



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.250175

http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.250175

China Journal of General Surgery, 2025, 34(8):1766-1776.

· 文献综述 ·

## DCD 供肝全肝移植中变异肝动脉的评估和处理现状

俞琪, 房炯泽

(宁波大学附属李惠利医院 肝胆胰外科, 浙江 宁波 315048)

### 摘要

心脏死亡捐献供肝全肝移植 (DCD-LT) 是终末期肝病的根治性治疗手段, 但肝动脉解剖变异在移植中十分常见, 若处理不当可导致供肝局部供血不足及移植物功能障碍。如何精准处理变异肝动脉仍是手术成功的关键难点。本文综述了基于 Michels 等分型的多种解剖学分类体系, 阐述了影像学技术在 DCD-LT 中对变异肝动脉的评估及术中决策价值, 并总结了外科手术的主要处理方式。重点探讨了复杂变异动脉重建的标准化策略, 并提出未来研究方向, 以期 DCD-LT 中变异肝动脉的评估和处理提供参考。

### 关键词

肝移植; 心脏死亡捐献; 肝动脉; 解剖变异; 综述

中图分类号: R657.3

## Current status of assessment and management of variant hepatic arteries in DCD liver transplantation

YU Qi, FANG Jiongze

(Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Li Huili Hospital, Affiliated with Ningbo University, Ningbo, Zhejiang 315048, China)

### Abstract

Donation after circulatory death liver transplantation (DCD-LT) remains a curative treatment for end-stage liver disease. Variant hepatic arteries are frequently encountered during transplantation, and inadequate management may result in localized ischemia and graft dysfunction. Precise handling of these variations remains a critical determinant of surgical success. This review summarizes anatomical classifications based on Michels' typology, highlights the value of imaging modalities in preoperative evaluation and intraoperative decision-making, and outlines current surgical approaches. Particular emphasis is placed on standardized strategies for arterial reconstruction in complex variations. Future research perspectives are also proposed, aiming to optimize assessment and management of variant hepatic arteries in DCD-LT.

### Key words

Liver Transplantation; Donation after Circulatory Death; Hepatic Artery; Anatomic Variation; Review

CLC number: R657.3

基金项目: 2024年度市公益性研究计划基金资助项目 (2024SI55); 2024年度宁波市医疗卫生高端团队重大攻坚基金资助项目 (2024020818); 2024年市重点技术研发基金资助项目 (2024Z179)。

收稿日期: 2025-03-25; 修订日期: 2025-08-21。

作者简介: 俞琪, 宁波大学附属李惠利医院硕士研究生, 主要从事肝胆胰方面的研究。

通信作者: 房炯泽, Email: fangjiongze@163.com

心脏死亡捐献 (donation after circulatory death, DCD) 来源的全肝移植 (liver transplantation, LT) (以下统称 DCD-LT) 是终末期肝病的有效治疗手段, 随着国内公民逝世后器官捐献的普及和全肝移植成功率的提升, 我国的 DCD-LT 数量稳居世界第二。DCD-LT 的增加也带来了更多的供肝解剖变异的病例, 其中变异肝动脉尤为常见, 给临床医生带来诸多挑战。显微外科技术的引入显著提高了肝动脉重建的准确率和成功率, 减少了早期技术限制下的血管并发症发生风险, 然而在重建方式的选择上仍未形成统一标准, DCD-LT 术后仍可能发生肝动脉血管栓塞<sup>[1]</sup> (hepatic artery thrombosis, HAT)、肝动脉狭窄和脾动脉 (splenic artery, SA) 盗血综合征等一系列并发症发生<sup>[2-3]</sup>, 其中 HAT 的发生率约为 1.6%~10.0%<sup>[4]</sup>。变异肝动脉的存在<sup>[5]</sup>增加了这些并发症发生的风险<sup>[6]</sup>。另一项研究<sup>[7]</sup>表明, 并发症发生与术中动脉重建方式密切相关。因此, 本文对 DCD-LT 中变异肝动脉的评估及处理现状作一综述。

1 肝动脉的变异分型

异常肝动脉指的是起源或走行不符合常规结构的肝动脉。研究显示, 肝动脉变异的概率是 31%~

49%<sup>[8]</sup>, 后续证据也证实了变异肝动脉的常见性<sup>[9-11]</sup>, 这类动脉通常起源于肝总动脉 (common hepatic artery, CHA) 以外的动脉, 如腹主动脉 (abdominal aorta, AA)、腹腔干 (celiac artery, CA)、肠系膜上动脉 (superior mesenteric artery, SMA) 或胃左动脉 (left gastric artery, LGA)<sup>[12]</sup>。学者根据对数百例肝动脉的分析, 将其变异分为替代肝动脉和副肝动脉两类<sup>[13]</sup>。关于肝动脉的解剖分类, 目前广泛使用的分类法包括 Michels 等<sup>[14]</sup>和 Hiatt 等<sup>[15]</sup>提出的方法, 此外还有 Soin 等<sup>[16]</sup>、Gruttadauria 等<sup>[17]</sup>提出的分型。

1966 年, 美国学者 Michels 等<sup>[14]</sup>对 500 具尸体肝解剖进行了系统研究, 根据肝动脉的血液供应的复杂性、多样性和来源进行了分型, 为后续的分类研究奠定了基础 (图 1)。1994 年, 美国学者 Hiatt 等<sup>[15]</sup>对 1 000 例全肝移植患者的肝动脉进行分析, 提出了起源于 LGA 的替代肝左动脉 (replaced left hepatic artery, rLHA) 或副肝左动脉 (accessory left hepatic artery, aLHA) 归为一型, 而起源于 SMA 的替代肝右动脉 (replaced right hepatic artery, rRHA) 或副肝右动脉 (accessory right hepatic artery, aRHA) 归为另一型 (图 2), 相比于 Michels 分型注重于解剖细节, Hiatt 根据动脉起源将 Michels 分型简化为 6 型, 更适用于术中决断 (表 1)。

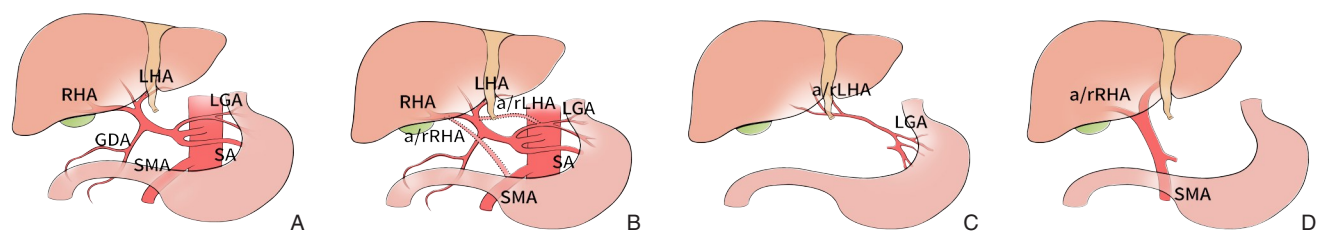


图1 Michels 变异分型 A: 正常肝动脉解剖; B: rLHA、rRHA 可能单独或同时存在; C-D: 单独的 rLHA、rRHA 注: GDA 为胃十二指肠动脉; LHA 为肝左动脉; RHA 为肝右动脉

