

论 著

股骨头坏死ARCO 3A期
平片分期准确性及误分
期原因分析*史 珊¹ 佟海滨^{1,*} 杨学东^{1,*}
范洋洋¹ 刘 欢¹ 张 阔²
马云瑶¹ 于 潼³

1.中国中医科学院广安门医院放射科

(北京 100053)

2.北京大学第一医院门诊部 (北京 102627)

3.中国中医科学院广安门医院骨科

(北京 100053)

【摘要】目的 评估X线平片对股骨头坏死ARCO3A期分期的准确性，并分析其误分期的原因。方法 回顾性分析2017年1月至2023年7月同期行髋关节正、蛙式位X线及CT检查，且髋关节CT分期为ARCO3A期的158例股骨头坏死患者，其中14例为双侧ARCO3A期，共计172例ARCO3A期股骨头坏死，F/M=67/91，平均年龄 43.7 ± 11.8 岁。观察髋关节X线正、蛙式位图像进行ARCO分期并统计结果。结果 髋关节X线分期为ARCO 3A期139例，误分期为ARCO 2期33例，准确率为80.8%；对照同期髋关节CT图像，X线误分期病例中未发现软骨下骨折6例(18.2%)、未发现坏死区骨折4例(12.1%)、未发现股骨头局限塌陷23例(69.7%)。结论 X线对股骨头坏死ARCO 3A期分期的准确性高，但仍存在误分期的状况。在临床工作中，正位结合蛙式位，仔细观察关节面局部轻微不光整及软骨下、坏死区骨折等征象有助于提高X线平片对股骨头坏死ARCO3A期分期的准确性。

【关键词】股骨头坏死；ARCO 3A期；X线；CT；分期

【中图分类号】R617

【文献标识码】A

【基金项目】北京联影智能影像技术研究院基金(CRIBJQY202109)；

中国中医科学院科技创新工程项目

(CI2021A03302、CI2021A03320)

中国中医科学院广安门医院护航工程-骨干人才培养项目(9323015)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.04.046

Analysis of Accuracy and Reasons for
Misstaging of ARCO 3A of Femoral Head
Necrosis by Radiography*SHI Shan¹, TONG Hai-bin^{1,*}, YANG Xue-dong^{1,*}, FAN Yang-yang¹, LIU Huan¹, ZHANG Kuo²,
MA Yun-yao¹, YU Tong³.1.Department of Radiology, Guang'anmen Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences,
Beijing 100053, China

2.Department of Polyclinic, Peking University First Hospital, Beijing 102627, China

3.Department of Orthopaedics, Guang'anmen Hospital, China Academy of Chinese Medical
Sciences, Beijing 100053, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the accuracy of radiography for ARCO stage 3A of femoral head necrosis (FHN) and to analyze the reasons for its misstaging. **Methods** 158 patients of FHN, who underwent anteroposterior view and frog lateral view of X-ray and CT examinations of hip joint during the same period, staged as ARCO 3A by CT from January 2017 to July 2023 were retrospectively analyzed, of which 14 patients with bilateral ARCO stage 3A, so a total of 172 cases (F/M=67/91, average age: 43.7 ± 11.8 years) were included. The anteroposterior view and frog lateral view of X-ray standard radiographs of hip joint were observed for ARCO staging and statistics. **Results** There were 139 cases staged as ARCO 3A, and 33 cases misstaged as ARCO 2 evaluated by radiography, and the accuracy was 80.8%. Referring to hip CT images of the same period, in the cases of radiography misstaging, 6 cases (18.2%) of subchondral fractures, 4 cases (12.1%) of necrotic area fractures, and 23 cases (69.7%) of femoral head local collapse were not found. **Conclusion** The accuracy of radiography for ARCO stage 3A of FHN is high, but there is still some misstaging. In clinical work, anteroposterior view combined with frog lateral view, careful observation and identification of local slight collapse of articular surface and subchondral and necrotic area fractures is helpful to improve the accuracy of radiography for ARCO stage 3A of FHN.

