

两种长度的颈椎椎弓根螺钉与侧块螺钉拔出试验比较

刘景堂¹, 唐天驷², 刘兴炎¹, 葛宝丰¹, 王以进³

(1 兰州军区总医院骨科 730050; 2 苏州大学附属第一医院骨科 215006; 3 上海大学生物力学工程研究所 201800)

【摘要】目的:比较两种长度的颈椎椎弓根螺钉和侧块螺钉的抗拔出力,探讨颈椎经椎弓根短螺钉固定的可行性。**方法:**5 具 C3~C5 共 15 节新鲜颈椎标本,用长度为 28mm 和 20mm 的皮质骨螺钉分别置入椎弓根,并用 20mm 的螺钉行侧块双皮质固定,螺钉进入侧块深度约 14mm。行拔出试验,比较螺钉的最大轴向拔出力。**结果:**椎弓根长螺钉的最大拔出力为 650N,椎弓根短螺钉为 585N,两者比较无显著性差异($P>0.01$);侧块螺钉的最大拔出力为 360N,与椎弓根短螺钉比较有显著性差异($P<0.0001$)。**结论:**颈椎椎弓根短螺钉固定可提供足够的稳定性,其安全性相对较高。

【关键词】颈椎;椎弓根;侧块;螺钉;生物力学

中图分类号:R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2005)-03-0177-03

Pull-out strength of cervical pedicle short screws and pedicle long screws and lateral mass screws, a biomechanical comparison/LIU Jingtang, TANG Tiansi, LIU Xingyan, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2005, 15(3): 177~179

【Abstract】Objective:To determine whether the pull-out strength of cervical short pedicle(20mm) screw is comparable with that of long pedicle(28mm) screw and whether it is significantly stranger than that of lateral mass screw.**Method:**15 fresh cervical specimens of 5 C3-C5 human cadaveric spinal segments and 3.5mm diameter cortical screws of 28mm and 20mm were used in this study.The screw placement were allotted as following: on each vertebrae of 5 specimens,28mm screw was inserted into pedicle on one side and 20mm screw into pedicle on the opposite side.On each vertebrae of another 5 specimens,28mm screw was inserted into pedicle on one side and 20mm screw was inserted into lateral mass on the opposite side.On each vertebrae of left 5 specimens,20mm screw was inserted into pedicle on one side and 20mm screw was inserted into lateral mass on the opposite side.Screws inserted into lateral mass were bicortical,and the actual working screw length defined as the millimeters of thread engaging bone was approximately 14mm.Each vertebrae was clamped in the custom-built jig,which was attached to a material testing machine.A coupling device that fit around the head of the screw was used to pull out each screw at a loading rate of 2mm/min. The arrangement was oriented so that the pull-out force was collinear with the long axis of the screw.The maximum axial pull-out strength was recorded.**Result:**The mean maximum pull-out strength was 650N for the 28mm pedicle screws,585N for the 20mm pedicle screws and 360N for the lateral mass screws.No significant difference was found between pull-out strength of 28mm and 20mm pedicle screws ($P>0.01$), however,short pedicle screws demonstrated a significantly higher resistance to the pull-out strength than the lateral mass screws ($P<0.0001$). **Conclusion:**The short pedicle screw fixation can provide enough stability while being relatively safer than long pedicle screw fixation.

【Key words】 Cervical spine; Cervical pedicle; Lateral mass; Screw fixation; Biomechanics

【Author's address】 Department of Orthopedics, Lanzhou General Hospital, PLA, Lanzhou, 730050, China

近年来的相关研究表明,颈椎经椎弓根螺钉

内固定具有可行性。但尚无关于颈椎椎弓根螺钉适宜长度的探讨。笔者在应用中发现,螺钉较长时易穿入椎间盘内及穿出椎体,而选择较短螺钉则可避免此弊端。本实验对两种长度的颈椎椎弓根

第一作者简介:男(1969-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(0931)8975775 E-mail:liujtang@163.com

螺钉和侧块螺钉固定行拔出试验比较，旨在探讨短螺钉固定的可行性。

1 材料和方法

1.1 实验材料

1.1.1 测试螺钉 自行设计的自攻型皮质骨螺钉(图 1),螺纹部分长度分为 28mm、20mm 两种,由康辉医疗器械有限公司生产。



图 1 用于测试的两种长度的螺钉(左:20mm;右:28mm)

1.1.2 颈椎标本 5 具意外死亡的新鲜成人尸体颈椎标本(C3~C5),男性 4 具,女性 1 具,年龄 21~41 岁,平均 32.5 岁。X 线摄片检查排除明显骨质疏松、骨折、畸形、肿瘤等疾患。双层塑料袋密封后置入-40℃冰箱保存备用。测试前 24h 取出,室温下(20℃~25℃)自然解冻。去除所有附丽软组织,游离成单节共 15 节颈椎用于力学测试。

