

• 临床研究 •

三维重建技术在肝动脉变异中的应用效果观察

刘艳芳, 陈振东, 朱杰, 陈良

【摘要】目的 评价螺旋 CT 行肝动脉三维重建技术诊断肝动脉变异的准确性。**方法** 选取 2017 年 9 月至 2023 年 6 月宁波市医疗中心李惠利医院收治的拟行肝门淋巴结清扫患者 336 例, 术前均接受腹部增强 CT 检查, 应用 Mimics 三维重建软件构建 3D 肝动脉重建模型, 并根据 Michels 分型标准进行分型。所有患者均接受手术治疗, 并对结果进行回顾性分析。**结果** 本组 336 例患者均完成肝动脉三维重建, 肝动脉 Michels I 型为 259 例(77.08%); 解剖变异为 77 例(22.92%), 其中 Michels II 型 11 例(3.3%)、III 型 13 例(3.8%)、IV 型 3 例(0.9%)、V 型 28 例(8.3%)、VII 型 2 例(0.6%)、VIII 型 4 例(1.2%) 及 IX 型 16 例(1.5%); 其他类型 11 例(3.3%)。所有患者均顺利完成手术, 且无术中及术后死亡病例, 术前肝动脉三维重建结果与术中实际情况相比, 准确率为 100%。**结论** 螺旋 CT 检查并应用 Mimics 三维重建软件构建 3D 肝动脉重建模型, 能对肝动脉进行准确分型。

【关键词】 肝动脉; 三维重建; 变异

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.11.010

【中图分类号】 R657.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1671-0800(2024)11-1439-03

肝动脉的解剖变异是肝胆胰外科医生和介入放射科医生临床工作中经常遇到的难点, 在术前如何有效评估肝动脉变异是制定手术方案及手术操作的关键。肝动脉解剖变异的发生率 12%~49%^[1-4], 变异血管可来源于肠系膜上动脉、胃左动脉、腹主动脉或其他内脏动脉分支^[5], 可部分或完全替代正常肝动脉的供血作用。本研究对入组患者采用过 256 排螺旋 CT 扫描后行 Mimics 三维重建软件构建肝门部血管的三维图像模型, 以初步判断肝动脉的变异情况, 并与实际的术中变异情况进行对比, 以便预测患者的手术方式及风险, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2017 年 9 月至 2024 年 6 月宁波市医疗中心李惠利医院收治的拟行肝门淋巴结清扫患者 336 例, 均为初诊患者, 术前均接受 256 排螺旋增强 CT 检查。排除标准: (1) CT 图像质量不佳, 导致重建无法完成者; (2) 有上腹部手术史者; (3) 术中未解剖肝动脉者。

本组男 181 例, 女 155 例; 年龄 37~65 岁, 平均(56.3±15.7)岁; 原发疾病为胃恶性肿瘤 100 例, 胆

管恶性肿瘤 64 例, 胰腺恶性肿瘤 77 例, 胆囊恶性肿瘤 27 例, 肝内胆管细胞癌 68 例。

1.2 图像扫描方法 用 GE revolution CT 增强扫描, 设置扫描参数 120 kV、240 mA, 碘海醇静脉推注 2.8 ml/s, 采用自动触发动脉期, 静脉推注 22 s 后扫描门脉期, 35 s 后获得静脉期图像, 以 0.625 mm 层厚重建。每例原始数据经 CT 机自动上传至处理工作站。

1.3 图像重建方法 采用 Mimics 软件进行三维可视化图像处理, 建模包括以下步骤: (1) 打开 Mimics 软件, 将 DICOM 格式的图像导入至软件中; (2) 点击 SEGMENT 选项, 选择 New Mask; (3) 调整动脉的图像阈值; (4) 在 SEGMENT 选项中选择 Crop Mask 选项, 准确标记并区分动脉组织与其他组织; (5) 选中动脉图像, 点击 Part 选项, 点击 Calculate, 重建出动脉的三维模型^[6]。由 2 名医生共同评估图像, 记录胃左动脉、胃十二指肠动脉、肝总动脉、肝固有动脉、肝左动脉、肝右动脉及肠系膜上动脉的显示情况。

1.4 肝动脉解剖和变异的分型方法 根据 Michels 分型系统对肝动脉的解剖进行分型, 正常型为经典类型(I 型), 即肝总动脉发自腹腔干分出的胃十二指肠动脉和肝固有动脉, 肝固有动脉进一步分为肝左、右动脉。解剖变异根据 Michel 分型^[7]标准分为 II~X 型及其他类型, 见表 1。分别予以记录, 同时记录动脉变异出现的例数。

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目(2023KY1039)

