

基于增强CT定量食管胃底静脉曲张体积预测胃食管静脉曲张Sarin分型的研究

高显阳¹, 李 欢², 宫希军^{2*}

¹安徽医科大学第二临床医学院, 安徽 合肥

²安徽医科大学第二附属医院放射科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年8月11日; 录用日期: 2026年9月5日; 发布日期: 2026年9月14日

摘 要

目的: 探讨基于增强CT定量测量的食管胃底静脉曲张体积(esophagogastric variceal volume, EGVV)对胃食管静脉曲张Sarin分型的鉴别价值。方法: 回顾性纳入2018年1月至2025年10月于安徽医科大学第二附属医院151例接受增强CT及上消化道内镜检查的肝硬化患者。根据胃镜检查结果及Sarin分型标准, 将患者分为GOV1组($n = 107$)和GOV2/3组($n = 44$)。基于增强CT门静脉期图像, 通过三维重建方法测量EGVV, 并收集所有患者入院期间的实验室检测结果。采用单因素及多因素二元Logistic回归分析筛选与GOV2/3分型相关的独立因素, 并建立预测模型。采用受试者工作特征曲线评价模型的鉴别能力。结果: 与GOV1组相比, GOV2/3组患者EGVV明显增高($P < 0.001$)。多因素Logistic回归分析显示, EGVV是GOV2/3型胃食管静脉曲张的独立相关因素($OR = 1.353$, 95% CI: 1.147~1.595, $P < 0.001$), 血小板计数亦与GOV2/3分型独立相关($OR = 1.011$, 95% CI: 1.003~1.020, $P = 0.012$)。ROC曲线分析显示, EGVV模型区分GOV1与GOV2/3分型的AUC为0.777 (95% CI: 0.692~0.852); 在EGVV基础上加入PLT后, 联合模型AUC为0.778 (95% CI: 0.696~0.853)。DeLong检验显示, 两模型间AUC差异无统计学意义($P = 0.995$)。结论: 增强CT定量测量的食管胃底静脉曲张体积(EGVV)与胃食管静脉曲张Sarin分型密切相关, 并可作为区分GOV1与GOV2/3分型的独立影像学指标。

关键词

肝硬化, 胃食管静脉曲张, Sarin分型, 食管胃底静脉曲张体积, 增强CT, 门静脉高压

Quantitative Assessment of Esophagogastric Variceal Volume on Contrast-Enhanced CT for Predicting Sarin Classification of Gastroesophageal Varices

Xianyang Gao¹, Huan Li², Xijun Gong^{2*}

*通讯作者。

文章引用: 高显阳, 李欢, 宫希军. 基于增强CT定量食管胃底静脉曲张体积预测胃食管静脉曲张Sarin分型的研究[J]. 临床医学进展, 2026, 16(9): 1500-1509. DOI: 10.12677/acm.2026.1693189

¹The Second Clinical Medical College, Anhui Medical University, Hefei Anhui

²Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: August 11, 2026; accepted: September 5, 2026; published: September 14, 2026

Abstract

Objective: To evaluate the value of quantitative measurement of esophagogastric variceal volume (EGVV) based on contrast-enhanced CT in differentiating Sarin classifications of gastroesophageal varices. **Methods:** A total of 151 patients with liver cirrhosis who underwent contrast-enhanced CT and upper gastrointestinal endoscopy at the Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University between January 2018 and October 2025 were retrospectively included. According to endoscopic findings and the Sarin classification, patients were divided into the GOV1 group ($n = 107$) and GOV2/3 group ($n = 44$). EGVV was measured using three-dimensional reconstruction based on portal venous phase CT images, and laboratory data were collected. Univariate and multivariate binary logistic regression analyses were performed to identify factors associated with GOV2/3 classification, and predictive models were established. ROC curve analysis was used to evaluate the performance of the models. **Results:** EGVV was significantly higher in the GOV2/3 group than in the GOV1 group ($P < 0.001$). Multivariate Logistic regression analysis demonstrated that EGVV was independently associated with GOV2/3 classification (OR = 1.353, 95% CI: 1.147~1.595, $P < 0.001$). Platelet count was also independently associated with GOV2/3 classification (OR = 1.011, 95% CI: 1.003~1.020, $P = 0.012$). ROC curve analysis showed that the EGVV-based model achieved an AUC of 0.777 (95% CI: 0.692~0.852) for distinguishing GOV1 from GOV2/3. After incorporating PLT, the AUC of the combined model was 0.778 (95% CI: 0.696~0.853). DeLong's test showed no significant difference in AUC between the two models ($P = 0.995$). **Conclusion:** Contrast-enhanced CT-derived EGVV is significantly associated with Sarin classification and serves as an independent imaging marker for differentiating GOV1 from GOV2/3 gastroesophageal varices.

