

中文摘要

基于 CT 影像组学识别中老年人非创伤性椎体骨折的良恶性

目的:

构建基于 CT 的影像组学特征模型, 联合临床特征, 共同构建影像-临床联合模型, 用于评估该模型对椎体骨折良恶性的诊断效能, 更好的协助临床医生制定下一步治疗策略。

资料与方法:

回顾性收集 2018 年 10 月至 2022 年 10 月于吉林大学中日联谊医院放射科行脊柱 CT 检查 (颈椎 CT 平扫/胸椎 CT 平扫/腰椎 CT 平扫) 的患者 (良性及恶性骨折患者各 50 例), 收集相关临床特征 (年龄、性别及恶性肿瘤病史) 及影像图像, 选取薄层 (1.00mm) 序列图像, 采用半自动勾画的方法勾画椎体及附件, 提取影像组学特征, 将影像特征与临床特征采用曼-惠特尼 U 检验 (Mann-Whitney U test) 及最小绝对收缩和选择算子 (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, LASSO) 算法进行数据降维以及特征筛选, 将所筛选出的相关性最强的影像特征与临床特征采用支持向量机 (Support Vector Machine, SVM) 的建模方法建立分类模型, 采用受试者工作特征 (Receiver Operating Characteristic, ROC) 曲线下面积 (Area Under the Curve, AUC)、准确度、宏平均、召回率及 F1 值评价模型的诊断效能。

结果:

从薄层序列图像中提取到 86 个初始特征, 将影像特征与临床特

征采用曼-惠特尼 U 检验及 LASSO 算法筛选出与评估椎体骨折良恶性高度相关的 10 个影像特征及 1 个临床特征，基于上述相关特征在 SVM 分类器中构建诊断模型，ROC 分析显示，训练集及测试集的 AUC 值分别为 0.96、0.87，精确度分别为 0.93、0.83，宏平均分别为 0.93、0.83，F1 值分别为 0.93、0.83，具有较好的分类诊断效能。

结论：本研究建立并验证了一个较为准确的基于 CT 的影像组学模型，联合临床特征，预测非创伤性椎体骨折的良恶性。通过减少主观视觉分析产生的变异性和提供定量信息来提高放射科医生的诊断准确性和效率，为患者的进一步临床治疗提供依据。

关键词：

计算机断层扫描，影像组学，椎体骨折，良恶性

Abstract

Recognition of the non-traumatic benign and malignant vertebral fractures in middle-aged and elderly people based on CT radiomics

Purpose

Construct a CT-based radiomics feature model, combined with clinical features, to jointly construct an image-clinical joint model, which is used to evaluate the diagnostic efficiency of the model for benign and malignant vertebral fractures, and better assist clinicians in formulating next-step treatment strategies.

Materials and Methods

Patients who underwent spinal CT examination (cervical spine CT plain scan/thoracic spine CT plain scan/lumbar spine CT plain scan) in the Department of Radiology, China-Japan Union Hospital of Jilin University from October 2018 to October 2022 were retrospectively collected (benign and malignant fractures were each 50 cases), collected relevant clinical characteristics (age, gender, and history of malignant tumors) and imaging images, selected thin-layer (1.00mm) serial images, used semi-automatic delineation method to delineate vertebral bodies and accessories, extracted radiomics features, and imaged Features and clinical features The Mann-Whitney U test and the least absolute

shrinkage and selection operator (LASSO) algorithm were used for data dimensionality reduction and feature screening. The image features with the strongest correlation with the clinical features were established using the support vector machine (SVM) modeling method to establish a classification model, and the area under the receiver operating characteristic (ROC) curve (area under the curve, AUC), accuracy, macro average, recall rate and F1 value to evaluate the diagnostic performance of the model.

Result

86 initial features were extracted from the thin-slice sequence images, and the Mann-Whitney U test and LASSO algorithm were used to screen the image features and clinical features to select 10 image features and 1 clinical feature that were highly correlated with the assessment of benign and malignant vertebral fractures. Features, based on the above-mentioned relevant features, a diagnostic model was constructed in the SVM classifier. ROC analysis showed that the AUC values of the training set and the test set were 0.96, 0.87, the accuracy was 0.93, 0.83, the macro average was 0.93, 0.83, F1 The values are 0.93 and 0.83 respectively, which have good classification and diagnosis performance.

