

基础研究

椎弓根螺钉置入对幼犬胸椎形态发育的影响

王 亮¹, 罗卓荆¹, 孟 浩¹, 冯林杰¹, 罗莉静²

(1 第四军医大学西京医院骨科; 2 放射科 710042 西安市)

【摘要】目的:通过动物实验观察椎弓根螺钉置入对胸椎形态发育的影响。**方法:**将 16 只 2 月龄幼犬随机分为 3 组, A 组(3 只)为空白对照组, 自 T7~T13 后路切开, 显露椎板; B 组(5 只)为对照组, 以螺钉穿过神经弓中心软骨联合对目标椎椎弓根仅做隧道破坏, 螺钉不置留; C 组(8 只)为实验组, 螺钉穿过神经弓中心软骨联合并留置于椎弓根内。实验的目标椎设计为 T8、T10、T12, 目标椎的上下两个脊椎的各相应测量指标取平均值做为其自身对照。应用 CT 测量并观察脊椎的形态学指标变化。**结果:**术后 3 个月, C 组目标椎椎管面积、椎管横径、椎管纵径、椎弓根长度与相邻脊椎平均值比较显著减少($P<0.05$), 而 A 组、B 组间未发现明显差异; 各组椎体横径、椎体纵径、椎体高度测量结果显示目标椎与相邻脊椎平均值无显著性差异($P>0.05$)。**结论:**椎弓根螺钉内固定术对于幼犬胸椎椎管、椎弓的发育有显著影响, 有可能导致医源性椎管狭窄; 对于椎体发育无明显影响。

【关键词】椎弓根螺钉; 胸椎; 发育; 犬

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2007)-01-0051-04

The effect of pedical screw insertion on the growth of the immature canine thoracic vertebra/WANG Liang, LUO Zuoqing, MENG Hao, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord 2007, 17(1):51-54

【Abstract】 Objective: To investigate the influence of the pedical screw insertion on the growth of the thoracic vertebra via animal model. **Method:** A total of 16 dogs (about 2-month age) were randomly assigned into 3 groups: group A, blank control group only exposing posterior lamellar; group B (control group), only penetrating the neurocentral cartilage structure with pedicle screws which were absent after this procedure; group C (test group), penetrating and leaving the pedicle screws in the neurocentral cartilage structure. The objective vertebrae were defined as T8, T10, T12, and the rostral and caudal their counterparts were served as self control. Computerized tomography (CT) was used to measure the morphology of the vertebrae. **Result:** Three months after operation, in group C, the spinal canal area, the transverse dimension, anterior-posterior dimension and pedicle length were significantly smaller than their self controls ($P<0.05$), while there were no remarkable differences between group A and group B. And in all the groups, there were no remarkable variety with respect to the transverse dimension, anterior-posterior dimension and height of vertebra body between the tested vertebra and its control ($P>0.05$). **Conclusion:** Pedicle screw placement has significant effect on the growth of spinal canal and pedicle, which may lead to iatrogenic thoracic spinal stenosis, however it has no evident influence on the progression of vertebra body.

【Key words】 Pedicle screws; Thoracic vertebra; Growth; Canine

【Author's address】 Department of Orthopaedic, Xijing Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an, 710042, China

很多儿童脊柱畸形呈进行性发展, 如果不进行早期有效治疗可导致心肺疾病及神经的继发损伤^[1], 目前的医学发展趋势是尽早手术^[2,3]。椎弓根螺钉内固定技术因较其它内固定方法效果可靠^[4]

越来越多地被采用。但椎弓根螺钉应用于儿童的病例数仍较少, 随访时间也不长, 究竟是否会对脊柱的发育造成影响至今仍存在争议。本实验设计以适合的椎弓根螺钉置入至幼犬胸椎椎弓根内, 破坏其神经弓中心软骨联合, 3 个月后测量其脊椎形态指标, 观察椎弓根螺钉置入对胸椎形态发育的影响情况。

第一作者简介: 男(1975-), 主治医师, 硕士在读, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0536)8534517 E-mail: wl34517@yahoo.com.cn

