

胸腰椎骨折后路复位术后椎体“空壳”现象的影像学研究



胡海刚, 林旭, 谭伦, 吴超, 钟泽菴, 曾俊, 邓佳燕

自贡市第四人民医院骨一科(四川自贡 643000)

【摘要】 目的 分析胸腰椎骨折后路复位术后椎体“空壳”影像学特征,探讨椎体“空壳”与骨折愈合的关系。方法 回顾分析 2013 年 1 月—2015 年 12 月,采用经后路椎弓根钉棒系统复位内固定术治疗的 116 例胸腰椎骨折患者临床资料。男 72 例,女 44 例;年龄 22~66 岁,平均 43 岁。致伤原因:交通事故伤 24 例,高处坠落伤 54 例,重物砸伤 38 例。骨折节段: T₁₁ 5 例, T₁₂ 38 例, L₁ 52 例, L₂ 21 例。压缩性骨折 51 例,爆裂性骨折 65 例。矢状面 Cobb 角 8~27°, 平均 15°; 伤椎前缘压缩程度 20%~75%, 平均 44%。骨密度测量显示:骨量正常 30 例,骨量减少 40 例,骨质疏松 41 例,严重骨质疏松 5 例。观察术后椎体“空壳”现象发生例数、病理特点及影像学规律,并进行多因素 logistic 回归分析。结果 术后患者均获随访,随访时间 11~18 个月,平均 13 个月。共 72 例出现椎体“空壳”现象,主要集中于椎体前柱及上终板薄弱区附近(54/72, 75.0%),以不规则形为主(50/72, 69.5%)。椎体骨折线走行与椎体“空壳”形态和复位后椎体骨折块移位有关;“空壳”形态转归可分为消失型、缩小型和塌陷型,椎体“空壳”体积和转归类型是影响椎体骨折愈合的危险因素。结论 胸腰椎骨折后路复位术后椎体“空壳”发生率及骨折不愈合率均较高,椎体“空壳”转归类型及体积是其主要影响因素。

【关键词】 胸腰椎骨折;“空壳”现象;内固定;影像学特征

Imaging study of “shell” phenomenon of thoracolumbar fractures after posterior reduction

HU Haigang, LIN Xu, TAN Lun, WU Chao, ZHONG Zeli, ZENG Jun, DENG Jiayan

No.1 Department of Orthopedics, Zigong Fourth People's Hospital, Zigong Sichuan, 643000, P.R.China

Corresponding author: LIN Xu, Email: med_linxu@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the imaging characteristics of vertebral “shell” phenomenon of thoracolumbar fractures after posterior reduction and to explore the relationship between vertebral “shell” and fracture healing. **Methods** Between January 2013 and December 2015, the clinical data of 116 patients with thoracolumbar fractures treated with posterior pedicle screw-rod system reduction and internal fixation were analyzed retrospectively. There were 72 males and 44 females, aged 22-66 years (mean, 43 years). Injury causes were traffic accident in 24 cases, falling from height in 54 cases, bruise in 38 cases. Fracture segment located at T₁₁ in 5 cases, T₁₂ in 38 cases, L₁ in 52 cases, L₂ in 21 cases. There were 51 cases of compressive fracture and 65 cases of burst fracture. The sagittal Cobb angle ranged from 8 to 27°, with an average of 15°. Degree of preoperative spinal compression ranged from 20% to 75%, with an average of 44%. Bone density measurement showed that normal bone mass in 30 cases, bone loss in 40 cases, osteoporosis in 41 cases, and severe osteoporosis in 5 cases. The number, pathological characteristics, and imaging regularity of the vertebral “shell” phenomenon were observed and analyzed by logistic regression. **Results** All patients were followed up 11-18 months with an average of 13 months. A total of 72 cases of vertebral “shell” phenomenon mainly located in the vertebral anterior column and the end plate near the weak area (54/72, 75.0%). Most of them were in the irregular shape (50/72, 69.5%). The vertebral fracture line was related to the shape of the vertebral body and the displacement of the vertebral body after reduction. The outcome of the “shell” can be divided into disappeared type, reduced type, and collapse type, the volume of vertebral “shell” and its outcome were the risk factors for vertebral

