

国人成年男性胸腰椎椎弓根径线和偏角与 脊椎节段序数的相关性研究

杜良杰, 李建军

(首都医科大学骨外科学系 中国康复研究中心 北京博爱医院 100068 北京市)

【摘要】目的:探讨胸腰椎椎弓根的径线和偏角与脊椎节段序数的相关性。**方法:**46 具国人成年男性脊柱标本, 拍胸椎及腰椎侧位 X 线片, 并进行 CT 扫描。测量每个椎体椎弓根钉道长度、椎弓根内径宽度、椎弓根间距、椎弓根与矢状面夹角(e 角)和椎弓根与横断面夹角(f 角)。将 T1~L5 脊椎节段序数按照 1~17 进行编号。应用 SPSS 11.5 软件进行统计分析。**结果:**T1~L4 椎弓根钉道长度与脊椎节段序数呈正的直线相关($R^2=0.716$); T2~T3 椎弓根宽度与脊椎节段序数呈负的直线相关($R^2=0.792$); T8~L5 椎弓根宽度与脊椎节段序数呈正直线相关($R^2=0.673$)。T1~T4 椎弓根间距与脊椎节段序数呈负直线相关($R^2=0.866$); T4~L5 椎弓根间距与脊椎节段序数呈正的直线相关($R^2=0.771$)。T1~T2 椎弓根 f 角与脊椎节段序数呈正直线相关($R^2=0.767$); T2~T4 椎弓根 f 角与脊椎节段序数呈正直线相关($R^2=0.908$); T7~L5 椎弓根 f 角与脊椎节段序数呈负的直线相关($R^2=0.931$); T1~T6 椎弓根 e 角与脊椎节段序数呈负的直线相关($R^2=0.774$), T12~L5 椎弓根 e 角与脊椎节段序数呈正的直线相关($R^2=0.710$)。而 T1~T2 及 T4~T7 椎弓根宽度、T4~T6 椎弓根 f 角以及 T6~T12 椎弓根 e 角与脊椎节段序数之间无显著相关性。**结论:**除 T1~T2 和 T4~T7 椎弓根宽度、T4~T6 椎弓根 f 角以及 T6~T12 椎弓根 e 角外, 国人成年男性胸腰椎椎弓根径线和偏角与脊椎节段序数之间有线性相关性, 其回归方程有显著性意义。

【关键词】 胸腰椎; 椎弓根; 形态学; 脊椎节段序数; 相关性

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2009.07.16

中图分类号: R322.7, R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2009)-07-0545-05

Correlation between the diameter or angle of thoracic-lumbar pedicle parameters and vertebral number on Chinese adult men/DU Liangjie, LI Jianjun//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2009, 19 (7): 545~549

【Abstract】 Objective: To study the correlation between the diameter or angle of thoracic-lumbar pedicle and vertebral number. **Method:** X-ray and CT scan were performed on 46 male spine specimens. The length of pedicle screw path, the cross-section angle(e) and the sagittal angle(f) of the pedicle, the width of the inner diameter of the pedicle and the distance between the two pedicles were measured. The ordinal number of T1-L5 vertebral segment was numbered by 1-17. SPSS 11.5 software was used for statistical analysis. **Result:** The data showed a positive linear correlation with the vertebral numbers including length of T1-L4 pedicle screw path ($R^2=0.716$), T8-L5 pedicle width ($R^2=0.673$), T4-L5 pedicle distances ($R^2=0.771$), T1-T2 f -angle ($R^2=0.767$), T2-T4 f -angle ($R^2=0.908$), T12-L5 pedicle e -angle ($R^2=0.710$). The negative linear correlation with the vertebral numbers included T2-T3 pedicle width ($R^2=0.792$), T1-T4 pedicle distances ($R^2=0.866$), T7-L5 f -angle ($R^2=0.931$), T1-T6 pedicle e -angle ($R^2=0.774$). However, the T1-T2 and T4-T7 pedicle width, the T4-T6 pedicle f -angle, as well as the T6-T12 pedicle e -angle had no significant correlation with the vertebral numbers. **Conclusion:** Apart from the T1-T2 and T4-T7 pedicle width, the T4-T6 pedicle f -angle and the T6-T12 pedicle e -angle, the diameter or angle of the thoracic-lumbar pedicle have correlation with the vertebral numbers with meaningful linear regression equation.

