维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:0253－3626(2003)02－0208－02

经皮穿刺椎体成形术的体外力学性能研究

邓忠良，程　昀，赵大渝，黄朝梁，周言忠

(重庆医科大学第二临床学院骨科,重庆　400010)

【摘　要】目的:探讨经皮椎体成形术对椎体力学强度的影响作用。方法:4 具完整老年女性胸腰段脊柱($T_{11}－L_2$),X 线摄片无明显病理异常,用 DEXA 测定脊柱骨密度 BMD,将标本游离成单个椎体,将每例标本的 4 个椎体随机选择 2 个共 8 个椎体进行骨水泥 PMMA 注射构成椎体成形术组(A 组),余 8 个椎体为对照组(B 组)。A 组行椎体成形术注射加显影剂的低粘度骨水泥 5ml。注射后摄轴位 X 线片了解骨水泥分布情况。测试 A 组和 B 组椎体静态压缩下的最大抗压强度及刚度。结果:所有椎体 BMD 的 T 值提示为中重度骨质疏松(T 值－3.15～－4.66,平均－3.87)。A 组注射 5ml 骨水泥后轴位片示骨水泥分布面积皆大于 50%。A 组的最大抗压强度和刚度分别为 2645±478N 和 1317±281N/mm;B 组最大抗压强度 1862±620N,刚度为 1025±233N/mm。两组比较最大抗压强度及刚度均存在显著性差异($P<0.05$)。结论:骨质疏松椎体内注射骨水 PMMA 可显著改善其力学性能,临床应用经皮椎体成形术可达到强化椎体的目的。

【关键词】经皮穿刺椎体成形术;骨水泥;椎体;压缩强度

【中国图书分类法分类号】R686.1　　【文献标识码】A　　【收稿日期】2002－07－22

The biomechanical strengthening effect of percutaneous vertebroplasty

DENG Zhongliang, et al

(*Department of Orthopaedics, Second College of Clinical Medicine, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To examine whether percutaneous vertebroplasty is effective in biomechanical strengthening vertebral body. *Methods*: Four vertebral bodies ($T_{11}－L_2$) from each of four fresh spines were harvested from female cadavers (age, 70±5 years), screened for BMD using DEXA and separated into individual vertebral bodies. Two vertebrae of each set were selected at random to be vertebroplasty group (Group A, n=8); others were control group (Group B, n=8). Each vertebra of Group A was injected with 5 ml low viscosity polymethylmethacrylate (PMMA) using transpedicular approach. The strength and stiffness of these vertebral bodies were measured. *Results*: The BMD indicated two group vertebral bodies suffered from serious osteoporosis (T= －3.15 to －4.66). The strength and stiffness were 2645±478N and 1317±281N/mm in group A; 1862±620N and 1025±233N/mm in group B. Vertebral body strength of group A after injection of PMMA was stronger than that of group B ($P<0.05$). *Conclusion*: Injection of PMMA using percutaneous vertebroplasty technique appeared to have strengthened osteoporotic vertebral bodies.

【Key words】Percutaneous vertebroplasty; Bone cement; Vertebral body; Compression strength

经皮穿刺椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)通过向椎体内注射骨水泥聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmetharcylate,PMMA)来对椎体骨质疏松压缩骨折进行微创治疗已在临床上取得了良好效果[1,2],该治疗方法能迅速解除患者疼痛,稳定脊柱,减少卧床时间、预防椎体再塌陷[1~3]。但作用机理尚不清楚,许多学者认为可能机理之一是由于骨水泥注入椎体后增强了椎体力学性能、减少骨折部位的活动从而解除疼痛[4]。经皮穿刺椎体成形术注射骨水泥对椎体力学性能的影响近年国外已有报道[5],国内尚缺乏这方面资料。本实验通过体外进行椎体成形术,测定椎体内注射骨水泥后力学性能变化情况,从生物力学角度证实经皮椎体成形术具有改善椎体力学性能的作用。

作者介绍:邓忠良(1965－　),男,副教授,
主要研究方向:代谢性骨病,微创骨科。

1　材料和方法

1.1　标本准备

采用 4 具冻存的新鲜老年女性胸腰段($T_{11}－L_2$)脊柱标本,年龄 62～80 岁(70±5 岁),实验前 24h 取出后在室温下自然解冻,去除周围软组织,摄正侧位 X 线片排除先天性畸

维普资讯 http://www.cqvip.com

形、骨折及肿瘤等病理异常。用 Hologic QDR－4500EW 双能X线骨密度仪(DEXA)分别测定 4 具椎体标本骨密度(BMD),获得每具标本 T 值。将标本游离成单个椎体,去除椎间盘组织(保留软骨板)和大部份椎弓根及所有附件结构。同一具标本来源的 4 个椎体中随机选择 2 个(共 8 个)椎体组成经皮穿刺椎体成形术骨水泥注射组(A 组),余为对照组(B 组。)

