

# 基于 CT、MRI 影像特征等对四肢伴明显动脉瘤样骨囊肿的骨巨细胞瘤与原发性动脉瘤样骨囊肿鉴别诊断的价值

刘建辉<sup>1</sup> 王得志<sup>2</sup> 崔久法<sup>1</sup> 徐文坚<sup>1</sup>

(1 青岛大学附属医院放射科,山东 青岛 266003; 2 山东第二医科大学附属诸城市人民医院放射科)

**[摘要]** **目的** 探讨 CT、MRI 影像特征等对四肢伴明显动脉瘤样骨囊肿的骨巨细胞瘤(giant cell tumours with prominent aneurysmal bone cysts,GABCs)和原发性动脉瘤样骨囊肿(primary aneurysmal bone cysts,PABCs)的鉴别诊断价值。**方法** 回顾性分析 20 例四肢 GABCs 和 21 例 PABCs 患者的 CT 和 MRI 影像特征,并同时收集患者的年龄和性别,比较两组不同指标间差异,并计算两组患者的年龄、包块横径/纵径比、软骨下骨受累、病变边缘深分叶、包块周围血管影对 GABCs 及 PABCs 诊断的灵敏度、特异度。**结果** 两组患者的年龄、包块横径/纵径比比较差异有显著性( $t = -3.956, -2.985, P < 0.05$ ),两组患者的软骨下骨受累的比例、病变边缘深分叶的比例、包块周围血管影的比例比较差异有显著性( $P < 0.05$ )。年龄、包块横径/纵径比、软骨下骨受累和病变边缘深分叶对 GABCs 患者诊断的灵敏度分别为 75.0%、65.0%、68.0% 和 80.0%,特异度分别为 81.0%、66.7%、81.3% 和 61.3%。相反,包块周围血管影诊断 PABCs 的灵敏度为 52.4%,特异度为 95.0%。**结论** CT 和 MRI 影像特征中的软骨下骨受累、病变边缘深分叶、包块横径/纵径比高低以及包块周围血管影及患者年龄高低对 GABCs 和 PABCs 具有鉴别诊断的价值。

**[关键词]** 骨囊肿,动脉瘤样;骨巨细胞瘤;体层摄影术,X 线计算机;磁共振成像;诊断,鉴别

**[中图分类号]** R738.1;R445

**[文献标志码]** A

## Value of CT and MRI imaging features in differential diagnosis of giant cell tumors with prominent aneurysmal bone cysts in the extremities and primary aneurysmal bone cysts

LIU Jianhui, WANG Dezhi, CUI Jiufa, XU Wenjian (Department of Radiology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266003, China)

**[ABSTRACT]** **Objective** To explore the value of computerized tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) imaging features in differential diagnosis of giant cell tumors with prominent aneurysmal bone cysts (GABCs) in the extremities and primary aneurysmal bone cysts (PABCs). **Methods** In this study, the CT and MRI imaging features of 20 patients with GABCs in the extremities and 21 patients with PABCs were retrospectively analyzed, and the age and sex of patients were collected. The differences in different indicators between the two groups were compared. The diagnostic sensitivity and specificity for GABCs and PABCs were calculated based on the age, transverse/longitudinal diameter ratio of the mass, subchondral bone involvement, deep edge lobulation of the lesion, and vascular shadow around the mass. **Results** There were significant differences in the age and transverse/longitudinal diameter ratio of the mass between the two groups ( $t = -3.956, -2.985, P < 0.05$ ). There were significant differences in the proportions of subchondral bone involved, deep edge lobulation of the lesion, and vascular shadow around the mass between the two groups ( $P < 0.05$ ). The sensitivity of age, transverse/longitudinal diameter ratio of the mass, subchondral bone involvement, and deep edge lobulation of the lesion in the diagnosis of GABCs was 75.0%, 65.0%, 68.0%, and 80.0%, respectively, and the specificity was 81.0%, 66.7%, 81.3%, and 61.3%, respectively. The sensitivity of vascular shadow around the mass in the diagnosis of PABCs was 52.4%, and the specificity was 95.0%. **Conclusion** Patient age and CT and MRI imaging features such as subchondral bone involvement, deep edge lobulation of the lesion, transverse/longitudinal diameter ratio of the mass, and vascular shadow around the mass can be used to distinguish GABCs from PABCs.

