

◁肌肉骨骼影像学▷

多模态影像学对股骨髌臼撞击综合征临床诊断价值的研究

郭晓霖¹, 刘晓飞¹, 田春梅¹, 董立杰¹, 陈亮¹, 丁孝民², 张林¹

(1. 滨州医学院附属医院放射科, 山东 滨州 256603; 2. 山东大学齐鲁医院德州医院微创介入中心, 山东 德州 253000)

【摘要】 目的: 探讨多模态影像学对股骨髌臼撞击综合征 (FAIS) 的诊断应用价值。方法: 选取经关节镜手术证实的 53 例 FAIS 患者作为病例组, 40 例无髌关节异常患者作为对照组; 两组均行 X 线、CT 平扫+三维重建、MRI 平扫检查。比较各检查方法异常征象阳性率的差异性; 并分别计算其诊断 FAIS 的敏感性、特异性、准确率、阳性预测值、阴性预测值, 构建各检查方法的受试者工作特性曲线, 并计算其曲线下面积 (AUC)。结果: X 线、CT 检查下, CT 对股骨头颈交界处骨赘和/或异常凸起征象的阳性检出率最高 (71.70%)。MRI 检查下, 对髌臼孟唇信号或形态异常的阳性检出率最高 (73.58%)。MRI (AUC=0.944) 的诊断效能高于 CT (AUC=0.890) 和 X 线 (AUC=0.834), CT 诊断效能高于 X 线。结论: 多模态影像学检查对 FAIS 的诊断价值高于单一检查方法, 可以为临床诊断及治疗提供可靠、客观的依据。

【关键词】 股骨髌臼撞击征; 放射摄影术; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像

【中图分类号】 R684; R814.41; R814.42; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1008-1062(2024)10-0737-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.10.012

The value of multimodal imaging in the clinical diagnosis of femoral acetabular impingement syndrome

GUO Xiao-lin¹, LIU Xiao-fei¹, TIAN Chun-mei¹, DONG Li-jie¹, CHEN Liang¹, DING Xiao-min², ZHANG Lin¹

(1. Department of Radiology, Binzhou Medical University Hospital, Binzhou Shandong 256603, China;

2. Micro Intervention Center, Dezhou Hospital, Qilu Hospital of Shandong University, Dezhou Shandong 253000, China)

Abstract: Objective: To evaluate the value of multimodal imaging in the diagnosis of femoral acetabular impingement syndrome (FAIS). **Methods:** A total of 53 patients with FAIS confirmed by arthroscopic surgery were selected as the case group and 40 patients without abnormal hip joint were selected as the control group. X-ray, CT plain scan+3D reconstruction, MRI plain scan were performed in both groups. The difference of positive rate of abnormal signs was compared. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value of the diagnosis FAIS were calculated, and the receiver operating characteristic curve of each test was constructed, and the area under the curve (AUC) was calculated. **Results:** Under X-ray and CT examination, CT had the highest positive detection rate (71.70%) for osteophytes and/or abnormal protrusions at the junction of head and neck of femur. MRI showed the highest positive detection rate (73.58%) for labial signal or morphological abnormality of acetabulum. The diagnostic efficacy of MRI (AUC=0.944) was higher than that of CT (AUC=0.890) and X-ray (AUC=0.834), and the diagnostic efficacy of CT was higher than that of X-ray. **Conclusion:** The diagnostic value of MMI examination for FAIS is higher than that of a single examination method, which can provide a reliable and objective basis for clinical diagnosis and treatment.

Key words: Femoroacetabular Impingement; Radiography; Tomography, X-Ray Computed; Magnetic Resonance Imaging

股骨髌臼撞击综合征 (Femoral acetabular impingement syndrome, FAIS) 是一种慢性髌关节疾病, 是由于股骨头和/或髌臼的形态结构异常而产生的异常接触、碰撞, 引起接触碰撞区域的髌臼孟唇、关节软骨和关节附着的软组织损伤^[1]。FAIS 根据解剖学改变分为 3 种类型, 股骨头颈交界处凹陷不足的凸轮型、髌臼过度覆盖引起的钳夹型和前两者的混合型^[2-4]。多模态影像学现已用于多方面的研究^[5-8]。X 线、CT 平扫+三维重建、MRI 平扫检查在诊断 FAIS

