

腰椎融合后邻近节段影像学评估方法的应用随访**

吴超¹, 魏剑¹, 王清², 谭伦¹, 黄迅¹, 唐玉湖¹

Follow-up application of imaging evaluation on adjacent lumbar segment after instrumented posterior spinal fusion

Wu Chao¹, Wei Jian¹, Wang Qing², Tan Lun¹, Huang Xun¹, Tang Yu-hu¹

¹Department of Orthopedics, the Fourth People's Hospital, Zigong 643000, Sichuan Province, China;
²Department of Spine Surgery, Affiliated Hospital of Luzhou Medical College, Luzhou 646000, Sichuan Province, China

Wu Chao★, Master, Attending physician, Department of Orthopedics, the Fourth People's Hospital, Zigong 643000, Sichuan Province, China
flightiness@163.com

Correspondence to: Wang Qing, Master, Chief physician, Professor, Master's supervisor, Department of Spine Surgery, Affiliated Hospital of Luzhou Medical College, Luzhou 646000, Sichuan Province, China
wqspine2004@163.com

Supported by: Research Project of Sichuan Provincial Health Department, No. 080424*

Received: 2011-06-19
Accepted: 2011-07-20

Abstract

BACKGROUND: Now, most studies related to adjacent segment degeneration only analyze the changes of motion segments above and below the fusion. There were no controlled studies on adjacent segments to all the other unfused segments after instrumented posterior fusion.

OBJECTIVE: To study measurement of adjacent lumbar segments and evaluate long-term radiographic changes in all adjacent lumbar segments after instrumented posterolateral lumbar fusion.

METHODS: Totally 42 digitized radiographs of lateral lumbar spine from 6 corpse skeletons were obtain through different projections and specimen postures (every specimen with 7 projection). Fifty-seven patients with posterolateral lumbar fusion were followed-up from 1.5 to 4 years. Digitized radiographs of them were photographed before fusion surgery and final follow-up. Distortion-compensated roentgen analysis (DCRA) method was used to measure sagittal angle, disc height, and dorsoventral displacement in all the above data.

RESULTS AND CONCLUSION: There were no statistical significance in sagittal angle, disc height, and dorsoventral displacement under different postures by using DCRA method ($P > 0.05$). No changes were observed at the segments located below the fusion. All the unfused segments above the fusion showed significant changes of sagittal angle and disc height. It is indicated that the radiographic changes of posterolateral lumbar fusion suggest the disc degeneration of the segments above the fusion.

Wu C, Wei J, Wang Q, Tan L, Huang X, Tang YH. Follow-up application of imaging evaluation on adjacent lumbar segment after instrumented posterior spinal fusion. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(52): 9782-9786. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 目前多数研究只分析了脊柱融合治疗紧邻融合区域头尾侧节段的术后改变, 未对其他紧邻内固定的未作融合节段进行对照研究。

目的: 探讨腰椎邻近节段的测量方法, 对腰椎后外侧融合后邻近节段的改变进行长期随访影像学评估。

方法: 选取尸体骨架 6 具, 以不同投照方式和标本位置行腰椎侧位数字化标准 X 射线片共计 42 次(每具标本投照 7 次)。随访 57 例腰椎后外侧融合患者, 随访时间 1.5~4 年, 拍摄融合前及末次随访时的数字化标准 X 射线片, 所有资料用失真代偿 X 射线分析法测量椎体间矢状角度、椎间盘高度、椎体间前后移位。

结果与结论: 失真代偿 X 射线分析法测量邻近节段矢状角度、椎间盘高度、椎体间前后移位时, 不同投照方式比较差异均无显著性意义($P > 0.05$)。固定节段尾侧椎体间未发现显著的影像学改变, 固定节段头侧的多个椎体间矢状角度、椎间盘高度均有明显的改变。提示腰椎后外侧融合后影像学的改变提示固定节段头侧多个椎间盘加速退变。

