

基于三维重建技术的S6/S7段间静脉的研究及临床意义

韩梦玲, 黎航, 邵子力, 宋笑冬

广州医科大学附属第二医院, 广州市 510260

摘要: 肝细胞癌常沿门静脉系统发生肝内转移, 因此临床需要进行精确的解剖性肝切除, 旨在提高肿瘤学疗效并同时保留肝脏体积。在施行涉及S6段和S7段的解剖性肝切除过程中, 这两个肝段之间的段间静脉(IVs)是潜在的解剖标志, 有助于确定准确的切除平面。本研究收集了164名肝细胞癌患者接受了增强计算机断层扫描(CT)检查, 并使用三维(3D)重建技术分析S6肝段和S7肝段之间的IVs。研究了IVs的发生率、特征、空间定位以及与右肝静脉(RHVs)直径的相关性。全部肝癌患者中71.95%的患者S6肝段和S7肝段之间存在IVs, 其主要回流入RHVs。它们通常汇聚在RHVs的中下部。最清晰可辨认的IVs和RHVs之间的连接点发生在第二肝门水平面的中点和胆囊床的中心。RHV直径较大的患者更容易出现IVs汇入RHVs(Type 1), 而RHV直径较小的患者, IVs汇入右后下肝静脉(IRHVs)(Type 2)。S6肝段和S7肝段之间的IVs是实行解剖性肝切除时重要的解剖标志。当RHVs和IRHVs共存时, RHV直径大小可预测IVs的类型。有助于在解剖性肝切除中确定断肝平面, 减少出血并提高患者安全性。

关键词: 肝细胞癌, 解剖性肝切除, 段间静脉

Study of the intersegmental veins between S6 and S7 based on 3D reconstruction

Mengling Han, Hang Li, Zili Shao, Xiaodong Song

Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery Division, Department of Surgery, The Second Affiliated Hospital of Guangzhou University, Guangzhou 510260, China

Abstract: Hepatocellular carcinoma often metastasizes along the portal venous system, necessitating precise anatomical resection. Anatomic resection (AR) involving segments S6 and S7 aims to enhance oncological efficacy while preserving liver volume. The intersegmental veins (IVs) between these segments are potential anatomical landmarks that facilitate accurate determination of the resection plane. Three-dimensional (3D) reconstruction technology was used to analyze the IVs between S6 and S7 in 164 patients who underwent contrast-enhanced computed tomography (CT). The incidence of IVs, their characteristics, spatial localization, and correlation with the diameter of the right hepatic vein (RHVs) were examined. IVs were identified in 71.95% of patients, primarily connecting to the RHV. They often converged in the middle-lower portion of the RHV. The most clearly identifiable junctions between the IVs and RHV were located at the midpoint of the horizontal planes of the second hepatic portal region and the center of the gallbladder bed. Patients with a larger-diameter RHV were more likely to have IVs draining into the RHV (Type 1), while a smaller-diameter RHV correlated with IVs draining into the inferior right hepatic vein (IRHV) (Type 2). The IVs between S6 and S7 are prevalent and feasible anatomical landmarks for AR. When the RHV and IRHVs coexist, the diameter of the RHV predicts the type of IVs present. IVs enhance the precision of determining transection planes during AR of S6 and S7, potentially reducing blood loss and enhancing patient safety. Further research is needed to validate these findings and address limitations in sample size and hemodynamic variations.

Keywords: hepatocellular carcinoma, anatomical resection, intersegmental veins, RHV, IRHV, intersegmental plane

收稿日期: 2023-11-13; 修回日期: 2024-4-3

基金项目: 无

通讯作者/Corresponding author: 宋笑冬/Xiaodong Song, E-mail:

surgi_song@163.com

本文编辑: 沈艾

1. 引言

肝细胞癌是一种高度恶性的恶性肿瘤, 癌细胞常通过门静脉血流发生肝内转移⁽¹⁾。考虑到肝细胞此肿瘤学特点, 在1980年代Machuchi等提出了解剖性肝切除的概念。这种手术方法将肝肿瘤联合支配该肿瘤门静脉血流流域的