【Key words】 Thoracic-lumbar vertebra; Pedicle; Morphology; Vertebral number; Correlation

【Author's address】 Orthopedic Department, Capital University of Medical Sciences, Beijing Bo-ai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing, 100068, China

第一作者简介: 男(1964-), 副主任医师, 医学博士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (010)67563322-3215 E-mail: liangjiedu@yahoo.com.cn

椎弓根螺钉内固定是脊柱外科常用的内固定方式,既往有关胸腰椎椎弓根的钉道长度、椎弓根宽度、椎弓根间距、椎弓根矢状面及横断面偏角的研究报道较多,其研究结果对于椎弓根螺钉内固定手术有重要的指导作用。为了更加深入地研究上述椎弓根径线和偏角的变化规律,为今后数字化应用服务,本研究重点探讨椎弓根径线和偏角与脊椎节段序数的相关性。

1 材料与方法

1.1 研究对象

经福尔马林防腐浸泡保存的 46 具成年男性尸体标本,身高 168~178cm,平均 173cm,体型中等,死亡原因不详。从尸体中解剖出 T1~S5 脊柱骨标本,经放射线拍片证实无脊柱病变或损伤。将标本侧卧位放置,拍胸椎及腰椎侧位 X 线片;俯卧位放置,应用螺旋 CT 对 T1~L5 进行 CT 扫描。为了排除体位因素对测量结果的影响,在 CT 扫描定位像上调整鼠标定位扫描线与每一个椎体的上缘切线平行,并以椎弓根正中为中心进行扫描,层厚 0.5mm。将上述图像存储在计算机工作台备用。

1.2 测量方法

应用 PQ5000CT 后处理软件对上述图像进行测量。选择椎弓根正中水平面的横断面 CT 图像。取双侧椎弓根中轴线与椎体前缘的交点 A1、A2,与椎弓后侧骨皮质的交点 B1、B2,测量 A1B1 以及 A2B2 距离作为椎弓根钉道长度(p)。在椎弓根最狭窄处画出与其长轴相互垂直的线与椎弓根的骨皮质内壁相交于 C、D 点,测量 CD 之间距离作为椎弓根内径宽度(w)。取经过椎体前、后缘正中点的线 EF,测量 A1B1 以及 A2B2 与 EF 延长线

的夹角作为 e 角,即椎弓根在横断面上与矢状面所成的角度。取双侧结果的算术平均数储存备用。测量双侧椎弓根中轴线与椎弓根骨皮质后缘的交点的距离 B1B2 作为椎弓根间距(d,图 1)。应用 PHILIP TD 后处理软件,在胸椎及腰椎侧位 X 线片上画椎弓根中轴线 GH 以及与椎体上缘的切线相平行的线 IJ,测量 GH 与 IJ 的夹角作为 f 角,即椎弓根在矢状面与横断面的夹角(图 2)。

