微创椎间融合不对称固定的稳定性和椎体应变分布研究

左明相[1],龚 进[1],刘玉武[2],程志军[2],赵卫东[3] (1. 万州区第一人民医院骨科,重庆 404100;2. 江山市人民医院骨科,浙江 舟山 324100;3. 南方医科大学解剖教研室,广东 广州 510515)

[摘 要] **目的** 研究腰椎微创经椎间孔椎体间融合术(MI-TLIF)不对称内固定条件下节段稳定性和椎体前柱应变分布特点。**方法** 采用新鲜小牛腰椎标本 8 例,完成 $L_4 \sim L_5$ 节段完整状态测试后建立 TLIF 手术损伤模型,分别测试右侧椎弓根螺钉固定(UPS)、右侧椎弓根螺钉加对侧经关节突椎弓根螺钉(UPS + TFPS)固定、双侧椎弓根螺钉固定(BPS)状态的三维运动范围(ROM),同时在 L_4 椎体前柱表面用电阻应变片技术测量在前屈和侧弯运动中电阻应变数据。**结果** UPS + TFPS 和 BPS 固定状态的稳定性效果接近,UPS 固定抗旋转稳定性不足。UPS + TFPS 固定后椎体前柱应变在前屈和侧弯运动下较 BPS 固定分别增加 21.8% 和 24.2%。**结论** UPS + TFPS 固定提供有效稳定的同时可以实现更好的椎体-内植物载荷共享。

[关键词] 微创椎间融合术;不对称固定;应变分布;生物力学稳定性

[中图分类号] R681.51 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2014)05-0496-04

Biomechanic analysis of the stability and vertebra strain distribution of asymmetrical posterior internal fixation in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion

ZUO Ming-xiang, GONG Jin, LIU Yu-wu, Cheng Zhi-jun, ZHAO Wei-dong (Department of Orthopedics, the First People's Hospital of Wanzhou, Chongqing 404100, China)

Abstract: Objective To assess the biomechanical stability and vertebra strain distribution of asymmetrical posterior internal fixation for minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF). **Methods** Range of motion (ROM) and strain distribution testing were performed in 8 fresh-frozen calf lumbar spine motion segments in flexion/extension, lateral bending, and axial rotation using 5.0 Nm torques at the L4-5 motion segment. The sequential test configurations included intact motion segment, TLIF with unilateral pedicle screw (UPS), TLIF with UPS plus transfacet pedicle screws (UPS + TFPS), and TLIF with bilateral pedicle screw (BPS). The ROM was determined to assess the construct stability. Strain distribution was recorded along with flexion and lateral bending configurations. **Results** In flexion/extension, lateral bending, and axial rotation, there was no significant difference in the ROM between BPS and UPS + TFPS fixation after TLIF. After TLIF, the UPS construct provided less segment stability than BPS and UPS + TFPS fixation in flexion, lateral bending. Strain distribution under UPS + TFPS fixation was respectively 21.8% and 24.2% higher than that under BPS fixation along with flexion and lateral bending. **Conclusion** UPS + TFPS fixation provides stability comparable to that of MI-TLIF with bilateral PS, with better load share with the vertebrae body.

Keywords: minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; asymmetrical posterior internal fixation; strain distribution; biomechanics stability

微创腰椎经椎间孔椎体间融合术(Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion, MI-TLIF)由 Foley 等[1]于 2003 年首先介绍,由于其拥有 TLIF 本身独特的手术入路,又拥有微创技术减少术中损伤的特点,越来越受到脊柱外科医生的青睐。目前主流的 MI-TLIF 后路固定方式为双侧的椎弓根螺钉固定(Bilateral Pedicle Screw, BPS),同时也存在单侧椎弓根螺钉固定(Unilateral Pedicle Screw, UPS)以及单侧椎弓根螺钉联合对侧经关节突椎弓根螺钉固定(UPS plus TransFacet Pedicle Screw, UPS + TFPS)2 种方式。其中 UPS + TFPS 固定由于其特殊的稳定效果引起了更多的关注,相关的生物力学稳定性研究以及相关的临床研究报道均肯定其为可靠的固定方式[2-3]。由于腰椎融合术后加速邻近节段退变的问题越来越受到重视,该固定方式对腰椎力学传导和分布产生的影响尚需进一步研究。目前还没有关于 UPS + TFPS 固定后相应节段在运动中的应变分布情况的报道。本实验拟完成 UPS + TFPS 固定状态下三维运动稳定性和椎体应变分布的研究,为临床应用提供进一步的理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

