

论 著

基于MRI评估股骨头灌注指数、突出指数、受累程度与Perthes病分期的关系

洪海惠 陈贵南 王耀政*

联勤保障部队第909医院 厦门大学附属东南医院放射诊断科 (福建 漳州 363000)

【摘要】目的 探讨基于磁共振成像(MRI)评估股骨头灌注指数、突出指数、受累程度与Perthes病分期的关系。方法 选取我院116例Perthes病患者，初次就诊时均行MRI检查，评估股骨头灌注指数、突出指数、受累程度，分析其临床价值。结果 良好组改良Waldenström分期及突出指数、受累程度低于不良组，股骨头灌注指数高于不良组($P<0.05$)；Perthes病患者改良Waldenström分期与股骨头灌注指数呈负相关，与突出指数、受累程度呈正相关($P<0.05$)；股骨头灌注指数、突出指数、受累程度预测Perthes病患者预后不良的曲线下面积(AUC)分别为0.855、0.748、0.802，各指标联合预测的AUC最大，为0.963。结论 MRI检测股骨头灌注指数、突出指数、受累程度与Perthes病分期密切相关，且在预测患儿疾病转归方面具有较高应用价值。

【关键词】Perthes病；磁共振成像；股骨头灌注指数
【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.01.051

Evaluation of the Relationship between the Perfusion Index of Femoral Head, Protrusion Index, Degree of Involvement and the Stage of Perthes Disease Based on MRI

HONG Hai-hui, CHEN Gui-nan, WANG Yao-zheng*.

The 909th Hospital, Department of Medical Image, Dongnan Hospital of Xiamen University, Zhangzhou 363000, Fujian Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the relationship between Perthes disease stage and Perthes disease stage based on magnetic resonance imaging (MRI) assessment of femoral head perfusion index, prominent index, degree of involvement. **Methods** A total of 116 children with Perthes disease in our hospital were selected. MRI was performed at the first visit to evaluate the femoral head perfusion index, protrusion index, and degree of involvement, and analyze their clinical value. **Results** The modified Waldenström staging and protruding index, and the degree of involvement in the good group were lower than those in the poor group, and the femoral head perfusion index was higher than that in the poor group ($P<0.05$); the modified Waldenström staging of children with Perthes disease was negatively correlated with the femoral head perfusion index, and was negatively correlated with the protruding index. The degree of involvement was positively correlated ($P<0.05$); the femoral head perfusion index, protrusion index, and the area under the curve (AUC) for predicting poor prognosis of children with Perthes disease were 0.855, 0.748, and 0.802, respectively. The combination of each index predicted the largest AUC, is 0.963. **Conclusion** MRI detection of femoral head perfusion index, prominent index, and degree of involvement are closely related to the staging of Perthes disease, and it has high application value in predicting the outcome of the disease in children.

Keywords: Perthes Disease; Magnetic Resonance Imaging; Perfusion Index of Femoral Head; Protrusion Index; Degree of Involvement; Stage of Disease

Perthes病即Legg-Calvé-Perthes病，其发病率为0.2/100000~19.1/100000，发病年龄以4~8岁最常见，男女比例为5:1，多为单侧患病^[1-2]。Perthes病的治疗目标为促进股骨头球形修复，避免早发骨关节炎，患病早期开展预防性干预有助于改善预后，而早期评估疾病情况对指导干预治疗的开展具有重要意义^[3]。X线片为临床诊断、评估Perthes病的最常用方法，但有报道^[4]指出其无法显示疾病早期出现的软骨及软组织改变，而磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)既能显示股骨头软骨形态，又可了解关节内软组织变化情况。且国外有报道^[5]证实定量MRI参数有助于判定Perthes病股骨头的缺血性损伤情况。本研究探讨MRI评估股骨头灌注指数、突出指数、受累程度与Perthes病分期的关系，为临床治疗本病提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2017年1月~2020年12月我院收治的116例Perthes病患者，其中男105例，女11例；年龄2~12岁，平均(7.28±1.46)岁；改良Waldenström分期^[6] I a期16例，I b期61例，II a期39例。

