

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202408061



多层螺旋 CT 在青少年长骨骨肉瘤 诊断中的临床价值

王福财¹, 刘卓晟¹, 林懿²

(1. 华侨大学 医学院, 福建 泉州 362021;
2. 南方医科大学 南方医院, 广东 广州 510000)

摘要: 以 2021 年 5 月至 2024 年 5 月经穿刺活检或手术病理确诊的 21 例青少年长骨骨肉瘤(OS)患者为研究对象,应用评价多层螺旋 CT(MSCT)评估肿瘤位置、肿瘤体积、骨质破坏程度、骨膜反应程度等影像学特征,并评估 MSCT 在诊断青少年长骨 OS 的准确率。结果表明:MSCT 检查 OS 的准确率为 90.5%,OS 的影像学特征与手术病理诊断结果比较,差异不具有统计学意义($P>0.05$);MSCT 可以较为准确地显示 OS 的影像学特征,有助于术前评估肿瘤分级分期、肿瘤体积、边界及侵袭程度,为患者制定个性化手术治疗方案提供参考价值。

关键词: 骨肉瘤; 多层螺旋 CT; 青少年; 影像学特征

中图分类号: R 96 文献标志码: A 文章编号: 1000-5013(2025)02-0217-06

Clinical Value of Multi-Slice Spiral CT for Long Bone Osteosarcoma Diagnosis in Adolescents

WANG Fucui¹, LIU Zhuosheng¹, LIN Yi²

(1. School of Medicine, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China;
2. Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510000, China)

Abstract: 21 patients with long bone osteosarcoma (OS) in adolescents diagnosed by biopsy or surgical pathology from May 2021 to May 2024 were selected as the research subjects. The multi-slice spiral CT (MSCT) was used to evaluate the imaging features of tumor location, tumor volume, bone destruction degree and periosteal reaction degree, and the accuracy rate of MSCT in diagnosing long bone OS in adolescents was evaluated. The results showed that the accuracy rate of MSCT in diagnosing OS was 90.5%. There was no statistically significant difference ($P>0.05$) between the imaging features of OS and the surgical pathological diagnosis results. MSCT could display the imaging features of OS more accurately, which is helpful for preoperative evaluation of tumor grade and stage, tumor volume, boundary and invasion degree, and provides reference value for personalized surgical treatment plans for patients.

Keywords: osteosarcoma; multi-slice spiral CT; adolescent; imaging feature

骨肉瘤(OS)是最常见的原发性恶性骨肿瘤,在全球范围内,发生率约为每年每百万人 2~4 例^[1-2],

收稿日期: 2024-08-21

通信作者: 王福财(1978-),男,副教授,博士,主要从事肿瘤影像学诊断及免疫致病机制的研究。E-mail: wfc@hqu.edu.cn.

基金项目: 国家自然科学基金地区项目(81860354);福建省泉州市高层次人才创新创业项目(2022C015R);华侨大学高层次人才创新创业项目(605-50Y18058)

尤其在青少年人群中,OS 诊断受肿瘤的异质性和影像学设备差别的影响较大。因此,利用具有高分辨率、高对比度、稳定图像集成技术的影像学设备对 OS 进行早期筛查与诊断尤为重要。多层螺旋 CT (MSCT) 具有高空间分辨率和优越成像能力^[3],在青少年 OS 的早期诊断中具有重要作用。MSCT 不仅可以精确显示肿瘤的位置、体积、骨质破坏程度、骨膜反应程度,还能评估肿瘤与邻近组织的关系,对确定肿瘤的侵袭性和制定手术方案提供了决定性的影像学信息^[4-5]。

本文通过对青少年长骨 OS 患者的 MSCT 影像学表现进行分析,探讨 MSCT 检查在 OS 临床治疗中的应用价值,并分析 MSCT 在青少年长骨 OS 中的诊断性表现,进一步验证 MSCT 在诊断青少年长骨 OS 中的有效性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

以 2021 年 5 月至 2024 年 5 月经穿刺活检或手术病理确诊的 21 例青少年(年龄在 10~20 岁)长骨 OS 患者为研究对象,所有患者均接受 MSCT 检查。患者的基本信息,如表 1 所示。病例纳入和排除的标准,如表 2 所示。