上各有其优势, 以往研究多采用一种检查方法对其进行诊断, 本研究旨在分析各检查方法的优劣势, 探讨多模态影像学对 FAIS 的诊断应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取经关节镜手术证实的 53 例 FAIS 患者设为病例组, 年龄 34~77 岁, 平均 (50.96±12.50) 岁, 其中女 20 例, 男 33 例, 病史 1 月~20 年不等。另外 40

【收稿日期】 2024-01-22; **【修回日期】** 2024-02-11

【作者简介】 郭晓霖 (1998-), 女, 山东济宁人, 在读硕士研究生。E-mail: gxl1253432360@163.com

【通信作者】 张林, 滨州医学院附属医院放射科, 256603。E-mail: zhanglin730101@163.com

【基金项目】 滨州医学院研究生教学案例库建设项目基金资助项目。

例无髋关节异常的患者设为对照组,男 21 例,女 19 例,年龄 19~75 岁,平均(44.90±13.47)岁。

纳入标准:病例组:①年龄大于 18 岁(排除骨折影响);②患侧髋关节无外伤及手术者;③具备完善的髋关节检查并经关节镜证实者。对照组:①年龄大于 18 岁;②一侧/双侧髋关节无外伤及手术者;③无 FAIS 症状及体征,影像学检查同病例组完善者。

1.2 检查方法

X 线检查方法:采用西门子 X 线扫描仪进行骨盆/双髋关节正位、45°/90° Dunn 位检查。

CT 检查采用西门子 SMOTOM Definition Flash CT。常规扫描层厚 5 mm,重建 0.625 mm 骨窗图像,上传工作站后处理重建得到冠状位、斜轴位及骨盆三维重建图像。

MRI 检查采用美国通用公司(GE)Discover mr750w 3.0T MRI。T₂WI 序列扫描参数:FOV 300 mm×280 mm,层厚 3.0 mm,TR 3 384 ms,TE 82 ms。T₁WI 序列扫描参数:FOV 300 mm×210 mm,层厚 3.5 mm,TR 650 ms,TE 10 ms。T₂WI 压脂序列扫描参数:FOV 210 mm×210 mm,层厚 3.5 mm,TR 3 962 ms,TE 32 ms。

1.3 图像分析

将通过以上检查所得到的 X 线、CT 及 MRI 图像由两名放射诊断学副主任及以上医师进行诊断,若意见不统一则通过协商后达成一致。

1.4 统计学方法

运用统计学软件 SPSS 22.0 进行统计学分析:X

线、CT、MRI 不同影像学检查方法下获得的异常征象为计数资料用 n 表示,组间差异性比较采用 χ^2 检验; $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。计算 X 线、CT、MRI 不同影像学检查方法对 FAIS 的诊断的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值,构建不同检查方法诊断效能的受试者工作特性曲线(ROC),计算各检查 ROC 曲线下面积(AUC)。

2 结果

2.1 一般资料对比

病例组和对照组性别、年龄的组间比较 P 值分别为 0.345、0.309,差异均不具有统计学意义($P>0.05$)。

2.2 不同检查下异常征象及阳性率的比较

①病例组中,X 线、CT 检查下股骨头骨赘和/或异常凸起阳性率分别为 45.28%、71.70%, $\chi^2=7.616$, $P=0.006$;枪柄样畸形阳性率分别为 30.19%、50.94%, $\chi^2=4.735$, $P=0.030$;髋臼异常(过度包裹、内陷、后倾等)阳性率分别为 24.53%、49.06%, $\chi^2=6.856$, $P=0.009$;髋臼缘和/或股骨近端坏死、囊变阳性率分别为 20.75%、41.51%, $\chi^2=5.324$, $P=0.021$; $P<0.05$,结果差异均具有统计学意义。

②病例组中,MRI 检查下股骨头颈区骨质异常(骨髓水肿、小囊肿等)阳性率为 47.17%,髋臼缘骨质异常(骨髓水肿、小囊肿等)阳性率为 39.62%,髋臼/股骨头关节面下软骨信号或形态异常阳性率为 37.74%,髋臼孟唇信号或形态异常阳性率为

