

基础研究

三维 CT 重建模拟三种腰椎椎弓根螺钉
置入方法的安全性分析

于海龙, 雷 伟, 朱锦宇, 吴子祥, 刘绪利

(第四军医大学西京医院全军骨科研究所 710032 西安市)

【摘要】目的:通过计算机三维 CT 重建, 测量三种腰椎椎弓根螺钉置入方法的置钉参数, 探讨其安全适用节段。**方法:**在 40 例腰椎 CT 三维重建图像上应用人字嵴顶点法、Magerl 法及 Roy-Camille 法模拟置钉, 测量进钉点至椎弓根轴线的距离及置钉水平面角的安全范围, 比较三种方法在腰椎各节段安全性的差异。**结果:**在 L1~L4, “人字嵴顶点法”的进钉点到椎弓根轴线距离小于它其两种方法 ($P<0.05$); 在 L5, Magerl 法的距离最短 ($P<0.05$)。在 L1、L2, 三种方法置钉水平面角 (TSA) 的安全范围无显著性差异 ($P>0.05$); 在 L3、L4, “人字嵴顶点法”与 Magerl 法的置钉 TSA 的安全范围大于 Roy-Camille 法 ($P<0.01$), 但两者之间无显著性差异 ($P>0.05$); 在 L5, Magerl 法的安全范围最大 ($P<0.05$)。**结论:**在 L1~L4, “人字嵴顶点法”是理想置钉方法; 在 L5, Magerl 法是理想置钉方法; Roy-Camille 法仅适合于 L1、L2, 不推荐在 L3~L5 应用。

【关键词】椎弓根螺钉; 进钉点; CT; 三维重建

中图分类号: R687.3, R814.42 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2005)-10-0606-03

Comparement of the safety of three methods of lumbar pedicular screw placement with 3D reconstructed CT/YU Hailong, LEI Wei, ZHU Jinyu, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2005, 15(10): 606-608

【Abstract】 Objective: To study the safety of three methods of lumbar pedicle screw placement in different level by measuring parameters in computer model. **Method:** The datum that 40 lumbar had been scanned by Electrum Beam CT were converted into the soft Mimics 8.1 and reconstructed 3D lumbar image. The distance from the entrance point to pedicle axis and the inserting safe range of transverse section angle (TSA) were measured. **Result:** The distance measured by “^” Shape Crest from L1 to L4 was shortest, and the distance measured at L5 by Magerl was shortest among the three methods ($P<0.05$). There were no significant difference at the safe inserting angular of TSA from L1 to L2 among three methods ($P>0.05$). The safe inserting angular of TSA measured by “^” Shape Crest and Magerl were larger than that measured by Roy-Camille from L3 to L4, ($P<0.01$), but there was no difference between “^” Shape Crest and Magerl ($P>0.05$); The safe inserting angular of TSA measured by Magerl was largest at L5 ($P<0.05$). **Conclusion:** “^” Shape Crest is an ideal meathod for screw placement from L1 to L4; Magerl is an ideal choice at L5; Roy-Camille is only available from L1 to L2 and not recommended to be applied from L3 to L5.

【Key words】 Pedicle screw; Entrance point; Computed tomography; Three dimensional reconstruction

【Author's address】 Department of Orthopaedics, Xijing Hospital, Xi'an, 710032, China

20 世纪 70 年代 Roy-Camille 首先应用椎弓根螺钉 (pedicle screw, PS) 固定治疗胸腰椎骨折。30 年来 PS 技术发展迅速, 已广泛应用于多种脊柱疾患的治疗。PS 技术成败的关键是螺钉能否准确地经椎弓根到达椎体。理想置钉方法应该是进钉点与椎弓根轴线吻合, 置钉水平面角 (transverse

section angle, TSA) 的安全范围最大, 这样才能使椎弓根的横径最大限度的利用。作者采用计算机三维 CT 重建, 模拟“人字嵴顶点法”、Magerl 法和 Roy-Camille 法三种进针点差异较大的 PS 置钉方法, 以进钉点至椎弓根轴线的距离和置钉 TSA 的安全范围为评价指标, 分析三种方法在腰椎各节段的置钉安全性, 为临床在不同腰椎节段选择适当的置钉方法提供客观依据, 以期提高 PS 技术的准确度及减少并发症的发生。