DOI: 10.7507/1002-1892.201611009

基金项目:四川省卫生与计划生育委员会项目(16PJ596);自贡市科技局项目(2016SF04)

通信作者:林旭, Email: med_linxu@163.com

fracture healing. **Conclusion** The incidence of vertebral “shell” and nonunion of thoracolumbar fractures after posterior reduction are high. The main influencing factors are vertebral “shell” outcome and size.

【Key words】 Thoracolumbar fracture; “shell” phenomenon; internal fixation; imaging characteristic

Foundation items: Health and Family Planning Commission Project of Sichuan Province (16PJ596); Science and Technology Bureau Project of Zigong (2016SF04)

目前,临床对于胸腰椎骨折常选择经后路椎弓根钉棒系统复位内固定术治疗^[1-3]。由于胸腰椎骨折后椎体内骨小梁支架结构破坏,骨折复位后虽然椎体外形恢复,但椎体内的骨架结构不能恢复,而是形成了椎体内的骨缺损区,即椎体“空壳”现象^[1,4-9]。“空壳”现象是导致术后发生椎体塌陷,内固定物松动、断裂,以及椎体高度再次丢失,甚至发生后路融合失败、椎体不愈合等并发症的重要因素之一。我们对2013年1月—2015年12月接受经后路椎弓根钉棒系统复位内固定术治疗的116例胸腰椎骨折患者影像学资料进行分析,观察并总结“空壳”影像学特征,旨在为胸腰椎骨折治疗方式的选择及早期的临床干预提供参考。报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

本组男72例,女44例;年龄22~66岁,平均43岁;其中≤30岁31例、31~50岁48例、>50岁37例。致伤原因:交通事故伤24例,高处坠落伤54例,重物砸伤38例。骨折节段:T₁₁5例,T₁₂38例,L₁52例,L₂21例。根据Denis分型标准:压缩性骨折51例,爆裂性骨折65例。矢状面Cobb角8~27°,平均15°;其中,<20°67例、≥20°49例。伤椎前缘压缩程度20%~75%,平均44%;其中,<25%36例,25%~50%53例,51%~75%24例,>75%3例。骨密度测量显示:骨量正常30例,骨量减少40例,骨质疏松41例,严重骨质疏松5例。神经功能Frankel分级:C级10例,D级35例,E级71例。病程3~10d,平均5d。

1.2 手术方法

全麻下,患者取俯卧位,以伤椎为中心作后正中切口,显露伤椎及相邻上下椎体棘突、椎板及上下关节突,联合“人”字嵴顶点法和椎板边缘法^[10]定位入钉点,常规植钉(4钉26例、5钉51例、6钉39例),连接预弯棒尽量复位至正常椎体或接近正常椎体高度,基本恢复节段生理弧度。对于合并脊髓神经功能损伤(45例)或骨块侵占椎管超过30%(60例)者,行椎板切除减压后,再行关节突及椎板外缘间植骨融合。

1.3 观测指标

1.3.1 骨密度测定 术前根据世界卫生组织骨质疏松诊断标准^[11]评价患者骨量。T值-2.5SD~-1.0SD为骨量减少,T值≤-2.5SD且无骨折史为骨质疏松,T值≤-2.5SD且伴1处或多处骨折史为严重骨质疏松。

1.3.2 影像学测量 摄侧位X线片,观察术后椎体形态、植钉与否及螺钉位置(以植钉方向是否平行于上终板作为判断标准);测量后伤椎及相邻上下椎前缘高度,按照公式计算伤椎前缘压缩程度,公式:伤椎前缘高度/[相邻上位椎体前缘高度+相邻下位椎体前缘高度]/2]×100%;测量矢状面Cobb角:采用Phillips等^[12]的测量方法,即伤椎上位椎体上终板与下位椎体下终板延长线相交角度。

