

经皮椎体后凸成形术椎体扩张器的研究进展

Review of vertebral expander in percutaneous kyphoplasty

高磊, 丁亮华, 何双华

(苏州大学附属第三医院骨三科 213000 江苏省常州市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.03.15

中图分类号: R608 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2013)-03-0270-05

经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 作为治疗椎体压缩性骨折的脊柱微创技术在临床上得到了广泛应用。其原理是椎体内扩张复位技术, 即经伤椎两侧椎弓根进入椎体内通过扩张实现塌陷椎体复位, 再通过植入填充物, 实现强化椎体、重建脊柱稳定结构及生物力学性能的目的。球囊椎体后凸成形术 (balloon kyphoplasty, BKP) 作为 PKP 的代表术式, 其克服了传统保守治疗的不足, 能够在短时间内通过扩张塌陷椎体使椎体高度得到恢复并矫正后凸畸形, 从而起到稳定脊柱、缓解疼痛的作用, 是目前最为成熟的扩张复位方法。然而, 随着 BKP 技术越来越广泛地被应用于临床, 球囊扩张技术所存在的一些缺陷也逐渐显露出来, 使人们认识到 BKP 并非完美无缺。近年来, 在球囊扩张技术基础上不断进行探索和改进, 多种新型椎体扩张器问世, 有的已被应用于临床。现就国内外具有代表性的椎体扩张器进行综述。

1 椎体扩张器的分类及特点

目前应用于临床的椎体扩张方法较多, 种类繁多。根据椎体复位与固定特点可分为两大类。第一类: 椎体复位与固定分步操作的扩张器, 首先由扩张器扩张复位椎体, 再植入填充物强化固定椎体, 其过程相对复杂, 需反复穿刺建立工作通道, 一定程度上使椎弓根骨折、脊髓受压发生率增加; 第二类: 椎体复位与固定一体化操作的扩张器, 这类椎体扩张方法可简化手术过程, 降低手术操作相关并发症, 但往往对扩张器材料及形状设计有较高要求。前者以 Kyphon 球囊、Sky 骨扩张器、Jack 扩张器、记忆合金椎体扩张器为代表; 后者的代表则包括 Pillar 椎体支柱块、Vessel-X 骨材料填充系统、Osseofix 系统、Catheter fabric 等。

1.1 椎体复位与固定分步操作的扩张器

1.1.1 Kyphon 球囊

1998 年, 美国 FDA 批准了一种可膨胀式气囊 (inflatable bone tamp, IBT) 可应用于骨折复位和 (或) 在松质骨内形成空腔。正是球囊的问世催生了 BKP

的诞生。此技术最早于 2001 年由 Lieberman^[1] 报道, 用于治疗 30 例骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporosis vertebral compression fractures, OVCF) 患者, 发现 BKP 可在一定程度上恢复塌陷椎体高度, 并可有效缓解腰痛症状。临床研究报道 PKP 对多种原因引起的椎体压缩性骨折 (vertebral compression fractures, VCFs) 如骨质疏松、外伤或脊柱肿瘤等均有良好的缓解疼痛作用, 术后疼痛消失或缓解率超过 90%^[2-4]。国内学者通过 Meta 分析的方法分别对采用 PKP 与 PVP 手术治疗 OVCFs 进行了评价, 认为 PKP 在缓解疼痛、增加椎体高度及纠正脊柱后凸畸形方面较 PVP 更有优势^[5]。PKP 技术通过球囊扩张首先在椎体内建立一个空腔, 可在低压力下向椎体内注入骨水泥, 降低了骨水泥渗漏发生率^[6]。Eck 等^[7] 的研究显示, PKP 骨水泥渗漏的发生率为 7%, Hulme 等^[8] 报道为 9%, 分别低于 PVP 手术的 41% 及 20%。多年的临床应用结果表明, BKP 的有效性与安全性值得肯定^[9], 单纯出于手术效果考虑, PKP 不失为一种良好的治疗 VCFs 的手段, 但由于球囊价格昂贵, 患者经济负担相对较重, 在一定程度上限制了其应用。

