

## · 临床研究 ·

## ARCO 2-4 期股骨头坏死 MR 征象对 Harris 评分影响分析

史珊<sup>1,2</sup>, 杨学东<sup>1</sup>, 罗萍<sup>1</sup>, 方继良<sup>1</sup>, 孙黎<sup>1</sup>, 谢利民<sup>3</sup>, 于潼<sup>3</sup>, 王振常<sup>2</sup>

(1. 中国中医科学院广安门医院放射科, 北京 100053; 2. 首都医科大学附属北京友谊医院, 北京 100050; 3. 中国中医科学院广安门医院骨科, 北京 100053)

**【摘要】** 目的: 分析并确定 ARCO 2-4 期股骨头坏死(osteonecrosis of femoral head, ONFH)对 Harris 评分有显著影响的 MR 征象。方法: 回顾性分析 2019 年 1 月至 2020 年 6 月 34 例行常规 MR、T2 mapping、3D-SPACE 序列检查及 Harris 评分的 ARCO 2-4 期 ONFH 患者, 排除 3 例, 最终纳入 31 例, 男 23 例, 女 8 例, 年龄 18~62(40.0±10.8)岁; 其中 21 例为双侧 ONFH, 共计 52 个 ONFH, ARCO 2 期 17 个, ARCO 3 期 24 个, ARCO 4 期 11 个。在医院数字影像信息系统(picture archiving and communication system, PACS)对 MR 影像征象(股骨头塌陷深度、ONFH 指数、骨髓水肿、股骨头骨质增生、软骨损伤分级、软骨 T2 值及关节积液)进行评估及测量, 在 Siemens 后处理工作站计算软骨定量参数 T2 值并测量。采用 Pearson 相关分析评估 MR 各征象与 Harris 评分的相关性, 采用多重线性回归分析评估与 Harris 评分有相关性的 MR 征象对 Harris 评分的影响。结果: Pearson 相关分析显示股骨头塌陷深度( $r=-0.563, P=0.000$ )、软骨损伤分级( $r=-0.500, P=0.000$ )及关节积液( $r=-0.535, P=0.000$ )与 Harris 评分呈负相关。多重线性回归分析显示关节积液( $\beta=-6.198, P=0.001$ )、股骨头塌陷深度( $\beta=-4.085, P=0.014$ )对 Harris 评分呈负相关。结论: 关节积液、股骨头塌陷深度对 Harris 评分有显著的负向影响关系, 建议影像医师常规对股骨头塌陷深度、关节积液进行定量及等级评估, 以高效精准地辅助临床诊疗。

**【关键词】** 股骨头坏死; Harris 评分; MR 征象; 软骨损伤分级

中图分类号: R816.8

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.12.015

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Analysis of influence of MR signs on Harris score in ARCO stages 2-4 femoral head necrosis**SHI Shan<sup>1,2</sup>, YANG Xue-dong<sup>1</sup>, LUO Ping<sup>1</sup>, FANG Ji-liang<sup>1</sup>, SUN Li<sup>1</sup>, XIE Li-min<sup>3</sup>, YU Tong<sup>3</sup>, WANG Zhen-chang<sup>2</sup> (1. Department of Radiology, Guang'anmen Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100053, China; 2. Department of Radiology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China; 3. Department of Orthopaedics, Guang'anmen Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100053, China)

**ABSTRACT Objective** To analysis and determine MR signs of Harris score ARCO stages 2-4 in osteonecrosis of femoral head (ONFH). **Methods** Thirty-four patients with ONFH of ARCO stages 2 to 4 who underwent routine MR, T2 mapping, 3D-SPACE sequence examination and Harris score were retrospectively collected from January 2019 to June 2020, and 3 patients were excluded, and 31 patients were finally included, including 23 males and 8 females, aged from 18 to 62 years old with an average of (40.0±10.8) years old. Among them 21 patients with bilateral femoral head necrosis, totally 52 cases, including 17 with ARCO stage 2 patients, 24 ARCO stage 3, and 11 ARCO stage 4. MR imaging signs (femoral head collapse depth, ONFH index, bone marrow edema, hyperplasia, grade and T2 value of cartilage injury, and joint effusion) were scored and measured on the picture archiving and communication system (PACS) workstation, and the cartilage quantitative parameter T2 value was calculated and measured on Siemens postprocessing workstation. Pearson correlation analysis was used to evaluate the correlation between various MR signs and Harris score, and then multiple linear regression analysis was used to examine impact of MR signs on Harris hip score. **Results** Femoral head collapse depth ( $r=-0.563, P=0.000$ ), grade of cartilage injury ( $r=-0.500, P=0.000$ ), and joint effusion ( $r=-0.535, P=0.000$ ) were negatively correlated with Harris score by Pearson correlation analysis. Multiple linear regression analysis showed that joint effusion ( $\beta=-6.198, P=0.001$ ) and femoral head collapse depth ( $\beta=-$

