

· 临床论著 ·

藏族与汉族成人腰椎椎弓根 CT 测量比较[△]

洪锋泽¹, 彭超^{2*}

(1. 西藏大学, 西藏拉萨 850000; 2. 西藏自治区人民医院骨科, 西藏拉萨 850000)

摘要: [目的] 测量西藏藏族成年人腰椎椎弓根形态特点, 同时对比藏族汉族及男女之间腰椎椎弓根形态差异, 为西藏患者腰椎椎弓根螺钉固定提供可靠的解剖学数据。[方法] 随机抽取本院符合纳入标准的测量对象, 其中藏族 100 例, 男 50 例, 女 50 例; 汉族 100 例, 男 50 例, 女 50 例。通过 CT 检查测量 L₁~L₅ 椎体的椎弓根宽度、轴线长度、矢状径、横断面角和矢状面角, 按民族、性别分组比较。[结果] 200 例受测量者腰椎椎弓根宽度及横断面角度均由 L₁ 到 L₅ 逐渐增大 ($P<0.05$), 椎弓根矢状径由 L₁ 至 L₅ 均逐渐减小 ($P<0.05$), 腰椎椎弓根的轴线长以 L₅ 最大 ($P<0.05$), 腰椎椎弓根矢状面角总体呈下降趋势 ($P<0.05$)。藏族与汉族间腰椎椎弓根各径线的数据部分有差异, 同种族间男性腰椎椎弓根宽度、轴线长、矢状径均显著大于女性 ($P<0.05$)。[结论] 不同种族、不同性别间腰椎椎弓根形态测量存在差异, 因此在行腰椎椎弓根内固定术时置钉角度与螺钉型号的选择应考虑种族及性别的差异, 同时腰椎椎弓根形态存在个体差异, 术前有对置钉椎体进行 CT 等检查。

关键词: 腰椎, 椎弓根形态, CT, 椎弓根螺钉

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 07-0595-06

Comparison of CT measurements of lumbar pedicle between Tibetan and Han adults // HONG Feng-ze¹, PENG Chao². 1. Tibet University, Lhasa 850000, China; 2. Department of Orthopedics, People's Hospital of Xizang Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000, China

Abstract: [Objective] To search the morphological characteristics of lumbar pedicle in Tibetan adults by comparison of the morphological differences of lumbar pedicle between Tibetan and Han ethnic groups and between male and female to provide reliable anatomical data for lumbar pedicle screws fixation in Tibetan patients. **[Methods]** A total of 200 persons, including 100 Tibetan and 100 Han with 50 male and 50 female in each ethnic group were randomly selected based on the inclusion criteria. The pedicle width, axis length, sagittal diameter, cross-sectional angle and sagittal angle from L₁ to L₅ vertebrae were measured by CT examination, and compared between ethnic groups and gender groups. **[Results]** The lumbar pedicle width and cross-sectional angle increased from L₁ to L₅ in the 200 subjects ($P<0.05$), while the sagittal diameter of the pedicle decreased gradually from L₁ to L₅ ($P<0.05$), the axis length of lumbar pedicle was of the maximal value at L₅ levels ($P<0.05$), the lumbar pedicle sagittal angle was generally decreased up-down ($P<0.05$). The data in terms of some lumbar pedicle diameters were significantly different between Tibetan and Han ethnic groups, in addition, the male was significantly greater in terms of the width, axis length and sagittal diameter of lumbar than the female ($P<0.05$). **[Conclusion]** There are differences in the measurement of lumbar pedicle morphology among different races and genders. Therefore, ethnic and gender differences should be considered in the selection of screw placement angle and screw type during lumbar pedicle internal fixation. In other words, it may be necessary to perform CT and other examinations on the involved vertebrae before operation.