通讯作者: 罗卓荆

1 材料与方法

1.1 实验动物及分组

2 月龄左右的健康中国杂交幼犬 16 只, 雄性 9 只, 雌性 7 只, 体重 $2.23 \pm 0.39\text{kg}$, 随机分至各组。A 组为空白对照组 (3 只), 仅切开显露椎板部分, 不钻孔, 不破坏椎弓及神经弓中心软骨联合。B 组 (5 只) 为对照组, 钻孔后以螺钉穿过椎弓及神经弓中心软骨联合, 破坏完成后将螺钉取出。C 组为实验组 (8 只), 螺钉穿过椎弓及神经弓中心软骨联合并留置于目标椎椎弓根内。实验的目标椎设计为 T8、T10、T12 (犬的脊柱为 13 个胸椎, 选择 T8、T10、T12 较容易进行手术), 各目标椎的上下两个脊椎的平均值设计为其自身对照 (对照椎)。

1.2 螺钉选取

选用直径 2.0mm 的医用不锈钢螺钉 (江苏创生医疗器械有限公司), 螺钉长度为 12~17mm, 实验前经 CT 及大体标本测量同龄幼犬的 T7~T13 显示, 胸椎神经弓中心软骨联合宽度平均值为 4.5mm, 螺钉的宽度达到椎弓根宽度的 44%。

1.3 手术过程

术前 12h 常规禁食水。用动物实验专用麻醉药速眠新 II (0.1ml/kg 肌肉注射) 对动物进行麻醉, 常规碘伏消毒。取 T7~T13 后正中切口, 向两侧做深筋膜下剥离, 用手指定位 T8、T10 横突顶点、T12 横突根部中点, 在此位置剥开肌肉, 暴露该部位骨质, 明确进钉点。A 组实验至此完成。B、C 组分别以 1.5mm 直径克氏针钻孔测深。进针角度为 $40^\circ \sim 50^\circ$, 进针深度为 14~17mm。术中利用探针判断针道准确后置入长度合适的螺钉, 术后即刻 CT 扫描检查。正确位置为螺钉或钉道位置位于椎弓内, 未进入椎管, 未偏出于椎弓外侧壁, 深度超过椎弓根软骨且未超出椎体。对发现位置有偏差的 (B 组 4 犬 7 钉, C 组 6 犬 10 钉, 其中 2 钉偏于椎管内, 5 钉偏于椎管外, 7 钉未达神经弓中

心软骨联合, 3 钉超出椎体), CT 检查后立即手术调整, 调整后复查 CT, 至螺钉位置均理想。

1.4 检测指标

由影像学专业应用 CT (型号: Aquilion/16s, Toshiba Company) 进行检查及测量, 扫描参数: 120kV, 180mAs, 0.5mm。测量指标包括椎管发育指标 (椎管面积、椎管横径、椎管纵径)、椎弓根发育指标 (椎弓根长度) 及椎体发育指标 (椎体横径、椎体纵径、椎体高度)。每个脊椎测量靠近椎体中央的 3 个 CT 平面的椎管面积 (描出椎管边缘, 软件自动测算面积), 选取椎管面积最小的平面进一步测量椎管横径 (椎管最宽处的横径长度)、椎管纵径 (椎管中线处的前后径长度)、椎体横径 (椎体最宽处的横径长度)、椎体纵径 (椎体中线处的前后径长度)、椎弓根长度 (经过椎弓的轴心画一条线, 该线与后侧横突骨皮质的交点至该线与椎体前缘骨皮质交点的距离) (图 1、2), 椎体高度 (侧位像椎体中心线处上下皮质间的距离)。所用测量软件为 CT 自带的专用软件 (Vitrea 2)。术后当日与术后 3 个月时进行 CT 检查, 对目标椎与对照椎按照上述指标进行测量。

1.5 统计学分析

使用 SPSS 10.0 对每一组内的目标椎与其对照椎进行配对 t 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有显著性。

