

临床论著

颈椎 U 型螺钉固定系统的设计与临床应用

王 春, 林 锦, 周之平, 刘成招, 刘清平

(福建省宁德市闽东医院脊柱外科 355000)

【摘要】 目的:评价自行研制的后路颈椎 U 型螺钉固定系统 (cervical U type pedicle screw fixation system, CUFS) 的生物力学性能与临床应用效果。**方法:**对自行设计的后路颈椎 U 型螺钉内固定系统(包括 U 型螺钉、连接棒及配套器械)在 6 具新鲜颈椎标本中进行强度、应变、位移、稳定性及极限等生物力学测试。在实验研究的基础上,将 CUFS 应用于 10 例颈椎疾患患者。**结果:**CUFS 固定的颈椎标本力学性能接近正常标本。10 例患者手术过程顺利,未出现神经血管损伤等并发症。经 2~24 个月随访,颈椎椎体高度与椎间隙高度无明显丢失,未见螺钉松动与断钉断棒等。**结论:**CUFS 具有提拉复位作用、固定牢靠、放置方便等优势,是一种可供选择的颈后路椎弓根(侧块)固定系统。

【关键词】 颈椎;U 型螺钉;椎弓根;内固定;生物力学

中图分类号:R687.3,R318.01 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2005)-12-0732-04

Design and clinical application of cervical U type pedicle screw fixation system/WANG Chun,LIN Jin, ZHOU Zhiping, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2005, 15(12):732~735

【Abstract】 Objective:To design the posterior cervical U type pedicle screw fixation system(CUFS) and evaluate its biomechanical function and the value of clinical application.**Method:**The posterior cervical U type pedicle screw fixation system(CUFS) was designed.Six cervical sample which from fresh cadaver was fixed by the system.Test of its biomechanical function was taken including:intensity, strain, translocation, stability, and limitation etc.Ten cases had been treated with CUFS.**Result:**The biomechanical function of cervical sample fixed with CUFS was similar to the normal sample.The operation of 10 patients was successful, without the complication of the nerve or blood vessel damage.The following up was 2 to 24 months, the height of cervical vertebra and intervertebra did not lose obviously, it was found neither screw loosening nor screw, bar broken.**Conclusion:**CUFS is a kind of posterior cervical pedicle (lateral mass) fixation system, it has superiority of stability, convenient fixation and pulling reduction etc.

【Key words】 Cervical vertebra; U type screw; Pedicle; Internal fixation; Biomechanics

【Author's address】 The Spinal Department of Mindong Hospital, Ningde, Fujian, 355000, China

自 Roy-Camille 和 Magerl 报告应用钢板螺钉固定颈椎侧块治疗颈椎不稳以来,使颈椎后路减压后稳定性重建成为可能。近年国内外较多采用 ServiFix 颈椎后路钉棒系统、Axis 钢板或改良 Steffee 钢板,取得了较好的效果,但存在放置比较困难、钉板或钉棒之间连接不稳或缺乏轴向撑开与复位作用等。2002 年我们设计了后路颈椎 U 型螺钉固定系统(CUFS),经生物力学测试与临床应用,取得较满意的效果,初步报告如下。

CUFS 由 U 型螺钉、紧固螺母螺塞、防胀环及连接棒组成(图 1)。U 型螺钉直径 3.5mm、3.8mm,顶部 U 型开口,分长开口与短口两种,长开口螺钉有提拉作用,当紧固螺母锁定后残端通过钳夹折断,螺钉螺纹部呈锥状,长 18~32mm。紧固螺母



图 1 U 型螺钉固定系统

1 资料与方法

1.1 CUFS 的组成

第一作者简介:男(1955-),主任医师,研究方向:脊柱外科
电话:(0593)6336951 E-mail:wangchun0215@yahoo.com.cn

与长开口 U 型螺钉配套锁定连接棒,螺塞与防涨环和短开口型螺钉配套锁定连接棒。制作材料为六钒二铝钛合金,由北京京航公司生产提供。

1.2 生物力学试验

采集 6 具新鲜人尸体颈椎标本,剔除肌肉等软组织,保留韧带的完整性,不损伤骨性结构,并通过摄片排除肿瘤、先天性畸形等病变。制作力学实验模型并分组。(1)原始正常标本组(NS);(2)颈椎损伤(破坏所有韧带)U 型螺钉系统固定组(CUFS);(3)Axis 钢板固定组(Axis);(4)颈前路锁定钢板固定组(AF)。标本采用重复利用、自身对照,每具标本分别作为正常组和损伤组,并先后用 CUFS、Axis、AF 固定 C4~C5 节段。进行载荷应变、载荷位移、稳定性、扭转与极限强度等试验。

