

临床论著

超声骨刀与传统工具在退变性腰椎侧凸减压截骨术中的应用比较

陈萧霖, 曾 岩, 陈仲强, 袁 磊, 钟少文

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:评价退变性腰椎侧凸(degenerative lumbar scoliosis, DLS)减压截骨术中应用超声骨刀的安全性和有效性。方法:选择 2008 年 2 月~2016 年 12 月在我院行后路减压、Ponte 截骨、长节段(≥ 5 个椎体)固定融合术且年龄不小于 45 岁的 54 例 DLS 患者,根据减压截骨操作主力工具的不同分为超声骨刀组(28 例)和传统工具组(26 例)。比较两组患者器械并发症例数、出院时神经功能恶化例数、手术时间、估算出血量、单个融合椎体出血量和自体血回收量等指标。结果:虽然超声骨刀组减压椎板数、Ponte 截骨数和切除间盘数显著多于传统工具组($P<0.05$),但是两组的器械并发症例数和出院时神经功能恶化例数无统计学差异($P>0.05$)。两组手术时间无统计学差异($P>0.05$),且超声骨刀组估算出血量、单个融合椎体出血量和自体血回收量显著低于传统工具组($834.0\pm 354.4\text{ml}$ vs $1467.3\pm 804.9\text{ml}$, $P=0.002$)($120.8\pm 57.2\text{ml}$ vs $191.4\pm 88.4\text{ml}$, $P=0.003$)($342.3\pm 179.9\text{ml}$ vs $552.2\pm 295.2\text{ml}$, $P=0.003$)。结论:应用超声骨刀完成 DLS 减压截骨手术安全、有效,超声骨刀能显著减少术中出血量,且在安全性方面至少不亚于传统工具。

【关键词】超声骨刀;退变性腰椎侧凸;出血量;手术时间;安全性

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.05.06

中图分类号:R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-05-0418-05

Comparison between ultrasonic bone curette and traditional tools in degenerative lumbar scoliosis decompression and osteotomy/CHEN Xiaolin, ZENG Yan, CHEN Zhongqiang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(5): 418-422

【Abstract】Objectives: To evaluate and compare the safety and effectiveness of ultrasonic bone curette(UBC) versus traditional tools(TT) in degenerative lumbar scoliosis(DLS) decompression and osteotomy. Methods: From February 2008 to December 2016, 54 DLS patients with age no younger than 45 years underwent posterior decompression. Ponte osteotomy, long segment(more than or equal to five levels) instrumented and fusion by UBC or TT were included as UBC group(28 patients) or TT group(26 patients) in our hospital. Instrumental complications, neurological deterioration at discharge, operation time, evaluated blood loss (EBL), EBL/vertebra fused and cell saver transfused were compared between the two groups. Results: The numbers of laminectomies, Ponte osteotomies and discectomies in UBC group were more than those of TT group($P<0.05$). Instrument related complications and neurological function at discharge showed no significant difference between UBC group and TT group($P>0.05$). The EBL, EBL/vertebra fused and cell saver transfused in UBC group were less than those in TT group($834.0\pm 354.4\text{ml}$ vs $1467.3\pm 804.9\text{ml}$, $P=0.002$; $120.8\pm 57.2\text{ml}$ vs $191.4\pm 88.4\text{ml}$, $P=0.003$; $342.3\pm 179.9\text{ml}$ vs $552.2\pm 295.2\text{ml}$, $P=0.003$). Conclusions: The UBC is more effective and safe for posterior decompression, Ponte osteotomy, long segment instrumented and fusion in DLS patients. When compared to TT, the usage of UBC is relatively more effective with significant less intraoperative blood loss, and the safety of UBC is at least not less.

