

# 经皮穿刺椎体后凸成形术中骨水泥与硫酸钙应用的对比\*

白明, 银和平

## Calcium sulfate cement versus polymethylmethacrylate in percutaneous kyphoplasty

Bai Ming, Yin He-ping

### Abstract

**BACKGROUND:** Osteoporosis caused by the vertebral fractures in orthopedic clinical disease is very common; due to pain, kyphosis affects the quality of life of older persons. In recent years using balloon kyphoplasty (PKP) treatment of the disease to obtain good clinical, but its use of traditional bone cement filler has many shortcomings, and injectable calcium sulfate is a biocompatible, safe and effective bone substitute material, as the method of filling enhanced to make up for the lack of bone cement.

**OBJECTIVE:** By analyzing and summarizing bone cement and injectable calcium sulfate in the kyphoplasty in applied research since 1975, to look for ideal filling materials for kyphoplasty.

**METHODS:** By using "osteoporosis, percutaneous kyphoplasty (PKP), calcium sulfate cement (CSC), polymethylmethacrylate (PMMA)" as keywords, we retrieved articles published 1975-01/2009-12 included in Wanfang database and PubMed database. Irrelevant and the repetitive contents were excluded. Twenty-five documents retained for further analysis.

**RESULTS AND CONCLUSION:** Ideal effective implants may be injection shall be of good, can precisely infuse fracture sites, and may reduce the injection pressure; they can rapidly be solidified, have enough mechanical strength, stable, immediately recover vertebral body load capacity; Solidification low temperature, can reduce heat damage to nearby tissue; A good imaging capabilities, can develop during the operation, which precisely control the location and depth of the filler; can be slowly biodegradable; Material origin is widespread, and cheaper prices. At present there is no a filling materials can completely have the above advantages. Therefore, the research to develop a kind of ideal filling materials for clinical use is an important task in the future.

Bai M, Yin HP. Calcium sulfate cement versus polymethylmethacrylate in percutaneous kyphoplasty. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(16):2937-2940. [http://www.crter.cn http://en.zgckf.com]

Department of Microinvasive Spinal Surgery, Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical College, Hohhot 010030, Inner Mongolia Autonomous Region, China

Bai Ming★, Studying for master's degree, Physician, Department of Microinvasive Spinal Surgery, Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical College, Hohhot 010030, Inner Mongolia Autonomous Region, China  
baiming156@sina.com

Received: 2010-12-12  
Accepted: 2011-03-16

### 摘要

**背景:** 近几年采用球囊扩张椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折获得很好临床疗效,但其使用的传统填充物骨水泥有诸多缺点,而可注射硫酸钙是一种生物相容性好,安全有效的骨替代材料,作为充填强化的方法,弥补了骨水泥的不足。

**目的:** 分析和总结 1975 年以来骨水泥与可注射硫酸钙在椎体后凸成形术中的应用研究,寻求适合椎体后凸成形术中的理想新型填充材料。

**方法:** 分别以“骨质疏松症,椎体后凸成形术,硫酸钙,骨水泥”,“Osteoporosis, percutaneous kyphoplasty(PKP), calcium sulfate cement(CSC)、polymethylmethacrylate(PMMA)”为检索词,应用计算机检索万方数据库及 PubMed 数据库 1975-01/2009-12 有关文章。纳入有关椎体后凸成形术填充材料的文献,排除与研究目的无关和内容重复者,保留 25 篇文章做进一步分析。

**结果与结论:** 目前骨水泥(PMMA)仍是临床上最常用的椎体成形材料,适合应用于严重骨质疏松性椎体骨折的治疗,但还存在骨水泥的渗漏等诸多缺点。可注射硫酸钙作为填充物生物相容性好,是安全有效的骨替代材料,其抗压强度相当于松质骨,可用于负重,无聚热反应( $< 30^{\circ}\text{C}$ ),即使渗漏对周围组织及神经的损害很小,可完全被生物降解吸收,具有良好的微孔性,作为支架材料可吸附干细胞、成骨细胞、生物因子或化疗药物,但也存在可注射性差,止痛效果不如骨水泥明显等不足。因此研究开发出一种理想填充材料,供临床使用是今后的一项重要课题。

**关键词:** 骨质疏松症;椎体后凸成形术;硫酸钙;骨水泥;综述文献

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.16.020

白明, 银和平. 经皮穿刺椎体后凸成形术中骨水泥与硫酸钙应用的对比[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(16):2937-2940. [http://www.crter.org http://cn.zgckf.com]