第一作者简介: 男 (1976-), 医学硕士, 研究方向: 脊柱外科
电话: (029)83375288 E-mail: yhyhl@fmmu.edu.cn

1 材料与方法

1.1 一般资料

本组腰背部疼痛患者 40 例,男 25 例,女 15 例;年龄 17~71 岁,平均 35.2 岁。EBT(Electrum Beam CT)证实所有患者均无脊柱感染、肿瘤、畸形等疾病。

1.2 扫描方法及重建

腰椎全段连续 EBT 扫描(美国 GE Imatron C-150 EBCT)。扫描参数:层厚 2mm,层距 2mm,扫描时间 0.3s,球管电压 130kV,电流 620mA。将 EBT 的数据导入 Mimics 8.1 软件中,选取骨密度 CT 值,进行三维重建。

1.3 数据测量

1.3.1 进钉点至椎弓根轴线的距离 在三维图像上标记进钉点(图 1):(1)“人字嵴顶点法”在腰椎峡部有一隆起的峡部嵴与上关节突根部后外侧的副突嵴汇合,其汇合处为进钉点^[1];(2)Magerl 法以上关节突外缘的纵垂线与横突中轴线的交点为进钉点^[2];(3)Roy-Camille 法以横突中部水平线与关节突关节纵向垂线的交点下 1mm 为进钉点^[3]。在标记点水平面上,连接椎弓根横径中心点即为椎弓根轴线,测量各进钉标记点至椎弓根轴线的距离(图 2)。

1.3.2 置钉 TSA 的安全范围 构建一圆柱体虚拟 PS,调整其尾端圆心与进钉点吻合,与椎体上下终板平行。在水平面上,测量置钉的 TSA 值,

即为虚拟 PS 轴线与脊柱矢状面的夹角。置钉 TSA 的安全范围为:虚拟 PS 与椎弓根内侧骨壁相切时的 TSA 值与椎弓根外侧骨壁相切时 TSA 值的差值。考虑到椎弓根在腰椎不同节段形态变化,设定虚拟 PS 标准,在 L1,直径 6.0mm,长度 45mm;L2~L4,直径 6.5mm,长度 45mm;L5,直径 6.5mm,长度 40mm(图 3)。

1.4 统计学处理方法

采用 SPSS 10.0 统计软件分析。三种方法在腰椎各节段的进钉点至椎弓根轴线的距离及置钉 TSA 的安全范围,进行单因素方差分析及 *t* 检验。

2 结果

本实验共测量 200 个腰椎椎体(200 对椎弓根),三种方法进钉点至椎弓根轴线的距离及置钉的 TSA 安全范围见表 1、2。

三种方法在腰椎各节段进钉点至椎弓根轴线的距离及置钉 TSA 的安全范围数值满足正态分布和方差齐性条件。三种方法进钉点至椎弓根轴线的平均距离,经单因素方差分析,具有显著性差异(*F* 分别为:10.77,23.10,52.32,28.33,20.03, $P<0.001$)。在 L1~L4 节段,“人字嵴顶点法”进钉点至椎弓根轴线的距离小于其它两种方法($P<0.05$);在 L5, Magerl 进钉点至椎弓根轴线的距离小于其它两种方法($P<0.05$)。在 L1、L2 节段,三种方法 TSA 间无显著性差异(*F* 分别为 2.05 和

