



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.07.010
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.07.010
Chinese Journal of General Surgery, 2020, 29(7):857-866.

· 临床研究 ·

基于多层螺旋 CT 的供肝动脉解剖变异与新解剖分型研究

王承宇^{1,2,3}, 张志鹏^{1,2,3}, 方真好^{1,2,3}, 李贤初^{3,4}, 李奎^{1,2,3}, 尹俊达^{1,2,3}, 邓圣军^{1,3,5}, 杨浩^{1,2,3}, 龙学颖^{3,4}, 吴畏^{1,2,3}

(中南大学湘雅医院 1. 老年外科 2. 普通外科 3. 国家老年疾病临床医学研究中心 4. 放射科, 湖南长沙 410008; 5. 湖南省郴州市第一人民医院 普通外科, 湖南郴州 423000)

摘要

背景与目的: 供肝动脉解剖变异较多, 目前肝动脉解剖分型以 Michels 和 Hiatt 分型为主, 但不断有新发现的解剖变异情况。既往分型不能满足临床需要。本研究通过影像学观察统计供肝动脉解剖变异情况, 提出精准分型, 为临床工作提供科学准确的依据。

方法: 回顾性分析 2019 年 1 月—2019 年 3 月行腹部多层螺旋 CT 双期增强扫描患者的影像资料, 观察供肝动脉状态, 记录相关数据, 并进行分类统计。

结果: 总共纳入 1 520 例患者的 CT 影像资料, 男 967 例, 女 553 例。符合 Michels 分型者 1 504 例 (98.95%), 16 例 (10.53%) 不符合 Michels 分型。符合 Hiatt 分型者 1 507 例 (99.14%), 13 例 (8.55%) 不符合 Hiatt 分型。从肝总动脉 (CHA) 起源、副左肝动脉 (ALHA) 起源、供肝动脉类型 3 个方面对供肝动脉解剖进行分析, 笔者提出了供肝动脉解剖分型的七分法 (根据 CHA 起源) 与五分法 (根据左右供肝动脉的解剖变异及不同变异的组合情况)。七分法中 I 型 1 471 例 (96.78%)、II 型 25 例 (1.64%)、III 型 7 例 (0.46%)、IV 型 5 例 (0.33%)、V 型 4 例 (0.26%)、VI 型 4 例 (0.26%)、VII 型 4 例 (0.26%)。五分法中 I 型 1 381 例 (90.86%)、II 型 87 例 (5.72%)、III 型 38 例 (2.50%)、IV 型 10 例 (0.66%)、V 型 4 例 (0.26%)。

结论: 本研究提出的供肝动脉解剖新分型方法囊括了各种可能的解剖变异, 简化了既往研究将 CHA 和供肝动脉同时纳入分型的复杂情况, 分型思路清晰, 符合解剖实际与临床认知, 可为临床工作提供理论依据与指导。

关键词

肝动脉; 解剖变异; 体层摄影术, 螺旋计算机

中图分类号: R657.3

Anatomical variations and new anatomical classification of the arteries supplying the liver based on multi-slice spiral CT

WANG Chengyu^{1,2,3}, ZHANG Zhipeng^{1,2,3}, FANG Zhenhao^{1,2,3}, LI Xianchu^{3,4}, LI Xi^{1,2,3}, YIN Junda^{1,2,3}, DNEG Shengjun^{1,3,5}, YANG Hao^{1,2,3}, LONG Xueying^{3,4}, WU Wei^{1,2,3}

(1. Department of Geriatric Surgery 2. Department of General Surgery 3. National Clinical Research Center for Geriatric Disorders 4. Department of Radiology, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; 5. Department of General Surgery, Chenzhou First People's Hospital, Chenzhou, Hunan 423000, China)

收稿日期: 2020-04-03; 修订日期: 2020-06-19。

作者简介: 王承宇, 中南大学湘雅医院硕士研究生, 主要从事老年医学 (胃肠外科) 方面的研究。

通信作者: 吴畏, Email: wwtw1972@126.com; 龙学颖, Email: longxueying@csu.edu.cn

Abstract

Background and Aims: There are many anatomical variations of the arteries supplying the liver. Currently, the anatomical classification methods of the liver arteries are mainly Michels' classification and Hiatt's classification. However, new types of anatomical variations have continually been discovered. So, previous classification systems cannot meet the clinical needs. This study was conducted to analyze the anatomical variations of the liver supplying arteries by imaging observation, so as to create an accurate classification method and provide precise scientific information for clinical work.

Methods: The imaging data of patients undergoing biphasic contrast-enhanced scanning of abdominal multi-slice spiral CT from January 2019 to March 2019 were reviewed. The patterns of the arteries supplying the liver were observed, the relevant data were recorded and categorical analysis was performed.