基金项目: 北京联影智能影像技术研究院基金(编号: CRIBJQY-202109); 中国中医科学院科技创新工程项目(编号: 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(编号: 9323015)

Fund program: Beijing United Institute of Intelligent Imaging Technology Foundation(No. CRIBJQY-202109)

通讯作者: 王振常 E-mail: cjr.wzhch@vip.163.com

Corresponding author: WANG Zhen-chang E-mail: cjr.wzhch@vip.163.com

4.085,  $P=0.014$ ) had a significant negative impact on Harris hip score. **Conclusion** Femoral head collapse depth and joint effusion both had significant negative relationship with Harris hip score. It is recommended to routinely evaluate femoral head collapse depth and joint effusion quantitatively and gradedly, so as to efficiently and accurately assist clinical diagnosis and treatment.

**KEYWORDS** Femoral head necrosis; Harris hip score; MR signs; Grade of cartilage injury

股骨头坏死(osteonecrosis of femoral head, ONFH)是由于血供障碍或血流中断导致的骨细胞缺血、坏死,继而发生骨小梁骨折,关节面塌陷,最终继发骨关节炎的病理过程<sup>[1]</sup>。MR 是 ONFH 影像学诊断的金标准,在早期诊断方面尤其优势。MR 检查不仅可以观察 ONFH 骨质病变,还能客观显示骨髓水肿、关节积液、周围肌肉、滑囊等的异常,排除髋关节周围病变。另外,应用 MR 新技术,如 T1 $\rho$ 、T2mapping 及软骨三维定量等序列可以对软骨损伤进行测量。既往研究<sup>[2-3]</sup>发现骨髓水肿、关节积液与髋关节功能呈负相关,但研究仅针对个别 MR 征象且不成体系。若临床常规对所有 MR 征象进行评估,不够精准且耗时。基于此,本研究对国际骨循环研究会<sup>[4]</sup>(Association Research Circulation Osseous, ARCO)2-4 期 ONFH 的 MR 征象进行评估,比较其对 Harris 评分<sup>[5]</sup>的影响,以确定对临床诊疗有意义的征象。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准:ARCO 分期为 2-4 期 ONFH; 年龄 18~65 岁。排除标准:髋关节外伤史;髋关节手术史及有创治疗史;风湿免疫系统疾病。

### 1.2 临床资料

回顾性分析 2019 年 1 月至 2020 年 6 月行髋关节 MR 检查及 Harris 评分的 ONFH 患者共 34 例,2 例髋关节外伤史和 1 例髋关节手术史患者不符合纳入标准,最终纳入 31 例,其中男 23 例,女 8 例;年龄 18~62(40.0 $\pm$ 10.8)岁;其中 21 例为双侧 ONFH,坏死股骨头共计 52 个。ARCO 分期 2 期 17 个,3 期 24 个,4 期 11 个。本研究已获得医院伦理委员会的批准(批号:2016-080-KY-02)。

### 1.3 髋关节 MR 检查方法

采取仰卧位,用 Siemens Skyra 3.0 T,体表相控阵柔性线圈进行图像采集。所有患者于检查前至少静坐 20 min。扫描序列及参数:T1 加权(weighted imaging, WI)轴位 TR=731 ms, TE=10 ms, FOV=380 $\times$ 519 mm, 层厚 4.0 mm, 层间隔 1.2 mm; T2WI 压脂轴位 TR=3 600 ms, TE=77 ms, FOV=380 mm $\times$ 519 mm, 层厚 4.0 mm, 层间隔 0.8 mm; PDWI 水相及脂相 TR=2 500 ms, TE=35 ms, FOV=380 $\times$ 519 mm, 层厚 4.0 mm, 层间隔 0.8 mm; T1WI 冠状位 TR=700 ms, TE=10 ms, FOV=350 mm $\times$ 478 mm, 层厚 4.0 mm, 层间隔 0.8 mm;