Keywords

Cirrhosis, Esophagogastric Varices, Sarin Classification, Esophagogastric Variceal Volume, Contrast-Enhanced CT, Portal Hypertension

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景

肝硬化是全球范围内导致疾病负担和死亡的重要原因之一，其疾病进展过程中常伴随门静脉高压的形成，并进一步导致多种相关并发症的发生[1]。随着门静脉压力持续升高，门体侧支循环逐渐形成，其中食管胃静脉曲张(esophagogastric varices, EGVs)是门静脉高压常见且具有重要临床意义的表现之一[2]。静脉曲张破裂出血是肝硬化门静脉高压患者严重的失代偿事件之一，与较高的死亡风险密切相关[3]。

食管胃静脉曲张并非单一疾病类型，其解剖分布、血流动力学特征及临床风险存在明显差异，不同类型静脉曲张反映了门体侧支循环形成过程中的不同血流动力学模式[4]，并可能表现出不同的出血风险及治疗需求，尤其是累及胃底区域的静脉曲张，由于其侧支循环来源及形成模式不同，与食管延续型曲张相比通常具有更高的出血风险[3] [4]。因此准确分型对于临床风险评估和治疗决策具有重要意义。

基于胃食管静脉曲张的解剖位置及其与食管静脉的延续关系, Sarin 等提出了胃食管静脉曲张分型系统, 该系统目前已成为临床常用的分类方法[4]。根据 Sarin 分型, GOV1 型定义为沿胃小弯延伸的胃食管静脉曲张, 而 GOV2 型则表现为向胃底方向延伸并累及胃底区域的胃食管静脉曲张。两种分型反映了不同的门体侧支循环形成模式, 并可能对应不同的血流动力学特征[2] [4]。与主要沿胃小弯延伸的 GOV1 型静脉曲张相比, 累及胃底区域的 GOV2 型静脉曲张具有更复杂的侧支循环结构及更高的出血风险, 其治疗策略亦存在差异, 胃底静脉曲张往往需要采用组织胶注射、TIPS 或 BRTO 等针对性治疗方式[3] [5]。

目前, 上消化道内镜仍是静脉曲张评估和治疗的金标准[6]。然而, 定期进行食管胃十二指肠镜检查具有侵入性, 在某些情况下需要镇静, 这可能导致某些有心肺既往病史的患者出现潜在并发症[7]。增强 CT 作为一种无创影像技术, 可用于评价门静脉高压相关影像学改变, 包括侧支循环形成、门静脉系统异常以及相关器官形态学变化[8]。以往的研究主要集中在 CT 扫描中测量静脉曲张直径, 以评估食管静脉曲张及其相关出血风险[9]-[14]。然而, 一维测量可能无法准确反映静脉曲张和分流血管的三维特性。随着三维医学图像重建技术的发展, 基于 CT 图像的体积定量分析能够从整体角度评价曲张静脉容量, 为更加客观地反映门体侧支循环负荷提供了新的影像学指标。因此, 利用增强 CT 进行食管胃底静脉曲张体积(esophagogastric varices volume, EGVV)的定量测量, 可能为胃食管静脉曲张分型及风险评估提供新的无创评价方法。

本研究旨在探讨增强 CT 定量测量 EGVV 与胃食管静脉曲张 Sarin 分型之间的关系, 并评价 EGVV 预测 GOV1 与 GOV2/3 分型的能力, 为肝硬化患者胃食管静脉曲张无创评估提供新的影像学依据。

2. 资料方法

2.1. 患者与数据收集

本研究为单中心回顾性研究, 连续纳入 2018 年 1 月至 2025 年 10 月于安徽医科大学第二附属医院确诊为肝硬化并接受增强 CT 检查及上消化道内镜检查的患者。肝硬化诊断依据 2025 年中华医学会肝病学分会制定的《肝硬化临床诊治管理指南》。

纳入标准如下: 1) 符合肝硬化诊断标准; 2) 腹部增强 CT 检查前 1 个月内完成上消化道内镜检查; 3) 增强 CT 图像质量满足食管胃底静脉曲张评价要求。排除标准包括: 1) 缺乏完整腹部增强 CT 影像资料; 2) 既往接受脾脏切除术或其他影响门静脉循环的相关手术; 3) 合并消化性溃疡出血或其他明确消化道出血原因; 4) 合并食管或胃部恶性肿瘤; 5) 既往接受内镜下静脉曲张治疗, 或检查期间接受 β 受体阻滞剂治疗; 6) 近 3 个月内发生急性消化道大出血。

2.2. 内镜检查

所有患者均接受上消化道内镜检查(esophagogastroduodenoscopy, EGD)以评价胃食管静脉曲张情况。内镜检查由具有丰富临床经验的消化内镜医师完成。根据静脉曲张的解剖分布及其与食管静脉曲张的延续关系, 采用 Sarin 分型系统进行分类[4]。根据 Sarin 分类: GOV1 型定义为沿胃小弯方向延伸的胃食管静脉曲张, 是食管静脉曲张向胃侧的延续; GOV2 型定义为延伸至胃底区域的胃食管静脉曲张; GOV3 型定义为同时累及食管及胃底区域的混合型静脉曲张。胃镜检查结果作为 Sarin 分型的参考标准。