Keywords: Femoral Head Necrosis; ARCO Stage 3A; Radiography; CT; Staging

股骨头坏死好发于中青年人群，为股骨头血供中断或障碍导致骨细胞及骨髓组织坏死的病理过程^[1]。股骨头塌陷为股骨头坏死病程进展的里程碑^[2]，准确分期，尤其是围塌陷期的准确分期对临床诊治有重要作用^[3]，目前公认股骨头塌陷最准确的评估方法为CT检查^[4]。但由于CT检查辐射剂量大，而股骨头坏死患者大部分为中青年人，对射线敏感，因此随访常规用X线检查，X线检查正位结合蛙式位极大地提高了分期的准确性^[5]，仍存在分期不准确的情况，既往研究中对分期不准确的病例并未做深入分析及探讨。在随访过程中，患者分期随时可能会发生变化，尤其是围塌陷期患者从股骨头未塌陷进展至轻微塌陷过程中的准确分期显得尤为重要。本研究旨在评估X线平片对股骨头坏死ARCO 3A期分期的准确性，并分析其误分期的原因，以提高X线分期的准确率，进而提高临床诊疗效率。

1 资料和方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年1月至2023年7月于我院骨科就诊、同期进行双髋关节正、蛙式位X线检查及髋关节CT检查，且髋关节CT分期为国际骨循环学会(The association research circulation osseous, ARCO)分期3A期的158例股骨头坏死病例。股骨头坏死诊断标准为中国成人股骨头坏死临床诊疗指南(2020)^[6]。分期标准为2019股骨头坏死ARCO分期^[7]。

纳入标准：ARCO 3A期股骨头坏死；进行双髋关节X线及CT检查。排除标准：髋关节X线与CT检查间隔大于1周；髋关节X线检查无蛙式位；髋关节有创检查、治疗史；髋关节外伤史；风湿免疫系统疾病。

共入组158例患者，男性91例，女性67例，其中14例为双侧ARCO 3A期，共计172个ARCO 3A期股骨头坏死。平均年龄(43.7 ± 11.8)岁，年龄范围24~66岁。

研究经中国中医科学院广安门医院伦理委员会批准(审批号2022-089-KY)。所有入组患者均知情同意。

1.2 X线检查 双髋关节行正位及蛙式位X线检查。检查机器型号：西门子SIEMENS FD-X，管电压77kV，电流时间积：正位13~14mAs，蛙式位9~11mAs。

正位：患者仰卧，两下肢伸直，两足轻度内旋、互相靠拢，球管中心线垂直于腹股沟平面投照。蛙式位：患者仰卧，双侧髋关节与膝关节同时屈曲，双足靠拢，两大腿外展、外旋与台面成30°，球管中心线对准两侧股骨头连线中点垂直投照。

1.3 CT检查 所有病例均在西门子第二代双源CT机SOMATOM Definition Flash和Emotion 16 CT扫描仪上进行扫描。SOMATOM Definition Flash扫描参数：管电压140kV，自动调节管电流90~130mA，扫描层厚0.75mm，DFOV 35.6cm×35.6cm。Emotion 16 CT扫描参数：管电压130kV，自动调节管电流70~120mA；扫描层厚0.75mm，DFOV

【第一作者】史 珊，女，主治医师，主要研究方向：骨肌系统影像诊断。E-mail: shishan_1987@126.com

【通讯作者】佟海滨，男，副主任医师，主要研究方向：骨肌系统影像诊断。E-mail: seashore1056@sohu.com

杨学东，男，主任医师，主要研究方向：骨肌系统、腹部影像诊断。E-mail: yangxuedong1@163.com

38.0cm×38.0cm。所有髋关节均使用骨算法重建(B60s、锐利、3mm)冠状位图像。扫描时患者仰卧位,双足处于自然中立位,双髋关节同时扫描,扫描范围从髋臼顶部到股骨小转子。

1.4 X线及CT股骨头塌陷测量方法 X线股骨头塌陷深度测量:用同心圆法来测量,以mm为单位,在股骨头正位图像上通过同心圆建立股骨头的正常轮廓,塌陷的程度为通过股骨头中心点从股骨头塌陷最深处到同心圆边缘的距离^[8]。

CT图像上股骨头塌陷深度测量:由于部分股骨头坏死的塌陷层面非正中层面,因此先寻找冠状位股骨头塌陷程度最大的层面,而后用同心圆法进行测量,以mm为单位。常规用髋关节冠状位3mm重建骨窗图像进行测量,并在PACS补充重建1mm层厚的冠状位骨窗图像进行进一步的验证及评估。