2 结果

术后 3 个月 CT 检查未见胸椎间的自发性融合。在饲养过程中未见跛行、肌肉萎缩、神经性溃疡等脊髓、神经受压表现。各指标测量结果见表 1、2。

表 1 显示术后当日 CT 测量中, 各组目标椎与对照椎的所有指标差异均不显著 ($P > 0.05$)。

表 2 显示术后 3 个月时, A 组 (3 只犬 9 组胸

表 1 术后当日各组目标椎与其自身对照椎的 CT 测量结果

($\bar{x} \pm s$)

	A组 (n=9)		B组 (n=15)		C组 (n=24)	
	目标椎	对照椎	目标椎	对照椎	目标椎	对照椎
椎管面积 (mm ²)	36.22±2.11	35.22±1.87	39.60±10.64	38.53±8.31	40.96±7.13	40.73±1.29
椎管横径 (mm)	7.24±0.46	7.14±0.49	7.55±0.81	7.57±0.65	7.96±0.79	7.79±0.70
椎管纵径 (mm)	6.19±0.60	6.07±0.33	6.33±0.61	6.22±0.66	6.35±0.64	6.25±0.63
椎弓根长度 (mm)	14.96±0.89	15.04±1.05	14.86±1.23	15.11±1.11	15.42±1.56	15.66±1.72
椎体横径 (mm)	10.20±0.88	10.25±0.96	10.36±1.08	10.49±0.95	10.34±1.40	10.13±1.43
椎体纵径 (mm)	6.71±0.40	6.77±0.35	6.57±0.52	6.78±0.26	6.80±0.71	6.66±0.56
椎体高度 (mm)	8.51±0.80	8.52±0.87	8.75±1.16	8.91±1.37	9.28±1.57	9.21±1.42

椎)目标椎与对照椎各指标差异不显著($P>0.05$)。B 组(5 只犬 15 组胸椎)显示目标椎与对照椎的各指标差异不显著($P>0.05$)。C 组(8 只犬 24 组胸椎)显示目标椎与对照椎的椎管面积、椎管横径、椎管纵径、椎弓根长度比较都有明显减少($P<0.05$)。C 组椎管面积减少了 10.74%,椎管横径减少了 7.90%,椎管纵径减少了 6.12%,椎弓根长度减少了 5.81%。

各组目标椎与对照椎的椎体横径、椎体纵径、椎体高度差异不显著($P>0.05$)。

术后 3 个月 CT 检查显示 B 组原来形成的钉

道已不明显,钉道由骨组织充填,椎管外形较相邻椎无明显改变(图 1)。C 组目标椎椎管前壁与对照椎相比明显变平,弧度减小(图 2)。

3 讨论

儿童的椎管发育主要在 4 岁之前^[5],4 岁之后脊柱的发育主要以椎体发育为主,因此我们选择椎管发育最快,且能够耐受手术,相当于 1~2 岁儿童的 2 月龄幼犬,有利于研究椎弓根螺钉对脊椎发育的影响。

文献报道在长骨的生长板钻孔破坏,对骨的

表 2 术后 3 个月时各组目标椎与其自身对照椎的 CT 测量结果

($\bar{x}\pm s$)

	A组(n=9)		B组(n=15)		C组(n=24)	
	目标椎	对照椎	目标椎	对照椎	目标椎	对照椎
椎管面积(mm ²)	54.22±16.21	54.06±13.72	50.47±9.65	50.60±10.67	52.52±13.18 ^①	57.74±11.72
椎管横径(mm)	8.60±1.03	8.71±0.65	8.61±1.01	8.51±1.07	9.08±1.03 ^①	9.64±1.04
椎管纵径(mm)	8.31±1.28	8.36±1.34	7.27±0.60	7.33±0.47	7.34±0.94 ^①	7.83±0.73
椎弓根长度(mm)	18.76±3.78	19.03±1.16	16.57±1.97	16.74±1.74	14.78±1.87 ^①	15.69±1.98
椎体横径(mm)	11.77±2.10	12.46±2.14	11.15±1.57	11.05±1.56	12.13±1.61	11.85±1.49
椎体纵径(mm)	8.82±0.62	8.90±0.76	7.85±0.81	7.82±0.71	8.17±1.03	8.16±0.98
椎体高度(mm)	13.48±2.42	12.98±2.72	10.37±1.34	10.27±1.26	12.53±2.68	12.44±2.49