关键词: 腰椎; 融合; 邻近节段; 退行性改变; X 射线片

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.52.022

吴超, 魏剑, 王清, 谭伦, 黄迅, 唐玉湖. 腰椎融合后邻近节段影像学评估方法的应用随访[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(52):9782-9786. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

近年来, 脊柱外科日趋成熟, 更多的患者为了缓解神经症状或维持脊柱稳定, 而需要融合退变和不稳定的节段, 因此更多的改进融合装置和方法被报道牢固的内固定也增加了邻近节段的退变^[1-2], 特别是在腰椎, 比如椎间盘退化、髓核突出、节段不稳、椎管狭窄、小关节退变等^[3-6], 这些并发症统称邻近节段退变(adjacent segment degeneration, ASD)。影像学是诊断ASD的基础, Leivseth等^[7]提出的失真

代偿的X射线分析法(distortion compensated roentgen analysis, DCRA), 可用于评估腰椎融合后邻近阶段的退变, 但此方法在国内鲜有报道。为此作者通过对标本不同投照方式分析以验证DCRA测量准确性, 并对57例患者进行中长期随访。

1 对象和方法

设计: 对比观察试验。

时间及地点: 于2006-12/2009-06在四川省自贡市第四人民医院放射科及骨科完成。

对象: 选择由四川省自贡市卫生学校提供的完整脊柱干燥标本共6具。选择四川省自贡市第四人民医院骨科因腰椎疾患而行手术的患者57例, 所有患者均行腰椎后外侧融合, 即椎弓根螺钉系统内固定加植骨融合。

纳入标准: ①脊柱干燥标本: 完整脊柱干燥标本, 标本椎体间固定无松动; 排除标本骨折及先天畸形。②腰椎疾患手术患者: 固定节段一两个节段, 获得随访且随访时间大于18个月; 符合脊柱后外侧内固定融合技术适应证者; 对治疗方案知情同意。

排除标准: ①术前临床资料不完整者。②术前行MRI检查发现手术邻近节段椎间盘有退行性变、腰椎骨折、未行内固定或内固定器已取出者。

符合试验标准的患者共计57例, 其中男38例, 女19例; 疾病包括: 腰椎管狭窄症25例, 腰椎滑脱症18例, 腰椎不稳症10例, 椎间盘源性腰痛2例, 其他2例; 固定节段L₄₋₅计21例, L_{5-S₁}计16例, L_{4-S₁}计9例, L₃₋₅计6例, L₂₋₄计2例, L₂₋₃计2例, L₃₋₄计1例。共计观察211个没有固定的腰椎节段, 其中39个位于固定节段尾侧, 57个位于固定节段头侧第1椎间, 53个位于固定节段头侧第2椎间, 46个位于固定节段头侧第3椎间, 16个位于固定节段头侧第四椎间。

方法:

尸体骨架不同体位摄片: 完整脊柱干燥标本6具, 标本胸腰椎相对固定无松动, 于L₃椎体垂直及水平方向标记两枚克氏针以准确确定椎体旋转及头、尾侧倾斜程度。采用PACS系统X射线摄片机成像, 投照距离100 cm, 投照方向垂直于成像板, 曝光条件70 kV, 28 mA, 曝光时间56 ms。为模仿实际X射线摄片时可能出现的情况将每具脊柱干燥标本分别行以T₁₂椎、L₃椎、骶椎为投照中心行标准侧位摄片; 以L₃为投照中心分别以L₃椎体中轴线的顺时针、逆时针旋转20°行侧位摄片(测量以L₃椎体水平克氏针旋转角度为准); 以L₃为投照中心分别头侧、尾侧抬高20°行侧位摄片(测量以椎体垂直克氏针改变角度为准), 为避免克氏针对测量的干扰, 每次确定标本位置后, 于摄片前移去克氏针, 每个标本共投照7次。成像板经扫描后得到图像以DICOM格式保存(图1)。

