

# 肝静脉的解剖分型及其研究进展

陈术礼<sup>1</sup>, 朱生鑫<sup>2</sup>, 海玉英<sup>3</sup>, 闫 军<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>青海大学附属医院肝胆胰外科, 青海 西宁

<sup>2</sup>青海省西宁市第二人民医院心血管内科, 青海 西宁

<sup>3</sup>青海大学附属医院急诊ICU, 青海 西宁

<sup>4</sup>北京清华长庚医院肝胆胰中心, 北京

收稿日期: 2024年1月23日; 录用日期: 2024年2月16日; 发布日期: 2024年2月26日

## 摘 要

当今国内肝癌发病率居高不下, 肝切除术为其有效的治疗措施, 在肝胆外科手术中, 肝脏的血液回流是制约肝脏手术的重要因素, 肝静脉作为肝脏血液重要的回流通路, 因其解剖变异较大, 术中可发生肝静脉损伤导致术后肝静脉引流不畅引发严重后果; 同时21世纪外科手术的“精准性”变得愈发重要, 在复杂肝切除术、肝移植术前充分了解肝静脉解剖分型是提升肝脏手术“精准性”的重要一环, 所以术前充分了解肝静脉解剖分型的重要性不言而喻。肝静脉解剖走行及变异较复杂, 按其解剖特点对其进行分型, 有利于术者在肝脏手术术前充分了解并掌握患者肝静脉个体解剖情况及分型, 为肝脏手术提供解剖学依据, 其对手术方案的制订、手术的安全实施、最大限度保留正常肝组织、降低术后并发症的发生率也有着重要的意义。本文将回顾阐述目前主肝静脉、肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉各自分型的研究进展。

## 关键词

肝静脉, 解剖分型, 肝右静脉, 肝中静脉, 肝左静脉, 肝切除术, 肝移植术

# Anatomic Typing and Research Progress of Hepatic Vein

Shuli Chen<sup>1</sup>, Shengxin Zhu<sup>2</sup>, Yuying Hai<sup>3</sup>, Jun Yan<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining Qinghai

<sup>2</sup>Department of Cardiovascular Medicine, The Second People's Hospital of Xining, Qinghai Province, Xining Qinghai

<sup>3</sup>Emergency ICU, Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining Qinghai

<sup>4</sup>Center of Hepatobiliary Pancreas, Tsinghua Changgeng Hospital, Beijing

Received: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2024; accepted: Feb. 16<sup>th</sup>, 2024; published: Feb. 26<sup>th</sup>, 2024

\*通讯作者。

## Abstract

At present, the incidence of liver cancer in China remains high, and hepatectomy is an effective treatment. In hepatobiliary surgery, liver blood reflux is an important factor restricting liver surgery. Hepatic vein, as an important return pathway of liver blood, may be damaged during operation, resulting in poor postoperative hepatic vein drainage and serious consequences due to its large anatomical variation. At the same time, the “accuracy” of surgical operations in the 21<sup>st</sup> century has become increasingly important. Fully understanding the anatomical classification of liver veins before complex hepatectomy and liver transplantation is an important part of improving the “accuracy” of liver surgery, so the importance of fully understanding the anatomical classification of liver veins before surgery is self-evident. The anatomical course and variation of hepatic veins are complicated, and the classification of hepatic veins according to their anatomical characteristics is helpful for surgeons to fully understand and master the individual anatomical status and classification of patients’ hepatic veins before liver surgery, and provide anatomical basis for liver surgery. It also plays an important role in the formulation of surgical plan, the safe operation, the maximum preservation of normal liver tissue and the reduction of the incidence of postoperative complications. This article will review the current research progress of the main hepatic vein, right hepatic vein, middle hepatic vein and left hepatic vein autotyping.

