

· 新技术新疗法 ·

DOI: 10.12449/JCH251023

基于Laennec膜的肝蒂CT三维重建及肝蒂鞘外分离阻闭钳的研发与验证

林治宇^{1a,2}, 夏鑫^{1a,2}, 雷寰², 罗豫川², 程龙², 梁鸿寅², 汪涛^{1b,2}

1 西南医科大学 a. 研究生院, b. 临床医学院·肝胆外科, 四川 泸州 646000

2 中国人民解放军西部战区总医院肝胆外科, 成都 610083

通信作者: 汪涛, watopo@163.com (ORCID: 0000-0002-0005-0994)

摘要: **目的** 探讨基于Laennec膜的肝蒂三维重建解剖特征,及其在鞘外分离阻闭钳研发和精准肝切除中的应用价值。**方法** 回顾性分析2021年1月—2024年6月中国人民解放军西部战区总医院100例无肝蒂解剖异常患者的腹部增强CT资料,采用Hisense CAS系统结合3D U-net深度学习算法进行Laennec膜层面肝蒂三维重建,测量肝蒂主干及分支的长度、外径及角度。基于测量数据研发肝蒂鞘外分离阻闭钳,并纳入30例拟行右半肝切除患者,随机分为器械组($n=15$)和对照组($n=15$),比较两组肝蒂处理时间、手术时间、术中出血量及胆道损伤发生率。计量资料两组间比较采用成组 t 检验,计数资料两组间比较采用Fisher精确检验。**结果** 三维重建显示肝蒂主干分支存在4种变异,其中I型(左右分支型)占88%(88/100),II型(三叉分支型)占5%(5/100),III型(右前型)占5%(5/100),IV型(特殊型)占2%(2/100)。主肝蒂外径(24.10 ± 6.16) mm,左支主干长度(20.59 ± 6.38) mm,右支主干长度(21.99 ± 7.98) mm。器械组肝蒂处理时间[(14.10 ± 1.30) min vs (17.50 ± 2.00) min, $t=-5.620$, $P=0.001$]及手术时间[(217.00 ± 28.28) min vs (241.87 ± 19.49) min, $t=-2.804$, $P=0.009$]显著短于对照组。器械组胆道损伤发生率显著低于对照组(0 vs 20%, $P=0.031$)。**结论** Laennec膜三维重建可精准呈现肝蒂解剖变异,基于该数据研发的鞘外分离阻闭钳可优化肝蒂处理流程,提高手术安全性,具有临床推广价值。

关键词: 消化系统外科手术; 成像, 三维; Laennec膜; 外科器械**基金项目:** 中国人民解放军西部战区总医院院管项目(41C4168C)

Three-dimensional CT reconstruction of the hepatic pedicle based on the Laennec's capsule and the development and validation of extra-sheath dissection/occlusion clamp

LIN Zhiyu^{1a,2}, XIA Xin^{1a,2}, LEI Huan², LUO Yuchuan², CHENG Long², LIANG Hongyin², WANG Tao^{1b,2}

1. a. Graduate School, Southwest Medical University, b. Department of Hepatopancreatobiliary Surgery, School of Clinical Medicine, Luzhou, Sichuan 646000, China; 2. Department of Hepatobiliary Surgery, The General Hospital of Western Theater Command, Chengdu 610083, China

Corresponding author: WANG Tao, watopo@163.com (ORCID: 0000-0002-0005-0994)

Abstract: Objective To investigate the anatomical features of three-dimensional (3D) reconstruction of the hepatic pedicle based on the Laennec's capsule, as well as its application value in the development of extra-sheath dissection/occlusion clamp and precise hepatectomy. **Methods** A retrospective analysis was performed for the abdominal contrast-enhanced CT data of 100 patients without anatomical abnormalities of the hepatic pedicle in The General Hospital of Western Theater Command from January 2021 to June 2024. The Hisense CAS system combined with the 3D U-net deep learning algorithm was used for 3D reconstruction of the hepatic pedicle at the level of Laennec's capsule, and the hepatic pedicle was measured in terms of the length, outer diameter, and angle of the main trunk and branches. An extra-sheath hepatic pedicle dissection/occlusion clamp was developed based on the above measurements, and a total of 30 patients scheduled for right hemihepatectomy were enrolled and randomly divided into