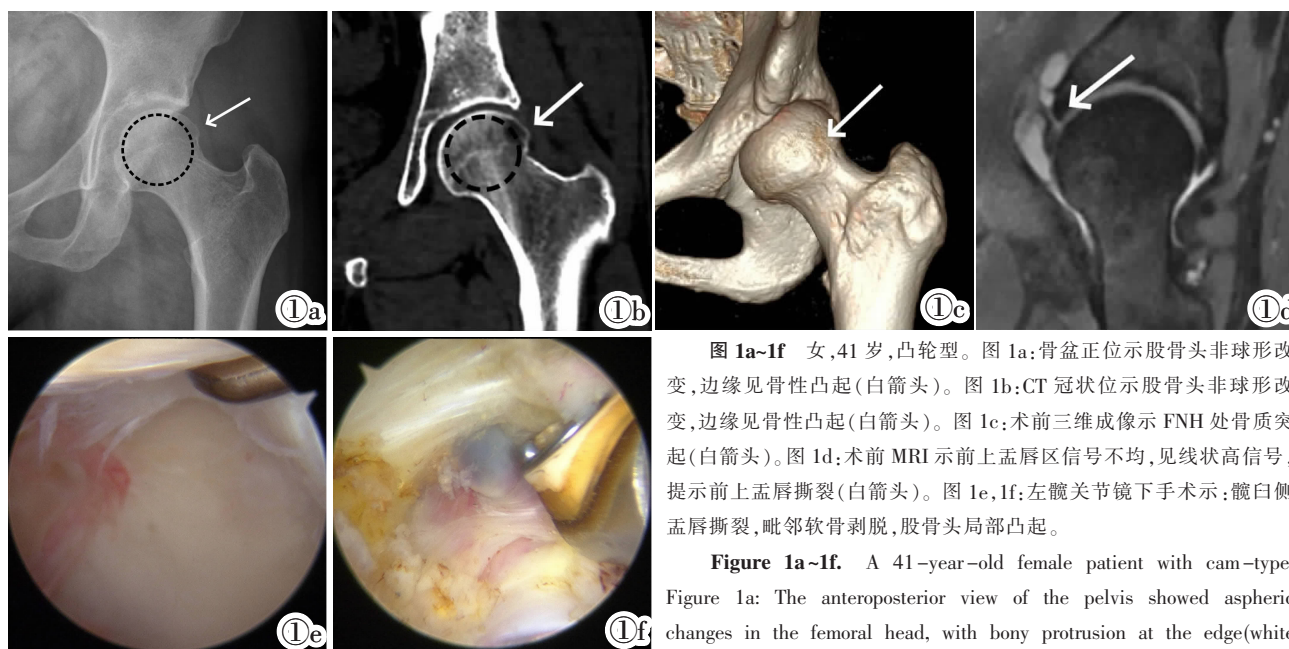


图 1a~1f 女,41 岁,凸轮型。图 1a:骨盆正位示股骨头非球形改变,边缘见骨性凸起(白箭头)。图 1b:CT 冠状位示股骨头非球形改变,边缘见骨性凸起(白箭头)。图 1c:术前三维成像示 FNH 处骨质突起(白箭头)。图 1d:术前 MRI 示前上孟唇区信号不均,见线状高信号,提示前上孟唇撕裂(白箭头)。图 1e,1f:左髋关节镜下手术示:髋臼侧孟唇撕裂,毗邻软骨剥脱,股骨头局部凸起。

Figure 1a~1f. A 41-year-old female patient with cam-type. Figure 1a: The anteroposterior view of the pelvis showed aspheric changes in the femoral head, with bony protrusion at the edge(white arrow). Figure 1b: The coronal view of CT showed aspheric changes in the femoral head, with bony protrusion at the edge(white arrow). Figure 1c: The preoperative three-dimensional imaging showed bony protrusion at the FNH(white arrow). Figure 1d: The preoperative MRI showed uneven signals in the anterior superior labial region, with linear high signals, suggesting anterior superior labial tear (white arrow). Figure 1e, 1f: The left hip arthroscopy showed lateral acetabular labial tear, adjacent cartilage exfoliation, and local protrusion of the femoral head.