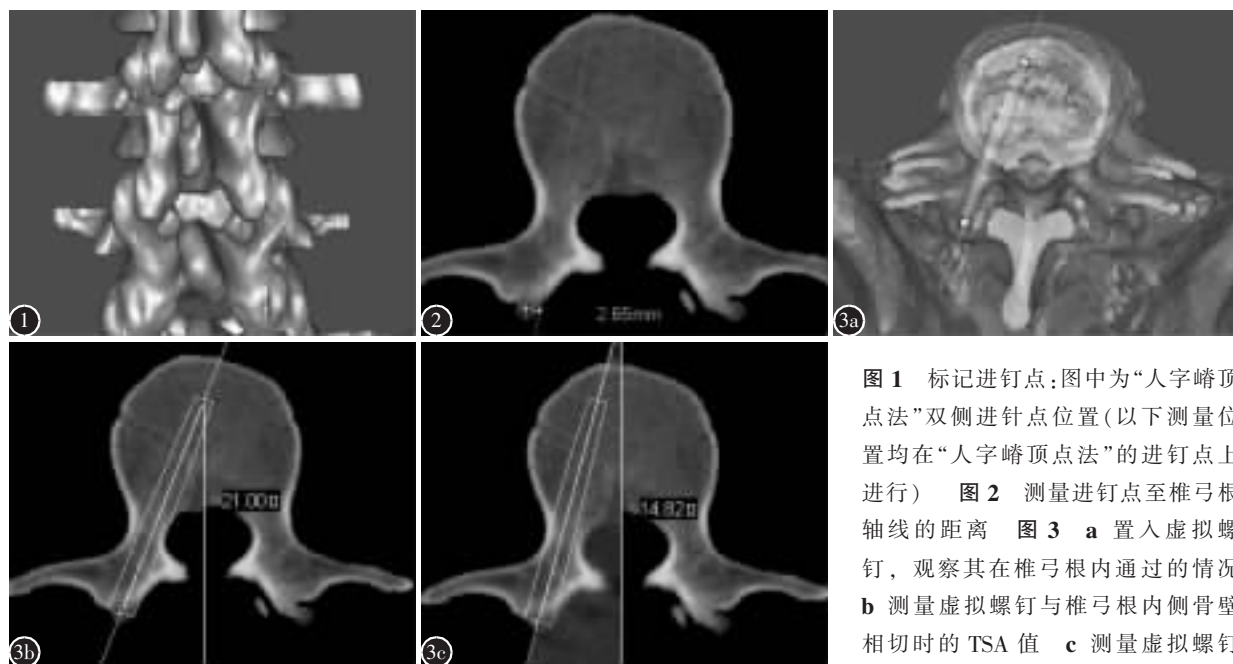


图 1 标记进钉点:图中为“人字嵴顶点法”双侧进钉点位置(以下测量位置均在“人字嵴顶点法”的进钉点上进行) 图 2 测量进钉点至椎弓根轴线的距离 图 3 a 置入虚拟螺钉,观察其在椎弓根内通过的情况 b 测量虚拟螺钉与椎弓根内侧骨壁相切时的 TSA 值 c 测量虚拟螺钉与椎弓根外侧骨壁相切时的 TSA 值

表 1 三种方法进钉点至椎弓根轴线的距离 ($\bar{x}\pm s$, mm)

	人字嵴顶点法	Magerl	Roy-Camille
L1	1.22±0.20	2.83±0.27 ^①	2.04±0.26 ^①
L2	1.00±0.22	3.27±0.22 ^①	2.28±0.27 ^①
L3	0.74±0.12	2.78±0.20 ^①	3.52±0.25 ^①
L4	1.51±0.21	2.06±0.27 ^①	4.20±0.31 ^①
L5	2.85±0.26	1.61±0.21 ^①	5.38±0.51 ^{①②}

注:①与人字嵴顶点法比较 $P<0.05$, ②与 Magerl 法比较 $P<0.05$

表 2 三种方法置钉 TSA 的安全范围 ($\bar{x}\pm s$, °)

	人字嵴顶点法	Magerl	Roy-Camille
L1	5.89±0.67	4.81±0.57	4.13±0.61
L2	6.11±0.59	5.10±0.52	4.59±0.48
L3	9.10±0.66 ^①	8.67±0.69 ^①	5.38±0.54
L4	12.82±0.92 ^①	12.49±0.82 ^①	7.86±0.95
L5	10.48±0.76 ^{①②}	14.13±1.11 ^①	4.13±0.84

注:①与 Roy-Camille 法比较 $P<0.01$, ②与 Magerl 法比较 $P<0.05$

2.10, P 值均大于 0.05), 在 L3、L4, “人字嵴顶点法” 和 Magerl 法置钉 TSA 的安全范围大于 Roy-Camille 法 ($P<0.01$), 但两者之间无显著性差异 ($P>0.05$), 在 L5, Magerl 法的 TSA 安全范围大于其它两种方法 ($P<0.05$)。