腰椎融合前和融合后末次随访摄片: 57例行后外侧融合(椎弓根螺钉系统内固定加植骨融合)患者随访时间为1.5~4年, 采集术前及末次随访

标准站立侧位数字X射线片, 摄片时采用Mac-Thiong等^[8]推荐的标准姿势: 患者自然站立位, 双膝绷紧, 平视前方, 双上肢上抬约45°, 手指接触锁骨(即双上肢抱胸体位), 曝光的胶片距统一采用100 cm, 曝光条件90 kV, 45 mA, 曝光时间90 ms, 摄片中心以L₃椎体为中心。成像板经扫描后得到图像, 对选取的图像, 存为DICOM格式。

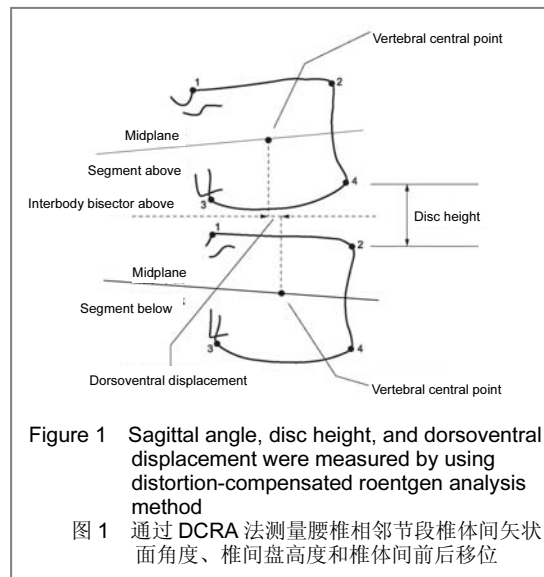


Figure 1 Sagittal angle, disc height, and dorsoventral displacement were measured by using distortion-compensated roentgen analysis method

图1 通过DCRA法测量腰椎相邻节段椎体间矢状面角度、椎间盘高度和椎体间前后移位

影像学评估: 将上述DICOM格式的图像输入Digital Jacket4.0工作站中, X射线片被数字化, 每个像素都对应唯一的坐标值, 然后对上述数据由经过培训的两名骨科医师独立采用DCRA进行测量, 确定如图1中的1, 2, 3, 4个点, 得到共计8个点的惟一X轴、Y轴坐标值, 取两次测量的均值。将上述数据输入计算机中, 通过三角函数可以精确计算出腰椎相邻节段椎体间矢状面角度、椎间盘高度和椎体间前后移位。

主要观察指标: ①腰椎侧位DR片上椎体的轮廓同图1, 用最大距离标准标记椎体的1, 2, 3, 4个点(转角), 得到共计8个点的坐标值。②定义点1, 3和点2, 4中点的连线分别为头侧和尾侧椎体的正中平面, 两正中平面的中分线为椎体间等分线, 点1, 4连线和点2, 3连线的交点为椎体中心点。③椎体间矢状角度: 相邻椎体两正中平面的夹角。④椎间盘高度: 从椎体间等分线至点2、点4垂直距离的和。⑤椎体间前后移位: 相邻节段椎体中心点在等分线上垂直投影点的间距。

统计学分析: 由第一作者采用SPSS 13.0软件完成统计处理, 数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 对于计数资料采用配对设计均数比较的t检验, 以 $P < 0.05$ 为检验水准。

¹ 四川省自贡市第四人民医院骨科, 四川省自贡市643000; ² 泸州医学院附属医院脊柱外科, 四川省泸州市646000

吴超★, 男, 1977年生, 四川省自贡市人, 汉族, 2011年泸州医学院毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事脊柱外科与创伤研究。flightiness@163.com

通讯作者: 王清, 硕士, 主任医师, 教授, 硕士生导师, 泸州医学院附属医院脊柱外科, 四川省泸州市646000 wqspine2004@163.com

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225 (2011)52-09782-05

收稿日期: 2011-06-19
修回日期: 2011-07-20
(20110307029/G · G)