本实验选取 8 具 6 ~ 8 周龄新鲜小牛腰椎标本。取出解冻

doi:10.11659/jjssx.1672-5042.201405017

[收稿日期] 2014-06-29 [修回日期] 2014-07-24

好的标本,剔除目标节段的肌肉、脂肪组织,避免破坏其他结构,保留完整的关节囊、韧带、椎间盘及骨性结构,通过透视排除骨性结构损伤、破坏、肿瘤和畸形,截取 $L_3 \sim L_6$ 节段标本,将标本上下两端钉入数枚螺钉增加把持力,之后分别浇注相互平行的牙托粉平台(上海齿科材料厂,自凝型)。椎弓根钉棒、关节突椎弓根螺钉及椎间融合器等植入材料由威高生物材料有限公司提供。单轴式电阻应变片由华欧电阻有限公司提供。

1.2 实验方法

将标本安装于三维运动试验机上,选择 $L_4 \sim L_5$ 作为受试节段,在椎体两侧插入红外示踪标志。在 L_3 椎体内上缘对标本施加 5 Nm 的纯力偶矩以产生前屈、后伸、左右侧弯和左右轴向旋转运动 6 种生理运动,通过步态捕捉系统记录 $L_4 \sim L_5$ 节段的三维运动数值(ROM)。每个重复 3 次,为了减少标本松弛、粘弹性等效应的影响,选择记录第 3 次 ROM 数据。测试完整状态之后,采用右侧关节突切除加椎间盘切除加椎间融合器植入方法建立 TLIF 手术损伤模型,然后依次采用 3 种不同的内固定组合进行生物力学测试:右侧椎弓根钉棒固定(UPS),右侧椎弓根钉棒加对侧经关节突椎弓根螺钉固定(UPS + TFPS),双侧椎弓根螺钉固定(BPS)。在 L_4 椎体中部左、右两侧各粘贴 1 片电阻式应变片。应变片位置低于 L_4 椎弓根螺钉置钉平面 2 mm,其纵轴平行于椎体纵轴。电阻应变片采集前屈和左右侧弯运动状态下的电阻应变数据。测试过程中对标本使用生理盐水喷雾,保持标本新鲜湿润。

1.3 统计学处理

ROM 采用重复测量方差分析处理,电阻应变数据采用秩和检验分析方法。$P<0.05$ 为检验数据有统计学意义,实验结果应用 SPSS 16.0 软件进行处理。

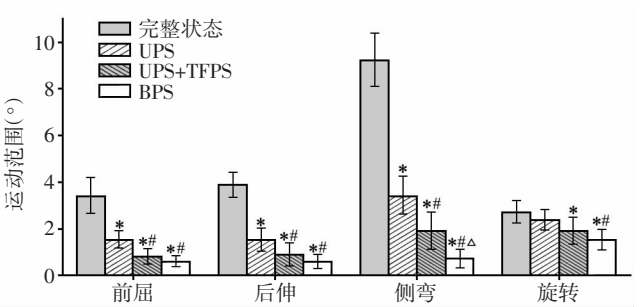
2 结果

2.1 ROM 值结果

各种测试状态下 ROM 值见图 1,UPS + TFPS 和 BPS 固定状态与完整状态比较,在屈伸、侧弯和旋转稳定性上都有显著性差异($P<0.05$),而 2 种固定方式之间却没有显著性差别($P>0.05$)。UPS 固定状态下,仅在屈伸和侧弯方向上显著低于完整状态($P<0.05$),而在旋转稳定性中没有显著性差异($P=0.182$),同时它也显著高于 BPS 固定状态下的 ROM 值($P<0.05$)。此外,UPS 固定状态在屈伸和侧弯运动中的 ROM 显著高于 UPS + TFPS 和 BPS 固定状态($P<0.05$)。

2.2 椎体应变情况

前屈和侧弯运动下的椎体应变分布见图 2 和图 3。总体而言,前屈运动下椎体为压缩应变,左侧弯时左侧椎体为压缩应变而右侧椎体为牵张应变,右侧弯运动时则相反。除外前屈运动下的左侧椎体应变分布,各个固定状态间的应变分布的差异不显著(表 1)。在 UPS 固定状态下,侧弯运动时右侧椎体应变值高于左侧椎体,即椎弓根螺钉固定侧的应变分布更高,而 UPS + TFPS 和 BPS 固定状态下侧弯运动时应变分布呈现对称性变化。UPS + TFPS 固定的椎体应变分布较 BPS 固定在前屈和侧弯运动中分别增加了 21.8% 和 24.2%。经 Kruskal-Wallis 秩和检验,椎体左侧应变在不同固定状态下存在差异。