内蒙古医学院第二附属医院微创脊柱外科,内蒙古自治区呼和浩特市 010030

白明★,男,1981年生,内蒙古自治区呼和浩特市人,蒙古族,内蒙古医学院在读硕士,医师,主要从事微创脊柱外科研究。  
baiming156@sina.com

中图分类号:R318  
文献标识码:A  
文章编号:1673-8225  
(2011)16-02937-04

收稿日期:2010-12-12  
修回日期:2011-03-16  
(20100716006NW·W)

## 0 引言

骨质疏松症是表现为骨骼骨量丢失,易发生骨折的全身性疾病。骨量减少与骨结构改变都影响骨的生物力学性能,由于椎体生物力学性能出现明显降低。严重骨质疏松患者,在轻度外伤,

甚至无明显外伤情况下即可引起骨折。骨质疏松症是一种渐进性疾病,是严重影响人们生活质量的世界范围的健康问题,该疾病仅发生于人类,对发病机制的认识很困难<sup>[1]</sup>。

随着社会老龄化的不断增加,骨质疏松的发生率也随之上升,在中国,骨质疏松患者达到 9 000 万,占总人口的 7.1%,其中 58% 会发生疼

痛, 20%会发生骨折, 尤其老年性骨质疏松性脊柱压缩骨折在临床上较常见, 已经成为老年人, 尤其是老年女性的主要健康问题。其因疼痛, 驼背畸形使胸廓变小, 心肺功能受到不同程度影响, 又合并腰背痛等症状, 严重影响了老年人的生活质量, 在人口老龄化的今天, 给社会和家庭带来很大的负担, 这个问题已引起了医学界和社会的关注。

如何提高治愈率, 减少腰背痛等后遗症的发生, 成为骨质疏松性胸腰椎压缩骨折治疗中的关键问题。以往该病主要的治疗方法是卧床休息、口服钙剂和止痛剂、佩带支具、物理和康复治疗等, 但这些方法卧床时间长(6~8周), 不能恢复椎体高度, 治疗效果差, 并发症多, 如: 坠积性肺炎, 泌尿系感染等, 甚至有的患者不能坚持足够长时间, 提早下床活动, 加重椎体的压缩程度, 加重腰背部疼痛及畸形程度, 使患者的生活质量急剧下降, 死亡率上升<sup>[2-7]</sup>。传统内固定系统, 虽然很好地解决了骨折的复位和固定问题, 但其本身存在创伤大、费用高, 而且疏松椎体对钉棒系统把持力不够, 还需二次手术取内固定等缺点。在内固定取除后易出现椎体高度的再次丢失, 丧失脊柱的生物力学功能。

近年来, 在经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)基础上发展起来的经皮椎体后凸成形术(Percutaneous Kyphoplasty, PKP)得到了广泛应用, 是一项新型微创脊柱外科技术, PKP为经皮穿刺通过椎弓根或直接向椎体内注入填充物(如骨水泥)。通过PKP, 增强了患椎椎体的强度, 患椎能够即刻获得稳定, 疼痛明显缓解, 可早期下床正常活动, 能在一定程度上恢复患椎的高度, 防止伤椎再塌陷, 重建脊柱的生理曲度, 恢复脊柱的正常负重力线。这种方法创伤小, 止痛效果好, 在骨质疏松性椎体压缩性骨折(vertebraleompressionfraeture, OVCF)、轻中度胸腰椎椎体骨折、椎体转移瘤和骨髓瘤等疼痛性椎体病变的治疗中已在国内外开展, 尤其是经皮球囊扩张PKP被认为是理想的选择<sup>[8]</sup>, 但PKP均需通过经皮穿刺的方式向病椎内注入骨填充材料, 因此, 手术可能会伴发一系列与骨填充物注入相关的并发症, 如细胞毒性、缺乏成骨活性、可导致渗漏等并发症的发生和手术疗效的降低等, 促进了研究者对理想的填充物进行不断的探索。本文就此对骨水泥与硫酸钙在PKP中的应用做一综述。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料来源

检索人相关内容: 第一作者。

检索时间范围: 1975-01/2009-12。

检索词: 中文检索词“骨质疏松症, 椎体后凸成形术, 硫酸钙, 骨水泥”, 英文检索词“Osteoporosis、percutaneous kyphoplasty(PKP)、calcium sulfate cement(CSC)、polymethylmethacrylate(PMMA)”

检索数据库: 万方数据库, 网址: <http://www.wanfangdata.com.cn>。PubMed 数据库, 网址: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/>。