纳入标准：①经X线片、MRI等影像学检查确诊为Perthes病；②改良Waldenström分期为早期(I a期、I b期、II a期)；③单侧患病；④年龄2~12岁；⑤首次确诊；⑥患儿家属知晓本研究，已签署同意书。排除标准：①先天性畸形患儿；②双侧Perthes病患者；③伴有其他可能影响股骨头血供及生理结构疾病者。

1.2 方法 MRI检查方法：仪器采用德国西门子Verio 3.0 T超高场磁共振成像仪，配备体线圈。均于初次就诊时行MRI检查，扫描冠状面T₁WI、T₁WI FS序列，随后进行增强MRI检查，完成后对强化冠状面T₁WI FS序列进行减影处理，由2名专业影像学医师共同测定股骨头灌注指数、突出指数、受累程度。

Herring股骨头外侧柱分型评定方法^[7]：末次随访时评定，A型：外侧柱高度正常；B型：外侧柱高度降低<50%；C型：外侧柱高度降低≥50%。由于A型与B型均预后较好，故本研究将A型与B型患儿纳入良好组，C型患儿纳入不良组。

1.3 观察指标 两组基线资料(性别、年龄、患病侧、改良Waldenström分期)、股骨头灌注指数、突出指数、受累程度，分析股骨头灌注指数、突出指数、受累程度与改良Waldenström分期关系，并分析股骨头灌注指数、突出指数、受累程度预测预后不良的价值。

1.4 统计学方法 数据处理采用SPSS 22.0软件，计数资料以例数描述，采用 χ^2 检验，

【第一作者】洪海惠，女，技师，主要研究方向：主要从事医学影像技术研究。E-mail: hhh15728@126.com

【通讯作者】王耀政，男，主管技师，主要研究方向：主要从事医学影像技术研究。E-mail: 392528397@qq.com

等级资料行Ridit检验，计量资料以平均数±标准差描述，两组间比较采用独立样本t检验，相关性分析采用Spearman相关系数模型，预测效能分析采用受试者工作特征(Receiver operating characteristic, ROC)曲线，均采用双侧检验， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 随访情况 随访2~14个月，平均随访时间(7.96±2.51)个月，I a期平均于(10.21±2.05)个月时进展至II b期；I b期平均于(8.59±2.27)个月时进展至II b期，II a期平均于(6.04±1.97)个月时进展至II b期。进展为II b期时，Herring股骨头外侧柱分型A型17例，B型34例，C型65例。

2.2 两组基线资料、各参数比较 两组改良Waldenström分期比较，差异有统计学意义($P<0.05$)，良好组股骨头灌注指数高于不良组，突出指数、受累程度低于不良组($P<0.05$)。见表1。两组典

型病例MRI图像见图1~图2。
2.3 各参数与改良Waldenström分期关系 采用Spearman进行相关性分析，结果显示，股骨头灌注指数与改良Waldenström分期呈负相关($r=-0.705$, $P<0.001$)；突出指数($r=0.575$, $P<0.001$)、受累程度($r=0.756$, $P<0.001$)与改良Waldenström分期呈正相关。见图3~图5(改良Waldenström分期赋值：1=I a期，2=I b期，3=II a期)。
2.4 各参数预测预后不良的ROC 以不良组为阳性样本，以良好组为阴性样本，绘制各参数预测预后不良的ROC曲线，结果显示，股骨头灌注指数、突出指数、受累程度预测预后不良的曲线下面积(Area under the curve, AUC)依次为0.855、0.748、0.802；应用SPSS软件的联合应用ROC理论模式，构建各参数联合预测预后不良的ROC模型，结果显示，股骨头灌注指数、突出指数联合受累程度预测预后不良的AUC为0.963。见图6、表2。