手术前后采用64排CT行连续扫描,扫描范围包括伤椎及相邻上、下椎体,扫描条件:层厚0.625mm、电流220mA、电压120kV、512×512矩阵;将扫描数据导入Mini-viewer软件(Millensys公司,埃及)。术前CT图像观察椎体骨折线走行。术后CT图像观察是否存在“空壳”现象,判定标准:矢状位或水平位图像上存在椎体内低密度骨缺损区域;于矢状位、水平位和冠状位图层,选取显示“空壳”的最佳界面,观察其位置、形态、数量(椎体内被四周骨质所包绕的相对独立的低密度骨缺损区域确定为1个“空壳”),测量各层面最大径,用Mimics软件(Materialise公司,比利时)重建“空壳”三维图像并测量其体积。骨折不愈合判断标准^[13]:CT显示椎体内存在裂隙或真空征,周缘骨质硬化,伴或不伴腰背痛,判定为骨折不愈合。

1.4 统计学方法

采用SPSS19.0统计软件进行分析。计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用独立样本t检验;计数资料组间比较采用 χ^2 检验及秩和检验;对有统计学意义的因素作为自变量,以椎体骨折是否愈合作为因变量,行多因素logistic回归分析;检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

术后患者均获随访,随访时间11~18个月,平

均 13 个月。影像学检查示, 46 例螺钉未平行于上终板, 余 70 例螺钉平行于上终板; 伤椎植钉 71 例, 未植钉 45 例。共 72 例出现椎体“空壳”现象, 发生率为 62.1%。

术后 CT 显示, 本组发生椎体“空壳”现象者, 其“空壳”无特定形态, 大小不一(图 1)。以不规则形为主(50/72, 69.5%), 此外还有类三角形(8/72, 11.1%)、类圆形(7/72, 9.7%)、梯形(7/72, 9.7%)。48 例(66.7%)有 1 个椎体“空壳”, 24 例(33.3%)有 1 个以上“空壳”(其中 2 个 16 例、3 个 8 例)。“空壳”主要集中于椎体前柱及上终板薄弱区附近(54/72, 75.0%); 具体部位: 椎体前柱 22 例(30.6%), 上终板附近 32 例(44.4%), 下终板附近 3 例(4.2%), 贯穿前中柱 15 例(20.8%)。72 例出现椎体“空壳”现象者中, 以压缩性骨折 B 型(17 例)、D 型(5 例)以及爆裂性骨折 A 型(10 例)、B 型(29 例)为主。

椎体骨折线走行与椎体“空壳”形态和复位后椎体骨折块移位有关。椎体骨折后, 60 例(83.3%)患者影像学检查可见相应致密骨质压缩带(图 2), 反映了骨折线走行; 这 60 例患者中, 复位后有 50 例出现椎体“空壳”现象, 并且“空壳”形态与骨折线基本吻合; 骨折线越复杂、椎体骨折越严重者, 复位后骨折块易向周围分散、移位, 以前方和侧方为主, 难以形成“空壳”。

椎体“空壳”形态转归各异, 通过观察特征将

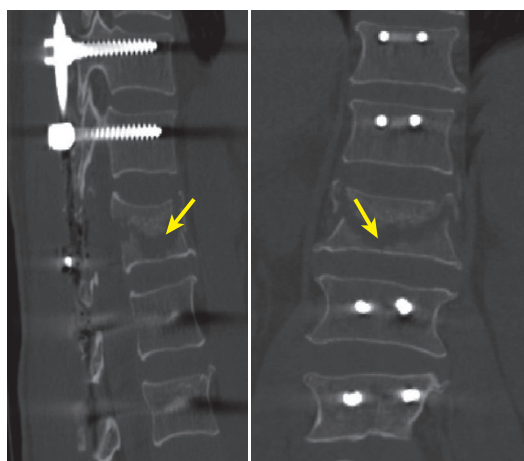


图 1 CT 示骨折复位后椎体“空壳”(箭头) a. 从左至右分别为术后即刻、6 个月、1 年矢状位 CT; b. 从左至右分别为术后即刻、6 个月、1 年水平位 CT