2 结果

2.1 参与者数量分析 选择由四川省自贡市卫生学校提供的完整脊柱干燥标本共6具, 完成了所有标本不同投照方式X射线摄片并分别用DCRA法进行测量, 以L₃为投照中心标准侧位X射线片与其他投照方式比较, 排除一些不符合配对要求数据后, 共得到45组配对数据。按意向性处理分析, 选择四川省自贡市第四人民医院骨科因腰椎疾患而行手术的患者57例, 所有患者均行椎弓根螺钉系统内固定加后外侧植骨融合, 所有患者均得到随访。

2.2 尸体标本不同投照方式DCRA法测量结果比较 以标本不同投照方式DCRA法测量结果与L₃为投照中心标准侧位比较, 由表1看出, DCRA法测量相邻节段矢状曲度、椎间盘高度、椎体间移位时, 不同投照方式与L₃为投照中心标准侧位比较差异均无显著性意义($P > 0.05$), 说明DCRA法对邻近节段的影像学随访较为准确。

表1 标本不同投照方式 DCRA 法测量结果比较
Table 1 Comparison of different postures about dried spine specimen by using distortion-compensated roentgen analysis method ($\bar{x} \pm s, n=45$)

Posture	Sagittal angle (°)	Dics height (cm)	Dorsoventral displacement (cm)
Standard lateral position and center of X-ray on L ₃	8.23±5.40	0.93±0.19	0.06±0.01
Standard lateral position and center of X-ray on S ₁	7.76±5.27	0.95±0.19	0.07±0.01
Standard lateral position and center of X-ray on T ₁₂	8.61±5.37	0.93±0.18	0.06±0.01
Clockwise posture and center of X-ray on L ₃	7.47±5.21	0.94±0.20	0.07±0.01
Counterclockwise posture and center of X-ray on L ₃	7.35±4.82	0.92±0.19	0.07±0.01
Tail elevation posture and center of X-ray on L ₃	7.78±4.78	0.94±0.20	0.07±0.01
Head elevation posture and center of X-ray on L ₃	7.38±4.42	0.91±0.19	0.07±0.01

2.3 腰椎融合前、融合后影像学评估 见表2~4。

表2 腰椎融合前及融合后末次随访相邻未融合节段矢状曲度改变
Table 2 Changes in sagittal angle between preoperation and final follow-up ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

Time	Preoperation (°)	Final follow-up (°)	P
Segment below (n=39)	15.49±3.45	13.67±3.23	< 0.05
First segment above (n=57)	10.35±3.71	11.55±4.00	< 0.05
Second segment above (n=53)	8.27±2.04	9.52±2.12	< 0.05
Third segment above (n=46)	5.45±2.85	7.77±2.51	< 0.05
Fourth segment above (n=16)	3.81±2.10	3.89±1.17	> 0.05

表3 腰椎融合前及融合后末次随访相邻未融合节段椎间盘高度改变
Table 3 Changes in disc height between preoperation and final follow-up ($\bar{x} \pm s, \text{cm}$)

Time	Preoperation (°)	Final follow-up(°)	P
Segment below (n=39)	0.67±0.23	0.66±0.25	> 0.05
First segment above (n=57)	1.00±0.15	0.97±0.1	< 0.05
Second segment above (n=53)	1.09±0.17	1.01±0.11	< 0.05
Third segment above (n=46)	1.08±0.09	1.01±0.12	< 0.05
Fourth segment above (n=16)	1.05±0.17	1.01±0.20	> 0.05

表4 腰椎融合前及融合后末次随访相邻未融合节段椎体间移位改变
Table 4 Changes in dorsoventral displacement between preoperation and final follow-up ($\bar{x} \pm s, \text{cm}$)

Time	Preoperation (°)	Final follow-up(°)	P
Segment below (n=39)	0.06±0.06	0.08±0.14	> 0.05
First segment above (n=57)	0.08±0.05	0.09±0.12	> 0.05
Second segment above (n=53)	0.08±0.05	0.11±0.13	> 0.05
Third segment above (n=46)	0.08±0.05	0.09±0.12	> 0.05
Fourth segment above (n=16)	0.07±0.03	0.07±0.04	> 0.05

