

· 论 著 ·

# 基于CT和MRI的多模态成像技术在儿童肝母细胞瘤诊断及PRETEXT分期中的应用价值

卢力亚, 于 啸, 李娅男, 李钱程, 辛 涛, 李成龙

徐州市儿童医院影像科, 江苏 徐州 221000

**[摘要]** **目的:** 分析肝母细胞瘤 (Hepatoblastoma, HB) 患儿计算机体层成像 (computed tomography, CT) 和磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 多模态成像技术的影像学特征, 探讨CT和MRI各期参数在HB诊断和治疗前肿瘤分期系统 (pre-treatment extent of tumor, PRETEXT) 分期中的应用价值。**方法:** 回顾并分析2019年1月1日—2023年12月31日于徐州市儿童医院就诊的HB患儿。根据手术和穿刺活检结果的病理学类型将患儿分为完全上皮型和混合性上皮间叶型两组。比较两组患者的出生史、病灶一般特征、病灶内部特征、强化方式、肝周积液等差异; 根据PRETEXT分期将HB患儿分为 I~II期和 III~IV期两组, 比较病灶CT平扫及增强扫描后肿瘤的CT值、MRI扫描病灶表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 的差异, 采用logistic多因素回归分析HB患儿PRETEXT分期的预测因素, 采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析HB患儿PRETEXT分期的预测价值。**结果:** 纳入60例HB患儿, 完全上皮型型和混合性上皮间叶型各30例。两组HB患儿出生史差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 但混合型HB肿瘤内出血、瘤体钙化以及肝周积液比例高于完全型HB ( $P<0.05$ )。Logistic回归分析显示, 肿瘤内出血, 瘤体钙化以及肝周积液对判断HB患儿的病理学类型具有一定的价值 ( $OR=1.10、3.81、1.07, P<0.05$ )。III~IV期HB患儿的平扫CT值 [ $(46.95 \pm 5.28)$  HU]、动脉期和延迟期的增强扫描CT值 [ $(98.04 \pm 21.91)$  HU、 $(92.64 \pm 14.33)$  HU]、ADC [ $(1.22 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ] 高于 I~II期 ( $P<0.05$ ), 静脉期增强扫描CT值 ( $94.12 \pm 20.28$ ) HU 低于 I~II期 ( $P<0.05$ )。Logistic多因素回归分析显示, 平扫CT值、动脉期增强扫描CT值和ADC高是PRETEXT分期的独立影响因素 ( $OR=1.14、1.04、15.97, P<0.05$ )。ROC曲线分析显示, 3项联合检测对于PRETEXT分期的曲线下面积 (area under curve, AUC) 为0.890, 高于单独预测的0.663、0.718和0.791 ( $P<0.05$ )。**结论:** CT和MRI多模态成像技术通过量化参数 (平扫CT值、动脉期CT值、ADC) 与形态特征 (钙化、出血、肝周积液) 的联合分析, 可精准预测HB的病理学分型及PRETEXT分期, 为患儿术前化疗方案选择、手术范围规划及预后评估提供关键依据, 具有较好的临床转化价值。

**[关键词]** 肝母细胞瘤; PRETEXT分期; 计算机体层成像; 磁共振成像; 病理学

中图分类号: R735.7; R445.2; R445.3 文献标志码: A

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2025.04.013

**基金项目:** 徐州市儿童医院科研项目 (23040429)。

**利益冲突:** 所有作者声明无利益冲突。

**伦理批件:** 2024-05-039-H39。

**知情同意:** 有。

**引用本文:** 卢力亚, 于 啸, 李娅男, 等. 基于CT和MRI多模态成像技术在儿童肝母细胞瘤诊断及PRETEXT分期中的应用价值 [J]. 肿瘤影像学, 2025, 34(4): 413-422.

**Funding:** Research Project of Xuzhou Children's Hospital (23040429).

**Conflicts of interest:** authors declare no conflicts of interest.

**Ethical approval:** 2024-05-039-H39.

**Informed consent:** available.

**Cite this article:** LU L Y, YU X, LI Y N, et al. Application value of multimodal imaging technology based on CT and MRI in the diagnosis and PRETEXT staging of childhood hepatoblastoma [J]. Oncoradiology, 2025, 34(4): 413-422.

**Application value of multimodal imaging technology based on CT and MRI in the diagnosis and PRETEXT staging of childhood hepatoblastoma** LU Liya, YU Xiao, LI Yanan, LI Qiancheng, XIN Tao, LI Chenglong (Department of Imaging, Xuzhou Children's Hospital, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China)