Key words: lumbar spine, pedicle morphology, CT, pedicle screw

目前经椎弓根钉棒固定术已广泛应用于治疗脊柱的各种疾患, 椎弓根内固定术要求置入的螺钉须通过椎弓根长轴轴线使螺钉在不穿出椎弓根皮质的前提下, 半径尽可能大, 从而在避免误伤周围重要组织结构的基础上保证内固定的强度, 因此对于椎弓根形态

的了解在行椎弓根内固定术的过程中就显得格外重要。椎弓根作为脊柱后路内固定术的解剖基础, 近数十年来许多国内外学者利用人体干燥椎骨、脊柱标本和 CT 扫描等方法对不同节段的椎弓根形态进行了解剖学测量^[1-6], 研究表明国内外不同种族的椎弓根形

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.07.04

△基金项目: 本项目由西藏大学研究生“高水平人才培养计划”项目资助(编号:2020-GSP-S083)

作者简介: 洪锋泽, 硕士研究生在读, 研究方向: 骨科, (电话)18712903959, (电子信箱)1666737165@qq.com

*** 通信作者:** 彭超, (电话)15089017556, (电子信箱)pengchaodedian@163.com

态存在差异,但尚未见有关西藏藏族和汉族成人椎弓根形态比较的研究报道。经研究发现通过 CT 三维扫描技术测量椎弓根具有很高的可靠性^[8],许多学者也通过 CT 等影像学检查对不同节段的椎弓根螺钉骨性通道进行解剖学测量^[9-14],根据测量结果,归纳椎弓根形态学特点并总结出置钉方面的建议。本研究也采用 CT 扫描与重建技术对西藏藏族与汉族成人腰椎椎弓根各径线及角度数据进行测量并分析,以比较成年西藏藏族与汉族间、成年男性与女性间腰椎椎弓根形态及解剖学差异,填补国内对西藏藏族人群腰椎椎弓根缺乏测量数据的空白,为今后的科研工作提供研究基础,为西藏高原临床腰椎椎弓根螺钉内固定提供定位简单可靠的临床解剖学依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)腰部不适需要行腰椎 CT 检查的藏族及汉族人群;(2)藏族样本为青藏高原藏族人群;(3)年龄 18~60 岁。

排除标准:(1)骨折脱位或椎弓根骨折导致后凸畸形;(2)脊柱侧弯;(3)合并腰椎感染性疾病、结核、肿瘤导致椎体解剖结构异常;(4)自身免疫性疾病如:强直性脊柱炎、类风湿性脊柱炎、弥漫性特发性骨韧带

肥厚症等;(5)腰椎骶化、骶椎腰化、胸椎腰化等变异。

1.2 一般资料

随机选取 2020 年 6 月—2021 年 6 月因腰部不适就诊于本院行腰椎 CT 扫描者符合纳入排除标准研究对象 200 例,其中藏族男性 50 例,藏族女性 50 例,汉族男性 50 例,汉族女性 50 例。参与者年龄 18~60 岁,平均(37.9±10.4)岁。本研究经医院伦理委员会审批,所有参与者均知情同意。

1.3 检测方法

使用西门子 64 排螺旋 CT 扫描受试者的腰椎,扫描参数为:薄层 7 mm,重建增量 1 mm。获得 CT 平扫及三维平面重建的图像后,通过横断面图像可测量椎弓根宽度、轴线长度、横断面角,通过矢状面图像可测量椎弓根矢状径、矢状面角。具体测量指标^[15]:(1)椎弓根宽度(AB):最窄椎弓根截面上,椎弓根内外皮质外缘之间最短距离(图 1a);(2)椎弓根轴线长度(CD):前面所得横截面上,椎弓根轴线与椎体前缘皮质骨的交点和椎弓根轴线与椎弓根后缘皮质骨交点之间的距离(图 1a);(3)椎弓根横断面角(∠CDE):横断面上,椎体椎弓根轴线与椎体矢状面的夹角(图 1a);(4)椎弓根矢状径(FG):最窄椎弓根截面上,椎弓根上下侧皮质外缘之间最短距离(图 1b);(5)椎弓根矢状面角(∠HIJ):矢状面上椎体上终板与椎弓根轴线所成的夹角(图 1b)。