## Keywords

Hepatic Vein, Anatomical Typing, Right Hepatic Vein, Middle Hepatic Vein, Left Hepatic Vein, Hepatectomy, Liver Transplantation

Copyright © 2024 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. 引言

准确了解肝静脉的解剖结构及其分型对于包括肝部分切除术、肝移植术和肝创伤在内的安全肝脏手术是必不可少的[1]，不仅可以减少大出血或因大静脉撕裂引起的空气栓塞的灾难，而且可以在手术后维持足够的肝脏流出。肝静脉流出梗阻对肝功能的影响是肝脏外科手术中最不为人所知的方面。维持足够的静脉流出量被广泛认为可以避免不同程度的肝静脉流出梗阻导致肝功能障碍或肝功能衰竭[2]。对于肝硬化或梗阻性黄疸患者或通过肝移植接受边缘性肝移植的患者，肝静脉流出部分是否存在梗阻意味着患者的生死。因此，术前对患者肝静脉解剖分型的了解有助于良好的术前计划和更大的手术安全性[3]。

## 2. 肝静脉解剖

肝静脉包含三支主肝静脉和数支肝短静脉。肝窦内的血液从肝门静脉和肝固有动脉流入中心静脉，然后流入肝静脉，汇合成三条主肝静脉，分别为肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉，最后流入下腔静脉。三支主肝静脉在下腔静脉肝后部分的上三分之一处引流；在下腔静脉肝后部分的中下三分之一处，由几组肝短静脉引流。肝左静脉和肝中静脉可能各自直接流入下腔静脉，据国内外数据统计更常见的是在引流到下腔静脉之前形成一个短的公共干[4]。

肝右静脉通常较粗大，肝外行程较短，直接流入下腔静脉，其直径与肝短静脉直径呈负相关。右肝

静脉解剖是三条主肝静脉中最复杂的，大多呈一主干并数条分支，同时其变异也较多。其主要引流右后叶与右前叶大部分血流，额外的引流通过短的肝后静脉直接进入下腔静脉，有时通过右下副肝静脉。

肝中静脉位于正中裂内，主干多由左、右两支汇合而成，主要引流左内叶和右前叶的血流，变异较多，有时也可引流左内叶、左外叶下段的血流，如肝中静脉右根起自右后叶的下部则也收纳该区域血流[5]。

肝左静脉主干位于左段间裂内，一般由上、下两根汇合而成，常与肝中静脉共干于第二肝门横行沟走行后汇入下腔静脉。其主要收集左外叶的全部血流和左内叶的部分血流。肝左静脉的主要属支有左后上缘静脉、左叶间静脉和内侧支[6]。