Correspondence to: YU Xiao E-mail: 410483531@qq.com

[ **Abstract** ] **Objective:** To analyze the imaging characteristics of computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) multimodal imaging techniques in children with hepatoblastoma (HB), and to explore the application value of CT and MRI parameters in HB diagnosis and pre-treatment extent of tumor (PRETEXT) staging. **Methods:** Children with HB diagnosed at Xuzhou Children's Hospital from January 1, 2019 to December 31, 2023 were selected and analyzed. The children were categorized into two groups according to the pathological type of the surgical and puncture biopsy findings: complete epithelial and mixed epithelial-mesenchymal. The differences in birth history, general characteristics of the lesion, internal characteristics of the lesion, mode of enhancement, and perihepatic effusion between the 2 groups were compared. Children with HB were divided into two groups according to PRETEXT staging: stage I - II and stage III-IV. The differences in CT values of tumors between plain CT scans and enhanced CT scans of lesions, as well as the apparent diffusion coefficient (ADC) of lesions on MRI scans were compared. Logistic multivariable regression analysis were used to identify predictive factors for PRETEXT staging in HB patients. The predictive value of PRETEXT staging in HB patients was analyzed using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results:** Sixty HB pediatric patients were included, with 30 cases each of complete epithelial type and mixed epithelial-mesenchymal type. There was no significant difference in the birth histories of children with HB between the two groups ( $P > 0.05$ ). However, the proportions of intra-tumor hemorrhage, tumor calcification, and perihepatic effusion were higher in the mixed type of HB than in the complete type of HB ( $P < 0.05$ ). Logistic regression analysis showed that intra-tumor hemorrhage, tumor calcification, and perihepatic effusion were of value in determining the pathological type of children with HB (OR=1.10, 3.81, 1.07,  $P < 0.05$ ); children with stage III-IV HB had higher plain CT values [ (46.95 ± 5.28) HU ], enhanced scan CT values in the arterial and delayed stages [ (98.04 ± 21.91) HU, 92.64 ± 14.33) HU ], and ADC values [ (1.22 ± 0.15) × 10<sup>-3</sup> mm<sup>2</sup>/s ] than those in stage I - II ( $P < 0.05$ ), and enhanced scan CT values in the venous stage [ (94.12 ± 20.28) HU ] were lower than those of stage I~II ( $P < 0.05$ ). Logistic multifactorial regression analysis showed that high plain CT values, high CT values on arterial phase enhancement scans, and high ADC values were independent influences on PERTEXT staging (OR=1.14, 1.04, and 15.97,  $P < 0.05$ ). ROC curves analysis showed that the area under curve (AUC) of the three combined tests for PERTEXT staging was 0.890 higher than that of 0.663, 0.718, and 0.791 ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the AUC of the three combined detections for PRETEXT staging was 0.890, which was higher than the 0.663, 0.718 and 0.791 predicted separately ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** CT and MRI multimodal imaging technology can accurately predict the pathological staging and PRETEXT staging of HB through the combined analysis of quantitative parameters (plain CT value, arterial phase CT value, ADC value) and morphologic features (calcification, hemorrhage, and periportal hepatic effusion), which can provide a key basis for the selection of preoperative chemotherapy regimen, planning of surgical scope, and prognostic assessment, and has a good clinical translational value.

[ **Key words** ] Hepatoblastoma; PRETEXT staging; Computed tomography; Magnetic resonance imaging; Pathology

儿童肝母细胞瘤 (hepatoblastoma, HB) 是一种多见于3岁以下儿童的肝脏原发性恶性肿瘤, 在所有小儿肝脏原发性恶性肿瘤中占50%以上<sup>[1]</sup>。HB由含骨样、软骨、胚胎间叶组织或胚胎性上皮组织构成。通常在出生后6周内发现的肝脏肿瘤, 被认为在胎儿期就已存在<sup>[2]</sup>。HB的临床表现多样, 包括上腹部肿块、腹胀、拒乳、食欲减退、发热等症状, 但其肝功能可能正常, 无黄疸表现, 而血清甲胎蛋白 (alpha-fetoprotein, AFP) 水平却显著升高<sup>[3]</sup>。由于其起病隐匿, 容易与其他疾病混淆, 早期诊断的难度系数较高。因此, 准确、及时地诊断HB对于制订有效的治疗方案和提高患儿的生存率至关重要。

随着医学影像技术的飞速发展, 计算机体

层成像 (computed tomography, CT) 和磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 多模态成像技术已经成为诊断儿童HB的重要手段<sup>[4-5]</sup>。CT和MRI不仅能够清晰地显示肿瘤的位置、形态、大小及其与周围组织的关系, 还能通过不同的成像序列和增强扫描, 揭示肿瘤的内部结构和血流动力学特征<sup>[6]</sup>。随后根据HB影像学检查开发的治疗前肿瘤分期系统 (pre-treatment extent of tumor, PRETEXT), 能够在术前对肿瘤分期、风险分层的评估以及预后效果的评价中发挥作用, 为制订临床治疗方案提供依据<sup>[7]</sup>。

本研究旨在深入探讨CT和MRI多模态成像技术在儿童HB诊断和PRETEXT分期中的应用价值, 通过对一系列经术后病理学检查或穿刺活检证实的HB患儿的CT和MRI资料进行回顾性分

析,分析其影像学特征、CT值、表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)对HB患儿的病理学类型和PRETEXT分期的预测价值,现报道如下。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

选取2019年1月1日—2023年12月31日于徐州市儿童医院就诊的HB患儿作为研究对象。本研究经徐州市儿童医院伦理委员会审核通过。

诊断标准:由2名病理科主治医师按照《肝母细胞瘤病理诊断专家共识》<sup>[8]</sup>对纳入研究的HB患儿病理组织切片进行分型,意见不一致时经协商达成一致。

纳入标准:①患儿入院后经过手术或者穿刺活检确诊为HB;②入院前未经过化疗和介入治疗;③所有患儿均进行CT平扫、动态增强和MRI扫描,图像清晰可用;④年龄范围为出生后30 d至10岁;⑤患儿家属知情同意并自愿签署知情同意书。

排除标准:①临床或病历资料不完整者;②CT或MRI图像不清晰无法满足诊断要求者;③合并严重器质性病变。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 样本量及分组方法

(1)样本量计算公式: $n=Z^2 \times [P \times (1-P)] / E^2$ ,其中 $n$ 为样本量, $Z$ 为统计量, $E$ 为误差值, $P$ 为概率值,当置信度为95%时, $n=50$ ,并考虑10%~20%的样本脱落率,即50例为最低纳入研究样本量。

(2)分组方法:根据组织学结果将纳入研究的患儿分为完全上皮型和混合性上皮间叶型两组。

#### 1.2.2 检查方法

(1)所有患儿均经过CT平扫、增强扫描以及MRI多模态成像检查。检查前患儿禁食4 h。采用仰卧位进行检查,若患儿无法配合检查,可在扫描前给予麻醉镇静,待进入睡眠后进行扫描,确保检查期间的图像质量。