Figure 1 Michels' classification of hepatic artery variations A: Normal hepatic artery anatomy; B: rLHA and rRHA may occur alone or simultaneously; C-D: Isolated rLHA or rRHA Note: GDA, gastroduodenal artery; LHA, left hepatic artery; RHA, right hepatic artery

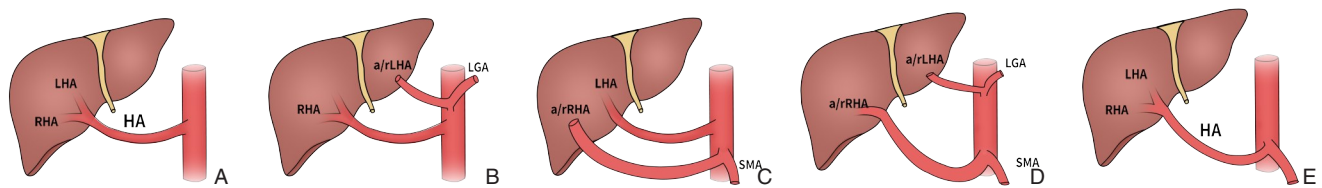


图2 Hiatt 变异分型 A: 正常亚型; B: a/rLHA 由 LGA 分支; C: a/rRHA 由 SMA 分支; D: 为双替代型, RHA 发自 SMA 且 LHA 发自 LGA; E: CHA 起源于 SMA, 部分发自其他部位的变异类型构成第 6 型

Figure 2 Hiatt's classification of hepatic artery variations A: Normal subtype; B: a/rLHA originating from LGA; C: a/rRHA originating from SMA; D: Double replacement type, with RHA arising from SMA and LHA from LGA; E: CHA originating from SMA, with other rare variants included in type VI

表 1 变异肝动脉 Michels 及 Hiatt 分型

Table 1 Classification of variant hepatic arteries according to Michels and Hiatt

| 解剖类型  | Michels | Hiatt |
|---|---------|-------|
| 正常亚型  | 1 型     | 1 型   |
| LHA 由 LGA 替代                                      | 2 型     | 2 型   |
| RHA 由 SMA 替代                                      | 3 型     | 3 型   |
| RHA、LHA 分别由 SMA、LGA 取代                            | 4 型     | 4 型   |
| LGA 发出 aLHA                                       | 5 型     | 2 型   |
| SMA 发出 aRHA                                       | 6 型     | 3 型   |
| LGA 发出 aLHA、SMA 发出 aRHA                           | 7 型     | 6 型   |
| SMA 发出 rRHA+LGA 发出 aLHA 或 LGA 发出 rLHA+SMA 发出 aRHA | 8 型     | 6 型   |
| 肝动脉起源于 SMA  | 9 型     | 5 型   |
| 肝动脉起源于 LGA  | 10 型    | 6 型   |

根据 1996 年 Soin 等<sup>[16]</sup>对 527 例同种异体移植物的分析，发现了 161 例变异肝动脉，且有别于 Michels 的变异类型，而在 2001 年 Gruttadauria 等<sup>[17]</sup>依据数字减影血管造影（digital subtraction angiography，DSA）等再次对 701 例移植患者肝动脉进行研究，重新定义了 Hiatt 分型的正常亚型，即 CHA 从 CA 出发，在肝门处分为左右分支，同时根据起源动脉的不同，对变异肝动脉进行了分型（表 2）。

表 2 变异肝动脉 Soin 及 Gruttadauria 分型

Table 2 Classification of variant hepatic arteries by Soin and Gruttadauria

| Soin                    | Gruttadauria               |
|-------------------------|----------------------------|
| 正常亚型                    |                            |
| LGA 发出 a/rLHA           |                            |
| SMA 发出 a/rRHA           |                            |
| HA 发自 SMA               |                            |
| LGA、SMA 同时发出 a/rLHA、RHA |                            |
| AA 发出 a/rLHA、RHA        |                            |
| CA 发出 a/rLHA、RHA        |                            |
| CA 发出 aLHA、SMA 发出 aRHA  | 肝固有动脉分叉走行                  |
| GDA 发出 aLHA、SMA 发出 aRHA | HA 发自腹腔肠系膜动脉               |
| 肝动脉由 CA 与 SMA 发出分支组成    | SMA 发出 RHA、LHA             |
| AA 出 LGA，进一步分支出 aLHA    | LGA 发出 RHA、LHA             |
| —                       | 主动脉发出 a/rLHA、SMA 发出 a/rRHA |
| —                       | RHA 发自 CA、LGA 发出 a/rLHA    |
| —                       | HA                         |
| —                       | 肝动脉发自 AA                   |
| —                       | a/rRHA 发自肾动脉               |
| —                       | a/rRHA 发自 GDA              |
| —                       | RHA 发自 AA                  |
| —                       | LGA 同时发出 a/rLHA 与腹腔肠系膜干    |

注：前 7 种为两者研究发现共同分型，后者为罕见变异类型  
Note: The first seven types are common classifications identified in both studies, while the latter represent rare variants

Michels 与 Hiatt 等经典分型体系虽可覆盖临床中多数肝动脉常规变异，但随着后续学者对部分起源于罕见部位（如肾动脉、膈动脉等）的变异动脉及多支替代/副动脉共存情况<sup>[18]</sup>的发现，便难以覆盖复杂变异情况。基于此，随着三维（3D）可视化技术的发展<sup>[19-20]</sup>，2020 年 Yan 等<sup>[21]</sup>以 CHA、RHA、LHA 的起源为核心提出了 CRL 分型，结合动脉是否为替代动脉或副动脉，将变异系统分为 9 型。而针对 CRL 分型无法涵盖的罕见变异，2022 年 Wu 等<sup>[22]</sup>进一步提出 ex-CRL 扩展分类：将罕见起源的动脉进一步细分为肾动脉、膈动脉等，并将多支替代或副动脉的情况也进行了标注。目前肝动脉变异分型随着新型变异的病例发现而不断更新，但国际肝动脉变异分型仍以 Michels 分型为基础。

2 变异肝动脉评估方法

在 DCD-LT 中，术前肝动脉的评估旨在确定患者及供肝者肝动脉的解剖结构及其变异，以选定适宜的重建策略确保手术成功。早在 1969 年，Vandamme 等<sup>[23]</sup>通过 156 张尸体 DSA 分享了他们的经验，而后 Suzuki 等<sup>[24]</sup>基于 200 例患者的肝动脉造影检查结果，强调了肝动脉解剖变异在外科手术中的重要性。目前，出于对肝脏血管走行和灌注结构的评估，成像技术在肝移植及其预后中逐渐应用广泛<sup>[25]</sup>。如超声、CT、MRI、DSA 等。