**[KEY WORDS]** Bone cysts, aneurysmal; Giant cell tumor of bone; Tomography, X-ray computed; Magnetic resonance imaging; Diagnosis, differential

骨巨细胞瘤(giant cell tumor,GCT)是一种交界性骨肿瘤,通常表现为局部侵袭性生长,约占国内所有原发性骨肿瘤的 13.7%<sup>[1]</sup>。动脉瘤样骨囊肿

(aneurysmal bone cyst,ABC)是一种溶骨性、膨胀性、出血性的良性肿瘤性病変,约占所有良性骨肿瘤的 5%~6%。在第五版(2020 版)WHO 骨肿瘤分类中,GCT 及 ABC 均位于“富含破骨性巨细胞的肿瘤”分类中,分别为交界性和良性。在 ABC 中,原发性 ABC(PABCs)约占 70%,其他为继发性 ABC<sup>[2]</sup>。

**[收稿日期]** 2024-01-25; **[修订日期]** 2024-03-10

**[基金项目]** 国家自然科学基金面上项目(81671658)

**[通讯作者]** 徐文坚,Email:wjxu2021@qdu.edu.cn

继发性 ABC 最常见于 GCT, 约占 39%<sup>[3]</sup>。这两种疾病的治疗方法不同, 一般情况下, GCT 需要广泛切除并接受后续辅助治疗以预防复发。因此, 在术前确诊这两种病变有助于确定最佳的治疗方案。

四肢 GCT 和 PABCs 的影像学表现有许多相似之处, 特别是在伴有明显 ABC 的 GCT (giant cell tumours with prominent aneurysmal bone cysts, GABCs) 时<sup>[4]</sup>。两种肿瘤在 CT 扫描和 MRI 成像上均有膨胀性、溶骨性、多房囊性的骨改变, 并可见液-液平面。既往研究中提到了一种鉴别征象, 即在 GABCs 中, CT 或 MRI 增强扫描会显示出强化的软组织成分, 而在 PABCs 中没有<sup>[5]</sup>; 但实际上 PABCs 病变中包含软组织成分的情况并不罕见<sup>[6-8]</sup>, 因此仅仅依赖 CT 或 MRI 增强扫描中的肿瘤实质成分是否强化, 是难以准确鉴别这两种肿瘤的。

对 GABCs 和 PABCs 进行术前的空心针穿刺活检时, 仅从囊腔中取样可能会导致误诊<sup>[9-10]</sup>, 这时候 CT 和 MRI 检查可以提供更准确的术前评估。目前国内外单独研究 ABC 或 GCT 影像学特征的研究较多, 但很少有直接比较 GABCs 和 PABCs 影像学特征的研究。本研究通过比较四肢 GABCs 和 PABCs 的 CT 和 MRI 影像学表现, 探讨可用于鉴别这两种疾病的影像学特征。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

收集 2008 年 9 月—2023 年 11 月共 233 例患者的 CT 和 MRI 影像学特征资料, 所有的患者均经过术后组织病理学检查确诊患有 GABCs (153 例) 或者 PABCs (80 例)。排除标准: ①病变处不位于四肢者 (62 例); ②GCT 复发病变者 (62 例); ③术前未进行 CT 或 MRI 检查者 (22 例); ④ABC 成分体积占病变体积 < 90% 者 (65 例); ⑤病变合并病理性骨折者 (17 例)。最终纳入患者 41 例, 其中 GABCs 患者 20 例, PABCs 患者 21 例。

### 1.2 观察指标

分别由两位 12 年和 16 年影像诊断经验的肌肉骨骼系统放射科医生, 使用图像存档和通信系统 (PACS; Centricity, GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA) 完成 CT 和 MRI 征象观察和分析。在确定 GABCs 和 PABCs 的特定影像学特征时, 观察者协商以确保一致性。为了避免回顾性分析受到既往诊断的影响, 回顾性评估距患者影像检查的时间间隔平均为 6 个月。本研究主要记录患者的性别、年