检索文献量: 共检索到相关文献45篇。

### 1.2 检索方法

纳入标准: ①与PKP有关的文献。②与PKP填充材料有关的文献。

排除标准: 与纳入标准无关及重复的文献。

质量评估: 计算机初检得到45篇文献, 包括中文20篇, 英文25篇。阅读标题和摘要进行初筛, 排除研究目的与此无关的17篇, 内容重复的研究8篇, 最后保留其中25篇归纳总结。

## 2 结果

2.1 聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥(polymethyl-methacrylate, PMMA) PMMA是PKP最早使用的成形材料, 也是临床最常用, 应用最广泛的填充材料。PMMA最早开始运用于治疗椎体的血管瘤, 后来被陆续应用于脊柱转移瘤姑息性治疗。PMMA的优点是使用方便、疗效确切、价格便宜, 强度高并且在手术后便可即刻达到最大的力学强度; 可通过加入含钆造影剂改善显影特性, 便于及时观察填充时的渗漏情况。

PMMA最显著的特点是: 止痛效果明显<sup>[9-11]</sup>。各国学者报道的疼痛缓解率多数在90%以上<sup>[12]</sup>。

PMMA止痛机制尚不明确, 可能的原因有: ①增加骨折椎体的机械稳定性。椎体骨折和骨质破坏后的疼痛机制之一为机械性不稳定, 椎体内的微小骨折在骨水泥注入后得到了固定, 减少了相对运动; 骨水泥承担了部分负荷, 也减少了健康骨所承受的负荷; 注射骨水泥进行强化后, 椎体不但能部分恢复高度, 而且机械强度增强。②骨水泥注入后, 因机械作用使局部血管阻断、骨水泥聚合时放热或其细胞毒性作用使周围组织的神经末梢坏死。前者增加椎体机械稳定性, 后者破坏疼痛传导, 从而达到止痛效果。

可注射性好。PMMA凝固时间较长, 1 h内达到其最高强度, 所以有充足的注射操作时间。

PMMA应用于椎体成形术有百年历史, 一般认为是安全的, 但可能造成以下后果<sup>[13-14]</sup>: ①具有聚热反应(35~90 ℃)如发生渗漏会直接烧伤周围组织及神经; 据Hulme等<sup>[15]</sup>统计, 在全部临床并发症中, 有66%(PVP)或73%(PKP)都与骨水泥的渗漏有关。②组织相容性差, 不能降解吸收, 一旦注入将成为永久性的异

物, 长时间后因骨与骨水泥之间界面的松动重新导致机械不稳。③聚甲基丙烯酸甲酯单体有细胞毒性, 损伤血管内皮细胞, 促使血栓的形成, 故外渗后随静脉回流可引起肺栓塞、血压下降等严重并发症<sup>[16-19]</sup>, 对老年患者影响较大。④无骨传导作用, 不能与骨生物连接, 无生物活性。⑤病变椎体术后与相邻椎体的力学强度不同, 因应力集中易导致相邻椎体的骨折。

目前PMMA仍是临床上最常用的椎体成形材料, 适合应用于严重骨质疏松性椎体骨折的治疗, 尤其对疼痛明显且常规疗效不佳的患者。

骨水泥颗粒若进入血液循环有导致组织器官尤其是肺栓塞之虑; 骨水泥要成功注入椎体内, 需要有一定的注射压力和流动性(黏稠度), 这就决定了骨水泥可以通过椎体的回流静脉丛、骨折裂缝或骨缺损处向椎体外渗漏, 对周围组织产生挤压或烧灼。绝大多数的骨水泥渗漏不会引起明显的临床症状, 但少数情况下会导致灾难性后果——神经根或脊髓损伤。这也是影响PVP和PKP手术广泛开展的最重要原因, 所以引致临床医生寻找一种理想填充物的尝试。

**2.2 可注射硫酸钙** 可注射硫酸钙主要用于骨缺损填充修复材料, 临床使用已达百年之久。用其强化后的椎体的强度超过正常椎体, 与骨水泥(PMMA)相当, 同时也具备一定的刚度。

国内滕海军, 周跃等<sup>[20]</sup>则在犬椎体上模仿椎体成形术观察硫酸钙/PMMA植入椎体后的动态生物力学改变, 结果发现前者随时间推移而抗压抗扭增强, 后者则下降。