*:与完整状态比较,$P<0.05$;#:与 UPS 比较,$P<0.05$;△:与 UPS + TFPS 比较,$P<0.05$;

图 1 不同测试状态下 $L_{4\text{-}5}$ 节段在三维运动下的角位移比较

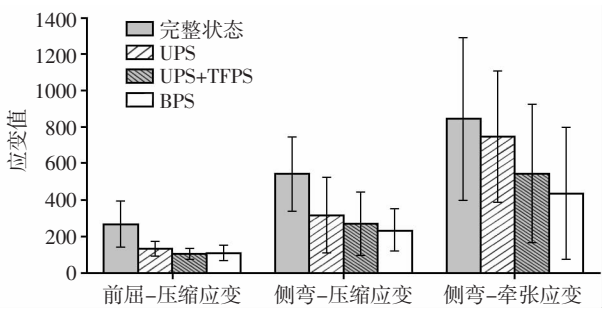


图 2 左侧椎体不同固定状态下的应变绝对值比较

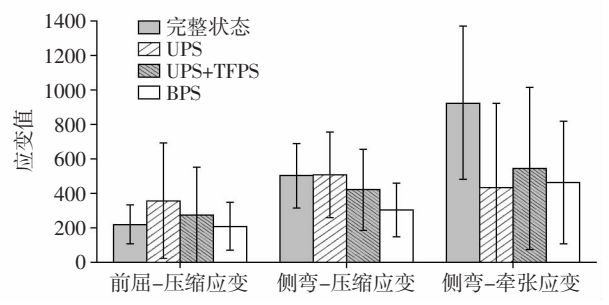


图 3 右侧椎体不同固定状态下的应变绝对值比较

表 1 不同固定状态应变力分布情况

	前屈运动	侧弯压缩应变	侧弯牵张应变
椎体左侧应变	0.009	0.091	0.076
椎体右侧应变	0.807*	0.154*	0.115*

*:与椎体左侧应变比较,$P<0.05$

3 讨论

近年来微创经椎间孔腰椎椎间融合术(MI-TLIF)越来越被脊柱外科医生所接受。这种手术方式可以减少术中出血,减轻术后腰痛程度,缩短住院时间,减少使用止痛药以及缩短患者重病休的时间[4-5]。MI-TLIF 可以通过椎间融合器联合后路的内固定器械达到术后即刻的稳定性,维持椎间高度以及实现良好的椎间融合[6]。目前临床应用中,MI-TLIF 辅以双侧椎弓根螺

钉固定的对称固定仍是最常使用的固定方式。但是出于卫生经济学的角度考虑,同时由于微创手术降低了对节段稳定性的破坏,由此产生了节段固定强度需求下降的可能,更便捷的不对称后路固定方式也在不断被提出和验证。单侧椎弓根螺钉固定(UPS)以及单侧椎弓根螺钉联合对侧经关节突椎弓根螺钉固定(UPS + TFPS)2 种方式就是其中的代表。

Awad 等[2]的临床研究中比较了 BPS 和 UPS + TFPS 在 MI-TLIF 中的临床效果和内置物费用,该研究提示两者的疗效相似,UPS + TFPS 固定方式比 BPS 固定方式内置物费用便宜 35%。但是该研究随访时间短,并未给出术后 2 组患者融合率的结果。Hsiang 等[6]报道了 40 例患者应用 UPS + TFPS 方式进行 MI-TLIF 术后固定的短期随访结果,结果提示该方法相对于 BPS 固定而言,可以在提供相似稳定性的前提下更进一步减少组织损伤,但是在使用该方法进行固定时要小心避免神经根损伤。Mao 等[7]研究在 MI-TLIF 中应用 UPS 联合经椎板关节突螺钉固定的方式治疗 16 例复发性椎间盘突出的患者,结果也证实了这种不对称固定效果可靠。Shen 等[8]通过前瞻性随机对照研究了解在 MI-TLIF 术后采用 UPS 和 BPS 固定的效果,通过临床效果和影像学资料的比较,在术后第 1 年终所有患者均实现了植骨融合,两者的各项临床效果评分以及影像学结果均无显著差异,作者认为腰椎退行性疾病中 MI-TLIF 术后采用 UPS 可以提供足够的围手术期稳定性。Nader 等[9]的临床研究中也得出了相似的结果。但是,也有临床研究在肯定 UPS 与 BPS 有相似临床结果的同时指出,BPS 的长期临床效果要优于 UPS[10]。