(2)CT检查<sup>[9]</sup>:患儿进行胸腹部CT平扫与3

期增强扫描,以排除肺部转移。使用美国GE公司Revolution 256排螺旋CT扫描仪。CT采用管电压100~120 kV,自动管电流调节技术,管电流100~300 mA,扫描层厚5 mm,层间距5 mm,重建层厚0.625 mm。扫描范围自膈顶至盆腔入口水平。增强扫描采用碘海醇(350 mg/mL),剂量为1~2 mL/Kg按体重计算,1岁以下患儿1.0 mL/s,1~4岁患儿1.5 mL/s,4岁以上患儿2.0 mL/s。对比剂注射后18~25 s扫描肝动脉期,55~60 s扫描肝静脉期,180 s扫描延迟期。

(3)MRI检查<sup>[10]</sup>:采用美国GE公司的MR750 3.0 T MRI仪器对患儿进行MRI检查,患儿取仰卧位,先行横断面T1加权成像(T1-weighted imaging, T1WI)、T2加权成像(T2-weighted imaging, T1WI),快速自旋回波T2加权成像(fast spin echo T2-weighted imaging, FSE-T2WI)、弥散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)扫描,随后将0.2 mL/kg增强造影剂钆双胺以0.05~0.10 mL/s注入后行横断面、冠状面T1WI多期增强扫描。

(4)PRETEXT分期<sup>[11]</sup>:由2名医师独立使用PRETEXT对肿瘤进行分期,Kappa=0.78,说明一致性良好。I期为肿瘤局限在1个象限,相邻3个象限未受肿瘤侵犯;II期为肿瘤累及1个或2个象限,另相邻1个象限未受肿瘤侵犯;III期为肿瘤累及2个或3个象限,相邻的1个象限未受肿瘤侵犯;IV期为肿瘤累及4个象限。

#### 1.2.3 图像处理

通过影像工作站调阅CT、MRI图像,由2名高年资儿科影像科医师采用双盲法,观察以下影像学表现,包括肿瘤形态、位置、大小、密度、出血、坏死、假包膜、包膜完整性、转移、血管受累等情况。

#### 1.2.4 观察指标

(1)比较两组患儿的出生史、肿瘤最大直径、CT形态特征。其中形态特征:①根据影像最大直径定义肿瘤最大直径;②肝实质外的大块病灶表现为外生性增生;③CT值在25 HU以下且未见钙化的内部肿瘤;④囊性坏死在胸腹部CT表现为低密度,无病变强化、增强扫描后未见强

化; ⑤ 钙化表现为CT值在100 HU以上, 边缘清晰, 高密度灶; ⑥ 纤维分隔, 呈带状分布, 呈延时性增强; ⑦ CT值在25 HU以上或肝包膜破裂; ⑧ 包膜回缩, 肝脏与正常形状相比扁平或凹陷; ⑨ 肝周腹膜下方无增强低密度肝周积液。

(2) 根据HB患儿的PRETEXT分期将其分为 I ~ II 期组和 III ~ IV 期组, 比较两组CT参数、ADC。

(3) 采用logistic单因素回归分析, 分析HB患儿病理的危险因素, 同时考虑潜在的混杂因素, 即母亲是否为高龄产妇和开始喂奶时间; 并分析PRETEXT分期为 I ~ II 期和 III ~ IV 期患儿的危险因素, 同时考虑潜在的混杂因素, 即肝功能是否异常和是否营养不良。

(4) 绘制ROC曲线, 计算相关指标对HB PRETEXT分期的曲线下面积 (area under curve, AUC), 置信区间、标准误以及差异性等, 探究各因素对HB患儿PRETEXT分期的判断价值。

### 1.3 统计学处理

采用SPSS 23.0软件进行数据分析, 计数资料以  $n (%)$  表示, 采用  $\chi^2$  检验; 对符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用  $t$  检验, 组内比较采用方差分析, 进一步组间两两比较采用 LSD- $t$  检验; 采用多因素logistic回归分析HB患儿病理学分型、PRETEXT分期的相关因素, 预测效能分析采用ROC曲线, AUC比较采用DeLong 检验法。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 一般资料对比

纳入研究的60例HB患儿根据组织学结果分为两组, 每组各30例 (图1, 表1)。其中完全上皮型患儿有男性17例, 女性13例, 3岁以内的患儿26例, 占总人数的86.67%; 3~10岁患儿4例, 占总人数的13.33%; AFP水平小于100或大于1 000 ng/mL的有27例, 100~1 000 ng/mL之间的有3例; 混合性上皮间叶型患儿中男性16例, 女性14例, 3岁以内的患儿28例, 占总人数的93.33%; 3~10岁患儿的2例, 占总人数的6.67%;

AFP值小于100或大于1 000 ng/mL的有25例, 100~1 000 ng/mL之间的有5例; 以上基本资料差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 但具有可比性。