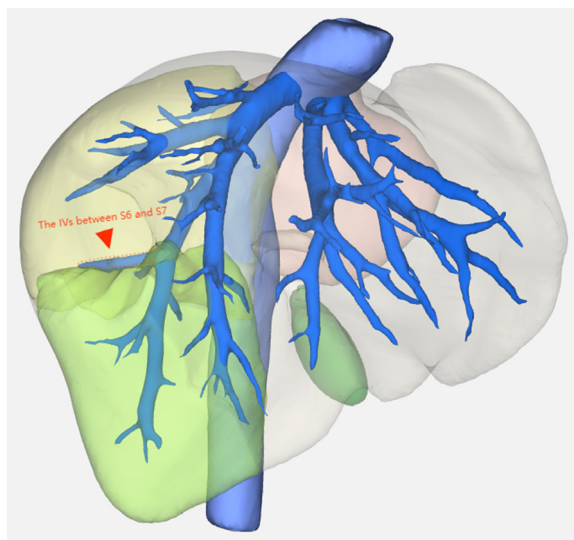


图1. S6和S7肝段之间的段间静脉

肝段一并切除，从理论上减少了肝细胞癌经过门静脉血流肝内转移的风险。解剖性肝切除的目的是既有效的达到肿瘤学根治，同时充分的保护残余肝功能⁽²⁻⁴⁾。

在进行解剖性肝切除的过程中，目前有许多方法协助界定目标切除肝段的边界。这些方法包括有美蓝或吲哚菁绿染色⁽⁵⁻⁶⁾，显露肝段段间静脉⁽⁷⁻⁸⁾等。其中临床上在施行解剖性肝切除中以显露肝左、肝中、肝右三条主要肝静脉最为常用⁽⁹⁻¹⁰⁾，另外还有显露前裂静脉⁽¹¹⁾和尾叶静脉⁽¹²⁾的相关报道。在Couinaud肝段分类中肝右后叶的肝S6段和S7段是独立的肝段，理论上来说这两个肝段之间应该存在对应的段间静脉^(8?? 13??)，在施行涉及S6和S7的解剖性亚肝段切除中，此段间静脉应该显露，以作为断肝平面的标记。然而，目前很少有关于S6/S7肝段段间静脉的研究，因此，本研究主要针对该段间静脉展开深入的研究。最近三维重建技术已经广泛引用于解剖性肝切除中⁽¹⁴⁻¹⁵⁾。在本研究中，将在三维重建技术的协助下确定门静脉血流支配进行肝脏分段，从而确定S6/S7段间静脉并进行分析研究（图1）。

2. 资料和方法

按照以下方案施行多层螺旋CT平扫加增强检查：在扫描开始前，运用加压注射器经肘静脉注射650mg/kg非离子碘造影剂，30秒内完成输注。随后在动脉早期、动脉晚期，门静脉期进行影像学检查，时间间隔分别选择在造影剂注入后的25秒、35秒和60秒。每个扫描期扫描的层厚为0.625mm。MDCT数据集随后转移到三维重建分析软件。从连续的多层螺旋CT图像中提取数据经过软件自身的自动算法，利用动脉晚期和门静脉晚期的数据来确定各个亚段的门静脉流域，并对门静脉流域的肝脏体积渲染。由此产生三维图像，图像包括肝实质、门静脉，肝动脉，肝静脉等组成的三维合成图像。

回顾性分析在2021年至2023年间在广州医科大学附属第二医院就诊诊断为肝细胞癌患者，已行上腹部多排螺旋CT平扫+增强检查。其中增强扫描后血管显像不佳，或由于肝右叶肿瘤引起的明显肝内动静脉瘘的病人排除在入组

表1 段间静脉的发生率以及类型

Category/Description	Count	Percentage
Total patients	164	
Males	103	62.80%
Females	15	9.15%
Patients with IVs (Between S6 and S7)	118	71.95%
Type 1: into RHV	106	89.83%
Type 2: into IRHV	12	10.17%