device group and control group, with 15 patients in each group. The two groups were compared in terms of hepatic pedicle handling time, time of operation, intraoperative blood loss, and the incidence rate of bile duct injury. The independent-samples *t* test was used for comparison of continuous data between two groups, and the Fisher's exact test was used for comparison of categorical data between two groups. **Results** The results of 3D reconstruction revealed four variants in the main trunk branches of the hepatic pedicle, with type I (left-right branching) accounting for 88% (88/100), type II (trifurcation type) accounting for 5% (5/100), type III (right anterior branching) accounting for 5% (5/100), and type IV (special type) accounting for 2% (2/100). The outer diameter of the main hepatic pedicle was 24.10 ± 6.16 mm, the length of the left main branch was 20.59 ± 6.38 mm, and the length of the right main branch was 21.99 ± 7.98 mm. Compared with the control group, the device group had significantly shorter hepatic pedicle handling time (14.10 ± 1.30 minutes vs 17.50 ± 2.00 minutes, $t=-5.620$, $P=0.001$) and time of operation (217.00 ± 28.28 minutes vs 241.87 ± 19.49 minutes, $t=-2.804$, $P=0.009$). The device group had a significantly lower incidence rate of bile duct injury than the control group (0 vs 20%, $P=0.031$). **Conclusion** 3D reconstruction based on the Laennec's capsule can accurately display the anatomical variations of the hepatic pedicle. The extra-sheath hepatic pedicle dissection/occlusion clamp developed based on such data can optimize the process of hepatic pedicle management and improve surgical safety, and therefore, it holds promise for clinical application.

Key words: Digestive System Surgical Procedures; Imaging, Three-Dimensional; Laennec's Membrane; Surgical Instruments

Research funding: The General Hospital of Western Theater Command Management Project (41C4168C)

肝脏的解剖结构复杂,Laennec膜近年来逐渐成为肝脏外科领域研究的热点之一。自1802年Laennec首次描述此膜结构以来,长期未引起外科界的足够重视,直至1954年Couinaud^[1]的研究明确了其解剖学意义。Laennec膜作为覆盖肝脏表面的连续性纤维膜,涵盖裸区、胆囊床及血管蒂等重要部位,其结构特点与生理功能在肝脏手术中具有重要的解剖学意义^[2-4]。既往研究表明,Glisson鞘的外膜起源于Laennec膜,并非蒂结构本身^[5-7],这为肝脏外科提供了新的解剖学分离平面。然而,以往研究主要基于组织学层面,缺乏对其影像学特点及三维结构的系统分析,限制了Laennec膜在临床外科领域中的广泛应用。

随着数字医学与影像技术的发展,三维重建技术在临床手术中的应用日趋广泛,但对于菲薄结构(如Laennec膜)的重建仍存在一定挑战^[8]。本研究结合先进的影像学技术及深度学习算法,首次实现基于CT影像的Laennec膜肝蒂三维重建,并进行解剖学特征的系统测量,以期为精准肝切除提供客观、精确的影像学依据。此外,根据所得解剖数据设计研发了肝蒂鞘外分离结扎止血钳,并验证其在肝脏手术中的临床效果,以期改善传统止血方式存在的问题,提升肝脏手术的安全性及有效性。

1 资料与方法

1.1 研究对象 收集2021年1月—2024年6月在中国人民解放军西部战区总医院就诊的100例成年患者的病例和影像学资料。通过计算机影像储存系统[INFINITT系统(INFINITT Healthcare,韩国)]收集所有患者术前腹

部增强CT的原始DICOM影像,利用海信计算机辅助手术系统(Hisense CAS)进行全自动测量,对基于Laennec膜重建的肝蒂主干分支类型进行观察,统计主干的变异率。测量并统计总干、左支主干、右支主干、右前及右后的长度、外径和相关角度等数据。长度、外径和角度的测量精度分别为0.01 mm和0.01°。基于测量数据研发肝蒂鞘外分离阻闭钳,并纳入30例拟行右半肝切除患者,其中15例患者行基于Laennec膜理论右半肝切除术,为器械组;15例患者行常规右半肝切除术,为对照组。两组患者均采用选择性右肝血管阻断,通过鞘外法解剖Glisson蒂,即在不打开Glisson鞘的情况下,直接在鞘外分离并结扎肝蒂,器械组使用此阻闭器械辅助术者完成右侧肝蒂主支的剥离和阻断,对照组使用常规手术器械完成。统计两组的肝蒂处理时间、手术时间、术中出血量、胆道损伤的情况。

1.2 纳入标准 100例三维重建成年患者需满足以下条件:(1)年龄18~65岁;(2)无影响肝蒂解剖形态的占位性病变、胆管扩张、肝硬化、解剖变异或手术史;(3)无严重心、肺、肾等重要器官功能障碍;(4)CT扫描图像清晰完整地显示主要肝蒂结构,包括一级和二级分支。