注:①与同组对照椎比较 $P<0.05$

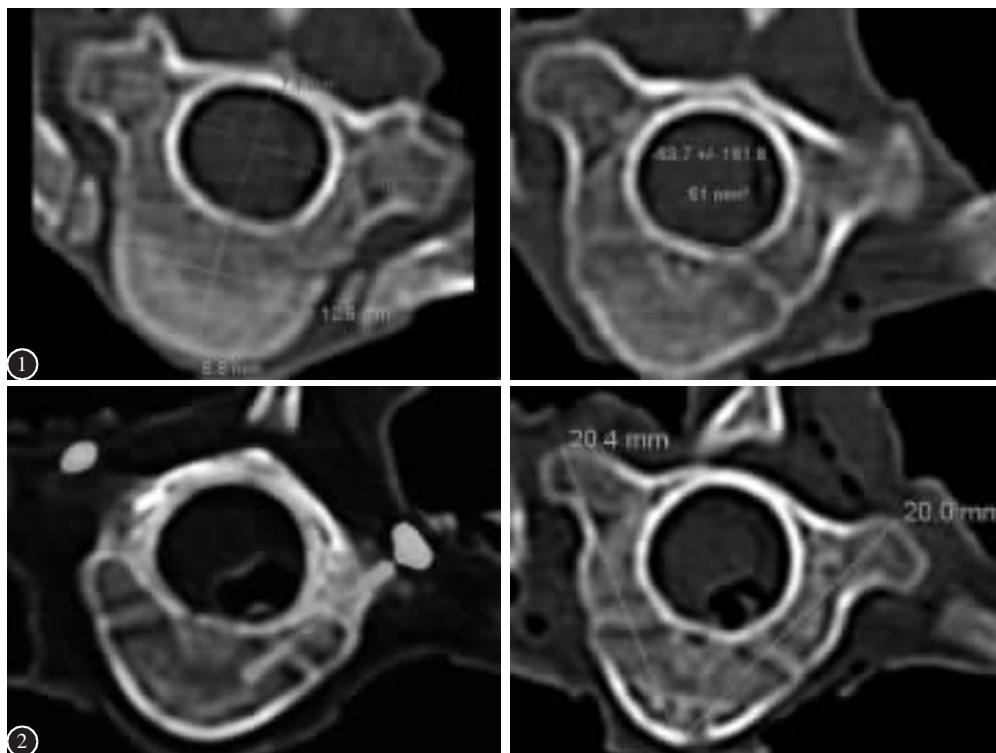


图 1 对照组胸椎(左)与其相邻椎体对比,可见目标椎钉道已不明显,椎管形状无明显差异(左图中为椎管横径、椎管纵径、椎体横径、椎体纵径测量,右图中为椎管面积测量) 图 2 实验组胸椎(左)与其相邻椎对比。可见实验椎椎管前壁与侧壁较相邻椎形状有较明显改变(右图中为椎弓根长度的测量)

生长发育不会有显著的影响^[6]。本实验 B 组证实在不规则骨中,仅造成穿过椎弓根软骨的钉道,破坏比例达到 44%左右,亦不会对椎管的发育造成明显的影响。儿童的椎弓有较好的黏弹性,可以接受直径相对较大的椎弓根螺钉^[7]。本实验中亦未见有椎弓崩裂现象。在 3 个月后的 CT 检查中,发现 B 组钉道造成的椎弓骨质和神经弓中心软骨联合破坏均有了明显修复(图 1)。

Akin 等在 2005 年报道了应用 9 只 4~6 周龄猪共 29 个腰椎行单侧置钉,左右侧自身对照,随访 4 个月的动物实验研究,其螺钉设计直径为椎弓根软骨的 25%左右,结果显示置钉侧半椎管面积与椎弓根长度较对照侧有明显降低,椎弓根长度减少 4%~9%,椎管面积减少 20%~26%^[8]。左右侧对比虽然变异小,但是左右侧作为同一个脊椎必然会相互影响,且同一脊椎可能因放置不平行于扫描平面而影响左右侧的 CT 测量指标结果。本实验选择实验相邻椎的平均值作为目标椎的对照,可以消除扫描平面与脊椎平面不完全平行的影响。