1.2 *实验方法*

1.2.1 体外椎体成形术 模拟临床经皮穿刺椎体成形术对A组椎体进行经椎弓根穿刺椎体成形术。注射前摄椎体轴位X线片,置椎体入 37℃水浴箱中水浴 2h,然后在正侧经 X 线透视监视引导下进行穿刺和注射。采用 11G 骨髓穿刺活检针经一侧椎弓根残端穿刺入椎体中前 1/3 交界处。在低粘度骨水泥 40g 粉中加入 8g 高纯度(99.999%)硫酸钡粉,混匀后加单体聚合液,将稀糊状骨水泥 5ml 装入注射器中,在透视监视下将 5ml 骨水泥加压注射入椎体。如出现骨水泥向椎体外溢或注射阻力过大无法进一步注射时停止注射,计算注入骨水泥量,此时再按上述方法进行对侧经椎弓根穿刺注射,使每个椎体内注入骨水泥的量均为 5ml。注射毕置椎体入 37℃水浴 24h 以模仿体内生理状态,利于骨水泥完全固化。B 组椎体不作穿刺和注射,A、B 组椎体用盐水纱布包裹－20℃保存待力学测试。

1.2.2 力学测试 将 A、B 组椎体取出室温解冻 24h,参照文献方法[6],在 Instron 材料测试机上进行单向压缩试验。把每个椎体放置于两铝板中间进行测试,加载点位于椎体前方皮质后侧 5mm 处,加载前测量椎体前缘高度,然后以 5mm/min 加载速率进行轴向压缩,压力和变形(位移)数据被自动以 10Hz 频率采集和记录。系统自动显示压力－位移曲线,当发生椎体骨折(前缘高度压缩 25%)时停止加载。此时压力－位移曲线上的峰值负荷(Peak load)即为椎体发生骨折前的最大抗压强度。根据 Tohmeh 方法[4],将曲线上 448N 到 1112N 之间直线部分的斜率作为椎体的刚度,因在此区域椎体的变形基本是弹性变形。

2 结 果

4 具椎体标本骨密度 BMD 测定 T 值为－3.15～－4.66,平均－3.87,属于中重度骨质疏松。

椎体成形术组(A 组)8 个椎体中 5 个椎体单侧穿刺即完成 5ml 骨水泥的注入,单侧注射不足 5ml(其中 2 个椎体出现骨水泥外漏、1 个椎体注射阻力过大)的 3 个椎体经双侧注射完成。8 个椎体注射后摄轴位片显示骨水泥分布均大于 50% 面积,显示分布方式接近。

力学测试结果,椎体成形术组(A 组)最大抗压强度为 2645±478N,椎体刚度为 1317±281N/mm;对照组(B 组)最大抗压强度为 1862±620N,刚度为 1025±233N/mm。两组间比较 t 检验,A 组最大抗压强度明显高于 B 组最大抗压强度($t=2.83$, $P=0.02$),A 组刚度也显著高于 B 组刚度($t=2.26$, $P<0.05$)。

3 讨 论

椎体骨质疏松性骨折是由于椎体力学性能下降情况下,在轻微外力或自身体重作用下发生的。椎体生物力学性能指标中最重要的是最大抗压强度和刚度。最大抗压强度反映椎体的载荷能力,刚度是指椎体在轴向载荷作用下抵抗变形的能力。当椎体所受压缩负荷超过其最大抗压强度时即发生椎体压缩骨折。

已有研究表明椎体最大抗压强度和刚度与 BMD 呈显著正相关[4,5],当骨质疏松时,骨密度下降,椎体最大抗压强度和刚度下降,骨折容易发生。采用经皮穿刺椎体成形术向骨质疏松椎体和骨质疏松性压缩骨折椎体内注射骨水泥 PMMA,理论上可由于 PMMA 扩散充填在骨小梁间从而稳定骨折的骨小梁,协助支撑,分担应力,通过改善椎体力学性能达到治疗作用。

本实验选择老年女性尸体标本,根据临床骨质疏松椎体压缩骨折最常发生在胸腰段的情况,使用胸腰段椎体($T_{11}-L_2$)进行椎体成形术和力学测试。标本经 DEXA 检测符合骨质疏松标准,并对 4 具尸体标本来的各 4 个椎体进行随机分出两个组成椎体成形术组(A 组)和对照组(B 组),这样 A 组 B 组在骨密度、本身力学性能方面相近,差异无显著性,B 组力学测试结果可看作是 A 组椎体未行骨水泥注射前的力学指标。