Results: The CT imaging data of 1 520 patients were selected, including 967 males and 553 females. Of the patients, 1 504 cases (98.95%) met Michels' classification, and 16 cases (1.05%) did not meet Michels' classification; 1 507 cases (99.14%) met Hiatt's classification, and 13 cases (0.86%) did not meet Hiatt's classification. By analyzing the anatomical variations of the arteries supplying the liver from the aspects of the origin of the common hepatic artery (CHA), the origin of the accessory left hepatic artery (ALHA) and the types of the arteries supplying the liver, the authors proposed the seven-type classification (according to the origin of the CHA) and five-type classification (according to the anatomical variation of the left and right liver supplying arteries and the combination of different variations) for classifying the anatomical types of the arteries supplying the liver. In the seven-type classification, 1 471 cases (96.78%) were classified as type I, 25 cases (1.64%) were type II, 7 cases (0.46%) were type III, 5 cases (0.33%) were type IV, 4 cases (0.26%) were type V, 4 cases (0.26%) were type VI, and 4 cases (0.26%) were type VII. In the five-type classification, 1 381 cases (90.86%) were classified as type I, 87 cases (5.72%) were type II, 38 cases (2.50%) were type III, 10 cases (0.66%) were type IV, and 4 cases (0.26%) were type V.

Conclusion: The new classification methods proposed in this study cover all possible anatomical variations, which simplify the complex situation of taking simultaneously into account the CHA and the hepatic supplying arteries for classification in previous studies. The frameworks of the classifications are clear, consistent with the anatomical reality and clinical cognition, and they can provide theoretical basis and guidance for clinical work.

Key words

Hepatic Artery; Anatomic Variation; Tomography; Spiral Computed

CLC number: R657.3

经典的肝总动脉 (common hepatic artery, CHA) 起自腹腔干 (celiac axis, CA), 发出胃十二指肠动脉 (gastroduodenal artery, GDA) 后延续为肝固有动脉 (proper hepatic artery, PHA), 再分出左肝动脉 (left hepatic artery, LHA) 与右肝动脉 (right hepatic artery, RHA); 但供肝动脉的起源、分支、数目、行程常有不同变化。开展胰十二指肠切除、胆管癌根治、胃癌根治、肝切除、肝脏移植等手术及处理血管损伤时, 术前对供肝动脉的实际解剖情况有充分详尽的认识, 有利于制订手术预案、规避手术风险^[1-5]。多层螺旋CT血管成像 (multi-slice CT angiography, MSCTA) 技术的应用, 为外科医生术前详尽了解血管解剖提供了可能^[6]。本研究通过

多层螺旋CT (multi-slice CT, MSCT) 观察CHA起源、左右肝供血动脉来源, 对肝脏供血动脉系统进行解剖学分型, 从而为临床实践提供参考。

1 资料与方法

1.1 入选标准

回顾性分析2019年1月1日—2019年3月31日中南大学湘雅医院使用多层螺旋CT机 (64排以上探测器) 行腹盆腔CT扫描的连续性病例的影像资料。纳入标准: (1) 18~85岁; (2) 无腹部手术史; (3) 行腹盆腔双期扫描, 并进行多平面重建 (multi-planar reformation, MPR); (4) 图像质量高, 所观察动脉显示清晰; (5) 无胸腹部动脉夹

层、动脉瘤、动脉闭塞、动脉重度狭窄、动脉栓塞等疾病;(6) AA、CA、肠系膜上动脉(superior mesenteric artery, SMA)主干及其主要分支周围无导致供肝动脉受压或影响其观察的病变。

1.2 研究方法

1.2.1 阅片人员 阅片小组人员包括1名外科住院医师、2名外科学硕士、1名影像科硕士,阅片小组人员先在1名胃肠外科主任医师和1名有20余年腹部阅片经验的放射科副主任医师的共同指导下进行阅片训练,通过2名指导老师考核认可后,开始阅片并记录腹部血管解剖情况,如遇有疑问的病例,由指导老师进行确认。有非教科书描述的解剖情况或图像分析困难时,由6名研究人员共同阅片讨论确定。

1.2.2 观察方法及指标 影像学的观察在院内的影像归档和通信系统上进行,主要方法为:在CT动脉期薄层横轴位原始图像上仔细追踪各动脉的走行,同时辅以多平面重建、最大密度投影、容积再现等多种二维或三维图像后处理技术观察。观察内容包括:AA分支,CA与SMA的起源、分支、走行、分布,发自AA及其分支的供肝动脉。记录并统计上述动脉的各项数据,与现有的国际上接受度较广的供肝动脉分型进行比较分析。