2.1 超声

彩色多普勒超声（color Doppler ultrasonography，CDU）是一种无创、便捷的肝动脉评估方法，可实时显示肝动脉的解剖结构和血流特征<sup>[26-27]</sup>。2016 年

Go等<sup>[28]</sup>用超声检测肝循环各血管的血流速度(如 $>100\text{ cm/s}$ 则视为异常)来分析肝血管的阻塞、狭窄及肿块压迫情况,阐明了肝动脉缓冲反应,根据血运速度的变化,辨别正常生理和疾病状态(炎症、弥漫性肿瘤等);2021年邹慧等<sup>[29]</sup>通过回顾性分析42例经CT血管成像(CT angiography, CTA)证实变异的肝动脉的CDU资料,提示CDU诊断动脉变异的准确率为92%;2024年朱玲玲等<sup>[30]</sup>则通过CTA联合彩色多普勒血流显像的方式对230例患者进行CHA起源情况的观察,并最终发现15例CHA变异,证明超声作为首选筛查手段的合理性。但同时需要指出的是,超声对小血管( $<2\text{ mm}$ )及深部解剖结构的显示存在局限性,必要时仍需其他检查的联合使用。

## 2.2 CT

CT是探查肝动脉解剖及变异情况最常用的检查,能清晰显示肝脏血管的走行、分支情况及其与周围组织器官的解剖关系。螺旋CT多排(multidetector computed tomography, MDCT)在显示肝脏肝内、肝外血管分布方面具有重要作用,且成像时间短、处理速度快,为临床所常用,Whitley等<sup>[31]</sup>通过检索相关文章,对17 391例受试者的MDCT检查结果进行了系统综述及Meta分析,总结了不同的变异CA的走行,也证实了MDCT在肝胆胰学科及介入放疗科的重要评估价值,Thangarajah等<sup>[32-33]</sup>也相继通过MDCT发现肝移植患者的变异动脉类型,并进一步明确其起源及走行;CTA相较于MDCT,对变异动脉的显示更为直观,2011年Saba等<sup>[34]</sup>也通过研究1 629例患者的CTA,发现有631例(38.73%)呈现解剖变异;近年计算机3D重建技术发展迅速,CRL分型<sup>[21]</sup>便是3D CT与探查变异的高度结合,2022年Zhang等<sup>[35]</sup>在CT基础上通过3D重建汇报了1例CA及CHA皆不存在的罕见变异病例;2023年Malviya等<sup>[36]</sup>也通过CTA进行的3D血管重建描述了Michels和Hiatt分类中没有的罕见变异类型(如HA发自AA、SA等);同年Türkyılmaz等<sup>[37]</sup>在941例患者的研究中发现CTA对于肝动脉变异分型的检出率已达94.8%。但MDCT和CTA作为目前肝脏的常用检查,也存在一定局限性,在提高准确率的同时也存在因X线辐射及增强CT注射造影剂引起的过敏反应,这也是其主要缺点。

## 2.3 MRI

MRI是一种高级成像技术,可精准检测肝脏脂肪与水分比例变化,T1WI和T2WI是其基本序列,可表现为病变部位与周围组织的明显差异。与MDCT相比,MRI对肝脏局灶性和弥漫性病变的敏感度和特异度更高,可检测肝脏的功能和形态特征。磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)利用血液流动与静态组织间的信号差异,通过特定成像序列生成血管三维图像,能清晰显示肝动脉解剖结构及变异类型,且MRA作为一种无创技术,避免了电离辐射和碘对比剂,安全性高,是DCD-LT术前评估的重要方法。1999年Kopka等<sup>[38]</sup>使用优化的MR方案对60例患者进行MRA,发现57例(95%)按Michels分型的血管分布(I型65%,II型8%,III型17%,V型5%,VI型3%,IX型2%);2001年Choyke等<sup>[39]</sup>在对21例孤立肝灌注患者的MRA研究中,术中确认17例具有典型的肝动脉解剖结构,另有5例显示aLHA或aRHA变异;2014年李保灿等<sup>[40]</sup>在对41例肝癌患者行MRA技术构建血管中,成功发现7例变异动脉并判断其分型。Prince等<sup>[41]</sup>1995年引入的快速对比增强3D MRA技术,可以在单次屏气中通过3D重建精准描绘主动脉,尤其适用于描绘早期MRA方法难以观测的胸腹部血管。然而,MRA在空间分辨率和小血管显示方面仍存在局限,对复杂变异的评估不够精确,需其他影像补充。

## 2.4 DSA

DSA是通过注入造影剂前后拍摄的X线图像经数字化输入图像计算机,通过减影、增强和再成像过程将骨与软组织影像等消除来获得纯血管影像,是显示肝脏血管分布的首选方法。虽然DSA因其侵入性与成本高,目前在肝胆血管探查方面的应用相对较少,但在部分肝动脉变异的肝脏疾病模型中仍被证明十分有效。2010年Song等<sup>[42]</sup>回顾性研究了共5 002例患者的DSA及CT检查,其中482例(9.64%)出现12种特殊类型的CA变异,并通过DSA对LGA、SMA等所有供应肝实质的肝动脉进行完整的血管造影,后根据肝主动脉的起源进一步细分变异类型;在这之后,2014年Zagyapan等<sup>[43]</sup>通过DSA对152例肝移植患者进行检查,进一步证实了DSA在肝变异动脉探查的有效性。DSA是对肝血管走行评估的有效手段,因其高侵入性,临床上较少应用,但仍可在必要时作



为CT、MRI等检查的补充手段。

### 3 变异肝动脉的处理方式

在DCD-LT手术中,术者需要对患者的动脉解剖变异进行仔细评估,以决定是否进行血管重建。

#### 3.1 无需重建

在DCD-LT手术中,部分变异的肝动脉由于共享一个共同的主干<sup>[44]</sup>,能够确保肝脏获得充足的动脉血液供应,因此可以不需要进行血管重建手术。以Michels I型、II型和V型变异为例(包括正常型及部分替代、aLHA的情况),肝动脉直接发源于CA,动脉本身没有狭窄,其血管分支保存完整,且供体与受体之间血管直径相差较小的情况下,术中的评估通常显示肝脏的血流供应是充足的,因此一般无需重建来完成血管连接,可直接进行端端吻合。有研究者<sup>[45]</sup>对肝动脉变异的重建预后进行了调查,结果表明,与那些不需要动脉重建的DCD-LT患者相比,需要进行动脉重建的患者在移植后早期发生肝动脉血栓(HAT)的几率更高。

