

·论 著·

L₁₋₂椎体压缩性骨折后原有高度的评估

卓佩佩^{1,2}, 汪茂文², 俞晓英², 万 雷², 檀思蕾^{2,3}, 陈捷敏², 夏文涛^{1,2}

(1. 温州医科大学法医学系, 浙江 温州 325035; 2. 司法鉴定科学研究院 上海市法医学重点实验室 上海市司法鉴定专业技术服务平台, 上海 200063; 3. 苏州大学医学部法医学系, 江苏 苏州 215006)

摘要: 目的 探索 L₁₋₂ 椎体压缩性骨折后原有高度的评估方法及其在法医临床学鉴定实践中的应用价值。方法 收集 154 例正常人群的胸腰椎侧位 X 线片, 140 例作为实验组, 14 例作为验证组。测量每例 X 线片中 T₁₂~L₃ 椎体的前缘高度(Ha)、后缘高度(Hp)。实验组中, 对 Ha_{L1} 与 Ha_{T12}、Hp_{T12}、Hp_{L1}、Ha_{L2}、Hp_{L2} 进行相关性分析, 拟合回归方程; 对 Ha_{L2} 与 Ha_{L1}、Hp_{L1}、Hp_{L2}、Ha_{L3}、Hp_{L3} 进行相关性分析, 拟合回归方程。并通过验证组验证 Ha_{L1}、Ha_{L2} 预测值与实际测量值之间的差异。结果 实验组 Ha_{L1}(y₁) 与 Ha_{T12}(x₁)、Ha_{L2}(x₂) 相关性较好, 多元线性回归方程为: $y_1 = 2.545 + 0.423x_1 + 0.486x_2$ (决定系数 $R^2 = 0.712$, $P < 0.05$; $F = 169.206$, $P < 0.05$)。验证组 Ha_{L1} 预测值与实际测量值之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。实验组 Ha_{L2}(y₂) 与 Ha_{L1}(x₃)、Ha_{L3}(x₄) 相关性较好, 多元线性回归方程为: $y_2 = 4.354 + 0.530x_3 + 0.349x_4$ (决定系数 $R^2 = 0.689$, $P < 0.05$; $F = 151.575$, $P < 0.05$)。验证组 Ha_{L2} 预测值与实际测量值之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论 当 L₁ 或 L₂ 单椎体发生压缩性骨折时, 根据压缩椎体上、下相邻椎体的前缘高度来评估压缩椎体的原有高度较为适宜。

关键词: 法医学; 脊柱; 胸椎; 腰椎; 骨折; 压缩性; 线性回归

中图分类号: DF795.1 文献标志码: A doi: 10.12116/j.issn.1004-5619.2018.04.003

文章编号: 1004-5619(2018)04-0359-04

Assessment of the Original Height of L₁₋₂ after Vertebral Compression Fracture

ZHUO Pei-pe^{1,2}, WANG Mao-wen², YU Xiao-ying², WAN Lei², TAN Si-lei^{2,3}, CHEN Jie-min², XIA Wen-tao^{1,2}

(1. Department of Forensic Medicine, Wenzhou Medical University, Wenzhou 325035, China; 2. Shanghai Key Laboratory of Forensic Medicine, Shanghai Forensic Service Platform, Academy of Forensic Science, Shanghai 200063, China; 3. Department of Forensic Medicine, Medical College of Soochow University, Suzhou 215006, China)

Abstract: **Objective** To explore the assessment method of original height of L₁₋₂ after vertebral compression fracture and its application value in forensic clinical practice. **Methods** A total of 154 normal thoracic and lumbar X-ray films were collected, and 140 cases were used as experimental group while 14 cases as validation group. The heights of anterior (Ha) and posterior (Hp) vertebral body of T₁₂~L₃ vertebrae in each X-ray image were measured. In the experimental group, the correlation analysis between Ha_{L1} and Ha_{T12}, Hp_{T12}, Hp_{L1}, Ha_{L2} and Hp_{L2} was carried out, and regression equation was established via fitting. The correlation analysis between Ha_{L2} and Ha_{L1}, Hp_{L1}, Hp_{L2}, Ha_{L3}, Hp_{L3} was performed, and the regression equation was also established via fitting. The difference between the predicted and measured values of Ha_{L1} and Ha_{L2} in validation group was compared. **Results** In the 140 normal subjects, Ha_{L1} (y₁) was well correlated with Ha_{T12} (x₁) and Ha_{L2} (x₂), and the multiple linear regression equation was $y_1 = 2.545 + 0.423x_1 + 0.486x_2$ (determining coefficient $R^2 = 0.712$, $P < 0.05$; $F = 169.206$, $P < 0.05$). There was no significant difference between the predicted and actual measured values of Ha_{L1} in the validation group ($P > 0.05$). Ha_{L2} (y₂) was well correlated with Ha_{L1} (x₃) and Ha_{L3} (x₄), and the multiple linear regression equation was $y_2 = 4.354 + 0.530x_3 + 0.349x_4$ (determining coefficient $R^2 = 0.689$, $P < 0.05$; $F = 151.575$, $P < 0.05$). There was no significant difference between the predicted and actual measured values of Ha_{L2} in the validation group ($P > 0.05$). **Conclusion** It is more appropriate to evaluate the original height of L₁ or L₂ single vertebrae by comparing with the height of the anterior edge of the upper and lower adjacent vertebral bodies.