龄及影像学特征的评估结果。肿瘤位置通过 CT 检查结果确定, 并在 MRI 影像中进行验证。通过 CT 图像分析以下病变的特征: 骨样或钙化分隔 (病变内出现网状、高密度的区域)、骨嵴 (病变周围尚存的不完整、残留的骨小梁)、皮质骨的变化、病变分叶和硬化边缘及骨内膜扇贝状凹陷。骨内膜扇贝状凹陷是由骨皮质内局部的骨吸收引起的。分叶可分为浅分叶和深分叶。浅分叶为病变与周围正常骨之间几乎没有向内或向外延伸的波状边缘, 而深分叶为病变周围具有明显波状边缘。通过 MRI 图像进行以下特征的分析: 包块横径/纵径比 (指横向最大直径与纵向最大直径的比值)、低信号边 ( $T_1$  WI 或  $T_2$  WI 脂肪抑制序列上病变周围环状低信号区域)、骨髓水肿 ( $T_2$  WI 脂肪抑制序列上病变周围骨髓呈高信号)、软组织水肿 ( $T_2$  WI 脂肪抑制序列上病变周围的软组织间隙呈高信号)、病变周围血管 (与病变相邻且在  $T_2$  WI 脂肪抑制序列上呈高信号的血管)。

### 1.3 统计学处理

使用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。使用组内相关系数 (ICC) 评估连续变量的观察者间一致性; 使用 Cohen Kappa 系数评估分类变量的观察者间一致性。观察者间一致性按照文献标准<sup>[11]</sup>。连续变量采用  $\bar{x} \pm s$  表示, 使用独立样本  $t$  检验分析 GABCs 和 PABCs 组间年龄、包块横径/纵径比的统计学差异。分类变量采用频数和百分比表示, 使用 Fisher 精确检验确定两组间的分类变量 (性别、病变位置和影像学特征) 是否差异有显著性, 采用受试者工作特征曲线 (ROC) 下面积 (AUC) 进行诊断性能的评估。以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者年龄和性别比较

GABCs 组中男 10 例, 女 10 例, PABCs 组中男 15 例, 女 6 例, 两组间性别比较无显著差异 ( $P > 0.05$ )。GABCs 患者年龄 18~73 岁, 平均为 (37.3 ± 13.9) 岁; PABCs 患者年龄 2~57 岁, 平均 (19.0 ± 15.1) 岁, 两组间比较差异具有显著性 ( $t = -3.956$ ,  $P < 0.05$ )。

### 2.2 观察者间一致性评估

两位观察者评估 CT 和 MRI 影像学特征的一致性为中等至近乎完美 (0.44~1.00)。

### 2.3 两组患者的病变位置比较

四肢中 GABCs 的发生位置包括股骨 (12 例)、腓骨 (2 例)、肱骨 (2 例)、桡骨 (3 例) 和胫骨 (1 例)。

四肢中 PABCs 的发生位置包括股骨(9 例)、胫骨(4 例)、腓骨(5 例)和足部(3 例)。GABCs、PABCs 中各有 17、8 例出现软骨下骨受累,两者比较差异有显著性( $P < 0.05$ )。

## 2.4 两组患者的 CT 与 MRI 影像特征比较

GABCs、PABCs 中各有 8、2 例病变边缘呈深分叶状,两者比较差异有显著性( $P < 0.05$ )。GABCs、PABCs 的包块横径/纵径比分别为  $0.8 \pm 0.2$ 、 $0.6 \pm 0.2$ ,两者比较差异具有显著意义( $t = -2.985$ ,  $P < 0.05$ ),GABCs、PABCs 中各有 11、1 例患者病变周围可见血管影,两者比较差异有显著性( $P < 0.05$ )。余 CT 与 MRI 影像特征两组间比较均没有显著性差异( $P > 0.05$ )。年龄差异对于两者的诊断效能为  $AUC = 0.83$ ,  $95\%CI = 0.696 \sim 0.968$ , 阈值 26.5 岁,  $P < 0.05$ ,对 GABCs 诊断的灵敏度为 75.0%,特异度为 81.0%;包块横径/纵径比对两者诊断效能为  $AUC = 0.70$ ,  $95\%CI = 0.604 \sim 0.904$ , 阈值 0.70,  $P < 0.05$ ,对 GABCs 诊断的灵敏度为 65.0%,特异度为 66.7%;软骨下骨受累对于两者的诊断效能为  $AUC = 0.75$ ,  $95\%CI = 0.590 \sim 0.906$ ,  $P < 0.05$ ,对于 GABCs 诊断的灵敏度为 68.0%,特异度为 81.3%;病变边缘深分叶征对两者的诊断效能为  $AUC = 0.70$ ,  $95\%CI = 0.526 \sim 0.887$ ,  $P < 0.05$ ,对 GABCs 诊断的灵敏度为 80.0%,特异度为 61.3%;病变周围血管对两者的诊断效能为  $AUC = 0.79$ ,  $95\%CI = 0.640 \sim 0.932$ ,  $P < 0.05$ ,对 PABCs 诊断的灵敏度为 52.4%,特异度为 95.0%。