1.3 临床应用

1.3.1 一般资料 本组 10 例,男 9 例,女 1 例,年龄 26~78 岁,平均 54.8 岁。其中齿状突骨折伴寰枢不稳 2 例,颈椎骨折脱位 6 例,C4 爆裂性骨折 1 例,颈椎管狭窄伴颈髓过伸伤 1 例。全部病例除有颈部疼痛、活动受限外,8 例伴有不同程度颈髓损伤,按 ASIA 神经损伤分级,A 级 1 例、B 级 1 例、C 级 3 例、D 级 3 例。术前均行 X 线片、CT 及 MRI 检查,除 1 例颈椎管狭窄伴颈髓过伸伤患者外,其余患者入院后均行颅骨牵引。

1.3.2 手术方法 全麻下患者取俯卧位,后正中切口,根据颈椎病变部位选择切口的长度,显露至双侧的关节外缘,确定进钉点(10 例均采用椎弓根钉固定),C1 进钉点选择在后弓与侧块后方中点交汇处,C2 在侧块中点的内上方,C3~C7 选上位椎体下关节突的下方,椎间小关节中央部的略外方。置钉内倾角 C1 5°、C2 15°、C3~C7 29°~45°,采用综合置钉法^[2]。有椎体滑脱者选用长 U 型螺钉,便于提拉复位。根据颈髓受压情况行后路椎板减压,取自体髂骨行关节突椎板间融合,术后放置负压引流管,2d 后拔除。颈托保护 1~2 个月。C1、C2 椎弓根 CUFS 固定加植骨融合 2 例,后路减压 CUFS 固定加前路减压、cage 置入融合 1 例,其它 7 例均行后路减压、CUFS 固定加植骨融合术。

2 结果

2.1 生物力学测试结果

见表 1~5。在四种不同状态下,颈椎载荷-应

表 1 颈椎标本不同内固定载荷-应变关系

($n=6, \bar{x} \pm s, \mu\epsilon$)

	应变				
	30N	60N	90N	120N	150N
NS组	147±10.3	294±17.4	441±25.6	588±34.7	735±45.0
CUFS组	141±9.8	282±16.3	423±24.5	564±32.8	705±42.6
AF组	168±11.8	336±18.4	504±26.8	672±35.2	840±45.3
Axis组	152±10.6	304±17.2	456±25.4	608±34.9	760±44.4

注:CUFS 与 NS 比 $P>0.05$;与 Axis 比 $P>0.05$;与 AF 比 $P<0.05$

表 2 颈椎标本不同内固定载荷-位移关系

($n=6, \bar{x} \pm s, \text{mm}$)

	位移				
	30N	60N	90N	120N	150N
NS组	0.35±0.02	0.70±0.04	1.05±0.06	1.40±0.08	1.75±0.10
CUFS组	0.33±0.02	0.66±0.04	0.99±0.06	1.32±0.08	1.65±0.10
AF组	0.38±0.03	0.76±0.06	1.14±0.08	1.52±0.10	1.91±0.12
Axis组	0.36±0.03	0.72±0.06	1.08±0.08	1.44±0.10	1.80±0.12

注:CUFS 与 NS 比 $P>0.05$;与 Axis 比 $P>0.05$;与 AF 比 $P<0.05$

表 3 150N 载荷时颈椎不同内固定的轴向刚度

($n=6, \bar{x} \pm s, \text{N/mm}$)

	轴向刚度			
	中心压缩	前屈	后伸	侧弯
NS组	285.7±20.0	495.1±34.7	384.6±26.9	312.5±21.9
CUFS组	303.0±24.2	526.3±36.8	409.8±24.6	322.6±19.4
AF组	261.8±20.9	458.7±27.5	370.4±22.2	285.7±17.1
Axis组	277.8±19.5	490.2±34.3	384.6±26.9	303.0±21.2

注:CUFS 与 NS 比 $P>0.05$;与 Axis 比 $P>0.05$;与 AF 比 $P<0.05$

表 4 不同内固定下颈椎扭矩-扭角关系

($n=6, \bar{x} \pm s, ^\circ/\text{cm}$)

	扭角				
	0.2Nm	0.4Nm	0.6Nm	0.8Nm	1.0Nm
NS组	0.73±0.04	1.45±0.09	2.32±0.14	3.34±0.18	4.72±0.23
CUFS组	0.69±0.05	1.36±0.11	2.21±0.15	3.02±0.19	4.50±0.25
AF组	0.58±0.03	1.14±0.06	1.76±0.10	2.41±0.14	3.44±0.18
Axis组	0.61±0.04	1.20±0.08	1.88±0.13	2.75±0.19	4.02±0.23