1.1.2 Sky 骨扩张器

球囊扩张为弹性扩张, 因此其扩张方向难以控制, 最终在椎体内形成的空腔形状术前也无法预估。球囊在椎体内往往朝阻力较小的方向扩张, 扩张方向不能保证与骨折复位方向一致, 有时甚至与骨折复位方向相背离^[10]。另外, 手术过程中为达到椎体复位, 球囊内撑开压力过高导致球囊破裂的病例也有报道^[11]。鉴于此类不足, 以色列 Disc-O-Tech 公司研制了 Sky 骨扩张系统 (Sky bone expander system)。Sky 骨扩张系统分 14mm、16mm 两种规格, 其与球囊扩张在设计原理上的不同之处主要集中在对塌陷椎体的扩张复位方式上。Sky 骨扩张系统采用一种高分子聚合材料制成的质地坚硬的套管取代球囊作为扩张器, 操作过程中先将 Sky 头端套管置入塌陷椎体的中心部位然后通过尾端螺旋螺帽的旋转作用使套管聚拢并向四周放射状扩张, 进而挤压推动周围骨组织, 实现塌陷椎体复位, 骨折复位后反向旋转螺帽使套管恢复原位, 椎体内遗留空腔, 再注入骨水泥。Tong 等^[10] 和 Rashid 等^[12] 分别对 Sky 骨扩张系统进行了系统介绍, 认为 Sky 在椎体扩张过程中具有易于控制、套管撑开力度大且分布均匀、

第一作者简介: 男 (1985-), 硕士研究生, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0519) 68871352 E-mail: gl1985627@126.com

通讯作者: 丁亮华 E-mail: dinglh79@163.com

撑开空腔形状相对固定、术前可以预估的优点。Xiong 等^[13]于 2007~2008 年期间采用 Sky 治疗 25 例胸腰椎压缩骨折的患者,通过长期随访发现,所有患者术后腰痛症状缓解,脊柱后凸畸形和椎体前、中部高度恢复明显,平均恢复 39%、33%、50%,无明显并发症发生。但 Sky 椎体扩张器在完成扩张后碎骨屑易卡嵌于套管间隙,使聚拢套管无法回复,最终导致取出困难^[14]。

1.1.3 Jack 椎体扩张器 Jack 椎体扩张器的设计理念是在脊柱三柱理论及胸腰段椎弓根高宽比约为 2:1 的解剖学指导下,并依据机械力学原理研发而成的^[15]。扩张器头端采用可折叠设计,在使用时扩张器头端纵向放入椎体后 2/3,旋转 90°后,保证扩张器头部面积较宽的部分对向上下终板,顺时针旋转旋柄扩张器张开,进而推动终板上下移动使椎体复位。Jack 椎体扩张器设计上分 5.3mm×8mm 及 4.8mm×7mm 两种型号,较大型号最大撑开高度为 19mm,骨水泥容量 2.5ml,较小型号最大撑开高度 16mm,骨水泥容量 2.0ml。Sietsma 等^[16]通过对人体脊柱标本进行生物力学研究发现,经 Jack 椎体扩张器及球囊扩张“治疗”后的骨折椎体无论是在椎体强度、刚度及高度恢复方面均无明显差异,但作者认为 Jack 椎体扩张器采用上下终板平行扩张的模式,更有实际临床意义。

1.1.4 StaXx FX StaXx FX (Spine Wave, Shelton, Connecticut) 的核心部位包含有多个厚度为 1mm 的高分子聚醚醚酮垫片,操作时采用后外侧入路经椎弓根外将垫片置入椎体,通过挤压作用使垫片在垂直方向上相互叠加进而抬高椎体终板实现塌陷椎体复位,且每次椎体复位的高度可精确到 1mm。Renner 等^[17]进行的生物力学实验研究证实,采用 StaXx FX 治疗合并终板骨折的椎体骨折,复位后椎体高度得到恢复,脊柱抗弯曲负荷能力也得到加强。但是,2012 年 Eur Spine 刊登了一篇有关 StaXx FX 扩张器治疗 1 例老年 OVCF 患者因术者操作不熟练导致严重并发症的报道^[18]。由于 StaXx FX 问世时间较短,还未广泛应用于临床,文献报道尚少,因此其安全性及有效性有待研究。