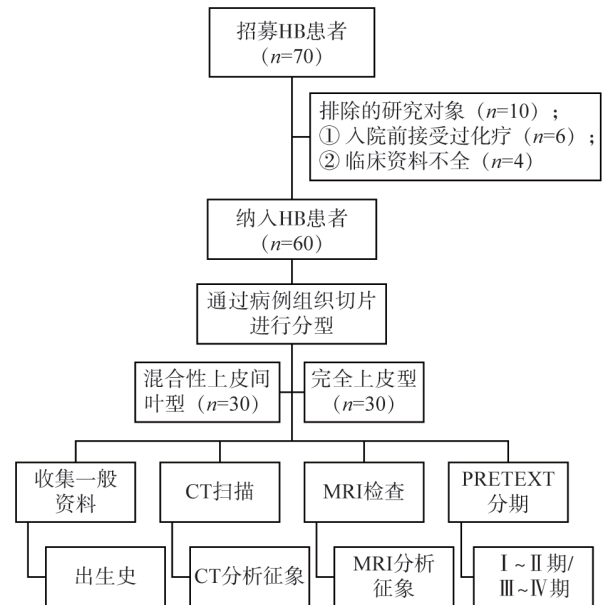


图1 研究设计流程图

Fig.1 Research design flow chart

表1 两组HB患儿的一般资料对比

Tab.1 Comparison of general data of two groups of children with HB

组别	n (%)		$\chi^2/F$ 值	P值
	完全上皮型 (n=30)	混合性上皮间 叶型 (n=30)		
性别			0.067	0.795
男性	17 (56.67)	16 (53.33)		
女性	13 (43.33)	14 (46.67)		
年龄/岁			0.741	0.671
≤3	26 (86.67)	28 (93.33)		
>3	4 (13.33)	2 (6.67)		
AFP/ (ng·mL <sup>-1</sup> )			0.577	0.706
<100及>1 000	27 (90.00)	25 (83.33)		
100~1 000	3 (10.00)	5 (16.67)		

### 2.2 不同病理学类型的HB患儿出生史比较

完全上皮型和混合性上皮间叶型HB患儿母孕期合并感染性疾病的分别有1例和3例, 分娩方式为顺产的分别有24例和22例, 发生羊水早破 > 18 h 者有2例和4例, 羊水污染者分别有3例和1例, 存在宫内窘迫史的分别有1例和3例, 经检验两组患儿出生史性差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ , 表2)。

### 2.3 不同病理学分型的HB患儿的CT、MRI征象

本研究的患儿按照病理学检查结果分为完全上皮型和混合性上皮间叶型，各30例，两种HB类型患儿影像学表现见图2及表3。不同类型HB患儿CT、MRI影像学特征中，完全上皮型出血、钙化以及出现肝周积液的比例低于混合上皮间叶型差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )，其余指标均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，表3)。

### 2.4 HB患儿病理学分型的多因素logistic回归分析

将单因素中差异有统计学意义的3个变量与2个潜在混杂因素纳入多因素分析。其中将HB类型作为因变量Y (完全上皮型=1，混合性上皮间叶型=0)，同时将是否钙化 (是=1，否=0)、出血 (是=1，否=0)、肝周积液 (是=1，否=0)、母亲是否为高龄产妇 (是=1，否=0) 和开始喂奶时间 ( $< 24\text{ h} = 1$ ， $\geq 24\text{ h} = 0$ ) 作为自变量纳入logistic多因素回归分析。结果显示，钙化 (OR=3.810, 95% CI 1.10~13.16)，出血 (OR=1.10, 95% CI 1.10~11.58)，肝周积液

(OR=1.07, 95% CI 1.07~11.70)，是HB患者混合性上皮间叶型的独立危险因素，差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )，而潜在混杂因素差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，表4)。

表2 不同病理学类型的HB患儿出生史比较

Tab.2 Comparison of birth history of children with HB with different types of pathology

组别	完全上皮型 (n=30)	混合性上皮 间叶型 (n=30)	$\chi^2/F$ 值	P值
母孕期是否合并 感染性疾病			1.071	0.612
是	1 (3.33)	3 (10.00)		
否	29 (96.67)	27 (90.00)		
分娩方式			0.373	0.542
顺产	24 (80.00)	22 (73.33)		
剖宫产	6 (20.00)	8 (26.67)		
羊水早破 $> 18\text{ h}$			0.741	0.671
有	2 (6.67)	4 (13.33)		
无	28 (93.33)	26 (86.67)		
羊水污染			1.071	0.612
有	3 (10.00)	1 (3.33)		
无	27 (90.00)	29 (96.67)		
宫内窘迫史	1 (3.33)	3 (10.00)	1.071	0.612