T1WI 矢状位 TR=818 ms, TE=10 ms, FOV=380 mm $\times$ 519 mm, 层厚 3.0 mm, 层间隔 0.6 mm; 3D-SPACE 压脂序列, 单髋、斜冠状位, 平行于股骨头颈连线 TR=1 100 ms, TE=35 ms, FOV=226 mm $\times$ 180 mm, 层厚 1.5 mm, 层间隔 0 mm; T2 mapping, TR=1 500 ms, 8TEs=12~96 ms, FOV=380 mm $\times$ 519 mm, 层厚 4.0 mm, 激励次数为 1。

### 1.4 观察项目与方法

除软骨 T2 值外,其余 MR 征象(股骨头塌陷深度、ONFH 指数、骨髓水肿、股骨头骨质增生、软骨损伤、关节积液)均在医院数字影像信息系统(picture archiving and communication system, PACS)工作站进行评分及测量。

**1.4.1 股骨头塌陷深度** 依据同心圆法来测量 ONFH 塌陷深度<sup>[6]</sup>。

**1.4.2 ONFH 指数** 在 T1WI 冠状位,以股骨头中心点为顶点,以病变最大范围为两边,测量其角度,为 A 角。在 T1WI 矢状位,以股骨头中心点为顶点,以病变最大范围为两边,测量其角度,为 B 角。ONFH 指数<sup>[7]</sup>=(A+B) $\times$ 100/250。

**1.4.3 骨髓水肿分级** 骨髓水肿依据其范围大小分为 4 级<sup>[8]</sup>:0 级,无骨髓水肿;1 级,骨髓水肿仅累及股骨头;2 级,骨髓水肿延伸到股骨颈部;3 级,骨髓水肿延伸到转子间区域。

**1.4.4 股骨头骨质增生分级** 在 T1WI 轴位及冠状位图像上评估股骨头骨赘大小。骨质增生根据大小分 5 级<sup>[2]</sup>:0 级,不存在骨赘;1 级,可疑骨赘;2 级,小喙状骨赘,呈较小的尖角状;3 级,中型骨赘,骨赘相对较大,向股骨颈部延伸(见图 1);4 级,增生大骨赘。

**1.4.5 股骨头软骨损伤分级标准** (1)软骨分区<sup>[9-10]</sup>。在股骨头矢状位的最前 3 层、最后 3 层内分为前、中、后 3 个区,其中前、后区距股骨头前、后最边缘处垂直距离为 9 mm,前后区平分为上下两部分进行软骨损伤分级评估,分别为前上区、前下区、后上区、后下区;矢状位中区暂不进行评估,将其对应的层面在冠状位上进行评估,在冠状位以髋臼内外侧骨与孟唇连接处和股骨头中心点连线为界,对其以上的软骨由外到内平分为上、中、下 3 部分进行分级评估。见图 2。(2)软骨损伤分级<sup>[10]</sup>。依据其损伤的是软骨全层还是部分缺损、变薄以及累及分区的

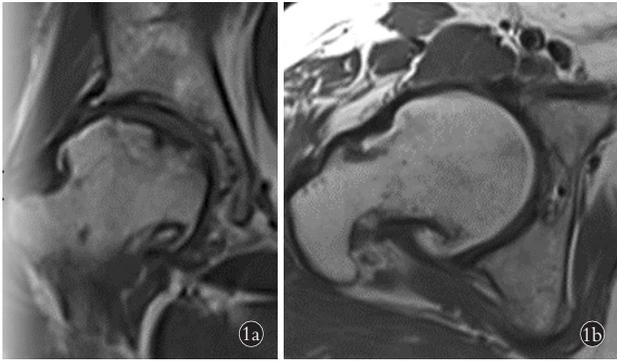


图 1 股骨头骨质增生分级图示股骨头缘骨质增生,中型骨赘,评为 3 级 1a. T1WI 冠状位 1b. T1WI 轴位

Fig.1 Grading of bone hyperplasia of femoral head showed bone hyperplasia of margin of femoral head was medium osteophyte, rated as grade 3 1a. Coronal position of T1WI 1b. Axial position of T1WI

