术者对解剖熟悉后,学习曲线相平缓。因此对新手术方式

MIDLF 的探索具有广泛的应用前景。该技术的相对禁忌证是峡部缺损者,如外伤性、医源性及肿瘤性因素引起的峡部裂;滑脱、椎体旋转等引起的严重椎体畸形;长节段的腰椎减压融合固定术。

复习既往文献,与 PLIF 术式相比较,Takenaka 等^[8]总结 77 例常规的单节段 PLIF,手术时间、出血量、术后引流量分别为 $125 \pm 25 \text{ min}$ 、 $204 \pm 117 \text{ ml}$ 、 $448 \pm 146 \text{ ml}$ 。Sakaura 等^[3]总结了 82 例常规的 PLIF,手术时间、出血量分别为 $145 \pm 33 \text{ min}$ 、 $204 \pm 145 \text{ ml}$ 。本组患者手术出血量和术后引流量明显少,住院时间也比较短,平均 $2.5 \pm 0.8 \text{ d}$,与 Hussain 的 2.4 d 相仿^[12],充分体现了该术式微创的特点和优势,虽然术中时间较常规的 PLIF 长,原因更多考虑与对新技术的摸索及技巧掌握有关,相信随着学习时间的延长,手术时间会逐渐下降。

本研究中置钉的满意率为 84.7% (50/59),如果加上改为常规椎弓根螺钉固定的 3 例,满意率为 80.6% (50/62)。本组病例中术后 CT 证实有 3 枚螺钉突破了椎弓根内壁,发生率为 5% (3/59),但这部分患者并未出现神经根损害和不良并发症,文献报道该发生率约为 7.4%~20%^[8,13]。对于脊柱外科医生来讲,准确置钉永远是个挑战,而 CBT 螺钉置入更是如此。对单节段的腰椎手术,切口一般 3~5cm,组织显露很少,可参考的解剖标志很少,无法像置入常规椎弓根螺钉,可参考关节突、副突和横突等显著标志。同时,由于峡部为平整光滑且坚硬的皮质骨,因此,入钉点的选择是 MIDLF 技术的难点与关键。常用的入钉点位置多选择在上关节突的中点与横突下缘下方 1mm 的交点处^[14-16]。Matsukawa 等^[15]过 CT 测量 100 例共 470 个椎体获得相关参数,入钉点与理想的椎弓根钉道间关系类似于“椎弓根地图”(pedical map),左侧椎弓根入钉点在椎弓根投影的 5 点钟位置,指向 11~12 点方向,而右侧入钉点在 7 点钟位置,指向 12~1 点钟方向。而依据我们的体会,对 L4/5 而言,可利用的 2 处显著解剖标志为上位节段的下关节突尖端(保留关节囊)及该节段峡部最窄处,入钉点的选择参考上位节段的下关节突最尖端下移 5mm(a 值)与峡部最窄处内移约 4mm(b 值)的交点,对于关节突增生退变严重者,a 值减 1mm 合适。置钉满意组的 a 值与 b 值分别为 $5.6 \pm 1.2 \text{ mm}$ 、 $4.1 \pm 1.0 \text{ mm}$ 。b 值与 Matsukawa 测量

表 1 未穿透皮质骨组与穿透皮质骨组参数比较

Table 1 Comparison of parameters between no perforation group and perforation group

	未穿透皮质骨组 (n=46) No perforation group	穿透皮质骨组 (n=13) Perforation group	t 值 t value	P 值 P value
外倾角 (°) Lateral angle	11.0±3.7	14.9±3.8	3.336	0.002
尾倾角 (°) Caudal angle	15.0±8.4	16.9±9.2	0.675	0.502
a 值 (mm) a value	5.6±1.2	5.7±1.4	0.405	0.687
b 值 (mm) b value	4.1±1.0	4.4±1.6	0.746	0.459

表 2 手术前后量表评分比较

Table 2 The comparison of VAS and lumbar JOA between pre-operation and the final follow-up

	术前 Pre-operation	末次随访 Final follow-up	P 值 P value
腰痛 VAS(分) VAS low back pain	4.5±1.7	1.1±0.5	<0.001
腿痛 VAS(分) VAS leg pain	5.6±1.0	1.1±0.9	<0.001
腰椎 JOA(分) Lumbar JOA score	15.7±2.4	23.9±2.1	<0.001

