

论 著

CT值及差值定量评估新鲜与陈旧骨质疏松性椎体压缩骨折的价值*

宋贤亮^{1,*} 锁咏梅¹ 邱晓晖¹祁 彬²

1.安徽省亳州市人民医院影像中心

(安徽 亳州 236800)

2.安徽省亳州市人民医院重症监护室

(安徽 亳州 236800)

【摘要】目的 探讨椎体CT值及骨折椎体与邻近正常椎体的CT值差值对新鲜与陈旧骨质疏松性压缩骨折的诊断价值。**方法** 对107例骨质疏松患者的384个椎体进行回顾性分析,男23例,女84例,中位年龄73岁;以MRI作为参考标准,其中新鲜骨折椎体126个,陈旧骨折椎体66个;测量每个骨折椎体与邻近正常椎体的CT值并计算二者的CT值差值。采用独立样本t检验比较新鲜骨折与邻近正常椎体、陈旧骨折与邻近正常椎体的CT值、新鲜骨折与陈旧骨折椎体的CT值以及CT值差值;采用ROC曲线分析新鲜与陈旧骨折椎体CT值及CT值差值的最佳截断值。**结果** 新鲜骨折与邻近正常椎体CT值有统计学差异,新鲜椎体CT值高于正常椎体,平均CT值分别为(151.74±43.25)HU、(51.67±25.31)HU;陈旧骨折与正常椎体CT值无统计学差异,平均CT值分别为(59.49±27.28)HU、(53.17±25.21)HU;新鲜骨折与陈旧骨折椎体CT值及CT值差值有统计学意义,CT值差值分别为(95.61±39.80)HU、(6.32±11.35)HU。ROC曲线分析显示新鲜与陈旧骨折椎体CT值的最佳截断值为105.33HU, AUC为0.983;CT值差值最佳截断值为35.67HU, AUC为0.999;二者的联合的ROC曲线显示AUC为1。**结论** 椎体CT值及CT值差值能够定量评估新鲜与陈旧OVCF,差值的诊断效能更佳,二者联合评价可进一步提高诊断信心,在MRI检查受限时可作为重要补充为临床的诊治提供依据。

【关键词】 椎体;骨折;骨髓水肿;骨质疏松;体层摄影术;X线计算机

【中图分类号】 R274.1

【文献标识码】 A

【基金项目】 安徽省卫生健康科研项目(AHWJ2022c033)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.02.050

The Value of CT Value and CT Value Difference in Quantitative Evaluation of Fresh and Old Osteoporotic Vertebral Compression Fractures*

SONG Xian-liang^{1,*}, SUO Yong-mei¹, QIU Xiao-hui¹, QI-Bin².

1.Imaging Center Of Bozhou People's Hospital, Bozhou 236800, Anhui Province, China

2.Intensive Care Unit Of Bozhou People's Hospital, Bozhou 236800, Anhui Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the diagnostic value of vertebral CT value and the difference of CT value between fractured vertebral body and adjacent normal vertebral body for fresh and old osteoporotic compression fractures. **Methods** A retrospective analysis of 384 vertebral bodies in 107 patients with osteoporosis was performed. There were 23 males and 84 females, with a median age of 73 years. MRI was used as the reference standard, including 126 fresh fracture vertebrae and 66 old fracture vertebrae. The CT values of each fractured vertebral body and adjacent normal vertebral body were measured and the CT value difference between the two was calculated. The CT values of fresh fracture and adjacent normal vertebral body, old fracture and adjacent normal vertebral body, CT values of fresh fracture and old fracture vertebral body and CT value difference were compared by independent sample t test. ROC curve was used to analyze the optimal cut-off value of CT value and CT value difference between fresh and old fracture vertebrae. **Results** The CT values of fresh fractures and adjacent normal vertebrae were statistically different. The CT value of fresh vertebrae was higher than that of normal vertebrae, and the average CT values were (151.74±43.25)HU and (51.67±25.31)HU, respectively. There was no significant difference in the CT value between the old fracture and the normal vertebral body. The average CT values were (59.49±27.28)HU and (53.17±25.21)HU, respectively. The difference of CT value and CT value between fresh fracture and old fracture was statistically significant. The difference of CT value was (95.61±39.80)HU and (6.32±11.35)HU, respectively. ROC curve analysis showed that the optimal cut-off value of CT value of fresh and old fractured vertebral bodies was 105.33HU, and AUC was 0.983. The best cut-off value of CT value difference was 35.67HU, and AUC was 0.999. The ROC curve of the combination of the two showed an AUC of 1. **Conclusion** Vertebral CT value and CT value difference can quantitatively evaluate fresh and old OVCF, and the diagnostic efficiency of the difference is better. The combined evaluation of the two can further improve the diagnostic confidence, and can be used as an important supplement to provide a basis for clinical diagnosis and treatment when MRI examination is limited.