【Key words】Ultrasonic bone curette; Degenerative lumbar scoliosis; Blood loss; Operation time; Safety

【Author's address】Department of Orthopedics, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, China

基金项目:2016 年北京市自然科学基金(编号:7162198)

第一作者简介:男(1990-),博士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267011 E-mail:xyz_333@qq.com

通讯作者:陈仲强 E-mail:pnh3_czq@bjmu.edu.cn

目前我国已经进入人口老龄化社会,退变性腰椎侧凸(degenerative lumbar scoliosis, DLS)正逐步成为影响老年人生活质量的社会性问题^[1,2]。

DLS减压和截骨手术存在手术时间长、出血多的不足,且术中使用骨刀、咬骨钳等传统工具容易造成神经等重要结构损伤^[3,4]。如何减少 DLS 术中出血、缩短手术时间、减少操作的神经损伤风险是脊柱外科医师所面临的问题。超声骨刀作为一种新型骨切割工具,具有切骨效率高、切骨面止血、不切割软组织等优点^[5-10],近年来正逐步替代传统的减压和截骨手术工具。笔者回顾 2008 年 2 月~2016 年 12 月在我院行后路减压截骨手术治疗的 DLS 患者的临床资料,将超声骨刀(ultrasonic bone curette, UBC)组和传统工具(traditional tools, TT)组作对比,评价超声骨刀在 DLS 减压截骨术中的安全性和有效性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

入选标准:①年龄 ≥ 45 岁;②长节段(≥ 5 个椎体)固定融合;③行 Ponte 截骨;④由相同的两名医师施行手术;⑤病历资料完整。排除标准:①既往有胸腰椎手术史、脊柱外伤史、特发性脊柱侧凸等;②行 PSO 或 VCR 截骨;③引入超声骨刀初期的 4 例患者。

选择 2008 年 2 月~2016 年 12 月在我院行后路减压、Ponte 截骨、长节段固定融合术的 DLS 患者共 54 例,男 6 例,女 48 例。年龄 63.1 ± 6.7 岁(48~76 岁),术前 Cobb 角 $30.8^\circ \pm 11.0^\circ$ ($10.9^\circ \sim 59.1^\circ$),平均固定椎体 7.3 ± 1.5 个(5~12 个)。一般资料见表 1,两组间无统计学差异($P > 0.05$),具有可比性。

1.2 手术方法

①麻醉满意后,患者取俯卧位,根据 X 线片及体表标志确定相应节段,作后正中切口;②依次切开皮肤、皮下组织及棘上韧带,钝性剥离椎旁肌,暴露双侧椎板、椎板间隙、横突和小关节,定位后于相应节段置入双侧椎弓根螺钉,透视证实其位置良好;③对狭窄节段椎板、小关节进行减压并开大神经根管,严格保护附近神经根,对侧凸顶椎区域部分节段行 Ponte 截骨;④探查各节段椎间盘,在严格神经保护下对造成硬膜囊和神经根压迫的突出间盘进行切除,松解椎间隙,切除终板软骨,将填充有减压所得碎骨的 cage 置入相应间隙;⑤安装连接棒和螺母,行撑开-加压操作,最终矫正侧凸畸形,透视见内置物位置良好,侧凸矫

表 1 超声骨刀组与传统工具组一般资料的比较

Table 1 Comparison of clinical characters between UBC group and TT group

	超声骨刀组 (n=28) UBC group	传统工具组 (n=26) TT group	P值 P value
性别(男:女) Gender(M:F)	2:26	4:22	0.596
年龄(岁) Age(years)	64.1 ± 6.7	62.0 ± 6.6	0.236
体重指数 BMI(kg/m ²)	25.0 ± 3.0	25.4 ± 3.6	0.616
ASA 分级(I:II:III:IV) ASA grade	3:25:0:0	1:23:2:0	0.222
腰痛 VAS(分) Low back pain VAS	6.1 ± 2.2	6.0 ± 2.4	0.609
下肢痛 VAS(分) Lower limb pain VAS	4.4 ± 3.2	4.8 ± 3.0	0.681
ODI(%)	62.7 ± 15.5	61.4 ± 17.6	0.769
Cobb 角($^\circ$) Cobb angle	29.4 ± 10.6	32.3 ± 11.4	0.250
冠状面平衡(mm) Coronal vertical axis	-0.35 ± 25.48	1.29 ± 27.08	0.819
矢状面平衡(mm) Sagittal vertical axis	59.00 ± 48.64	57.43 ± 55.39	0.913