## 3 讨 论

GCT 是一种罕见的交界性肿瘤,在通常的情况下,肿瘤扩大刮除术是最常用的外科治疗方法<sup>[12]</sup>,而在严重骨质损伤和广泛骨质缺失的情况下则需要进行根治性切除<sup>[13]</sup>。ABC 是一种良性囊性病变,微创手术治疗为目前主要的治疗方法,多种非手术方法,如经皮硬化治疗<sup>[14]</sup>和介入栓塞术均可治愈 ABC。GCT 可能在初次治疗后数年至数十年后复发,而 ABC 在治疗后 4 年内很少复发。因为治疗方式以及预后均不同,临床上鉴别这两种疾病就显得尤为重要<sup>[2,4,15]</sup>。

临床上使用组织学检查,尤其是通过细针穿刺抽吸活检来鉴别 GCT 和 ABC 通常较为困难。本研究使用的标本类型为手术切除标本,从而确保标本量充足且包含肿瘤的代表性区域。而且所有患者均行免疫组织化学和荧光原位杂交分析,包括

H3.3 G34W 突变特异性抗体和泛素特异性蛋白酶(USP)6 基因重排的检测。H3.3 G34W 突变特异性抗体是诊断 GCT 的高灵敏度和高特异度的标志物<sup>[16]</sup>,USP6 基因的检测有助于 ABC 的病理诊断,特别是对于具有罕见组织学特征的病变<sup>[17]</sup>。因此病理诊断是参考标准。

本研究中的人口统计学以及影像学结果显示,GABCs 患者平均年龄、包块横向/纵向直径比值显著高于 PABCs。GABCs 患者软骨下骨受累较多、GABCs 患者更易出现深分叶状轮廓,而病变周围血管更常见于 PABCs 患者中。

本研究主要关注 GABCs 和 PABCs 的鉴别,而先前已有很多研究系统阐述了两者各自的临床以及影像学表现。据文献报道,90%的 PABCs 在 20 岁之前发病<sup>[18-19]</sup>。GABCs 多发生于 20~40 岁的患者<sup>[1,20-21]</sup>。本研究发现 GABCs 和 PABCs 患者的平均发病年龄存在显著差异,GABCs 患者的发病年龄高于 PABCs,与之前的研究结果一致。GABCs 和 PABCs 另一个显著差异的特征是发病部位,绝大多数 GABCs 出现软骨下骨受累的情况,也与其他研究结果一致<sup>[2-3,19-21]</sup>。

先前的研究表明,具有病变边缘分叶征象的更倾向于诊断为 PABCs<sup>[22-23]</sup>,这与本研究的结果相矛盾。在本研究中,病变边缘浅分叶在两组之间无差异,而病变边缘深分叶更倾向于诊断为 GABCs。分析结果不一致的可能原因:首先,既往研究中没有将 ABC 与 GCT 病变边缘分叶进行比较,而是单独分析了各自病变边缘分叶的影像学表现;其次,既往研究对分叶外观的定义与本研究不同<sup>[23]</sup>。在本研究中,与 PABCs 患者相比,GABCs 患者包块横径/纵径比更高。这可能是因为伴有明显的 ABC 成分的 GCT,在影像学表现上更具侵袭性<sup>[1-2,23]</sup>。GABCs 横径/纵径比较高可能提示其更易横向生长。因此病变边缘深分叶及包块横径/纵径比可能有助于对 GABCsu 和 PABCs 的鉴别。

在 MRI 影像学表现方面,许多骨病变如骨肿瘤、骨髓炎等周围可见骨髓和软组织水肿,而导致水肿的机制仍不清楚。三分之一的 PABCs 患者可见病变周围水肿,常提示病变生长迅速<sup>[20]</sup>。相反,在没有病理性骨折的情况下,GCT 中很少出现瘤周骨髓水肿或软组织水肿的情况<sup>[22]</sup>。然而,本研究结果显示,GABCs 和 PABCs 在骨髓和软组织水肿方面无显著差异。当 GCT 合并 ABC 时,由于病变进展迅速,可能出现膨胀性皮质微骨折,从而导致骨髓或

