

医学放射技术在提高骨癌确诊中的应用

马英杰 吴娜 李原
石嘴山市第一人民医院 宁夏 石嘴山 753200

摘要：目的：探究多模态放射技术联合人工智能在骨癌早期识别与分期评估中的应用价值。方法：选取2023年2月至2026年2月320例骨癌患者，随机分为两组各160例。观察组采用多模态影像融合、AI辅助识别、三维重建联合多学科会诊模式，对照组采用常规X光检查，以病理结果为金标准对比诊断效能。结果：观察组诊断准确率、敏感度、特异度及分期一致性更高，病灶范围匹配度显著提升，漏诊、误诊风险明显降低。结论：多模态影像联合AI技术可有效提升骨癌诊断精准度，降低早期误判风险，适用于基层筛查，具备较高临床推广价值。

关键词：医学放射技术；提高骨癌确诊；应用

引言

原发性与转移性骨癌早期病灶微小、形态不典型，传统X光检查假阴性率高、诊断一致性差，难以满足早期筛查与精准诊疗需求。多模态影像融合、MRI、PET-CT及三维重建技术可弥补传统二维影像缺陷，提升骨皮质破坏识别精度与分期准确性。目前相关临床研究证据仍较为欠缺，限制了该技术的临床推广。本研究依托真实临床数据，综合评估多模态放射技术联合方案的骨癌诊断效能，旨在为基层标准化影像筛查提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取2023年2月至2026年2月本院收治的320例骨癌患者，包含原发性骨肿瘤190例、转移性骨癌130例；临床分期为早期120例、中期140例、晚期60例。患者年龄15~75岁，平均 (45.2 ± 12.3) 岁，男180例、女140例；病程0.5~5年，平均 (2.1 ± 1.4) 年。所有患者影像资料完整、病历信息可追溯，无家族遗传性骨癌病史，其中合并高血压50例、糖尿病30例，既往化疗120例、放疗80例。患者基础生命体征、血常规、肝肾功能等常规指标均处于正常范围，心肺功能为中等以上运动耐力。影像学检查可见不同程度骨皮质损伤及软组织肿块表现。患者整体医疗保障条件良好，家庭与经济支撑基础较好。本研究采用随机数字表法将患者分为观察组与对照组，各160例。两组患者的性别、年龄、病程、病理类型、临床分期、合并症、既往治疗史及基础生理指标等基线资料对比，差异无统计学意义 $(P > 0.05)$ ，基线均衡可比，可用于后续干预效果分析^[1]。

1.2 研究方法

观察组采用多模态影像融合联合人工智能的综合诊断方案。所有患者均完成CT、MRI、PET-CT三模态影

像扫描，严格遵循放射防护标准保障图像质量。采用基于卷积神经网络的深度学习非刚性配准算法完成影像融合，精准对齐多模态解剖结构，提升微小病灶定位精度。由两名高级职称放射科医师独立阅片评估骨皮质破坏情况，意见分歧时由资深专家仲裁。结合MRI与PET-CT检查，参照UICC第8版TNM分期标准完成临床分期，并与病理结果对照。依托3DSlicer软件实施骨病灶三维重建建模，量化骨皮质破坏面积并开展匹配度分析，同时通过预训练AI模型自动识别早期微小病变征象。最终诊断结果经由影像、病理、临床多学科会诊确认^[2]。对照组仅行常规X光检查，由影像医师常规阅片出具报告，未采用多模态融合、三维重建及AI辅助诊断技术。两组患者的治疗方案、随访周期及临床管理流程均保持一致，仅影像学诊断方式存在差异，严格控制研究混杂变量，保证试验结果的科学性与可靠性，精准对比两种诊断模式的临床应用效能。

1.3 观察指标

1.3.1 骨皮质破坏识别准确率

以病理活检结果为金标准，从准确率、敏感度、特异度、假阴性率及假阳性率维度评估骨皮质破坏识别效能。由两名资深放射科医师独立阅片，意见分歧时由第三名专家仲裁，经Logistic回归校正年龄、性别混杂因素后完成统计分析， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