30例手术患者需满足以下条件:(1)疾病类型:肝肿瘤(原发或继发)、肝胆管结石等需要进行解剖性肝切除的肝胆肿瘤患者;(2)病变位置:病变位于Couinaud V、VI、VII、VIII段,且切除范围限于右半肝、右后叶;(3)病变大小:良性疾病病变大小不超过15 cm,恶性肿瘤病变大小不超过10 cm,以免影响第一和第二肝门的解剖,且过大可能导致操作空间小、暴露困难、创面大、容易渗血;

(4)肝功能状态:肝功能Child-Pugh B级以上,没有复杂的肝胆疾病手术史;(5)手术适应证:适应Glisson肝蒂解剖法行解剖性肝切除。

1.3 统计学方法 使用SPSS 25.0统计软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,若数据符合方差齐性,两组间比较采用成组 t 检验。计数资料两组间比较采用Fisher精确检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肝蒂的形态学分类 100例三维重建患者中,男58例,女42例,年龄(40.35±9.1)岁,BMI(21.64±2.89)kg/m²。在肝脏三维重建中,根据肝主干、左支和右支构型,可识别出4种不同的分支模式^[9-10](图1)。I型:典型分叉分为左、右主要分支,见于88%(88/100)的病例;II型:无真正右主干的三支型,发生率为5%(5/100);III型:右前叶支起源于左前叶支,见于5%(5/100)的病例;IV型:一种罕见的变异型,占2%(2/100),与前三种不同。

2.2 肝蒂的形态学测量 表1总结了100例重建标本的主干、左支主干、右支主干及其二级分区的长度和外径,角关系如表2所示。这些测量强调了肝门内相当大的解剖变异,强调了仔细的术前评估的必要性。

2.3 肝蒂鞘外解剖分离阻闭钳设计图与实物图 预设计一种用于快速阻闭肝蒂的解剖分离钳,用于辅助术者可选择性地快速阻闭不同分支肝蒂,其设计在安全性、有效性、操作便捷性和适应性等方面需额外注意,器械应避免对周围组织造成不必要的损伤,尤其是肝蒂下方

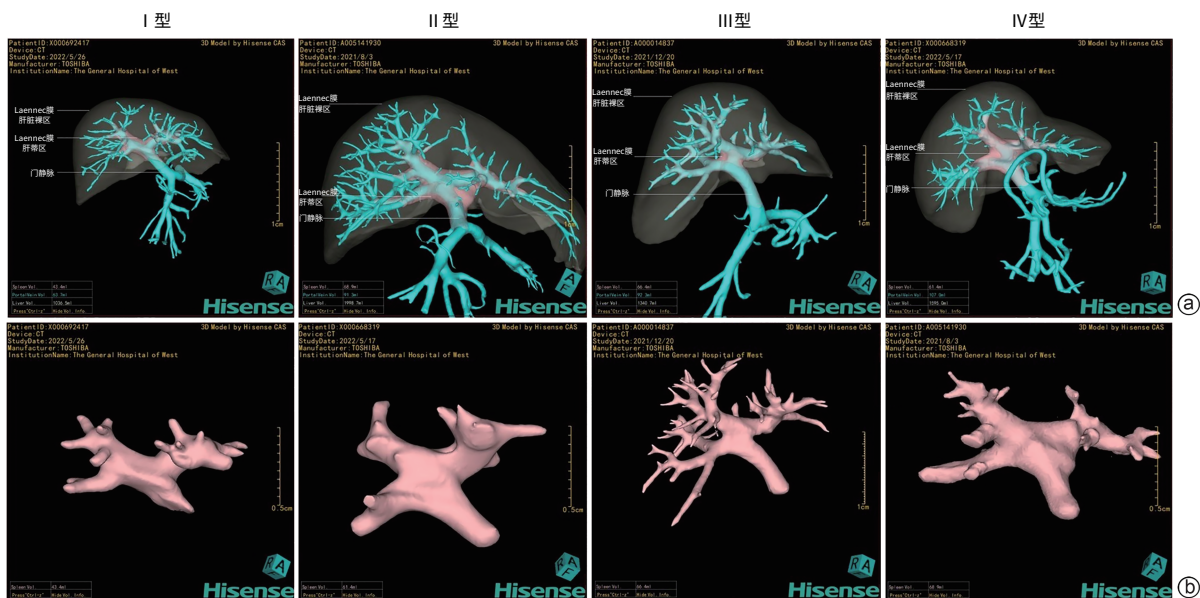
表1 基于Laennec膜三维重建的100例肝蒂长度和外径
Table 1 Three-dimensional reconstruction-based measurements of hepatic pedicle length and outer diameter in 100 cases using Laennec's membrane