#### 3.2 需要重建

动脉狭窄及血运分散是导致移植预后不佳的危险因素,肝动脉重建是DCD-LT手术关键步骤之一,直接关系到术后肝功能的恢复以及并发症的发生。复杂变异的动脉在对肝实质供血方面存在显著差异<sup>[46-47]</sup>,例如,Michels III型、IV型,甚至VII型、VIII型等肝动脉变异,并非仅仅是单纯的替代肝动脉,它们可能包括额外的副动脉,有时甚至不止一根。据学者对肝移植术后恢复影响的研究,发现仅部分变异肝动脉不会增加动脉并发症的发生率<sup>[48-49]</sup>,更多情况下仍要进行重建且其预后取决于重建技术与方法<sup>[50-51]</sup>。在DCD-LT术中肝动脉的重建方式多样<sup>[52-53]</sup>,而在重建技术的选择上,2021年Kantar等<sup>[54]</sup>纳入34项研究,统计得出经显微外科重建后的肝动脉的HAT发生率更低;同年Yoon等<sup>[55]</sup>对470例DCD-LT患者进行统计,显微外科重建技术在预后方面表现更好( $P=0.782$ ),但两者的研究均因缺乏匹配的比较而没有统计学差异。在处理变异肝动脉的重建时,通常采用复杂肝动脉吻合方式。这种技术被定义为除了供肝动脉端端吻合之外,还需要进行额外的动脉吻合。处理变异的肝动脉一直是DCD-LT手术中的一个难

题,下文将总结部分学者对变异肝动脉重建方式的研究和探讨。

**3.2.1 LHA 变异** DCD-LT中,变异LHA一般起源于LGA、CA等,其解剖与肝动脉相近,对血运的影响也较小,故存在LHA血运的情况下(如Michels II、V型),aLHA通常不进行动脉重建(即采取离断结扎的方式)<sup>[56]</sup>,仅对供体CHA与受体GDA及CHA分叉处进行端端吻合,当aLHA供血范围较大时,可临时阻断aLHA观察肝脏表面是否变暗或在术中利用超声检测实时评估肝内LHA分支血流速度变化幅度,若幅度较大( $>50\%$ )<sup>[28]</sup>则代表其为主要供血动脉,若有以上状况之一则与受体CHA或GDA进行额外重建;而在LHA缺失并存在rLHA的情况下,一般会对供体rLHA与受体腹腔动脉或其分支如CA等进行动脉重建,以保证术后LHA的正常血运。

**3.2.2 RHA 变异** 相对于变异LHA,变异RHA的走行距离较远且血供范围较LHA大(如Michels III、VI型),一般需要对其进行重建。变异RHA较多起源于SMA,同时也存在起源于CA、GDA、AA及部分罕见变异起源如肾动脉、LGA等。在处理aRHA时,医生通常会选择将其与供体本身的CHA分支先进行吻合,如GDA、SA,而在受体CHA的血管条件无法满足重建时,也可直接将其吻合在CA或AA上,其一般重建原则是将移植供体血供重建为一个共同开口进行吻合,该方法对后期血管并发症发生的减少已被证实为有效,当受体也出现变异分支如aRHA时也可考虑将两者直接进行端端吻合,若两条血管管径相差较大时则通过架桥的方式进行相互吻合保证血流的通畅性,在架桥选择中部分学者会选择选取供体一段髂动脉进行连接两端并吻合;当RHA缺失存在rRHA时,通常选取一段其起源动脉如SMA的一段作为重建载体介质,在临床中多将其远近两端分别与供体端CA、受体端GDA及CHA分叉进行吻合。下文为Soin等<sup>[16]</sup>收集的527例DCD-LT中的术中动脉重建方式,并整理归纳得出的针对变异RHA的重建方法(图3)(表3)。据Soin等<sup>[16]</sup>术后回报,表3中的前两种重建方法显示出最低的动脉并发症发生率,两者之间无显著差异[在320例中发现9例(2.8%),在178例中发现6例(3.4%)]。相比之下,将供体肝动脉与受体主动脉进行吻合的其他方法显示出较高的并发症发生率(在498例中15例相比11例

中的 2 例;  $P=0.04$ )。具有显著差异的是在供体肝动脉与受体主动脉吻合后插入移植物的方法(在 498 例中有 15 例对比 18 例中的 5 例;  $P=0.000\ 3$ )。胆道

并发症的发生在正常与变异肝动脉之间没有显著差异。

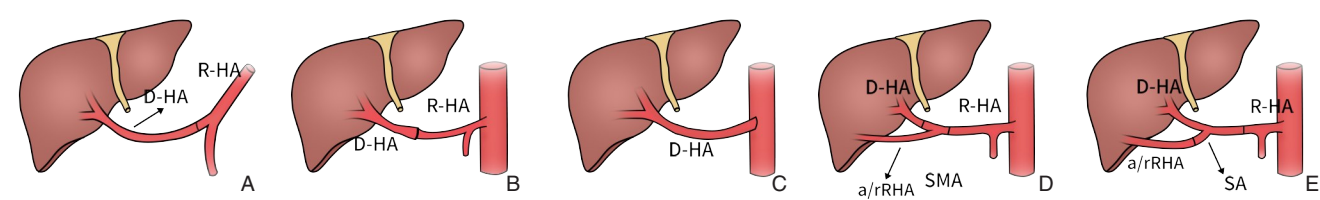


图3 Soin肝动脉重建方式(A-E说明见表3) 注: D-代表供体, R-代表受体; HA代表肝动脉

Figure 3 Soin's methods of hepatic artery reconstruction (A-E as described in Table 3) Note: D-represents donor, R-represents recipient; HA, hepatic artery

表3 变异肝动脉 Soin 重建方式

Table 3 Reconstruction methods for variant hepatic arteries reported by Soin

| 分类 | 重建方式   |
|----|--|
| 1  | Ia:供肝动脉-腹腔动脉分支与受体肝动脉分支之间吻合<br>Ib:直接吻合在供肝动脉-腹腔动脉与受体肝动脉之间(图3A) |
| 2  | 受体肝动脉流量或口径不足:将供体肝动脉/腹腔动脉与受体主动脉吻合(图3B-C)                      |
| 3  | 通过架桥将供体肝动脉/腹腔动脉与受体主动脉吻合                                      |
| 4  | 使用变异 RHA SMA 作为供体和受体腹腔动脉/肝动脉之间的导管(图3D)                       |
| 5  | 将 RHA 或 SMA 与供体脾动脉残端吻合(图3E)                                  |

**3.2.3 肝主动脉变异** 在 Michels 分型中 IX、X 型属于肝主动脉变异,即 CHA 并非起源于腹腔干,而是分别起源于 SMA, LGA。在临床中以该两种变异为主,也不乏起源于 AA、肠系膜动脉甚至肾动脉等。在处理肝主动脉变异的情况时,临床上通常选择在离断动脉时保留起源动脉的部分血管,作为在供体移植时的吻合部分,与受体 GDA 及 CHA 分叉处进行端端吻合,以防止吻合长度短缺等问题,保证吻合的顺利进行。