1.3 统计学处理

应用 SPSS 11.5 软件进行统计学处理。分别确定 T1~L5 的序数为 1~17,经正态性检验显示呈脊椎节段序数近似正态分布, $P=0.440$ 。以椎弓根径线和偏角为常数项,以脊椎节段序数(n)为变数项,根据椎弓根径线和偏角在各个椎体节段的平均数的线形统计图形,将均数走势基本相同的相邻脊椎节段分为一组。先对不同组别的椎弓根的各项径线和偏角进行正态性检验;对正态分布者,求其均数及标准差并研究其与脊椎节段序数的一元线性相关性,经 Bivariate 相关分析,求相关系数 r,经双侧 Pearson 检验求其 P 值,以 $P<0.05$ 为有统计学意义,即有显著直线相关性。对具有直线相关性者进行直线回归分析,求出其直线回归方程。应用方差分析,对包括常数项的椎弓根径线和偏角与脊椎节段序数(n)的直线回归方程的显著性进行检验,求其常数项系数及其 F 值、P 值,以 $P<0.05$ 为具有显著性意义;求其变数脊椎节段序数(n)的系数及其 P 值,求标准化系数,建立回归方程。求其确切系数 R^2 ,以 $R^2>0.6$ 为回归方程有显著性意义。

2 结果

见表 1。T1~L4 椎弓根钉道长度(p)逐渐增

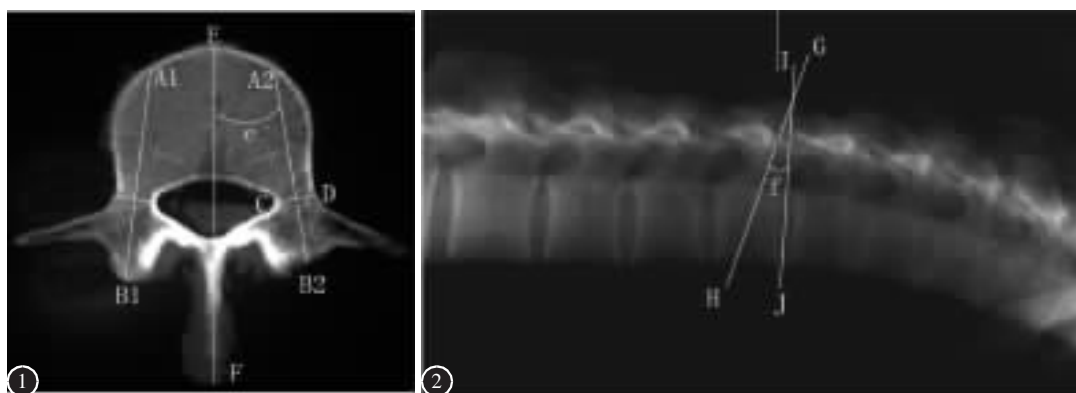


图 1 椎弓根径线和 e 角的 CT 测量方法 图 2 椎弓根 f 角的测量方法

大;L5 比 L4 减小。T1~L4 椎弓根钉道长度(p)呈近似正态分布, $P=0.426$,椎弓根钉道长度(p)与脊椎节段序数(n)的相关系数 $r=0.846$, $P<0.01$,二者有显著直线相关性。回归方程为: $\hat{Y}(p)=30.938+0.988X(n)$, $R^2=0.716$,有显著性意义。

T1、T2 椎弓根宽度与均数皆为 7.67mm,T2~T3 椎弓根宽度(w)迅速减小,T3~T5 逐渐减小,T6 稍微增大,T7、T8 又逐渐减小,T8~T12 逐渐增大,L1 较 T12 稍微减小,L1~L5 又急剧增大,T5 最小,L5 最大。T1~L5 椎弓根宽度呈偏态分布, $P=0.016$;T4~T7 以及 T8~L5 椎弓根宽度皆呈近似正态分布, P 值分别为 0.065 和 0.205。T2~T3 椎弓根宽度与脊椎节段序数呈负的直线相关, $r=-0.890$, $P<0.01$,回归方程为: $\hat{Y}(w)=15.67-4.000X(n)$, $R^2=0.792$,有显著性意义。T4~T7 椎弓根宽度与脊椎节段序数的一元线性相关系数 $r=0.117$, $P=0.585>0.05$,二者无显著相关性;即随着椎体节段的增加无一定的变化规律。T8~L5 椎弓根宽度与脊椎节段序数的一元线性相关系数 $r=0.821$, $P<0.01$,二者有显著直线相关性,回归方程为: $\hat{Y}(w)=-4.351+0.904X(n)$, $R^2=0.673$,有显著性意义。