表 1 患者的基本信息

Tab.1 Basic information of patients

性别	病例数	年龄范围/岁	平均年龄/岁
男	12	14.00±2.00	14.25
女	9	14.50±3.50	15.89

表 2 病例纳入和排除的标准

Tab.2 Criteria for inclusion and exclusion of cases

项目	标准 1	标准 2	标准 3	标准 4	标准 5
纳入	符合 OS 诊断标准	单纯病种且未合并恶性疾病	患者或家属均签署知情同意书	发病部位为四肢长骨	患者影像学 and 病理资料完整
排除	未经穿刺活检或手术病理诊断者	OS 并非主要症状或合并有其他症状	知情同意书未经患者或家属签署	发病部位为四肢长骨外其他部位	临床资料不准确或缺失遗漏

1.2 研究方法

使用西门子 64 排 CT 扫描仪获取 CT 图像。具体扫描设定如下:管电压为 120 kV,曝光时间为 50 ms,扫描的层厚为 5 mm,视野为 50.0 cm×50.0 cm,重建层厚为 1.0 mm。患者采取头先进仰卧位(HFS)进行标准的 CT 平扫。扫描完成后,通过重建算法、噪声抑制和多平面重建技术对原始数据进行详细处理,以提高图像质量和分辨率。随后应用最大密度投影(MIP)和体积再现(VR)技术,特别是在观察肿瘤内钙化和新生骨结构时,能使 CT 影像表现得更加直观。最后,再通过自动和手动分割技术计算肿瘤体积和表面积,为诊断和治疗提供量化数据支持,最终由放射科医师进行影像阅读和诊断分析。

1.3 观察指标

采用双盲法对 MSCT 影像进行分析和诊断,将所有 MSCT 影像去除患者身份信息并进行随机编号,以确保评估医师无法识别患者信息或病理结果。

然后,由两位放射科诊断组医师(其中一位为主治医师或更高级别)对影像进行分析,他们不参与患者的临床治疗过程,可保证影像评估客观性。两位医师专注于评估肿瘤的位置、体积、骨质破坏程度、骨膜反应程度等影像学特征,并将术后病理结果作为诊断的“金标准”^[6]。

最后,将两位医师的诊断结果与术后病理结果进行对比,用以评估 MSCT 在诊断青少年长骨 OS 方面的准确性。

1.4 统计学方法

数据均采用 SPSS 27.0 软件进行分析,使用 χ^2 检验评估 MSCT 诊断准确性,采用线性回归、二元 logistic 回归分析 OS 患者的影像学特征,若 $P>0.05$,则认为差异不具有统计学意义。

2 影像学检查结果与分析

2.1 MSCT 检查准确率

21 例青少年长骨 OS 患者经过 MSCT 检查,共检查出 19 例,诊断准确率为 90.5%,与手术病理诊断结果比较,差异不具有统计学意义($P>0.05$)。其中,由于影像学表现相似、骨膜反应相似、钙化和新生骨影像特征重叠等原因,2 例误诊为尤文氏肉瘤。

2.2 影像学表现

21 例青少年长骨骨肉瘤患者中,肿瘤主要分布于长骨干骺端,其中,股骨 6 例,胫骨 3 例,腓骨 2 例,肱骨 5 例,尺骨 3 例,桡骨 2 例。CT 图像显示为形状不规则、混合密度、边缘模糊的肿块,反映出肿瘤的高度异质性和侵袭性,为早期区分良、恶性病变提供了重要依据。

骨皮质破坏是 OS 的显著特征,在影像学上,溶骨性(3 例)、成骨性(5 例)及混合性破坏(11 例)均有不同程度的表现。不同类型的骨质破坏在预测肿瘤生物学行为方面具有明确的临床意义。成骨性破坏通常提示肿瘤组织硬度较大,病变活跃,具有较高的术后复发风险,而溶骨性破坏则与肿瘤快速扩展的特性密切相关,需要及时干预以防止进一步侵袭。