**3.2.4 复杂联合变异** 在同时出现 LHA、RHA 变异的情况下如 Michels IV、VII、VIII 型,临床上对于变异 LHA 通常进行选择重建,在血供范围较大时将其与 CHA、GDA 或 CA 进行重建;而对变异 RHA 大多进行重建,重建原则同仅 RHA 变异的情况。

以下为何博等<sup>[57]</sup>收集的 415 例 DCD-LT 患者的肝动脉术中重建数据,并对患者肝动脉的变异情况与重建方式进行了整理与归纳(图 4)(表 4)。据何博等<sup>[57]</sup>术后随访,共有 11 例(2.7%)患者发

生了动脉相关并发症(后经超声检查后确诊 4 例 HAT, 5 例发生肝动脉狭窄, 2 例吻合口出血),其中变异组 5 例,非变异组 6 例,经分析动脉相关并发症发生在变异组与正常组之间差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

术后则每天检测肝功能指标[丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)、总胆红素、直接胆红素、白蛋白]及凝血功能[凝血酶原时间(PT)、国际标准化比值(INR)],重点监测 ALT/AST 波动(提示急性排斥反应或移植物功能障碍)及白蛋白水平(反映肝脏合成功能);同时也需配合影像学检查,在开展肝移植的医疗中心,肝移植患者通常在术后第 1 天接受胸腹部超声检查评估血流和胸腹水情况,术后第 3 天进行 CT 检查以评估移植肝状况,随后每周进行 1 次 CT 检查,从第 3 周开始,改为每 2 周 1 次,直至患者出院。对移植预后的研究<sup>[58-59]</sup>也证明了早期发现并诊治 HAT 的重要性。





## 4 总结与展望

变异肝动脉的处理依赖于术前精准评估与解剖导向的重建方式。Michels与Hiatt分型体系的术前影像联合评估是手术个体化的核心依据:CDU与CTA联合实现高敏感度( $\geq 92\%$ )与血管走行可视化,可多角度反应变异情况<sup>[30]</sup>,MRA的3D重建技术(检出率95%)和无创优势则能弥补超声对小血管( $< 2\text{ mm}$ )显影的局限,DSA则作为疑难血管显影(检出率94.7%)的补充检查,共同作为变异动脉个体化处理的依据。术中变异肝动脉重建则需遵循解剖匹配原则:LGA起源的aLHA在无狭窄时优先离断结扎,rLHA则与受体CA吻合;SMA起源的aRHA通过供体GDA/SA重建后吻合受体动脉,而rRHA需截取SMA管壁作为吻合载体;双侧变异时以RHA处理逻辑为主导,确保流出道功能最优。在未来的研究中,应继续着力于提升术前影像评估的效率和准确率,并据此制定更优的个体化动脉重建方案,以改善患者预后,为DCD-LT提供变异动脉重建规范。

作者贡献声明:俞琪负责文献收集、论文撰写;房炯泽负责论文选题、论文修改、论文审阅、基金支持。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## 参考文献

- [1] Buross C, Dave AA, Furlan A. Immediate and late complications after liver transplantation[J]. Radiol Clin North Am, 2023, 61(5): 785–795. doi:10.1016/j.rcl.2023.04.002.
- [2] Ricci K, Asharf EH. The use of splenic artery embolization to maintain adequate hepatic arterial inflow after hepatic artery thrombosis in a split liver transplant recipient[J]. Int J Surg Case Rep, 2018, 51:241–243. doi:10.1016/j.ijscr.2018.09.003.
- [3] Brookmeyer CE, Bhatt S, Fishman EK, et al. Multimodality imaging after liver transplant: top 10 important complications[J]. Radiographics, 2022, 42(3):702–721. doi:10.1148/rg.210108.
- [4] Rabkin JM, Orloff SL, Corless CL, et al. Hepatic allograft abscess with hepatic arterial thrombosis[J]. Am J Surg, 1998, 175(5):354–359. doi:10.1016/S0002-9610(98)00051-8.
- [5] Kostelic JK, Piper JB, Leef JA, et al. Angiographic selection criteria for living related liver transplant donors[J]. AJR Am J Roentgenol, 1996, 166(5): 1103–1108. doi: 10.2214/ajr.166.5.8615252.
- [6] Kamran Hejazi Kenari S, Mirzakhani H, Eslami M, et al. Current state of the art in management of vascular complications after pediatric liver transplantation[J]. Pediatr Transplant, 2015, 19(1): 18–26. doi:10.1111/ptr.12407.
- [7] Inomoto T, Nishizawa F, Sasaki H, et al. Experiences of 120 microsurgical reconstructions of hepatic artery in living related liver transplantation[J]. Surgery, 1996, 119(1):20–26. doi:10.1016/S0039-6060(96)80208-X.
- [8] Pérez-Saborido B, Pacheco-Sánchez D, Barrera Rebollo A, et al. Incidence of hepatic artery variations in liver transplantation: does it really influence short- and long-term results?[J]. Transplant Proc, 2012, 44(9):2606–2608. doi:10.1016/j.transproceed.2012.09.064.
- [9] Deshpande RR, Heaton ND, Rela M. Surgical anatomy of segmental liver transplantation[J]. Br J Surg, 2002, 89(9): 1078–1088. doi:10.1046/j.1365-2168.2002.02153.x.
- [10] Koops A, Wojciechowski B, Broering DC, et al. Anatomic variations of the hepatic arteries in 604 selective celiac and superior mesenteric angiographies[J]. Surg Radiol Anat, 2004, 26(3): 239–244. doi:10.1007/s00276-004-0229-z.
- [11] Chisuiwa H, Hashikura Y, Mita A, et al. Living liver donation: preoperative assessment, anatomic considerations, and long-term outcome[J]. Transplantation, 2003, 75(10):1670–1676. doi:10.1097/01.TP.0000063939.81744.3E.
- [12] 向瑾,付广,张静,等.基于增强计算机断层扫描深度学习模型检测胃左动脉变异的初步研究[J]. 消化肿瘤杂志:电子版, 2024, 16(4):483–489. doi:10.3969/j.issn.1674-7402.2024.04.015.
- Xiang J, Fu G, Zhang J, et al. Preliminary study of detecting variations in the left gastric artery using a deep learning model based on enhanced computed tomography imaging[J]. Journal of Digestive Oncology:Electronic Version, 2024, 16(4):483–489. doi: 10.3969/j.issn.1674-7402.2024.04.015.
- [13] Covey AM, Brody LA, Maluccio MA, et al. Variant hepatic arterial anatomy revisited: digital subtraction angiography performed in 600 patients[J]. Radiology, 2002, 224(2): 542–547. doi: 10.1148/radiol.2242011283.
- [14] Michels NA. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation[J]. Am J Surg, 1966, 112(3):337–347. doi:10.1016/0002-9610(66)90201-7.
- [15] Hiatt JR, Gabbay J, Busuttil RW. Surgical anatomy of the hepatic arteries in 1000 cases[J]. Ann Surg, 1994, 220(1): 50–52. doi: 10.1097/00000658-199407000-00008.
- [16] Soin AS, Friend PJ, Rasmussen A, et al. Donor arterial variations in liver transplantation: management and outcome of 527 consecutive grafts[J]. Br J Surg, 1996, 83(5): 637–641. doi: 10.1002/bjs.1800830515.