2.3. 实验室资料

收集所有患者入院期间与此次增强 CT 检查时间间隔最近的实验室检测结果, 包括血小板计数(blood platelet count, PLT)、肝功能指标及凝血功能指标, 同时计算丙氨酸氨基转移酶(ALT)与天冬氨酸氨基转移酶(AST)比值(AAR, $AAR = AST/ALT$)、天冬氨酸氨基转移酶 - 血小板比值指数(APRI, $APRI = AST/ULN \times 100/PLT [\times 10^9/L]$)以及基于 4 因子的肝纤维化指标(FIB-4, $FIB-4 = [年龄 \times AST]/[PLT \times ALT^{1/2}]$)。

2.4. 图像采集与体积测量

图像分析使用 PHILIPS iCT 256 Brilliance 扫描仪或 GE LightSpeed VCT 64 排螺旋 CT 机对患者进行上腹部或全腹部平扫及增强扫描。扫描参数: 扫描层厚 5 mm, 层间距 5 mm, 管电压 120 kV, 管电流 200 mA。三期动态增强扫描采用高压注射器经肘静脉团注对比剂(碘帕醇 300 gI/mg), 注射速率为 3~4.5 ml/s, 剂量为 1.5 ml/kg, 分别于 20~25 s、60~70 s、300 s 进行动脉期、门脉期、延迟期扫描。由于门静脉期能够更清晰显示门静脉系统及侧支循环血管, 本研究选择门静脉期图像进行食管胃底静脉曲张体积(EGVV)测量。影像分析采用开源医学影像处理平台 3D slicer 5.12.0 软件完成[15]。由两名放射科医师在门静脉期 CT 图像上对食管胃底静脉曲张血管进行逐层人工分割, EGVV 测量范围限定为食管腔内及胃底区域内可识别的曲张静脉, 仅纳入胃食管静脉曲张本身的血管成分, 排除食管外侧支循环、胃周静脉及其他非曲张血管。勾画范围自食管裂孔平面以上 5 cm 至其以下 1 cm。EGVV 根据分割区域内包含的体素数量与单个体素体积计算获得(见图 1)。为评价 EGVV 测量的一致性, 随机选取 10 例患者进行重复性分析, 同一观察者间隔 1 个月后进行重复测量, 并由另一名观察者独立完成测量, 分别评价观察者内及观察者间一致性。采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)进行评价。