3 讨论

由于脊柱解剖结构复杂, 错误的置钉常可导致严重的并发症, 如椎弓根皮质破裂或穿透、脊髓及神经根损伤、深部感染、大血管损伤、硬脊膜破裂以及脑脊液漏等。为避免和减少上述并发症的发生, 国内外许多学者进行了卓有成效的基础研究, 提出了多种定位和定向方法, 为确定 PS 的进钉点和角度提供了理论依据。Roy-Camille 法选用关节突关节的延长线作为一条基准线, 其可代表进钉点位置偏内的置钉方法; Magerl 法与 Krag 法、AO 法、Weinstein 法尽管在选择进钉点的方法不同, 但都是依据上关节突外缘的垂线作为其中一条基准线, 选用 Magerl 法可代表进钉点位置偏外的置钉方法; 而“人字嵴顶点法” 选择峡部嵴与副突嵴的交点作为进钉点, 其位置从解剖结构来看, 可代表进钉点位置居中的置钉方法。因此, 本研究选用这三种进钉点位置差异较大的方法, 比较它们在腰椎各节段的安全性差异。

椎弓根骨壁穿破容易发生在椎弓根内外侧骨壁, 而不是椎弓根上下骨壁。这是因为椎弓根的高

度大于其横径, 上下壁骨皮质厚度平均大于 2mm, 而内外侧壁平均小于 2mm^[4]。选择不同的置钉方法在同一椎弓根内置入 PS, 其置钉 TSA 的安全范围必然不相同。置钉 TSA 的安全范围越大, 容纳椎弓根螺钉的空间越大, 发生椎弓根穿破内外侧骨壁的几率就越小, 安全性就越高。所以, 本组采用置钉 TSA 的安全范围作为衡量置钉方法安全性的重要指标。

PS 不同于一般骨螺钉, 基于椎弓根的解剖特性, 置入螺钉必须沿着根弓根的长轴穿过椎弓根这一狭小的骨性管道。对于同样粗细的 PS, 偏外或偏内进针均有可能穿破或挤裂椎弓根内外侧皮质, 导致失败。理想的置钉应沿椎弓根轴线穿越, 这样椎弓根的横径、矢径才能最大限度地得到利用^[5]。椎弓根的形态具有节段性, L1、L2 的椎弓根形态近似椭圆形, 横径短, 椎弓根轴线与腰椎矢状面成角小, 各种置钉方法的 TSA 安全范围均较小, 统计学分析无显著性差异。但“人字嵴顶点法” 进钉点距椎弓根轴线的距离最近, 所以在 L1、L2 进行置钉, “人字嵴顶点法” 是理想置钉方法。L3~L5 椎弓根形态近似肾形, 或滴水形, 横径宽, 椎弓根轴线向外侧偏移, “人字嵴顶点法” 和 Magerl 法进钉点与椎弓根轴线吻合较好, 置钉 TSA 的安全范围较大, 均可作为置钉方法。Roy-Camille 法在 L3~L5 进钉点与椎弓根轴线吻合差, TSA 范围小, 在该节段不宜选择 Roy-Camille 法。

4 参考文献

1. 杜心如, 赵玲秀, 张一模, 等. 腰椎人字嵴顶点椎弓根螺钉进钉方法的解剖学研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2002, 20(2): 86-88.
2. Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation [J]. Clin Orthop Relat Res, 1984, 189: 125-141.
3. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating [J]. Clin Orthop Relat Res, 1986, 203: 7-17.
4. Li B, Jiang BG, Fu ZG, et al. Accurate determination of isthmus of lumbar pedicle: a morphometric study using reformatting computed tomographic images [J]. Spine, 2004, 29 (21): 2438-2444.
5. Weinstein JN, Rydevik BL, Rauschnig W. Anatomic and technical considerations of pedicle screw fixation [J]. Clin Orthop Relat Res, 1992, 284: 34-46.

(收稿日期: 2005-04-18 修回日期: 2005-06-27)

(英文编审 蒋欣)

(本文编辑 彭向峰)