软组织水肿。

在本研究中,GABCs、PABCs 中各有 11、1 例患者病变周围出现血管影,两者比较差异有显著性。既往研究显示,PABCs 的发病可能与创伤引起的血管改变有关,如形成动静脉畸形或静脉阻塞,进一步可能演变为 PABCs<sup>[24-25]</sup>,血管造影可显示 PABCs 多发血管异常分支的特征<sup>[2,25-26]</sup>。尽管在影像学方面关于病变周围血管的既往研究较少,但本研究表明该特征可用于鉴别 PABCs 和 GABCs。

但本研究还存在如下不足之处:①本研究为一项回顾性研究。②本研究的样本量较小,若加大样本量,可能会发现其他具有显著差异的影像学特征。③在 GABCs 中,ABC 成分体积占 GABCs 病变体积 >90% 是由主观判断而不是由定量测量得出,本研究据此排除了 65 例患者。

综上所述,本研究结果表明,患者年龄偏大,以及 CT 和(或)MRI 检查影像特征中的软骨下骨受累、病变深分叶状边缘和高包块横径/纵径比,更支持 GABCs 的诊断。而在 MRI 检查中病变周围可观察到血管时,更支持 PABCs 的诊断。将来可以应用功能 MRI 技术,如表观扩散系数值、体素内不相干运动相关参数,甚至影像组学、深度学习的方法来鉴别这两种病变的影像特征,以便对这两种病变进行准确的鉴别。

**伦理批准和知情同意:**本研究涉及的所有试验均已通过青岛大学附属医院医学伦理委员会的审核批准(文件号 QYFYWZLL28664)。所有试验过程均遵照《赫尔辛基宣言》的条例进行。

**作者声明:**崔久法、徐文坚、刘建辉参与了研究设计;刘建辉、王得志参与了论文的写作和修改。所有作者均阅读并同意发表该论文,且所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参考文献]

- [1] NIU X H, ZHANG Q, HAO L, et al. Giant cell tumor of the extremity: Retrospective analysis of 621 Chinese patients from one institution[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2012,94(5):461-467.
- [2] KRANSDORF M J, SWEET D E. Aneurysmal bone cyst: Concept, controversy, clinical presentation, and imaging[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1995,164(3):573-580.
- [3] LI S L, KONG Y G, ZOU Y, et al. Giant cell tumor and giant cell reparative granuloma of bone of the head: CT and MR imaging findings[J]. *Comb Chem High Throughput Screen*, 2023,26(6):1180-1185.
- [4] MONTGOMERY C, COUCH C, EMORY C L, et al. Giant cell tumor of bone: Review of current literature, evaluation, and treatment options[J]. *J Knee Surg*, 2019,32(4):331-336.
- [5] JHA Y, CHAUDHARY K. Giant cell tumour of bone: A comprehensive review of pathogenesis, diagnosis, and treatment[J]. *Cureus*, 2023,15(10):e46945.
- [6] PARK H J, KWON S Y, CHO S G, et al. Giant cell tumor with secondary aneurysmal bone cyst shows heterogeneous metabolic pattern on <sup>18</sup>F-FDG PET/CT: A case report[J]. *Nucl Med Mol Imaging*, 2016,50(4):348-352.
- [7] TRIPATHY S K, DOKI S, BEHERA G, et al. Giant cell tumor with secondary aneurysmal bone cyst of the patella: A case report[J]. *Cureus*, 2019,11(10):e5819.
- [8] YU X L, GUO R S, FAN C L, et al. Aneurysmal bone cyst secondary to a giant cell tumor of the patella: A case report[J]. *Oncol Lett*, 2016,11(2):1481-1485.
- [9] LIU H J, LIU D H, JIANG X H, et al. Aneurysmal bone cyst secondary to giant cell tumor of the extremities: A case series of 30 patients[J]. *Am J Transl Res*, 2022,14(5):3198-3206.
- [10] GUTIERREZ L B, LINK T M, HORVAI A E, et al. Secondary aneurysmal bone cysts and associated primary lesions: Imaging features of 49 cases[J]. *Clin Imaging*, 2020,62:23-32.
- [11] LANDIS J R, KOCH G G. The measurement of observer agreement for categorical data[J]. *Biometrics*, 1977,33(1):159-174.
- [12] ERRANI C, TSUKAMOTO S, CIANI G, et al. Present day controversies and consensus in curettage for giant cell tumor of bone[J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2019,10(6):1015-1020.
- [13] TSUKAMOTO S, MAVROGENIS A F, KIDO A, et al. Current concepts in the treatment of giant cell tumors of bone[J]. *Cancers*, 2021,13(15):3647.
- [14] WEBER K S, JENSEN C L, PETERSEN M M. Sclerotherapy as a primary or salvage procedure for aneurysmal bone cysts: A single-center experience[J]. *World J Orthop*, 2023,14(9):698-706.
- [15] 郭乾臣,沈靖南,王晋,等.影响骨巨细胞瘤复发的预后因素分析[J]. *中华外科杂志*, 2006,44(12):797-800.
- [16] YAMAMOTO H, IWASAKI T, YAMADA Y, et al. Diagnostic utility of histone H3.3 G34W, G34R, and G34V mutant-specific antibodies for giant cell tumors of bone[J]. *Hum Pathol*, 2018,73:41-50.
- [17] CORDIER F, CREYTENS D. Unravelling the USP6 gene: An update[J]. *J Clin Pathol*, 2023,76(9):573-577.
- [18] MOHAIDAT Z M, AL-GHARAIBEH S R, ALJARARHIH O N, et al. Challenges in the diagnosis and treatment of aneurysmal bone cyst in patients with unusual features[J]. *Adv Orthop*, 2019,2019:2905671.
- [19] LEITHNER A, WINDHAGER R, LANG S, et al. Aneurysmal bone cyst. A population based epidemiologic study and literature review[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1999(363):176-179.
- [20] WU Z P, YANG X H, XIAO J R, et al. Aneurysmal bone cyst secondary to giant cell tumor of the mobile spine: A report of 11 cases[J]. *Spine*, 2011,36(21):E1385-E1390.