Keywords: Vertebral Body; Fracture; Bone Marrow Edema; Osteoporosis; Tomographic Photography; X-ray Computer

骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)是指受到轻微外伤或无明确外伤即发生的骨折,是最常见的脆性骨折^[1]。通常新鲜OVCF需要临床干预,如椎体强化手术能够快速缓解患者疼痛、维持椎体高度、有效降低长期卧床所致的各种并发症^[2],而陈旧OVCF椎体结构相对稳定,多无需进一步处理。因此鉴别二者对于治疗方案的选择至关重要。目前临床主要通过MRI检查进行鉴别,但对于缺少MRI设备的基层医院以及对MRI检查有禁忌症的患者则无法得到明确诊断。CT检查是一种普及度较高且简便快速的检查方法,椎体CT值能够准确反映松质骨的骨密度变化^[3],近年来已应用于对骨质疏松的诊断及预测骨折的研究中^[4-5]。本研究以MRI结果为参照,探讨椎体CT值及CT值差值定量评估新鲜与陈旧OVCF的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析2022年1月至2023年6月期间在亳州市人民医院因骨质疏松性椎体压缩骨折住院并同时行CT及MRI检查的患者资料。

排除标准:暴力性外伤所致的椎体骨折;存在肿瘤、代谢性疾病等其他原因引起的椎体骨折;MRI上存在明显终板炎、血管瘤的椎体;椎体压缩程度大于75%及经手术后的椎体。本研究经亳州市人民医院医学伦理委员会审查通过。

1.2 检查方法

1.2.1 MRI扫描参数及诊断标准 采用Siemens Magnetom Verio 3.0T MR扫描仪, Tim表面线圈。扫描序列:矢状位T₁WI, TR 460ms, TE 9.8ms;矢状位T₂WI, TR 2500ms, TE 104ms;矢状位STIR序列, TR 4500ms, TE 53ms, TI 220ms;扫描层厚4mm,层间距0.4mm。由2名影像科医师(5年以上工作经验)共同分析MRI以判断骨髓水肿情况;如椎体内存在骨髓水肿(T₁WI呈低信号, T₂WI及STIR序列呈高信号)诊断为新鲜骨折;椎体形态变扁但无骨髓水肿诊断为陈旧骨折^[6]。

1.2.2 CT扫描参数及CT值测量标准 采用Siemens Definition Flash双源CT,嘱患者仰

【第一作者】宋贤亮,男,主治医师,主要研究方向:放射诊断学。E-mail: 23478090@qq.com

【通讯作者】宋贤亮

卧,按检查需求确定扫描范围。扫描条件:管电压120kV,管电流337mA,层厚1mm,层间距1mm,骨窗窗宽2200HU,窗位500HU。应用PACS系统在常规骨窗测量压缩椎体及邻近正常椎体的CT值,并计算其差值。鉴于椎体横轴位CT值诊断效能略高^[7],本研究选择横轴位进行测量;对椎体上终板下一层面、中间层面及下终板上一个层面分别进行测量,避开椎体骨皮质、骨质增生区域及椎静脉结构,在松质骨区描绘感兴趣区并记录CT值,取3个层面的平均CT值作为该椎体的CT值^[8]。

1.3 统计方法 采用MedCalc软件进行统计学分析及绘图。新鲜、陈旧骨折与邻近正常椎体的CT值及CT值差值之间的比较采用独立样本t检验;对新鲜与陈旧骨折椎体的CT值及CT值差值进行ROC曲线分析,获得ROC曲线下面积(AUC)、敏感度、特异度及最佳截断值,并计算二者的联合因子变量的ROC曲线特征,评估CT值、CT值差值及联合因子对判断椎体新鲜及陈旧OVCF的诊断效能。

2 结果

2.1 一般资料 共107例患者,男23例,女84例;年龄52~97岁,中位年龄73岁;纳入384个椎体(胸椎208个、腰椎176个),其中126个新鲜骨折椎体及邻近正常椎体,66个陈旧骨折椎体及邻近