Keywords: forensic medicine; spine; thoracic vertebrae; lumbar vertebrae; fractures, compressive; linear regression

基金项目: “十三五”国家重点研发计划资助项目(2016YFC0800701); 上海市法医学重点实验室资助项目(17DZ2273200); 上海市司法鉴定专业技术服务平台资助项目(16DZ2290900)

作者简介: 卓佩佩(1994—), 女, 硕士研究生, 主要从事法医临床学研究; E-mail: peipeirixi@163.com

通信作者: 夏文涛, 男, 研究员, 主要从事法医临床学研究和鉴定; E-mail: xiawt@ssfjd.cn

胸腰段椎体处于脊柱两个生理弧度(胸椎后突与腰椎前突)的交汇处,活动度大,是应力相对集中之处,且受力不易分散,当脊柱遭受纵向屈曲暴力时,上述椎体易形成压缩性骨折。椎体压缩程度主要是指椎体因骨折致变形、变扁的程度。目前,我国人体损伤程度、伤残等级评定均涉及对椎体压缩程度的评价。根据最高人民法院、最高人民检察院、公安部、国家全部和司法部发布并自2014年1月1日起实施的《人体损伤程度鉴定标准》与2017年1月1日起实施的《人体损伤致残程度分级》,当一椎体压缩1/3以上,其损伤程度属轻伤一级、致残程度为十级残疾,两椎体压缩性骨折且压缩均达1/3,其致残程度为八级残疾。法医临床学鉴定实践中,椎体压缩程度一般通过X线摄片加以判定,首先在X线片上测量椎体损伤后的高度,然后根据推测出的椎体原有高度计算压缩程度。因此,准确估计椎体原有高度对于保证鉴定意见的客观、公正具有重要意义。本研究通过正常成人胸腰段脊椎正侧位X线片,筛选出与L₁、L₂椎体前缘高度主要相关的变量,旨在探索与此类鉴定相关的基础数据与技术方法,为L₁₋₂单椎体压缩性骨折的法医学鉴定提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究对象

收集2015年7月至2016年7月在上海市徐汇区大华医院就诊的正常成人站立位胸腰段脊椎侧位X线片154例,其中140例作为实验组,14例作为验证组。实验组中男性70例,女性70例,年龄21~96岁,平均年龄54岁;验证组中男性9例,女性5例,年龄23~51岁,平均年龄32岁。所有被采集影像学资料者均签署知情同意书。排除标准:既往曾有胸腰部手术史、高坠伤病史或者其他各种可能累及胸腰段脊椎的外伤史,患有可能导致病理性骨质损害的各种遗传性、内分泌性及代谢性疾病史,恶性肿瘤骨转移病史以及疑有骨结核等疾病的受检者。

1.2 研究方法

应用数字化X线摄影系统(Digital Diagnost,荷兰皇家飞利浦公司)。X线投照位置以参考文献^[1]为标准,X线摄影装置以800 mA、80~140 kV的机型为基准。利用系统自带图像处理软件分别测量上述154例脊柱X线侧位片所显示的T₁₂~L₃各椎体前缘高度(Ha)、后缘高度(Hp),如图1所示。每组数据测量两次,取平均值。