图 1 腰椎椎弓根 CT 测量 1a: 腰椎椎弓根形态测量指标横断面示意图, AB: 横断面椎弓根宽度; CD: 椎弓根轴线长度; ∠CDE: 椎弓根横断面角 1b: 腰椎椎弓根形态测量指标矢状面示意图, FG: 椎弓根矢状径; ∠HIJ: 椎弓根矢状面角

1.4 评价指标

记录参与者一般资料,包括年龄、性别,行影像测量,指标包括椎弓根宽度、轴线长、矢状径、横断面角、矢状面角。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计学软件对测得的数据进行整理和统计分析。所测得样本资料均满足正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间采用独立样本 *t* 检验,多组间采用单因素方差分析。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 总体测量结果

200 例受试者腰椎椎弓根不同平面各参数测量结果见表 1,腰椎椎弓根的宽度及横断面角度随 L₁₋₅ 节段由上而下呈递增趋势 (*P*<0.05);腰椎椎弓根的矢状径随 L₁₋₅ 节段由上而下呈递减趋势 (*P*<0.05);腰椎椎弓根的轴线长在 L₁₋₃ 节段由上往下呈增大趋势

($P<0.05$), L_{3-5} 节段往下呈减低趋势 ($P<0.05$); 腰椎 椎弓根矢状面角总体呈下降趋势 ($P<0.05$)。

表1 200名受测量者不同平面各参数测量结果 ($\bar{x} \pm s$, $n=200$) 与比较

平面	宽度 (mm)	轴线长 (mm)	矢状径 (mm)	横断面角 ($^{\circ}$)	矢状面角 ($^{\circ}$)
L_1	7.0±1.7	52.5±5.0	15.9±1.7	12.3±3.2	9.4±2.1
L_2	7.5±1.6	53.3±4.9	15.4±1.7	14.8±3.7	7.9±1.8
L_3	9.3±1.7	54.2±4.4	15.0±1.9	19.9±4.1	7.4±1.4
L_4	11.0±1.7	52.3±3.9	13.6±1.9	24.4±4.2	7.1±1.3
L_5	14.6±2.1	51.7±4.0	12.3±1.8	34.1±5.0	8.2±1.9
P 值	<0.001	0.021	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 种族间腰椎椎弓根形态比较

成年西藏藏族男性和汉族男性 L_{1-5} 椎弓根测量结果见表2, 两种族 L_{1-5} 的椎弓根宽度及椎弓根轴线长的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。椎弓根矢状径: 藏族男性 L_4 显著小于汉族男性 ($P<0.05$), 其他平面两组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。椎弓根横断面角: 藏族男性 L_1 、 L_4 和 L_5 均显著小于汉族男性 ($P<0.05$), L_2 、 L_3 两组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。椎弓根矢状面角: 藏族男性 L_1 和 L_5 均显著大于汉族男性 ($P<0.05$), L_2 、 L_3 、 L_4 两组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