由表2~4看出, 在对患者的影像学随访中, 固定节段头侧多个邻近椎间矢状角度和椎间盘高度末次随访与术前比较差异具有显著性意义($P < 0.05$), 固定节段尾侧邻近椎间矢状角度末次随访与术前比较差异具有显著性意义($P < 0.05$); 固定节段头、尾侧邻近椎体间移位末次随访与术前比较差异无显著性意义($P > 0.05$)。

3 讨论

腰椎后外侧融合后改变了脊柱正常的生物力学环境, 各节段所承受应力进行重新分配, 融合节段头尾侧相邻椎间盘及关节突的应力愈加集中, 出现了ASD^[9-12], 其中最常见的是椎间盘退行性变, 此外还有节段性失稳、移位、关节突肥大性骨关节炎、髓核突出、椎间盘变窄和椎管狭窄等多种退行性变, 偶有脊柱侧凸和椎体压缩性骨折的报道。因为研究方法的不同, 这些异常变化的确定标准常不一致, 因此ASD的诊断标准一直无法确定。在许多研究中ASD诊断标准仅仅是依据影像学表现而不是根据症状^[13], 因此对于ASD的影像学评估尤为重要。在本文中, 作者模仿实际X射线摄片时可能出现的情况将每具尸体骨架分别行以T₁₂、L₃、骶椎为投照中心行标准侧位摄片; 以腰3为投照中心分别以L₃椎体中轴线顺时针、逆时针旋转20°行侧位摄片; 以L₃为投照中心分别头侧和尾侧抬高20°行侧位摄片, 然后用DCRA法测量邻近节段矢状曲度、椎间盘高度及椎体间前后移位, 并将测量结果进行统计学比较, 差异均无显著性意义($P > 0.05$)。证实

该方法测量较为精确、不受椎体轴向旋转、头尾侧倾斜及投照中心不同的影响。对于DCRA法测量较为复杂的弊端,作者通过将X射线光片数字化,在DICOM解析软件中通过确定椎体相关标志点坐标值即可快捷的通过三角函数关系计算出准确的结果,因此该方法也可适用于大宗病例长期影像学评估。

目前多数研究只分析了紧邻融合区域头尾侧节段的术后改变,未对其他紧邻内固定的未作融合节段进行对照研究^[14-15]。本文通过对腰椎后外侧内固定及融合术后未作融合节段进行长期影像学。共测量57例患者,211个未作融合的节段。分别对术前及末次随访的数字化标准X射线片进行测量。研究显示,在融合区尾侧节段椎体间矢状角度、椎间盘高度及椎体移位未观察到明显改变($P > 0.05$)。但所有融合节段区头侧多个椎间均可见到椎体间矢状角度增大、椎间盘高度明显下降($P < 0.05$),特别是在头侧邻近的3个椎间内,这些影像学的改变提示腰椎后外侧融合术多个椎间盘加速退变。分析其原因:①原有退变的加速: Bertagnoli等^[16]采用MRI观察脊柱融合后,原有退变的椎体出现加速关节及椎管狭窄的现象相一致。原有腰椎不稳,部分节段融合后,未得到融合的椎体出现加速退变现象,在本文中年龄在60岁以上的患者椎体间矢状角度的加大及椎间盘高度的降低较低年龄患者明显,也从反面支持这种观点。②应力集中:当某一节段脊柱被融合时,其头尾两端就会产生应力集中,增加该部分的分离倾向和不稳定。本来要发生在固定段椎体间关节的变形量,就只能发生在头尾侧节段,导致这些节段的变形增加,从本文可以看出这些应力集中主要变现在固定节段头侧,且可表现在多个椎间。③固定器械强度:器械强度越大,应力越集中,造成邻近节段椎间盘成分加速变化,髓核中胶原蛋白多糖的含量持续减少,非胶原蛋白比例增加,关节软骨变性、增生。同时由于局部坚强固定,相邻节段活动度代偿性增加,腰椎旋转中心移位。④破坏脊柱正常的生理弯曲:脊柱融合内固定手术的目的之一是恢复脊柱正常的生理曲度和椎体及椎间隙的高度,但术中内固定时按照脊柱的正常生理弯曲来塑形是很困难的,若手术不能很好地恢复脊柱的生理曲度,脊柱承载时应力的分布不均则会加速ASD。Bertagnoli等^[17]研究发现L₄~S₁融合患者,术中和术后融合节段腰椎前凸减少10°,术后L₂₋₃和L₃₋₄头侧邻近节段矢状角度分别增加2°,融合固定节段腰椎前凸减少使邻近节段后柱载荷、剪切力增加。