- of ginkgolide B[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2007,120(10):922-928.
- [3] LI Y, ZHANG M M, LI S Y, et al. Selective ischemic-hemisphere targeting Ginkgolide B liposomes with improved solubility and therapeutic efficacy for cerebral ischemia-reperfusion injury[J]. *Asian J Pharm Sci*, 2023,18(2):100783.
- [4] JIANG T, ZHAN F, RAO Z Q, et al. Combined ischemic and rapamycin preconditioning alleviated liver ischemia and reperfusion injury by restoring autophagy in aged mice[J]. *Int Immunopharmacol*, 2019,74:105711.
- [5] LIU R, DIAO J J, HE S C, et al. XQ-1H protects against ischemic stroke by regulating microglia polarization through PPAR $\gamma$  pathway in mice[J]. *Int Immunopharmacol*, 2018,57:72-81.
- [6] SCHLEGEL A, VAN REEVEN M, CROOME K, et al. A multicentre outcome analysis to define global benchmarks for donation after circulatory death liver transplantation [J]. *J Hepatol*, 2022,76(2):371-382.
- [7] YANG F, GAO H, NIU Z, et al. Puerarin protects the fatty liver from ischemia-reperfusion injury by regulating the PI3K/AKT signaling pathway[J]. *Braz J Med Biol Res*, 2024,57:e13229.
- [8] ZHANG J, CHENG P, DAI W Q, et al. Fenofibrate ameliorates hepatic ischemia/reperfusion injury in mice: Involvements of apoptosis, autophagy, and PPAR- $\alpha$  activation[J]. *PPAR Res*, 2021,2021:6658944.
- [9] CUSI K, ISAACS S, BARB D, et al. American association of clinical endocrinology clinical practice guideline for the diagnosis and management of nonalcoholic fatty liver disease in primary care and endocrinology clinical settings [J]. *Endocr Pract*, 2022,28(5):528-562.
- [10] LISS K H H, MOUSA M, BUCHA S, et al. Dynamic changes in the mouse hepatic lipidome following warm ischemia reperfusion injury[J]. *Sci Rep*, 2024,14(1):3584.
- [11] ABD EL-HALEIM E A, BAHGAT A K, SALEH S. Effects of combined PPAR- $\gamma$  and PPAR- $\alpha$  agonist therapy on fructose induced NASH in rats; Modulation of gene expression[J]. *Eur J Pharmacol*, 2016,773:59-70.
- [12] LI Z Y, LIU T, FENG Y, et al. PPAR $\gamma$  alleviates sepsis-induced liver injury by inhibiting hepatocyte pyroptosis via inhibition of the ROS/TXNIP/NLRP3 signaling pathway[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2022:1269747.
- [13] HU X H, CHEN L, WU H, et al. Cell therapy in end-stage liver disease: Replace and remodel[J]. *Stem Cell Res Ther*, 2023,14(1):141.
- [14] DAR W A, SULLIVAN E, BYNON J S, et al. Ischaemia reperfusion injury in liver transplantation: Cellular and molecular mechanisms[J]. *Liver Int*, 2019,39(5):788-801.
- [15] BABA H A, THEURER S, CANBAY A, et al. Liver transplantation current aspects of pretransplantation diagnosis and rejection[J]. *Pathologe*, 2020,41(5):505-514.
- [16] TANG B, WANG Z R, QI G Y, et al. MicroRNA-155 deficiency attenuates ischemia-reperfusion injury after liver transplantation in mice[J]. *Transpl Int*, 2015,28(6):751-760.
- [17] LU J, WANG X Y, FENG Z H, et al. The protective effect of isoflurane pretreatment on liver IRI by suppressing noncanonical pyroptosis of liver macrophages[J]. *Int Immunopharmacol*, 2021,99:107977.
- [18] XU J Y, CHEN W, FENG Z L, et al. Synthesis and effects of ginkgolides and ginkgolide B derivatives on platelet activating factor induced platelet aggregation in rabbits[J]. *Med Chem Res*, 2022,31(5):695-704.
- [19] LI H H, ZHANG W C, WU Z Y, et al. Theoretical design, preparation, and evaluation of Ginkgolide B molecularly imprinted polymers[J]. *J Sep Sci*, 2020,43(2):514-523.
- [20] JIANG Y X, LI W, WANG J, et al. Cardiac dysfunction is attenuated by ginkgolide B via reducing oxidative stress and fibrosis in diabetic rats[J]. *Iran J Basic Med Sci*, 2020,23(8):1078-1084.
- [21] YANG Y W, CHEN J, GAO Q, et al. Study on the attenuated effect of Ginkgolide B on ferroptosis in high fat diet induced nonalcoholic fatty liver disease[J]. *Toxicology*, 2020,445:152599.
- [22] BERTHIER A, JOHANN S M, ZUMMO F P, et al. PPARs in liver physiology[J]. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis*, 2021,1867(5):166097.
- [23] ZHAO B G, XIN Z Q, REN P, et al. The role of PPARs in breast cancer[J]. *Cells*, 2022,12(1):130.
- [24] LINARES I, FARROKHI K, ECHEVERRI J, et al. PPAR- $\gamma$  activation is associated with reduced liver ischemia-reperfusion injury and altered tissue-resident macrophages polarization in a mouse model[J]. *PLoS One*, 2018,13(4):e0195212.