1.3 与供肝动脉有关的其他血管

肝脾干(hepatosplenic trunk, HSpT)、胃脾干(gastrosplenic trunk, GSpT)、肝胃干(hepatogastric trunk, HGT)^[7]:为发出CHA、脾动脉(SA)和胃左动脉(left gastric artery, LGA)其中2支的动脉干。腹腔干肠系膜上干(celiacomesenteric trunk, CMT)、肝脾肠系膜上干(hepatosplenomesenteric trunk, HSpMT)^[7-9]:前者为CA与SMA共干,后者为GSpT和SMA共干。代右肝动脉(replaced right hepatic artery, RRHA)、替代左肝动脉(replaced left hepatic artery, RLHA)^[10]:缺少由CHA及其分支发出的LHA、RHA时,由其他腹腔内动脉发出供应左、右肝的动脉。副右肝动脉(accessory right hepatic artery, ARHA)、副左肝动脉(accessory left hepatic artery, ALHA)^[11]:CHA及其分支发出LHA、RHA,同时存在的由其他腹腔内动脉发出供应左、右肝的动脉。

1.4 国际供肝动脉分型

1966年Michels^[12]统计200具尸体解剖情况,较全面分析研究供肝动脉起源及分支情况,提出

了供肝动脉Michels分型,共10个分型。I型:PHA分出RHA、中肝动脉(middle hepatic artery, MHA)及LHA,占55%;II型:RLHA起源于LGA,占10%;III型:RRHA起自SMA,占10%;IV型:RRHA起自SMA+RLHA起源于LGA,占1%;V型:ALHA起源于LGA,占10%;VI型:ARHA起源于SMA,占7%;VII型:ARHA起源于SMA+ALHA起源于LGA,占1%;VIII型:RRHA+ALHA或ARHA+RLHA,占2%;IX型:CHA起源于SMA,占2.5%;X型:CHA起源于LGA,占0.5%。

1994年Hiatt等^[13]以1 000例肝脏移植手术患者为研究对象,统计分析了供肝动脉的解剖和变异情况,提出Hiatt分型,共6型。I型:正常,占75.7%;II型:RLHA或ALHA源自LGA,占9.7%;III型:RRHA或ARHA源自SMA,占10.6%;IV型:RRHA或ARHA(发自SMA)+RLHA或ALHA(发自LGA),2.3%;V型:CHA来自SMA,占1.5%;VI型:CHA来自AA,占0.2%。

1.5 统计学处理

根据病例观察表所得结果建立数据库,由2名成员协作录入EXCEL表格,第三人监督核对,避免数据录入错误。应用SPSS 23.0软件包进行统计。

2 结果

2.1 一般资料

共阅片1 738例,符合纳入标准的共计1 520例,患者年龄18~85岁,其中男967例(63.6%),女553例(36.4%)。

1 520例中符合Michels分型标准的1 504例(98.95%),包括:I型1 294例(85.13%);II型38例(2.50%);III型66例(4.34%);IV型4例(0.26%);V型65例(4.28%);VI型7例(0.46%);VII型0例(0.00%);VIII型7例(0.46%);IX型23例(1.51%);X型0例(0.00%)。不符合Michels分型标准的16例(10.53%) (表1)。

1 520例中符合Hiatt分型标准的1 507(99.14%),包括:I型1 294例(85.13%);II型103例(6.78%);III型73例(4.80%);IV型11例(0.72%);V型23例(1.51%);VI型3例(0.20%)。不符合Hiatt分型标准的13例(8.55%) (表2)。

表 1 本研究中 Michels 分型标准未包含的情况 [n (%)]
Table 1 Anatomical conditions not included in the Michels' classification criteria in this study [n (%)]

解剖描述	数值
CHA 起自 AA	3 (1.97)
RRHA 起自 AA	1 (0.66)
RRHA 起自 SA	1 (0.66)
ARHA 起自 CA	2 (1.32)
CHA 起自 SMA+ALHA 起自 LGA	2 (1.32)
ARHA 起自 GDA+ALHA 起自 LGA	1 (0.66)
CHA 起自 HSpT+RRHA 起自 SMA	1 (0.66)
CHA 起自 HSpT	3 (1.97)
CHA 起自 AA+ALHA 起自 LGA	1 (0.66)
CHA 起自 HSpMT	1 (0.66)
共计	16 (10.53)

表 2 本研究中 Hiatt 分型标准未包含的情况 [n (%)]
Table 2 Anatomical conditions not included in the Hiatt's classification criteria in this study [n (%)]

具体变异	数值
RRHA 起自 AA	1 (0.66)
RRHA 起自 SA	1 (0.66)
ARHA 起自 CA	2 (1.32)
CHA 起自 SMA+ALHA 起自 LGA	2 (1.32)
ARHA 起自 GDA+ALHA 起自 LGA	1 (0.66)
CHA 起自 HSpT+RRHA 起自 SMA	1 (0.66)
CHA 起自 HSpT	3 (1.97)
CHA 起自 AA+ALHA 起自 LGA	1 (0.66)
CHA 起自 HSpMT	1 (0.66)
共计	13 (8.55)