项目	数值(mm)	标准误
主干		
外径	24.10±6.16	0.69
左支主干		
长度	20.59±6.38	0.72
外径	18.04±4.48	0.50
右支主干		
长度	21.99±7.98	0.97
外径	21.18±4.23	0.52
右前主干		
长度	13.20±5.43	0.68
外径	15.25±3.39	0.39
右后主干		
长度	12.03±4.13	0.63
外径	13.01±2.80	0.40

表2 基于Laennec膜三维重建的100例肝蒂角度
Table 2 Hepatic pedicle angle measurements based on Laennec's membrane 3D reconstruction in 100 cases

项目	数值	标准误
ALM	114.35°±22.91°	2.61
ARM	140.81°±16.72°	2.49
ALR	142.63°±15.66°	1.89

注:ALM,肝蒂与左主干夹角;ARM,肝蒂与右主干夹角;ALR,左右支夹角。



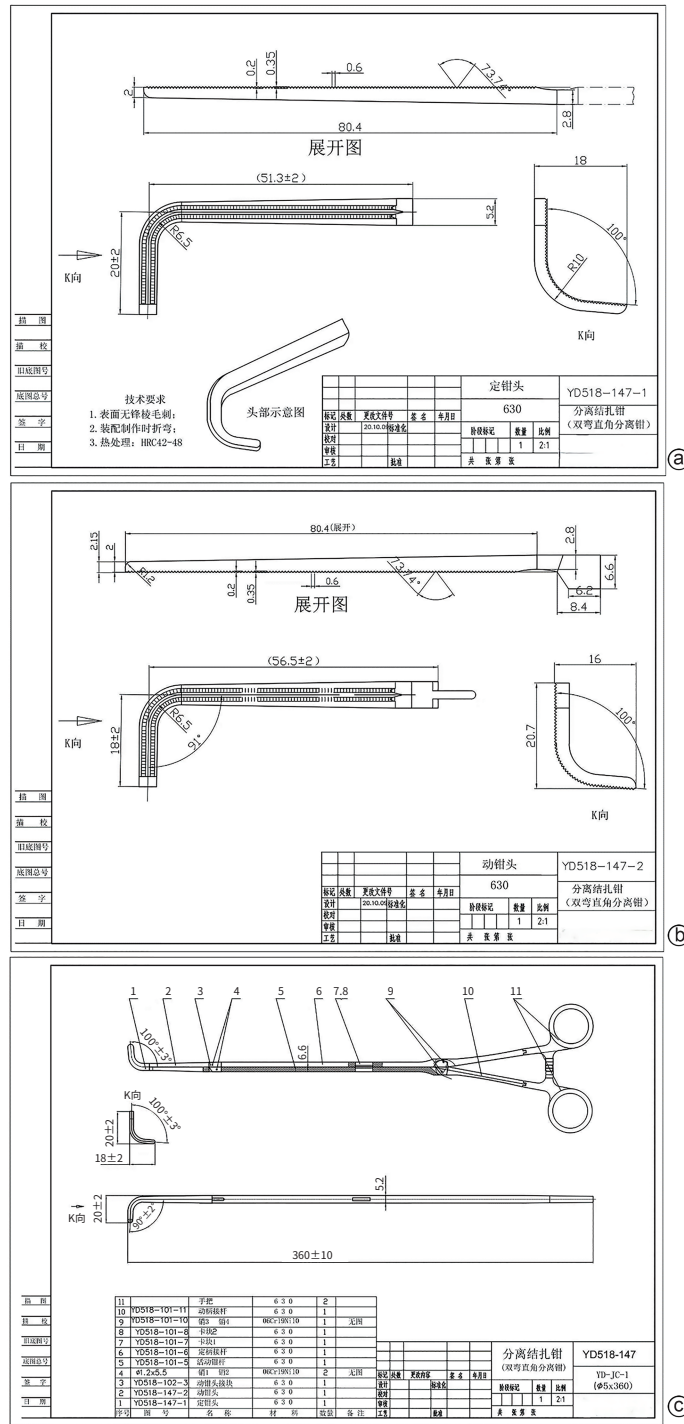
注:a,蓝色管道为重建的入肝门静脉系统;b,粉色为肝脏Laennec膜,包括肝脏裸区及肝蒂区,静脉、动脉及胆管均包绕于其中。

图1 基于Laennec膜的肝蒂分支模式分类

Figure 1 Classification of hepatic pedicle branching patterns based on Laennec's capsule

的下腔静脉等重要结构,故器械头部应设计为钝性。器械应能有效控制肝蒂血管的出血,便于医生操作,能适应不同患者和不同手术情况的需要。参照结果2.2获取的基于Laennec膜肝蒂三维重建的数据,左支主干的长度与外径分别为(20.59±6.38) mm和(18.04±4.48) mm,右