在关于 MI-TLIF 的不对称固定的生物力学研究得出的结论却和临床研究的结论有所不同。总体而言,在 TLIF 手术模型中,UPS 固定的 ROM 值测试结果是最不稳定的,而 UPS + TFPS 和 BPS 的 ROM 值比较接近,同时在侧弯或者旋转稳定性上可能显著优于 UPS 固定[3,11-12]。同时,有限元分析的结果也支持 UPS + TFPS 的固定方式既弥补了 UPS 固定的缺陷,获得和 BPS 固定相似的稳定性,同时还可以减少应力遮挡效应促进椎间植骨融合[13],本研究结果证实在 UPS + TFPS 固定方式下椎体前柱应变较 BPS 固定方式有所增加,也提示该固定方式有利于前柱载荷分享,减少应力遮挡效应。

本研究中所获得的运动学数据和文献报道的结果基本一致[11-12]。3 种固定方式中,BPS 固定后的 ROM 值最小,稳定性最好。UPS + TFPS 固定与 BPS 固定在各种运动状态下节段稳定性基本相同。UPS 固定的效果最差,特别是在侧弯和旋转中 ROM 值均显著高于 BPS 和 UPS + TFPS 固定。在 UPS 固定状态下,侧弯运动右侧椎体应变高于左侧椎体,说明 UPS 固定后应力容易集中于椎弓根螺钉侧,这与有限元分析 UPS 模型固定之后的效果是一致的[13]。这也提示了 UPS 固定可能造成节段应力分布不均匀的潜在风险。

就目前的研究结果而言,UPS + TFPS 固定方式的临床研究结果和生物力学研究结果是一致的,但是 UPS 固定的临床研究结果和生物力学研究结果存在差异,是什么导致了这种差异的产生呢? 可能原因之一在于离体的生物力学研究并不能代表机体真实的状况,活体内的肌肉韧带复合体对于脊柱稳定性的维持无法再离体模型中评估[11]。同时,微创的手术方式减少了组织创伤[14],减少了对骨骼-肌肉-韧带系统协调性的破坏,更大程度保留了机体对抗节段不稳定的能力,直接降低了依靠后路固定提供的稳定性的需求。这是介于传统坚强固定提供的稳定性和实现植骨融合所需的稳定性两者之间的一种状态[15-16]。近期也有学者基于此种假设提出了脊柱后路柔性固定的概念[16]。另外一种可能是,UPS 固定降低了后路内植物的强度,从而增加了前柱以及椎间融合的载荷共享,有利于实现椎间植骨融合。以上两种关于 UPS 的假设仍需要进一步的临床研究和生物力学研究去证实。

在 MI-TLIF 手术中,UPS + TFPS 固定方式的生物力学稳定性与 BPS 固定接近,稳定性明显优于 UPS 固定方式。同时该固定方式有助于实现前后柱的载荷共享,减少应力遮挡效应。因此,UPS + TFPS 固定方式可以作为 MI-TLIF 内固定的有效方式。

[参考文献]

[1] Foley KT, Holly LT, Schwender JD. Minimally invasive lumbar fusion [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2003, 28(15Suppl): S26 - 35.

[2] Awad BI, Lubelski D, Shin JH, et al. Bilateral Pedicle Screw Fixation versus Unilateral Pedicle and Contralateral Facet Screws for Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Clinical Outcomes and Cost Analysis [J]. Global Spine J, 2013, 3(4): 225 - 230.

[3] Xue ZL, Chen ZX, Fu CH, et al. Biomechanical assessment of unilateral pedicle screws plus contralateral transfacetopedicular screws after transforaminal lumbar interbody fusion with two cages [J]. Orthop Surg, 2013, 5(4): 274 - 279.

[4] Tian NF, Wu YS, Zhang XL, et al. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a meta-analysis based on the current evidence[J]. Eur Spine J, 2013, 22 (8): 1741 - 1749.

[5] Wu RH, Fraser JF, Hartl R. Minimal access versus open transforaminal lumbar interbody fusion: meta-analysis of fusion rates [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2010, 35(26): 2273 - 2281.