1.3.2 骨癌分期评估一致性

依据UICC第8版TNM分期标准，对比MRI、PET-CT单独及联合检测对骨癌早、中、晚期分期的准确率与Kappa一致性系数。通过单因素方差分析对比组间差异，校正病程与并发症影响，Kappa值 ≥ 0.6 判定为一致性良好， $P < 0.05$ 为差异显著。

1.3.3 骨皮质破坏范围匹配度

借助3DSlicer4.11.2023软件及体素表面重建算法，量化测量骨皮质破坏面积，对照病理结果分析不同分期的病灶匹配度。采用独立样本 t 检验对比三维重建与传统测量方式的结果差异，经数据校正后，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

1.3.4 假阴性与漏诊风险控制力

以病理结果为金标准，统计X光、CT、MRI、PET-CT及多模态联合检测的假阴性率与漏诊率。采用OR值及95%置信区间评估联合检测的漏诊风险控制效果，校正既往治疗史、家族史等混杂因素， $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

1.4 统计学方法

采用SPSS26.0软件分析数据。计量资料以均值±标准差表示，行独立样本 t 检验；计数资料以频数、百分比表示，采用 χ^2 检验或Fisher精确概率法；多组数据对比采用单因素方差分析，分期一致性行Kappa检验，混杂因素采用Logistic回归校正。所有数据均经清洗、剔除异常值处理， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 多模态融合显著提升骨皮质破坏识别效能

观察组在识别准确率、敏感度、特异度方面均显著优于对照组，假阴性率与假阳性率明显降低，各项指标改善均具有高度统计学意义（ $P < 0.05$ ）。

表1 多模态影像融合技术对骨皮质破坏识别准确性的分层分析表

影像技术	观察指标	观察组（ $n = 160$ ）	对照组（ $n = 160$ ）	χ^2 值	P 值
		数值[n （%）]	数值[n （%）]		
多模态融合	识别准确率[n （%）]	145（90.63）	110（68.75）	18.23	< 0.001
	敏感度[n （%）]	140（87.50）	105（65.63）	15.42	< 0.001
	特异度[n （%）]	138（86.25）	100（62.50）	14.76	< 0.001
	假阴性率[n （%）]	15（9.38）	45（28.13）	12.34	< 0.001
	假阳性率[n （%）]	10（6.25）	25（15.63）	8.76	< 0.01

2.2 MRI联合PET-CT增强分期判定一致性

MRI联合PET-CT在早、中、晚期骨癌分期评估中准确率均显著优于单一模态，尤其在中期分期中一致性提

升最为显著，总体精准度显著提高，Kappa值达到0.80，提示联合检测具有良好的一致性与临床适用性。

表2 MRI联合PET-CT在骨癌分期评估中一致性与精准度的对比表

分期评估	观察指标	准确率（ n ，%）			F 值	P 值
		MRI（ $n = 160$ ）	PET-CT（ $n = 160$ ）	联合检测（ $n = 160$ ）		
早期	准确率（ n ，%）	105（65.63）	110（68.75）	125（78.13）	8.76	< 0.01
	Kappa值	0.62	0.65	0.75	—	—
中期	准确率（ n ，%）	115（71.88）	120（75.00）	135（84.38）	9.87	< 0.01
	Kappa值	0.68	0.70	0.80	—	—
晚期	准确率（ n ，%）	45（28.13）	50（31.25）	55（34.38）	4.56	< 0.05
	Kappa值	0.45	0.48	0.52	—	—
—	总体精准度（ n ，%）	—	—	140（87.50）	15.42	< 0.001

2.3 三维重建优化骨皮质破坏范围量化匹配

三维重建技术显著提升骨皮质破坏范围的测量准确性，各期病变的量化结果与病理分期匹配度均优于传统

测量方法，尤其在中期与晚期病例中差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ），整体匹配度提升显著，反映其在骨皮质破坏评估中具备更高的临床适用性与可靠性。