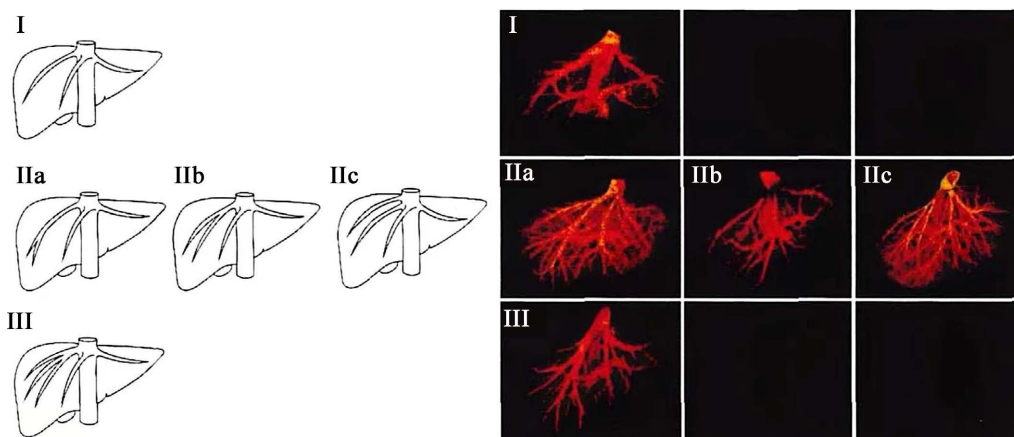
### 3. 主肝静脉分型

1957年国外学者 Goldsmit [7]根据三支主肝静脉汇入下腔静脉方式将肝静脉分为三型，I型：肝左静脉和肝中静脉共干或合干后汇入下腔静脉，肝右静脉单独汇入下腔静脉；II型：三支主肝静脉分别汇入下腔静脉；III型：肝左静脉单独汇入下腔静脉，肝右与肝中静脉共干汇入下腔静脉；此分型未考虑到三支主肝静脉共干后汇入下腔静脉这种方式，而实际中三支主肝静脉共干后汇入下腔静脉这种情况虽然罕见，但确实存在。国内学者刘朝奎和刑雪[8]等对此做了补充，具体分型方式为：I型：肝左静脉和肝中静脉共干或合干汇入下腔静脉，肝右静脉单独汇入下腔静脉；II型：三支肝静脉分别汇入下腔静脉；III型：肝右静脉和肝中静脉共干汇入下腔静脉，肝左静脉单独汇入下腔静脉；IV型：肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉三者共干后汇入下腔静脉；至此主肝静脉的分型方式趋向完整。明英姿[9]依据肝移植术中肝静脉与下腔静脉吻合方式提出了更为细致的分型方式：I型：肝左静脉和肝中静脉共干或合干后汇入下腔静脉，肝右静脉单独汇入下腔静脉；II型：肝左静脉单独汇入下腔静脉，肝右与肝中静脉共干汇入下腔静脉；III型：肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉三者共干后汇入下腔静脉；IVa型：肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉三者分别在同一水平面流入下腔静脉；IVb型：肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉三者分别在不同水平面流入下腔静脉；V型：无明确的三支主肝静脉，各肝段形成数支肝静脉分别汇入下腔静脉；此分型包含了三支主肝静脉不在同一水平的情况，其在肝移植手术中具有重要的指导意义，同时也提出了无主肝静脉只存在肝短静脉的情况，可谓考虑到了肝静脉的方方面面，十分完善，实际情况中确实存在不少三支主肝静脉并未在同一水平面，如在术前认识到此种情况，并对照相应分型，将之熟记于心，反复虚拟操练，可提高患者手术的成功率以及减少术后相关并发症。

### 4. 肝右静脉分型

1981年国外学者 Nakamura [10]提出了以肝右静脉大小、粗细及是否有其他静脉协助引流肝右叶血流为基准的3种肝右静脉分型，I型：有粗大的肝右静脉引流肝右叶的大部分血液，伴或不伴有小的肝右后静脉引流肝右叶的后下小部分血液；II型：肝右静脉中等大小，引流右前叶及右后叶上段大部分血液，同时伴中等大小的肝右后静脉引流肝右后叶下部；III型：存在短小的肝右静脉只引流肝右后叶上部血液，伴随较粗大的肝中静脉和粗大的肝右后静脉引流肝右叶大部分血液。陈铁军[11]依据国人肝静脉特点提出了四种分型，A型：此型最常见，是一个主干和若干小分支；B型：肝右静脉为一短干，有粗大的肝中静脉起代偿作用；C型：细小的肝右静脉伴有一较粗大的直接汇入下腔静脉的右后下静脉；D型：细小的肝右静脉伴有一支细小的直接注入下腔静脉的副肝右静脉；近年来三维重建技术发展迅猛，陈瑞欣[12]提出了基于三维重建(图1)，根据肝右静脉的属支汇合及其引流情况分为三种类型：I型：最常见，仅有一条主干引流肝右叶血液，无其他大的属支存在II型：有两条属支，IIa型：为两条属支在远端汇合处形成肝右静脉主干；IIb型：为两条属支在近端汇合处形成肝右静脉主干后注入下腔静脉；IIc型：为两条属支独立地注入下腔静脉，III型：为三条属支汇合形成肝右静脉主干后注入下腔静脉。尽管国内外学者