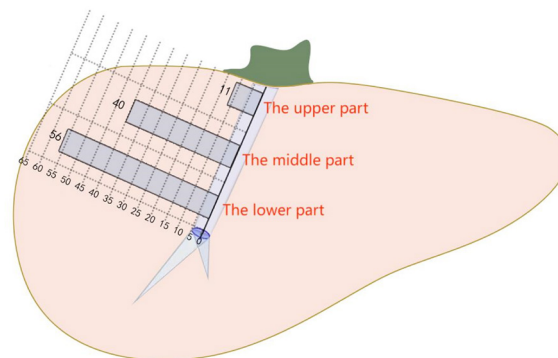


图2. 根据肝右静脉主干的长径，将段间静脉回流点的发生位置分为三等分，分别为上部，中部和下部。条形图显示为该部分段间静脉的发生概率

范围之外。共有164名患者入组。运用肝脏三维重建软件对其CT影像资料进行重建分析，得出基于门静脉血运支配的S6及S7分段，并且重建出引流该分段的静脉血流以及定位在两个亚肝段之间的段间静脉。然后对该段间静脉进行进一步的分析。

3. 结果

3.1. 段间静脉的发生率和特征

入组的164例患者中，有119名患者（72.56%）发现有S6/S7段间静脉存在。由15名女性和104名男性组成。根据该段间静脉回流的类型可将其分为两型。I型：段间静脉回流进入肝右静脉，共有107例患者（89.92%）；II型：段间静脉回流进入右后下静脉，共有12例患者（10.08%）（表1）。其中一例患者存在有两条段间静脉，分别汇入肝右静脉和右后下静脉，在全部存在段间静脉的病例中发生率为0.8%。测量段间静脉直径中位数为0.28厘米（0.21-0.39）。

3.2. 段间静脉汇入肝右静脉的结合点

从以上结果可见，段间静脉回流的类型以I型汇入肝右静脉为主。继而我们对段间静脉汇入肝右静脉的汇入点所在位置进行研究。将肝右静脉全长分为上中下三部分，在107例I型病例中，有11例汇合点在上部（10.28%），40例（37.38%）汇合点在中部，56例（52.34%）汇合点在下部（图2）。

为了进一步确定段间静脉汇入肝右静脉结合点的位置，我们以两个标准解剖标志作为两个参考水平面。分析汇入点距离两个参考平面的距离。两个参考平面分别是

第二肝门水平面和胆囊肝床中点水平面（图3）。两个平面的中位垂直距离d1是5.45厘米（4.7-6.96）。d2为第二肝门水平面到段间静脉汇流结合点的距离，测量中位数为2.82厘米（2.07-3.76）。d2/d1的比例为0.5（0.38-0.68）。

3.3. 比较I型和II型的肝右静脉和肝右后下静脉的关系

在本组118例存在独立段间静脉的病例中，有27例病例发现存在有肝右后下静脉，在27例中的12例为II型病例（段间静脉回流入右后下静脉）。剩余的15例为I型病例。I型与II型病例在性别，年龄，段间静脉的直径，肝后下静脉的直径等因素中，统计学上无显著性差异。而在肝右静脉直径，和S7段体积这两个参数比较中，统计学上存在有显著性差异，P值分别为 $P=0.001$ 和 $P=0.048$ （表2）。多因素回归分析显示肝右静脉的直径是影响段间静脉回流入肝右静脉还是右后下静脉的独立影响因素（ P 值 <0.05 ）（表3）。

3.4. 评估肝右静脉直径对于预测S6/S7段间静脉回流类型的意义

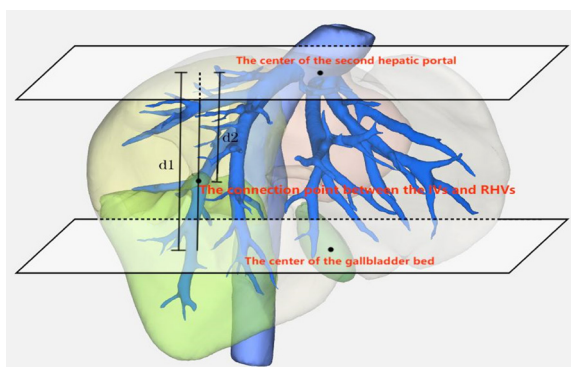


图3. 运用第二肝门水平面和胆囊肝床中点作为水平面参照。d1为两个水平面的垂直距离。d2为第二肝门水平面到段间静脉汇入点平面的垂直距离。d2/d1用做表示段间静脉汇合点在肝脏表面的相对位置