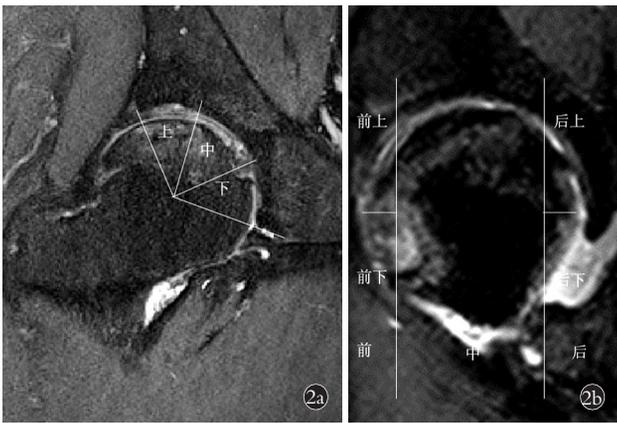


图 2 股骨头软骨分区及损伤分级图 2a. 股骨头软骨 3D-SPACE 冠状位分区,分为上、中、下 3 区,软骨损伤程度均评为为 0 级 2b. 软骨 3D-SPACE 矢状位分区,前上、前下、后上、后下软骨不同程度及范围变薄,软骨损伤分级分别为 3、1、3、1 级

Fig.2 Femoral head cartilage partition and injury grading diagram 2a. Femoral head cartilage 3D-SPACE coronal division was divided into upper, middle and lower 3 zones, and the degree of cartilage injury was rated as 0 2b. Cartilage was 3D-SPACE sagittal, and the anterior superior, anterior inferior, posterior superior, and posterior inferior cartilages were thinned in different degrees and ranges. The cartilage injury grades were 3, 1, 3, and 1, respectively

范围大小分为 4 级:0 级,软骨正常;1 级,关节软骨变薄或部分缺损,≤25%;2 级,局部软骨全层缺失,≤25%;3 级,多个局部软骨全层缺失或单个但较大的软骨变薄或部分缺损>25%;4 级,单个或几个大的软骨全层缺失≥25%。

1.4.6 T2 mapping 测量标准 在 Siemens 后处理工作站,于股骨头中心正中层面,为避免魔角效应,选择股骨头承重区 20°~ -20°,将其间软骨四等分,分别放置圆形感兴趣区(region of interest, ROI),面积为 0.5~1 mm<sup>2</sup>,取其平均值。见图 3。

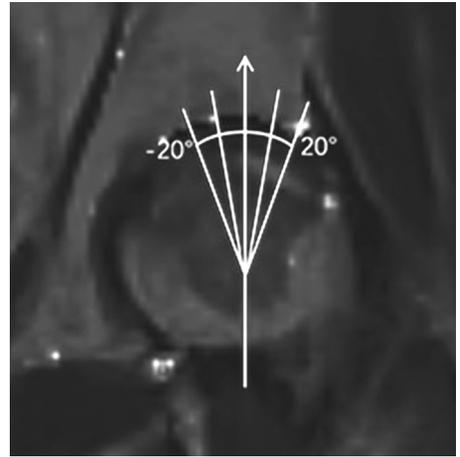


图 3 T2 mapping 测量分区图

Fig.3 Partition chart of T2 mapping measurement

1.4.7 关节积液分级 在 T2WI 轴位压脂图像上,按照 MITCHELL 等<sup>[11]</sup>制定的分级标准将关节积液分为 4 级:0 级,未见明显积液;1 级,少量积液,积液位于股骨头、颈的一侧;2 级,中度积液,积液分布于股骨头、颈两侧,关节囊、隐窝无扩张;3 级,大量积液,分布于股骨头一周或股骨颈两侧,并且关节囊、隐窝明显扩张。

1.4.8 Harris 评分 包括疼痛程度(44 分)、关节功能(47 分)、关节活动范围(5 分)和畸形(4 分),满分为 100 分。总分 90 分以上为优,80~89 分为良,70~79 分为中,<70 分为差<sup>[12]</sup>。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的定量资料(股骨头坏死指数、Harris 评分、关节软骨 T2 值)采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,不符合正态分布的定量资料用中位数(四分位数) $M(P25, P75)$ 表示;定性资料用例表示。采用 Pearson 相关分析评估股骨头塌陷深度、ONFH 指数、骨髓水肿、股骨头骨质增生、软骨损伤分级和 T2 值、关节积液等 MR 征象与 Harris 评分的相关性,再以 Harris 评分为因变量,取与 Harris 评分有相关性的 MR 征象作为自变量,进行多重线性回归分析。采用组内相关系数分析软骨损伤评分及 T2 值测量的一致性。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

ARCO 2-4 期软骨损伤分级的相应分区数目结果:ARCO 2 期:0 级 101 个分区,1 级 15 个分区,2 级 2 个分区,3 级 1 个分区,4 级 0 个分区;ARCO 3 期:0 级 72 个分区,1 级 44 个分区,2 级 12 个分区,3 级 37 个分区,4 级 3 个分区;ARCO 4 期:0 级 4 个分区,1 级 23 个分区,2 级 4 个分区,3 级 43 个分区,