(本文编辑 范睿心 厉建强)

(上接第 407 页)

- [21] SOBTI A, AGRAWAL P, AGARWALA S, et al. Giant cell tumor of bone-an overview[J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2016,4(1):2-9.
- [22] MAHNKEN A H, NOLTE-ERNSTING C C, WILDBERGER J E, et al. Aneurysmal bone cyst: Value of MR imaging and conventional radiography[J]. *Eur Radiol*, 2003,13(5):1118-1124.
- [23] MUNK P L, HELMS C A, HOLT R G, et al. MR imaging of aneurysmal bone cysts[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1989,153(1):99-101.
- [24] SONG W Z, SUURMEIJER A J H, BOLLEN S M, et al. Soft tissue aneurysmal bone cyst: Six new cases with imaging details, molecular pathology, and review of the literature[J]. *Skeletal Radiol*, 2019,48(7):1059-1067.
- [25] 徐黎, 屈辉. 动脉瘤样骨囊肿的影像学表现与鉴别诊断[J]. *实用放射学杂志*, 2007(3):404-407.
- [26] ASAUMI J, KONOUCHI H, HISATOMI M, et al. MR features of aneurysmal bone cyst of the mandible and characteristics distinguishing it from other lesions[J]. *Eur J Radiol*, 2003,45(2):108-112.

(本文编辑 耿波)