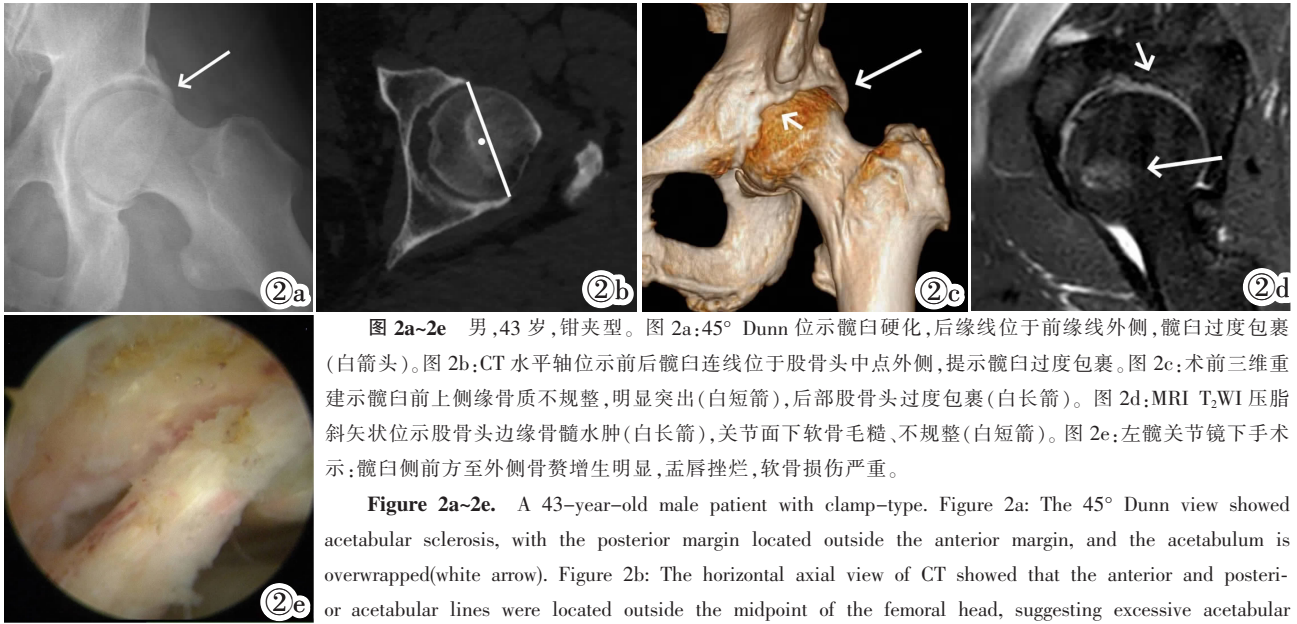


图 2a~2e 男,43 岁,钳夹型。图 2a:45° Dunn 位示髋臼硬化,后缘线位于前缘线外侧,髋臼过度包裹(白箭头)。图 2b:CT 水平轴位示前后髋臼连线位于股骨头中点外侧,提示髋臼过度包裹。图 2c:术前三维重建示髋臼前上侧缘骨质不规整,明显突出(白短箭),后部股骨头过度包裹(白长箭)。图 2d:MRI T₂WI 压脂斜矢状位示股骨头边缘骨髓水肿(白长箭),关节面下软骨毛糙、不规整(白短箭)。图 2e:左髋关节镜下手术示:髋臼侧前方至外侧骨赘增生明显,盂唇挫烂,软骨损伤严重。

Figure 2a~2e. A 43-year-old male patient with clamp-type. Figure 2a: The 45° Dunn view showed acetabular sclerosis, with the posterior margin located outside the anterior margin, and the acetabulum is overwrapped(white arrow). Figure 2b: The horizontal axial view of CT showed that the anterior and posterior acetabular lines were located outside the midpoint of the femoral head, suggesting excessive acetabular wrapping. Figure 2c: The preoperative three-dimensional reconstruction showed irregular bone at the anterior and superior margin of the acetabulum, which was obviously prominent (white short arrow), and excessive wrapping of the posterior femoral head (white long arrow). Figure 2d: The T₂WI STIR oblique sagittal view showed bone marrow edema at the edge of the femoral head (white long arrow), and rough, irregular cartilage under the articular surface (white short arrow). Figure 2e: Arthroscopic surgery of the left hip revealed obvious osteophytes from the front to the lateral side of the acetabulum, severe labrum erosion, and serious cartilage damage.