1.1.5 形状记忆合金椎体扩张器 国内学者^[19]尝试设计了一种由 Ni-Ti 形状记忆合金丝编织的网格型椎体扩张器,利用 Ni-Ti 形状记忆合金随温度变化的形状记忆功能和超弹性,使扩张器在椎体内发生形变扩张塌陷椎体使之复位,再结合骨水泥达到恢复椎体高度、提高椎体强度的目的。虽然这种记忆合金椎体扩张器还处于初步设计阶段,但 Ni-Ti 形状记忆合金以其良好的形状记忆效应、优越的力学性能和抗疲劳性、较好的生物相容性,已经引起了人们的关注。

1.1.6 SpineJack 及 VerteLift™ 由法国 Vexim 公司生产的 SpineJack 及加拿大 Spine Align 公司生产的 VerteLift™ 的基本原理是通过机械扩张来抬升终板复位骨折椎体,并在椎体内形成空腔注入骨水泥。两种扩张器在欧洲已在临床上使用,但临床报道很少,还未通过美国 FDA 认证。

1.2 椎体复位与固定一体化操作的扩张器

1.2.1 Pillar Pillar 简称支柱块,是这一类椎体扩张器的代表,由台湾 Aaxfer 公司生产,选用与人体相容性较好的钛合金材料,外形为圆形,长度 26mm,直径分 8、9、10、11mm 四种规格。支柱块有 2 个片状金属体,中间有推杆螺栓,向前拧此螺栓可撑开两片金属体,其撑开高度为 3~5mm。操作过程中首先利用不同型号开口器建立骨通道,双侧通道前部植入自体骨或异体骨,随后通过通道将合适型号的 Pillar 置入椎体内,撑开支柱块可恢复椎体高度,改善后凸畸形,缓解腰痛。Pillar 撑开后利用自身“钢爪”牢牢抓住椎体可防止从椎体内脱出,椎弓根处再植入自体或异体骨。Pillar 置入治疗胸腰椎骨折是一种全新的理念,国内有文献报道^[20,21],从 2009 年起采用单纯经皮支柱块置入或联合椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎压缩骨折,术后椎体复位满意,脊柱后凸畸形纠正明显,且无脊髓、神经压迫等并发症发生。考虑到 Pillar 直径较大,经椎弓根置入过程中易撑破椎弓根内侧皮质导致脊髓、神经受压,对术者操作的熟练程度有较高要求,因此建议手术由手术技巧比较娴熟的医师来完成。

1.2.2 Vessel-X 骨材料填充系统 骨水泥渗漏是 PKP 手术的主要并发症^[22,23]。为了减少骨水泥渗漏的发生,降低手术风险,台湾 A-Spine 公司研制了一种新型椎体成形手术系统——Vessel-X 骨材料填充系统,其核心部分是骨材料填充器,采用聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)材料交错编织成网袋状结构,分内外两层,内网层的网孔直径为 100~180μm,外网层的网孔直径为 60~90μm。设计原理类似于球囊,不同之处在于 Vessel-X 将膨胀过程与骨水泥注入过程合二为一。使用时通过向填充器内注入骨水泥使网袋膨胀复位椎体,网袋完全膨胀后形态呈球体或椭圆柱体,最大容积为 3ml,由于网袋的包裹作用理论上可降低骨水泥渗漏的几率,且可不取出留置椎体内。郑召民等^[24]对用 Vessel-X 骨材料填充器注入椎体内骨水泥的分布情况及椎体修复情况进行了试验研究,发现骨材料填充器在椎体标本内可包裹绝大部分骨水泥,降低了骨水泥渗漏发生率,且能恢复骨折椎体的力学性能和高度。但其在临床上应用较少,时间较短,临床效果还有待于进一步研究及长期随访。

1.2.3 Catheter fabric 与 Vessel-X 骨材料填充系统操作原理类似。杨惠林等^[25]报道了应用 Catheter fabric 行椎体后凸成形术(Catheter fabric kyphoplasty,CFKP)。CFKP 的基本原理是通过工作管道将可吸收纤维编织的 Catheter fabric 扩张导管置入椎体内,再通过工作套管向 Catheter fabric 内灌注骨水泥使之扩张复位椎体。待骨水泥较凝固后,Catheter fabric 可通过留置在体外的释放绳抽出。