1.2 测试方法

1.2.1 螺钉置入标本 椎体随机编号 1~15,螺钉置入按表 1 分配。用特制夹具固定椎体,椎弓根进钉点定位为侧块外上象限的中点^[4],直视下行细微调整,进钉方向与椎弓根内倾角一致(向内倾斜约 45°)。进钉点处用手钻去除入口处皮质,制造一约 4mm 圆孔,直视下用 1.5mm 直径的开孔锥沿正确方向钻入椎弓根,钻孔深度 20mm,克氏针探查确认钻孔四周均为坚硬的骨壁,用配套丝锥攻丝后拧入螺钉。20mm 螺钉按 Magerl 法拧入侧块,深度达双皮质固定,置入深度约为 14mm,如此可保证测试的螺纹部分特征相同(图 2)。

表 1 螺钉置入颈椎标本的分配		
标本序数	螺钉分配	
	一侧	对侧
1~5	L	S
6~10	L	M
10~15	S	M

注:L:28mm 椎弓根螺钉;S:20mm 椎弓根螺钉;M:侧块螺钉

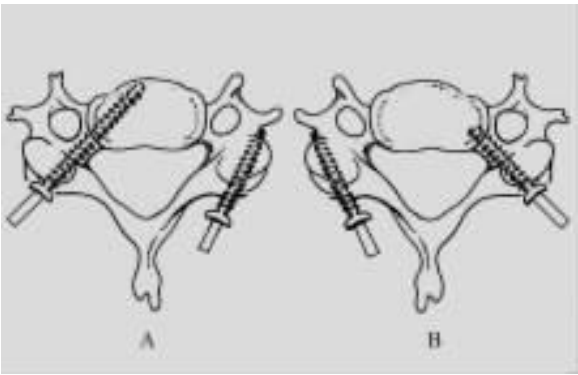


图 2 螺钉置入示意图(A:28mm 螺钉置入椎弓根,20mm 螺钉置入侧块;B:20mm 螺钉分别置入椎弓根和侧块)

1.2.2 拔出试验 单个颈椎前部用 PMMA 骨水泥包埋固定于特制的固定夹具上,调节椎体角度,使螺钉的长轴与试验机的拉伸方向一致。安装好力、位移传感器,应变片接入 YJ-14 数字应变仪上。沿螺钉长轴方向以 2mm/min 的加载速率行拔出试验,出现螺钉拔出破坏后停止(判断螺钉出现拔出破坏的标准是载荷-变形曲线出现最高点,即螺钉的轴向拔出力出现下降)。试验机的载荷信号由计算机数据采集系统自动记录,以测出最大轴向拔出力。

1.3 统计学分析

利用 SPSS 10.0 软件包,计算各组拔出力的均值、标准差,并对测量数据进行多样本的两两比较,以 $P<0.01$ 定为有统计学差异标准。

2 结果

螺钉均准确置入,直视下未发现螺钉冲破椎弓根。拔出试验结果见表 2。长度为 28mm 的椎弓根螺钉最大拔出力高于长度为 20mm 的椎弓根螺钉,但二者间无显著性差异($P>0.01$);长度为 20mm 的椎弓根螺钉的最大拔出力明显高于侧块螺钉($P<0.0001$)。

表 2 螺钉置入椎弓根和侧块的拔出试验结果		
($\bar{x}\pm s$)		
螺钉组别	标本数	最大轴向拔出力(N)
28mm 椎弓根螺钉(L)	10	650±55
20mm 椎弓根螺钉(S)	10	585±54①
侧块螺钉(M)	10	370±73②

注:①与 L 组比较 $P>0.01$;②与 L 和 S 组 $P<0.01$

3 讨论

颈椎标本的解剖学测量结果显示,成人颈椎椎弓根骨性通道的全长平均值约为 29mm^[1],我们选择了 28mm 的螺钉长度以表示椎弓根螺钉进入椎体骨质较深。颈椎椎弓根自身长度,即从侧块后表面起点到椎弓根与椎体后缘交界点的距离约为 16mm^[1],椎弓根与椎体交界处(neurocentral junction)尚有一层结构致密的骨质,其前界相当于椎体后部骨骺环前缘处,该部分骨质是椎弓根螺钉坚强的支持结构,椎弓根螺钉固定的强度主要在于椎弓根部分,而椎体松质骨的作用较小^[2-5]。故笔者认为选择 20mm 的螺钉长度即可能会达到足够的固定强度。在国人颈椎按 Magerl 法行侧块螺钉置入,置入深度达 14mm 时可达侧块双皮质固定,故螺钉置入深度定为 14mm。