4 级 3 个分区。ARCO 2-4 期其余 MR 征象及髋关节 Harris 评分结果见表 1。Pearson 相关分析结果显示：股骨头塌陷深度( $r=-0.563, P=0.000$ )、软骨损伤分级( $r=-0.500, P=0.000$ )和关节积液( $r=-0.535, P=0.000$ )等 MR 征象与 Harris 评分呈负相关；而 ONFH 指数( $r=-0.100, P=0.24$ )、骨髓水肿( $r=0.009, P=0.475$ )、股骨头骨质增生( $r=-0.197, P=0.081$ )、软骨 T2 值( $r=-0.122, P=0.194$ )与 Harris 评分无相关性。以 Harris 评分为因变量,股骨头塌陷深度、软骨损伤分级和关节积液为自变量进行多重线性回归分析,回归模型具有统计学意义( $F=13.524, P<0.01$ ),模型拟合效果好( $R^2=0.677$ )。多重线性回归分析结果显示关节积液( $\beta=-6.198, P=0.001$ )、股骨头塌陷深度( $\beta=-4.085, P=0.014$ )与 Harris 评分呈如相关。见表 2。组内相关系数分析发现软骨损伤评分及 T2 值测量有较好的一致性。T2 值测量评估者间的组内相关系数为 0.79, 95%CI(0.48, 0.91)。软骨分级评估者间的组内相关系数为 0.72, 95%CI(0.52, 0.84)。

### 3 讨论

Harris 评分广泛用于评价保髓和关节置换的效果。髋关节的功能与其结构密切相关,而影像学检查可以客观评估髋关节的结构及病变。MR 检查无创、无辐射,对 ONFH 病变敏感,可早期发现病变,可清晰显示 X 线平片与 CT 都不能发现的骨髓水肿,还可应用特殊成像序列对软骨损伤进行评估。本研究将多个 MR 征象与 Harris 评分进行多重线性回归分析,发现仅股骨头塌陷深度、关节积液与 Harris 评分呈负相关,其余 MR 征象对 Harris 评分均无显著性影响。因此,临床评估可不必扫描 T2 mapping 及软骨三维定量序列,只扫描常规 MR 序列以节约时间,仅对股骨头塌陷深度、关节积液进行评估。

#### 3.1 各 MR 征象对髋关节功能的影响

##### 3.1.1 股骨头塌陷深度 本研究结果发现股骨头

塌陷深度与 Harris 评分呈负相关,股骨头塌陷程度越重,则 Harris 评分相对越低,推测为股骨头塌陷后,关节面不光整,机械应力传导不均匀,影响髋关节负重功能,进而使髋关节活动受限,最终使 Harris 评分减低。股骨头塌陷程度在 ONFH 病程进展中有着举足轻重的作用,既往研究<sup>[13]</sup>与本研究结果一致,且股骨头塌陷程度与 ONFH 预后及手术疗效有关,塌陷>2 mm 者多预后不好<sup>[14-15]</sup>。

##### 3.1.2 关节积液 本研究结果显示关节积液与 Harris 评分呈负相关,既往研究<sup>[16]</sup>发现关节积液等级越高,关节评分等级越低、症状越明显,推测由于 ONFH 刺激滑膜产生炎症反应<sup>[17]</sup>,使渗出增加、积液增多,关节囊张力随之增高;同时积液中含有大量炎症刺激因子,从而引起疼痛,造成髋关节功能障碍。

##### 3.1.3 ONFH 指数 本研究结果显示 ONFH 指数与 Harris 评分无相关性。虽然在临床工作及研究中发现股骨头坏死范围越大,治疗效果越差,非常大的骨质坏死病例保头手术治疗通常效果不好,但 MAGNUSSEN 等<sup>[18]</sup>发现这是由于手术难以完全清除坏死骨质,后期发生塌陷及骨质碎裂,难以维持正常的股骨头形态所致,而坏死范围与 Harris 评分无明确相关性。另外,本研究结果显示股骨头骨质增生与 Harris 评分无相关性,推测是由于骨质增生对髋关节承重及应力传导影响不显著所致。