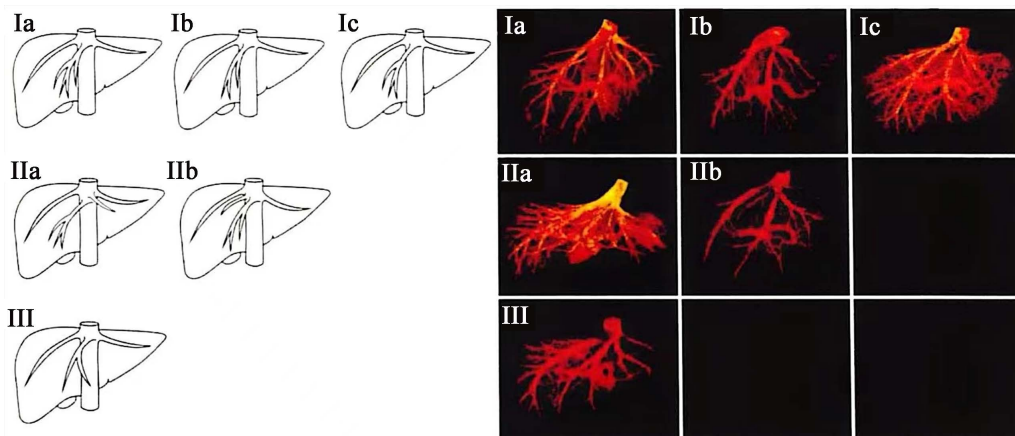
提出了不少分型,但肝右静脉变异颇多,纷繁冗杂,缺乏统一的共识,同时很多情况是无法纳入任何一种现有分型的,例如肝右静脉、肝中静脉、肝右后静脉同时较粗大交叉引流共同区域又或是肝右后静脉呈数支并不规则汇入下腔静脉等等情况,这些都无法具体纳入某种分型便于记忆去提升术中操作;笔者认为每个患者都应基于三维重建去实行个体化肝右静脉分型,术前利用计算机三维重建出肝脏及肝右静脉的模型,充分了解肝右静脉的解剖走形、个体化变异,依据手术需要去决定相关肝右静脉的各分支血管的结扎或是重建,这将大大地提高肝脏手术的精准性,减少术后因误伤肝静脉所致的肝淤血、肝功能不全等相关并发症。



**Figure 1.** Right hepatic vein typing  
**图 1.** 肝右静脉分型

## 5. 肝中静脉分型

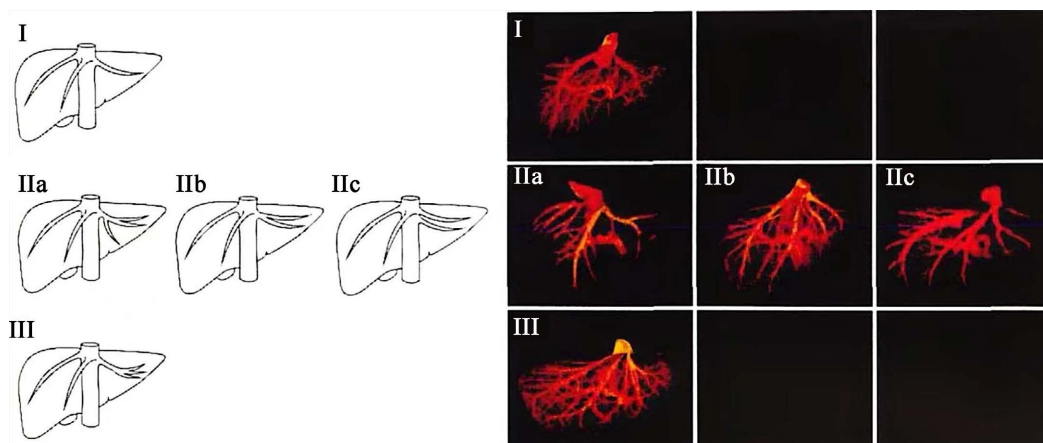
1979年 Masselot [13]提出了肝中静脉的3种分型: I型:左内叶下部和右前叶下部的大小相等的两支静脉汇合成干,沿途接受多支细小静脉; II型:呈单一主干,全程接收邻近组织的回流静脉; III型:形态上与 I型类似,但静脉支深入到右后叶。此分型提出较早,虽较粗略,未考虑到各支静脉引流区域,但在早期肝中静脉解剖知识缺乏时,为后面肝中静脉相关解剖的发展起到了奠基作用。后来 Marcosa [14]考虑到各分支引流区域及肝中静脉的周围分支不同提出了3种分型, I型:肝中静脉由2支直径  $> 5\text{ mm}$  但引流范围基本等大的 V5、V4b支汇合而成,在其上方常常有粗大的 V8支静脉汇入肝中静脉; II型:肝中静脉呈一粗大主干,两侧分支均细小,未梢 V4a的引流范围往往稍大于 V5; III型:肝中静脉的 V5、V4a属支出现较早且较多,但都  $< 5\text{ mm}$ ,通常 V5引流范围会稍大于 V4a;此分型虽考虑到了引流区域的问题,但实际中部分肝中静脉的解剖并不能纳入到相关分型。后来随着计算机三维重建技术的发展,肝脏及其血管都可以进行三维重建生成三维的模型,肝中静脉的立体解剖可以更清楚地呈现出来,陈瑞欣[12]基于肝脏及血管三维重建模型提出了根据肝中静脉的属支汇合及其引流情况将其分为四种类型(图2), Ia型:最常见,为肝中静脉主干由右前下属支(引流段 V)、左前下属支(引流段 IVb)、右前上属支(引流段 VIII)和左前上属支(引流段 IVa)形成; Ib型:缺少右前上属支(引流段 VIII); Ic型:缺少左前上属支(引流段 IVa); II型:在I型的基础上,前上属支直接汇入下腔静脉, IIa型为右前上属支(引流段 VIII)汇入下腔静脉, IIb型为左前上属支(引流段 IVa)汇入下腔静脉; III型:为右前属支和左前属支汇合形成肝中静脉主干。此分型得益于三维模型对各支静脉较好地呈现效果对各种肝中静脉的解剖情况都进行了较好的归纳,术前了解到肝中静脉的解剖分型利于涉及到肝中静脉的肝切除术更好地实施,减少肝中静脉的误伤,提高手术的精准性;肝中静脉分型至此已相对较完善。