本实验对术后当日实验犬的各项 CT 测量指标进行统计学分析(表 1),结果显示各组犬在术后当日目标椎与其对照椎之间无明显差异,说明螺钉置入导致椎弓膨胀较小,不会引起目标椎椎管与对照椎椎管出现显著差异。术后 3 个月的 CT 检查中,A 组中各测量指标分析显示目标椎与其对照椎之间无明显差异,证明可以将实验目标椎上下两相邻脊椎平均值做为自身对照椎。

术后 3 个月时各实验组目标椎与对照椎的椎体横径、椎体纵径、椎体高度差异不显著 ($P>0.05$)。说明单纯椎弓根螺钉的置入,对椎体的发育无明显影响,不会影响身体长度发育,不会造成脊柱侧凸。

本研究发现,C 组椎管面积、椎管横径、椎管纵径、椎弓根长度均较相邻脊椎明显减少,而 A 组、B 组中差异不显著,提示在椎弓根螺钉固定的早期可能会影响椎管及椎弓的发育,导致医源性椎管狭窄。

现有少量临床报道^[9-11]认为幼儿接受椎弓根螺钉手术不会影响脊椎发育,这些病例报道的例

数均较少,随访时间短,患儿年龄的纳入范围较广,难以自由地设计科学的对照,报道结果不足以完全解决有关争议。犬的脊柱解剖与发育特点与人类不完全相同,该结果亦不宜直接应用于人体。椎弓根螺钉内固定系统能否应用于儿童仍待进一步研究。

4 参考文献

1. Wiggins GC, Shaffrey CI, Abel MF, et al. Pediatric spinal deformities[J]. Neurosurg Focus, 2003, 15, 14(1): e3.
2. Callahan BC, Georgopoulos G, Eilert RE. Hemivertebral excision for congenital scoliosis[J]. J Pediatr Orthop, 1997, 17(1): 96-99.
3. 仇建国, 邱贵兴, 刘勇, 等. 前后路一期半椎体切除手术矫治脊柱侧后凸[J]. 中华骨科杂志, 2004, 24(5): 257-261.
4. Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, et al. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2004, 29(18): 2040-2048.
5. Porter RW, Pavitt D. The vertebral canal: I. Nutrition and development, an archaeological study[J]. Spine, 1987, 12(9): 901-906.
6. Campbell CJ, Grisolia A, Zanconato G. The effects produced in the cartilaginous epiphyseal plate of immature dogs by experimental surgical traumata [J]. J Bone Joint Surg Am, 1959, 41-A: 1221-1242.
7. Patrick C, Anthony SR, Alexander G, et al. Thoracic pedicle expansion after pedicle screw insertion in a pediatric cadaveric spine: a biomechanical analysis [J]. The Spine Journal, 2004, 4(5): 93S.
8. Akin C, Muharrem Y, Kenan D, et al. The Effect of pedicle screw placement with or without application of compression across the neurocentral cartilage on the morphology of the spinal canal and pedicle in immature pigs[J]. Spine, 2005, 30(11): 1287-1293.
9. Ruf M, Harms J. Pedicle screws in 1- and 2-year old children: Technique, complications, and effect on further growth[J]. Spine, 2002, 27(21): E460-466.
10. Ruf M, Harms J. Posterior hemivertebra resection with transpedicular instrumentation: Early correction in children aged 1 to 6 years[J]. Spine, 2003, 28(18): 2132-2138.
11. 陈立言, 彭新生, 李佛保, 等. 椎弓根钉固定在 10 岁以下小儿胸腰椎疾患治疗中的应用 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(4): 263-266.

(收稿日期: 2006-07-31 修回日期: 2006-09-25)

(英文编审 将 欣)

(本文编辑 彭向峰)