##### 3.1.4 骨髓水肿 本研究结果显示骨髓水肿与 Harris 评分无相关性。骨髓水肿具体机制尚不明确,可能是股骨头塌陷后修复过程中的炎性反应,也可能是软骨下骨折的继发征象<sup>[8]</sup>。骨髓水肿与坏死体积密切相关,是髋关节疼痛恶化的最重要的危险因素。文献<sup>[19-20]</sup>报道骨髓水肿与 Harris 评分呈负相关。而本研究中骨髓水肿对 Harris 评分无明确影响,可能与本研究病例整体骨髓水肿范围较小有关。

##### 3.1.5 关节软骨损伤分级 本研究结果显示关节

表 1 ARCO 2-4 期股骨头坏死 MR 各征象及 Harris 评分结果

Tab.1 Results of MR signs and Harris hip score of osteonecrosis of femoral head with ARCO stage 2 to 4

| ARCO 分期 | 股骨头 个数 | 股骨头塌陷深度 M (P25, P75)/mm | 股骨头坏死指数 (x±s) | 骨髓水肿/个 |     |     |     | 股骨头骨质增生/个 |     |     |     | 软骨 T2 值 (x±s) |
|---------|--------|-------------------------|---------------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|---------------|
|         |        |                         |               | 0 级    | 1 级 | 2 级 | 3 级 | 0 级       | 1 级 | 2 级 | 3 级 |               |
| ARCO 2  | 17     | 0(0,0)                  | 116.3±70.7    | 9      | 2   | 0   | 6   | 13        | 4   | 0   | 0   | 45.8±12.8     |
| ARCO 3  | 24     | 2(2,4)                  | 116.2±57.9    | 13     | 1   | 1   | 9   | 8         | 16  | 0   | 0   | 54.5±12.7     |
| ARCO 4  | 11     | 4(4,5)                  | 100.5±27.4    | 6      | 2   | 1   | 2   | 0         | 3   | 5   | 3   | 51.6±14.1     |

| ARCO 分期 | 股骨头 个数 | 关节积液/个 |     |     |     | Harris 评分(x±s)/分 |          |          |         |         |
|---------|--------|--------|-----|-----|-----|------------------|----------|----------|---------|---------|
|         |        | 0 级    | 1 级 | 2 级 | 3 级 | 总分               | 疼痛       | 关节功能     | 关节活动范围  | 畸形      |
| ARCO 2  | 17     | 4      | 8   | 3   | 2   | 86.8±13.6        | 39.4±6.0 | 39.5±8.5 | 4.2±0.9 | 3.8±0.6 |
| ARCO 3  | 24     | 1      | 9   | 4   | 10  | 71.5±17.3        | 31.4±8.7 | 34.3±8.9 | 3.3±0.8 | 3.4±0.6 |
| ARCO 4  | 11     | 2      | 2   | 3   | 4   | 65.7±14.1        | 26.4±8.1 | 33.5±7.8 | 3.1±0.6 | 2.9±0.6 |

表 2 股骨头坏死 MR 征象对 Harris 评分影响的多重线性回归分析结果

Table 2 Results of the influence of partial MR signs on Harris hip score in osteonecrosis of femoral head with multiple linear regression analysis

| 影响因素    | $\beta$ 值 | 标准误   | 标准化系数  | $t$ 值  | $P$ 值 |
|---------|-----------|-------|--------|--------|-------|
| 常量      | 93.916    | 3.430 |        | 27.378 | 0.000 |
| 股骨头塌陷深度 | -4.085    | 1.608 | -0.462 | -2.541 | 0.014 |
| 软骨损伤分级  | -0.078    | 0.438 | -0.033 | -0.177 | 0.860 |
| 关节积液    | -6.198    | 1.787 | -0.401 | -3.467 | 0.001 |

软骨损伤分级与髋关节功能呈负相关。关节软骨能润滑关节,吸收、缓冲应力,对关节功能的维持有重要作用。在 ONFH 中,关节软骨在关节面塌陷前(股骨头坏死 ARCO 1-2 期)形态几乎不发生变化,仅内部结构及成分发生变化,主要与其营养障碍有关<sup>[21]</sup>。因此患者往往症状轻微,髋关节功能多较好。ARCO 3-4 期由于关节面塌陷,在机械应力及营养障碍双重作用下,软骨退变加剧,缓冲作用减小,可继发骨关节病。既往研究<sup>[22-23]</sup>发现软骨形态的变化对其功能的影响有显著性意义,但仅单独分析软骨损伤与髋关节功能间的相关性。本研究进一步采用多重线性回归分析结果显示关节软骨损伤分级对髋关节功能无显著影响,推测是由于软骨损伤在股骨头坏死中属于继发性、非主要的损伤,多重线性回归分析加入了 ONFH 原发征象如股骨头塌陷深度的变量,在控制了股骨头塌陷深度对髋关节功能的影响后,继发性的软骨损伤对髋关节功能无显著影响。