73.58%, $\chi^2=5.986, P=0.009<0.05$, 结果差异具有统计学意义。

2.3 X 线、CT、MRI 成像对 FAIS 诊断效能

见表 1。X 线、CT、MRI 诊断 ROC 曲线下 AUC 分别为 0.834、0.890、0.944。MRI 的诊断效能高于 CT

和 X 线,CT 诊断率效能高于 X 线。多模态影像学诊断价值高于单一诊断。

无论是 X 线、CT、MRI 在分析、诊断 FAIS 均有不同程度的漏诊,且 AUC 最高为 0.944,多种影像学联合检查才能更好的避免漏诊,提高整体诊断效能。

表 1 X 线、CT、MRI 诊断 FAIS 的诊断效能

	敏感性	特异性	准确率	阳性预测值	阴性预测值
X 线	84.9%	80.0%	82.8%	84.9%	80.0%
CT	90.6%	87.5%	89.2%	90.6%	87.5%
MRI	96.2%	92.5%	94.6%	94.4%	94.8%

3 讨论

FAIS 是患者在长期运动过程中引起的损伤,并非所有的髋关节疼痛都是 FAIS^[9]。目前尚未能充分认识 FAIS 的发病机制及病因,但值得确定的是 FAIS 是髋关节骨关节炎的重要危险因素^[10],是指股骨头颈交界处和髋臼的异常或正常解剖形态下,在正常活动或超出能力范围运动时,运动终末期发生不正常的接触、碰撞,造成接触区的对冲创伤,对关节附着的软组织产生损害^[11],影像学检查通常表现的是其异常的解剖结构和撞击后产生的结果。X 线、CT 检查对观察其解剖结构的异常改变显示较好,本研究中 X 线、CT 检查在股骨头骨赘和/或异常凸起、枪柄样畸形、髋臼异常(过度包裹、髋臼后倾、髋臼内陷)、髋臼缘和/或股骨近端坏死或囊变四项异常征象中阳性检出率的差异均具有统计学意义 ($P<$

0.05)。CT 检查对股骨头颈交界处骨赘和/或异常凸起征象的阳性检出率最高,这与 CT 可以多方位观察股骨头颈的优势有关。在 CT 检查下四项异常征象的阳性检出率均明显高于 X 线检查,这表明 CT 检查相对于 X 线检查,具有较高的骨性分辨力及多方位成像特点,弥补了 X 线过分依赖体位的缺陷,消除了组织结构的重叠、避免骨盆不同倾斜情况下髋臼前后缘线投射差异,还可以观察到撞击后骨性结构除了解剖结构异常以外更加隐匿细微的骨质破坏^[12]。CT 三维重建技术,可以让我们全方位更直观的观察髋臼及股骨头的异常解剖形态,可用于复杂截骨性手术的术前规划^[13]。

MRI 检查对显示撞击后产生的软组织损伤及骨髓水肿的改变有着不可替代的价值,对于一些早期未发生解剖结构异常改变的 FAIS 患者的诊断至关重要。本研究中 MRI 检查在 FNH 或髋臼骨质信

号异常、髌白孟唇信号或形态异常、骨性髌白下软骨和/或股骨头面下软骨信号或形态异常四项异常征象中的阳性检出率均具有统计学差异,其中 MRI 检查对于撞击后结果髌白孟唇信号或形态异常阳性检出率最高。对于撞击后结果髌白孟唇信号或形态异常阳性检出率高于髌白/股骨头关节面下软骨信号或形态异常,这是因为软骨较薄以及撞击后软骨仅出现磨损、裂隙而无明显移位,而由于目前 MRI 分辨率的限制,未能观察到有关。虽然本研究 MRI 的分辨率存在一定程度的限制性,但在 X 线、CT 检查出现不确定的诊断时,若出现以上 MRI 异常征象时,应该高度警惕 FAIS 的可能。

本研究存在一定的局限性:①本研究样本量较少,有待后续扩大样本量进行深入研究;②本研究为单中心研究,有待后续从多个方面、多个层次进行研究分析。

综上所述,X 线、CT、MRI 检查在诊断 FAIS 时各有其优势,X 线检查能够初步排除髌关节疼痛的其他原因;CT 检查可进一步显示骨质结构细节的变化,三维重建技术提供了可视化髌关节模型。单纯评价骨性结构异常,似乎并不能满足临床需求,MRI 可无创评估髌白孟唇、关节软骨的损伤程度,为临床治疗评估病情提供补充资料。这种多模态影像学检查可以更好的诊断 FAIS,并鉴别无症状 FAIS 患者,其诊断价值是优于单独任何一项影像学检查的,具有很好的发展前景。

[参考文献]

[1]Fortier LM, Popovsky D, Durci MM, et al. An Updated Review of Femoroacetabular Impingement Syndrome[J]. *Orthop Rev(Pavia)*, 2022, 14(3): 37513.