表2 100例男性受测量者种族间椎弓根测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

平面	指标	藏族 (n=50)	汉族 (n=50)	P 值
L_1	宽度 (mm)	7.6±2.0	7.9±1.3	0.409
	轴线长 (mm)	55.0±5.0	54.2±4.3	0.393
	矢状径 (mm)	16.4±1.5	16.8±1.6	0.277
	横断面角 ($^{\circ}$)	11.8±2.8	13.4±3.5	0.013
	矢状面角 ($^{\circ}$)	10.5±2.1	9.0±1.5	<0.001
L_2	宽度 (mm)	8.0±1.5	8.4±1.4	0.223
	轴线长 (mm)	54.6±3.4	55.4±5.7	0.423
	矢状径 (mm)	15.8±1.9	16.2±1.6	0.239
	横断面角 ($^{\circ}$)	14.8±3.6	15.8±3.6	0.171
	矢状面角 ($^{\circ}$)	8.4±2.2	8.0±1.3	0.322
L_3	宽度 (mm)	9.9±1.7	10.0±1.5	0.286
	轴线长 (mm)	55.8±3.6	56.7±3.9	0.216
	矢状径 (mm)	15.4±1.9	16.1±1.9	0.053
	横断面角 ($^{\circ}$)	20.0±4.4	21.2±4.2	0.144
	矢状面角 ($^{\circ}$)	7.6±1.5	7.7±1.1	0.703
L_4	宽度 (mm)	11.6±1.6	11.9±1.6	0.366
	轴线长 (mm)	54.1±3.2	54.0±3.3	0.976
	矢状径 (mm)	13.6±2.0	14.6±2.0	0.019
	横断面角 ($^{\circ}$)	24.2±4.6	26.1±3.2	0.020
	矢状面角 ($^{\circ}$)	7.3±1.5	7.4±0.9	0.794
L_5	宽度 (mm)	14.9±2.4	15.3±1.8	0.314
	轴线长 (mm)	53.9±3.4	53.5±3.4	0.529
	矢状径 (mm)	12.5±1.8	13.0±1.7	0.130
	横断面角 ($^{\circ}$)	33.0±5.3	35.9±4.2	0.003
	矢状面角 ($^{\circ}$)	9.5±2.0	7.5±0.9	<0.001

成年西藏藏族女性和汉族女性 L_{1-5} 椎弓根测量结果见表3, 椎弓根宽度: 藏族女性 L_5 显著小于汉族女性 ($P<0.05$), 其他平面两组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。椎弓根轴线长: 藏族女性 L_1 显著大于汉族女性 ($P<0.05$), 其他平面两组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。椎弓根矢状径: 藏族女性 L_{2-5} 均显著小于汉族女性 ($P<0.05$), L_1 两组间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。椎弓根横断面角: 藏族女性 L_{2-5} 均显著小于汉族女性 ($P<0.05$), L_1 两组间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。椎弓根矢状面角: 藏族女性 $L_{1, 2}$ 和 L_5 均显著大于汉族女性 ($P<0.05$), 而 $L_{3, 4}$ 两组间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.3 性别间腰椎椎弓根形态测量结果比较

藏族男性和藏族女性成人 L_{1-5} 椎弓根测量结果见表4, 藏族男性 L_{1-5} 的椎弓根宽度、轴线长、矢状径及 L_{2-4} 横断面角均显著大于藏族女性 ($P<0.05$); $L_{1/5}$ 横断面角及 L_{1-5} 椎弓根矢状面角两组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

汉族男性和汉族女性成人 L_{1-5} 椎弓根测量结果见表5, 汉族男性 L_{1-5} 的椎弓根宽度、轴线长、矢状径、 L_4 横断面角及 L_{1-4} 矢状面角均显著大于汉族女性 ($P<0.05$), L_{1-3} 及 L_5 横断面角、 L_5 矢状面角两组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

3 讨论

成人腰椎椎弓根形态的变化总体上具有一定规律, 椎弓根宽度及横断面角度均由 L_1 到 L_5 逐渐增大, 椎弓根矢状径由 L_{1-5} 均逐渐减小, 这可能与躯体在站立状态下, 在重量传递的作用下, 椎体从上到下的负重逐渐增加有关^[16]。通过国内外学者研究发现不同种族或不同节段的脊柱椎弓根形态存在差异^[4-7], 本研究同样也发现藏族与汉族之间腰椎椎弓根形态有些测量结果存在显著差异, 不同性别之间腰