此外,骨膜反应在 15 例患者中呈现为 Codman 三角或日光射线样改变(“星芒”征),这些特征在 OS 的诊断和预后评估中具有重要的指示作用。Codman 三角通常反映肿瘤向骨膜下快速扩展,而日光射线样改变则表明肿瘤已经侵犯到软组织,这些影像表现为术前精准评估肿瘤范围及制定个体化的手术方案提供了可靠依据。影像中还可可见钙化和新生骨的形成,这些高密度斑点或条状影像尤为典型,在成骨性骨肉瘤中尤为显著,有助于鉴别其他类型的骨恶性肿瘤(如尤文氏肉瘤或骨巨细胞瘤),从而提高诊断精度。

在少数病例中,CT 影像揭示了肿瘤对血管和神经的侵犯。MSCT 在评估肿瘤与重要解剖结构的关系上表现出卓越的优势,能够高分辨率地展示肿瘤与血管、神经等关键解剖结构之间的精确空间关联。这些影像数据不仅有助于临床医生制定更精确的手术计划,减少术中损伤风险,同时也为术后的辅助治疗策略提供了明确的参考。例如,根据肿瘤与大血管的距离来决定术后是否需要放疗或其他干预措施。此外,这些影像学表现还可用于术后监测和随访,帮助评估肿瘤复发的风险和进展,从而制定更长期的治疗和管理计划。

2.3 病例分析

病例 1 信息:患者男,17 岁,左肩部关节疼痛 2 个月。左肱骨近端 OS 的 MSCT 影像检查,如图 1 所示。影像学诊断:CT 平扫显示左侧肱骨近端见不规则骨质破坏和新生骨形成,不规则低密度区和新生骨高密度区,局部骨质增生并可见 Codman 三角征,骨膜反应显著。

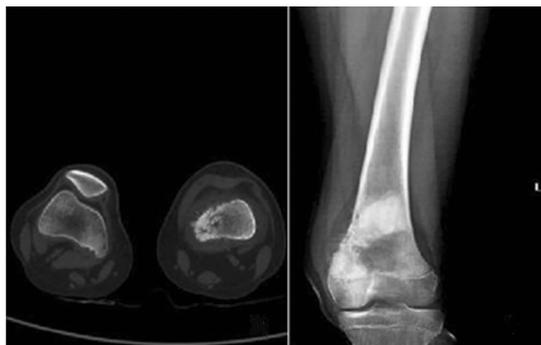
病例 2 信息:患者女,11 岁,左膝关节疼痛 1 个月。左股骨远端 OS 的 MSCT 影像检查,如图 2 所示。影像学诊断:CT 平扫显示左侧股骨远端见骨质破坏和日光射线样改变(“星芒”征),显示明显的骨质破坏和新生骨形成,局部骨组织发生结构改变。



(a) 左肩部关节横轴位 (b) 左肩部关节冠状位

图 1 左肱骨近端 OS 的 MSCT 影像图

Fig. 1 MSCT imaging of left proximal humerus OS



(a) 左膝关节横轴位 (b) 左膝关节冠状位

图 2 左股骨远端 OS 的 MSCT 影像图

Fig. 2 MSCT imaging of left distal femur OS

3 青少年骨肉瘤的影像学价值

3.1 青少年 OS 的临床与病理

青少年 OS 是一种高度恶性的原发性骨肿瘤,主要影响长骨如股骨、胫骨等四肢长骨^[6]。这种肿瘤在早期常表现为局部疼痛和肿胀,这些症状往往被误认为运动损伤或其他良性病变,增加了早期诊断难度。肿瘤骨的含量能够影响肿瘤质地。成骨型多质地坚硬,溶骨型质地松软或成囊性感,混合型质地多坚韧^[7]。随着病情进展及疼痛强度的增加,患者在休息时也会感受到持续疼痛,最终影响患者的正常活动。MSCT 提供的影像学检查能够显示大量信息,包括肿瘤的位置、体积、强化特点、骨质破坏程度等,但最终的确证还是需要术后的病理检查进行确认^[8]。病理检查是 OS 临床诊断的“金标准”^[6],其过程包括对组织样本的详细分析,以及确定肿瘤的具体类型和恶性程度等^[9]。具体判断标准包括细胞形态学特征、坏死程度、肿瘤边界和侵袭性等。除此之外,免疫组织化学染色和分子生物学检测也能够为临床诊断提供额外诊断信息。综合这些特征可以准确评估肿瘤类型、分级和预后。以上这些关键信息对于制定 OS 患者个性化治疗方案都具有重要的意义。