1.2.4 Osseofix 系统 Osseofix 椎体骨折复位系统是美国加州 Alphatec 公司研发的治疗 OVCFs 的可撑开的网状椎体内置入装置。通过钛制的椎体内永久固定装置、选择性应用骨水泥对伤椎起到固定及稳定的作用。该产品有多种

规格,可经椎弓根或椎弓根外穿刺置入,可用来治疗 T6~L5 的压缩骨折。该产品自 2008 年 12 月已开始在欧盟使用,Osseofix 目前正在进行 FDA IDE 的验证。Upasani 等^[26]在 4 具成年男性尸体标本上对这种钛制网袋装置进行了生物力学测试,并与球囊组相对照,分别测试了置入 Osseofix 和球囊前后椎体高度的变化、骨水泥注入量以及注入骨水泥 24h 后使其发生再骨折的纵向载荷值,数据经数字图像软件分析后得出 Osseofix 以较少的骨水泥注入量实现较大的椎体复位高度,认为单纯从体外研究来看 Osseofix 更加符合人体生物力学,值得临床应用推广。Ghofrani 等^[27]通过体外测试观察到注入和不注入骨水泥两种状态下 Osseofix 对骨折椎体的影响差异不明显,结果令人惊喜,不过分依赖骨水泥是 Osseofix 系统的亮点所在。

1.2.5 OptiMesh OptiMesh 于 2005 年由美国加州 John 研制,采用中空、可扩展的球形网袋结构设计,网格材料选用能用于血管移植的聚酯无纺布。操作时先用前部呈翼状伸开的器械在椎体内旋转形成空腔,再利用通往体外的管道向网袋内进行颗粒骨移植扩张网袋复位骨折。椎体内植入异体颗粒骨可诱导骨小梁长入网袋内,完成骨重建,对塌陷椎体提供结构性支持;弹性模量与正常椎体类似,更符合生物力学,并可保护邻近椎体减小远期发生骨折的风险及避免骨水泥相关并发症的发生^[28-30]。OptiMesh 的缺点为手术过程相对复杂,对椎体高度恢复作用有限。所植入的异体骨粒被网袋包裹是否能够充分诱导新骨重建,重建后椎体的强度是否能够承担脊柱正常生理载荷,以及是否再骨折发生,还有待于长期随访^[31]。

各种椎体扩张器的特点见表 1。

2 椎体扩张器的选择

随着新型椎体扩张器的不断涌现和临床应用的增加,可供临床医师选择的 PKP 技术也不仅仅局限于球囊扩张、Sky 等。总体来说,PKP 技术适应证主要包括由良恶性病变引起的椎体压缩骨折如骨质疏松性椎体压缩骨折、脊柱良恶性肿瘤引起的椎体骨折^[32]。然而具体到每种椎体

扩张器,由于各自操作原理不同,材料选择及形状设计方面也不同,因此不同椎体扩张器的临床适应证也略有差异,各有侧重。目前临床医师在完成 PKP 手术时多从个人习惯角度出发,独专于某一种扩张器,会过分扩大其临床适应证。在严格把握椎体扩张器的适应证基础上,科学地选择椎体扩张器可以参考以下几方面:(1)陈旧性 VCFs 和新鲜 VCFs。陈旧性 VCFs 椎体内骨小梁较为致密,SKY、Jack 椎体扩张器、Pillar 等撑开力量较大,可很好的复位陈旧骨折椎体^[33,34];而对于新鲜 OVCFs 球囊扩张可提供足够的力量使椎体复位,而且球囊更有利于向对侧膨胀,使骨水泥更易于向对侧灌注,避免了双侧穿刺。(2)多发 VCFs 和单发 VCFs。多发 VCFs 目前治疗还有争议,若采用多个扩张器对每个骨折椎体进行治疗,会对患者造成巨大经济负担,但因此而减少手术椎体个数又不能获得良好的止痛效果,因此应偏重于选择在同一患者体内可重复使用的扩张器,如球囊、Jack 椎体扩张器等,既可以保证手术效果,也可降低手术费用^[34,35]。(3)骨折椎体特点。国内学者统计国人胸腰椎椎弓根解剖特点,T5~T9 椎弓根横径小于 T10~L5^[36],而球囊对椎弓根大小的要求较低,选择范围较广,可用于中下胸椎;Pillar、Sky、Vessel-X 骨材料填充系统、Jack 椎体扩张器等或是由于自身内径较大或是由于操作过于复杂,损伤椎弓根的风险较高,多适用于下胸椎以下的节段^[34]。(4)患者自身条件。各种椎体扩张器在医疗费用上的差异是显而易见的,因此地域差异、患者的经济承受力也在一定程度上影响临床医师对手术方式的选取。