表2 I型和II型段间静脉病例的一般资料

Category	[All] N=27	[Group 1] N=12	[Group 2] N=15	P.value
Sex,N				1
Female	1 (3.70%)	0 (0.00%)	1 (6.67%)	
Male	26 (96.3%)	12 (100%)	14 (93.3%)	
Age,years	56.8 (8.53)	56.6 (9.61)	56.9 (7.91)	0.92
The diameter of RHVs,cm	0.80 (0.27)	0.63 (0.16)	0.95 (0.26)	0.001
The diameter of IRHVs,cm	0.41 [0.37;0.63]	0.60 [0.38;1.00]	0.39 [0.37;0.45]	0.17
The diameter of IVs,cm	0.35 (0.14)	0.35 (0.11)	0.35 (0.16)	0.943
Volume of S6,mL	177 (84.2)	168 (85.0)	184 (85.8)	0.625
Volume of S7,mL	249 [169;290]	290 [228;313]	187 [169;266]	0.048

表3 肝右静脉直径的多因素回归分析。结果显示肝右静脉直径是S6/S7段段间静脉回流入肝右静脉的独立影响因素（ $P<0.05$ ）

Variates	B	S.E	p-value	OR	OR 95% C.I	
					Lower limit	Upper limit
Diameter of RHVs	-8.641	3.465	0.013	0	0	0.042

在受试者工作特征曲线图4（ROC）分析中可见，曲线下面积计量为0.864。肝右静脉直径的阈值为0.639厘米时，敏感度和特异度的阈值最大，分别为66.7%和93.3%。提示为利用肝右静脉预测S6/S7段段间静脉回流时，直径大于等于0.639厘米时，段间静脉更有可能流入肝右静脉，反之更容易回流入右后下静脉。

4. 讨论

根据Couinaud肝脏分段，S6段和S7段分别为独立的肝脏亚段⁽¹³⁾，但它们之间的界线缺乏重要的解剖标志，使其成为施行解剖性肝S6或S7亚段切除时的难点。我们已认识到显露段间静脉是解剖性肝切除其中一种重要方法，但是少有关于S6和S7段段间静脉的文章报道，缺乏关于针对该段间静脉的解剖和其指导解剖性肝切除意义的研究。为了解决此临床问题，我们运用了肝脏三维