T1~T4 椎弓根间距(d)逐渐减小,T4~L5 逐渐增大。T4 椎弓根间距最窄,L5 椎弓根间距最宽。T1~L5 椎弓根间距(d)呈近似正态分布, $P=0.046$ 。T1~T4、T4~L5 椎弓根间距呈近似正态分

布, P 值分别为 0.694 和 0.152。T1~T4 椎弓根间距(d)与脊椎节段序数(n)的一元线性相关系数 $r=-0.866$, $P<0.01$,二者有显著直线相关性,回归方程为: $\hat{Y}(d)=28.983-2.125X(n)$, $R^2=0.866$,有显著性意义;T5~L5 椎弓根间距(d)与脊椎节段序数(n)的一元线性相关系数 $r=-0.878$, $P<0.01$,二者有显著直线相关性,回归方程为: $\hat{Y}(d)=14.044+1.245X(n)$, $R^2=0.771$,有显著性意义。

T1~T2 椎弓根 f 角急剧增大;T2~T4 基本保持平稳;T6 之后逐渐减小;至 L5 最小。T1~L5 椎弓根 f 角呈偏态分布, $P=0.005$;T1~T3、T4~T6 和 T7~L5 椎弓根 f 角(f)呈近似正态分布, P 值分别为 0.556、0.982 和 0.122。T1~T2 椎弓根 f 角与脊椎节段序数(n)呈正相关, $r=0.876$, $P<0.01$,回归方程为: $\hat{Y}(f)=-1.88+11.56X(n)$, $R^2=0.767$,回归方程有显著性意义;T2~T4 椎弓根 f 与脊椎节段序数(n) 觚相关系数 $r=0.953$, $P<0.01$,回归方程为: $\hat{Y}(f)=18.18+1.69X(n)$, $R^2=0.908$,回归方程有显著性意义;T4~T6 椎弓根 f 角(f)与脊椎节段序数(n)的相关系数 $r=0.015$, $P=0.954>0.05$,无显著相关性;T7~L5 椎弓根 f 角(f)与脊椎节段序数(n)的相关系数 $r=-0.965$, $P\leq 0.01$,回归方程为 $\hat{Y}(f)=40.814-2.096X(n)$, $R^2=0.931$,有非常显著性意义。

T1~L5 椎弓根 e 角(e)呈偏态分布, $P=0.003$;T1~T6 椎弓根 e 角急剧减小,其数据呈近似正态

表 1 46 具尸体 T1~L5 标本椎弓根相关径线和偏角测量结果

($\bar{x}\pm s$, $n=46$)

	椎弓根钉道长度 (p,mm)	椎弓根宽度 (w,mm)	椎弓根间距 (d,mm)	椎弓根在矢状面 上的偏角(f,°)	椎弓根在横断面上 的偏角(e,°)
T1	30.33±4.55	7.67±1.75	27.17±1.86	9.68±3.02	25.33±3.53
T2	32.83±2.79	7.67±1.17	24.30±1.76	21.24±3.26	17.92±4.42
T3	33.17±2.14	3.67±1.03	22.55±1.19	23.85±2.18	11.63±2.85
T4	33.83±3.31	3.50±1.38	20.67±0.82	24.61±1.06	7.83±1.83
T5	36.33±1.75	3.33±1.03	21.45±1.46	24.38±1.16	7.00±2.84
T6	37.67±2.58	3.83±0.75	21.83±0.83	24.66±2.19	5.29±1.95
T7	39.50±3.39	3.67±0.82	22.98±1.97	23.86±1.88	4.58±2.27
T8	40.50±2.95	3.33±1.51	23.23±2.01	23.37±1.52	4.75±3.59
T9	40.83±3.06	4.17±1.17	24.22±1.45	22.92±1.17	2.04±2.14
T10	41.33±3.33	5.17±1.72	25.52±1.94	20.99±1.18	5.38±2.71
T11	41.67±2.94	5.67±1.75	26.87±2.13	19.97±1.37	3.00±1.04
T12	42.50±2.88	6.33±2.07	27.97±2.55	16.76±1.73	4.58±2.90
L1	43.17±2.14	6.17±1.47	29.42±2.56	13.09±1.63	5.25±1.98
L2	44.83±1.94	7.00±1.79	29.63±2.48	10.30±1.60	8.97±3.66
L3	45.17±2.93	8.50±1.38	31.98±2.92	9.73±1.51	10.58±3.44
L4	45.67±3.67	10.33±2.34	34.97±3.90	6.64±1.26	18.67±7.32
L5	44.17±4.07	12.83±1.83	38.83±5.28	4.69±0.77	23.54±3.48