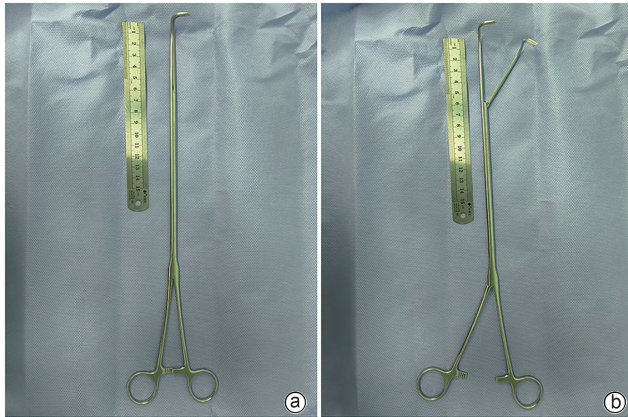
支主干的长度与外径分别为(21.99±7.98) mm和(21.18±4.23) mm,故器械设计在水平面转弯长度为(20±2) mm,垂直面转弯长度为(18±2) mm,旋转角度为100°,以满足大部分国人肝蒂的长度与直径。为此,设计了肝蒂鞘外解剖分离阻闭钳,设计图见图2,实物图见图3。



注:a,定钳头;b,动钳头;c,分离阻闭钳。

图2 肝蒂鞘外解剖分离阻闭钳设计图

Figure 2 Design drawing of extrahepatic pedicle dissection and occlusion clamp



注:a,钳夹状态;b,分离状态。

图3 肝蒂鞘外解剖分离阻闭钳实物图

Figure 3 Physical image of extrahepatic pedicle dissection and occlusion clamp

2.4 肝蒂鞘外解剖分离阻闭钳临床应用与效果验证
30例手术患者中男14例,女16例,年龄34~83岁,平均61.03岁。两组患者均成功完成右半肝切除,器械组使用分离结扎止血钳辅助分离(图4),两组患者肝蒂处理时间和手术时间比较,差异均有统计学意义(P 值均 <0.01)(表3)。器械组的15例患者在右侧肝蒂进行鞘外分离结扎的过程中,没有出现胆道损伤的情况,但对照组中有3例患者出现不同程度的胆道损伤,分别为右后支胆管热损伤(电钩误触)、右前支胆管撕裂伤(钝性分离)和肝总管部分狭窄(牵拉过度导致),发生率比较差异有统计学意义($P=0.031$)(表3)。

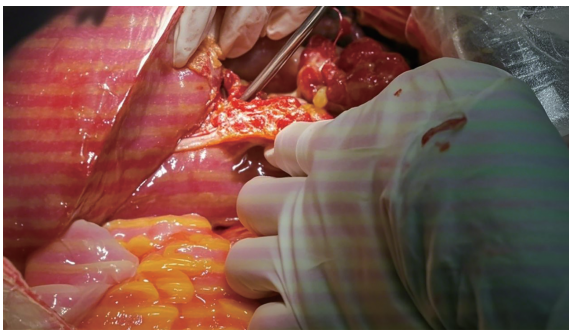


图4 肝蒂鞘外解剖分离阻闭钳术中使用

Figure 4 Intraoperative use of the extrahepatic pedicle dissection and occlusion clamp

3 讨论

Laennec膜作为肝脏外科的新型解剖标志物,近年来其在腹腔镜肝切除术中的应用价值备受关注,利用其解剖学特点开展标准化手术操作成为热点之一^[11-13]。然而现有研究多局限于组织学层面,其系统性影像学分析及临床转化研究仍显不足。本研究创新性整合CT影像结合深度学习的三维重建技术,构建基于Laennec膜的肝蒂三维解剖模型,并研发新型手术器械,为精准肝切除提供理论依据和技术支持。本研究主要有以下发现:(1)解剖变异可视化:通过三维重建技术首次系统揭示肝蒂分支模式的多样性特征,构建包含长度、直径和角度等参数的形态学数据库,为个体化手术方案制订提供数据支撑。(2)技术创新突破:改进的三维重建算法将Laennec膜重建精度提升至亚毫米级(平均误差 <0.5 mm),克服传统影像学难以辨识超薄膜结构(厚度 $23.56\sim 79.86\ \mu\text{m}$)的技术瓶颈。(3)临床应用转化:基于解剖数据研发的鞘外解剖分离阻闭钳实现区域选择性血流阻断,临床数据显示可减少术中出血量,缩短肝门阻断时间,有效降低缺血-再灌注损伤发生率。