表1 两组基线资料、各参数比较[n(%)]											
组别	例数	男/女	年龄(岁)	改良Waldenström分期			患病侧		股骨头灌注指数(%)	突出指数(%)	受累程度(%)
				I a期	I b期	II a期	左侧	右侧			
良好组	51	48/3	7.16±1.39	12(23.53)	30(58.82)	9(17.65)	30(58.82)	21(41.18)	54.25±18.97	23.68±5.97	42.35±13.62
不良组	65	57/8	7.39±1.54	4(6.15)	31(47.69)	30(46.15)	28(43.08)	37(56.92)	22.12±5.78	28.14±6.29	62.17±20.04
$\chi^2/t/u$		0.728	0.833		3.33		2.834		12.925	3.876	6.049
P		0.394	0.407		0.001		0.092		<0.001	<0.001	<0.001

表2 各参数预测预后不良的结果分析						
指标	AUC	95%CI	P	截断值	敏感度(%)	特异度(%)
股骨头灌注指数	0.855	0.777~0.913	<0.001	≤32.1%	90.77	78.43
突出指数	0.748	0.659~0.824	<0.001	>26.62%	70.77	76.47
受累程度	0.802	0.718~0.870	<0.001	>55.54%	64.62	86.27
联合	0.963	0.910~0.989	<0.001		92.31	88.24

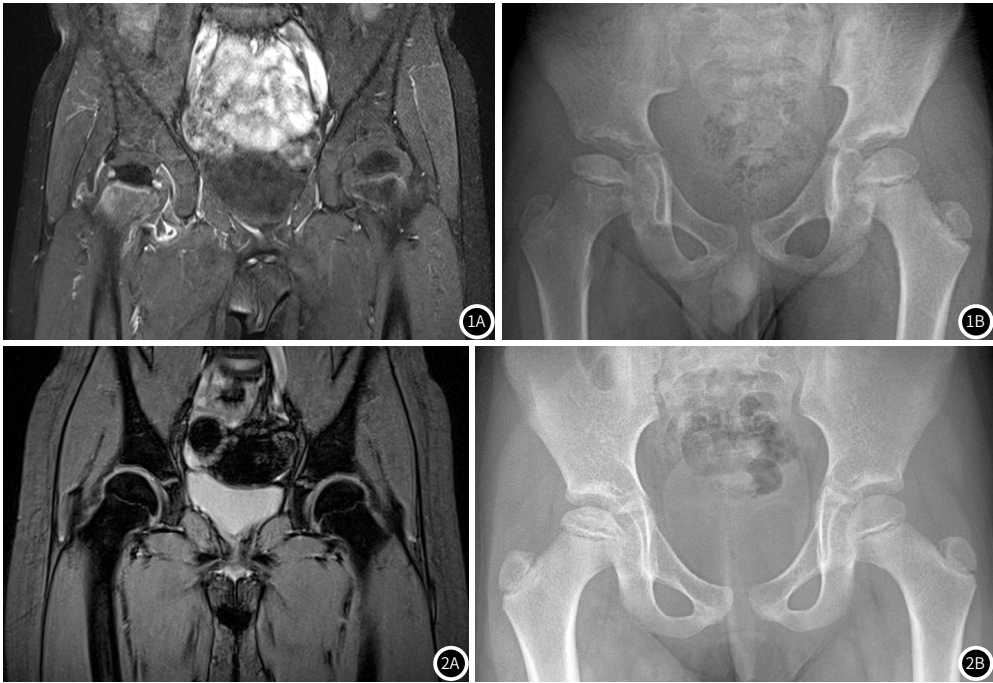


图1 良好组MRI和X线图像。图1A: MRI图像，右股骨头稍变扁，增强扫描，可见异常强化，边界不清，髋臼病灶呈边缘环形强化，灌注良好；图1B: X线图像，右股骨头较左侧变扁，边缘不光整，髋臼边缘毛躁。**图2** 不良组MRI和X线图像。图2A: MRI图像，左股骨头内见一小片状，等长T₁、长T₂信号影，增强灌注不明显，考虑早期股骨头坏死，灌注不足；图2B: X线图像，右股骨头边缘稍毛躁，髋臼显示尚可，考虑早期股骨头坏死。