椎弓根的宽度、轴线长矢状径也存在显著差异，因此在手术中置钉角度与螺钉的选择应考虑种族及性别的差异。

表 3 100 例女性受测量者种族间椎弓根测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

平面	指标	藏族 (n=50)	汉族 (n=50)	P 值
L ₁	宽度 (mm)	6.2±1.3	6.3±1.4	0.976
	轴线长 (mm)	51.2±4.4	49.5±4.4	0.048
	矢状径 (mm)	15.0±1.5	15.5±1.6	0.106
	横断面角 (°)	11.8±3.2	12.3±3.3	0.387
	矢状面角 (°)	10.1±2.5	8.0±1.4	<0.001
L ₂	宽度 (mm)	6.7±1.3	7.0±1.5	0.216
	轴线长 (mm)	52.3±4.3	50.7±4.1	0.068
	矢状径 (mm)	14.4±1.4	15.4±1.5	<0.001
	横断面角 (°)	13.4±3.5	15.2±3.7	0.016
	矢状面角 (°)	8.0±2.0	7.2±1.2	0.015
L ₃	宽度 (mm)	8.4±1.5	8.6±1.6	0.604
	轴线长 (mm)	52.5±4.1	51.1±3.9	0.499
	矢状径 (mm)	13.9±1.4	14.8±1.6	<0.001
	横断面角 (°)	18.1±3.8	20.4±3.6	0.003
	矢状面角 (°)	7.2±1.6	6.9±1.2	0.212
L ₄	宽度 (mm)	10.0±1.5	10.4±1.5	0.221
	轴线长 (mm)	51.1±4.1	50.0±3.3	0.138
	矢状径 (mm)	12.7±1.5	13.5±1.5	0.013
	横断面角 (°)	22.4±4.4	24.7±3.6	0.006
	矢状面角 (°)	6.9±1.6	6.8±1.1	0.649
L ₅	宽度 (mm)	13.8±2.1	14.6±1.9	0.047
	轴线长 (mm)	49.9±4.1	49.6±3.1	0.713
	矢状径 (mm)	11.2±1.6	12.4±1.6	<0.001
	横断面角 (°)	31.8±5.4	35.7±4.0	<0.001
	矢状面角 (°)	8.7±2.3	7.2±1.3	<0.001

椎弓根螺钉的直径与长度的大小决定了固定的效果，螺钉的直径或长度过大都易造成椎弓根皮质骨的损伤或破裂，从而损伤周围重要组织，若螺钉的直径或长度过小则易引起螺钉松动^[17-20]。Misenhimer 等^[21]通过 6 具新鲜冷冻的人类尸体研究了椎弓根的螺钉直径与胸椎和腰椎椎弓根的关系，认为螺钉直径只要达到椎弓根宽度的 80% 左右，不仅能起到坚强固定的作用，还能减少椎弓根皮质破损的发生概率。Kueny 等^[22]研究发现螺钉的直径增加 1 mm 时，其抗拔出力就能增加 24%，抗疲劳应力就能增加 5%，这在一定的范围内椎弓根可承受增大的压力不至于破裂。Varghese 等^[23]研究发现骨密度也是影响椎弓根螺钉固定强度的一个重要因素，甚至影响程度远高于螺钉进入的深度和进入的角度，并发现置入深度与固

定强度成正比，100% 的置钉深度虽然较 85% 的置钉深度固定强度要强，但过长的螺钉穿出椎体前方皮质而损伤了椎体前方重要组织的风险也增加。通过测量西藏藏族腰椎椎弓根形态参数，结合考虑椎弓根螺钉固定强度及安全性，成年藏族男性椎弓根螺钉长度可选择 45~50 mm，直径可选择 5.5~6.5 mm；成年藏族女性椎弓根螺钉长度可选择 40~45 mm，直径可选择 5.0~6.0 mm。