Laennec膜作为肝蒂解剖的关键层面,三维解剖模型可精准预测肝蒂变异类型,充分进行术前评估,使术者能提前制订个体化入路方案,显著降低术中血管及胆管损伤风险,从而提高手术的精准性和安全性。Laennec膜本身主要由弹性纤维和胶原纤维组成,附着于肝实质但独立于浆膜层和Glisson鞘^[14]。基于Laennec膜的解剖入路在腹腔镜肝切除术中具有重要价值^[15]。该技术与ICG荧光成像及机器人辅助手术相结合,可进一步提高手术精确度并降低手术风险^[16]。

另外,既往研究证实,Laennec膜与肝蒂之间存在天然的解剖间隙,利用该间隙采用Laennec膜入路进行肝蒂三维重建,可显著提升肝蒂结构及其毗邻关系的空间分辨率^[17]。三维重建技术已在肝脏外科的术前规划、术中导航、临床研究和医学教学等方面得到广泛应用^[18],但其对于Laennec膜的显示与重建效果目前仍不尽如人意。究其原因,主要涉及两大技术环节的制约:(1)影像采集局限性:增强CT等影像检查虽然能够提供肝脏血

表3 两组患者术中的统计结果对比

Table 3 Comparison of intraoperative outcomes between the two groups

项目	器械组($n=15$)	对照组($n=15$)	统计值	P 值
肝蒂处理时间(min)	14.10 \pm 1.30	17.50 \pm 2.00	$t=-5.620$	0.001
手术时间(min)	217.00 \pm 28.28	241.87 \pm 19.49	$t=-2.804$	0.009
出血量(mL)	333.30 \pm 97.59	353.30 \pm 99.04	$t=-0.557$	0.582
胆道损伤[例(%)]	0(0)	3(20)		0.031

管和组织结构的高分辨率图像,结合造影剂可以清晰显示肝蒂内血管的分布,但设备性能、操作水平和患者状况等因素可能导致图像质量下降,甚至出现呼吸运动伪影,从而妨碍准确的三维重建。(2)算法识别瓶颈:即使采用目前先进的3D U-Net深度神经网络模型进行分割,由于Laennec膜极为纤薄,通过常规影像直接识别该膜仍非常困难。研究显示,需要借助乙醛品红、Azan-Mallory和HE等特殊染色方法才能清晰观察Laennec膜,其平均厚度仅为23.56~79.86 μm ^[19],与邻近组织间留有26~32 μm 的潜在间隙^[20]。本研究在CT图像上将肝实质表面的薄层视为Laennec膜所在位置,结合增强CT的血管成像优势(空间分辨率0.5 mm)与深度学习算法的特征提取能力(分割精度达96.8%),实现亚毫米级解剖结构可视化。本研究主要利用了增强CT数据,有研究提示MRI(磁共振成像)在软组织分辨率方面可能更具优势^[21],未来的研究可考虑纳入MRI或结合多种成像模式,以获得对Laennec膜更全面深入的认识,并进一步提高重建的精确性。

笔者团队还基于Laennec膜解剖间隙理论和上述解剖形态学数据开发了一种创新的肝蒂鞘外解剖分离阻闭钳,并在临床应用中取得了良好效果和显著优势。该器械是一种用于快速阻闭肝蒂的解剖分离钳,针对肝脏外伤等情况可以快速选择目标肝蒂进行剥离结扎止血,加快操作进度,减少肝脏出血。同时,在常规肝切除术中可辅助术者快速解剖和结扎肝蒂,降低医源性损伤发生率。其半弧形钳头和可开合设计使术者能够选择性快速剥离目标肝蒂,完成分离后迅速结扎止血,避免全肝血流阻断,在提升手术效率的同时降低医源性损伤风险。作为一款新型手术器械,其在肝脏外伤手术中同样显示出独特价值,为迅速控制大出血、降低手术难度和加快手术进程提供了有力支持。该止血钳通过鞘外分离肝蒂并选择性、区域性地快速结扎肝蒂内的肝动脉、门静脉及胆管等结构,有效阻断肝脏的血液供应,从而实现快速止血^[22]。这种区域选择性的止血策略避免了传统Pringle法对全肝血流的完全阻断,减少了对残余健康肝组织的缺血-再灌注损伤^[23],同时一定程度上减少术中出血量及输血需求。随着手术器械的不断进步,该止血钳将朝着更精细化、智能化的方向发展,使操作更加简便和安全。该器械的应用还将促进肝胆外科、血管外科、医学影像等多学科的密切协作,能够为患者提供更全面且个体化的治疗方案,从而进一步提升肝脏外科的整体治疗水平。