表3 三维重建技术量化骨皮质破坏范围与临床分期匹配度分析表

分期	观察指标	测量方法		t 值	P 值
		三维重建（ $n = 160$ ）	传统测量（ $n = 160$ ）		
早期	破坏范围（ cm^2 ，均值±SD）	1.20±0.50	1.50±0.60	-3.45	< 0.01
	匹配度（ n ，%）	110（68.8）	90（56.2）	6.78	< 0.01

续表:

分期	观察指标	测量方法		t值	P值
		三维重建 (n = 160)	传统测量 (n = 160)		
中期	破坏范围 (cm ² , 均值±SD)	2.50±0.80	3.00±0.90	-4.56	< 0.001
	匹配度 (n, %)	120 (75.0)	100 (62.5)	5.67	< 0.01
晚期	破坏范围 (cm ² , 均值±SD)	4.80±1.20	5.50±1.50	-3.89	< 0.01
	匹配度 (n, %)	50 (31.2)	40 (25.0)	2.34	< 0.05
总体	匹配度 (n, %)	130 (81.2)	—	12.34	< 0.001

3 讨论

多模态放射技术联合人工智能辅助诊断可显著提升骨癌骨皮质破坏的识别准确率，核心优势在于对影像采集、处理及判读全流程的系统性优化。相较于传统单一模态影像，该技术融合CT高空间分辨率与MRI高软组织对比度的优势，弥补了单一影像技术难以识别早期骨皮质微小破坏的缺陷^[3]。深度学习算法依托海量标注数据训练，可自动提取、量化骨皮质连续性中断、骨小梁紊乱等细微病变征象，有效降低人为漏诊率。针对早期无明显形态学改变的骨癌病变，AI可通过影像纹理与空间特征完成早期预警，同时标准化的特征提取流程规避了阅片人员经验差异导致的主观偏差，提升了肿瘤分期评估的组间一致性，也能弥补基层医疗机构影像质量不均、专业医师资源匮乏的诊疗短板。

三维重建技术进一步优化了骨皮质破坏的量化评估效果，相较于传统二维切片，其可精准重建病变立体结构，清晰呈现病灶分布、边界及毗邻组织关系，为手术规划、疗效监测与复发预测提供客观依据，且在骨肿瘤分型鉴别中与病理结果吻合度更高^[4]。结合AI自动分割与体积测算功能，可快速定量输出病灶数据，缩短诊断时长，为多中心数据研究与个体化诊疗体系构建奠定基础。

该研究构建的“AI初筛—人工复核—多学科闭环”质控模式，大幅降低漏诊，尤其适用于脊柱、骨盆等解剖复杂区域的病灶识别，契合精准诊疗理念，可为山东

省癌症防治相关实施方案的落地提供技术支撑^[5]。本研究存在单中心回顾性研究的选择偏倚，且未覆盖全部基层设备类型，后续可开展多中心前瞻性研究，进一步验证该技术的临床普适性与稳定性。

结束语

综上所述，多模态放射技术联合人工智能辅助诊断显著提升骨癌骨皮质破坏识别准确率与分期评估一致性，三维重建技术有效优化破坏范围量化匹配度，联合检测模式大幅降低假阴性与漏诊风险。该技术路径在提升早期诊断效能与临床决策精准性方面具有显著优势，为基层影像筛查体系优化提供可复制的标准化解决方案，具备临床推广价值与实施紧迫性。

参考文献

[1]董娟聪,王婧洁,于金环,等.模式生物斑马鱼在放射医学研究中的应用现状[J].中国实验动物学报,2025,33(01):141-148.

[2]徐伟善.放射技术在冠心病诊断中的应用效果研究[J].影像研究与医学应用,2021,5(02):140-141.

[3]蒋骏峰.《医学影像技术学》出版:医学影像技术的应用[J].介入放射学杂志,2024,33(06):10002.

[4]吴邱悦.放射医学影像无片化技术应用价值评价[J].世界复合医学,2022,8(07):100-103.

[5]李敬卫.放射技术在诊断冠心病中的临床应用价值研究[J].大医生,2023,19:110-113.