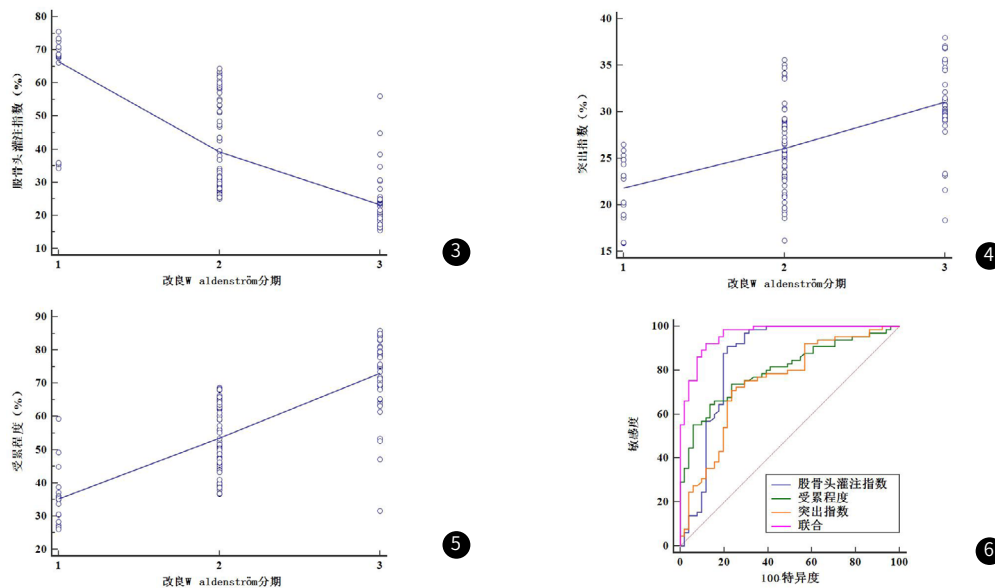


图3 股骨头灌注指数与改良Waldenström分期关系。图4 突出指数与改良Waldenström分期关系。图5 受累程度与改良Waldenström分期关系。图6 各参数预测预后不良的ROC曲线。

3 讨论

影像学技术在Perthes病检查方面占据重要地位，目前主要采用X线片及MRI对患儿病情及预后进行评估，近年来随着MRI技术的发展，其在Perthes病检查中的应用价值越来越受临床重视。国外Jamil K等^[8]报道指出，MRI可作为评估Perthes病患儿股骨头灌注的可靠检查技术。Gracia G等^[9]、Banu NR等^[10]研究也证实MRI参数在Perthes病预后评估方面具有良好应用价值。但国内关于MRI评估Perthes病的研究较少，致使国内MRI在Perthes病病情评估及预测预后方面的应用开展相对缓慢。本研究将MRI应用于Perthes病病情评估中，发现Perthes病患儿的MRI检查参数股骨头灌注指数、突出指数、受累程度与改良Waldenström分期存在明显相关性。其中股骨头灌注指数是反映股骨头血供情况的参数，其值越高表示股骨头血供情况越好。突出指数是评估股骨头突出的参数，Perthes病发生后，受累髋关节滑膜出现明显炎症反应，导致滑膜增生肥厚、滑液分泌量增加，受此影响股骨头软骨、髌臼受滑液变厚、圆韧带水肿、变粗，而股骨头骨化核因缺血而致生长减缓、变小，上述因素共同作用导致股骨头逐渐向外侧突出^[11-12]。受累程度是反映股骨头受累情况的参数，其值越大提示股骨头受累越明显。提示早期MRI检查有助于评估Perthes病患儿股骨头血供、股骨头突出及股骨头受累情况，从而指导临床医生对患儿病情程度进行更准确判定。