3 展望

椎体扩张器无论采用何种撑开方式,椎体复位与固定操作是否一体完成,填充材料选择骨水泥或是骨组织,其置入椎体后的最终目的是通过扩张实现塌陷椎体复位、矫正后凸畸形,再通过植入填充物强化固定椎体,维持复位,重建脊柱稳定结构及生物力学性能。经过近 10 年的不懈探索,应用椎体扩张器治疗椎体压缩骨折已取得了很大进步。在扩张方式和填充物材料方面做了许多大胆而有意

表 1 各种椎体内复位装置的特点

名称	复位/固定	撑开方式	类型	置入途径	植入材料
球囊	分步	可膨胀球囊	非永久、需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨水泥
Sky	分步	可聚拢套管	非永久、需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨水泥
Jack 椎体扩张器	分步	金属片	非永久、需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨水泥
StaXx FX	分步	金属片	永久、不需取出	经皮穿刺椎弓根外	高分子聚醚醚酮
记忆合金撑开器	分步	形状记忆合金	永久、不需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨水泥
Spine Jack	分步	可塑形装置	永久、不需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨水泥
Vessel-X	一体	可撑开网袋	永久、不需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨水泥
Catheter fabric	一体	可撑开套管	非永久、需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨水泥
Osseofix 系统	一体	可塑形装置	永久、不需取出	经皮穿刺经椎弓根/椎弓根外	选择性应用骨水泥
Pillar	一体	可塑形装置	永久、不需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨/类骨组织
Optimesh	一体	可撑开网袋	永久、不需取出	经皮穿刺经椎弓根	骨/类骨组织

义的尝试,出现了一些新型的扩张器和椎体填充材料以及二者合一的手术方法。然而,椎体扩张器在 VCFs 的应用中仍然有诸多不足:一些椎体扩张器仍处于试验研究阶段,并未应用于临床,实际临床疗效无从考量;内置物多选择穿刺椎弓根置入,不可避免地加大了破坏椎弓根内壁压迫脊髓的风险;内置物的弹性模量、生物相容性还有待于改进;内置物长期停留人体是否会诱发伤椎或邻近椎体骨折还需长期随访等。理想的扩张器应是:(1)保证椎体扩张部位能够提供合适的扩张力及撑开高度;(2)具有足够的抗形变性能;(3)能够安全置入椎体;(4)置材料具有良好的生物相容性;(5)尽量做到简化操作过程。相信随着生物材料的日益丰富、脊柱生物力学研究的深入,这些问题将会一一解决。椎体扩张复位技术的优势将更加突显,更好地造福患者。

