

基础研究

应用超声手术刀行颈椎双开门手术的
安全性与可靠性孙 宇¹, 陈 欣¹, 史文勇², 张毓笙², 周兆英³

(1 北京大学第三医院骨科 100083 北京市; 2 北京博达高科技有限公司; 3 清华大学精密仪器系 100084)

【摘要】目的: 观察超声产生的能量对颈椎皮质骨、松质骨及其周围组织的影响程度, 探讨超声手术刀用于颈椎椎管扩大成形术的安全性和可靠性。方法: 将 10 只中国大耳兔分为两组, 一组用超声手术刀进行颈椎双开门椎管扩大手术, 另一组采用高速磨钻与摆动锯行相同手术; 术后立即取出手术节段颈椎行大体解剖、光镜及电镜观察。结果: 超声手术刀对颈椎椎板的皮质骨和松质骨均具有良好的切割能力, 与高速磨钻和摆动锯相比切割效果无明显差异, 对手术野周围组织的宏观结构和微观结构也没有产生明显的不良影响, 并具有机械振动轻微、止血效果良好的独特优势。结论: 应用超声手术刀进行颈椎双开门椎管扩大成形术安全、可靠。

【关键词】颈椎; 超声手术刀; 椎管扩大成形术

中图分类号: R681.5, R312 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2007)-06-0458-03

The investigation of safety and reliability of ultrasonic scalpel on the application of cervical French-door laminoplasty/SUN Yu, CHEN Xin, SHI Wenyong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2007, 17(6): 458~460

【Abstract】Objective: To evaluate the safety and reliability of Ultrasonic scalpel on the application of cervical French-door laminoplasty and study the effect of ultrasonic scalpel on the cortical and cancellous bone and surrounding tissue. Method: Ten adult rabbits were divided into two groups and each group had five rabbits. All the animals received same operation. In group A the operation was performed with ultrasonic scalpel, and in group B with electronic high speed burr and saw. The animals were killed immediately after the operation and the parts operated were collected and observed by general observation, histologic section and scanning electron microscope section. Result: The ultrasonic scalpel showed a good cutting ability on both cortical and cancellous bone and no difference from high speed burr and saw. The macroscopic and microscopic structures of operation field and surrounding tissue were not affected by the ultrasonic scalpel. The advantages of ultrasonic scalpel was mild mechanic shake and good coagulation function. Conclusion: It is safe and reliable to perform cervical French-door laminoplasty by using ultrasonic scalpel.

【Key words】Cervical spine; Ultrasonic scalpel; Cervical french-door laminoplasty

【Author's address】Department of Orthopaedics, Peking University Third Hospital, Beijing, 100083, China

自从黑川(1980 年)设计的棘突纵切式双开门+中央植骨固定术用于治疗脊髓型颈椎病以来, 由于其具有减压充分、维持术后颈椎稳定性良好的特点, 已经得到广泛应用。但是手术中需要借助高速球形磨钻完成椎板开槽和减压, 由于机械振动大, 存在损伤周围软组织甚至脊髓和神经根的危险。超声手术刀对周围组织伤害少、术后恢复

快, 目前主要应用于切割与凝血、白内障乳化、肝胆肿瘤吸引、吸脂、切骨等方面^[1-3]。本研究通过观察超声手术刀应用于颈椎双开门手术时其产生的能量对颈椎皮质骨、松质骨及其周围组织的影响程度, 探讨超声手术刀应用于颈椎椎管扩大术的安全性和可靠性。

1 材料与方法

1.1 仪器材料

由清华大学精密仪器与机械学系研制、北京博达高科技有限公司提供的“开拓者”超声骨科手

基金项目: 国家“十五”科技攻关课题(编号: 2003BA712 A 11-06)

第一作者简介: 男(1960-), 主任医师, 研究方向: 脊柱外科
电话: (010)62017691-7009 E-mail: sunyuor@vip.sina.com

术仪 II 型 (Exploiter™ UOSS-II)^[3], 工作频率 40kHz, 刀头震动幅度低于 300 μ m, 配备有 3mm、2mm 直径的带切齿和凹槽的刀头, 有球形和圆柱形, 还有 3mm 宽、0.5mm 厚的片状切刀, 用于切割不同的组织 (例如肌肉和韧带、皮质骨和松质骨)。刀头超声输出设为 30%。高速无级变速电动球形磨钻 (美国史赛克公司), 最高转速 60000r/min, 钻头直径 3mm, 摆动锯片宽度 10mm, 厚度 0.3mm。