Fig.1 CT showed the “shell” of the vertebrae after fracture reduction (arrow) a. From left to right for sagittal CT at immediate, 6 months, and 1 year after operation, respectively; b. From left to right for horizontal CT at immediate, 6 months, and 1 year after operation, respectively

其归纳为 3 种类型(图 3~5)。① 缩小型: 指较大的“空壳”在后期出现周缘骨质硬化, 椎体骨质部分愈合, 致“空壳”体积变小或最终消失, 本组共 39 例; ② 消失型: 指体积小、部位局限的椎体“空壳”, 随时间推移后期自行愈合, 本组共 19 例; ③ 塌陷型: 指相邻终板塌陷, 椎体高度丧失, “空壳”变小甚至消失, 在后期部分骨质出现吸收, 致“空壳”再现, 并且范围较前可能甚至更大, 本组共 14 例。

本组 72 例出现椎体“空壳”现象患者中, 骨折愈合 23 例, 愈合时间 6~18 个月, 平均 11 个月; 49 例骨折未愈合, 在二次手术取出内固定物时 12 例行硫酸钙人工骨注入椎体强化术, 15 例行骨水泥注入椎体强化术, 其余 22 例未作特殊处理。

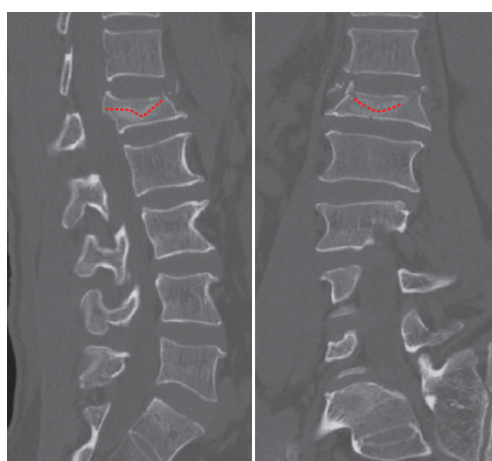


图 2 CT 示椎体骨折后出现致密骨质压缩带

Fig.2 CT showed the compact bone compression band after-vertebral fracture

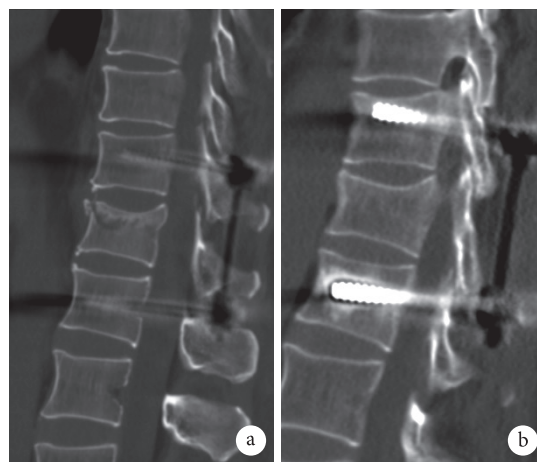


图 3 消失型椎体“空壳”矢状位 CT 图像 a. 术后即刻; b. 术后 1 年

Fig.3 Sagittal CT of the disappeared type of vertebral “shell” a. At immediate after operation; b. At 1 year after operation