注:CUFS 与 NS 比 $P>0.05$;与 Axis 比 $P>0.05$;与 AF 比 $P<0.05$

表 5 不同内固定下颈椎极限力学性能测试结果

($n=6, \bar{x} \pm s$)

	极限载荷 (N)	屈服载荷 (N)	极限位移 (mm)	屈服位移 (mm)
NS组	926±64.82	828.0±57.96	14.68±1.01	12.86±0.68
CUFS组	938±67.54	815.0±55.42	15.02±1.04	13.05±0.98
AF组	792±53.06	694.0±45.81	12.32±0.84	11.02±0.74
Axis组	876±59.57	714.0±47.84	14.71±1.01	11.98±0.70

注:CUFS 与 NS 比 $P>0.05$;与 Axis 比 $P>0.05$;与 AF 比 $P<0.05$

变、载荷-位移变化以 CUFS 组最小。在载荷为 150N 时 CUFS 的轴向平均刚度优于 Axis 和 AF。颈椎的扭转刚度:CUFS、Axis、AF 内固定分别依次 37.34、33.36、28.55 N·cm/Deg, 结果显示 CUFS 系统在扭转刚度方面具有较大优势, 与原始正常标本相比, 无显著性差异 ($P>0.05$)。颈椎的极限力学性能: 颈椎损伤采用固定后, CUFS 的承载能力达到 938N, 接近正常标本, 而 Axis 固定承载能力 876N, AF 792N, 分别比 NS 相差 5% 与 15%。

2.2 临床应用结果

本组 10 例手术过程顺利, 未出现螺钉置入偏差、神经血管损伤等并发症。经 2~24 个月, 平均

10.6 个月随访, 术前 8 例伴有神经功能损伤的患者术后都有不同程度的恢复(表 6)。椎体与椎间隙高度无明显丢失, 2 例随访时间较短者植骨处模糊, 其余 8 例获骨性融合, 未见螺钉松动与断棒(图 2、3)。

表 6 8 例患者神经功能损伤恢复情况

术前 ASIA 分级	例数	术后 ASIA 分级			
		B	C	D	E
A	1	1			
B	1			1	
C	3			1	2
D	3				3



图 2 a 术前 X 线片示 C4 椎体爆裂骨折 b 术后 X 线片示 C4 椎体高度与椎间隙高度恢复 c 术后 1 年 X 线片示颈椎生理曲度及椎体高度无明显丢失 图 3 a 术前 X 线片示齿状突骨折伴寰椎脱位 b 术后 X 线片示寰椎脱位完全复位 c 术后 8 个月 X 线片示寰椎椎位置良好, 植骨处已融合

3 讨论

3.1 CUFS 的特点

临床与生物力学资料表明, 在所有的颈椎后路内固定系统中, 颈椎椎弓根钉固定提供了最强的生物力学稳定, 特别对骨质疏松需要多节段固定者, 颈椎椎弓根固定更具有优势^[3-4]。不论颈椎退行性病变、创伤、炎症、肿瘤等, 应用椎弓根钉固定治

疗均获得了成功并取得了很好的效果^[5-7]。随着颈椎解剖学的深入研究, 置钉方法不断改善, 使该项技术的并发症明显减少^[8]。

目前国内外较多采用 Axis 钢板、改良 Steffee 钢板、万向钉^[9]、Servifix 等固定, 但在临床运用中均存在某些不足。如 Axis 钢板固定时钉板之间无锁定夹持, 容易松动; 改良 Steffee 钢板多节段置

钉时放板困难;Servifix 系统侧方置棒操作不便,而且进口器械价格昂贵。

我们设计的 CUFS 有如下特点:(1)螺钉顶部为 U 型开口,通过防胀环与紧固螺塞或紧固螺母与连结棒固定,使钉棒之间牢固夹持固定。棒可折弯,且有撑开、压缩、维持椎体和椎间隙高度与颈椎生理曲度作用。(2)U 型螺钉开口分长短两型,其中长 U 型螺钉在上紧过程中具有提拉复位滑脱椎体作用。U 型螺钉开口顶部与棒在顶部连接,使得安装方便。(3)U 型螺钉螺纹部呈锥状,减少应力集中,防止钉的折断。螺钉长度 18~32mm 不等,可用于椎弓根或侧块固定。(4)价格低廉。经生物力学试验结果提示,CUFS 固定强度(轴向刚度、扭转强度与刚度、极限试验等方面)接近正常标本,优于前路钢板与后路 Axis 钢板固定。