**3.1.6 软骨 T2 值** 本研究结果发现软骨 T2 值与 Harris 评分无相关性,可能因为软骨内部结构的改变对髋关节功能影响不显著所致。T2 mapping 成像是测量组织 T2 值的磁共振定量技术,关节软骨 T2 值主要受胶原纤维排列状况及细胞内水含量的影响,可以在关节软骨形态变化之前探测软骨内部结构的变化<sup>[24]</sup>。早期 ONFH 软骨有基质变性的倾向,软骨表面密度分布不均,组织学染色显示软骨细胞明显减少,排列不规则,染色疏松,软骨表面胶原纤维排列稍不规则<sup>[25]</sup>,T2 值不均匀增加<sup>[26]</sup>;既往研究<sup>[27]</sup>发现 ONFH 软骨 T2 值随 ARCO 分期的升高而升高,ARCO 2 期和 3A 期患者股骨头软骨 T2 值与 Harris 评分无相关性<sup>[23]</sup>,与本研究结果基本一致。

### 3.2 本研究的局限性

(1)本研究未纳入 ARCO 1 期病例,由于 ARCO 1 期患者通常无临床症状或症状轻微,门诊就诊极少,未能收集到此期病例。(2)绝大部分为等级评估,借助计算机软件,可对各个指标进行定量分析,但由

于耗时、临床应用不够便捷,故本研究未采用。

综上所述,股骨头塌陷深度、关节积液对 Harris 评分有显著的负影响关系。因此,建议临床 MR 检查,仅扫描常规序列,对股骨头塌陷深度、关节积液进行定量及等级评估,可高效地为临床诊治提供精准信息。此外,股骨头骨髓水肿对髋关节功能的影响仍有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] KONARSKI W, POBOZY T, SLIWICZYNSKI A, et al. Avascular necrosis of femoral head-overview and current state of the art[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(12):7348.
- [2] HATANAKA H, MOTOMURA G, IKEMURA S, et al. Differences in magnetic resonance findings between symptomatic and asymptomatic pre-collapse osteonecrosis of the femoral head[J]. Eur J Radiol, 2019, 112:1-6.
- [3] WANG J C, YANG L, WANG B J, et al. Study on correlation between bone marrow edema, stage of necrosis and area ratio of necrosis with the hip pain grading in nontraumatic osteonecrosis of the femoral head[J]. Open Med, 2015, 10(1):440-444.
- [4] YOON B H, MONT M A, KOO K H, 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.
- [5] LI F, ZHU L, GENG Y, et al. Effect of hip replacement surgery on clinical efficacy, VAS score and Harris hip score in patients with femoral head necrosis[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(4):3851-3855.
- [6] SHI S, LUO P, SUN L, et al. Prediction of the progression of femoral head collapse in ARCO stage 2-3A osteonecrosis based on the initial bone resorption lesion[J]. Br J Radiol, 2021, 94(1117):20200981.
- [7] STEINBERG M E, OH S C, KHOURY V, et al. Lesion size measurement in femoral head necrosis[J]. Int Orthop, 2018, 42(7):1585-1591.
- [8] MEIER R, KRAUS T M, SCHAEFFELER C, et al. Bone marrow oedema on MR imaging indicates ARCO stage 3 disease in patients with AVN of the femoral head[J]. Eur Radiol, 2014, 24(9):2271-2278.
- [9] 史珊, 杨学东, 石凤祥, 等. 磁共振半定量评分对股骨头坏死 ARCO 分期的 II-IV 期软骨损伤可靠性研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(1):26-31.
- [10] SHI S, YANG X D, SHI F X, et al. Study on the reliability of MR semi ARCO quantitative scoring on cartilage damage at II-IV stage of ARCO staging of the osteonecrosis of femoral head[J]. China Med Equip, 2023, 20(1):26-31. Chinese.
- [11] ROEMER F W, HUNTER D J, WINTERSTEIN A, et al. Hip Osteoarthritis MRI Scoring System (HOAMS): reliability and associations with radiographic and clinical findings[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2011, 19(8):946-962.
- [12] MITCHELL D G, RAO V, DALINKA M, et al. MRI of joint fluid in the normal and ischemic hip[J]. AJR Am J Roentgenol, 1986, 146(6):1215-1218.
- [13] HARRIS W H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation[J]. J Bone Joint Surg