的入钉点与峡部外缘的测量值 $4.7 \pm 1.0 \text{ mm}$ 极为接近。相比 Matsukawa 方法, 我们选择的入钉点偏上偏外, 故而应相应的减少外倾与尾倾, 本组合适的外倾角度平均为 11° , 过大如超过 14.9° , 则易出现螺钉穿透椎体可能。尾倾平均 15° 为宜 (Matsukawa 的为 $25^\circ \sim 26^\circ$)。这样不显露横突, 不破坏关节囊作为参考标志的优点如下: (1) 可以更好地保留多裂肌及横突间肌的附着, 减少肌肉损伤; (2) 横突下缘和峡部交点的深部区域为腰丛及小动脉走行区, Sekharappa 等^[17]将该区域定义为腰丛损伤的高危区域。用开路锥触探该交点以确定进针点时, 易插入过深, 从而损伤深部的腰丛和小动脉; (3) 横突的形态多样, 并不是平行的, 尤其在下腰椎, Rexiti 等^[18]对 120 个患者的横突进行测量, 横突下界显著变异并上翘 $>5^\circ$ 者高达 72.5% (L4) 和 51.7% (L5); (4) 保留近端关节突关节囊, 对降低邻椎病的发生有潜在的好处^[19]。

本组仅有 1 例患者出现神经损害并发症, 回顾术中透视可见螺钉位置偏内且外倾角不够, 考虑是引起右侧 L4 神经根损伤的主要原因, 探查右侧椎旁肌肉小动脉波动形成血肿应该是次要因素。也再次提示准确选择入钉点的重要性, 在掌握 CBT 螺钉置入技术的过程中, 透彻的了解解剖结构并掌握与该技术相应影像特点有助于降低手术风险。

本研究中有 3 例患者未能成功置入 CBT 螺钉, 均为左侧 L5, 且均为术者侧, 分析原因, 解剖上讲, 上腰椎 L1~L3 的椎弓根投影为椭圆形, 逐渐过渡到下腰椎 L4、L5 类三角形, 对于 L5 这个复杂的三维结构, 入钉点与椎弓根投影的关系复杂了, 参考 Matsukawa 的椎弓根地图方法可靠性下降, 故置钉前需要仔细的透视明确^[15]。Tan 等^[20]提出 L5 由于退变重, 关节突增生肥大及骨赘的覆盖, 使得入钉点的辨认十分困难, 徒手置钉的满意度只有 78%, 可见该技术容错率低, 技术难度较高。

另外, 选择合适的 CBT 螺钉长度也很重要, 东亚人群钉道测量值为 $36 \sim 39 \text{ mm}$ ^[15], 本研究中部分穿透椎体的原因是螺钉选择偏长, 如 40 mm , 生物力学研究显示相同直径的前提下, 长度 35 mm 的 CBT 螺钉在后伸、屈曲、侧弯及轴向旋转方面与 40 mm 没有明显差异, 因此, 如无特殊情况, 选择长度 35 mm 螺钉合适。

由于入组标准较为严格, 为统一标准, 减少偏倚, 剔除了一些不符合的病例, 如多节段 (≥ 2 个节段) 和邻椎病 (节段多在 L2/3、L3/4) 的患者, 造成了总体例数偏少, L4/5 单节段的退行性腰椎疾病患者有 16 例, 后续研究将进一步扩大样本量并延长随访时间对研究结果进行进一步证实。

综上, MIDLF 技术应用于腰椎退行性疾病时, 可获得良好的手术效果, 入钉点的选择参考上位节段的下关节突最尖端下移约 $5.6 \sim 5.7 \text{ mm}$ (a 值) 与峡部最窄处内移约 $4.1 \sim 4.4 \text{ mm}$ (b 值) 的交点, CBT 螺钉置钉的容错率低, 置钉时螺钉外倾不要过大, 角度 11° 为宜。

4 参考文献

1. Mizuno M, Kuraishi K, Umeda Y, et al. Midline lumbar fusion with cortical bone trajectory screw [J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2014, 54(9): 716–721.
2. Bruzzo M, Severi P, Bacigaluppi S. Midline lumbar fusion with cortical bone trajectory as first line treatment in a selected series of patients with lumbar instability[J]. *J Neurosurg Sci*, 2017. doi: 10.23736/S0390–5616.17.03976–5.
3. Sakaura H, Miwa T, Yamashita T, et al. Posterior lumbar interbody fusion with cortical bone trajectory screw fixation versus posterior lumbar interbody fusion using traditional pedicle screw fixation for degenerative lumbar spondylolisthesis: a comparative study[J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 25(5): 591–595.
4. Hoffman H, Verhave B, Jalal MS, et al. Comparison of cortical bone trajectory screw placement using the midline lumbar fusion technique to traditional pedicle screws: a case–control study[J]. *Int J Spine Surg*, 2019, 13(1): 33–38.
5. Matsukawa K, Yato Y. Lumbar pedicle screw fixation with cortical bone trajectory: a review from anatomical and biomechanical standpoints[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2017, 1(4): 164–173.
6. Li HM, Zhang RJ, Gao H, et al. Biomechanical fixation properties of the cortical bone trajectory in the osteoporotic lumbar spine[J]. *World Neurosurg*, 2018, 119: e717–e727.
7. Rao G, Brodke D, Rondina M, et al. Comparison of computerized tomography and direct visualization in thoracic pedicle screw placement[J]. *J Neurosurg*, 2002, 97(2 Suppl): 223–226.
8. Santoni BG, Hynes RA, McGilvray KC, et al. Cortical bone trajectory for lumbar pedicle screws[J]. *Spine J*, 2009, 9(5): 366–373.
9. Takenaka S, Mukai Y, Tateishi K, et al. Clinical outcomes after posterior lumbar interbody fusion: comparison of cortical bone trajectory and conventional pedicle screw insertion [J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(10): E1411–E1418.