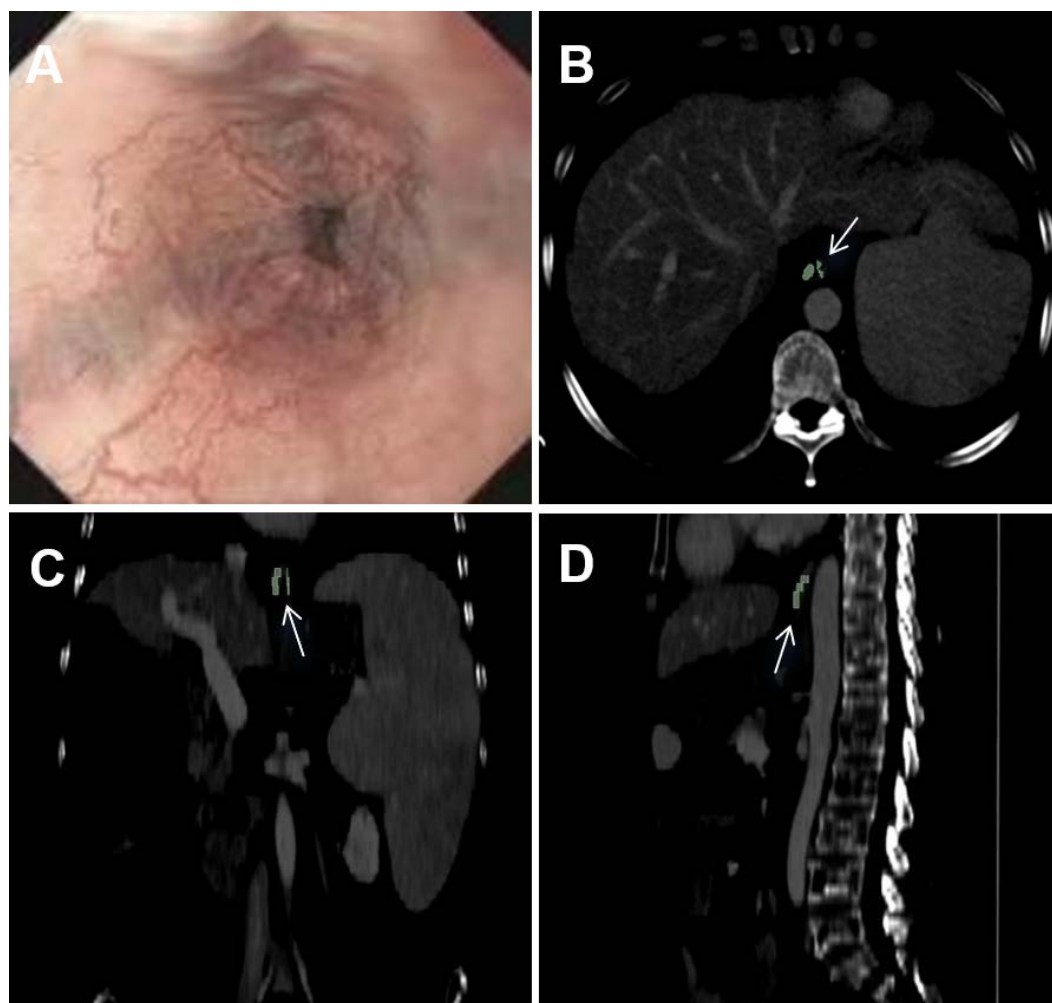


Figure 1. Examples of endoscopic findings and CT volume measurements

图 1. 内镜和 CT 体积测量的示例

2.5. 统计学分析

采用 Shapiro-Wilk 检验评估连续变量的正态性。符合正态分布的连续变量以均数 $\pm$ 标准差(mean $\pm$ standard deviation, SD)表示, 组间比较采用独立样本 t 检验。非正态分布连续变量以中位数(四分位距, median [interquartile range, IQR])表示, 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。分类变量以例数及百分比表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。

采用单因素二元 Logistic 回归分析筛选与 GOV2/3 分型相关的因素, 并计算优势比(odds ratio, OR)及 95%置信区间(confidence interval, CI)。根据单因素分析结果及临床相关性, 将候选变量纳入多因素 Logistic 回归模型, 以确定 GOV2/3 型胃食管静脉曲张的独立相关因素。采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)评价 EGVV 及预测模型对 GOV1 与 GOV2/3 分型的鉴别能力。计算曲线下面积(area under the curve, AUC)及 95%置信区间, 并根据约登指数(Youden index)确定最佳截断值, 同时计算敏感度和特异度。采用 DeLong 检验比较不同模型之间 AUC 差异。所有统计学检验均采用双侧检验, 以 $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义。所有统计学分析都通过 python 完成。

3. 结果

3.1. 研究人群

本研究共纳入 151 例肝硬化患者, 其中 107 例患者(70.9%)诊断为 GOV1 型胃食管静脉曲张, 34 例患者(22.5%)诊断为 GOV2 型胃食管静脉曲张, 10 例患者(6.6%)诊断为 GOV3 型胃食管静脉曲张。由于 GOV2 型和 GOV3 型均累及胃底区域, 其形成均涉及胃短静脉及胃网膜静脉系统扩张, 具有相似的解剖基础和血流动力学特点, 因此本研究将二者合并为 GOV2/3 组进行分析。两组患者年龄及性别分布差异无统计学意义。总体研究人群中男性患者占比较高, 但 GOV1 组与 GOV2/3 组之间性别构成未见明显差异。两组患者实验室指标比较显示, 肝功能相关指标及凝血功能指标总体相近。白蛋白、ALT、AST、ALP、 γ -GT、TBIL、DBIL、IBIL、PT 及 INR 在两组间差异均无统计学意义。血小板计数在 GOV2/3 组中呈升高趋势, 但未达到统计学显著水平。

门静脉高压相关指标分析显示, GOV1 组与 GOV2/3 组患者的 APRI、AAR 及 FIB-4 评分分布相似, 组间差异均无统计学意义。腹水作为门静脉高压失代偿的重要表现, 在两组患者中的分布亦未见明显差异。栓子情况在两组间存在统计学差异, GOV2/3 组患者栓子发生比例高于 GOV1 组(27.3% vs 12.1%, $P = 0.042$) (见表 1)。

3.2. 3D 体积测量

体积测量由放射科医师使用前述的 3D slicer 5.12.0 软件工具完成。整个研究队列中, 食管胃底静脉曲张体积范围为[109.86] mm³至[25953.12] mm³。EGVV 测量显示出良好的一致性, 观察者内及观察者间 ICC 值均 > 0.85 。与 GOV1 型相比, GOV2/3 型患者表现出更大的食管胃底静脉曲张体积, GOV2/3 组 EGVV 显著高于 GOV1 组($P < 0.001$)。GOV1 组 EGVV 中位数为 1245.45 mm³ (IQR: 657.27~2481.07 mm³), GOV2/3 组 EGVV 中位数为 3134.35 mm³ (IQR: 2040.29~5608.54 mm³), 两组差异具有统计学意义($P < 0.001$)。

3.3. 统计分析

单因素 Logistic 回归分析用于筛选与 GOV2/3 型胃食管静脉曲张相关的临床及影像学因素。食管胃底静脉曲张体积(EGVV)与 GOV2/3 分型呈显著相关。EGVV 每增加 1000 mm³, 发生 GOV2/3 型的风险增加约 33% (OR = 1.328, 95% CI: 1.136~1.552, $P < 0.001$)。栓子亦与 GOV2/3 分型显著相关。存在栓子的患者发生 GOV2/3 型的概率较无栓子患者增加(OR = 2.712, 95% CI: 1.123~6.545, $P = 0.027$)。血小板计数与 GOV2/3 分

型呈边缘相关趋势($OR = 1.008$, 95% CI : $0.999 \sim 1.016$, $P = 0.052$)。其余变量, 包括年龄、性别、腹水、白蛋白、肝功能指标、凝血功能指标、APRI、AAR、FIB-4 等相关参数, 均未达到统计学显著性差异($P > 0.05$)。