4 参考文献

- Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, et al. Initial outcome and efficacy of "kyphoplasty" in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Spine*, 2001, 26(14): 1631-1638.
- Costa F, Ortolina A, Cardia A, et al. Efficacy of treatment with percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for traumatic fracture of thoracolumbar junction[J]. *J Neurosurg Sci*, 2009, 53(1): 13-17.
- Demetriades A, Wong F, Ellamushi H, et al. Balloon kyphoplasty treatment for a spontaneous vertebral fracture in renal osteodystrophy[J]. *BMJ Case Rep*, 2011, pii: bcr0220113890. doi: 10.1136/bcr.02.2011.3890.
- Berenson J, Pflugmacher R, Jarzem P, et al. Balloon kyphoplasty versus non-surgical fracture management for treatment of painful vertebral body compression fractures in patients with cancer: a multicentre, randomised controlled trial [J]. *Lancet Oncol*, 2011, 12(3): 225-235.
- 朱佳俊, 屠冠军. 椎体后凸成形术与椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的 Meta 分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(10): 848-852.
- Han S, Wan S, Ning L, et al. Percutaneous vertebroplasty versus balloon kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral compression fracture: a meta-analysis of randomised and non-randomised controlled trials[J]. *Int Orthop*, 2011, 35(9): 1349-1358.
- Eck JC, Nachtigall D, Humphreys SC, et al. Comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of the literature[J]. *Spine J*, 2008, 8(3): 488-497.
- Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies [J]. *Spine*, 2006, 31(17): 1983-2001.
- Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, et al. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty compared with non-surgical care for vertebral compression fracture (FREE): a randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2009, 373(9668): 1016-1024.
- Tong SC, Eskey CJ, Pomerantz SR, et al. "SKyphoplasty": a single institution's initial experience[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2006, 17(6): 1025-1030.
- Weisskopf M, Ohnsorge JA, Niethard FU. Intravertebral pressure during vertebroplasty and balloon kyphoplasty: an in vitro study[J]. *Spine*, 2008, 33(2): 178-182.
- Rashid R, Munk PL, Heran M, et al. SKyphoplasty[J]. *Can Assoc Radiol J*, 2009, 60(5): 273-278.
- Xiong J, Dang Y, Jiang BG, et al. Treatment of osteoporotic compression fracture of thoracic/lumbar vertebrae by kyphoplasty with SKY bone expander system[J]. *Chin J Traumatol*, 2010, 13(5): 270-274.
- Foo LS, Yeo W, Fook S, et al. Results, experience and technical points learnt with use of the SKy bone expander kyphoplasty system for osteoporotic vertebral compression fractures: a prospective study of 40 patients with a minimum of 12 months of follow-up[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(11): 1944-1950.
- Shen GW, Wu NQ, Zhang N, et al. A prospective comparative study of kyphoplasty using the Jack vertebral dilator and balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(9): 1282-1288.
- Sietsma MS, Hosman AJ, Verdonchot NJ, et al. Biomechanical evaluation of the vertebral jack tool and the inflatable bone tamp for reduction of osteoporotic spine fractures [J]. *Spine*, 2009, 34(18): E640-644.
- Renner SM, Tsitsopoulos PP, Dimitriadis AT, et al. Restoration of spinal alignment and disk mechanics following polyetheretherketone wafer kyphoplasty with StaXx FX[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32(7): 1295-1300.
- van der Plaats LW, Bulstra GH, Albers GH, et al. Treatment of an osteoporotic vertebral compression fracture with the StaXx FX system resulting in intrathoracic wafers: a serious complication[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(Suppl 4): 445-449.
- 韩琪, 高岩, 邓潮玉, 等. Ni-Ti 形状记忆合金椎体扩张器的设计与制作[J]. *稀有金属材料与工程*, 2012, 41(2): 324-329.
- 包欣南, 吴采荣. 经椎弓根椎体支柱块置入治疗胸腰椎骨折的短期疗效观察[J]. *中华创伤杂志*, 2010, 26(9): 822-825.
- 方晓辉, 丁亮华, 樊友亮, 等. 微创经椎弓根前柱植骨支柱块置入治疗胸腰椎压缩骨折[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(11): 890-894.
- Walter J, Hacıyakupoglu E, Waschke A, et al. Cement leakage as a possible complication of balloon kyphoplasty: is there a difference between osteoporotic compression fractures (AO type A1) and incomplete burst fractures(AO type A3.1) [J]. *Acta Neurochir(Wien)*, 2012, 154(2): 313-319.
- Ren H, Shen Y, Zhang YZ, et al. Correlative factor analysis on the complications resulting from cement leakage after