正、腰椎前凸恢复满意;⑥再次探查各神经根已松弛,行双侧后侧植骨,止血,放置引流,关闭切口。

在步骤③中,两组分别以传统工具(骨刀、咬骨钳)和超声骨刀作为减压和截骨操作的主力工具,在其余步骤中两组没有差别。超声骨刀为 XD860A 型超声骨动力系统,其工作频率 39kHz,最大振幅小于 0.12mm。

1.3 评价指标

手术资料包括固定融合椎体数、减压椎板数、Ponte 截骨数和切除椎间盘数。安全性指标包括器械并发症和出院时神经功能。有效性指标包括手术时间、估算出血量(estimated blood loss, EBL)、单个融合节段出血量和自体血回收量。为减少病例时间跨度较长,剔除 2008 年~2012 年期间的 12 例病例,保留 2013 年 1 月~2016 年 12 月期间的 44 例患者作亚组分析。

1.4 统计学处理

使用 SPSS 20.0 统计和处理。计量资料以均值 $\pm$ 标准差表示,符合正态分布采用独立样本 t 检验,不符合正态分布采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料采取 χ^2 或 Fisher 检验(四格表中出现理论频数小于 5 时)。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

两组固定融合椎体数无统计学差异 ($P>0.05$), 超声骨刀组减压椎板数、Ponte 截骨数、切除间盘数显著多于传统工具组 ($P<0.05$, 表 2)。两组的器械并发症例数和出院时神经功能恶化例数无统计学差异 ($P>0.05$, 表 3)。两组共 5 例器械并发症均为硬膜撕裂, 均因椎管严重狭窄、硬膜严重粘连致掀起椎板时发生撕裂引起。未发生因超声骨刀致神经或硬膜直接损伤的病例。两组手术时间无统计学差异 ($P>0.05$), 超声骨刀组估算出血量、单个融合节段出血量和自体血回收量显著低于传统工具组 ($P<0.05$, 表 4)。亚组分析中两组各资料的对比有相似的结果(具体数据略)。

3 讨论

DLS 多见于 50 岁以上人群, 可引起腰痛、下肢放射痛、间歇性跛行及腰椎支撑功能下降等相应症状, 严重者可对患者心肺功能造成影响^[1]。为了彻底的神经减压、纠正侧凸畸形、恢复腰椎前凸及重塑脊柱平衡, 常用后路减压、截骨矫形、长节段固定融合手术^[2]。但这类手术手术时间长、出血

表 4 超声骨刀组与传统工具组有效性指标比较

Table 4 Comparison of effectiveness parameters between UBC group and TT group

	超声骨刀组 (n=28) UBC group	传统工具组 (n=26) TT group
手术时间(min) Operative time	276.4±58.2	289.3±70.7
估算出血量(ml) EBL	834.0±354.4	1467.3±804.9 ^①
单个融合节段出血量(ml) EBL/level fused	120.8±57.2	191.4±88.4 ^①
自体血回收量(ml) Cell saver transfused	342.3±179.9	552.2±295.2 ^①

注: ①与超声骨刀组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with UBC group, $P<0.05$

多, 加上老年患者体质弱、内科合并症多, 有较高的围手术期并发症风险^[11], 有研究证实手术出血量大^[11,12]、手术时间长^[13,14]是围手术期并发症的危险因素。此外, 使用骨刀、咬骨钳等传统工具对骨组织振动和冲击较大, 容易造成神经等重要结构损伤^[3,4]。超声骨刀被视为骨科尤其是脊柱外科领域革命性的手术工具, 已有一些临床研究报道了超声骨刀能提高手术效率、缩短手术时间、减少出血和保证神经安全^[3-10]。