Conclusion

This study established and verified a more accurate CT-based

radiomics model, combined with clinical features, to predict benign and malignant non-traumatic vertebral fractures. By reducing the variability produced by subjective visual analysis and providing quantitative information to improve the diagnostic accuracy and efficiency of radiologists, it provides a basis for further clinical treatment of patients.

Key words:

computed tomography, radiomics, vertebral fracture, benign and malignant

关于学位论文使用授权的声明

本人完全了解吉林大学有关保留、使用学位论文的规定，同意吉林大学保留或向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权吉林大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文和汇编本学位论文。

（保密论文在解密后应遵守此规定）

论文级别： ☒ 硕士 ☐ 博士

学科专业： 影像医学与核医学

论文题目： 基于 CT 影像组学识别中老年人非创伤性椎体骨折的良恶性

作者签名： 滕佩宏 指导教师签名： 刘树军

2023 年 6 月 1 日

目录

第 1 章 引言	1
第 2 章 综述	5
2.1 中老年人椎体骨折的主要病因及发病机制	5
2.1.1 中老年人椎体骨折的主要病因	5
2.1.2 中老年人椎体骨折的发病机制	6
2.2 椎体骨折的影像学检查及成像特点	7
2.2.1 椎体骨折的常用影像学检查	7
2.2.2 椎体骨折的影像学成像特点	9
2.3 基于影像组学模型对于识别椎体骨折的研究现状	10
2.4 基于影像组学模型对椎体骨折的临床前景展望	11
第 3 章 资料与方法	13
3.1 研究对象	13
3.2 纳入及排除标准	13
3.2.1 纳入标准	13
3.2.2 排除标准	13
3.3 影像图像采集	14
3.4 图像处理与数据分析	14
3.4.2 影像特征的提取	15
3.5.3 影像特征的筛选	16
3.5.4 影像模型的构建	16
第 4 章 结果	17

4.1 一般资料	17
4.2 影像及临床特征筛选结果	17
4.3 影像组学建模结果	18
第5章 讨论	21
5.1 感兴趣区 (ROI) 的选择	22
5.2 感兴趣区 (ROI) 的勾画	22
5.3 椎体骨折良恶性鉴别的相关文献研究	23
5.4 影像与临床联合模型的应用	24
5.4 本研究的局限性	24
第6章 结论	26
参考文献	27
作者简介及在学期间所取得的科研成果	33
致谢	34

中英文缩略词索引表

缩略词	英文全称	中文全称
LASSO	Least Absolute Shrinkage and Selection	最小绝对收缩和选择算子
SVM	Support Vector Machine	支持向量机
ROC	Receiver Operating Characteristic	受试者工作特征
AUC	Area Under the Curve	曲线下面积
OP	Osteoporosis	骨质疏松症
OVCF	Osteoporotic Vertebral Compression Fracture	骨质疏松性椎体压缩性骨折
VCF	Vertebral Compression Fracture	椎体压缩性骨折
BMD	Bone Mineral Density	骨密度
CT	Computed Tomography	计算机断层扫描
MRI	Magnetic Resonance Imaging	磁共振成像
T1WI	T1 Weight Imaging	T1 加权成像
T2WI	T2 Weight Imaging	T2 加权成像
STIR	Short-T1 Inversion Recovery	短 T1 反转恢复序列
DWI	Diffusion Weighted Imaging	弥散加权成像
DCE-T1WI	Dynamic Contrast Enhanced Magnetic Resonance Imaging	动态对比增强磁共振成像
CSI	Chemical Shift Imaging	化学位移成像
PACS	Picture Archiving and Communication System	影像归档和通信系统