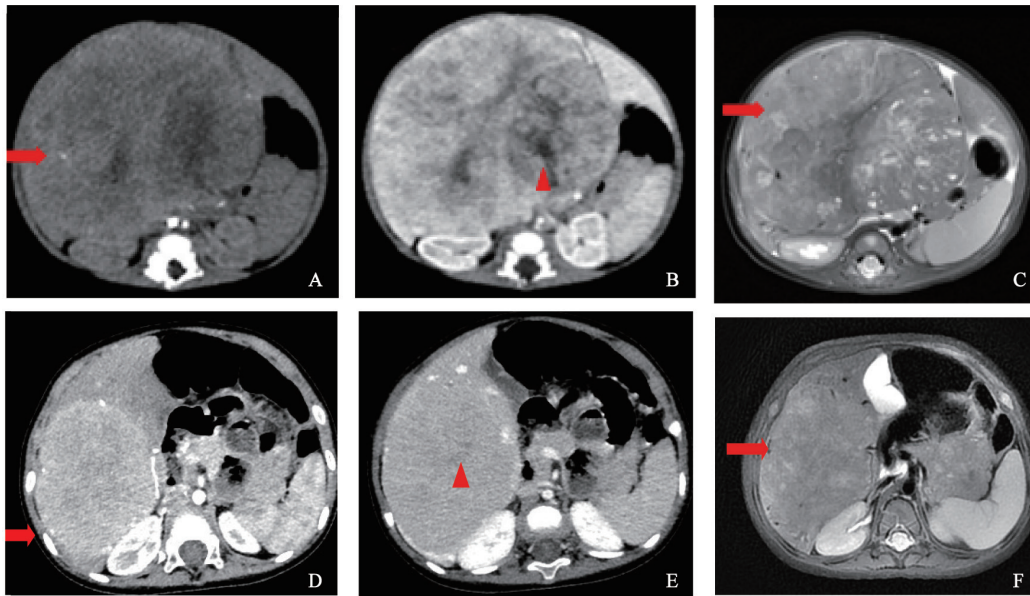


图2 两组HB患儿影像学表现

Fig.2 Imaging performance of two groups of children with HB

A~C: 2个月25 d男性患儿，混合性上皮间叶型HB，肝左内叶及右叶 (IV、V~Ⅷ段)，PRETEXT分期Ⅲ期；A: 横断面CT动脉期示肝内巨大软组织肿块 (箭头所示)，呈轻度不均匀强化，内见斑片状坏死无强化区及点状钙化灶，肿瘤内部及边缘见细小迂曲肿瘤血管影；B: 横断面CT静脉期示肿瘤呈明显不均匀强化，内见裂隙样、片状坏死无强化区 (三角形所示)，周围可见包膜；C: 横断面MRI T2WI抑脂序列示肝内巨大肿块影，呈不均匀等/稍高信号，包膜完整，可见多发小囊状高信号，呈“石榴样”改变 (箭头所示)。D~F: 1岁8个月女性患儿，完全上皮型HB，肝右叶 (V、Ⅵ段)、PRETEXT分期Ⅱ期；D: 横断面CT动脉期示肝右叶类圆形软组织肿块 (箭头所示)，呈轻-中度不均匀强化，肿瘤边缘见肝固有动脉分支血管供血，内见小片状坏死无强化区；E: 横断面CT静脉期示肿瘤强化高于动脉期，边界清晰，周围可见包膜，内见小片状坏死无强化区 (三角形所示)；F: 横断面MRI T2WI抑脂序列示肝右叶巨大肿块影 (箭头所示)，呈不均匀稍高信号，边界较清晰，可见包膜。

表3 不同病理学分型HB患儿的CT、MRI影像学特征

Tab.3 CT and MRI imaging symbols of children with HB with different pathologic subtypes

影像学征象	病理学分型		$\chi^2/F$ 值	P值
	完全上皮型 (n=30)	混合性上皮间叶型 (n=30)		
淋巴结转移	1 (3.33)	3 (10.00)	1.071	0.612
肺转移	5 (16.67)	8 (26.67)	0.884	0.347
血管受累	14 (46.67)	16 (53.33)	0.067	0.796
肿瘤多发	6 (20.00)	4 (13.33)	<0.001	1.000
肿瘤大小/mm	268.45 ± 245.21	271.69 ± 256.36	0.050	0.960
肿瘤形态			0.577	0.706
规则	27 (90.00)	25 (83.33)		
不规则	3 (10.00)	5 (16.67)		
肿瘤边界			0.800	0.371
模糊	6 (20.00)	9 (30.00)		
清晰	24 (80.00)	21 (70.00)		
出血	12 (40.00)	21 (70.00)	5.455	0.019
多发坏死	15 (50.00)	18 (60.00)	0.606	0.436
钙化	7 (23.33)	16 (53.33)	5.711	0.017
多发分隔	10 (26.67)	16 (53.33)	2.223	0.118
包膜完整	18 (60.00)	20 (66.67)	0.287	0.592
假包膜	5 (16.67)	9 (30.00)	1.491	0.222
肝周积液	9 (30.00)	17 (56.67)	4.344	0.037
肿瘤大致均匀强化	8 (26.67)	2 (6.67)	4.320	0.080
肿瘤位置			0.562	1.000
左叶	5 (16.67)	4 (13.33)		
右叶	18 (60.00)	19 (63.33)		
左右叶都有	6 (20.00)	5 (16.67)		
尾状叶	1 (3.33)	2 (6.67)		

表4 HB患儿病理分型的多因素logistic回归分析

Tab.4 Multifactorial logistic regression analysis of pathologic staging of children with HB

变量	$\beta$ 值	标准误	Wald $\chi^2$	P值	OR (95% CI)
钙化	1.338	0.632	4.475	0.034	3.81 (1.10~13.16)
出血	1.270	0.601	4.461	0.035	1.10 (1.10~11.58)
肝周积液	1.263	0.611	4.275	0.039	1.07 (1.07~11.70)
高龄产妇	0.149	0.664	0.017	0.893	0.92 (0.25~3.37)
开始喂奶时间	-0.087	0.649	0.052	0.819	1.16 (0.33~4.14)

## 2.5 不同PRETEXT分期的HB患儿的CT值、ADC

比较 I ~ II 期和 III ~ IV 期 HB 患儿的 CT 值和 ADC, 发现 I ~ II 期的患儿平扫、动脉期和延迟期的 CT 值以及 ADC 较 III ~ IV 期更低 ( $P < 0.05$ ), 而静脉期 CT 值较高 ( $P < 0.05$ ), 差异有统计学意义 (表 5)。

## 2.6 不同PRETEXT分期的HB患儿多因素logistic回归分析

将单因素中差异有统计学意义的 5 个变量与

2 个潜在混杂因素纳入多因素分析。其中将 HB 类型作为因变量  $Y$  (完全上皮型=1, 混合性上皮间叶型=0), 同时将平扫 CT 值、动脉期增强 CT 值、静脉期增强 CT 值、延迟期增强 CT 值、ADC、肝功能 (正常=1, 异常=0) 和营养不良 (是=1, 否=0) 作为自变量纳入 logistic 多因素回归分析。结果显示, 平扫 CT 值、动脉期的 CT 值、ADC 值高是 PRETEXT 分期的独立危险因素, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 表 6)。

表5 不同PRETEXT分期的HB患儿的CT值、ADC比较

Tab.5 Comparison of CT and ADC values in children with HB with different PRETEXT typing

指标	I~II期	III~IV期	t值	P值
平扫CT值/HU	43.53 ± 6.11	46.95 ± 5.28	2.326	0.024
增强扫描CT值/HU				
动脉期	82.37 ± 27.49	98.04 ± 21.91	2.446	0.017
静脉期	103.64 ± 14.73	94.12 ± 20.28	2.054	0.445
延迟期	84.62 ± 16.2	92.64 ± 14.33	2.042	0.046
ADC × 10 <sup>-3</sup> / (mm <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	1.12 ± 0.10	1.22 ± 0.15	2.993	0.004