超声骨刀对骨组织的切割是利用超声刀头的高频振动加速度产生切割力, 作用于生物组织时, 被碰撞的组织就被破坏切开, 这是超声骨刀的机械效应^[4]。超声骨刀的工作频率在 22.5~40kHz 范围内, 达不到软组织弹性极限的固有频率, 并且刀头振幅一般在 0.05~0.36mm 的较小范围内, 因此当软组织与超声骨刀的钝性刀头接触时, 软组织通过弹性振动吸收少量能量的退让机制可以避免受损^[15]。在保护模式下, 刀头一旦接触到软组织, 超声骨刀会立即自动停止工作, 降低了损伤脊髓和神经的风险^[16]。Nakagawa 等^[17]认为在邻近神经和硬膜附近使用超声骨刀能避免机械性神经损伤和热损伤, 推荐以超声骨刀替代高速磨钻或其他传统工具。Morimoto 等^[18]指出以超声骨刀对腰椎椎间孔狭窄症患者行腰椎椎板间开窗、椎间孔狭窄减压术较传统工具更安全、创伤更小。本研究中, 虽然两组的安全性指标(器械并发症例数和出院时神经功能恶化例数)无统计学差异, 但结合临床实际的使用经验而言, 超声骨刀明显避免了传统骨刀对脊椎、椎管内结构产生的振动和冲击, 避免了枪式咬骨钳作椎板潜行减压时的不确定性,

表 2 超声骨刀组与传统工具组手术资料比较

Table 2 Comparison of surgical data between UBC group and TT group

	超声骨刀组 (n=28) UBC group	传统工具组 (n=26) TT group
固定融合椎体数(节) No. of levels fused	7.1±1.3	7.6±1.6
减压椎板数(节) No. of laminectomies	3.8±1.4	2.5±1.0 ^①
Ponte截骨数(节) No. of Ponte osteotomies	3.1±1.1	1.8±0.9 ^①
切除椎间盘数(个) No. of discectomies	1.8±1.2	1.0±0.8 ^①

注: ①与超声骨刀组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with UBC group, $P<0.05$

表 3 超声骨刀组与传统工具组安全性指标比较

Table 3 Comparison of safety parameters between UBC group and TT group

	超声骨刀组 (n=28) UBC group	传统工具组 (n=26) TT group
器械并发症(例) Instrumental complications	3(10.7%)	2(7.7%)
出院时神经功能恶化(例) Neurological deterioration at discharge	0	0

其刀头即使轻微地触碰也不会对硬膜、神经根造成显著影响,提高了减压截骨操作的安全性、降低了神经损伤风险。因此,可以认为超声骨刀在 DLS 减压截骨手术中的安全性至少不亚于传统工具。

传统工具在进行骨处理的过程中,切骨界面的松质骨渗血有时需要使用骨蜡填封,但止血效果欠佳且耗费时间^[16]。Sanborn 等^[19]在动物实验中发现超声骨刀较传统工具明显减少了切骨过程中的骨面出血量,这种局部止血作用与超声骨刀的热效应和空化效应有关。超声骨刀可在切骨面摩擦从而产生 70~80℃ 的瞬间温度,促使微血管收缩,提高凝血酶的活性,起到局部止血作用^[4]。而超声骨刀的空化效应^[4,20]能使周围组织产生乳化、碎裂等理化变化,促进血红蛋白的凝固和变性,起到局部止血作用。许多临床研究^[3,8,9,21]也发现了这一点。Bartley 等^[7]对 60 例青少年特发性脊柱侧凸手术病例进行研究,结果显示超声骨刀组估算出血量、单个融合节段出血量、单个 Ponte 截骨节段出血量和自体血回收量均显著少于传统近期对照组和传统 Cobb 角对照组($P<0.05$),作者指出使用超声骨刀能减少该手术 30%~40% 的出血量。本研究术中也发现了超声骨刀组病例切骨面渗血较少,除了局部止血作用以外,超声骨刀在工作时刀头附近会自动喷洒降温生理盐水,维持了一个相对干净、清晰的术野。在本研究中,超声骨刀组减压椎板数、Ponte 截骨数显著多于传统工具组,但超声骨刀组估算出血量、单个融合节段出血量、自体血回收量显著低于传统工具组($P<0.05$),这意味着在超声骨刀组有更多的减压和截骨操作前提下,其出血更少,因此超声骨刀减少了 DLS 减压截骨手术中的出血量。