**Figure 2.** Middle hepatic vein typing  
**图 2.** 肝中静脉分型

## 6. 肝左静脉分型

1996 年国外学者 Kawasaki [15] 依据 IVb 段汇入肝中静脉或是肝左静脉分为两型：I 型：IVb 段引流入肝中静脉，II 型：IVb 段引流入肝左静脉；国内学者陈铁军 [11] 也提出了肝左静脉的两种分型，A 型：为肝左静脉仅有一个主干和若干分支；B 型：出现汇入肝左静脉的 4 段静脉；此两种分型相对较笼统、简单，实际肝左静脉的解剖亦较复杂。国外学者 Reicher [16] 提出了更为细致的分型，将肝左静脉分为 3 型，I 型：左外叶上、下部肝静脉支在脐裂处汇合为肝左静脉主干，主干沿途接收静脉支；II 型：左外叶上、下部静脉支在接近第二肝门处汇合为肝左静脉；III 型：呈单一主千，汇集细小的多支左外叶上、下部静脉支。陈瑞欣 [12] 基于肝脏及其血管三维重建模型根据肝左静脉的属支及其引流情况将其分为 3 种类型 (图 3)，I 型：仅有一条粗大的主干引流肝左叶的血液，无其他大属支；II 型为两条属支，IIa 型：为两条属支在脐裂处汇合形成肝左静脉主干；IIb 型：为两条属支在下腔静脉水平处汇合形成肝左静脉主干；IIc 型：为两条属支独立地注入下腔静脉；III 型：为三条属支汇合形成肝左静脉主干后注入下腔静脉；该分型细致全面的阐述各种肝左静脉的解剖分型，实际肝左静脉解剖情况均能对应到其中的某一分型。至此，肝左静脉的解剖分型已趋于完善，在涉及到肝左静脉的肝切除术时均可对照到相应分型，利用其分型提高手术操作的精准性，为涉及到肝左静脉肝切术的提升做出贡献。



**Figure 3.** Left hepatic vein typing  
**图 3.** 肝左静脉分型

## 7. 结语

随着精准肝切除术和活体肝移植术等技术的发展,对肝静脉的解剖及分型提出了更为细致要求,传统的基于肝脏标本灌注塑形得出的肝静脉解剖知识已无法满足手术的需要。近年来多层螺旋 CT 以及计算机三维重建技术发展迅猛[17],基于计算机对肝脏及各脉管进行三维重建生成立体模型,可以从立体空间去了解各肝静脉及其各级属支的形态、走形、引流区域,从而做出更为细致的肝静脉解剖分型,其在基础和临床肝切除手术及肝移植术中均有重要意义。目前已有学者基于三维重建技术对肝静脉的解剖分型做出了较为系统的分类,但缺乏各分型在手术实践中的研究,显而易见的是肝静脉各解剖分型在手术中的应用及其意义值得更深一步地研究、总结,涉及肝脏的手术也将因此更为精准而完美。