表6 不同PRETEXT分期的HB患儿多因素logistic回归分析

Tab.6 Multifactorial logistic regression analysis of children with HB with different PRETEXT stages

变量	β值	标准误	Wald χ <sup>2</sup>	P值	OR (95%CI)
平扫CT值	0.135	0.066	4.124	0.042	1.14 (1.01~1.30)
动脉期增强CT值	0.037	0.017	4.674	0.031	1.04 (1.00~1.07)
静脉期增强CT值	-0.028	0.024	1.377	0.241	0.972 (0.93~1.02)
延迟期增强CT值	0.030	0.024	1.654	0.198	1.03 (0.98~1.08)
ADC	7.314	3.259	5.036	0.025	15.97 (2.52~89.24)
肝功能	0.172	0.739	0.054	0.816	1.19 (0.28~5.06)
营养不良	0.121	0.764	0.025	0.874	1.13 (0.25~5.05)

### 2.7 ROC曲线分析

ROC曲线分析结果显示，平扫CT值的AUC为0.663 (95% CI 0.524~0.802)；动脉期增强CT值的AUC为0.718 (95% CI 0.588~0.849)，

ADC的AUC为0.791 (95% CI 0.673~0.908)，这4项指标联合诊断时的AUC为0.890 (95% CI 0.801~0.979)，高于单独各项指标检测 (P<0.05, 表7, 图3)。

表7 HB患儿PRETEXT分期的预测

Tab.7 Prediction of PRETEXT staging in children with HB

变量	AUC	标准误	P值	95% CI
平扫CT值	0.663	0.071	0.030	0.524~0.802
动脉期增强CT值	0.718	0.067	0.004	0.588~0.849
ADC	0.791	0.060	<0.001	0.673~0.908
联合预测	0.890	0.045	<0.001	0.801~0.979

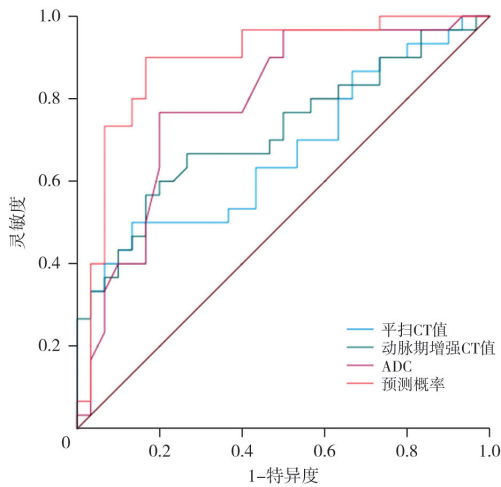


图3 HB患儿PRETEXT分期的ROC预测曲线

Fig.3 ROC prediction curve for PRETEXT staging in children with HB

### 3 讨论

HB是儿童常见的肝脏恶性肿瘤之一，随着科学技术的发展，化疗方案、成像方式以及手术决策等逐渐呈现多样化。通常来说，手术仍然是提高HB患儿长期生存最重要的手段，术前化疗可有效减少术后复发的次数，但可能会发生永久性听力损失、骨髓抑制等不良反应<sup>[12]</sup>。HB的生长速度极快，侵袭能力强，且易发生远处转移和术后复发<sup>[13]</sup>，因此，HB患儿在入院时能够通过CT和MRI影像学特征尽早判断出HB的发生、病理学类型以及PRETEXT分期，对患儿后期的治疗具有较大的帮助。

在本研究中, 对不同病理学类型HB患儿的出生史进行比较, 发现两类患儿的出生史差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。但此前有研究<sup>[14]</sup>认为, HB有一部分是先天性的, 其发病可能与胚胎发育时期肝细胞的增殖分化异常有关, 因此患儿母亲在备孕和怀孕期间应当注意保持健康的生活方式, 定期产检<sup>[15]</sup>。进一步对两组患儿肿瘤的大小、位置、边界是否模糊进行比较, 发现差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。两组HB患儿均存在肿瘤内出血、瘤体钙化、肿瘤多发性坏死、包膜不完整、部分假包膜和肝周积液, 且完全上皮型HB患儿的肿瘤内出血、肿瘤钙化和肝周积液的发生率低于混合性上皮间叶型HB ( $P < 0.05$ ), 这一特征可为患儿术前病理学分型提供非侵入性预测依据, 这与冉玉<sup>[16]</sup>的研究结果一致。临床中, 若影像学显示此类特征, 可优先考虑混合型HB, 从而指导临床选择更广泛的手术切除范围或更积极的术前化疗方案 (如含铂类药物的强化疗), 以降低术后复发风险。分析原因可能是由于完全上皮型HB主要由上皮样细胞构成, 虽然生长过程中会累及肝内血管, 但混合性上皮间叶型HB生长方式更加复杂, 血管分布和结构相对更加紊乱, 导致肿瘤对周围组织的侵犯更加深入, 且肿瘤内部的血液流动不畅, 因此出血的风险更高<sup>[17]</sup>。研究<sup>[18]</sup>发现, 肿瘤内部的血管、组织坏死以及炎症反应可能导致钙质在肿瘤局部沉积, 同样的原因导致了混合性上皮间叶型HB患儿瘤体钙化的风险增大。此外, 肝周积液的原因主要有两类, 其一是肿瘤侵犯肝内血管, 导致了血管破裂或渗透性增加; 其二是肿瘤生长对周围肝组织、胆管、淋巴管等存在压迫, 导致了结构及功能的障碍。由于混合性HB的生长更加肆虐, 导致肝周积液的发生率高于完全上皮型HB<sup>[19]</sup>。本研究通过多因素logistic回归分析, 进一步发现肿瘤内出血、瘤体钙化以及肝周积液的发生对于预测HB患儿的肿瘤分型具有重要的意义 ( $P < 0.05$ ), 而潜在混杂因素 (母亲是否为高龄产妇、开始喂奶时间) 差异无统计学意义, 进一步表明在HB患儿入院检查时应格