本研究所选Perthes病患者均为早期，即Waldenström分期I a期~II a期，由于Perthes病具有自愈性，患病早期的处理通常是观察，观察时间通常为4~8个月，直至可应用外侧柱分型区分可能的预后转归方向时确定治疗方案。资料显示，外侧柱A型和B型远期发展为Stulberg I、II级的概率分别为100%和79.6%，预后良好，而C型远期发展为Stulberg I、II级的概率仅为29.3%，预后相对较差^[13-14]。因此本研究随访至患儿进展为II b期时进行分组研究，通过对比分析，本文发现不同预后患儿初次就诊时的股骨头灌注指数、突出指数、受累程度存在明显差异，可能应用于评估患儿预后。基于此，本研究尝试采用ROC曲线评价股骨头灌注指数、突出指数、受累程度预测Perthes病患者预后的价值，结果发现各参数预测Perthes病患者预后不良的AUC均在0.7以上，具有一定预测效能，各指标联合预测的AUC达到0.963，具有较高预测效能，可为临床预测Perthes病患者预后提供更准确数据参考。

综上所述，采用MRI检测Perthes病患者股骨头灌注指数、突出指数、受累程度，可辅助临床评估患儿Waldenström分期，且

有助于预测患儿疾病转归方向，具有较高临床应用价值。但本研究仍存在一定局限性，仅检测了Perthes病患者初次就诊时MRI参数，未对各参数随疾病进展的变化趋势进行探讨，后续工作中将进一步进行完善。

参考文献

- [1] Westhoff B, Lederer C, Krauspe R. Perthes disease—news in diagnostics and treatment [J]. Orthopäde, 2019, 48 (6): 515–522.
- [2] 李浩, 张自明. 国际Perthes病研究小组的研究进展 [J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41 (4): 374–377.
- [3] Leo DG, Jones H, Murphy R, et al. The outcomes of Perthes' disease [J]. Bone Joint J, 2020, 102-B (5): 611–617.
- [4] 张华东, 杨建平, 付喆, 等. X线与MRI比较Perthes病股骨头突出指数的测量 [J]. 中华骨科杂志, 2018, 38 (5): 315–320.
- [5] Johnson CP, Wang L, Tóth F, et al. Quantitative MRI Helps to Detect Hip Ischemia: Preclinical Model of Legg-Calvé-Perthes Disease [J]. Radiology, 2018, 289 (2): 386–395.
- [6] 卢锦东, 魏秋实, 何伟. Legg-Calvé-Perthes病影像学分型的研究进展 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34 (4): 446–448.
- [7] Citlak A. Long-term follow-up results of femoral varus osteotomy in the treatment of Perthes disease, and comparison of open-wedge and closed-wedge osteotomy techniques: A retrospective observational study [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99 (7): e19041.
- [8] Jamil K, Walker T, Onikul E, et al. A comparison of subtraction MRI with the standard contrast-enhanced imaging in Perthes' disease [J]. J Child Orthop, 2019, 13 (1): 82–88.
- [9] Gracia G, Baunin C, Vial J, et al. Diffusion-weighted MRI for outcome prediction in early Legg-Calvé-Perthes disease: Medium-term radiographic correlations [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105 (3): 547–550.
- [10] Banu N R, Kamal M Z, Uddin M S, et al. Legg-Calvé-Perthes Disease: Correlation between Computed Radiography and Magnetic Resonance Imaging [J]. Mymensingh Med J, 2020, 29 (1): 55–59.
- [11] Padilla-Santamaría F, Maya-Franco L, Bolaños-Méndez GZ, et al. The possible origin of Legg-Calvé-Perthes disease [J]. Rev Med Inst Mex Seguro Soc, 2019, 57 (1): 36–41.
- [12] Pavone V, Chisari E, Vescio A, et al. Aetiology of Legg-Calvé-Perthes disease: A systematic review [J]. World J Orthop, 2019, 10 (3): 145–165.
- [13] 张华东, 杨建平, 张中礼, 等. 增强MRI股骨头灌注指数对早期Perthes病预后的预测作用 [J]. 中华骨科杂志, 2019, 39 (23): 1447–1453.
- [14] El-Harbiti A, Hailer Y D. Range of abduction in patients with Legg-Calvé-Perthes disease – a nationwide register-based cohort study [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21 (1): 718.

(收稿日期: 2021-05-08)

(校对编辑: 姚丽娜)