也有研究表明其在体内植入8周后出现崩解、再吸收<sup>[21]</sup>, 故需进一步研究观察。骨折椎体经可注射硫酸钙强化后机械强度与松质骨相当, 可以为骨骼提供临时的内部支撑作用。可注射硫酸钙作为填充物具有生物相容性好, 安全有效的骨替代材料。Hauptli<sup>[22]</sup>认为硫酸钙有刺激骨再生的作用。抗压强度相当于松质骨, 可用于负重, 无聚热反应( $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), 在硬化过程中产热少, 对周围组织损伤小, 即使渗漏对周围组织及神经的损害很小, 可完全被生物降解吸收, 随着新骨的长入, 以相应的速度降解、吸收直至完全被新骨代替, 在3~6个月内完全被新骨替代等优点, 无单体毒性, 生物相容性好, 不会造成机体的排斥及炎症反应。Peltier<sup>[23]</sup>于动物实验中发现硫酸钙体内完全降解吸收时间为24~72 d。具有良好的微孔性, 作为支架材料可吸附干细胞、成骨细胞、生物因子或化疗药物。

Cho等<sup>[24]</sup>报道硫酸钙壳聚糖混合片剂在兔胫骨骨缺损模型中, 硫酸钙壳聚糖混合片剂比壳聚糖有更好的成骨作用。可以作为PKP的一种填充物。但其缺点是: ①可注射性差。硫酸钙凝固时间平均为1 min, 所以要迅速操作。②止痛效果不如骨水泥明显。骨水泥

对严重压缩骨折引起疼痛有即刻止痛作用, 而硫酸钙止痛没有骨水泥明显。③显影效果较差, 难以在术中观察监测。所以硫酸钙也并不是理想填充材料。

### 3 讨论

近年发展起来球囊扩张PKP被国内外大量手术病例证明了是一种简单、安全、有效的微创手术<sup>[25]</sup>, 能迅速缓解由于病椎引起的疼痛, PKP还可增加椎体的高度, 纠正椎体的后凸畸形, 已被广泛应用于临床。但目前还没有一种理想填充材料满足临床需要, 综合上述分析, 理想有效的填充物应当是: ①可注射性, 能精确地注入骨折部位, 并可降低注射时的压力。②可迅速凝固, 具有足够的力学强度, 能立即稳定椎体, 恢复其负载能力。③凝固温度低, 可减少对邻近组织的热损伤。④有良好的显影能力, 在术中能有效显影, 从而精确地控制填充物的位置和深度。⑤可缓慢地生物降解。⑥材料来源广泛, 价格便宜。目前尚无一种填充材料能完全具有上述优点。因此研究开发出一种理想填充材料, 供临床使用是今后的一项重要课题。

### 4 参考文献

- [1] 陈德玉, 王良意, 骨质疏松症//胥少汀主编. 实用骨科学[M]. 3版, 北京: 人民军医出版社, 2005: 1198.
- [2] EPOS. Incidence of vertebral fracture in Europe: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *J Bone Miner Res.* 2002;17:716-724.
- [3] Cook DJ, Guyatt GH, Adachi JD, et al. Quality of life issues in women with vertebral fractures due to osteoporosis Arthritis Rheum. 1993;36:750-756.
- [4] Kado DM, Browner WS, Palermo L, et al. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med.* 1999;159:1215-1220.
- [5] Gold DT. The clinical impact of vertebral fractures: quality of life in women with osteoporosis. *Bone.* 1996;18:185s-189s.
- [6] Schlaich C, Minne HW, Bruckner T, et al. Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. *Osteoporos Int.* 1998;8:261-267.
- [7] Center JR, Nguyen TV, Schneider D, et al. Mortality after all major types of osteoporotic fracture in men and women: an observational study. *Lancet.* 1999;353:878-882.
- [8] Truumees E. The roles of vertebroplasty and kyphoplasty as parts of a treatment strategy for osteoporotic vertebral compression fractures. *Curr Opin Orthop.* 2002;13:193-199.
- [9] Cotten A, Boutry N, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radiographics.* 1998;18:311-320.
- [10] Heini PF, Walchli B, Berlemann U. Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: operative technique and early results. A prospective study for the treatment of osteoporotic compression fractures. *European Spine Journal.* 2000;9:445-450.
- [11] Mathis JM, Barr JD, Barr MS, et al. Percutaneous vertebroplasty: a developing standard of care for vertebral compression fractures. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2001;22:373-381.
- [12] Garfin SR, Yuan HA, Reitey MA. New technique in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fracture. *Spine.* 2001;26(14):1511-1515.
- [13] Park CK, Allen MJ, Schoonmaker J, et al. Gelfoam as a barrier to prevent polymethylmethacrylate induced thermal injury of the spinal cord: in vitro and in vivo studies in pigs. *Spinal Disord.* 1999;12:496-500.
- [14] Harris NH, Miller AJ, Bourne R, et al. Proceedings: experimental investigation of fat embolism after the use of acrylic cement in orthopaedic surgery. *Bone Joint Surg (Br).* 1975;57:245-246.

[15] Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. Spine. 2006;31: 1983-2001.