作者单位: 315040 宁波, 宁波市医疗中心李惠利医院

通信作者: 陈良, Email: 13125043@qq.com

1.5 手术方式 进入腹腔后(包括开腹与腹腔镜手术)常规行肿瘤根治手术。肝门胆管癌根治术、胰十二指肠根治术、胆囊癌根治术及顺行根治性模块化胰脾切除术,在肝门部 Gliison 鞘内分离出肝总动脉,沿着肝总动脉右侧小心仔细解剖,明确其解剖关系与变异情况。首先解剖出胃左动脉,在胃左动脉的右侧为界顺势清扫肝十二指肠韧带淋巴结。对于胃癌根治术,除上述清扫范围外,常规清扫胃左动脉左侧淋巴结至胃贲门。对于三维重建图像中明确有动脉变异的患者,术中需时刻警惕损伤动脉的可能。

1.6 观察指标 根据术前三维重建的肝动脉的图像及其变异进行归纳并分类,在术中将肝动脉的解剖变异情况与术前的三维重建进行对比,并进行记录分析。

2 结果

本组 336 例患者均完成肝动脉三维重建,肝动脉 Michels I 型为 259 例(77.08%);解剖变异为 77 例(22.92%),其中 Michels II 型 11 例(3.3%)、III 型 13 例(3.8%)、IV 型 3 例(0.9%)、V 型 28 例(8.3%)、VII 型 2 例(0.6%)、VIII 型 4 例(1.2%)及 IX 型 16 例(1.5%);其他类型 11 例(3.3%),见封三图 3。所有患者均顺利完成手术,且无术中及术后死亡病例,术前肝动脉三维重建结果与术中实际情况相比,准确率为 100%。

3 讨论

肝动脉的解剖变异在临床中较为普遍,临床检出率亦相对较高^[8]。Noussios 等^[9]研究结果显示,肝动脉变异率为 19.38%;曾维等^[10]通过对 220 例研究后发现了 12.7%的肝动脉变异率。本研究肝动脉变异率 22.92%,高于上述报道,差异原因可能与病例

多少及来源情况不同有关。随着腔镜微创技术以及介入技术的不断发展,手术医生的操作视野受到了很大的限制,因此术前充分了解肝动脉的分型及结构对于减少术中风险、降低术者的操作难度和术后并发症发生率有重要作用。

基于 CT 图像的三维重建后处理技术,能更直观、准确的显示肝脏及其管道系统的立体信息。根据目前的 2D 图像,外科医生不一定能较准确地判断出肝动脉的变异及走行,甚至因对比剂造成的伪影而导致外科医生不能很好的分辨肝动脉是否存在变异情况,给术前的规划带来了一定的困难,术中需提防是否存在肝动脉的变异。胃癌根治术中,需警惕副肝左动脉/肝左动脉/肝总动脉发自胃左动脉(II、V、VIII 及 X 型)的可能,此时若在胃左动脉根部离断胃左动脉,同时切除供应肝脏的动脉血供,可能导致肝脏因此而缺血,甚至导致术后肝功能的损伤。胰十二指肠根治术中,由于切除的范围较大,需警惕右肝动脉/肝总动脉发自肠系膜上动脉(III、VIII 及 IX 型)的可能,若术中意外离断了右肝动脉/肝总动脉,将严重损伤肝脏的血供,发生难以预料的并发症。因此,动脉的三维重建能为外科医生直观的呈现其变异及分型,提前为手术做好规划。笔者将术中所见的肝动脉分型作为“金标准”,发现应用 Mimics 三维重建软件进行重建的肝动脉分型的准确性达到了 100%。所有 336 例患者均顺利完成了手术,取得了良好的疗效。

Mimics 软件是一款基于 3D 打印的医学重构软件系统^[11],其 3D 重构模型的精度与 Arigin 3D Pro 软件相当,重建步骤简单,明显优于 Arigin 3D Pro 软件。本研究发现了 22.92%的肝动脉变异率,以 V、III、II 及 IV 型变异居多,与 Hiatt 等^[12]的研究结

表 1 Michels 肝动脉变异分型

类型	描述
I 型	经典类型,肝总动脉起源于腹腔干分出的胃十二指肠动脉及肝固有动脉,肝固有动脉再分支为肝左、右动脉。
II 型	肝左动脉的变异:其起源于胃左动脉。
III 型	肝右动脉的变异:其起源于肠系膜上动脉。
IV 型	肝左动脉与肝右动脉变异同时存在。
V 型	副肝左动脉的变异:肝左动脉起源于肝固有动脉,副肝左动脉起源于胃左动脉。
VI 型	副肝右动脉的变异:肝右动脉起源于肝固有动脉,副肝右动脉起源于肠系膜上动脉。
VII 型	副肝左动脉来源于胃左动脉+副肝右动脉来源于肠系膜上动脉
VIII 型	异位肝右动脉起源于肠系膜上动脉,副肝左动脉起源于胃左动脉/异位肝左动脉来源于胃左动脉,副肝右动脉来源于肠系膜上动脉
IX 型	肝总动脉起源于肠系膜上动脉
X 型	肝总动脉起源于胃左动脉
其他类型	其他变异