3.2 CUF 固定的适应证与安装操作注意事项

与其它颈椎椎弓根钉系统固定一样 CUF 固定系统适应于:(1)严重的颈椎三柱损伤者;(2)特殊的颈椎骨折脱位,如关节突交锁、椎板骨折需后路复位减压者;(3)颈椎退变、颈椎管狭窄需后路减压植骨融合固定,特别是骨质疏松需多节段固定者;(4)椎管肿瘤后路切除稳定性重建者;(5)颈椎后凸畸形后路矫形固定者。

由于颈椎的特殊解剖,即从 C1~C7 椎弓根的形态存在明显的差异与变异,且结构较细小。在解剖学研究与应用中发现螺钉穿透椎弓根皮质的发生率为 2.4%~5.3%^[8,10]。特别是 C3~C5 由于椎弓根较细,内倾角度较大,使穿透椎弓根皮质的危险性增加^[10]。为减少失败率,手术前对椎弓根的轴位进行 CT 扫描了解椎弓根的形态、宽度及高度以及是否存在差异是必要的。术中按 Abumi 等将进钉点定位在关节突边缘,采用综合置钉法,即结合刘景堂^[11]以及漏斗技术^[9]和管道疏通法^[12]。在进钉点确定后用尖细咬骨钳或磨钻磨去皮质,用小刮匙向前内侧方向刮去部分松质骨,找到拱形的椎弓根内侧皮质,此时用头部较钝的自制手锥或直径 3mm 小刮匙,根据术前 CT 测量的内倾角度,通过椎体的前方,确定钉道与长度后拧入 U 型螺钉。我们的经验是打孔时一定要清晰的触感,遇到阻力时,要调整方向,切忌暴力操作。术中要充分显露,除清楚显露两侧关节突确定进钉点外,切口要充分撑开,提供大于 40° 以上的外展倾

斜空间,保证在打孔、搔刮、攻丝、拧入螺钉时不受干扰,置钉成功后,放棒及夹紧固定时要轻柔,如颈椎骨折脱位(包括 C1/2 脱位)时,要配合体位复位,边复位边上棒固定。

经生物力学测定与临床应用表明,CUFS 具有放置方便、固定牢固等特点。但由于本组病例数少、随访时间短,长期效果有待进一步随访观察。

4 参考文献

1. Abumi K, Ito H, Taneichi H, et al. Transpedicular screw fixation for traumatic lesions of the middle and lower cervical spine: description of the techniques and preliminary report[J]. Spinal Disord, 1994, 7(1): 19-28.
2. 王春, 郑立彬, 刘清平, 等. 颈椎椎弓根钉固定的临床运用[J]. 脊柱外科杂志, 2004, 2(1): 20-23.
3. Jones EL, Heller JG, Silcox DH, et al. Cervical pedicle screws versus lateral mass screws: anatomic feasibility and biomechanical comparison[J]. Spine, 1997, 22(9): 977-982.
4. Ralph K, Wolfgang R, Erich S. Biomechanical analysis of transpedicular screw fixation in the subaxial spine[J]. Spine, 2004, 29(1): 1869-1875.
5. Abumi K, Kaneda K. Pedicle screw fixation for nontraumatic lesions of the cervical spine[J]. Spine, 1997, 22(16): 1953-1963.
6. Abumi K, Kaneda K, Shono Y, et al. One-stage posterior decompression and reconstruction of the cervical spine by using pedicle screw fixation systems[J]. J Neurosurg, 1999, 90(1): 19-26.
7. Jeanneret B, Gebhard JS, Magerl F. Transpedicular screw fixation of articular mass fracture-separation: results of an anatomical study and operative technique [J]. J Spinal Disord, 1994, 7(3): 222-229.
8. Miller RM, Ebraheim NA, Xu R, et al. Anatomic consideration of transpedicular screw placement in the cervical spine: an analysis of two approaches[J]. Spine, 1996, 21(20): 2317-2322.
9. Harms J, Melcher RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation[J]. Spine, 2001, 26(15): 2467-2471.
10. Karaikovic EE, Yingsakmongkol MD, Gaines RW. Accuracy of cervical pedicle screw placement using the function technique[J]. Spine, 2001, 26(22): 2456-2462.
11. 刘景堂, 唐天骝, 王轶, 等. 颈椎弓根钉螺钉内固定系统的临床运用[J]. 中华骨科杂志, 2003, 23(9): 590-594.
12. 谭明生, 张光泊, 鹤平, 等. 管道疏通法行颈椎弓根钉置入的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2002, 12(6): 405-407.

(本课题生物力学测试承蒙上海科技大学生物力学研究所王以进教授大力指导, 特此感谢!)

(收稿日期: 2005-03-21 末次修回日期: 2005-11-21)

(英文编审 郭万首)

(本文编辑 彭向峰)