分布, $P=0.056$, e 角(e)与脊椎节段序数(n)的相关系数 $r=-0.880$, $P<0.01$, 二者有显著相关性。回归方程为: $\hat{Y}(e)=26.175-3.907X(n)$, $R^2=0.774$, 有显著性意义。T6~T12 椎弓根 e 角呈近似正态分布, $P=0.896$, 但其标准差较大, 可能与不同个体在该区间的椎弓根 e 角差异较大有关。该区间椎弓根 e 角(e)与脊椎节段序数(n)的相关系数 $r=-0.131$, $P=0.408>0.05$, 二者无显著相关性。T12~L5 椎弓根 e 角逐渐增大, 数据呈近似正态分布, $P=0.363$, 与脊椎节段序数(n)之间的相关系数 $r=0.843$, $P<0.01$, 二者有显著直线相关性, 回归方程为: $\hat{Y}(e)=-44.713+3.906X(n)$, $R^2=0.710$, 有显著性意义。

3 讨论

既往有关国人胸腰椎椎弓根径线和偏角的测量研究较多, 不同作者所报道的研究结果也不尽相同。史亚民等^[1]的研究显示, 椎弓根后缘皮质沿其轴线到椎体前缘的长度从 T1 到 T7 逐渐加, T7 到 T12 基本相同; 陈家强等^[2]认为 T11 和 T12 均较 T10 和 L1 的椎弓根钉道长度为短; 李志军等^[3]的研究显示 L1~S1 椎弓根钉道长度逐渐增大。本研究结果显示, T1~T12 椎弓根钉道长度逐渐增大, L1~L4 椎弓根钉道长度逐渐增大, 但是 L5 椎弓根钉道长度却小于 L4。根据上述研究结果, 在 T1~T10 以及 L1~L4 区间可以选择逐步加长的椎弓根钉, 而在 T11、T12、L5 椎弓根螺钉长度的选择方面应该予以更大的关注。

陈家强等^[2]对于椎弓根宽度的研究结果显示, T1~T6 逐渐变小, T6~T12 逐渐增大, L1 和 L2 小于 T12, L2~L5 逐渐增大。本研究结果显示 T1、T2 椎弓根宽度基本相同, T2~T3 椎弓根宽度急剧减小, T3~T5 逐渐减小, T6 稍微增大, T7~T8 又逐渐减小, T8~T12 逐渐增大, L1 较 T12 稍微减小, L1~L5 又逐渐增大; T5 椎弓根最窄, 其次是 T8。本研究中的有关 T11~L5 椎弓根宽度的结果与杜心如等^[4]的研究结果一致。这一椎弓根宽度变化的基本规律对于不同的椎体节段选择合适直径的椎弓根螺钉具有较大的参考价值。

根据椎弓根间距的研究结果及其变化规律可以确定手术双侧椎弓根螺钉的进针点间距, 协助椎弓根螺钉进钉点的正确选择, 避免椎弓根螺钉穿破椎弓根内壁或外壁损伤周围重要组织。李兵