较早的一些文献^[10,16,17]指出超声骨刀延长了手术时间,研究者将此归咎于超声骨刀切骨效率低、手柄设计不足和学习曲线的影响。但最近的文献几乎都认为超声骨刀提高了切骨效率。Hu 等^[3]使用超声骨刀对 128 例患者进行减压和截骨等骨切割操作,超声骨刀的手术时间较传统工具明显缩短。Onen 等^[9]对比分析了 46 例行椎板切除术的脊髓型颈椎病患者,超声骨刀组平均椎板切除时间 $2.2\pm 0.4\text{min/level}$ 显著少于传统工具组(高速磨钻)平均椎板切除时间 $7.4\pm 2.6\text{min/level}$ ($P<0.05$)。本研究使用 XD860A 超声骨刀,手柄轻巧、容易操作,在行椎板减压、Ponte 截骨等操作时效率明显

高于传统工具;本研究还剔除了早期应用超声骨刀的病例,以避免学习曲线对术者操作可能产生的影响。然而,两组手术时间无统计学差异($P>0.05$),推测可能是由于超声骨刀组有更多的减压、截骨、切除间盘等操作($P<0.05$),这些操作延长了手术时间,从而掩盖了超声骨刀带来的时间优势,在薛旭凯等^[22]的研究中也有类似推测。

笔者先前的一项系统评价指出^[23],近 5 年以来,超声骨刀在脊柱外科中应用的文献报道逐渐增多,但这些研究常常包含有多个疾病诊断,研究对象的异质性较大。本研究单独针对 DLS 减压截骨术中应用超声骨刀的安全性和有效性进行评估,此前尚未见类似文献报道。

本研究结果初步证实,应用超声骨刀完成 DLS 减压截骨手术安全、有效,能减少术中估算出血量、单个融合椎体出血量和自体血回收量,在安全性方面至少不亚于传统工具。但本研究为回顾性研究,病例数量较少,在今后的研究中我们将加以完善。在 PSO、VCR 截骨等更高难度、更高风险的操作中,超声骨刀的安全性和有效性优势可能会显得更加突出,这是以后需要探究的重点;目前的有效性指标如出血量、手术时间均反映了手术全程,以后需要针对减压和截骨操作阶段进行记录;术后患者的神经功能恢复情况应以临床评分做定量分析。超声骨刀被视为里程碑式的骨切割工具,在 DLS 减压截骨术以及其他脊柱手术中的临床应用价值值得在将来设计大样本的前瞻性随机对照研究进一步探究。

4 参考文献

1. Aebi M. The adult scoliosis[J]. Eur Spine J, 2005, 14(10): 925-948.
2. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management[J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(3): E1.
3. Hu X, Ohnmeiss DD, Lieberman IH. Use of an ultrasonic osteotome device in spine surgery: experience from the first 128 patients[J]. Eur Spine J, 2013, 22(12): 2845-2849.
4. 田伟, 郎昭. 进一步促进骨磨削技术在脊柱外科的应用[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(13): 961-964.
5. Onen MR, Yuvruk E, Akay S, et al. The reliability of the ultrasonic bone scalpel in cervical spondylotic myelopathy: a comparative study of 46 patients[J]. World Neurosurg, 2015, 84(6): 1962-1967.
6. Bydon M, Macki M, Xu R, et al. Spinal decompression in achondroplastic patients using high-speed drill versus ultrason-