- Am, 1969, 51(4):737-755.
- [13] OSAWA Y, TAKEGAMI Y, KATO D, et al. Hip function in patients undergoing conservative treatment for osteonecrosis of the femoral head[J]. *Int Orthop*, 2023, 47(1):89-94.
- [14] KUBO Y, MOTOMURA G, IKEMURA S, et al. Factors influencing progressive collapse of the transposed necrotic lesion after transtrochanteric anterior rotational osteotomy for osteonecrosis of the femoral head[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103(2):217-222.
- [15] ZUO W, SUN W, ZHAO D Y, et al. Investigating clinical failure of bone grafting through a window at the femoral head neck junction surgery for the treatment of osteonecrosis of the femoral head[J]. *PLoS One*, 2016, 11(6):e0156903.
- [16] 唐昊, 常俊, 陆鸣, 等. 非创伤性股骨头坏死髋关节积液与坏死分期及髋关节功能的相关性分析[J]. *临床骨科杂志*, 2017, 20(2):169-172.
- TANG H, CHANG J, LU M, et al. Analysis on the correlation between joint effusion and stage of necrosis and joint function in nontraumatic osteonecrosis of femoral head[J]. *J Clin Orthop*, 2017, 20(2):169-172. Chinese.
- [17] ZHENG H, YE B, HUANG K, et al. Laboratory indices in patients with osteonecrosis of the femoral head: a retrospective comparative study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1):750.
- [18] Magnussen RA, Guilak F, Vail TP. Articular cartilage degeneration in post-collapse osteonecrosis of the femoral head. Radiographic staging, macroscopic grading, and histologic changes[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(6):1272-1277.
- [19] WANG J C, YANG L, WANG B J, et al. Study on correlation between bone marrow edema, stage of necrosis and area ratio of necrosis with the hip pain grading in nontraumatic osteonecrosis of the femoral head[J]. *Open Med (Wars)*, 2015, 10(1):440-444.
- [20] DI MARTINO A, BRUNELLO M, VILLARI E, et al. Bone marrow edema of the hip: a narrative review[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(11):6901-6917.
- [21] HAN X, HONG G, CHEN L, et al. T1  $\rho$  and T2 mapping for the determination of articular cartilage denaturalization with osteonecrosis of the femoral head: A prospective controlled trial[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2019, 49(3):760-767.
- [22] SEO E M, SHRESTHA S K, DUONG C T, et al. Tribological changes in the articular cartilage of a human femoral head with avascular necrosis[J]. *Biointerphases*, 2015, 10(2):021004.
- [23] 史珊, 谢利民, 方继良, 等. 磁共振成像 T2-mapping 与 3D-SPACE 序列评估国际骨循环研究协会分期中 2 期及 3A 期股骨头坏死软骨损伤的差异性研究[J]. *中国医学装备*, 2023, 20(5):72-76.
- SHI S, XIE L M, FANG J L et al. Study on the difference of MRI T2mapping and MRI 3D-SPACE sequence in assessing cartilage injury of femoral head necrosis at stage 2, stage 3A as the ARCO staging[J]. *China Medical Equipment*, 2023, 20(5):72-76. Chinese.
- [24] ZHAO H, LI H, LIANGS, et al. T2 mapping for knee cartilage degeneration in young patients with mild symptoms[J]. *BMC Med Imaging*, 2022, 22(1):72.
- [25] XU R, WEI B, LI J, et al. Investigations of cartilage matrix degeneration in patients with early-stage femoral head necrosis[J]. *Med Sci Monit*, 2017, 23:5783-5792.
- [26] YAMAMOTO S, WATANABE A, NAKAMURA J, et al. Quantitative T2 mapping of femoral head cartilage in systemic lupus erythematosus patients with noncollapsed osteonecrosis of the femoral head associated with corticosteroid therapy[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2011, 34(5):1151-1158.
- [27] 冷晓明, 姜胜攀, 徐玲, 等. 磁共振 T2 map 成像对不同 ARCO 分期股骨头软骨变性的评估价值[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2016, 14(8):109-111.
- LENG X M, JIANG S P, XU L, et al. Quantitative T2 map of cartilage in different ARCO stage of femoral head necrosis[J]. *Chin J CT MRI*, 2016, 14(8):109-111. Chinese.

(收稿日期:2023-02-21 本文编辑:李宜)