根据实验组测量数值,对140例正常人的Ha_{L1}与

Ha_{T12}、Hp_{T12}、Hp_{L1}、Ha_{L2}、Hp_{L2}(即L₁椎体上、下相邻椎体的Ha、Hp)变量进行相关性分析(相关系数 $|r|$ 值越接近1表明相关性越好),并对以上变量进行拟合,建立回归方程[因变量(y)为Ha_{L1},自变量(x)为Ha_{T12}、Hp_{T12}、Hp_{L1}、Ha_{L2}、Hp_{L2}]。对140例正常人的Ha_{L2}与Ha_{L1}、Hp_{L1}、Hp_{L2}、Ha_{L3}、Hp_{L3}(即L₂椎体上、下相邻椎体的Ha、Hp)变量进行相关性分析,并对以上变量进行拟合,建立回归方程[因变量(y)为Ha_{L2},自变量(x)为Ha_{L1}、Hp_{L1}、Hp_{L2}、Ha_{L3}、Hp_{L3}]。将验证组Ha_{L1}、Ha_{L2}预测值(通过实验组回归方程得出的)与实际测量值进行比较,观察两者数值差异有无统计学意义。

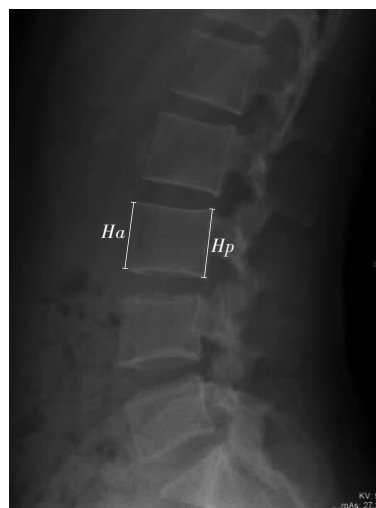


图1 椎体前缘高度(Ha)、后缘高度(Hp)示意图

1.3 统计学处理

所有数据均采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,使用SPSS 17.0软件进行统计学分析。实验组相关分析采用Pearson相关系数(Pearson correlation coefficient, PCC)描述,回归模型采用多元线性回归,方程模型检验采用方差分析,回归系数显著性检验采用 t 检验。验证组Ha_{L1}、Ha_{L2}预测值与实际测量值之间的比较采用配对样本 t 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 T₁₂~L₃各椎体Ha、Hp测量结果

T₁₂~L₃各椎体Ha、Hp测量参考值见表1,测量数据均呈正态分布。

表1 T₁₂~L₃各椎体的Ha、Hp测量参考值

椎体	(n=140, $\bar{x} \pm s$, mm)	
	Ha	Hp
T ₁₂	29.19±2.37	33.13±2.61
L ₁	30.44±2.29	34.51±2.58
L ₂	31.99±2.29	35.08±2.51
L ₃	32.91±2.48	35.05±2.55

2.2 正常人群 Ha_{L1} 与 Ha_{T12} 、 Hp_{T12} 、 Hp_{L1} 、 Ha_{L2} 、 Hp_{L2} 的相关性分析及多元线性回归方程

Ha_{L1} 与 Ha_{T12} 、 Hp_{T12} 、 Hp_{L1} 、 Ha_{L2} 、 Hp_{L2} 均呈正相关[相关系数(r)分别为 0.763、0.648、0.583、0.779、0.627, $P<0.05$],其中 Ha_{L1} 与 Ha_{T12} 、 Ha_{L2} 的相关性较好。对上述变量进行拟合,剔除部分变量后,有 2 个自变量选入方程,得出多元线性回归方程:

$$y_1 = 2.545 + 0.423x_1 + 0.486x_2 (R^2 = 0.712, P < 0.05), \quad (1)$$

式(1)中 y_1 为 Ha_{L1} , x_1 为 Ha_{T12} , x_2 为 Ha_{L2} 。拟合的方程有统计学意义($F=169.206, P<0.05$)。

验证组中 Ha_{L1} 实际测量值为 (28.48 ± 2.04) mm, 预测值为 (28.77 ± 1.58) mm, 配对样本 t 检验显示, Ha_{L1} 预测值与实际测量值之间差异无统计学意义($P=0.158, P>0.05$)。

2.3 正常人群 Ha_{L2} 与 Ha_{L1} 、 Hp_{L1} 、 Hp_{L2} 、 Ha_{L3} 、 Hp_{L3} 的相关性分析及多元线性回归方程

Ha_{L2} 与 Ha_{L1} 、 Hp_{L1} 、 Hp_{L2} 、 Ha_{L3} 、 Hp_{L3} 均呈正相关(r 分别为 0.779、0.548、0.648、0.727、0.554, $P<0.05$), 其中 Ha_{L2} 与 Ha_{L1} 、 Ha_{L3} 的相关性较好。对上述变量进行拟合,剔除部分变量后,有 2 个自变量选入方程,得出多元线性回归方程:

$$y_2 = 4.354 + 0.530x_3 + 0.349x_4 (R^2 = 0.689, P < 0.05), \quad (2)$$

式(2)中 y_2 为 Ha_{L2} , x_3 为 Ha_{L1} , x_4 为 Ha_{L3} 。拟合的方程有统计学意义($F=151.575, P<0.05$)。