外注意对比以上指标的差异性。

本研究对HB患儿PRETEXT分期的结果显示, 处于I~II期的有28例, 处于III~IV期的有32例。研究<sup>[20-21]</sup>显示, 影像学检查如CT、MRI等对HB在术前可以清楚地判断HB的位置、大小、病情程度, 并确定肿瘤累及的肝脏象限数目, 为后续治疗方案的制订提供依据。随后, 本研究发现, I~II期HB患儿的平扫CT值, 动脉、静脉期和延迟期增强扫描CT值以及ADC与III~IV期HB患儿差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。通过多因素logistic回归分析显示, 平扫CT值、动脉期CT值、ADC高是HB患儿III~IV期的危险因素, 且潜在混杂因素肝功能以及是否营养不良差异无统计学意义, 因此可考虑危险因素为诊断HB患儿PRETEXT分期的指标。ROC曲线分析发现, 平扫CT值的AUC为0.663, 动脉期增强CT值为0.718, ADC为0.791, 表明平扫CT值、动脉期CT值和ADC可以作为诊断HB患儿PRETEXT分期的主要判断标准, 但仅根据一项指标得出的结论可能会产生假阳性, 因此在临床诊断中进行多个指标的联合分析对PRETEXT分期的判断更具有指导意义。此外, 联合诊断的AUC为0.890, 表明其预测价值高于单个因素的诊断。因此, 在医疗资源有限的地区, 联合动脉期CT值和ADC检测 (AUC=0.890) 可作为低成本又高效的分期工具, 减少侵入性活检, 尤其适用于无法耐受多次检查的婴幼儿群体。

综上所述, CT和MRI多模态成像技术不仅能够非侵入性地区分HB的病理学类型, 还可通过动脉期CT值、ADC等指标对肿瘤PRETEXT分期的准确性进行判断, 为患儿临床制订个体化治疗方案及评估预后提供有力依据。但本研究也具有一定的局限性, 由于样本量较小, 本文未能纳入更多的影响因素指标, 同时, 本研究缺乏多中心回顾性设计、缺乏分子生物学指标验证等, 因此后续研究中我们将进一步扩大样本量, 采用更加严格和规范的试验设计, 积极纳入更多指标进行验证, 以期对HB早期筛查和治疗提供新的思路。

## 第一作者:

卢力亚 (ORCID: 0009-0004-2803-7515), 本科, 主管技师。

## 通信作者:

于 啸 (ORCID: 0009-0000-4163-7831), 硕士, 主治医师,  
E-mail: 410483531@qq.com。

## 作者贡献声明:

卢力亚: 文章撰写, 数据资料收集及统计分析; 李娅男: 文献检索, 整理参考文献, 英文翻译; 李钱程、辛涛、李成龙: 论文指导及技术支持; 于啸: 选题并审校论文。