10. Matsukawa K, Kato T, Yato Y, et al. Incidence and risk factors of adjacent cranial facet joint violation following pedicle screw insertion using cortical bone trajectory technique[J]. *Spine*, 2016, 14(41): 851-856.
 11. Matsukawa K, Yato Y, Kato T, et al. In vivo analysis of insertional torque during pedicle screwing using cortical bone trajectory technique[J]. *Spine*, 2014, 39(4): E240-245.
 12. Hussain I, Virk MS, Link TW, et al. Posterior lumbar interbody fusion with 3D-Navigation guided cortical bone trajectory screws for L4/5 degenerative spondylolisthesis: 1-year clinical and radiographic outcomes [J]. *World Neurosurg*, 2018, 110: e504-e513.
 13. Miyashita T, Kato K, Takaoka H, et al. A simple formula for predicting diameter of safely inserted cortical bone trajectory screws for fixation of the lower lumbar spine [J]. *J Orthop Sci*, 2019, 24(6): 974-978.
 14. Gao H, Zhang R, Jia C, et al. Novel placement of cortical bone trajectory screws in the lumbar spine: a radiographic and cadaveric study[J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31(6): E329-E336.
 15. Matsukawa K, Yato Y, Nemoto O, et al. Morphometric measurement of cortical bone trajectory for lumbar pedicle screw insertion using computed tomography [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2013, 26(6): E248-253.
 16. Le X, Tian W, Shi Z, et al. Robot-assisted versus fluoroscopy-assisted cortical bone trajectory screw instrumentation in lumbar spinal surgery: a matched-cohort comparison [J]. *World Neurosurg*, 2018, 120: e745-e751.
 17. Sekharappa V, James I, Amritanand R, et al. Lumbar plexopathy following instrumented posterior lumbar interbody fusion: a complication with use of Hohmann's retractor[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(9): 2039-2046.
 18. Rexit P, Abudurexiti T, Abuduwali N, et al. Measurement of lumbar isthmus parameters for novel starting points for cortical bone trajectory screws using computed radiography[J]. *Am J Transl Res*, 2018, 10(8): 2413-2423.
 19. Sakaura H, Miwa T, Yamashita T, et al. Cortical bone trajectory screw fixation versus traditional pedicle screw fixation for 2-level posterior lumbar interbody fusion: comparison of surgical outcomes for 2-level degenerative lumbar spondylolisthesis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 28(1): 57-62.
 20. Tan Z, McLachlin S, Whyne C, et al. Validation of a free-hand technique for cortical bone trajectory screws in the lumbar spine[J]. *J Neurosurg Spine*, 2019, 19: 1-8.
 21. Matsukawa K, Yato Y, Imabayashi H, et al. Biomechanical evaluation of fixation strength among different sizes of pedicle screws using the cortical bone trajectory: what is the ideal screw size for optimal fixation? [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2016, 158(3): 465-471.
- (收稿日期 2019-10-08 末次修回日期 2019-11-22)
(英文编审 庄乾宇/谭 啸)
(本文编辑 姜雅浩)

消息

第六届上海中山骨科学术周报名通知

由复旦大学附属中山医院骨科主办的第六届上海中山骨科学术周将于 2020 年 4 月 8 日-13 日在上海中山医院召开。

中山医院骨科是国家级重点学科,历史悠久、名家众多,在全国及上海地区率先引进开展了多项骨科新技术。我们以新鲜尸体标本操作为特色,连续举办了 10 届全国脊柱及关节和 5 届围关节创伤及肩关节镜学习班以及 3 届骨肿瘤论坛,学员多为副高级以上医师,得到了广泛好评。在此基础上,我们连续举办了五届上海中山骨科学术周,邀请了国际著名教授以及国内各相关专业领军专家,每届学术周场场爆满,与会人数千余人。

第六届中山骨科学术周将继续邀请脊柱、关节、创伤、关节镜和骨肿瘤领域的国内外著名专家,给同道带来高水平的学术盛宴。以下为学术周及学习班相关信息,可分别报名,热烈欢迎各位同道参会交流。

本届中山骨科学术周报名详情请关注中山医院官网 <http://www.zs-hospital.sh.cn/> 的“学术会议”栏和 <http://www.zs-guke.cn/> 的“骨科公告”栏。实操操作不接受现场报名,要参加操作的学员请先联系陆医师 [手机: 13917306891, 电话: (021)31017401] 预先报名,操作的报名截止日期为 2020 年 4 月 5 日。