果基本符合。变异肝动脉起源复杂,但主要起源于除肝总动脉以外的腹腔干的其他直接或间接分支、肠系膜上动脉或直接起源于腹腔干。

肝动脉评估的影像诊断技术涵盖了多种方式,包括数字化血管减影法、声波成像、计算机辅助断层扫描以及磁共振血管成像等。在诊断肝动脉变异时,数字化血管减影法被广泛采用,被认为是评估的“金标准”,因其能细致呈现肝动脉及其分支结构^[13-14]。但此法存在一定风险和有创性,导致部分患者耐受性较差。磁共振血管成像的非侵入性和无射线照射是其亮点,但由于扫描耗时和易受呼吸干扰产生误差,且因其空间分辨率不高,对于更细小动脉呈现有所局限,后期处理方式也较为有限。彩色多普勒超声技术因其简易操作、安全性高、无电离辐射及能反映血液动力学的特点而被肯定,但由于无法提供立体图像,并容易被腹内气体等元素影响,其准确性受到操作者技术水平的制约^[15]。多层螺旋 CT 则以其快速扫描、高空间分辨能力以及良好的三维成像效果而被首选用于三维重建原始图像^[16]。本研究使用 256 排螺旋 CT 扫描,能在一次扫描过程中展现整个肝脏及其邻近的动脉,还有安全、便捷及经济实惠的特点,且可多次复检,非常适合作为腹部手术及肝动脉介入治疗的常规术前检查。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 刘艳芳:科研设计、数据整理、论文撰写、统计分析、经费支持;陈振东:数据整理、论文撰写、统计分析;朱杰:论文撰写、统计分析;陈良:科研设计、数据整理、论文撰写、统计分析

参 考 文 献

- [1] KORNBLITH P L, BOLEY S J, WHITEHOUSE B S. Anatomy of the splanchnic circulation[J]. Surg Clin North Am, 1992, 72(1):1-30.
- [2] 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.
- [3] 方驰华,张鹏,周伟平,等.三维可视化技术用于 1 665 例原发性肝癌精准诊治的多中心回顾性研究[J]. 中华外科杂志,2020,58(5): 375-382.
- [4] 王承宇,张志鹏,方真好,等.基于多层螺旋 CT 的供肝动脉解剖变异与新解剖分型研究[J].中国普通外科杂志,2020,29(7):857-866.
- [5] ZHANG W, WANG K, LIU S Y, et al. A single-center clinical study of hepatic artery variations in laparoscopic pancreaticoduodenectomy: A retrospective analysis of data from 218 cases[J]. Medicine, 2020, 99(21): e20403.
- [6] 陈良,朱杰,李宏,等.三维可视化技术在大肝癌精准化切除中的应用效果观察[J].浙江医学,2018,40(14):1606-1607,1655.
- [7] MICHELS N A. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation[J]. Am J Surg, 1966, 112(3): 337-347.
- [8] 朱欣,鲁葆春,陈志良,等.腹腔镜胰十二指肠切除术患者肝动脉变异的识别与处理[J].中华普通外科杂志,2022,37(1):49-50.
- [9] NOUSSIOS G, DIMITRIOU I, CHATZIS I, et al. The main anatomic variations of the hepatic artery and their importance in surgical practice: Review of the literature[J]. J Clin Med Res, 2017, 9(4): 248-252.
- [10] 曾维,颜杰,甘欣怡,等.腹部 CTA 对肝动脉变异新分型的解剖学研究[J].局解手术学杂志,2022,31(11):937-942.
- [11] 曹桂平,张明娇,刘非,等.Arigin 3D Pro 软件与 Mimics 软件三维重建模型的精度研究[J].中国组织工程研究,2018,22(15): 2384-2389.
- [12] HIATT J R, GABBAY J, BUSUTTLIL R W. Surgical anatomy of the hepatic arteries in 1000 cases[J]. Ann Surg, 1994, 220(1): 50-52.
- [13] 汤睿,李昂,侯昱丞,等.原位肝移植供肝动脉变异处理的效果分析[J].腹部外科,2021,34(4):291-296,309.
- [14] 孔德元,李晓琴,余英芳,等.多层螺旋 CT 血管造影在肝癌患者介入术前的评估价值[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2019,17(11):81-83, 93.
- [15] 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.
- [16] SONG S Y, CHUNG J W, YIN Y H, 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.

收稿日期:2024-08-04

(本文编辑:钟美春)