椎弓根螺钉的稳定性取决于钉骨界面的结合强度(screw-bone interface strength)。评价方法有测定螺钉拧紧力矩、引起螺钉松动的循环渐增载荷^[6]、最大轴向拔出力^[7,8]等。已经证实螺钉置入时的最大拧紧力矩与轴向拔出力或引起螺钉松动的载荷呈显著正相关^[6,7],故本实验采用了最大轴向拔出力来衡量螺钉的钉骨界面结合强度。实验结果表明,长椎弓根螺钉的抗拔力较高,如以 $P < 0.01$ 为显著性差异标准,则两种长度的颈椎椎弓根螺钉最大轴向拔出力无显著性差异 ($P > 0.01$);而椎弓根短螺钉与侧块螺钉的最大轴向拔出力差异有显著性($P < 0.0001$)。充分显示了颈椎椎弓根这一力核结构对螺钉的稳定性起着主要的作用。与腰椎相比,颈椎椎弓根的这种作用表现尤为突出,究其原因,在于颈椎椎弓根的解剖与腰椎的椎弓根有着明显的不同。与腰椎相比,颈椎椎弓根外径较小,从内部结构看,皮质骨比例高,松质骨内径小^[1],采用 3.5mm 的螺钉固定,螺纹可直接切入椎弓根皮质骨内,即皮质骨对螺钉直接起把持作用,而且椎弓根与椎体后缘交界处尚有一层坚硬的骨质^[9],这层骨质和椎弓根皮质骨是螺钉稳定性的关键结构。而椎体内松质骨部分只起很小作用。

侧块螺钉固定是目前下颈椎后路固定中应用较为普遍的方法。其缺点是侧块固定系松质骨固定,进钉深度较浅,固定强度不足,需多节段固定,首尾两端螺钉容易脱出^[10,11],术后仍需较好的外固定,而且存在置钉时损伤关节突关节面、椎动脉、神经根的危险。为增加固定强度,多主张行螺钉双

皮质固定,但这无疑增加了并发症风险^[12]。另外,侧块螺钉固定对有侧块病变或损伤者无法应用。经椎弓根螺钉固定螺钉进入椎体较深,可增加螺钉稳定性,但由于颈椎特殊的解剖,椎体上平面呈舟状凹陷,螺钉易穿入椎间盘内,造成椎间盘损伤;进钉向内倾斜角度不足时,螺钉尖端容易穿出椎体侧方损伤邻近结构;螺钉与上终板间距离太小,会影响必要时的前路椎体间植骨融合。故笔者认为,选择长度为 20mm 的颈椎椎弓根螺钉可提供足够的稳定性,同时安全性相对较高。

4 参考文献

1. 王东来,唐天驷,黄士中,等.下颈椎椎弓根内固定的解剖学研究与应用[J].中华骨科杂志,1998,18(11):659-662.
2. Hirano T, Hasegawa K, Takahashi HE, et al. Structural characteristics of the pedicle and its role in screw stability[J]. Spine, 1997, 22(21):2504-2509.
3. Misenheimer GR, Peek RD, Wiltse LL, et al. Anatomic analysis of pedicle cortical and cancellous diameter as related to screw size[J]. Spine, 1989, 14(4):367-372.
4. Weinstein JN, Rydevik BL, Rausching WR. Anatomical and technical considerations of pedicle screw fixation [J]. Clin Orthop, 1992, 284:34-46.
5. Brantly AGU, Mayfield JK, Koeneman JB, et al. The effects of pedicle screw fit[J]. Spine, 1994, 19(15):1752-1758.
6. Zdeblick TA, Kunz DN, Cooke ME, et al. Pedicle screw pullout strength, correlation with insertional torque [J]. Spine, 1993, 18(22):1673-1676.
7. Ryken TC, Clausen JD, Traynelis VC, et al. Biomechanical analysis of bone mineral density, insertion technique, screw torque, and holding strength of anterior cervical plate screws [J]. J Neurosurg, 1995, 83(2):325-329.
8. 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.
9. Maat GJR, Marticali B, Meerten ELP. Postnatal development and structure of the neurocentral junction: its relevance for spinal surgery[J]. Spine, 1996, 21(6):661-666.
10. Heller JG, Estes BT, Mounir Zaouali DG, et al. Biomechanical study of screws in the lateral masses: variables affecting pull-out resistance [J]. J Bone Joint Surg (Am), 1996, 78(9):1315-1320.
11. Heller JG, Silcox DH, Sutterlin CE. Complications of posterior cervical plating[J]. Spine, 1995, 20(22):2442-2448.
12. Muffoletto AJ, Yang JP, Adhva M, et al. Cervical stability with lateral mass plating, unicortical versus bicortical screw purchase[J]. Spine, 2003, 28(8):778-781.

(收稿日期:2004-07-07 修回日期:2004-11-01)

(英文编审 王忠植)

(本文编辑 卢庆霞)