ASD目前多指融合后邻近节段的放射学改变,和临床症状没有必然的联系。许多研究中尽管影像学报道发生率很高,但需再次手术的比例却不高,文献报道为2%~15%。Patel等^[18]报道了1组42例因邻近节段退变再手术治疗的患者,均做了相邻退变节段的椎板

切除减压,并将融合延伸到新的减压节段。经过平均11个月的随访,所有患者的神经症状都有缓解,32例症状完全消失。但腰痛症状缓解不满意,只有9例的腰痛症状消失。因此该作者主张,对于腰椎术后症状复发的病例,应仔细询问病史,尤其对于以腿痛为主的病例,应仔细询问此次症状与前次术前的差别,还应进行详细的查体,以鉴别症状复发是由于前次手术节段引起,还是邻近节段退变新出现的问题。正侧位及伸屈侧位X射线片对诊断邻近节段退变非常必要,它可直接观测到邻近节段椎间隙高度的变化、椎间不稳定、骨赘形成、腰椎序列改变等退变的影像特点。同时也可对原手术节段的融合及内固定情况作出评价。MRI有助于观察邻近节段是否有神经压迫。必要时可行神经根封闭以做鉴别诊断。对于以腰痛为主者,确定症状是否由退变的邻近节段引起较困难,因为术后腰痛的原因很多,必要时可选用间盘造影协助鉴别。一旦确立症状复发系由退变的邻近节段引起,应先行正规的保守治疗。对于以腿痛症状为主者,如保守治疗无效可考虑再手术治疗,而对以腰痛症状为主者,手术应慎重。再次手术的目的仍是减压及稳定性重建,由于减压常需切除一部分关节突,对局部的稳定性有影响。因此推荐减压后同时行融合。而在先前已融合的相邻节段行融合术,由于局部的应力增加,假关节的发生率较高,因此推荐加用内固定,可将原内固定延伸至需融合的邻近节段。

综上所述,本文结果表明,通过DCRA法测量邻近椎体间矢状角度、椎间盘高度、椎体间移位是精确的,椎体轴向旋转、头尾侧倾斜以及不同投照中心的改变对测量结果没有明显的影响。腰椎后外侧融合后影像学的改变提示固定节段头侧多个椎间盘加速退变,但仍需大宗临床病例及更长期随访。

4 参考文献

- [1] Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, et al. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the Standing Position. *Spine*. 2005; 30:346-353.
- [2] Legaye J, Duval-Beaupre G, Hecquet J, et al. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J*. 1998;7(2):99-103.
- [3] Schwab FJ, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine*. 2009;34:1828-1833.
- [4] MacThiong JM, Laballe H, Berthonnaud E, et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*. 2004;29:1642-1647.
- [5] Jia JF, Zhao J, Chen ZM, et al. *Zhongguo Jiaoxing Waikexue Zazhi*. 2007;15(1):850-852.
贾俊峰,赵杰,陈志明,等. 腰椎峡部裂型滑脱症矢状位参数分析[J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15(1):850-852.
- [6] Lee CK. Accelerated degeneration of the segment adjacent to a lumbar fusion. *Spine*. 1988;13:375-377.
- [7] Leivseth G, Brinckmann P, Frobin W, et al. Assessment of sagittal plane segmental motion in the lumbar spine: A comparison between distortion-compensated and stereophotogrammetric roentgen analysis. *Spine*. 1998;23(23): 2648-2655.
- [8] Mac-Thiong JM, Laballe H, De Guise JA. Comparison of sacropelvic morphology between normal adolescents and subjects with adolescent idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform*. 2006;123:195-200.