- [17] Gruttadauria S, Foglieni CS, Doria C, et al. The hepatic artery in liver transplantation and surgery: vascular anomalies in 701 cases[J]. *Clin Transplant*, 2001, 15(5): 359–363. doi: [10.1034/j.1399-0012.2001.150510.x](https://doi.org/10.1034/j.1399-0012.2001.150510.x).
- [18] Folkman MJ, Hasselbach AN, Porter SC, et al. An accessory right hepatic and cystic arteries derived from the superior mesenteric artery: a cadaveric case report[J]. *Am J Case Rep*, 2024, 25: e945606. doi:[10.12659/AJCR.945606](https://doi.org/10.12659/AJCR.945606).
- [19] Nation H, Kaliski D, Ortiz A. Narrated dissection videos and peer-mentoring to enhance anatomy performance of underrepresented minority students in physical therapy education[J]. *Anat Sci Educ*, 2020, 13(6):794–799. doi:[10.1002/asc.1971](https://doi.org/10.1002/asc.1971).
- [20] Bogomolova K, Hierck BP, Looijen AEM, et al. Stereoscopic three-dimensional visualisation technology in anatomy learning: a meta-analysis[J]. *Med Educ*, 2021, 55(3): 317–327. doi: [10.1111/medu.14352](https://doi.org/10.1111/medu.14352).
- [21] Yan J, Feng H, Wang H, et al. Hepatic artery classification based on three-dimensional CT[J]. *Br J Surg*, 2020, 107(7): 906–916. doi: [10.1002/bjs.11458](https://doi.org/10.1002/bjs.11458).
- [22] Wu X, Kang J, Liu Y, et al. A rare hepatic artery variant reporting and a new classification[J]. *Front Surg*, 2022, 9: 1003350. doi: [10.3389/fsurg.2022.1003350](https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.1003350).
- [23] Vandamme JP, Bonte J, Van der Schueren G. A revaluation of hepatic and cystic arteries. The importance of the aberrant hepatic branches[J]. *Acta Anat (Basel)*, 1969, 73(2):192–209. doi:[10.1159/000143296](https://doi.org/10.1159/000143296).
- [24] Suzuki T, Nakayasu A, Kawabe K, et al. Surgical significance of anatomic variations of the hepatic artery[J]. *Am J Surg*, 1971, 122(4):505–512. doi:[10.1016/0002-9610\(71\)90476-4](https://doi.org/10.1016/0002-9610(71)90476-4).
- [25] Craig EV, Heller MT. Complications of liver transplant[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2021, 46(1): 43–67. doi: [10.1007/s00261-019-02340-5](https://doi.org/10.1007/s00261-019-02340-5).
- [26] Chau SS, Beutler BD, Grant EG, et al. Ultrasound innovations in abdominal radiology: multiparametric imaging in liver transplantation[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2025, 50(2):679–692. doi: [10.1007/s00261-024-04518-y](https://doi.org/10.1007/s00261-024-04518-y).
- [27] Bartolotta TV, Taibbi A, Midiri M, et al. Contrast-enhanced ultrasound of hepatocellular carcinoma: where do we stand? [J]. *Ultrasonography*, 2019, 38(3):200–214. doi:[10.14366/usg.18060](https://doi.org/10.14366/usg.18060).
- [28] Go S, Kamaya A, Jeffrey B, et al. Duplex Doppler ultrasound of the hepatic artery: a window to diagnosis of diffuse liver pathology[J]. *Ultrasound Q*, 2016, 32(1): 58–66. doi: [10.1097/RUQ.000000000000166](https://doi.org/10.1097/RUQ.000000000000166).
- [29] 邹慧, 吴磊, 江建昌. 彩色多普勒超声诊断腹腔动脉变异的临床价值[J]. *现代医用影像学*, 2021, 30(6):1144–1145.
- Zou H, Wu L, Jiang JC. Clinical value of color Doppler ultrasound in diagnosis of celiac artery variation[J]. *Modern Medical Imagology*, 2021, 30(6):1144–1145.
- [30] 朱玲玲, 杨琳, 杨忠现, 等. 肝总动脉起源变异的 MSCTA 和超声表现[J]. *医学影像学杂志*, 2024, 34(3):70–73.
- Zhu LL, Yang L, Yang ZX, et al. MSCTA and ultrasound manifestations of variation in the origin of the common hepatic artery[J]. *Journal of Medical Imaging*, 2024, 34(3):70–73.
- [31] Whitley A, Oliverius M, Kocián P, et al. Variations of the celiac trunk investigated by multidetector computed tomography: Systematic review and meta-analysis with clinical correlations[J]. *Clin Anat*, 2020, 33(8):1249–1262. doi:[10.1002/ca.23576](https://doi.org/10.1002/ca.23576).
- [32] Thangarajah A, Parthasarathy R. Celiac axis, common hepatic and hepatic artery variants as evidenced on MDCT angiography in south Indian population[J]. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(1): TC01–TC05. doi:[10.7860/JCDR/2016/17045.7105](https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/17045.7105).
- [33] Bolintineanu Ghenciu LA, Bolintineanu SL, Iacob N, et al. Clinical consideration of anatomical variations in the common hepatic arteries: an analysis using MDCT angiography[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(9):1636. doi:[10.3390/diagnostics13091636](https://doi.org/10.3390/diagnostics13091636).
- [34] Saba L, Mallarini G. Anatomic variations of arterial liver vascularization: an analysis by using MDCTA[J]. *Surg Radiol Anat*, 2011, 33(7):559–568. doi:[10.1007/s00276-011-0778-x](https://doi.org/10.1007/s00276-011-0778-x).
- [35] Zhang Z, Wang S, Ye M, et al. Rare variation: the absence of both the celiac trunk artery and the common hepatic artery[J]. *World J Surg Oncol*, 2022, 20(1):388. doi:[10.1186/s12957-022-02858-x](https://doi.org/10.1186/s12957-022-02858-x).
- [36] Malviya KK, Verma A. Importance of anatomical variation of the hepatic artery for complicated liver and pancreatic surgeries: a review emphasizing origin and branching[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(7):1233. doi:[10.3390/diagnostics13071233](https://doi.org/10.3390/diagnostics13071233).
- [37] Türkylmaz Z, Kula O, Çelik AO, et al. Evaluation of celiac artery and common hepatic artery variations by CT-angiography and new classification model[J]. *Surg Radiol Anat*, 2023, 45(8):1037–1047. doi:[10.1007/s00276-023-03180-1](https://doi.org/10.1007/s00276-023-03180-1).
- [38] Kopka L, Rodenwaldt J, Vossenhricht R, et al. Hepatic blood supply: comparison of optimized dual phase contrast-enhanced three-dimensional MR angiography and digital subtraction angiography[J]. *Radiology*, 1999, 211(1): 51–58. doi: [10.1148/radiology.211.1.r99mr2251](https://doi.org/10.1148/radiology.211.1.r99mr2251).
- [39] Choyke PL, Yim P, Marcos H, et al. Hepatic MR angiography: a multiobserver comparison of visualization methods[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2001, 176(2):465–470. doi:[10.2214/ajr.176.2.1760465](https://doi.org/10.2214/ajr.176.2.1760465).
- [40] 李保灿, 刘清欣. MRI 动态增强血管成像对肝癌供血血管显示价值评价[J]. *放射学实践*, 2014, 29(9):1054–1058. doi: [10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.09.018](https://doi.org/10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.09.018).
- Li BC, Liu QX. Evaluation on dynamic contrast enhanced MR angiography revealing the supplying blood vessels to primary