1.2 实验动物及分组

成年中国大耳兔 10 只 (北京大学第三医院动物实验中心提供), 雌雄不限, 2~2.5kg。随机分成 2 组: A 组 (实验组), 5 只, 使用超声骨科手术仪行棘突纵切式颈椎双开门手术; B 组 (对照组), 5 只, 采用高速磨钻及摆动锯行棘突纵切式颈椎双开门手术。

1.3 手术方法

25% 乌拉坦 (4ml/kg) 经耳缘静脉注射麻醉兔, 俯卧位, 作兔颈后正中纵切口。实验组应用超声骨科手术仪片状切刀剥离椎板附着肌肉, 暴露 C3、C4 椎板, 在双侧椎板外缘以球形刀头开槽, 保留内层皮质骨, 当超声刀头接近椎管区域时采用“冷切割模式”, 然后以片状切刀沿棘突正中劈开棘突, 注意不要损伤硬脊膜, 将椎板向两侧撬开, 完成椎板的双开门。对照组应用电刀剥离椎板附着肌肉, 暴露 C3、C4 椎板, 在双侧椎板外缘以高速球形磨钻开槽, 保留内层皮质骨, 然后以摆动锯沿棘突正中劈开棘突, 当锯片接近椎板的内层皮质骨时会感觉阻力增大, 此时降低转速并特别小心使锯片刚好锯开内层皮质骨时停止, 以免锯片进入椎管损伤硬脊膜。由于椎板下黄韧带的存在, 锯片锯开椎板内层皮质骨时可以有比较明显的“卸力”感。将椎板向两侧撬开, 完成椎板的双开门。

1.4 观察方法

术中对比观察两组手术过程中以及手术结束时的椎旁肌、椎板皮质骨和松质骨的颜色、断面渗血情况。完成椎板双开门手术后立即采用空气栓塞法快速处死动物, 沿椎体上下软骨终板切取 C3~C4 节段脊柱, 用 10% 福尔马林固定, 然后脱钙、脱水、石蜡包埋, 沿横截面切片, HE 染色后光镜观察。两组各随机取 3 只动物的手术段脊柱, 置于 2.5% 戊二醛固定, 梯度酒精脱水, 液氮冷冻, 2% 钼酸熏蒸表面固定, 真空干燥, 喷金膜, 扫描电

镜观察椎板皮质骨和松质骨。

2 结果

2.1 肉眼观察

以超声手术刀进行椎旁肌剥离时操作方便, 局部止血效果明显, 尤其是对肌肉断面的渗血止血效果尤为突出。与电凝止血法相比, 超声刀止血不仅效果完全相同, 同时又未见肌肉严重灼伤和焦痂现象。超声手术刀行颈椎椎板开槽及棘突正中劈开时操作更方便, 尤其对于松质骨出血的止血效果非常明显, 骨质切割面没有渗血现象。应用高速磨钻及摆动锯时骨质切割面渗血明显而需要用骨蜡封填止血。手术结束时实验组椎板切割断面没有渗血, 对照组椎板切割面仍然可见渗血, 必须用骨蜡封填; 两组开槽两侧骨质的色泽没有明显差别。完成单节段椎板开槽和棘突切割时间实验组平均为 40min、对照组平均 15min; 出血量实验组平均为 5ml、对照组为 10ml。

2.2 光镜观察

在超声手术刀打磨过的部位, 内层皮质骨及硬膜、脊髓形态正常, 未见软组织凝固和损伤迹象 (图 1, 后插页 IV), 棘突纵行劈开处皮质骨及松质骨形态正常 (图 2, 后插页 IV), 椎板开槽周围附着的肌肉和软组织结构和排列正常。与磨钻开槽对软组织、骨组织的影响 (图 3, 后插页 IV) 没有明显差别。

2.3 扫描电镜观察

在低倍扫描电镜 (25 倍) 观察实验组和对照组的皮质骨和松质骨无明显差别 (图 4、5, 后插页 IV)。高倍扫描电镜 (3000 倍) 下观察, 实验组未见其下方的松质骨出现灼伤现象, 只是在超声振动下出现胶原的断裂 (图 6, 后插页 IV), 松质骨下内层皮质骨中哈佛氏管及骨细胞形态正常 (图 7, 后插页 IV)。对照组的胶原及骨细胞发生部分溶解及变形 (图 8, 后插页 IV)。

3 讨论

双开门椎管扩大成形术由于具有减压充分、对颈椎稳定性影响较小等优点, 已经成为颈椎病后路手术的常用术式。现有技术是应用高速磨钻在两侧椎板外缘开骨槽, 保留内板作为“门轴”, 再应用线锯、摆动锯或者磨钻纵形劈开棘突, 将椎板向两侧翻开, 实现扩大椎管矢状径的目的。由于高