Table 1. Comparison of clinical characteristics between the patients in GOV1 and GOV2/3 groups

表 1. GOV1 组与 GOV2/3 组患者临床特征比较

项目	GOV1 组(n = 107)	GOV2/3 组(n = 44)	t/Z/ χ^2 值	P 值
年龄	56.00 (49.00~63.00)	56.50 (50.75~69.00)	-0.821	0.413
血小板计数	54.00 (41.50~76.50)	67.50 (42.75~101.00)	-1.857	0.064
白蛋白	33.20 (30.85~36.70)	32.60 (29.35~36.75)	0.999	0.319
ALT	27.00 (18.00~39.50)	28.50 (17.00~34.25)	-0.267	0.790
AST	32.00 (24.00~48.00)	33.50 (26.75~46.25)	-0.277	0.782
ALP	88.00 (72.00~118.50)	93.00 (72.75~132.75)	-0.884	0.377
γ -GT	36.00 (23.00~71.50)	34.50 (20.75~79.75)	0.394	0.693
TBIL	22.00 (15.35~31.05)	20.85 (16.77~28.92)	0.065	0.948
DBIL	6.20 (4.15~9.55)	5.55 (3.98~8.65)	0.570	0.568
IBIL	15.50 (10.15~22.20)	14.45 (11.60~19.77)	0.048	0.962
PT	13.80 (12.60~15.40)	13.90 (12.78~15.43)	-0.218	0.828
INR	1.16 (1.06~1.33)	1.19 (1.09~1.31)	-0.343	0.731
TT	18.40 (17.65~19.55)	18.50 (16.70~19.60)	-0.607	0.544
APRI	1.44 (1.01~2.31)	1.22 (0.79~1.93)	1.210	0.227
AAR	1.25 (1.01~1.65)	1.34 (1.02~1.81)	-1.102	0.272
FIB-4	6.23 (4.55~8.95)	6.81 (4.24~8.19)	-0.482	0.630
EGVV	1245.45 (657.27~2481.07)	3134.35 (2040.29~5608.54)	-5.348	<0.001
性别			0.000	1.000
男	67 (62.6%)	28 (63.6%)		
女	40 (37.4%)	16 (36.4%)		
栓子			4.125	0.042
无	94 (87.9%)	32 (72.7%)		
有	13 (12.1%)	12 (27.3%)		
腹水等级			2.560	0.465
无	55 (51.4%)	28 (63.6%)		
I级	15 (14.0%)	3 (6.8%)		
II级	15 (14.0%)	6 (13.6%)		
III级	22 (20.6%)	7 (15.9%)		

将单因素分析中 $P < 0.10$ 的变量纳入多因素 Logistic 回归分析。结果显示, 在校正栓子及血小板计数后, 食管胃底静脉曲张体积仍是 GOV2/3 型胃食管静脉曲张的独立预测因素($OR = 1.353$, 95% CI : $1.147 \sim 1.595$, $P < 0.001$)。血小板计数亦与 GOV2/3 分型独立相关($OR = 1.011$, 95% CI : $1.003 \sim 1.020$, $P = 0.012$), 而栓子在多因素分析中未达到统计学意义(见表 2)。

Table 2. Multivariate Logistic regression analysis for predictors of GOV2/3 gastroesophageal varices
表 2. 预测 GOV2/3 型胃食管静脉曲张的多因素 Logistic 回归分析

变量	回归系数(β)	标准误(SE)	比值比(OR)	95%置信区间(95% CI)	P 值
EGVV (每增加 1000 mm ³)	0.3020	0.0842	1.3525	1.1468~1.5952	0.0003*
PLT	0.0114	0.0045	1.0114	1.0025~1.0205	0.0120*
栓子	0.6011	0.5005	1.8241	0.6839~4.8648	0.2298