- hepatocellular carcinoma[J]. Radiologic Practice, 2014, 29(9): 1054–1058. doi:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.09.018.
- [41] Prince MR, Narasimham DL, Stanley JC, et al. Breath-hold gadolinium-enhanced MR angiography of the abdominal aorta and its major branches[J]. Radiology, 1995, 197(3): 785–792. doi: 10.1148/radiology.197.3.7480757.
- [42] Song SY, Chung JW, Yin YH, et al. Celiac axis and common hepatic artery variations in 5002 patients: systematic analysis with spiral CT and DSA[J]. Radiology, 2010, 255(1): 278–288. doi: 10.1148/radiol.09090389.
- [43] Zagyapan R, Kırkcüoğlu A, Bayraktar A, et al. Anatomic variations of the celiac trunk and hepatic arterial system with digital subtraction angiography[J]. Turk J Gastroenterol, 2014, 25(Suppl 1):104–109. doi:10.5152/tjg.2014.5406.
- [44] Karakoyun R, Romano A, Yao M, et al. Impact of hepatic artery variations and reconstructions on the outcome of orthotopic liver transplantation[J]. World J Surg, 2020, 44(6): 1954–1965. doi: 10.1007/s00268-020-05406-4.
- [45] Vivarelli M, Cucchetti A, La Barba G, et al. Ischemic arterial complications after liver transplantation in the adult: multivariate analysis of risk factors[J]. Arch Surg, 2004, 139(10): 1069–1074. doi:10.1001/archsurg.139.10.1069.
- [46] Mäkisalo H, Chaib E, Krokos N, et al. Hepatic arterial variations and liver-related diseases of 100 consecutive donors[J]. Transpl Int, 1993, 6(6):325–329. doi:10.1007/BF00335969.
- [47] Northover JM, Terblanche J. A new look at the arterial supply of the bile duct in man and its surgical implications[J]. Br J Surg, 1979, 66(6):379–384. doi:10.1002/bjs.1800660603.
- [48] Tisone G, Gunson BK, Buckels JA, et al. Raised hematocrit: a contributing factor to hepatic artery thrombosis following liver transplantation[J]. Transplantation, 1988, 46(1): 162–163. doi: 10.1097/00007890-198807000-00032.
- [49] Merion RM, Burtch GD, Ham JM, et al. The hepatic artery in liver transplantation[J]. Transplantation, 1989, 48(3): 438–443. doi: 10.1097/00007890-198909000-00018.
- [50] Dala Riva DF, Nacif LS, Fernandes MR, et al. Relationship of anatomic variations and arterial reconstruction of the hepatic artery: prevalence and effect on orthotopic liver transplantation[J]. Transplant Proc, 2022, 54(5): 1313–1315. doi: 10.1016/j.transproceed.2022.04.012.
- [51] Herrero A, Souche R, Joly E, et al. Early hepatic artery thrombosis after liver transplantation: what is the impact of the arterial reconstruction type?[J]. World J Surg, 2017, 41(8):2101–2110. doi: 10.1007/s00268-017-3989-4.
- [52] Sakamoto Y, Takayama T, Nakatsuka T, et al. Advantage in using living donors with aberrant hepatic artery for partial liver graft arterialization[J]. Transplantation, 2002, 74(4): 518–521. doi: 10.1097/00007890-200208270-00014.
- [53] Nishida S, Pinna AG, Nery JR, et al. Internal hernia of the small bowel around infrarenal arterial conduits after liver transplantation[J]. Clin Transplant, 2002, 16(5): 334–338. doi: 10.1034/j.1399-0012.2002.01149.x.
- [54] Kantar RS, Berman ZP, Diep GK, et al. Hepatic artery microvascular anastomosis in liver transplantation: a systematic review of the literature[J]. Ann Plast Surg, 2021, 86(1):96–102. doi: 10.1097/SAP.0000000000002486.
- [55] Yoon YI, Lee SG, Moon DB, et al. Microsurgical hepatic artery reconstruction in deceased donor liver transplantation for reduced arterial complications[J]. Transplant Proc, 2021, 53(5):1645–1652. doi:10.1016/j.transproceed.2021.04.009.
- [56] Zhang R, Zhang HZ, Han T, et al. Effect of accessory hepatic artery reconstruction on prognosis in orthotopic liver transplantation: a single center experience[J]. BMC Surg, 2023, 23(1): 138. doi: 10.1186/s12893-023-02021-7.
- [57] 何博, 王新, 王峰, 等. 肝移植供肝动脉变异与重建方式对术后早期动脉并发症的影响[J]. 临床肝胆病杂志, 2021, 37(8):1901–1904. doi:10.3969/j.issn.1001-5256.2021.08.030.
- He B, Wang X, Wang F, et al. Influence of arterial variation and reconstruction of the donor hepatic artery in liver transplantation on early postop-erative arterial complications[J]. Journal of Clinical Hepatology, 2021, 37(8): 1901–1904. doi: 10.3969/j.issn.1001-5256.2021.08.030.
- [58] Saad WE, Davies MG, Saad NE, et al. Catheter thrombolysis of thrombosed hepatic arteries in liver transplant recipients: predictors of success and role of thrombolysis[J]. Vasc Endovascular Surg, 2007, 41(1):19–26. doi:10.1177/1538574406296210.
- [59] Duffy JP, Hong JC, Farmer DG, et al. Vascular complications of orthotopic liver transplantation: experience in more than 4, 200 patients[J]. J Am Coll Surg, 2009, 208(5):896–903. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2008.12.032.
- [60] Hevelke P, Grodzicki M, Nyckowski P, et al. Hepatic artery reconstruction prior to orthotopic liver transplantation[J]. Transplant Proc, 2003, 35(6):2253–2255. doi: 10.1016/s0041-1345(03)00796-6.
- [61] Yamamoto H, Khorsandi SE, Cortes-Cerisuelo M, et al. Outcomes of liver transplantation in small infants[J]. Liver Transpl, 2019, 25(10):1561–1570. doi:10.1002/lt.25619.
- [62] Oberkofler CE, Reese T, Raptis DA, et al. Hepatic artery occlusion in liver transplantation: What counts more, the type of reconstruction or the severity of the recipient's disease?[J]. Liver Transpl, 2018, 24(6):790–802. doi:10.1002/lt.25044.
- [63] Mehta NN, Mangla V, Varma V, et al. Minimizing hepatic artery