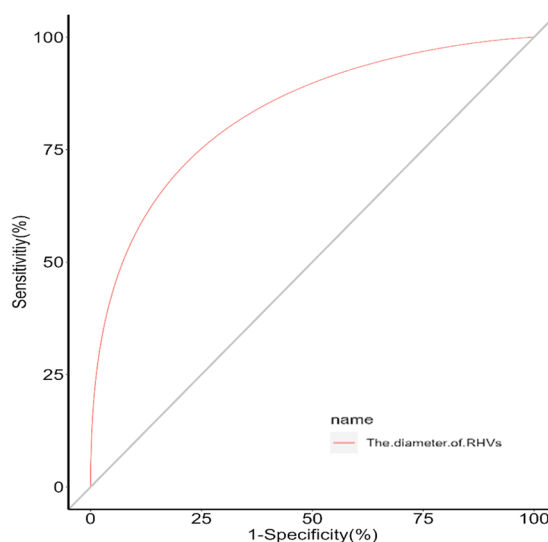


图4. ROC曲线描述肝右静脉直径作为预测段间静脉回流类型的诊断效能。曲线下面积计量为0.864

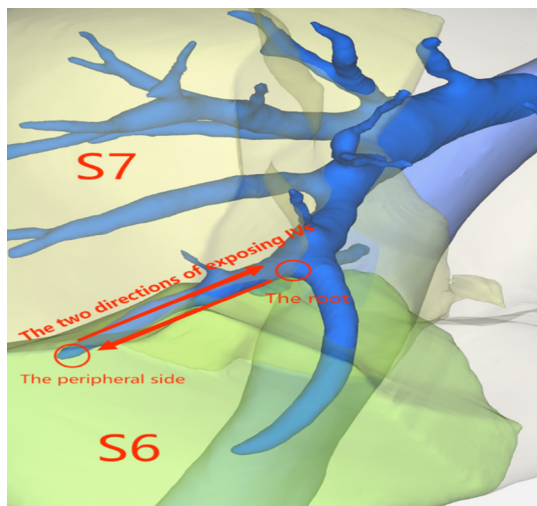


图5. 两种手术方式显露段间静脉。1, 从根部到外周显露; 2, 从外周到根部显露

重建技术对S6/S7段段间静脉进行了仔细的分析, 研究其对指导解剖性肝切除的意义。结果显示大部分病例(71.95%)存在有此段间静脉, 证明了其作为解剖标记的可行性。根据S5/S8段段间静脉的相关研究报告⁽¹⁶⁻¹⁷⁾, 目前主流主要有两种方法显露肝内肝静脉⁽⁸⁾: 1) 从肝静脉根部到外周显露; 2) 从外周到根部显露(图5)。我们推测在解剖性肝S6或S7亚段切除中亦有两种方式去显露S6/S7段间静脉。第一种方法是利用术中B超去辨认定位段间静脉, 在肝脏表面进行相应标记, 然后切开肝实质从外周显露后追溯到该静脉根部。另一种方法是首先定位找到肝右静脉, 继而分辨找到段间静脉汇入点, 然后从根部至末梢显露该段间静脉, 界定断肝平面。值得注意的是在我们研究中, 显示了绝大部分的段间静脉回流入肝右静脉(89.92%), 另外10.08%回流入右后下静脉。由于肝右静脉解剖位置较固定, 能够在手术过程中容易找到, 因此我们认为循肝右静脉定位段间静脉是比较有效、直接的方法。为了更好的确定汇入肝右静脉结合点的位置, 我们用了肝右静脉和第二肝门水平面作为参照物, 发现了汇合点位于肝右静脉的中下部(中部占37.38%, 下部占52.34%), 在第二肝门和胆囊肝床水平面的1/2位置(图3: d2/d1=0.5), 结合两者能更方便术中定位段间静脉。

有研究指出肝右静脉的直径和右后下静脉的直径呈负相关关系⁽¹⁸⁾。根据肝右静脉和右后下静脉的关系, 我们定义了两种段间静脉的类型。I型为回流入肝右静脉, II型为回流入右后下静脉。为了探讨在肝右静脉和右后下静脉同时存在的病例中, 如何预测段间静脉属于哪一型。我们对肝静脉的直径进行分析, 研究发现, 肝右静脉的直径是确定段间静脉回流入哪条静脉的独立影响因素。更粗直径的肝右静脉会导致段间静脉更容易回流入肝右静脉(I型), 反之肝右静脉更细多属于II型。我们观察当肝右静脉直径大于或等于0.639厘米, 段间静脉更多符合I型。此结果可作为术前预测段间静脉类型一种方法。

本研究率先开展肝脏S6/S7段段间静脉的研究, 然而更多的临床研究需要更进一步证实, 病例之间血流动力学的差异有可能会对血管成像观察和研究结果产生一些

误差。

5. 结论

综上所述, S6/S7段间静脉是解剖性肝切除中重要的解剖标志。本研究发现其高发生率, 回流入肝静脉的分型以及其特征。对更安全有效施行解剖性肝切除有重要临床意义。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