## 参考文献

- [1] 张永祥. 个体化肝静脉、门静脉三维重建在肝脏外科中的应用[D]: [硕士学位论文]. 广州: 南方医科大学, 2013.
- [2] Nagorney, D.M. (2010) The Impact of Hepatic Venous Anatomy on the Hepatic Remnant: Need for Assessment? *Surgery*, **147**, 811. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2010.01.016>
- [3] Fang, C.H., You, J.H., Lau, W.Y., et al. (2012) Anatomical Variations of Hepatic Veins: Three-Dimensional Computed Tomography Scans of 200 Subjects. *World Journal of Surgery*, **36**, 120-124. <https://doi.org/10.1007/s00268-011-1297-y>
- [4] Abdel-Misih, S.R. and Bloomston, M. (2010) Liver Anatomy. *Surgical Clinics of North America*, **90**, 643-653. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2010.04.017>
- [5] 齐然, 邢雪. 肝静脉在精准肝切除和肝移植外科的应用研究进展[J]. 临床普外科电子杂志, 2018, 6(1): 31-36.
- [6] 赵振美, 刘树伟, 林祥涛, 等. 肝静脉的冠状断层解剖学研究[J]. 解剖学报, 2006(4): 450-454.
- [7] Goldsmith, N.A. and Woodburne, R.T. (1957) The Surgical Anatomy Pertaining to Liver Resection. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, **105**, 310-318.
- [8] 刘朝奎, 邢雪. 肝中静脉及其属支解剖在肝脏外科中的应用[J]. 中国现代普通外科进展, 2020, 23(3): 240-243+247.
- [9] Ming, Y.Z., Niu, Y., Shao, M.J., She, X.G. and Ye, Q.F. (2012) Hepatic Veins Anatomy and Piggy-Back Liver Transplantation. *Hepatobiliary and Pancreatic Diseases International*, **11**, 429-433. [https://doi.org/10.1016/S1499-3872\(12\)60203-3](https://doi.org/10.1016/S1499-3872(12)60203-3)
- [10] Nakamura, S. and Tsuzuki, T. (1981) Surgical Anatomy of the Hepatic Veins and the Inferior Vena Cava. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, **152**, 43-50.
- [11] 陈铁军, 唐云强, 唐辉. 3D 技术指导下个体化肝静脉分型及其在肝脏肿瘤切除中的应用[J]. 世界华人消化杂志, 2013(32): 3479-3485.
- [12] 陈瑞欣. 肝静脉三维 CT 解剖及其与肝内门静脉的空间关系[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2023.
- [13] Kan, M.K. and Hopkins, G.B. (1979) Measurement of Liver Volume by Emission Computed Tomography. *Journal of Nuclear Medicine*, **20**, 514-520.
- [14] Marcos, A., Orloff, M., Mieles, L., Olzinski, A.T., Renz, J.F. and Sitzmann, J.V. (2001) Functional Venous Anatomy for Right-Lobe Grafting and Techniques to Optimize Outflow. *Liver Transplantation*, **7**, 845-852. <https://doi.org/10.1053/jlts.2001.27966>
- [15] Kawasaki, S., Makuuchi, M., Miyagawa, S., et al. (1996) Extended Lateral Segmentectomy Using Intraoperative Ultrasound to Obtain a Partial Liver Graft. *American Journal of Surgery*, **171**, 286-288. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(97\)89570-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(97)89570-0)
- [16] Reichert, P.R., Renz, J.F., D'Albuquerque, L.A., et al. (2000) Surgical Anatomy of the Left Lateral Segment as Applied to Living-Donor and Split-Liver Transplantation: A Clinicopathologic Study. *Annals of Surgery*, **232**, 658-664. <https://doi.org/10.1097/0000658-200011000-00007>
- [17] 赵静, 杨广奇, 沈静娴, 等. 64 排螺旋 CT 血管成像评价肝静脉解剖三维方位及变异[J]. 中华消化病与影像杂志(电子版), 2013, 3(2): 19-23.