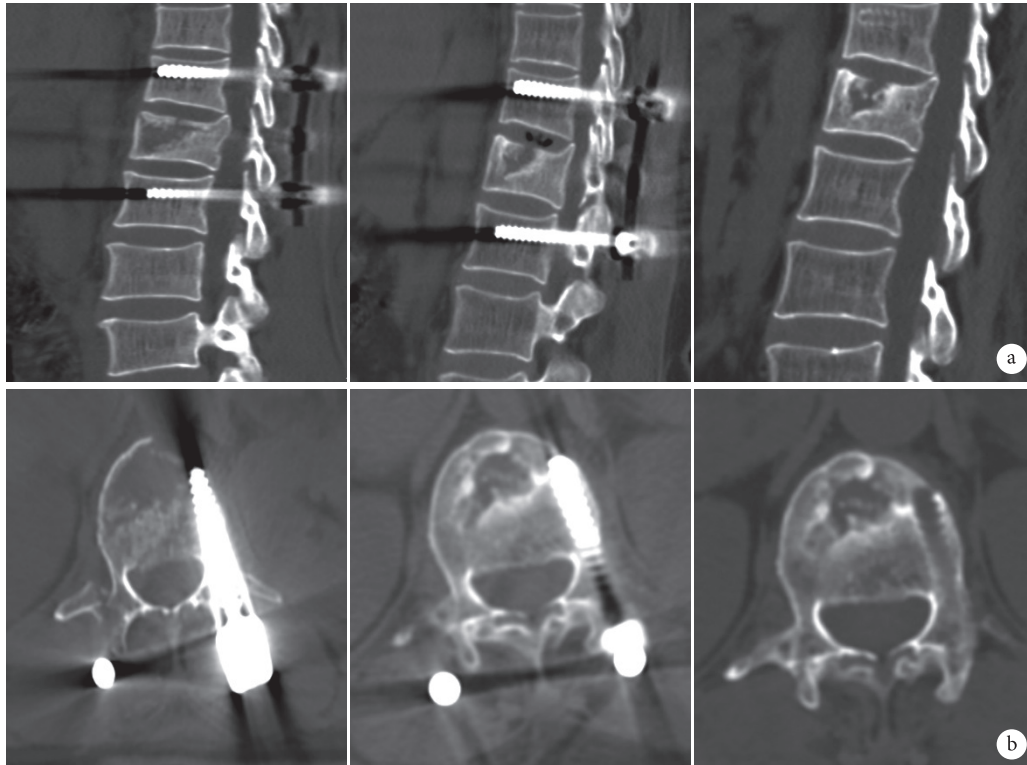


图4 缩小型椎体“空壳”CT图像 a. 从左至右分别为术后即刻、6个月、1年矢状位CT; b. 从左至右分别为术后即刻、6个月、1年水平位CT

Fig.4 CT of the reduced type of vertebral“shell” a. From left to right for sagittal CT at immediate, 6 months, and 1 year after operation, respectively; b. From left to right for horizontal CT at immediate, 6 months, and 1 year after operation, respectively

椎体骨折愈合及不愈合患者间比较, 椎体“空壳”位置、形态、数量差异无统计学意义 ($P>0.05$), 而“空壳”体积、转归类型差异有统计学意义 ($P<0.05$)。见表1。将其纳入多因素 logistic 回归分析, 结果显示椎体“空壳”体积和转归类型是影响椎体骨折愈合的危险因素。见表2。

3 讨论

3.1 胸腰椎骨折术后椎体“空壳”现象

后路复位前中柱压缩较严重的椎体骨折, 常常是利用前、后纵韧带和纤维环的张力, 使伤椎高度及外形恢复, 而椎体内的骨小梁结构难以复原, 致使出现了腔隙, 形成骨缺损区, 即为“空壳”现象。椎体“空壳”可发生在不同年龄段、性别以及骨折类型患者, 其形态各异, 位置不定, 并且发生率也报道不一。敖俊等^[3]对6例新鲜小牛胸腰段离体标本模拟后路复位内固定术, 发现椎体“空壳”残存率达52%。刘团江等^[4]分析了32例采用单纯钉棒系统复位内固定术治疗的胸腰椎骨折患者CT图像, 发现术后骨缺损发生率达100%。他们认为即使椎体外形恢复正常, 在椎弓根层面的前部仍存在约为椎体体积1/4的骨缺损。本组椎体“空壳”发