伦理学声明: 本研究方案于2024年1月15日经由中国人民解放军西部战区总医院伦理委员会批准,批号为2023EC5-ky005。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: 林治宇负责实验设计,资料分析,撰写论文;夏鑫负责数据管理,撰写论文;雷寰负责撰写论文;罗豫川负责收集数据;程龙负责手术操作和器械设计;梁鸿寅负责拟定写作思路,指导撰写文章;汪涛负责课题设计,最后定稿。

参考文献:

- [1] COUINAUD C. Liver lobes and segments: Notes on the anatomical architecture and surgery of the liver[J]. *Presse Med* (1893), 1954, 62(33): 709-712.
- [2] MORIMOTO M, MATSUO Y, NONOYAMA K, et al. Glissonean pedicle isolation focusing on the laennec's capsule for minimally invasive anatomical liver resection[J]. *J Pers Med*, 2023, 13(7): 1154. DOI: 10.3390/jpm13071154.
- [3] EGUCHI S, KANEMATSU T, ARII S, et al. Comparison of the outcomes between an anatomical subsegmentectomy and a non-anatomical minor hepatectomy for single hepatocellular carcinomas based on a Japanese nationwide survey[J]. *Surgery*, 2008, 143(4): 469-475. DOI: 10.1016/j.surg.2007.12.003.
- [4] WANG K, SUN SB, LI ZX, et al. Application value of cystic plate approach for extrahepatic right hepatic pedicle dissection in minimally invasive anatomic liver resection[J]. *Chin J Dig Surg*, 2023, 22(4): 489-496. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230321-00119. 王恺, 孙世波, 李芷西, 等. 胆囊板入路右肝蒂鞘外解剖法在微创解剖性肝切除术中的应用价值[J]. *中华消化外科杂志*, 2023, 22(4): 489-496. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230321-00119.
- [5] SHIRATA C, KOKUDO T, GILLET M, et al. Reappraisal of laennec's capsule[J]. *Surg Oncol*, 2020, 33: 222-223. DOI: 10.1016/j.suronc.2019.08.004.
- [6] SUGIOKA A, KATO Y, TANAHASHI Y. Systematic extrahepatic Glissonean pedicle isolation for anatomical liver resection based on Laennec's capsule: Proposal of a novel comprehensive surgical anatomy of the liver[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2017, 24(1): 17-23. DOI: 10.1002/jhbp.410.
- [7] MONDEN K, OHNO K, HAYASHI S, et al. Hepatic vein anatomy related to Laennec's capsule for liver resection[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2023, 30(5): 551-557. DOI: 10.1002/jhbp.1250.
- [8] SHENG WW, YUAN CD, WU LQ, et al. Clinical application of a three-dimensional reconstruction technique for complex liver cancer resection[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(5): 3246-3253. DOI: 10.1007/s00464-021-08636-2.
- [9] LAI JL, WU JY, BAI YN, et al. A novel Laennec's capsule tunnel approach for pure laparoscopic left hemihepatectomy: A propensity score matching study[J]. *Front Surg*, 2023, 10: 1136908. DOI: 10.3389/fsurg.2023.1136908.
- [10] ZHANG H, ZHOU TY, LIU H, et al. Clinical application of hepatic portal vein anatomy and three-dimensional reconstruction of images[J]. *Acta Anat Sin*, 2020, 51(6): 919-923. DOI: 10.16098/j.issn.0529-1356.2020.06.017. 张慧, 周庭永, 刘晖, 等. 肝门静脉解剖和影像三维重建的临床应用[J]. *解剖学报*, 2020, 51(6): 919-923. DOI: 10.16098/j.issn.0529-1356.2020.06.017.
- [11] HONG HY, CHEN ZJ, CHI XB, et al. Comparative study of extrathecal and intrathecal Glisson's pedicle transection in laparoscopic anatomic