正常椎体;62人同时存在新鲜及陈旧骨折。

2.2 数据分析

2.2.1 新鲜、陈旧骨折与邻近正常椎体的CT值及CT值差值 新鲜骨折椎体的平均CT值(151.74 ± 43.25)HU,邻近正常椎体的平均CT值(51.67 ± 25.31)HU,二者差异有统计学意义($t=-21.42$, $P<0.001$);陈旧骨折椎体的平均CT值为(59.49 ± 27.28)HU,邻近正常椎体的平均CT值为(53.17 ± 25.21)HU,二者差异无统计学意义($t=-1.38$, $P>0.05$);新鲜与陈旧骨折椎体的平均CT值差异有统计学意义($t=-15.75$, $P<0.001$);新鲜骨折椎体与邻近正常椎体的平均CT值差值(95.61 ± 39.80)HU,陈旧骨折椎体与邻近正常椎体的平均CT值差值(6.32 ± 11.35)HU,二者差异有统计学意义($t=-17.83$, $P<0.001$);新鲜骨折椎体的CT值及CT值差值明显高于陈旧骨折。椎体CT值测量(见图1),新鲜、陈旧骨折及邻近正常椎体CT值比较(见图2)。

2.2.2 ROC曲线分析 新鲜与陈旧骨折椎体CT值的最佳截断值为105.33HU, AUC为0.983,敏感度88.89%,特异度98.48%;CT值差值最佳截断值为35.67HU, AUC为0.999,敏感度98.41%,特异度100.00%;CT值差值的敏感度及特异度均较CT值高(见图3),CT值与CT值差值联合因子, AUC为1。

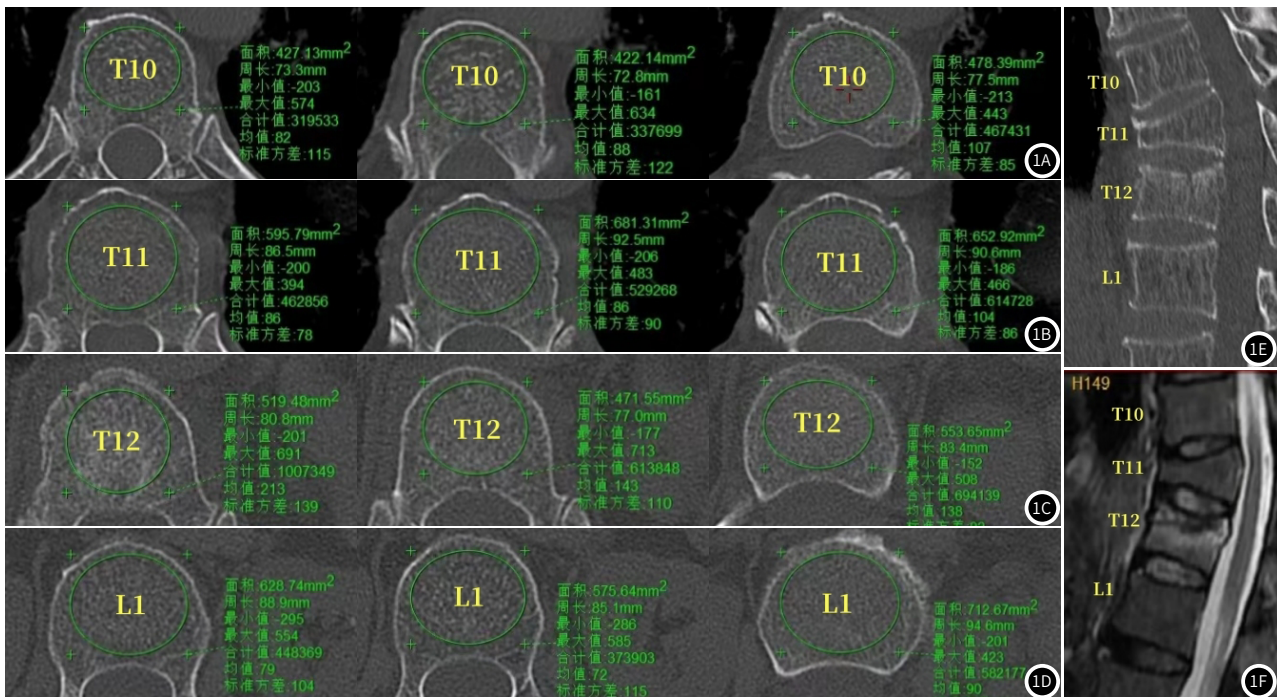


图1A-图1F 患者,男,77岁,T11椎体陈旧OVCF,T12椎体新鲜OVCF。图1A-图1D 分别为T10-L1椎体上终板下一层面、中间层面及下终板上一个层面的CT值测量结果,其平均CT值分别为92.33HU、92.00HU、164.67HU、80.33HU;图1E为CT矢状面重建图像,显示T11椎体压缩变扁、骨皮质尚连续,T10为邻近正常椎体,T12椎体轻度压缩、椎体上缘骨皮质中断,L1为邻近正常椎体;图1F为MRI脂肪抑制序列,显示T11椎体无骨髓水肿、为陈旧骨折,T12椎体存在骨髓水肿、为新鲜骨折。