表 4 100 例藏族两性间椎弓根测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

平面	指标	男性 (n=50)	女性 (n=50)	P 值
L ₁	宽度 (mm)	7.6±2.0	6.2±1.3	<0.001
	轴线长 (mm)	55.0±5.0	51.2±4.4	<0.001
	矢状径 (mm)	16.4±1.5	15.0±1.5	<0.001
	横断面角 (°)	11.8±2.8	11.8±3.2	0.995
	矢状面角 (°)	10.5±2.1	10.1±2.5	0.473
L ₂	宽度 (mm)	8.0±1.5	6.7±1.3	<0.001
	轴线长 (mm)	54.6±4.0	52.3±4.3	0.006
	矢状径 (mm)	15.8±1.9	14.4±1.4	<0.001
	横断面角 (°)	14.8±3.6	13.4±3.5	0.050
	矢状面角 (°)	8.4±2.2	8.0±2.0	0.356
L ₃	宽度 (mm)	9.9±1.7	8.4±1.5	<0.001
	轴线长 (mm)	55.8±3.6	52.5±4.1	<0.001
	矢状径 (mm)	15.4±1.9	13.9±1.4	<0.001
	横断面角 (°)	20.0±4.4	18.1±3.8	0.026
	矢状面角 (°)	7.6±1.5	7.2±1.6	0.188
L ₄	宽度 (mm)	11.6±1.6	10.0±1.5	<0.001
	轴线长 (mm)	54.1±3.2	51.1±4.1	<0.001
	矢状径 (mm)	13.6±2.0	12.7±1.5	0.013
	横断面角 (°)	24.2±4.6	22.2±4.4	0.048
	矢状面角 (°)	7.3±1.5	6.9±1.6	0.192
L ₅	宽度 (mm)	14.9±2.4	13.8±2.1	0.013
	轴线长 (mm)	53.9±3.4	49.9±4.1	<0.001
	矢状径 (mm)	12.5±1.8	11.2±1.6	<0.001
	横断面角 (°)	33.0±5.3	31.8±5.4	0.290
	矢状面角 (°)	9.5±2.0	8.7±2.3	0.079

殷渠东等^[24]通过测量认为腰椎的横断面角随着腰椎序列的增加逐渐增大，测得的椎弓根矢状面角相对恒定，与本研究结果大体一致。随着腰椎序列增加，置钉的外展角度也应逐渐增大，而头尾偏角大致维持在 7.5°~10.5°。此外，术前结合 CT 图像可预测螺钉松动的风险及合适的螺钉^[25]，本研究过程中也发现腰椎椎弓根形态存在个体化差异，完善术前 CT 平扫及三维重建有助于选择更合适的螺钉及更合理的进钉方案。此次研究的不足在于未采集身高体重数据

且纳入的样本量较少，未来可完善采集数据并增加样本量进一步验证。随着藏区人民的健康意识逐渐增加，脊柱疾患患者就诊数量倍增，本研究分析了藏族与汉族人在不同节段的腰椎椎弓根存在的异同，为今后传统手术以及开展新型脊柱手术中内固定螺钉型号及进针角度的选择提供可参考的相关数据。

表 5 100 例汉族两性间椎弓根测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 比较

平面	指标	男性 (n=50)	女性 (n=50)	P 值
L ₁	宽度 (mm)	7.9±1.3	6.3±1.4	<0.001
	轴线长 (mm)	54.2±4.3	49.5±4.4	<0.001
	矢状径 (mm)	16.8±1.6	15.5±1.6	<0.001
	横断面角 (°)	13.4±3.5	12.3±3.3	0.126
	矢状面角 (°)	9.0±1.5	8.0±1.4	0.002
L ₂	宽度 (mm)	8.4±1.4	7.0±1.5	<0.001
	轴线长 (mm)	55.4±5.7	50.7±4.1	<0.001
	矢状径 (mm)	16.2±1.6	15.4±1.5	0.009
	横断面角 (°)	15.8±3.6	15.2±3.7	0.384
	矢状面角 (°)	8.0±1.3	7.2±1.2	<0.001
L ₃	宽度 (mm)	10.0±1.5	8.6±1.6	<0.001
	轴线长 (mm)	56.7±3.9	51.9±3.9	<0.001
	矢状径 (mm)	16.1±1.9	14.8±1.6	<0.001
	横断面角 (°)	21.2±4.2	20.4±3.6	0.268
	矢状面角 (°)	7.7±1.1	6.9±1.2	<0.001
L ₄	宽度 (mm)	11.9±1.6	10.4±1.5	<0.001
	轴线长 (mm)	54.0±3.3	50.0±3.3	<0.001
	矢状径 (mm)	14.6±2.0	13.5±1.5	0.003
	横断面角 (°)	26.1±3.2	24.7±3.6	0.041
	矢状面角 (°)	7.4±0.9	6.8±1.1	0.005
L ₅	宽度 (mm)	15.3±1.8	14.6±1.9	0.047
	轴线长 (mm)	53.5±3.4	49.6±3.1	<0.001
	矢状径 (mm)	13.0±1.7	12.4±1.6	0.043
	横断面角 (°)	35.9±4.2	35.7±4.0	0.786
	矢状面角 (°)	7.5±0.9	7.2±1.3	0.237