(上接 736 页)

[6]Tambasco N, Nigro P, Romoli M, et al. Magnetization transfer MRI in dementia disorders, Huntington's disease and Parkinsonism[J]. *J Neurol Sci*, 2015, 353(1-2): 1-8.

[7]Miese F, Kircheis G, Wittsack HJ, et al. ¹H-MR Spectroscopy magnetization transfer and diffusion-weighted imaging in alcoholic and nonalcoholic patients with cirrhosis with hepatic encephalopathy[J]. *Am J Neuroradiol*, 2006, 27(5): 1019-1026.

[8]Lodi R, Tonon C, Stracciari A, et al. Diffusion MRI shows increased water apparent diffusion coefficient in the brains of cirrhotics[J]. *Neurology*, 2004, 62(5): 762-766.

[9]Li W, Zhang Z, Nicolai J, et al. Quantitative magnetization

[2]Wylie JD, Kim YJ. The Natural History of Femoroacetabular Impingement[J]. *J Pediatr Ortho*, 2019, 39(Issue 6, Supplement 1 Suppl 1): S28-S32.

[3]Socolick DA, Faucett SC. Editorial Commentary: Both Femoral Acetabular Anteversion and Retroversion May Contribute to the Effect of Femoroacetabular Impingement: What's Your Version? [J]. *Arthroscopy*, 2022, 38(3): 837-838.

[4]Su T, Chen GX, Yang L. Diagnosis and treatment of labral tear [J]. *Chin Med J(Engl)*, 2019, 132(2): 211-219.

[5]李姝,张维,杨明,等. 多模态影像学对儿童不明原因下消化道出血诊断的价值[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2023, 34(6): 408-413.

[6]王明月,李旭,庄玉慧,等. 多模态磁共振成像在 Luminal 型与非 Luminal 型乳腺癌鉴别诊断中的价值[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2022, 33(3): 166-171.

[7]王磊,赵凡,朱来敏,等. 多模态定量磁共振成像对乳腺良恶性病变的诊断价值[J]. *临床放射学杂志*, 2023, 42(10): 1578-1583.

[8]熊亮,李胜,曹阳,等. 多模态 CT 的 ASPECTS 评分预测颅内动脉粥样硬化狭窄相关急性大血管闭塞患者预后的价值[J]. *临床放射学杂志*, 2023, 42(7): 1062-1065.

[9]Palmer WE. Femoroacetabular Impingement(FAI): Counterpoint-Do Not Equate FAI Morphology With FAI Syndrome [J]. *Am J Roentgenol*, 2021, 217(6): 1297-1298.

[10]Yang F, Shi Y, Zhang Z, et al. Arthroscopy Confers Excellent Clinical Outcomes in Femoroacetabular Impingement Syndrome (FAIS) Patients Aged 50 Years and Above [J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(4): 947-952.

[11]Larson CM, LaPrade RF, Floyd ER, et al. Acetabular Rim Disorders/Pincer-type Femoroacetabular Impingement and Hip Arthroscopy[J]. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2021, 29(1): 35-43.

[12]马守波,姜敬明,周兴萍,等. 凸轮型髌关节撞击综合征患者 CT 及 MRI 影像学特征及诊断价值 [J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2021, 19(2): 149-150, 167.

[13]Schmaranzer F, Kheterpal AB, Bredella MA. Best Practices: Hip Femoroacetabular Impingement [J]. *Am J Roentgenol*, 2021, 216(3): 585-598.

transfer MRI of desmoplasia in pancreatic ductal adenocarcinoma xenografts[J]. *NMR Biomed*, 2013, 26(12): 1688-1695.

[10]Tau GZ, Peterson BS. Normal development of brain circuits[J]. *Neuropsychopharmacology*, 2010, 35(1): 147-168.

[11]Bi Q, Li Q, Yang J, et al. Preliminary Application of Magnetization Transfer Imaging in the Study of Normal Uterus and Uterine Lesions[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 853815.

[12]郑阳,王晓明. 磁化传递成像和酰胺质子转移成像联合评价新生儿脑损伤的初步研究[J]. *磁共振成像*, 2017, 8(3): 189-195.

[13]Burton CJ, Jauniaux E. What is the placenta?[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2015, 213(4 Suppl): S6.e1, S6-8.