thrombosis and establishing safety of grafts with dual arteries in living donor liver transplantation[J]. Transplant Proc, 2018, 50(5): 1378–1385. doi:10.1016/j.transproceed.2018.02.065.

( 本文编辑 姜晖 )

**本文引用格式:**俞琪, 房炯泽. DCD 供肝全肝移植中变异肝动脉的评估和处理现状[J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(8):1766–1776. doi:10.7659/j.issn.1005–6947.250175

**Cite this article as:** Yu Q, Fang JZ. Current status of assessment and management of variant hepatic arteries in DCD liver transplantation[J]. Chin J Gen Surg, 2025, 34(8): 1766–1776. doi: 10.7659/j.issn.1005–6947.250175

本刊常用词汇英文缩写表

|                  |                   |                   |                    |              |                 |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------|-----------------|
| C-反应蛋白           | CRP               | 甲型肝炎病毒            | HAV                | 纤连蛋白         | FN              |
| Toll样受体          | TLRs              | 碱性成纤维细胞转化生长因子     | bFGF               | 心电图          | ECG             |
| 氨基末端激酶           | JNK               | 经内镜逆行胆胰管造影        | ERCP               | 心脏监护病房       | CCU             |
| 白细胞              | WBC               | 聚合酶链反应            | PCR                | 血管紧张素II      | AngII           |
| 白细胞介素            | IL                | 抗生物素蛋白-生物素酶复合物法   | ABC法               | 血管内皮生长因子     | VEGF            |
| 半数抑制浓度           | IC <sub>50</sub>  | 辣根过氧化物酶           | HRP                | 血管性血友病因子     | vWF             |
| 变异系数             | CV                | 链霉抗生物素蛋白-生物素酶复合物法 | SABC法              | 血红蛋白         | Hb              |
| 标记的链霉抗生物素蛋白-生物素法 | SP法               | 磷酸盐缓冲液            | PBS                | 血肌酐          | SCr             |
| 表皮生长因子           | EGF               | 绿色荧光蛋白            | GFP                | 血小板          | PLT             |
| 丙氨酸氨基转移酶         | ALT               | 酶联免疫吸附测定          | ELISA              | 血压           | BP              |
| 丙二醛              | MDA               | 美国食品药品监督管理局       | FDA                | 血氧饱和度        | SO <sub>2</sub> |
| 丙型肝炎病毒           | HCV               | 脑电图               | EEG                | 烟酰胺腺嘌呤二核苷酸   | NADPH           |
| 超氧化物歧化酶          | SOD               | 内毒素/脂多糖           | LPS                | 严重急性呼吸综合征    | SARS            |
| 磁共振成像            | MRI               | 内皮型一氧化氮合酶         | eNOS               | 一氧化氮         | NO              |
| 极低密度脂蛋白胆固醇       | VLDL-C            | 内生肌酐清除率           | CCr                | 一氧化氮合酶       | NOS             |
| 低密度脂蛋白胆固醇        | LDL-C             | 尿素氮               | BUN                | 乙二胺四乙酸       | EDTA            |
| 动脉血二氧化碳分压        | PaCO <sub>2</sub> | 凝血酶时间             | TT                 | 乙酰胆碱         | ACh             |
| 动脉血氧分压           | PaO <sub>2</sub>  | 凝血酶原时间            | PT                 | 乙型肝炎病毒       | HBV             |
| 二甲基亚砜            | DMSO              | 牛血清白蛋白            | BSA                | 乙型肝炎病毒e抗体    | HBeAb           |
| 反转录-聚合酶链反应       | RT-PCR            | 热休克蛋白             | HSP                | 乙型肝炎病毒e抗原    | HBeAg           |
| 辅助性T细胞           | Th                | 人类免疫缺陷病毒          | HIV                | 乙型肝炎病毒表面抗体   | HBsAb           |
| 肝细胞生长因子          | HGF               | 人绒毛膜促性腺激素         | HCG                | 乙型肝炎病毒表面抗原   | HBsAg           |
| 干扰素              | IFN               | 三磷酸腺苷             | ATP                | 乙型肝炎病毒核心抗体   | HBcAb           |
| 高密度脂蛋白胆固醇        | HDL-C             | 三酰甘油              | TG                 | 乙型肝炎病毒核心抗原   | HBcAg           |
| 谷胱甘肽             | GSH               | 生理氯化钠溶液           | NS                 | 异硫氰酸荧光素      | FLTC            |
| 固相pH梯度           | IPG               | 世界卫生组织            | WHO                | 诱导型一氧化氮合酶    | iNOS            |
| 核糖核酸             | RNA               | 双蒸水               | ddH <sub>2</sub> O | 原位末端标记法      | TUNEL           |
| 核因子-κB           | NF-κB             | 丝裂原活化蛋白激酶         | MAPK               | 杂合性缺失        | LOH             |
| 红细胞              | RBC               | 四甲基偶氮唑盐微量酶反应      | MTT                | 增强化学发光法      | ECL             |
| 红细胞沉降率           | ESR               | 苏木精-伊红染色          | HE                 | 正电子发射计算机断层显像 | PET/CT          |
| 环氧化酶-2           | COX-2             | 胎牛血清              | FBS                | 肿瘤坏死因子       | TNF             |
| 活化部分凝血活酶时间       | APTT              | 体质量指数             | BMI                | 重症监护病房       | ICU             |
| 活性氧              | ROS               | 天门冬氨酸氨基转移酶        | AST                | 转化生长因子       | TGF             |
| 获得性免疫缺陷综合征       | AIDS              | 脱氧核糖核酸            | DNA                | 自然杀伤细胞       | NK细胞            |
| 肌酐               | Cr                | 细胞间黏附分子           | ICAM               | 直接胆红素        | DBIL            |
| 基质金属蛋白酶          | MMP               | 细胞外基质             | ECM                | 总胆固醇         | TC              |
| 计算机X线断层照相技术      | CT                | 细胞外调节蛋白激酶         | ERK                | 总胆红素         | TBIL            |