- [9] Park P, Garton HJ, Gala VC, et al. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of literature. *Spine*. 2004;29:1938-1944.
- [10] Ha KY, Schendel MJ, Lewis JL, et al. Effect of immobilization and configuration on lumbar adjacent-segment biomechanics. *J Spinal Disord*. 1993;6:99-105.
- [11] Cunningham BW, Kotani Y, McNulty PS, et al. The effect of spinal destabilization and instrumentation on lumbar intradiscal pressure: an in vitro biomechanical analysis. *Spine*. 1997;22:2655-2663.
- [12] Li CD, Yu ZR, Liu XY, et al. *Zhonghua Waike Zazhi*. 2006;44(4):246-248.
李淳德,于峥嵘,刘宪义,等. 腰椎内固定融合术后邻近节段退变的影响因素[J]. *中华外科杂志*, 2006, 44(4):246-248.
- [13] Shono Y, Kaneda K, Abumi K, et al. Stability of posterior spinal instrumentation and its effects on adjacent motion segments in the lumbosacral spine. *Spine*. 1998;23:1550-1558.
- [14] Highsmith JM, Tummiala LM, Rodts Jr GE. Flexible rods and the case for dynamic stabilization. *Neurosurg Focus*. 2007;22(1):11.
- [15] Kim KH, Lee SH, Shim CS, et al. Adjacent segment disease after interbody fusion and pedicle screw fixations for isolated L4-L5 spondylolisthesis: a minimum five-year follow-up. *Spine*. 2010;35(6):625-634.
- [16] Balderston RA, Albert TJ, McIntosh T, et al. Magnetic resonance imaging analysis of lumbar disc changes below scoliosis fusions: A prospective study. *Spine*. 1998;23(1):54-58.
- [17] Bertagnoli R, Yue JJ, Fenk-Mayer A, et al. Treatment of symptomatic adjacent-segment degeneration after lumbar fusion with total disc arthroplasty by using the ProDisc prosthesis: a prospective study with 2-year minimum follow up. *J Neurosurg Spine*. 2006;4(2):91-97.
- [18] Patel C, Truumees E, Gitlin J, et al. Symptomatic spinal stenosis adjacent to a previous lumbar fusion. *Spine*. 2002;27:54s-55s.

来自本文课题的更多信息——

基金资助: 四川省卫生厅科学研究项目(080424)。

作者贡献: 实验设计者为第一作者, 实施者为第一作者, 评估者分别第一、二、三、四作者, 均经过正规培训, 采用盲法评估。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理批准: 实验经自贡市第四人民医院伦理委员会批准, 并得到随访者书面同意。

本文创新性: 检索中国期刊全文数据库 2008-01/2011-01 的相关文献, 国内未见相邻节段影像学评估方法的介绍, 也未见对腰椎后外侧融合后邻近节段特别是邻近多个节段的中长期随访资料。文章首先通过尸体干燥标本不同体位摄片验证 DCRA 法用于邻近节段影像学评估的可行性和可靠性, 然后应用 DCRA 法对腰椎融合后患者进行长期随访, 主要观察了邻近多个未融合椎体间失状曲度、椎间盘高度以及椎体间前后移位, 影像学结果显示腰椎后外侧融合固定节段头侧多个椎间盘加速退变。

本期专题: 骨科植入物的有限元分析[®](本刊中文部)

8 全膝关节假体三维有限元模型的建立

李晓蕊(上海交通大学医学院附属仁济医院骨科, 上海市 200127)