调强放疗和常规放疗联合化疗中晚期鼻咽癌的疗效比较

李旭青,王宏伟,潘明金,钟 竹 (解放军第 324 医院五官科,重庆 400020)

[摘 要] **目的** 观察调强放疗和常规放疗联合化疗对晚期鼻咽癌的疗效及不良反应。**方法** 将Ⅱ~Ⅳ期鼻咽癌患者分为调强放疗组(46 例)和常规放疗联合化疗组(50 例),制定调强放疗和常规放疗联合化疗方案。分析比较 2 组患者的疗效和不良反应。**结果** 调强放疗组的完全缓解率和总缓解率较常规放疗联合化疗组均显著提高;远期疗效无明显差异;调强放疗组的皮肤、口干(腮腺)、口腔黏膜反应明显少于常规放疗联合化疗组,白细胞减少发生率、贫血发生率、肝肾功损害率也明显低于常规放疗联合化疗组。**结论** 使用调强放疗可以明显提高晚期鼻咽癌患者的疗效,降低常规放疗联合化疗引起的不良反应。

[关键词] 鼻咽癌;调强放疗;常规放疗;联合化疗
[中图分类号] R739.6;R730.5 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2014)05-0499-03

Comparison of the efficacy of IMRT and conventional radiation therapy combined with chemotherapy in advanced nasopharyngeal carcinoma

Li Xu-qing (Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology, 324th Hospital of PLA, Chongqing 400020, China)

Abstract: Objective To observe the curative effect and adverse reactions of IMRT and conventional radiotherapy combined with chemotherapy in treating patients with advanced nasopharyngeal carcinoma. **Methods** The patients were divided into the IMRT group (46 cases) and conventional radiotherapy combined with chemotherapy group (50 cases). Making the IMRT and conventional radiotherapy combined with chemotherapy treatment plan, and analyze the curative effect and adverse reaction of the two groups. **Results** Compared with the conventional radiotherapy combined with chemotherapy group, IMRT group has a significantly increase in complete remission rate and overall response rate, but there is no significant difference in long-term efficacy. The skin, dry mouth (parotid), and oral mucositis response is lower in IMRT group, and the neutropenia incidence, prevalence of anemia, liver and kidney function damage rate is also significantly lower than conventional radiotherapy combined with chemotherapy. **Conclusion** The IMRT can significantly improve the curative effect in treatment of advanced nasopharyngeal carcinoma and reduce the adverse reactions compared with the conventional radiotherapy combined with chemotherapy.

Keywords: nasopharyngeal carcinoma; IMRT; conventional radiotherapy; combined chemotherapy

doi:10.11659/jjssx.1672-5042.201405018
[收稿日期] 2014-06-03 [修回日期] 2014-06-30

[6] Hsiang J, Yu K, He Y. Minimally invasive one-level lumbar decompression and fusion surgery with posterior instrumentation using a combination of pedicle screw fixation and transpedicular facet screw construct [J]. Surg Neurol Int, 2013, 4:125.
[7] Mao KY, Wang Y, Xiao SH, et al. A feasibility research of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) using hybrid internal fixation for recurrent lumbar disc herniation[J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2013, 51(8):723-727.
[8] Shen XL, Wang L, Zhang HL, et al. Radiographic Analysis of One-level Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (MI-TLIF) With Unilateral Pedicle Screw Fixation for Lumbar Degenerative Diseases[J]. J Spinal Disord Tech, 2013. [Epub ahead of print]
[9] Nader SD, Alexander TN, Cort DL, et al. Outcome following unilateral versus bilateral instrumentation in patients undergoing minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: a single-center randomized prospective study[J]. Neurosurg Focus, 2013, 35(2):E13.
[10] Choi UY, Park JY, Kim KH, et al. Unilateral versus bilateral percutaneous pedicle screw fixation in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. Neurosurg Focus, 2013, 35(2):E11.
[11] 王建华,王善琛,陈立业,等. 几种微创椎间融合术内固定术式的生物力学比较[J]. 脊柱外科杂志,2011,9(1):35-38.
[12] 敖俊,靳安民,赵卫东,等. 腰椎经椎间孔椎体间融合不对称内固定的生物力学稳定性实验研究[J]. 南方医科大学学报,2009,29(5):959-961.
[13] 肖波. MIS-TLIF 采用不同内固定的三维有限元研究[D]. 中国人民解放军军医进修学院,2013.
[14] 韦 溦,杨星华,官正华,等. 微创治疗腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. 局解手术学杂志,2013,22(2):180-181.
[15] 林周胜,黄志平,陈建庭,等. 棒直径对椎弓根螺钉固定稳定性和脊柱承载影响的生物力学研究[J]. 实用医学杂志,2013,29(1):1-3.
[16] 林周胜,黄志平,陈建庭,等. 柔性和动态椎弓根螺钉固定系统抗压缩性能的生物力学研究[J]. 中国临床解剖学杂志,2013,31(2): 200-204.

(编辑:周小林)