X线及CT图像上股骨头塌陷程度的测量均由2名经验丰富的放射科医师通过协商达成一致,对X线图像进行塌陷测量时屏蔽同期CT图像。

1.5 X线及CT分期标准及评估 参照2019年股骨头坏死ARCO分期标准^[6], ARCO 2期为股骨头可见骨硬化带,平片或CT显示股骨头有局灶性骨质疏松或囊性改变,且无软骨下骨折、坏死区骨折或股骨头变平的证据。ARCO 3A期指髋关节X线或CT可见软骨下骨

折、坏死区骨折和(或)股骨头塌陷,股骨头塌陷≤2mm。

X线图像进行分期评估时同时观察髋关节的正位及蛙式位图像进行综合判断,任一投照位置上出现股骨头塌陷即认为股骨头已塌陷,若仅在蛙式位图像上发现股骨头塌陷,则在蛙式位上运用同心圆法进行塌陷程度测量。

1.6 X线误分期病例图像征象分析 回顾性观察X线图像误分期的病例,对照同期CT图像,寻找X线未发现的征象,如软骨下骨折、坏死区骨折及股骨头轻微塌陷等,并分析X线图像误分期的原因。

1.7 统计学分析 患者年龄用($\bar{x} \pm s$)表示;计数资料用计数(百分比)表示。所有数据分析均用SPSS 22.0进行分析, $P < 0.05$ 具有统计学意义。

2 结果

2.1 髋关节X线分期结果 髋关节X线分期为ARCO 3A期139例,误分期为ARCO 2期33例,准确率为80.8%,具体见表1。

2.2 髋关节X线误分期病例分析结果 对照同期髋关节CT图像,X线误分期病例中未发现软骨下骨折6例(18.2%)、未发现坏死区骨折4例(12.1%)、未发现股骨头局限塌陷23例(69.7%),见图1、2。

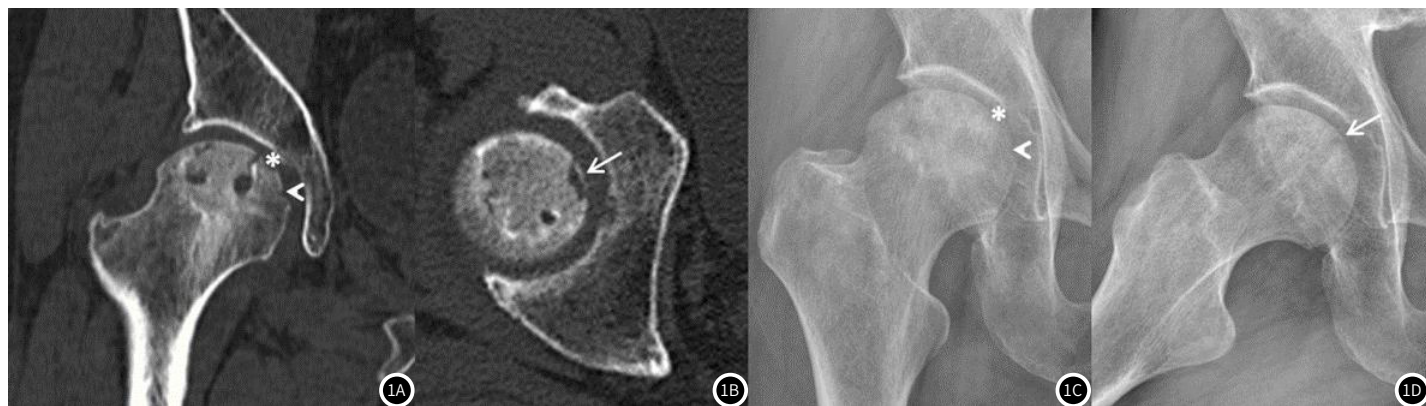


图1A-图1C 右侧股骨头坏死ARCO 3A期误分期为ARCO 2期病例;58岁男性,右侧股骨头坏死,髋关节X线及CT检查时间均为2021-8-21,在对应的CT冠状位图像上(图1A)见关节面局限塌陷(*),股骨头凹位于其内下方(箭头),轴位图像上(图1B)见软骨下骨折(箭)。平片正位(图1C)及蛙式位(图1D)初次评估未见明确关节面塌陷、新月征,误分期为ARCO 2期,回顾性分析,蛙式位可疑软骨下骨折(图1D,箭),关节面下见条状斜行低密度影;X线正位见股骨头局限塌陷(图1C,*),初次评估时误认为股骨头凹,真正的股骨头凹位于其内下方(图1C,箭头),初次评估时未发现。