等^[5]应用 CT 扫描重建方法测量椎弓根的入点坐标, 发现入点与后正中线的距离从 L1~L5 逐渐增大, 与本研究结果一致。李志军等^[6]的研究结果显示, T5~T7 椎弓根间距最小, L5 最大。本研究结果发现, T1~T4 椎弓根间距急剧减小, T4~L5 又逐渐增大; T4 椎弓根间距最窄, L5 最宽。与陈家强^[2]、蔡卫华^[7]的研究结果一致。

对椎弓根 f 角及 e 角的正确认识是术中准确确定椎弓根螺钉 SSA、TSA 角的基础。本研究结果显示 T1~T2 椎弓根 f 角急剧增大; T2~T4 椎弓根轻度增大; T4~T6 基本保持平稳; T6 之后逐渐减小; T6 最大, L5 最小。此结果与李志军等^[8]的测量结果相符。史亚民等^[1]报道椎弓根与矢状面夹角即 e 角从 T1 到 T9 逐渐减少, T10 以下为负角; 殷渠东等^[9]测得 e 角在 T11 平均为 -4° , T12 平均为 -4.5° , L1~L5 逐渐增大, L5 最大为 26.5° 。本研究结果显示, T1~T6 椎弓根 e 角急剧减小; T6~T12 无一定规律; T10~T12 接近于 0° , 而不是负角, T12~L5 椎弓根 e 角逐渐增大。

上述不同作者的研究结果大体相符合, 只是在个别节段稍有差异。究其原因, 可能与所测量的标本个体间差异、标本储存方法的不同、测量方法不同、测量者的个体差异等有关。熊传芝等认为人体椎弓根钉道径线和偏角具有较大的变异性, 不同个体、不同节段水平均有显著不同; 体重和身高是两个影响变异性的主要相关因素; 偶发的畸变也是可能导致个体间差异的因素^[10]。本研究所采用的脊椎标本的供体皆为体型中等的中年男性, 身高差异不大, 尽量排除了体重、身高、性别的影响。

既往尚无椎弓根相关径线和偏角与脊椎节段序数的统计学相关分析与相关回归的研究报道。除了对每一节段胸腰椎椎弓根进行相关径线和偏角的测量研究之外, 本研究还进一步探讨了随着椎体节段序数的变化椎弓根径线和偏角的变化规律。研究结果除了对椎弓根螺钉内固定手术中选择螺钉长度、直径和进钉方向等具有直接指导作用之外, 也为今后椎弓根螺钉内固定手术的数字导航管理奠定了前期基础。

本研究显示, 除 T1~T2 和 T4~T7 椎弓根宽度、T4~T6 椎弓根 f 角以及 T6~T12 椎弓根 e 角之外, 其余椎弓根径线和偏角与脊椎节段序数之间存在直线相关性, 回归方程有显著性意义。如能进

一步增大样本量,完善回归方程,根据回归方程设计出应用程序,并将该程序应用于椎弓根螺钉内固定手术导航之中。当然,该应用程序还要将棘突、横突、椎体等形态结构随椎体序数的变化规律综合考虑在内。在应用过程中,椎体节段的序数(n)被作为该程序的输入参数输入之后,手术室的工作台显示屏上就可以输出该节段脊椎的虚拟图像,该虚拟图像就是根据回归方程进行计算之后自动合成的理论图像。还可以将术前测量的该节段椎弓根各实际径线和偏角输入计算机并合成实际图像;也可以将术前的 CT 扫描图像作为实际图像与上述虚拟理论图像进行叠加。实际图像与虚拟图像所包含的椎弓根数据就可以被作为双重安全警报数据应用。与目前的手术导航系统相结合,在 GPS 定位下,当手术器械超出了理论指标或实际指标之后都可以使系统报警,实现双重报警,提供双重保障,使手术操作更加安全。