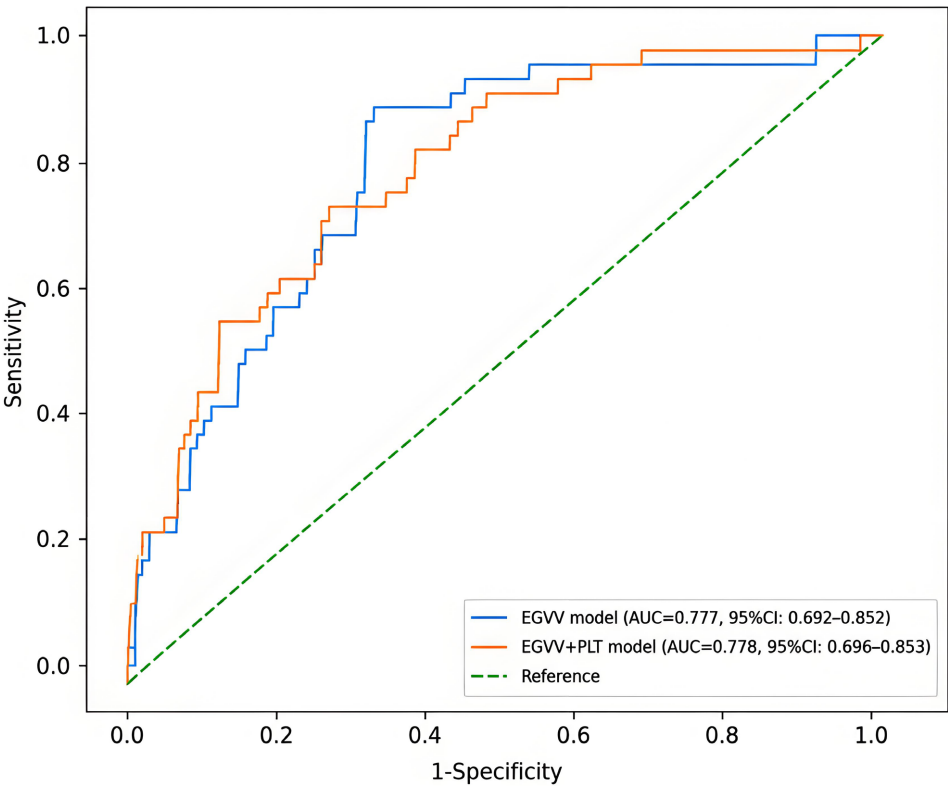
注：EGVV，食管胃底静脉曲张体积；PLT，血小板计数。*P < 0.05。

进一步通过 ROC 曲线分析评价 EGVV 及联合模型对 GOV1 与 GOV2/3 分型的鉴别能力。ROC 曲线分析显示，EGVV 模型具有良好的预测性能，AUC 为 0.777。进一步将血小板计数(PLT)纳入模型后，建立 EGVV 联合模型，其 AUC 为 0.778。DeLong 检验显示，两种模型的 AUC 差异无统计学意义(P = 0.995)，提示加入 PLT 并未显著改善 EGVV 模型对 Sarin 分型的预测能力(见表 3、图 2)。

Table 3. Comparison of diagnostic performance between the EGVV model and the EGVV + PLT combined model
表 3. EGVV 模型与 EGVV + PLT 联合模型的诊断效能比较

模型(Model)	AUC (95% CI)	最佳截断值(Cut-off)	敏感度(%)	特异度(%)
EGVV 模型	0.777 (0.692~0.852)	1710.32 mm ³	88.6%	66.4%
联合模型(EGVV + PLT)	0.778 (0.696~0.853)	0.268	72.7%	72.0%

注：EGVV，食管胃底静脉曲张体积；PLT，血小板计数；AUC，曲线下面积；CI，置信区间。



注：EGVV 及联合模型对 GOV1 与 GOV2/3 分型的鉴别能力，曲线下面积(AUC)如图所示。

Figure 2. Receiver operating characteristic curves for predicting Sarin classification

图 2. 预测 Sarin 分型的 ROC 曲线

4. 讨论

胃食管静脉曲张(esophagogastric varices, EGVs)是肝硬化门静脉高压形成的重要侧支循环表现,其发生发展与门静脉压力升高、血流动力学改变以及门体侧支血管重塑密切相关[2][16]。本研究基于增强 CT 门静脉期图像,通过三维重建方法对食管胃底静脉曲张体积(esophagogastric variceal volume, EGVV)进行定量分析,探讨其与 Sarin 分型之间的关系。研究结果显示,GOV2/3 组 EGVV 明显高于 GOV1 组,且 EGVV 在多因素 Logistic 回归分析中仍是预测 GOV2/3 分型的独立因素。此外,基于 EGVV 建立的预测模型具有良好的鉴别能力,进一步加入血小板计数后模型性能未获得显著提升。上述结果提示,EGVV 作为一种直接反映曲张血管总体容量的影像学指标,能够有效反映不同 Sarin 分型之间的血管负荷差异。

Sarin 分型不仅代表胃食管静脉曲张的解剖分类,同时反映了门静脉高压状态下不同的侧支循环形成模式。胃底区域具有丰富的静脉交通网络,包括胃短静脉、胃后静脉及胃网膜静脉系统,这些血管在门静脉压力升高时可逐渐扩张并形成胃底侧支循环[17][18]。相比 GOV1 型主要沿胃小弯方向延伸,GOV2/3 型累及胃底区域,其形成过程涉及更加广泛的胃侧支血管参与,因此理论上具有更大的血管容量和更复杂的血流动力学特点。本研究观察到 GOV2/3 患者 EGVV 显著增加,进一步支持了曲张静脉体积与其解剖分型之间存在密切关系。EGVV 通过综合反映曲张血管范围及总体容量,相较于传统基于形态学观察的分级方法,能够提供更加客观的定量信息。