生率达62.1%, 提示胸腰椎骨折后路复位固定术后“空壳”发生率高, 因椎体失去了前中柱支撑, 增加了后期发生内固定失败、椎体高度丢失以及椎体不愈合等并发症风险。

3.2 椎体“空壳”特点与伤椎重建

本组72例出现椎体“空壳”现象者中, 压缩性骨折27例、爆裂性骨折45例, 其中B型骨折较多。此类骨折仅累及椎体上终板, 并且椎体矢状骨折线也主要位于此平面。经复位后, 椎体前柱和上终板薄弱区附近易出现椎体“空壳”^[14-16], 本研究观察结果与上述研究相符。Biedermann^[17]研究表明当前中柱完整时其承担约80%负荷, 后柱承担约20%负荷, 若前中柱稳定性丧失, 则后柱承担100%负荷, 过度应力遮挡将造成后期内固定失败和椎体高度丢失, 因此重建脊柱前中柱的完整性尤为重要。伤椎重建主要依靠骨质和骨水泥两种方式, 由于椎弓根是连接椎体的管状结构, 并且位于椎体上1/3平面, 与“空壳”位置邻近, 为经椎弓根行伤椎重建提供了解剖学基础, 经此通道向椎体内植骨或填充骨水泥有利于填补椎体内骨缺损, 重建前中柱的稳定性。通过对椎体骨折线与“空壳”部位及大小的判断, 更有利于指导伤椎重建,