以 L3 椎体爆裂骨折椎弓根螺钉内固定手术为例,通过输入椎体节段的序数(15),计算机处理程序即可以根据上述椎弓根径线和偏角的诸回归方程进行如下计算:

$$\hat{Y}(p) = 30.938 + 0.988X(n) = 30.938 + 0.988X(15) = 45.758 \text{ mm} \approx 45.8 \text{ mm};$$

$$\hat{Y}(w) = -4.351 + 0.904X(n) = -4.351 + 0.904X(15) = 9.209 \text{ mm} \approx 9.2 \text{ mm};$$

$$\hat{Y}(d) = 14.044 + 1.245X(n) = 14.044 + 1.245X(15) = 32.719 \text{ mm} \approx 32.7 \text{ mm};$$

$$\hat{Y}(f) = 40.814 - 2.096X(n) = 40.814 - 2.096X(15) = 9.374^\circ \approx 9.4^\circ;$$

$$\hat{Y}(e) = -44.713 + 3.906X(n) = -44.713 + 3.906X(15) = 13.877^\circ \approx 13.9^\circ.$$

在输出端即计算机工作台上根据上述椎弓根径线和偏角,再整合椎体、横突、棘突等其他结构的有关数据,应用一种特殊的绘图程序,就可以为术者提供一副 L3 椎体的理论虚拟图像。预先设定好报警系统,术中在 GPS 定位下,当手术器械

的兴趣部位达到或超过椎弓根钉道长度为 45.8mm、椎弓根入钉点间距离 32.7mm、椎弓根钉直径 9.2mm、矢状面偏角 9.4°或横断面偏角 13.9°时,都会引起系统报警,从而提醒术者及时调整操作。

手术导航系统还可以根据术前或术中 L3 的 CT 实际图像测量出上述椎弓根径线和偏角的实际值,预先设定好报警系统阈值,术中在 GPS 定位下,当手术器械兴趣部位达到或超过实际值的时候引起系统报警,提醒术者及时调整操作。

总之,将共性与个性都考虑在内,将理论化与个体化置钉相结合的椎弓根螺钉内固定导航才是更加科学的导航。

4 参考文献

1. 史亚民,柴伟,侯树勋,等.胸椎椎弓根形态测量研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2002,12(3):191-193.
2. 陈家强,周立兵,余明华,等.胸腰椎椎弓根的解剖学测量及其临床意义[J].解剖学研究,2004,26(1):63-65.
3. 李志军,赵建民,高尚,等.经关节突-椎弓根-椎体内固定螺钉通道的形态学观测[J].内蒙古医学院学报,2000,22(4):226-229.
4. 杜心如,赵玲秀,张一模,等.胸腰椎椎弓根内径的测量及其临床意义[J].中国脊柱脊髓杂志,2001,11(3):162-164.
5. 李兵,姜保国,傅忠国,等.CT 重建椎弓根轴线投影点定位研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2003,13(9):551-553.
6. 李志军,刘万林,温树正,等.椎弓根螺钉入点定位及双侧入点间距的应用测量[J].中国临床解剖学杂志,2001,19(4):308-310.
7. 蔡卫华,顾永强.腰椎椎弓根与其周围神经结构的应用解剖[J].交通医学,1999,13(2):159-160.
8. 李志军,刘智君,高尚,等.椎弓根螺钉内固定术有关角度测量及其临床意义[J].内蒙古医学院学报,2002,24(1):16-19.
9. 殷渠东,郑祖根,董启榕.椎弓根投影与椎后解剖标志的关系[J].中华创伤杂志,2002,18(4):252-253.
10. 熊传芝,郝敬明,唐天骖.椎弓根钉道参数的变异性及其相关因素的研究[J].中华骨科杂志,2002,22(1):31-33.

(收稿日期:2008-12-23 修回日期:2009-04-23)

(英文编审 郭万首)

(本文编辑 卢庆霞)