3.2 OS 的 CT 表现及诊断价值

影像学检查是临床上诊断青少年 OS 的重要方法,如 X 线、CT 检查、MRI 检查等。X 线检查中长骨 OS 通常会显示出多种形态,主要表现为四肢长骨干骺端的骨质破坏,同时伴有成骨性、溶骨性或混合性的骨质坏死性病灶^[10]。这些病灶大小不规则且边缘分界不清,通常情况下,由于 X 线成像对软组织分辨率低且缺乏三维信息,临床难以仅通过 X 线平片对软组织肿胀和肿块进行鉴别,即 X 线存在一定局限性。而在 MRI 检查中,仍存在有扫描速度慢、价格昂贵、钙化和骨质区域成像模糊的问题。

相较于 X 线和 MRI 检查,MSCT 在空间、密度及软组织分辨率等方面更具有优势^[11]。MSCT 能通过多层扫描生成高分辨率的三维图像,更加清晰地展示肿瘤的侵袭范围,包括肿瘤对周围软组织、骨髓及相邻器官的侵袭程度。这使 MSCT 能够提供更准确的肿瘤边界信息,帮助临床医生更好地评估肿瘤的侵袭性和扩展情况。此外,MSCT 在评估大血管和神经受侵方面也表现出显著的优势,因为它可以清楚地显示肿瘤与这些重要结构之间的关系。增强后扫描还能够提供更为准确的影像信息供临床参考^[12],例如,肿瘤的血供情况、肿瘤内部的异质性及肿瘤与周围正常组织的界限。

更为重要的是,MSCT 能够观察到长骨 OS 特有的影像学特征,如骨膜反应(Codman 三角、日光射线样改变)、肿瘤内的钙化、新生骨形成。这些特征在临床上具有重要意义。骨膜反应的类型和程度往往与肿瘤的侵袭性和生长速度相关联,通过观察这些特征,临床医生可以初步评估肿瘤的恶性程度。对于肿瘤内的钙化和新生骨形成,MSCT 可以显示出高密度斑点或条状影像,这些信息不仅有助于定性分析肿瘤的类型,还能够预测肿瘤的进展和预后。因此,MSCT 不仅能够提供诊断参考,更为临床决策提供了重要指导依据。

这些高质量的影像数据为临床医生制定精准的诊疗方案提供了坚实的基础,极大地提高了诊断的准确性和可靠性。研究表明,MSCT 检查在青少年长骨 OS 的诊断结果与术后病理诊断结果比较,差异不具有统计学意义($P > 0.05$),且各影像学特征(位置、体积等)对诊断准确性无显著影响。在 MSCT 检查图像中,医师能够清楚观察到以上多种影像学特征,这为诊断提供了极大的帮助。因此,MSCT 检查可为青少年长骨 OS 性质的确定提供可靠的依据。

3.3 OS 的鉴别诊断

骨肉瘤属于常见的骨原发高度恶性肿瘤,最常见的临床症状是疼痛和局部肿块,好发年龄是青少年,好发于肢体长管状骨的干骺端。当青少年患者出现,四肢长管状骨的干骺端某部位疼痛后,应当考虑该病的可能性,需要及时进行检查。因此,早期诊断、规范治疗是提高疗效的关键。骨肉瘤通常需要与以下 5 种疾病相鉴别。

1) 成骨性骨转移瘤,多见于年长患者,肿瘤边界清晰,骨质破坏较少,通常不累及骨皮质。成骨性骨转移瘤边界清晰且骨质破坏较轻,常见于老年患者,而 OS 边界模糊,伴有显著的骨质破坏和骨膜反应^[13],常见于相对年轻的患者。