参考文献

[1] Lin HH, Wang JP, Lin CL, et al. What is the difference in morphologic features of the lumbar vertebrae between Caucasian and Taiwanese subjects? A CT-based study: implications of pedicle screw placement via Roy-Camille or Weinstein method [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20 (1): 252.

[2] Liao KM, Yusof MI, Abdullah MS, et al. Computed tomographic morphometry of thoracic pedicles: safety margin of transpedicular screw fixation in Malaysian Malay population [J]. Spine, 2006, 31 (16): E545-E550.

[3] 韩华, 项燕, 韩佳桐, 等. 不同国家人群胸椎椎弓根解剖结构的对比研究 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2018, 36 (3): 252-258.

[4] 于建华, 张浩, 沙强, 等. 新疆哈萨克族腰椎椎弓根解剖测量的临床价值 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25 (9): 835-837.

[5] 马岩, 李岩, 马威, 等. 中国北方地区成人椎弓根形态的测量及其临床意义 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2009, 27 (3): 295-298.

[6] Datir SP, Mitra SR. Morphometric study of the thoracic vertebral pedicle in an Indian population [J]. Spine, 2004, 29 (11): 1174-1181.

[7] Ma J, Tang J, Wang D, et al. Comparison of perpendicular to the coronal plane versus medial inclination for atlas pedicle screw insertion: an anatomic and radiological study in human cadavers [J]. Int Orthop, 2016, 40 (1): 141-147.

[8] Gstoettner M, Lechner R, Glodny B, et al. Inter- and intraobserver reliability assessment of computed tomographic 3D measurement of pedicles in scoliosis and size matching with pedicle screws [J]. Eur Spine J, 2011, 20 (10): 1771-1779.

[9] 郭虎兵, 刘瑾, 谈敬忠, 等. 腰椎椎弓根螺钉相关放射学数据测量及临床意义 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (18): 1657-1661.

[10] 史亚民, 侯树勋, 韦兴, 等. 青少年胸椎椎弓根影像学特征及其临床意义 [J]. 中国矫形外科杂志, 2003, 11 (21): 1469-1472.

[11] 卢政好, 李吉鹏, 周菁华, 等. 以上关节突确定正常成人胸椎椎弓根置钉参数的影像学测量 [J]. 中国组织工程研究, 2017, 21 (35): 5622-5629.

[12] 张磊, 王欢. 寰椎椎弓根螺钉骨性通道的形态学研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22 (22): 2044-2048.

[13] 郑欣, 邱勇, 钱邦平, 等. 幼猪胸腰椎椎弓根参数的 CT 测量对置钉的指导意义 [J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20 (13): 1218-1221.

[14] Nishinome M, Iizuka H, Iizuka Y, et al. An analysis of the anatomic features of the cervical spine using computed tomography to select safer screw insertion techniques [J]. Eur Spine J, 2013, 22 (11): 2526-2531.

[15] 管喆恒, 杨惠林, 罗宗平, 等. 腰椎椎弓根 CT 影像学参数的测量与临床意义 [J]. 中国组织工程研究, 2018, 22 (11): 1743-1748.