速磨钻属于高机械能量工具,虽然具有切割力强大的明显优势,但是也存在容易缠绕软组织、机械振动较为明显、局部温度较高等缺陷,对于周围组织尤其是神经组织有一定的威胁,稍有不慎就可能损伤周围软组织甚至脊髓和神经根,造成严重后果,是一项技术要求非常严格的手术,手术风险高。

随着超声乳化技术的不断改进和完善,应用超声技术代替传统方法完成手术已经渗透到临床很多学科。超声骨科手术刀应用超声波的高频振荡能量将骨组织破碎为非常细小的微粒(即乳化作用),达到切骨的作用。由于超声波对于骨组织的穿透性非常有限,因此高频振荡能量产生的乳化作用仅局限于刀头和骨质的接触面,最大深度约为 0.3mm,对深层组织尤其是软组织不会产生任何影响,这一点在脊柱外科特别是颈椎外科尤其重要。通过控制超声波的高频振荡能量产生的温热效应还可以产生良好的止血作用,尤其是对松质骨的出血,止血效果尤为明显。通过相应软件调整超声输出的能量比,使其具有“普通切割”和“冷切割”模式,前者切割效率高、止血效果好;后者因为限制了超声能量的输出,温热效应明显降低,不会对周围组织造成灼伤。超声骨刀的刀头在输出超声能量的同时还具有一定的机械切割能力,通过调整超声和机械输出的比例匹配,可以满足不同骨质条件下的临床需求。

由于超声手术刀的这些特点弥补了高速磨钻的不足,使得应用微创技术进行椎管扩大成形术成为可能。但是超声波具有很高的机械能量,因此必须了解超声骨刀对颈椎皮质骨、松质骨及其周围组织的影响及程度,对其用于颈椎椎管扩大术的安全性和可靠性做出客观评价。本组结果证实,超声骨刀具有和高速磨钻相同的切骨能力,包括皮质骨和松质骨,虽然切割速度相对较慢,但是骨组织及其周围的软组织,包括肌肉、脊膜和脊髓却没有受到任何影响。从高倍扫描电镜的图片可以看到,应用超声骨刀进行椎板的开槽和纵形劈开,切割面骨组织的微观结构尤其是骨细胞和胶原纤维得到了很好的保护,而高速磨钻手术组却存在不同程度的骨细胞和胶原的溶解。因此从理论上讲,应用超声骨刀切割的骨组织,切割面的植骨融合能力得到了保护,但是需要进一步的实验加以

验证。

由于超声手术刀可以设计成为具有自动识别骨组织和软组织的能力,在安装有保护软组织软件的模式状态下,刀头一旦切透骨组织而接触到其深方的软组织时,超声能量的输出立即自动停止,从而明显提高了器械的安全特性,大大降低了手术过程中由于人为操作因素损伤硬脊膜及脊髓的风险。由于超声骨刀的刀头具有持续正相旋转、持续反相旋转和正相反相交替旋转摆动三种模式,更加方便了手术操作。尤其是采用正相反相交替旋转摆动模式切削骨板时,可以有效地避免刀头对软组织的卷刮。一旦软组织被刀头缠绕,这种正相反相交替旋转摆动切割模式也可以立即松开被卷刮的软组织,从而可有效保护血管、神经等重要组织,大大提高手术的安全性。自 2005 年 1 月以来,我们已经应用此型超声骨刀完成了颈椎椎管扩大术 20 余例,没有出现与本器械有关的并发症。

综上所述,超声手术刀应用于颈椎后路双开门椎板扩大手术不仅安全,而且可靠。完全可以代替高速磨钻完成颈椎“双开门”手术。尽管超声骨科手术刀有很多优点,手术操作中也应当注意:(1)要正确选择刀头,开槽时应使用超声球形或圆柱形刀头,纵劈棘突时使用片状刀头。(2)分离软组织和切割外层皮质骨时,应当选择具有边切边止血功能的“普通切割”模式,这样 70℃~80℃的界面温度可以在手术过程中促使毛细血管凝固,减少切割面出血;当接近内层皮质骨和脊膜、脊髓区域时,应当选择“冷切割”模式加局部灌注,界面温度只有 37℃~40℃,不会造成热损伤,大大提高了安全性。(3)术者应谨慎操作,尽管有软组织保护模式也要避免触碰而误伤脊髓。

4 参考文献

1. 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.
2. 田伟,史文勇,周兆英,等.超声刀在脊柱外科手术中的应用[J].中国脊柱脊髓杂志,2005,15(12):753-755.
3. 罗晓宁,周兆英,张毓笠,等.超声骨科手术仪的设计[J].医疗设备信息,2002,2:9-10.

(收稿日期:2006-10-23 修回日期:2007-03-09)

(英文编审 郭万首)

(本文编辑 卢庆霞)