- percutaneous kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(7): e9-15.
24. 郑召民, 邝冠明, 董智勇, 等. 应用新型 Vessel-X 骨材料填充器注射聚甲基丙烯酸甲酯的实验研究[J]. 中华骨科杂志, 2008, 28(8): 678-683.
25. 杨惠林, Yuan HA, 王根林, 等. Catheter fabric 椎体后凸成形术的初步临床应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2010, 12(2): 105-108.
26. Upasani VV, Robertson C, Lee D, et al. Biomechanical comparison of kyphoplasty versus a titanium mesh implant with cement for stabilization of vertebral compression fractures [J]. Spine, 2010, 35(19): 1783-1788.
27. Ghofrani H, Nunn T, Robertson C, et al. An evaluation of fracture stabilization comparing kyphoplasty and titanium mesh repair techniques for vertebral compression fractures: is bone cement necessary[J]. Spine, 2010, 35(16): E768-773.
28. Chiu JC, Maziad AM. Post-traumatic vertebral compression fracture treated with minimally invasive biologic vertebral augmentation for reconstruction[J]. Surg Technol Int, 2011, XXI: 268-277.
29. Zhang L, Yang G, Wu L, et al. The biomechanical effects of osteoporosis vertebral augmentation with cancellous bone granules or bone cement on treated and adjacent non-treated vertebral bodies: a finite element evaluation[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2010, 25(2): 166-172.
30. Jin YJ, Yoon SH, Park KW, et al. The volumetric analysis of cement in vertebroplasty: relationship with clinical outcome and complications[J]. Spine, 2011, 36(12): E761-772.
31. Inamasu J, Guiot BH, Uribe JS. Flexion-distraction injury of the L1 vertebra treated with short-segment posterior fixation and Optimesh[J]. J Clin Neurosci, 2008, 15(2): 214-218.
32. Itshayek E, Miller P, Barzilay Y, et al. Vertebral augmentation in the treatment of vertebral compression fractures: review and new insights from recent studies [J]. J Clin Neurosci, 2012, 19(6): 786-791.
33. Peh WC, Munk PL, Rashid F, et al. Percutaneous vertebral augmentation: vertebroplasty, kyphoplasty and skyphoplasty [J]. Radiol Clin North Am, 2008, 46(3): 611-635.
34. 王静成, 冯新民, 杨建东, 等. Jack 椎体扩张器和球囊扩张后凸成形术的比较研究[J]. 中华骨科杂志, 2010, 30(9): 842-847.
35. 郑召民, 邝冠明, 董智勇, 等. 一期经皮穿刺单个球囊多次扩张经皮椎体后凸成形术[J]. 中华医学杂志, 2007, 87(9): 580-584.
36. 杜良杰, 李建军. 国人成年男性胸腰椎椎弓根径线和偏角与脊椎节段序数的相关性研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(7): 545-549.

(收稿日期: 2012-10-09 修回日期: 2012-11-15)

(本文编辑 卢庆霞)

消息

第四届全国全脊椎肿瘤切除学习班暨脊柱外科新技术论坛通知

由复旦大学附属中山医院骨科主办的第四届全国全脊椎肿瘤切除学习班暨脊柱外科新技术论坛将于 2013 年 5 月 3 日~6 日在上海复旦大学附属中山医院召开。课程包括理论授课和实践操作两部分, 本届学习班仍将邀请国内著名专家教授前来授课。理论授课将以颈椎和胸椎肿瘤全脊椎切除技术、经椎弓根截骨技术、上颈椎椎弓根螺钉技术以及颈人工椎间盘技术等脊柱高难度手术为重点学习内容, 讨论弹性固定、微创腰椎内固定等脊柱外科新技术的临床应用, 学习交流目前脊柱外科领域非常感兴趣的一些新理论、新策略; 复杂脊柱畸形的治疗策略, 颈椎及胸腰椎的翻修手术技巧, 复杂胸腰椎骨折的处理等。实践授课: 学员 6 人一组, 利用新鲜尸体标本, 自己动手解剖操作与重点手术模拟相结合。包括脊柱解剖、全脊椎切除技术、颈椎前路手术、颈人工椎间盘技术、腰椎 TLIF 技术、单侧螺钉内固定技术、腰椎弹性固定等。学习班结业后将授予国家级继续医学教育 I 类学分 10 分证书。

理论听课+尸体操作学费为 2400 元, 仅参加理论听课学费为 1000 元。食宿统一安排, 费用自理。尸体操作报名截止日期: 2013 年 4 月 20 日。日程安排: 5 月 3 日报到, 5 月 4 日正式授课, 5 月 5 日操作, 5 月 6 日结业及撤离。

学习班具体的课程安排、报名及截止时间请关注中山医院主页 <http://www.zs-hospital.sh.cn/> 的“学术会议”栏内的通知或登录 <http://www.zs-guke.cn/> 查询相关通知。欢迎来自全国的骨科医师参加。