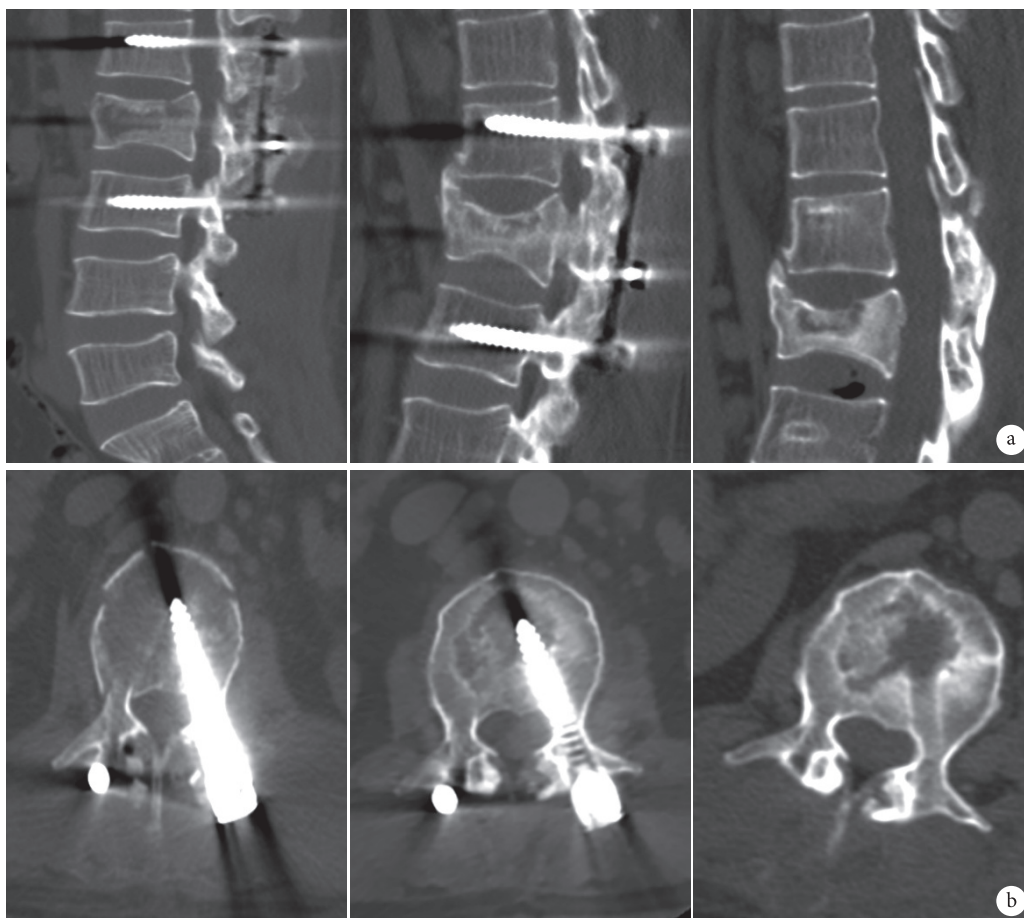


图 5 塌陷型椎体“空壳”CT 图像 a. 从左至右分别为术后即刻、6 个月、1 年矢状位 CT; b. 从左至右分别为术后即刻、6 个月、1 年水平位 CT

Fig.5 CT of the collapse type of vertebral “shell” a. From left to right for sagittal CT at immediate, 6 months, and 1 year after operation, respectively; b. From left to right for horizontal CT at immediate, 6 months, and 1 year after operation, respectively

表 1 两组患者各相关因素比较

Tab.1 Comparison of related factors between 2 groups

变量 Variable	椎体骨折愈合 Vertebral fracture healing		统计值 Statistic
	未愈合 (n=49) No (n=49)	愈合 (n=23) Yes (n=23)	
“空壳”位置			
椎体前柱	15	7	$\chi^2=0.282$
上终板	21	11	$P=0.963$
下终板	2	1	
贯穿前中柱	11	4	
“空壳”形态			
不规则	32	18	$\chi^2=3.814$
类三角形	5	3	$P=0.282$
类圆形	7	0	
梯形	5	2	
“空壳”数量(个)			
1	33	15	$\chi^2=0.128$
2	11	5	$P=0.938$
3	5	3	
“空壳”转归类型			
缩小型	37	2	$\chi^2=55.387$
消失型	0	19	$P=0.000$
塌陷型	12	2	
“空壳”体积 (mm ³)	2 024.71±371.55	1 591.87±102.45	$t=7.565$ $P=0.000$

表 2 logistic 回归分析结果

Tab.2 Results of logistic regression analysis

变量 Variable	回归系数 Regression coefficient	回归系数标准误 Standardized error	χ^2	自由度 Wald	P	OR
“空壳”体积 Volume of vertebral “shell”	-0.014	0.004	12.145	1.000	0.000	0.986
“空壳”转归类型 Outcome of vertebral “shell”	-2.428	1.028	5.577	1.000	0.018	0.088

使植骨部位更精准,植骨量更充分,骨水泥弥散分布更良好。

3.3 椎体“空壳”手术方式的选择

目前治疗椎体“空壳”的手术术式较多,如椎体内植入自体骨、同种异体骨、自固化磷酸钙人工骨、骨水泥等,但其手术适应证和手术方式的选择尚无统一标准,也缺乏统一指征。相关文献^[1-3,8]报道,骨密度越低、椎体压缩程度越严重,复位后出现椎体“空壳”现象风险越大。针对骨质疏松型压缩骨折,目前采用骨水泥行椎体成形得到大多数学者认可^[18],但其他类型骨折的处理却未达共识。我们观察发现,椎体“空壳”在形态转归上主要分为消失型、缩小型、塌陷型3类。针对消失型,其椎体“空壳”本身较小,骨折线局限,骨密度基本正常,椎体压缩程度较轻,故术后自行愈合可能性大;而缩小型和塌陷型,其椎体“空壳”较大,骨折线较长,常常贯穿前中柱,骨密度下降(骨质疏松或严重骨质疏松),或伴椎体前缘压缩程度较重,使得复位后“空壳”出现概率极大,并且后期部分患者出现边缘骨质硬化和椎体内骨质吸收,从而导致椎体愈合不全,椎体高度丧失以及椎体不愈合等并发症,因此有必要对这两种类型“空壳”现象在手术时实施干预。