[16] Pal GP, Routal RV. Transmission of weight through the lower thoracic and lumbar regions of the vertebral column in man [J]. J Anat, 1987, 152: 93-105.

[17] 林炎生, 周庭永, 韩景茹, 等. 下位腰椎椎弓根内固定术的断层解剖与 CT [J]. 中国临床解剖学杂志, 2002, 20 (3): 194-197.

[18] 肖忠洲, 刘家明, 黄山虎, 等. 新型防神经根损伤双螺纹椎弓根螺钉解剖学依据 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2021, 39 (5): 507-512.

[19] Krag MH, Beynon BD, Pope MH, et al. Depth of insertion of transpedicular vertebral screws into human vertebrae: effect upon screw-vertebra interface strength [J]. J Spinal Disord, 1988, 1 (4): 287-294.

[20] Varghese V, Krishnan V, Kumar GS. Comparison of pullout strength of pedicle screws following revision using larger diameter screws [J]. Med Eng Phys, 2019, 74: 180-185.

[21] Misener 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.
- [22] Kueny RA, Kolb JP, Lehmann W, et al. Influence of the screw augmentation technique and a diameter increase on pedicle screw fixation in the osteoporotic spine: pullout versus fatigue testing [J]. Eur Spine J, 2014, 23 (10): 2196-2202.
- [23] Varghese V, Saravana Kumar G, Krishnan V. Effect of various factors on pull out strength of pedicle screw in normal and osteoporotic cancellous bone models [J]. Med Eng Phys, 2017, 40: 28-38.
- [24] 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.
- [25] Bredow J, Boese CK, Werner CM, et al. Predictive validity of pre-operative CT scans and the risk of pedicle screw loosening in spinal surgery [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2016, 136 (8): 1063-1067.

(收稿:2022-06-20 修回:2022-12-01)

(同行评议专家: 陈建民 毛 路)

(本文编辑: 闫承杰)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

郑重声明

——《中国矫形外科杂志》编辑部将依法追究
冒充编辑部开设网站、征集稿件、乱收费的相关机构和个人

近期,《中国矫形外科杂志》编辑部多次接到读作者的电话和 Email,发现有多数网站利用《中国矫形外科杂志》名义非法征稿及骗取有关费用,要求作者将费用汇入指定账户等方式骗取作者钱财,侵犯了广大作者的合法权益。《中国矫形外科杂志》编辑部在此提醒广大读作者,本刊编辑部从未委托任何代理机构为《中国矫形外科杂志》征稿。

为了确保作者的合法权益不受侵害,请广大读作者注意辨明真伪,谨防上当受骗。《中国矫形外科杂志》编辑部将依法追究冒充编辑部开设网站、征集稿件、乱收费的相关机构和个人。

请作者注意:

(1)《中国矫形外科杂志》网址: ZJXS.chinajournal.net.cn; Http://jxwk.ijournal.cn 为本刊唯一在线投稿系统,其他均为冒充者,稿件上传后自动生成编号,稿号为: 2021-xxxx。其他冒充者的稿件编号五花八门,多很繁琐,请广大作者注意辨别。

(2)稿件上传后需邮寄审稿费 100 元整,本刊不收复审费和知网论文查重检测费等。

(3)有关版面费和审稿费均需通过邮局汇款至: 山东省泰安市泰山区(城区)环山路 217-1 号泰安八十八医院中国矫形外科杂志编辑部,邮局汇款为本刊唯一收取款项的方式,其他支付方式如网上支付、支付宝、网银转账、微信、汇款至个人账户等均为诈骗行为,请广大作者严防上当。

(4)本刊办公电话: 0538-6213228。专用电子信箱: jiaoxingtougao@163.com; jxwk1994@126.com; 财务专用信箱: jiaoxingwaikecaiwu@163.com; 邮编: 271000

特此公告!

《中国矫形外科杂志》编辑部