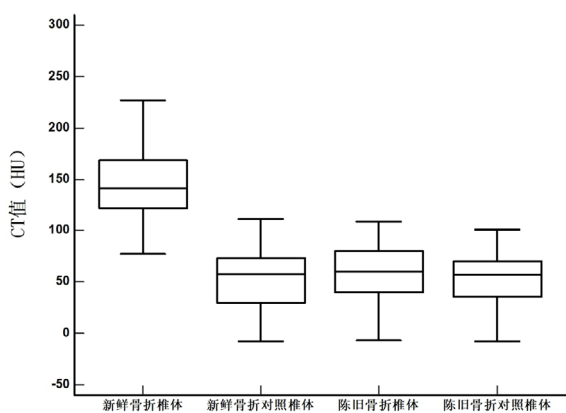


图2 新鲜、陈旧骨折椎体及对照椎体的CT值,新鲜椎体的CT值高于对照椎体及陈旧骨折椎体。

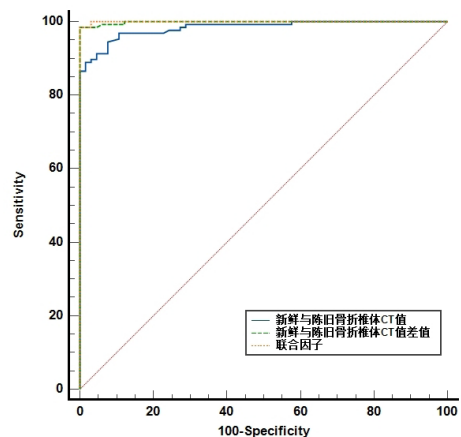


图3 新鲜与陈旧骨折椎体CT值、CT值差值及二者联合因子的ROC曲线分析。

3 讨 论

随着我国人口老龄化,骨质疏松症的发病率逐年升高,OVCF是其最常见的严重后果。由于OVCF的愈合过程复杂,再骨折发生率高,延误诊治可导致椎体楔形变扁、脊柱后凸畸形,严重影响患者的生活质量,造成沉重的家庭和社会负担^[9-11]。目前多数患者对OVCF的认识不足,就诊时已存在多个椎体的楔形改变,准确区分新鲜和陈旧OVCF对于缓解患者疼痛、选择治疗方案及预防相关并发症具有重要意义。虽然MRI可有效鉴别二者,但在目前分级诊疗模式下,部分基层医院缺乏MRI设备,从而难以明确诊断^[12]。本研究结果显示新鲜骨折椎体的CT值与正常椎体及陈旧骨折椎体的CT值存在统计学差异,尤其是骨折椎体与邻近正常椎体的CT值差值敏感度及特异度更高,因此CT值及差值可作为鉴别新鲜和陈旧OVCF的定量评估手段。

新鲜OVCF的CT值明显高于邻近正常椎体及陈旧OVCF,由于新鲜骨折椎体内骨小梁断裂、嵌插及骨髓水肿、出血导致CT值升高^[13]。而陈旧骨折椎体内骨髓水肿吸收、血肿完全清除,在脊柱生物力学作用下骨质重塑,最终恢复至正常的松质骨微结构^[14-15],因此CT值与邻近正常椎体接近。这与冯宁宁等^[16]的研究结果一致,亦有学者通过双能量CT虚拟去钙成像显示椎体急性骨折CT值较正常骨髓升高,而骨折慢性期CT值与正常骨髓接近^[17]。而熊亮霞等^[7]研究显示慢性骨折的CT值升高,这可能与椎体骨折愈合的阶段及椎体压缩的程度相关,当骨折在反应性硬化骨形成阶段,以及椎体压缩程度较重导致骨质重叠,而引起CT值增高。

目前国内外文献对新鲜OVCF的CT值最佳截断值报道较少,本研究通过ROC曲线分析显示,新鲜与陈旧骨折椎体CT值最佳截断值分别为105.33HU(敏感度和特异度为88.89%和98.48%),具有较高的诊断效能。熊亮霞等对椎体急性慢性骨折的CT值进行ROC曲线分析,得出的最佳截断值分别为200.1HU(敏感度和特异度为72.7%和83.3%),与本研究结果有一定差别。分析原因可能与研究对象的年龄及身体状况有关,熊亮霞等纳入椎体范围较广、患者平均年龄64岁,而本研究均为骨质疏松性椎体骨折、患者中位年龄73岁;此外还可能与不同检查仪器的扫描条件有关。本研究中部分患者正常椎体CT值为负值,新鲜骨折椎体CT值尚达不到其他患者的正常椎体CT值,因此单纯比较CT值存在较大的个体差异。故本研究对骨折椎体与邻近正常椎体的CT值差值进行评价,可降低个体差异对阈值的影响,得出CT值差值的阈值为35.67HU(敏感度和特异度为98.41%和100.00%),CT值差值较CT值的诊断效能更佳。若将CT值和CT值差值联合分析得出的AUC更高,即当压缩椎体的CT值高于105.33HU、CT值差值高于35.67HU时,诊断椎体为新鲜OVCF更有信心。