目前,胃镜检查仍是评价胃食管静脉曲张的重要方法,可直接观察曲张静脉形态、范围及黏膜表现。然而,胃镜检查具有侵入性,且评价结果可能受到操作者经验影响,不利于部分患者的动态重复评估[3]。增强 CT 作为肝硬化患者常规随访和并发症评估的重要影像学检查手段,能够同时显示门静脉系统、侧支循环形成情况以及腹部血管解剖结构,为门静脉高压相关改变提供更加全面的信息[9][19]。近年来,随着影像后处理技术的发展,增强 CT 逐渐由传统的形态学评价工具转变为可进行血管结构定量分析的平台。既往研究显示,基于 CT 的三维重建和体积测量方法能够量化门体侧支循环及静脉曲张血管负荷,并可用于识别高风险静脉曲张患者。Glückert 等通过三维体积测量评价门体分流负荷,发现量化血管参数对于高风险食管静脉曲张具有一定预测价值[20]。Wan 等进一步证实,增强 CT 获得的食管静脉曲张定量指标与重度静脉曲张及出血风险相关[21]。这些研究提示,静脉曲张的血管容量可能不仅反映其形态改变,也能够体现门静脉高压状态下侧支循环扩张程度。然而,既往研究主要集中于 CT 定量参数预测静脉曲张严重程度以及出血风险,而本研究不同于单纯评价静脉曲张大小或出血风险,进一步探索曲张静脉血管容量与解剖分型之间的关系。

既往研究中,血小板计数、脾脏增大、门静脉直径以及肝功能相关指标被广泛用于评估门静脉高压程度及静脉曲张风险[2][22]。其中,血小板减少通常与脾功能亢进及门静脉压力升高相关,是目前临床常用的无创预测指标之一。然而,这些指标更多反映患者整体门静脉高压状态,而不能直接描述局部侧支血管扩张程度。本研究中,血小板计数在多因素分析中与 GOV2/3 分型独立相关,但将 PLT 加入 EGVV 模型后,AUC 仅由 0.777 提高至 0.778,且 DeLong 检验未显示统计学差异。这一结果并不直接意味着 PLT 缺乏预测价值,而可能提示 EGVV 与 PLT 反映的是门静脉高压过程中的不同维度信息。EGVV 主要反映曲张静脉的局部血管容量及侧支循环负荷,而 PLT 则更多反映肝硬化患者整体门静脉高压程度及脾功能改变。由于两者之间可能存在一定相关性,PLT 提供的额外信息在本研究模型中未能进一步提高鉴别效能。

本研究中,栓子在单因素分析中与 GOV2/3 分型相关,但在多因素分析后未保持统计学意义。这提示栓子可能与胃食管静脉曲张类型存在一定关联,但其预测作用可能受到其他因素共同影响。相比之下,EGVV 在校正相关临床因素后仍表现出稳定的独立预测价值,进一步说明基于血管体积的影像学参数可

能具有更直接的分型能力。

从临床应用角度来看, EGVV 测量具有一定潜在优势。与依赖视觉判断的静脉曲张分类方式相比, 三维体积分析能够提供连续性、客观化的量化指标, 并且可基于患者已有增强 CT 检查完成, 无需额外增加检查流程。对于接受腹部增强 CT 检查的肝硬化患者, EGVV 可能作为常规影像评估中的补充参数, 为临床医生提供关于胃食管静脉曲张类型的信息, 并辅助后续风险分层及治疗策略制定。

本研究仍存在一定局限性。首先, 本研究为单中心回顾性研究, 样本量有限, 尤其 GOV2/3 组病例数量较少, 仍需多中心、大样本研究进一步验证结果。其次, 本研究 CT 图像采用 5 mm 层厚重建, 可能存在部分容积效应, 对细小曲张静脉的显示及 EGVV 测量精度造成一定影响。未来采用薄层重建及人工智能辅助分割技术可能进一步提高测量准确性。最后, 本研究未纳入 IGV 型静脉曲张, 且尚未进一步评价 EGVV 与静脉曲张出血风险及长期预后的关系, 未来仍需进一步研究。

5. 结论

增强 CT 定量测量的食管胃底静脉曲张体积(EGVV)与胃食管静脉曲张 Sarin 分型密切相关, 并是预测 GOV1 与 GOV2/3 分型的独立影像学指标。基于增强 CT 的 EGVV 定量分析具有无创、客观及可重复的特点, 有望作为肝硬化患者胃食管静脉曲张分型及风险评估的重要影像学补充方法。