实验中 A 组模拟临床经皮穿刺椎体成形术进行椎体穿刺注射骨水泥,为减少干扰因素,均向椎体内注入 5ml PMMA。力学检测结果 A 组最大抗压强度为 2645±478N,明显高于 B 组的 1862±620N,说明椎体成形术注射 PMMA 可改善最大抗压强度,与文献[5,6]报道相近。本实验结果 A 组刚度也较 B 组明显增高,显示骨质疏松椎体内注射 PMMA 也可改善其刚度。

因此,通过本实验可证实椎体内注入 PMMA 后增强其最大抗压强度和刚度,提示 (下转第 212 页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

胞破坏的严重程度和血液的清洗彻底与否有关。特别应注意的是,血细胞在血管内存受的是正压,而在血液回收过程中却遭受负压吸引,负压的大小直接影响浓缩红细胞的质量,负压越大对血球的破坏越严重,因此应尽量保持较低的负压,一般不宜超过 -150～-200mmHg,减少血细胞的破坏,提高回收血细胞质量[6]。如果细胞破坏严重,导致细胞内 K^+ 外流,加之清洗不彻底,可能导致回收血液中 K^+ 浓度较高,因此,回收时要清洗彻底,避免高 K^+ 发生。

总之,血液回收不仅可用于择期非肿瘤病人,它还可用于非污染的急诊大出血病人。术中自体输血不仅安全有效,而且无输血反应,此外还大大节约了血液资源,缓解了医疗用血的供需矛盾;而且也避免了异体输血的副作用。自体输血是医学发展的新趋势。

参 考 文 献

[1] Anand N, Idio FG, Remer S, et al. The effects of perioperative blood salvage and autologous blood donation on transfusion requirements in scoliosis surgery[J]. J Spinal Disord, 1998; 11(6): 532 - 534.

[2] Cataldi S, Bruder N, Dufour H, et al. Intraoperative autologous blood transfusion in intracranial surgery [J]. Neurosurgery, 1997; 40(4): 69 - 71.

[3] Hebert PC, Wells G, Blajchman MA, et al. Transfusion requirements in critical care investigators, Canadian critical care trials groups[J]. N Engl J Med, 1999; 340(6): 409 - 411.

[4] Yamada T, Yamashita Y, Terai Y, et al. Intraoperative blood salvage in abdominal uterine myomectomy[J]. Int J Gynaecol Obstet, 1997; 56(2): 141 - 145.

[5] Sarert T, Gil W, Rosenbery I, Carpellotti D, et al. Cell saver efficacy for routine coronary artery bypass surgery[J]. Perfusion, 1996; 11(1): 71 - 77.

[6] 张凤霞,赵砚丽,程 彤,等. 回收式自体输血在 70 例手术中的应用[J]. 中华麻醉学杂志, 2001; 21(9): 571 - 572.

(上接第 207 页)

[4] Hynes NE, Stem DF. The biology of erbB - 2/neu/HER - 2 and its role in cancer[J]. Biochim Biophys Acta, 1994; 1198: 165 - 184.

[5] Yonemura Y, Ninomiya I, Yamagachi A, et al. Evahuation of immunoreactivity for C - erbB - 2 protein as a marker of poor short term prognosis in gastric cancer[J]. Cancer Res, 1991; 51: 1034 - 1038.

[6] Ishidat T, Kaneko S, Akazawa K, et al. Proliferating cell nuclear antigen expression and argyrophilic nucleolar organizer regions as factors influencing prognosis of surgically treated lung cancer patients[J]. Cancer Res, 1993; 53: 5000 - 5003.

[7] Ng IO Lai EC. Prognostic significance of proliferating cell nuclear antigen expression in hepatocellular carcinoma[J]. Cancer, 1994; 73: 2268 - 2274.

(上接第 209 页)

临床经皮穿刺椎体成形术治疗椎体压缩骨折时可达到强化椎体、改善力学性能的作用。

参 考 文 献

[1] Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, et al. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: Technical aspects[J]. Am Neuroradiol, 1997; 18: 1897 - 1904.

[2] Amar AP, Larsen DW, Esnaashari N, et al. Percutaneous transpedicular polymethylmethacrylate vertebroplasty for the treatment of spinal compression fractures[J]. Neurosurgery, 2001; 49: 1105 - 1114.

[3] Deramond H, Depriester C, Galibert P, et al. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: technique, indications and results[J]. Radiol Clin North Am, 1998; 36: 533 - 546.

[4] Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, et al. Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the treatment of osteoporotic compression fractures [J]. Spine, 1999; 24: 1772 - 1776.

[5] Belkoff SM, Maroney M, Fenton DC, et al. An in vitro biomechanical evaluation of bone cements used in percutaneous vertebroplasty[J]. Bone, 1999; 25(2 Suppl): 23S - 26S.

[6] Belkoff SM, Mathis JM, Erbe EM, et al. Biomechanical evaluation of a new bone cement for use in vertebroplasty[J]. Spine, 2000; 25: 1061 - 1064.