致谢: 无。

作者贡献声明: 无。

参考文献

1. Nakashima T and Kojiro M. Pathologic characteristics of hepatocellular carcinoma. *Semin Liver Dis.* 1986;6:259-266.
2. Imamura H, Matsuyama Y, Miyagawa Y, *et al.* Prognostic significance of anatomical resection and des-gamma-carboxy prothrombin in patients with hepatocellular carcinoma. *Br J Surg.* 1999;86:1032-1038.
3. Makuuchi M, Hasegawa H, and Yamazaki S. Ultrasonically guided subsegmentectomy. *Surg Gynecol Obstet.* 1985;161:346-350.
4. Hasegawa K, Kokudo N, Imamura H, *et al.* Prognostic impact of anatomic resection for hepatocellular carcinoma. *Ann Surg.* 2005;242:252-259.
5. Yang J, Tao HS, Cai W, *et al.* Accuracy of actual resected liver volume in anatomical liver resections guided by 3-dimensional parenchymal staining using fusion indocyanine green fluorescence imaging. *J Surg Oncol.* 2018;118:1081-1087.
6. Berardi G, Igarashi K, Li CJ, *et al.* Parenchymal Sparing Anatomical Liver Resections With Full Laparoscopic Approach: Description of Technique and Short-term Results. *Ann Surg.* 2021;273:785-791.
7. Wakabayashi T, Cacciaguerra A, Ciria R, *et al.* Landmarks to identify segmental borders of the liver: A review prepared for PAM-HBP expert consensus meeting 2021. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2022;29:82-98.
8. Monden K, Alconchel F, Berardi G, *et al.* Landmarks and techniques to perform minimally invasive liver surgery: A systematic review with a focus on hepatic outflow. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2022;29:66-81.
9. Okuda Y, Honda G, Kurata M, *et al.* Dorsal approach to the middle hepatic vein in laparoscopic left hemihepatectomy. *J Am Coll Surg.* 2014;219:e1-4.
10. Rotellar F, Marti-Cruchaga P, Zozaya G, *et al.* Caudal approach to the middle hepatic vein as a resection pathway in difficult major hepatectomies under laparoscopic approach. *J Surg Oncol.* 2020;122:1426-1427.
11. Cho A, Okazumi S, Makino H, *et al.* Relation between hepatic and portal veins in the right paramedian sector: proposal for anatomical reclassification of the liver. *World J Surg.* 2004; 28:8-12.
12. Kogure K, Kuwano H, Yorifuji H, *et al.* The caudate process hepatic vein: A boundary hepatic vein between the caudate lobe and the right liver. *Ann Surg.* 2008;247:288-293.
13. Couinaud C. Liver lobes and segments: Notes on the anatomical architecture and surgery of the liver. *Presse Med* (1893). 1954;62:709-712.

14. Kobayashi T, Ebata T, Yokoyama Y, *et al.* Study on the segmentation of the right anterior sector of the liver. *Surgery*. 2017;161:1536-1542.
15. Cho A, Okazumi S, Miyazawa Y, *et al.* Proposal for a reclassification of liver based anatomy on portal ramifications. *Am J Surg*. 2005;189:195-199.
16. Xiang C, Liu Z, Dong J, *et al.* Precise anatomical resection of the ventral part of Segment VIII. *Int J Surg Case Rep*. 2014;5:924-926.
17. Ome Y, Honda G, Doi M, *et al.* Laparoscopic Anatomic Liver Resection of Segment 8 Using Intrahepatic Glissonian Approach. *J Am Coll Surg*. 2020;230:e13-e20.
18. Xing X, Li H, Liu WG. Clinical studies on inferior right hepatic

veins. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*. 2007;6:579-584.

引用本文 / Article Citation:

韩梦玲, 黎航, 邵子力, 宋笑冬. 基于三维重建技术的S6/S7段间静脉的研究及临床意义. *医学新视角*. 2024;1(2):96-100. doi:10.5582/npjm.2024.01005

Mengling Han, Hang Li, Zili Shao, Xiaodong Song. Study of the intersegmental veins between S6 and S7 based on 3D reconstruction. *The New Perspectives Journal of Medicine*. 2024;1(2):96-100. doi:10.5582/npjm.2024.01005