参考文献

- [1] Ginès, P., Krag, A., Abraldes, J.G., Solà, E., Fabrellas, N. and Kamath, P.S. (2021) Liver Cirrhosis. *The Lancet*, **398**, 1359-1376. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)01374-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)01374-x)
- [2] de Franchis, R., Bosch, J., Garcia-Tsao, G., Reiberger, T., Ripoll, C., Abraldes, J.G., *et al.* (2022) Baveno VII—Renewing Consensus in Portal Hypertension. *Journal of Hepatology*, **76**, 959-974. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.12.022>
- [3] Garcia-Tsao, G., Abraldes, J.G., Berzigotti, A. and Bosch, J. (2017) Portal Hypertensive Bleeding in Cirrhosis: Risk Stratification, Diagnosis, and Management 2016 Practice Guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology*, **65**, 310-335. <https://doi.org/10.1002/hep.28906>
- [4] Sarin, S.K., Lahoti, D., Saxena, S.P., Murthy, N.S. and Makwana, U.K. (1992) Prevalence, Classification and Natural History of Gastric Varices: A Long-Term Follow-Up Study in 568 Portal Hypertension Patients. *Hepatology*, **16**, 1343-1349. <https://doi.org/10.1002/hep.1840160607>
- [5] Tripathi, D., Stanley, A.J., Hayes, P.C., Patch, D., Millson, C., Mehrzad, H., *et al.* (2015) UK Guidelines on the Management of Variceal Haemorrhage in Cirrhotic Patients. *Gut*, **64**, 1680-1704. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2015-309262>
- [6] European Association for the Study of the Liver (2018) EASL Clinical Practice Guidelines for the Management of Patients with Decompensated Cirrhosis. *Journal of Hepatology*, **69**, 406-460.
- [7] Baenas, M., Thalheimer, U., Germani, G. and Burroughs, A.K. (2011) Primary Prophylaxis of Variceal Bleeding. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, **7**, 560-562.
- [8] Kim, M.Y., Jeong, W.K. and Baik, S.K. (2014) Invasive and Non-Invasive Diagnosis of Cirrhosis and Portal Hypertension. *World Journal of Gastroenterology*, **20**, 4300-4315. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i15.4300>
- [9] Manchec, B., Pham, E., Noor, M., Pepe, J., Feranec, N., Contreras, F., *et al.* (2020) Contrast-Enhanced CT May Identify High-Risk Esophageal Varices in Patients with Cirrhosis. *American Journal of Roentgenology*, **215**, 617-623. <https://doi.org/10.2214/ajr.19.22474>
- [10] Tseng, Y.J., Zeng, X.Q., Chen, J., *et al.* (2016) Computed Tomography in Evaluating Gastroesophageal Varices in Patients with Portal Hypertension: A Meta-Analysis. *Digestive and Liver Disease*, **48**, 695-702. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2016.02.007>
- [11] Deng, H., Qi, X. and Guo, X. (2017) Computed Tomography for the Diagnosis of Varices in Liver Cirrhosis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Postgraduate Medicine*, **129**, 318-328. <https://doi.org/10.1080/00325481.2017.1241664>
- [12] Elkammash, T., Elfiky, I., Zaiton, F. and Khorshed, S.E. (2016) Diagnostic Performance of Multidetector Computed Tomography in the Evaluation of Esophageal Varices. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, **47**, 43-51. <https://doi.org/10.1016/j.ejrm.2015.11.003>
- [13] Deng, H., Qi, X., Zhang, Y., Peng, Y., Li, J. and Guo, X. (2017) Diagnostic Accuracy of Contrast-Enhanced Computed

- Tomography for Esophageal Varices in Liver Cirrhosis: A Retrospective Observational Study. *Journal of Evidence-Based Medicine*, **10**, 46-52. <https://doi.org/10.1111/jebm.12226>
- [14] Perri, R.E., Chiorean, M.V., Fidler, J.L., Fletcher, J.G., Talwalkar, J.A., Stadheim, L., *et al.* (2008) A Prospective Evaluation of Computerized Tomographic (CT) Scanning as a Screening Modality for Esophageal Varices. *Hepatology*, **47**, 1587-1594. <https://doi.org/10.1002/hep.22219>
- [15] Fedorov, A., Beichel, R., Kalpathy-Cramer, J., Finet, J., Fillion-Robin, J., Pujol, S., *et al.* (2012) 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. *Magnetic Resonance Imaging*, **30**, 1323-1341. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2012.05.001>
- [16] Bosch, J., Abraldes, J.G., Berzigotti, A. and García-Pagan, J.C. (2009) The Clinical Use of HVPG Measurements in Chronic Liver Disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, **6**, 573-582. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2009.149>
- [17] Hashizume, M., Akahoshi, T. and Tomikawa, M. (2011) Management of Gastric Varices. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, **26**, 102-108. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2010.06572.x>
- [18] Kiyosue, H., Ibukuro, K., Maruno, M., Tanoue, S., Hongo, N. and Mori, H. (2013) Multidetector CT Anatomy of Drainage Routes of Gastric Varices: A Pictorial Review. *Radiographics*, **33**, 87-100. <https://doi.org/10.1148/rg.331125037>
- [19] García-Pagán, J.C., Barrufet, M., Cardenas, A. and Escorsell, À. (2014) Management of Gastric Varices. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, **12**, 919-928.e1. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2013.07.015>
- [20] Glückert, K., Decker, A., Meier, J.A., Nowak, S., Sanoubara, F., Gödiker, J., *et al.* (2024) 3D-Volumetric Shunt Measurement for Detection of High-Risk Esophageal Varices in Liver Cirrhosis. *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article 2678. <https://doi.org/10.3390/jcm13092678>
- [21] Wan, S., He, Y., Zhang, X., Wei, Y. and Song, B. (2022) Quantitative Measurements of Esophageal Varices Using Computed Tomography for Prediction of Severe Varices and the Risk of Bleeding: A Preliminary Study. *Insights into Imaging*, **13**, Article No. 47. <https://doi.org/10.1186/s13244-022-01189-5>
- [22] Augustin, S., Pons, M., Maurice, J.B., Bureau, C., Stefanescu, H., Ney, M., *et al.* (2017) Expanding the Baveno VI Criteria for the Screening of Varices in Patients with Compensated Advanced Chronic Liver Disease. *Hepatology*, **66**, 1980-1988. <https://doi.org/10.1002/hep.29363>