图2A-图2C 左侧股骨头坏死ARCO 3A期误分期为ARCO 2期病例;44岁女性,左侧股骨头坏死,髋关节X线及CT检查时间均为2022-2-8,CT冠状位(图2A)见坏死区骨折,呈条带状低密度(箭),分期为ARCO 3A期;于髋关节X线正位(图2B)及蛙式位(图2C)未见明确显示,未见关节面塌陷,误分期为ARCO 2期。

表1 股骨头坏死ARCO 3A期X线及CT分期比较

X线	CT		合计
	ARCO 3A期	ARCO 2期	
ARCO 3A期	139	0	139
ARCO 2期	33	0	33
合计	172	0	172

3 讨 论

本研究首次就平片对股骨头坏死ARCO3A期分期的准确性进行评估,发现平片分期准确性较高,但仍存在误分期的情况。

股骨头坏死ARCO 3A期最重要的征象为软骨下骨折和坏死区骨折,可伴或不伴股骨头塌陷,且股骨头塌陷深度≤2mm^[6],股骨头塌陷后可见关节面不光整或呈台阶样改变。CT为股骨头坏死分期的金标准,亦为软骨下骨折及坏死区骨折影像诊断的金标准^[9],由于CT为断层图像,且可以进行多方位重建,能够准确评估软骨下骨折、坏死区骨折及股骨头塌陷状况^[10];平片对ARCO3A期分期的准确性较高,对于较明显的软骨下骨折及关节面塌陷通常可以发现,但由于平片重叠因素较多,而且投照方位有限,对于微小的软骨下骨折、坏死区骨折或局限的轻微塌陷,平片检测存在困难。

X线平片误分期的原因,究其根本,是由于X线摄片为重叠影像,投照位置少,掩盖细微影像征象所致。

本研究发现大部分误分期的病例为股骨头局部轻微塌陷所致(见图1),且塌陷大多位于股骨头CT冠状位的非中心层面,平片由于图像重叠、投照位置少难以发现。本研究中有小部分病例为软骨下骨折或坏死区骨折且未伴明确的关节面塌陷(见图1, 2),被误分期为ARCO 2期。软骨下骨折在X线上表现为新月征,是由于软骨下骨板与坏死灶交界处局灶骨质吸收,产生裂隙,裂隙周围应力集中导致骨折而形成^[11],本研究中误分期病例由于新月征极为细小,或新月征走行与投照位置夹角接近90°,因而难以发现。坏死区骨折在CT上表现为坏死区深部的条带样低密度影,可蜿蜒走行,多位于坏死区的边缘,与骨质吸收区关系密切^[12-14],在X线上由于骨质坏死区本身密度较为混杂,再加上为重叠影像,因此在不伴有关节面塌陷时极难发现坏死区骨折。

本研究通过回顾性分析,总结了如下有助于围塌陷期X线平片准确分期的经验:(1)一定要特别重视蛙式位的重要作用,在评估过程中,有大约1/3的病例仅在髋关节正位图像上难以发现股骨头变扁或塌陷征象,而在蛙式位图像上则明确发现股骨头塌陷,股骨头关节面呈台阶样改变或关节面下可见明确的新月征。Yang等^[4]研究发现蛙式位对股骨头塌陷的检测有重要价值,其敏感性 & 特异性均高于正位图像,本研究发现与此一致。因此,股骨头坏死平片检查及随访一定要常规拍摄蛙式位。(2)注意双侧对比,在临床工作中,部分患者为一侧股骨头坏死,一侧股骨头正常;部分患者为双侧股骨头坏死^[15],通常一侧股骨头坏死较重,一侧相对较轻;因此,在股骨头坏死分期时,可利用对侧正常的股骨头、或尚未塌陷的坏死股骨头作为参考,若股骨头轮廓较对侧轻微变扁或局部轻微塌陷,即可分期为ARCO 3A期。(3)在正位和蛙式位图像上注意仔细观察股骨头骨皮质的完整性,若骨皮质局限中断,则考虑局部骨折,塌陷程度在2mm以内,应分期为ARCO 3A期。