本研究存在一定的局限性,虽然纳入的研究对象均为骨质疏松患者,但骨质疏松的程度不同对椎体CT值可能产生影响;且仅选择椎体压缩程度在75%以上者,而对于压缩程度更重者的CT值变化有待于进一步研究;此外对于不同检查仪器对CT值的影响有待于多中心临床研究。

总之,椎体CT值能够在一定程度上定量评估新鲜与陈旧OVCF,骨折椎体与邻近正常椎体的CT值差值可减少个体差异的影响提高诊断效能,CT值与CT值差值联合评价可进一步提高诊断信心,因此CT值与差值可在MRI检查受限时作为可靠的重要补充为临床的诊治提供依据。

参考文献

- [1] 丁悦,张嘉,岳华,等.骨质疏松性椎体压缩性骨折诊疗与管理专家共识[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2018,11(5):425-437.
- [2] 中华医学会骨科学分会骨质疏松学组.骨质疏松性骨折诊疗指南[J].中华骨科杂志,2017,37(1):1-10.
- [3] Zaidi Q,Danisa OA,Cheng W.Measurement techniques and utility of hounsfield unit values for assessment of bone quality prior to spinal instrumentation:a review of current literature[J].Spine (Phila Pa 1976),2019,44(4):E239-E244.
- [4] 王文章,麦春华,许东峰,等.椎体CT值、有效原子系数对腰椎骨密度的评估价值[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(6):170-171,183.
- [5] 闫伟,杨莉.骨质疏松性椎体压缩骨折的影像学诊断[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(11):135-137.
- [6] 雷新玮,郭德安,王晖,等.椎体压缩性骨折的影像学诊断[J].医学影像学杂志,2000(2):87-89.
- [7] 熊亮霞,彭云,谭靖,等.CT值及差值在椎体急性慢性骨折中的诊断价值[J].放射学实践,2023,38(2):204-209.
- [8] Zou D,Muheremu A,Sun Z,et al.Computed tomography Hounsfield unit-based prediction of pedicle screw loosening after surgery for degenerative lumbar spine disease[J].Journal of Neurosurgery Spine,2020,32(5):1-6.
- [9] 杨惠林,刘强,唐海.重视我国骨质疏松性椎体压缩骨折的规范化诊疗[J].中华医学杂志,2016,96(48):3857-3861.
- [10] Gaitanis IN,Hadjipavlou AG,Katonis PG,et al.Balloon kyphoplasty for the treatment of pathological vertebral compressive fractures[J].Eur Spine J,2005,14(3):250-260.
- [11] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会.原发性骨质疏松症诊疗指南(2022)[J].中国全科医学,2023,26(14):1671-1691.
- [12] 吉鹏,翟高峰,张涛.供给侧改革视角下我国分级诊疗发展策略分析[J].现代医院管理,2021,19(5):25-28,32.
- [13] Chang M Y,Lee S H,Ha J W,et al.Predicting bone marrow edema and fracture age in vertebral fragility fractures using MDCT[J].AJR: American Journal of Roentgenology,2020,215(4):970-977.
- [14] 张淑娟,王超,王雪芹,等.低场强MRI对免椎体骨折及其愈合程度的评价[J].动物医学进展,2013,34(11):73-76.
- [15] 张芸,齐浩然,高观,等.急性和亚急性骨质疏松椎体骨折不同愈合时期骨组织形态学分析[J].中国骨质疏松杂志,2020,26(12):1815-1819.
- [16] 冯宁宁,姜国正,俞兴,等.椎体CT值鉴别新鲜与陈旧骨质疏松性椎体压缩骨折的可行性[J].中国组织工程研究,2023,27(18):2892-2896.
- [17] 赵承勇,罗松,邓小毅,等.双能量CT虚拟去钙成像在鉴别急性慢性椎体压缩性骨折中的研究[J].医学影像学杂志,2018,28(9):1535-1539.

(收稿日期:2023-11-04)

(校对编辑:韩敏求)