[16] 滕皋军,何仕成,郭金和,等.经皮椎体成形术治疗椎体良性病变的临床技术应用探讨[J].中华放射学杂志,2002,36(4):295-299.

[17] 田云虎,刘亚,管春和.经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折[J].骨与关节损伤杂志,2002,17(5):335-337.

[18] 杨惠林,Hansen AYuan,陈亮,等.椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松性脊柱压缩性骨折[J].中华骨科杂志,2003,23(5):262-265.

[19] Ledlie JT, Renfro M. Balloon kyphoplasty: one-year outcomes in vertebral body height restoration, chronic pain, and activity levels. J Neurosurg. 2003; 98(Suppl):36-42.

[20] 滕海军,周跃,初同伟,等.注射型磷酸钙骨水泥和PMMA在椎体成形术中的生物力学研究[J].中国矫形外科杂志,2004,12(1、2):70-73.

[21] 王文波,陈统一,陈中伟,等.自固化磷酸钙人工骨体内植入长期实验研究[J].中国矫形外科杂志,2002,9(5):640-643.

[22] Hauptli O. Plaster filling in replacing missing bone tissue. Schweiz Med Wochenschr. 1952; 82(7):161-168.

[23] Peltier LF. The use of plaster of Paris to fill defects in bone. Clin Orthop. 1961; 21:1-31.

[24] Cho BC, Kim TG, Yang JD. Effect of calcium sulfate-chitosan composite: pellet on bone formation in bone defect. J Craniofac Surg. 2005; 16(2):213-224, discussion 225-227.

[25] 郑召民,李佛保.经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术——问题与对策[J].中华医学杂志,2006,86(27):1878-1880.

**关于作者:** 第一作者构思并设计本综述,第一作者解析相关数据,第一作者对本文负责。第二作者审核。

**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:** 无涉及伦理冲突的内容。

**此问题的已知信息:** 理想有效的填充物应当具备有可

注射性好,能精确地注入骨折部位,并可降低注射时的压力;可迅速凝固,具有足够的力学强度,能立即稳定椎体,恢复其负载能力;凝固温度低,可减少对邻近组织的热损伤;有良好的显影能力,在术中能有效显影,从而精确地控制填充物的位置和深度;可缓慢地生物降解;材料来源广泛,价格便宜。目前尚无一种填充材料能完全具有上述优点。因此研究开发出一理想填充材料,供临床使用是今后的一项重要课题。

**本综述增加的新信息:** 文章比较了骨水泥与硫酸钙在经皮穿刺椎体后凸成形中的应用。目前骨水泥(PMMA)仍是临床上最常用的椎体成形材料,适合应用于严重骨质疏松性椎体骨折的治疗,但还存在骨水泥的渗漏等诸多缺点。可注射硫酸钙作为填充物具有生物相容性好,抗压,无聚热反应,可完全被生物降解吸收及具有良好的微孔性,作为支架材料可吸附干细胞、成骨细胞、生物因子或化疗药物,但也存在可注射性差,止痛效果不如骨水泥明显等不足。

**临床应用的意义:** 椎体后凸成形术对老年人骨质疏松性椎体压缩骨折有很好的临床疗效,但其填充物骨水泥有诸多缺点,而硫酸钙可以很好的弥补骨水泥的缺点,是一种比较理想的填充材料。对目前已知的填充材料进行了系统比较,为今后临床工作起指导作用。

### SCI 收录的《中国神经再生研究(英文版)》杂志介绍

#### NRR 杂志特色--

- 高质量出版:  
    篇篇经小同行专家初审1个月。
- 短周期发表:  
    优秀稿件3-4个月,  
    一般稿件6个月。
- 多元化服务:  
    为向SCI收录杂志投稿作者  
    提供语言等相关服务。

#### NRR 的实力

- 编委队伍: 在来自全球39个国家的198名国际编委和238名中国审稿专家。他们付出了大量的时间与精力参与NRR选稿和审稿工作,保证了NRR客观、公正、及时、规范的审稿流程,对提高稿件的学术质量起到了把关作用。
- 作者队伍: NRR创刊以来得到全球从事神经再生研究的专业科研工作者以及在神经科系工作的高级临床医师的关注和支持。



#### SCI 收录的《中国神经再生研究(英文版)》杂志



- 神经干细胞与神经再生
- 组织工程与神经再生
- 基因治疗与神经再生
- 神经发生、神经可塑性及神经再生
- 神经退行性变与神经再生
- 中医药与神经再生
- 中枢神经系统的再生
- 神经再生的新兴技术
- 周围神经系统的再生
- 神经再生的转化医学