本研究的限度:首先,本研究为回顾性研究,实验结果有待临床工作进一步验证;其次,所有患者均无临床资料,如病程、髋关节功能等;再次,本研究为单中心研究,所有X线及CT检查数据均同一厂家的同一检查仪器上进行采集。

综上所述,平片对股骨头坏死ARCO3A期分期准确性较高。在临床工作中,正位结合蛙式位,注意观察、仔细鉴别关节面局部轻微不光整及软骨下、坏死区骨折等征象有助于提高X线对股骨头坏死ARCO3A期分期的准确性。X线平片检查方便、快捷、辐射小,随访常用,但在X线不能解释临床症状,可疑分期进展时,建议行髋CT或MR检查进一步明确。

参考文献

[1]王毅.成人股骨头缺血性坏死患者临床症状、CT与MRI影像学表现特点分析[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(9):176-179.

[2]Pijnenburg L,Felten R,Javier RM.A review of avascular necrosis,of the hip and beyond[J].Rev Med Interne,2020,41(1):27-36.

[3]Chughtai M,Piuzzi NS,Khlopas A,et al.An evidence-based guide to the treatment of osteonecrosis of the femoral head[J].Bone Joint J,2017,99-B(10):1267-1279.

[4]Manenti G,Altobelli S,Pugliese L,et al.The role of imaging in diagnosis and management of femoral head avascular necrosis[J].Clin Cases Miner Bone Metab,2015,12(Suppl 1):31-38.

[5]Yang F,Deng X,Xin P,et al.The value of the frog lateral view radiograph for detecting collapse of femur head necrosis:a retrospective study of 1001 cases[J].Front Med (Lausanne),2022,9:811644.

[6]中国医师协会骨科医师分会骨循环与骨坏死专业委员会,中华医学会骨科分会骨显微修复学组,国际骨循环学会中国区.中国成人股骨头坏死临床诊疗指南(2020)[J].中华骨科杂志,2020,40(20):1365-1376.

[7]Yoon BH,Mont MA,Koo KH,et al.The 2019 revised version of association research circulation osseous staging system of osteonecrosis of the femoral head[J].J Arthroplasty,2020,35(4):933-940.

[8]Steinberg ME,Hayken GD,Steinberg DR.A quantitative system for staging avascular necrosis[J].J Bone Joint Surg Br,1995,77(1):34-41.

[9]Mourad C,Acid S,Michoux N,et al.Collapse-related bone changes in osteonecrotic femoral heads at multidetector ct:comparison between femoral heads with limited and advanced collapse[J].J Belg Soc Radiol,2022,106(1):55.

[10]Kolb AR,Patsch JM,Vogl WD,et al.The role of the subchondral layer in osteonecrosis of the femoral head:analysis based on HR-QCT in comparison to MRI findings[J].Acta Radiol,2019,60(4):501-508.

[11]张念非,祈生文,柴建峰.股骨头缺血性坏死新月征的形成机制[J].中国修复重建外科杂志,2008,22(3):303-306.

[12]Hamada H,Takao M,Sakai T,et al.Subchondral fracture begins from the bone resorption area in osteonecrosis of the femoral head:a micro-computerised tomography study[J].Int Orthop,2018,42(7):1479-1484.

[13]Baba S,Motomura G,Ikemura S,et al.Quantitative evaluation of bone-resorptive lesion volume in osteonecrosis of the femoral head using micro-computed tomography[J].Joint Bone Spine,2020,87(1):75-80.

[14]Bae J,Lee SK,Kim J,et al.What is new in stage 3 of the 2019 revised association research circulation osseous staging system of osteonecrosis of the femoral head:a relationship to bone resorption[J].J Comput Assist Tomogr,2023,47(5):774-781.

[15]陈玥,刘敏,铁位有.基于CT影像的形态学对双侧股骨头坏死塌陷的危险因素分析[J].中国CT和MRI杂志,2020,7:158-161.

(收稿日期:2023-08-24)
(校对编辑:孙晓晴)