综上所述,胸腰椎骨折复位术后椎体“空壳”现象发生率及骨折不愈合率较高,通过对“空壳”的影像学特征进行观察分析为临床手术决策提供了参考。

参考文献

- 叶晶华,王剑锋,顾豪杰,等.对不同年龄段胸腰椎骨折复位后“空壳”现象的处理.吉林医学,2016,37(4):808-810.
- 印飞,张绍东,吴小涛,等.短节段椎弓根螺钉复位固定伤椎内植骨治疗 Denis B 型胸腰椎骨折的影像学观察.中国脊柱脊髓杂志,2013,23(4):341-346.
- 敖俊,辛志军,陈方,等.两种植骨法对胸腰椎爆裂骨折复位后骨

缺损空隙残存率及压缩刚度的影响.中国修复重建外科杂志,2013,27(8):974-979.

- 刘团江,郝定均,王晓东,等.胸腰段骨折椎弓根钉复位固定术后骨缺损的 CT 研究.中国矫形外科杂志,2003,11(10):706-707.
- 桂忠山,徐晓峰.椎弓根螺钉置入修复胸腰椎骨折:影响椎体高度恢复的相关因素分析.中国组织工程研究,2015,19(39):6315-6320.
- 安毅,李晶,刘兰泽,等.胸腰椎骨折经椎弓根椎体内植骨术后伤椎愈合情况的对比.中国骨与关节损伤杂志,2015,30(5):460-463.
- 沈军,邹天明,缪焯,等.决定胸腰椎骨折椎体内植骨组织爬行替代的因素.中国组织工程研究,2013,17(53):9113-9118.
- 胡海刚,谭伦,林旭,等.经伤椎椎弓根植骨置钉后路复位内固定术治疗胸腰椎骨折.中国脊柱脊髓杂志,2011,21(8):663-668.
- 辛志军.不同植骨方法对胸腰椎爆裂骨折内固定后生物力学影响的实验研究.遵义:遵义医学院,2012.
- 谭伦,吴超,罗晓中,等.以椎板边缘对腰椎椎弓根螺钉进钉点的个体化定位.中国矫形外科杂志,2008,16(3):207-210.
- 杜桂迎,余卫,林强,等.WHO 双能 X 线吸收仪骨质疏松症诊断标准及其相关问题.中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2016,9(3):330-338.
- Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, et al. Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. Spine, 2003, 28(19): 2265-2267.
- 钱冰,郝定均,郑永宏,等.两种术式治疗不稳定型 Kümmell 病的疗效比较.中国修复重建外科杂志,2017,32(2):185-190.
- 姜猛.胸腰椎骨折去除内固定后“蛋壳样椎体”与椎体矫正度丢失关系的有限元分析.石家庄:河北医科大学,2014.
- 刘列华,赵斌,周强.伤椎椎体内强化治疗胸腰椎骨折的现状.局解手术学杂志,2016,25(1):62-65.
- 丁明,孙东升,韩国华,等.胸腰段椎体区域性骨密度分析及其临床研究.中国骨与关节损伤杂志,2010,25(3):237-238.
- Biedermann L. Biomechanics of pedicle fixation as related to implant design. Munich: American-European Meeting on pedicle fixation of the Spine and Other Advanced Techniques, 1994.
- 崔冠宇,田伟,刘波,等.椎体强化后椎弓根螺钉内固定术治疗骨质疏松性胸腰椎爆裂骨折.中华创伤骨科杂志,2015,17(6):502-508.

收稿日期:2016-11-01 修回日期:2017-07-03

本文编辑:刘丹