## [参 考 文 献]

- [1] RANGANATHAN S, LOPEZ-TERRADA D, ALAGGIO R. Hepatoblastoma and pediatric hepatocellular carcinoma: an update [J]. *Pediatr Dev Pathol*, 2020, 23(2): 79-95.
- [2] SONG H B, BUCHER S, ROSENBERG K, et al. Single-cell analysis of hepatoblastoma identifies tumor signatures that predict chemotherapy susceptibility using patient-specific tumor spheroids [J]. *Nat Commun*, 2022, 13(1): 4878.
- [3] 程 艺, 周 艳, 樊 鑫, 等. 临床药师参与1例肝母细胞瘤患儿的治疗实践及文献复习 [J]. *儿科药学杂志*, 2023, 29(4): 17-20.  
CHENG Y, ZHOU Y, FAN X, et al. Clinical pharmacist's participated in the treatment of a child with hepatoblastoma and literature review [J]. *J Pediatr Pharm*, 2023, 29(4): 17-20.
- [4] 张龚巍, 黎耀文, 张 欢, 等. CT特征及临床指标对儿童肝母细胞瘤诊断的价值 [J]. *医学影像学杂志*, 2021, 31(12): 2065-2070.  
ZHANG G W, LI Y W, ZHANG H, et al. The value of clinical and CT features in preoperative diagnosis of hepatoblastoma [J]. *J Med Imag*, 2021, 31(12): 2065-2070.
- [5] SHARMA K, AGARWALA S, KANDASAMY D, et al. Role of diffusion weighted MRI (DW-MR) in detection of satellite lesions not detected with multiphase CT scans in hepatoblastoma and its implications for management [J]. *Indian J Pediatr*, 2022, 89(10): 968-974.
- [6] 陈 禹, 沈龙山, 程 雯, 等. 基于多模态MRI对颅内动脉粥样硬化的斑块特征、血流动力学、侧支循环及临床疗效评估的应用进展 [J]. *分子影像学杂志*, 2023, 46(3): 566-570.  
CHEN Y, SHEN L S, CHENG W, et al. Progress in the application of multimodal MRI in the assessment of plaque characteristics, hemodynamics, collateral circulation and clinical efficacy of intracranial atherosclerosis [J]. *J Mol Imag*, 2023, 46(3): 566-570.
- [7] 刘 浩, 陈 俊, 刘 慧, 等. 超声与增强CT在儿童肝母细胞瘤PRETEXT分期中的应用比较 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2022, 30(10): 1025-1029.  
LIU H, CHEN J, LIU H, et al. Value of PRETEXT staging system by ultrasound combined with contrast-enhanced CT scan for evaluation of hepatoblastoma in children [J]. *Chin J Med Imag*, 2022, 30(10): 1025-1029.
- [8] 中华医学会病理学分会儿科病理学组, 福棠儿童医学发展研究中心病理专业委员会. 肝母细胞瘤病理诊断专家共识 [J]. *中华病理学杂志*, 2019, 48(3): 176-181.  
Pediatric Diseases Group of Chinese Society of Pathology, Specialty Committee of Pathology, Futang Research Center of Pediatric Development. Expert consensus on pathological diagnosis of hepatoblastoma [J]. *Chin J Pathol*, 2019, 48(3): 176-181.
- [9] 薛淑滢, 朱 铭, 钟玉敏. 儿童肝母细胞瘤的CT、MRI诊断 [J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2011, 17(5): 425-428.  
XUE L Y, ZHU M, ZHONG Y M. CT and MRI manifestations of hepatoblastoma [J]. *Chin Comput Med Imag*, 2011, 17(5): 425-428.
- [10] YANG Y, ZHOU Z, LI Y. MRI-based deep learning model for differentiation of hepatic hemangioma and hepatoblastoma in early infancy [J]. *Eur J Pediatr*, 2023, 182(10): 4365-4368.
- [11] GANG S, HA S, KWON H, et al. Case report: Portal vein ligation: lessons from patients with PRETEXT III hepatoblastoma in restoring future liver remnant before major hepatectomy and literature review [J]. *Front Surg*, 2023, 10: 1152901.
- [12] ABDELHAFEEZ AH, MOTHY SS, PIO L, et al. Feasibility of indocyanine green-guided localization of pulmonary nodules in children with solid tumors [J]. *Pediatr Blood Cancer*, 2023, 70(10): e30437.
- [13] ZHOU S M, MALVAR J, CHI Y Y, et al. Independent assessment of the children's hepatic tumors international collaboration risk stratification for hepatoblastoma and the association of tumor histological characteristics with prognosis [J]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(2): e2148013.
- [14] 徐 权, 黄世浩, 汤梦婕, 等. 42例婴儿肝母细胞瘤的临床特点及长期随访预后分析 [J]. *中国小儿血液与肿瘤杂志*, 2022, 27(1): 5-11.  
XU Q, HUANG S H, TANG M J, et al. Clinical Characteristics and long-term follow-up of 42 infantile hepatoblastoma [J]. *J China Pediatr Blood Cancer*, 2022, 27(1): 5-11.
- [15] 支 天, 张伟令, 张 谊, 等. 6岁以下儿童肝母细胞瘤临床特征及其预后分析 [J]. *中华肝脏病杂志*, 2021, 29(11): 1063-1068.  
ZHI T, ZHANG W L, ZHANG Y, et al. Clinical characteristics and prognosis of hepatoblastoma in children under 6 years old [J]. *Chin J Hepatol*, 2021, 29(11): 1063-1068.
- [16] 冉 玉. 儿童肝母细胞瘤临床特征、诊疗疗效及预后危险因素分析 [D]. 郑州: 郑州大学, 2021.  
RAN Y. Analysis of clinical characteristics, diagnostic and therapeutic efficacy, and prognostic risk factors in children with hepatoblastoma [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2021.
- [17] 李钱程. 儿童肝母细胞瘤的CT诊断中表现及误诊分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, 18(11): 107-108.  
LI Q C. CT Features and Analysis of Misdiagnosis and Diagnosis of Hepatoblastoma in Children [J]. *Chin J of CT and MRI*, 2020, 18(11): 107-108.
- [18] ZHAO L L, WANG S N, LIU H, et al. The pharmacological effect and mechanism of lanthanum hydroxide on vascular

- calcification caused by chronic renal failure hyperphosphatemia [J]. *Front Cell Dev Biol*, 2021, 9: 639127.
- [19] 沈伟卫, 罗 琼. 胎儿肝脏占位的产前诊断和预后分析 [J]. *中国妇幼保健*, 2021, 36(15): 3603-3606.
- SHEN W W, LUO Q. Prenatal diagnosis of fetal liver space-occupying lesion and prognostic analysis [J]. *Matern Child Health Care China*, 2021, 36(15): 3603-3606.
- [20] 李娅男, 于 啸, 李钱程, 等. 胸腹部CT平扫与3期增强扫描对高危肝母细胞瘤患儿术前预测价值分析 [J]. *影像研究与医学应用*, 2024, 8(4): 69-71.
- LI Y N, YU X, LI Q C, et al. Analysis of preoperative predictive value of chest and abdomen CT plain scan and three-phase enhanced scan in children with high-risk hepatoblastoma [J]. *J Imag Res Med Appl*, 2024, 8(4): 69-71.
- [21] 郑 诺, 王美英, 郑 蕾, 等. 基于PRETEXT分期系统分析不同病理学类型儿童肝母细胞瘤CT、MR的价值 [J]. *中国现代医药杂志*, 2023, 25(3): 79-82.
- ZHENG N, WANG M Y, ZHENG L, et al. The value of analyzing CT and MR of hepatoblastoma in children with different pathological types based on PRETEXT staging system [J]. *Mod Med J China*, 2023, 25(3): 79-82.
- (收稿日期: 2025-02-21 修回日期: 2025-03-27)

## 《抗癌》2025年征订启事

《抗癌》杂志于1988年创刊, 主管单位为上海市科学技术协会, 主办单位为上海市抗癌协会。《抗癌》杂志坚持以读者为导向, 架起读者与医院之间的桥梁, 介绍抗癌防癌的科学知识, 倡导健康的生活方式, 宣传癌症患者战胜病魔的动人事迹, 努力为广大癌症患者和家属服务。杂志刊号: CN 31-1664/R, ISSN 1008-3065。欢迎广大读者订阅。

杂志为季刊, 每期48页。本刊季末出版, 每期8元, 全年共32元整。订购请通过邮政局汇款。

通信地址: 上海市东安路270号10号楼415室《抗癌》杂志社收

邮 编: 200032

电 话: (021)64042258

电子信箱: anti-cancer@163.com

上海《抗癌》杂志社