推荐理由: 人工膝关节置换是治疗膝关节骨关节炎的重要手段。三维有限元法是先进而有效的生物力学分析方法, 利用该方法从生物力学角度分析全膝关节置换后的应力分布情况对探讨全膝关节置换有着重要意义。而进行有限元的生物力学分析的基础是三维实体模型的准确建立。由于全膝关节的结构形态具有运动复杂、受力复杂等特性, 造成了数据采集及模型建立困难, 影响了三维实体模型的准确性。作者通过 Microscribe G2 三维定位扫描仪取得假体数据、Geomagic 软件进行曲面拟合、导入大型有限元分析软件 Abaqus6.7.2 从而建立全膝关节假体三维有限元模型, 对如何提高三维有限元模型的精确性, 扩大模型的开放性, 以及提高建模效率, 增加关节外科医师在建模过程中的参与性进行探讨。为全膝关节三维有限元实体模型的建立提供了新的思路。

9 全膝关节假体三维有限元模型的建立

李东哲(中南大学湘雅医院脊柱外科, 湖南省长沙市 410008)

推荐理由: 目前椎弓根螺钉内固定加自体髂骨植骨或椎间融合器植骨在脊柱相关疾病中均得到推广使用。现已有研究认为两种方法治疗下腰椎不稳, 在融合时间、融合率及临床症状缓解程度方面均无显著差异。但作者在临床

思考中认为髂骨植骨在完全融合后的弹性模量与 cage(椎间融合器)弹性模量仍存在较大差距, 是否会对椎弓根螺钉应力分布产生较大影响, 使其更容易出现椎弓根螺钉内固定断裂情况。文章应用三维有限元方法分析两种方法治疗后螺钉的应力分布情况, 以期对临床工作起到指导作用。

10 计算机辅助设计股骨远端个性化解剖型接骨板

任龙韬(太原市中心医院, 山西省太原市 030009)

推荐理由: 现有的解剖型接骨板由于患者个体在骨骼形态上存在的差异性和骨折的差异性, 即个性化差异, 即使接骨板制造商将其规格型号分得足够细, 其接骨板与骨骼表面的吻合性与螺钉的位置等并不理想, 术前必须准备足够的、可能用到的接骨板型号和规格, 即便如此仍不可避免手术时医生临时性的再塑形, 除非牺牲复位的正确性而迁就接骨板的形状。不仅增加了手术的随意性和操作难度, 接骨板与骨表面的吻合性、内固定的稳定性和复位的正确性都难以保证。对于医用不锈钢、钛及钛合金材料而言, 这种冷变形理论上是被禁止的, 因为冷折弯将改变材料内部的金相结构, 降低它的强度及耐腐蚀性能。手术中接骨板的再塑形可能是导致内固定失败的原因之一。另外接骨板上螺钉孔的位置, 有时不能满足固定所有骨折块的要求, 有时螺钉孔正好在骨折线上,

影响内固定的强度和效果。上述情况都可能是造成内固定失败的另一原因。

基于现有解剖型接骨板在个性化方面存在的缺点及不足等问题。本实验探索利用个人计算机及现有软件, 用 CT 原始数据建立股骨远端骨折模拟复位及个性化解剖型接骨板的三维实体模型, 对个性化解剖型接骨板的设计进行理论研究。

11 下颌骨缺损个体化修复体的应力分析与优化设计

龚振宇(解放军南京军区福州总医院口腔科, 福建省福州市 350025)

推荐理由: 下颌骨缺损的范围包括一侧颞状突时, 在应用预成的个体化纯钛假体进行骨缺损修复时, 修复体只能与下颌骨断端进行单端固定, 升颌肌群中嚼肌、翼内肌可以通过缝合复位包绕下颌角部而对抗修复体的下沉, 颞肌则因修复体结构中喙状突的省略而无法与修复体形成连接, 蝶下颌韧带、翼下颌韧带及茎突下颌韧带 3 组下颌骨悬吊韧带也因失去附丽而丧失对抗下沉的作用, 术后患者在张口运动及咀嚼时, 修复体以及下颌骨残端势必因受力而发生变形, 本研究中建立了下颌骨断端的简易三维模型和 3 种修复体模型, 通过有限元应力分析, 了解单端固定式下颌骨修复体在功能运动时的受力与变形规律, 优化修复体的设计和固定方式。

详见: http://www.crter.org/Html/2011_12_08/2_64028_2011_12_08_182642.html