验证组中 Ha_{L2} 实际测量值为 (30.17 ± 1.53) mm, 预测值为 (20.29 ± 1.57) mm, 配对样本 t 检验显示, Ha_{L2} 预测值与实际测量值之间差异无统计学意义($P=0.559, P>0.05$)。

3 讨论

胸腰段脊柱是脊柱压缩性骨折中较常见部位, 判定椎体压缩程度与法医学鉴定结果密切相关。椎体压缩性骨折后呈楔形改变, 原有高度遭破坏, 已无法直接测得。有文献^[2]报道, 压缩性椎体骨折中有 76.4% 为单椎体压缩, 且最易发生于 $T_{11} \sim L_2$ 椎体。当前在法医学鉴定实践中对压缩椎体原有高度的评估存在不同认识与不同的测量方法, 主要方法有: (1) 同一椎体前、中、后缘高度比较测量法。RIGGS 等^[3]将椎体压缩性骨折分为三种类型, 分别测量椎体前缘、中央、后缘高度, 前缘压缩型以前缘高度和后缘高度的比值评估压缩程度, 中央压缩型以中央高度和后缘高度的比值评估压缩程度, 仅在椎体整体压缩型骨折时方采用与相邻椎体比较来评估椎体被压缩的程度; (2) 邻近椎

体高度比较法。EASTELL 等^[4]建议通过相邻椎体后缘高度比值来评估椎体压缩程度; 缪寿亮等^[5]研究认为, 压缩椎体前缘高度的评估更应趋向与下一椎体前缘进行比较; (3) 椎体正常值参考法。唐杰等^[6]测量了正常成年男性干燥脊椎骨($C_3 \sim L_5$) 高度, 提出了各脊椎的前缘、后缘高度的平均值可作为椎体高度的正常参考值。除此之外, 有文献报道了 T_4 椎体高度比量法^[7]。鉴定实践中发现, 椎体压缩性骨折多系纵向屈曲暴力作用所致, 常以前缘高度降低为主。因此, 本研究在上述研究基础上重点探讨与 Ha_{L1} 、 Ha_{L2} 的主要相关因素, 从而探索评估 L_{1-2} 单椎体压缩性骨折后其原有高度的适宜方法。

本研究结果显示, 实验组 Ha_{L1} 与 Ha_{T12} 、 Hp_{T12} 、 Hp_{L1} 、 Ha_{L2} 、 Hp_{L2} 均呈正相关, 其中 Ha_{L1} 与 Ha_{T12} 、 Ha_{L2} 相关性较好, 存在良好的线性关系, 得出多元线性回归方程(1)。该方程有统计学意义, 且验证组中 Ha_{L1} 预测值与实际测量值之间的差异无统计学意义。实验组结果还显示 Ha_{L2} 与 Ha_{L1} 、 Ha_{L3} 相关性较好, 拟合后得出的多元线性回归方程(2)同样具有统计学意义, 且验证组中 Ha_{L2} 预测值与实际测量值之间的差异无统计学意义。从方程(1)和方程(2)的统计参数可知, 这两个方程均具有统计学意义, 且拟合精度较高; 多项式方程(1)表明, 通过 Ha_{T12} 和 Ha_{L2} 这两个指标来推断 Ha_{L1} 较为合适。 Hp_{T12} 、 Hp_{L1} 、 Hp_{L2} 这三个变量虽然与 Ha_{L1} 存在显著相关, 但在拟合方程中被剔除, 说明不宜作为评估 Ha_{L1} 的指标。同样, 多项式方程(2)表明, 通过 Ha_{L1} 与 Ha_{L3} 这两个指标来推断 Ha_{L2} 较为适宜。从生物力学的角度来说, 胸段肢体有 5° 的生理后凸, 腰段椎体有 10° 的生理后凸^[8], 因此不宜单纯以椎体后缘高度来评估同一椎体前缘高度。本研究得出结果与之相符。

《〈人体损伤致残程度分级〉适用指南》中建议, 当损伤椎体前、后缘均有降低时, 应测量损伤椎体上、下相邻椎体的前、后缘高度并分别取均值, 作为损伤椎体前、后缘原有高度的推测正常值, 这种方法被称为“相邻椎体均值法”, 该方法在临床上也多有提及。丁旭明等^[9]发现相邻上、下椎体前缘高度的均值与实际测量值十分接近, 差异无统计学意义。黄洪斌等^[10]在探究体位复位辅助下椎体成形术治疗创伤性胸腰椎骨折的临床疗效中, 以压缩椎体上、下相邻椎体前缘高度的均值评估压缩性骨折原有高度, 进而评估压缩程度。