续表

缩略词	英文全称	中文全称
HIS	Hospital Information System	医院管理信息系统
CNN	Convolutional Neural Network	卷积神经网络
RNN	Recurrent Neural Network	循环神经网络
ResNet50	Residual Network-50	残差网络-50
ICC	Intraclass Correlation Coefficients	一致性相关系数
ROI	Region Of Interest	感兴趣区
GLCM	Gray Level Co-occurrence Matrix	灰度共生矩阵
GLDM	Grey Level Dependence Matrix	灰度相关矩阵
GLRLM	Gray Level Run Length Matrix	灰度游程长度矩阵
GLSZM	Gray Level Size Zone Matrix	灰度尺寸区域矩阵
NGTDM	Neighbouring Gray Tone Difference Matrix	邻域灰度差矩阵

第1章 引言

椎体是脊柱重要的组成部分之一，是脊柱的主要支撑结构，能够承受及分散躯干、四肢、头颅以及脏器对脊柱的重力影响，同时具有保护脊髓、神经根及其他内脏器官的作用，减少受到外部冲击和压力的损伤；此外，椎体通过连接附件及椎间盘，形成了一个可以进行弯曲、扭转和伸展等多种运动的灵活脊柱。而椎体骨折是临床最常见的骨折类型之一，其病因多种多样，主要包括外伤、骨质疏松以及肿瘤浸润。研究表明，外伤为 50 岁以下人群中椎体骨折的最常见病因，而 50 岁以上人群中最常见病因为骨质疏松，其次为肿瘤浸润。

骨质疏松症（Osteoporosis, OP）是世界上最常见的骨骼疾病，据多项流行病学研究发现，在所有绝经后的妇女中，50 岁以上女性中骨质疏松的患病率约为 15%，80 岁以上可达 34.9%，而骨质疏松性椎体压缩性骨折（Osteoporotic Vertebral Compression Fracture, OVCF）是最常见的骨质疏松性骨折类型之一^[1]，患病率可达 25%^[2-4]。椎体压缩性骨折（Vertebral Compression Fracture, VCF）是指椎体受到来自轴向的压力，使得椎体生物力学衰竭而导致骨折，椎体高度减少至少 15%~20%^[5]，主要累及椎体前柱，导致前柱以及前纵韧带过度紧张，因此产生了特征性的楔形畸形^[6-8]，并可导致不同程度的急性及慢性疼痛，产生脊柱后凸畸形及神经根损伤^[9]。据估计，50 岁及以上的女性中有 25% 的患者至少有一个椎体节段的压缩性骨折^[10]，相比之下在同等年龄的男性中患病率较低。然而，椎体同时

也是许多恶性肿瘤的常见转移部位，尤其对于老年人，往往以后背部疼痛不适就诊，进而进一步发现原发性恶性肿瘤，例如肺癌、乳腺癌以及前列腺癌等，常有转移到骨的倾向，其中 10%~15% 的转移部位为椎体^[11, 12]；而据一项尸检报告指出，在所有的癌症患者中，约有三分之一的患者会发生椎体转移^[13]。此外，原发性骨肿瘤和淋巴增生性疾病（如淋巴瘤和多发性骨髓瘤等）也可能造成椎体骨折。

因骨质疏松导致的椎体骨折与恶性肿瘤骨转移导致的椎体骨折病因不同，治疗目的也截然相反，OVCF 的治疗目的主要为减轻患者疼痛、维持椎体的高度以及恢复正常生理功能，而恶性肿瘤骨转移骨折的治疗目的是控制原发恶性肿瘤及转移瘤的进一步发展，缓解疼痛，维持椎体的稳定性以及防止脊髓及马尾神经的损伤；因此，临床医生需要制定不同的治疗策略，尤其是对于有原发恶性肿瘤的患者，根据患者的实际情况，采取手术治疗、放疗、化疗等多种综合治疗手段以控制癌症的扩散，并防止或减缓进一步的骨损伤^[14, 15]。然而在老年患者中，可能存在良性骨质疏松导致的骨折与恶性肿瘤转移导致的骨折并存的情况，有研究表明良性椎体病变可以发生在大约三分之一的癌症患者中^[16]，因此在临床工作中区分良性和恶性椎体骨折具有相当大的管理和预后意义，防止并发症的发生，提高患者的生活质量。

在影像诊断的工作中，计算机断层扫描(Computed Tomography, CT)和磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)常用于椎体骨折的良恶性鉴别诊断。MRI 优异的软组织分辨率及对比度使其成为鉴

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/715143131211011114>