2) 化脓性骨髓炎,表现为骨质破坏和新骨形成,骨膜反应随着病情进展而变化,早期骨破坏不明

显,晚期骨破坏明显^[14]。化脓性骨髓炎早期通常伴有明显的软组织肿胀,骨质破坏和新生骨质连续出现,而OS的骨质破坏和新生骨质可能同时存在,且骨膜反应较显著。

3) 骨巨细胞瘤,表现为偏心性的膨胀性骨质破坏,通常没有新生骨。骨巨细胞瘤病变通常是膨胀性的,且缺乏新生骨^[15],而OS则常伴有新生骨和显著的侵袭性表现。

4) 骨纤维肉瘤,表现为溶骨性骨质破坏,骨质增生较少,骨膜反应不明显,破坏区无瘤骨形成。骨纤维肉瘤破坏区通常无新生骨,且骨膜反应较轻,而OS则常伴有显著的骨膜反应和新生骨^[16]。

5) 溶骨性骨转移,多见于年长患者,较少出现骨膜反应和显著的软组织肿块。溶骨性骨转移多发于老年患者,通常缺乏明显的骨膜反应和软组织肿块,而OS常见于年轻患者,伴有显著的软组织肿块和骨膜反应。

4 结论

多层螺旋CT(MSCT)在青少年长骨OS的诊断中展现了其独特的重要性,MSCT能够详细地呈现长骨OS的主要影像学特征,具有较高的诊断准确率,能够辅助临床医生在术前对肿瘤的体积、边界及侵袭程度进行全面且直观的评估,从而为患者制定个性化的手术治疗方案提供坚实的依据。相较于传统的MRI和其他影像技术,MSCT不仅在显示肿瘤与周围组织关系方面表现出色,在显示肿瘤内钙化和新生骨结构时还更具有显著优势。通过应用先进的重建算法和噪声抑制技术,MSCT能够生成高质量图像,这极大地提升了诊断的精确性,并为术前评估及术后随访提供可靠的量化数据支持。研究结果表明,在诊断青少年长骨OS方面,MSCT表现出与术后病理诊断结果高度一致的优异性能,显著提升了临床决策的可靠性和治疗效果。

然而,本文仍存在样本量少、研究中心少、长期随访数据不足等局限性。未来的研究应扩大样本量,进行多中心研究,并增加长期随访数据,以全面评估MSCT在OS诊断和治疗中的应用价值。此外,结合近年来新兴的人工智能辅助诊断技术,MSCT在医学影像分析和精准诊断中的应用前景将会更加广阔。人工智能技术,特别是深度学习算法,能够自动检测和分析CT影像中的细微病变,提高诊断的敏感性和特异性,同时还能够通过大数据学习不断优化目标检测模型,提供个性化的治疗建议,显著提升临床医师决策能力和患者治疗效果。因此,MSCT作为一种高效的诊断工具,不仅在术前评估、手术规划和术后监测中具有重要的应用价值,还为临床医生提供了可靠的信息支持,极大地改善了患者的治疗效果和生活质量,具有较大的学术价值和临床意义。

参考文献:

- [1] SMELAND S, BIELACK S S, WHELAN J, *et al.* Survival and prognosis with osteosarcoma: Outcomes in more than 2000 patients in the EURAMOS-1 (European and American Osteosarcoma Study) cohort[J]. *European Journal of Cancer*, 2019, 109: 36-50. DOI: 10.1016/j.ejca.2018.11.027.
- [2] KLEIN M J, SIEGAL G P. Osteosarcoma[J]. *American Journal of Clinical Pathology*, 2006, 125(4): 555-581. DOI: 10.1309/uc6kqhld9lv2kenn.
- [3] WANG Junling, LI Xia, ZHANG Zhijie, *et al.* Clinical research of combined application of DCEUS and dynamic contrast-enhanced MSCT in preoperative cT staging of gastric cancer[J]. *Journal of Oncology*, 2021(6): 9868585. DOI: 10.1155/2021/9868585.
- [4] LUO Meimei, YANG Run, ZHANG Haijie, *et al.* Image fusion of multislice spiral CT with magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis and nursing of malignant bone diseases using ANOVA[J]. *Scientific Programming*, 2021, 2021: 1-7. DOI: 10.1155/2021/4751845.
- [5] HOLZER G, HOBUSCH G, HANSEN S, *et al.* Is there an association between bone microarchitecture and fracture in patients who were treated for high-grade osteosarcoma?: A controlled study at long-term follow-up using high-resolution peripheral quantitative CT[J]. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2021, 479(11): 2493-2501. DOI: 10.1097/CORR.0000000000001842.
- [6] ZHAO Xin, WU Qirui, GONG Xiuqing, *et al.* Osteosarcoma: A review of current and future therapeutic approaches[J]. *Biomedical Engineering Online*, 2021, 20(1): 24. DOI: 10.1186/s12938-021-00860-0.

- [7] JAFARI F, JAVDANSIRAT S, SANAIE S, *et al.* Osteosarcoma: A comprehensive review of management and treatment strategies[J]. *Annals of Diagnostic Pathology*, 2020, 49: 151654. DOI: 10.1016/j.anndiagpath.2020.151654.
- [8] WU Xiang, ZHOU Shuping, ZHOU Xinhua, *et al.* Literature review of imaging, pathological diagnosis, and outcomes of metachronous lung and pancreatic metastasis of cecal cancer[J]. *World Journal of Surgical Oncology*, 2022, 20(1): 341. DOI: 10.1186/s12957-022-02797-7.
- [9] TESTA S, HU B D, SAADEH N L, *et al.* A retrospective comparative analysis of outcomes and prognostic factors in adult and pediatric patients with osteosarcoma[J]. *Current Oncology*, 2021, 28(6): 5304-5417. DOI: 10.3390/currncol28060443.
- [10] SADYKOVA L R, NTEKIM A I, MUYANGWA-SEMENOVA M, *et al.* Epidemiology and risk factors of osteosarcoma[J]. *Cancer Investigation*, 2020, 38(5): 259-269. DOI: 10.1080/07357907.2020.1768401.
- [11] ELAGHA A, OTHMAN Y, DARWEESH R, *et al.* Characterization of the interatrial septum by high-field cardiac MRI: A comparison with multi-slice computed tomography[J]. *The Egyptian Heart Journal*, 2020, 72(1): 81. DOI: 10.1186/s43044-020-00109-6.
- [12] ALBANO D, BENENATI M, BRUNO A, *et al.* Imaging side effects and complications of chemotherapy and radiation therapy: A pictorial review from head to toe[J]. *Insights Imaging*, 2021, 12(1): 76. DOI: 10.1186/s13244-021-01017-2.
- [13] SHAO Jingjing, LIN Hongxin, DING Lei, *et al.* Deep learning for differentiation of osteolytic osteosarcoma and giant cell tumor around the knee joint on radiographs: A multicenter study[J]. *Insights into Imaging*, 2024, 15(1): 35. DOI: 10.1186/s13244-024-01610-1.
- [14] KWON J W, HYUN S J, HAN S H, *et al.* Pyogenic vertebral osteomyelitis: Clinical features, diagnosis, and treatment[J]. *Korean Journal of Spine*, 2017, 14(2): 27-34. DOI: 10.14245/kjs.2017.14.2.27.
- [15] UEDA T, MORIOKA H, NISHIDA Y, *et al.* Objective tumor response to denosumab in patients with giant cell tumor of bone: A multicenter phase II trial[J]. *Annals of Oncology*, 2015, 26(10): 2149-2154. DOI: 10.1093/annonc/mdv307.
- [16] TAHMASBI-ARASHLOW M, BARNTS K L, NAIR M K, *et al.* Radiographic manifestations of fibroblastic osteosarcoma: A diagnostic challenge[J]. *Imaging Science in Dentistry*, 2019, 49(3): 235-240. DOI: 10.5624/isd.2019.49.3.235.

(责任编辑: 钱筠 英文审校: 刘源岗)