本研究结果显示: Ha_{T12} 和 Ha_{L2} (即 L_1 椎体上、下相邻椎体的前缘高度) 是推断 Ha_{L1} 的主要相关指标, 通过这两个指标来评估 Ha_{L1} 较为合适; Ha_{L1} 与 Ha_{L3}

(即 L_2 椎体上、下相邻椎体的前缘高度)是推断 $H_{a_{12}}$ 的主要指标,通过这两个指标来评估 $H_{a_{12}}$ 较为合适。本研究结果与“相邻椎体均值法”在推断椎体原有高度时依据的指标一致。

需要注意的是,本研究得出的方程(1)和方程(2)仅适用于 L_1 、 L_2 单个椎体发生压缩性骨折的情况。CT、MRI 等影像学资料可明确诊断椎体的轻度楔形变是否为压缩性骨折^[1],因此在使用时,应根据影像学资料确认被压缩椎体的相邻上、下椎体均无压缩痕迹,若存在压缩,则需参考其他方法来评估被压缩椎体的原有高度。

另外,本研究结果显示,正常成人 T_{12} ~ L_3 前、后缘高度自上至下椎体高度存在递增的趋势。比较以往研究结果^[12-13]发现,本研究测量所得正常男女性 T_{12} ~ L_3 各椎体前、后缘高度存在总体相对较低的情形。笔者认为,造成上述研究结果差异可能与样本量的差异、所用影像检查技术与图像采集设备的不同、地区差异、测量误差等因素都有一定关系。

综上,当 L_1 或 L_2 单椎体发生压缩性骨折时,可采用本研究结果得出的多元线性回归方程(1)和方程(2)来评估压缩骨折椎体原有高度,即通过压缩椎体相邻上、下椎体的前缘高度来评估压缩骨折椎体原有高度。对压缩椎体原有高度评估方法的进一步研究,可为人体损伤程度和伤残等级的鉴定提供有力的技术支持和保障。

参考文献:

- [1] 崔志谭,严加和. X 线解剖学[M].北京:北京医科大学,中国协和医科大学出版社,1991:14-50.
- [2] 童飞飞. 胸腰椎压缩性骨折影像学诊断与分析[D].广州:南方医科大学,2008.
- [3] RIGGS B L, SEEMAN E, HODGSON S F, et al.

Effect of the fluoride/calcium regimen on vertebral fracture occurrence in postmenopausal osteoporosis. Comparison with conventional therapy[J]. N Engl J Med,1982,306(8):446-450.

- [4] EASTELL R, CEDEL S L, WAHNER H W, et al. Classification of vertebral fractures[J]. J Bone Miner Res,1991,6(3):207-215.
- [5] 缪寿亮,周湘兰,郑祥武. 胸腰椎压缩性骨折压缩程度评估方法比较[J].中国法医学杂志,2016,31(2):171-173.
- [6] 唐杰,王汉琴,陈家强,等. 脊柱椎体高度的观测[J].中国临床解剖学杂志,2002,20(5):400-402.
- [7] MINNE H W, LEIDIG G, WUSTER C. A newly developed spine deformity index (SDI) to quantitate vertebral crush fractures in patients with osteoporosis[J]. Maturitas,1988,10(3):248.
- [8] 孟和,顾志华. 骨伤科生物力学[M].2 版.北京:人民卫生出版社,2004.
- [9] 丁旭明,赵智. 通过上下相邻椎体高度测量计算病椎原始高度的可靠性[J].中国脊柱脊髓杂志,2010,20(6):522-523.
- [10] 黄洪斌,范顺武,鲍丰,等. 椎体成形术结合体位复位治疗创伤性胸腰椎骨折[J].中华骨科杂志,2008,28(1):20-24.
- [11] 曾晓华,李国雄,刘忠,陈信坚,金德勤. 胸、腰椎体应力变形与轻度压缩骨折的 X 线、CT、MRI 鉴别诊断[J].中国医学影像学杂志,2008,16(1):12-14.
- [12] 孟祥虹,王林森,王植,等. MRI 测量正常成人胸腰段椎体高度[J].中国医学影像技术,2013,29(11):1856-1859.
- [13] 魏本和,王军帅,厉启臣,等. 正常成人 T_{11} ~ L_1 椎体 DR 形态学研究[J].中国中西医结合影像学杂志,2012,10(4):335-338.

(收稿日期:2017-05-02)

(本文编辑:高 东)