- ic bone curette[J]. *J Pediatr Orthoped*, 2014, 34(8): 780-786.
7. Bartley CE, Bastrom TP, Newton PO, et al. Blood loss reduction during surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis utilizing an ultrasonic bone scalpel [J]. *Spine Deform*, 2014, 2(2): 285-290.
8. Parker SL, Kretzer RM, Recinos PF, et al. ultrasonic bone scalpel for osteoplastic laminoplasty in the resection of intradural spinal pathology[J]. *Neurosurgery*, 2013, 73(1 Suppl Operative): ons61-66.
9. Almahfoudh R, Qattan E, Ellenbogen JR, et al. Applications of the ultrasonic bone cutter in spinal surgery—our preliminary experience[J]. *Brit J Neurosurg*, 2014, 28(1): 56-60.
10. Nakase H, Matsuda R, Shin Y, et al. The use of ultrasonic bone curettes in spinal surgery [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2006, 148(2): 207-213.
11. Cho KJ, Suk SI, Park SR, et al. Complications in posterior fusion and instrumentation for degenerative lumbar scoliosis [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2007, 32(20): 2232-2237.
12. Klineberg EO, Nguyen S, Kelly MP, et al. Estimated blood loss is a weak predictor of major complications in adult spinal deformity surgery[C]. Meeting of the North American Spine Society, 2016: S264.
13. Shah S, Newton P, Lonner B, et al. P80. Longer surgical times may increase your complication rate[J]. *Spine J*, 2009, 9(10): 156S-156S.
14. 赵会, 胡辰甫, 海涌. 脊柱畸形矫形术后严重并发症危险因素分析[J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(23): 1815-1817.
15. Nickele C, Hanna A, Baskaya M. Osteotomy for laminoplasty without soft tissue penetration, performed using a harmonic bone scalpel: instrumentation and technique[J]. *J Neurol Surg Part A*, 2013, 74(3): 183-186.
16. 孙宇, 陈欣, 史文勇, 等. 应用超声手术刀行颈椎双开门手术的安全性及可靠性[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2007, 17(6): 458-460.
17. Nakagawa H, Kim SD, Mizuno J, et al. Technical advantages of an ultrasonic bone curette in spinal surgery[J]. *J Neurosurg*, 2005, 2(4): 431-435.
18. Morimoto D, Isu T, Kim K, et al. Microsurgical medial fenestration with an ultrasonic bone curette for lumbar foraminal stenosis[J]. *J Nippon Med Sch*, 2012, 79(5): 327-334.
19. Sanborn MR, Balzer J, Gerszten PC, et al. Safety and efficacy of a novel ultrasonic osteotome device in an ovine model [J]. *J Clin Neurosci*, 2011, 18(11): 1528-1533.
20. 陈颖, 罗晓宁, 史文勇, 等. 超声手术刀的研制现状与应用[J]. *生物医学工程学杂志*, 2005, 22(2): 377-380.
21. Hazer DB, Ya?ar B, Rosberg HE, et al. Technical aspects on the use of ultrasonic bone shaver in spine surgery: experience in 307 patients[J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016(2): 1-8.
22. 薛旭凯, 李高飞, 江建明, 等. 超声骨刀与高速磨钻在颈后路单开门椎管扩大成形术中的应用对比[J]. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2016, 8(2): 75-80.
23. 陈萧霖, 郑小青, 陈仲强, 等. 系统评价超声骨刀在脊柱手术中应用的有效性与安全性[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(10): 899-903.
- (收稿日期:2017-02-11 修回日期:2017-05-12)
(英文编审 蒋欣/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)