- hepatectomy[J/OL]. Chin J Hepatic Surg Electron Ed, 2024, 13(1): 21-26.
洪汉崑, 陈志坚, 池小斌, 等. 鞘外法和鞘内法 Glisson 蒂阻断在腹腔镜解剖性肝切除中应用的对比研究[J/OL]. 中华肝胆外科手术治疗学电子杂志, 2024, 13(1): 21-26.
- [12] KIGUCHI G, SUGIOKA A, KATO Y, et al. Use of the inter-Laennec approach for laparoscopic anatomical right posterior sectionectomy in semi-prone position[J]. Surg Oncol, 2019, 29: 140-141. DOI: 10.1016/j.suronc.2019.05.001.
- [13] MONDEN K, SADAMORI H, HIOKI M, et al. Laparoscopic anatomic segmentectomy 8 using the outer-Laennec approach[J]. Surg Oncol, 2020, 35: 299-300. DOI: 10.1016/j.suronc.2020.08.029.
- [14] HU W, ZHANG GM, CHEN M, et al. Laennec's approach for laparoscopic anatomical hemihepatectomy[J]. World J Surg Oncol, 2021, 19(1): 295. DOI: 10.1186/s12957-021-02404-1.
- [15] ZHANG CH, MA JL, ZHOU Y. Laparoscopic dissection of the first and second porta hepatis along Laennec's capsule via "Hepatic Serosal Incision" approach: How I do it[J]. World J Surg, 2024, 48(8): 1967-1972. DOI: 10.1002/wjs.12255.
- [16] YANG Y, YU CY, LIN F, et al. Application of Laennec extrathelial blockade combined with indocyanine green fluorescence imaging in laparoscopic anatomic hepatectomy[J]. ANZ J Surg, 2024, 94(4): 655-659. DOI: 10.1111/ans.18907.
- [17] LI BH, YIN DL, ZHANG QF, et al. Laennec approach for anatomical liver resection assisted by laparoscopy or robotics: A multicenter cohort study[J]. Int J Surg, 2025, 111(2): 1929-1938. DOI: 10.1097/JS9.0000000000002212.
- [18] JIANG C, WANG HJ, REN L, et al. Application status of three-dimensional CT reconstruction in hepatobiliary surgery[J]. J Clin Hepatol, 2017, 33(2): 389-393. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2017.02.041.
姜超, 王海久, 任利, 等. CT 三维重建在肝胆外科的应用现状[J]. 临床肝胆病杂志, 2017, 33(2): 389-393. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2017.02.041.
- [19] ZHANG YP, SHI N, ZOU YP, et al. The characteristics of Laennec's capsule around the hepatic veins: A histological study based on 71 liver surgical specimens[J]. Ann Gastroenterol Surg, 2022, 7(2): 287-294. DOI: 10.1002/ags3.12618.
- [20] HU Y, SHI J, WANG SH, et al. Laennec's approach for laparoscopic anatomic hepatectomy based on Laennec's capsule[J]. BMC Gastroenterol, 2019, 19(1): 194. DOI: 10.1186/s12876-019-1107-9.
- [21] CAO SD, LI H, DONG SY, et al. Feasibility study of intelligent three-dimensional accurate liver reconstruction technology based on MRI data[J]. Front Med (Lausanne), 2022, 9: 834555. DOI: 10.3389/fmed.2022.834555.
- [22] HUANG XL, LU S. A Meta-analysis comparing the effect of anatomical resection vs. non-anatomical resection on the long-term outcomes for patients undergoing hepatic resection for hepatocellular carcinoma[J]. HPB (Oxford), 2017, 19(10): 843-849. DOI: 10.1016/j.hpb.2017.06.003.
- [23] KANG WH, KIM KH, JUNG DH, et al. Long-term results of laparoscopic liver resection for the primary treatment of hepatocellular carcinoma: Role of the surgeon in anatomical resection[J]. Surg Endosc, 2018, 32(11): 4481-4490. DOI: 10.1007/s00464-018-6194-0.

收稿日期: 2025-03-01; 录用日期: 2025-05-19

本文编辑: 林姣

引证本文: LIN ZY, XIA X, LEI H, et al. Three-dimensional CT reconstruction of the hepatic pedicle based on the Laennec's capsule and the development and validation of extra-sheath dissection/occlusion clamp[J]. J Clin Hepatol, 2025, 41(10): 2118-2124.

林治宇, 夏鑫, 雷寰, 等. 基于 Laennec 膜的肝蒂 CT 三维重建及肝蒂鞘外分离阻闭钳的研发与验证[J]. 临床肝胆病杂志, 2025, 41(10): 2118-2124.

读者·作者·编者

《临床肝胆病杂志》关于伦理审查的要求

根据《世界医学协会赫尔辛基宣言》《涉及人的健康相关研究国际伦理准则》和我国《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《人体器官移植条例》《人类辅助生殖技术和人类精子库伦理原则》《药物临床试验伦理审查工作指导原则》等的相关规定以及国际通行的动物福利和伦理准则,本刊要求:

凡是动物实验研究,必须符合我国实验动物管理和使用相关规定,并经由动物伦理委员会审批;凡是涉及人的生物医学研究,无论是前瞻性研究、横断面研究、回顾性研究,还是在人体上或使用取自人体的标本等进行的研究,亦或是采用心理学、流行病学、社会医学方法对人群进行的调查研究,都需要得到患者知情同意、通过伦理委员会审批。作者须在研究方法中列明开展伦理审查的机构委员会名称及审查文件批号。

本刊伦理内容规范书写格式如下:

本研究方案经由***医院伦理委员会(或实验动物伦理委员会)审批,批号:ABC1234,患者均签署知情同意书(或符合实验室动物管理与使用准则)。