2.2 供肝动脉解剖分型

通过分析本研究中所观察到的供肝动脉的各种情况,结合文献报道及本研究中无法按 Michels 分型、Hiatt 分型标准进行分型的病例,确定从 CHA 起源、ALHA 起源、供肝动脉类型 3 个方面对供肝动脉解剖进行分析及分型。

2.2.1 CHA 起源 本研究将 CHA 分为 7 型(图 1-2)。I 型:经典型,即 CA 起于 AA,CHA、SA、LGA 均发自 CA;II 型:CHA 起自 SMA,SA、LGA 发自 GSpT;III 型:CA、SMA 共干,CHA 起自 CMT;IV 型:CHA 起自 HSpT,LGA 起自 AA;V 型:HSpT 与 SMA 共干,CHA 起自 HSpMT,LGA 起自 AA;VI 型:CHA 直接发自 AA,SA、LGA 起自 GSpT 或分别发于 AA;VII 型:CHA 缺如,供肝动脉为 RLHA、RRHA。本研究中,I 型占比 96.78%,即绝大多数人为经典 CHA 起源;其他分型所占比例见表 3。

2.2.2 ALHA 起源 本研究中,1 444 例(95.0%)未见 ALHA 存在或 ALHA 细小不能清晰显示;LGA 走行路径与肝门之间常可见间断动脉影,其起源与具体分布分辨困难,推测可能为来源于 LGA 的 ALHA,其中有胃癌患者 5 例,经与手术视频比对证实为 ALHA,术中均予以离断,术后恢复好,无肝功能损害;有明确清晰可辨 ALHA 的 76 例(5.0%),均起源于 LGA,其中为单独 ALHA 者 69 例(69/76,90.79%),RRHA+ALHA 者 7 例(7/76,9.21%)。

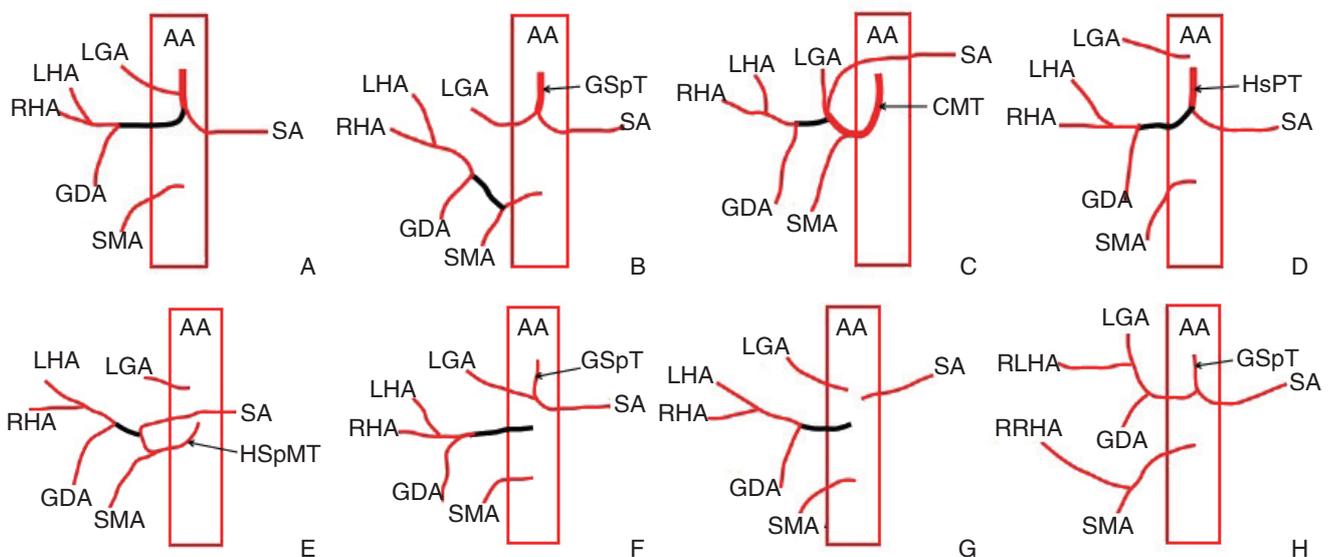


图 1 CHA 起源分型示意图(黑色标记处为 CHA) A: I 型; B: II 型; C: III 型; D: IV 型; E: V 型; F-G: VI 型; H: VII 型
Figure 1 Schematic diagram of the classification of the origin of the CHA (black color marking the CHA) A: Type I; B: Type II; C: Type III; D: Type IV; E: Type V; F-G: Type VI; H: Type VII

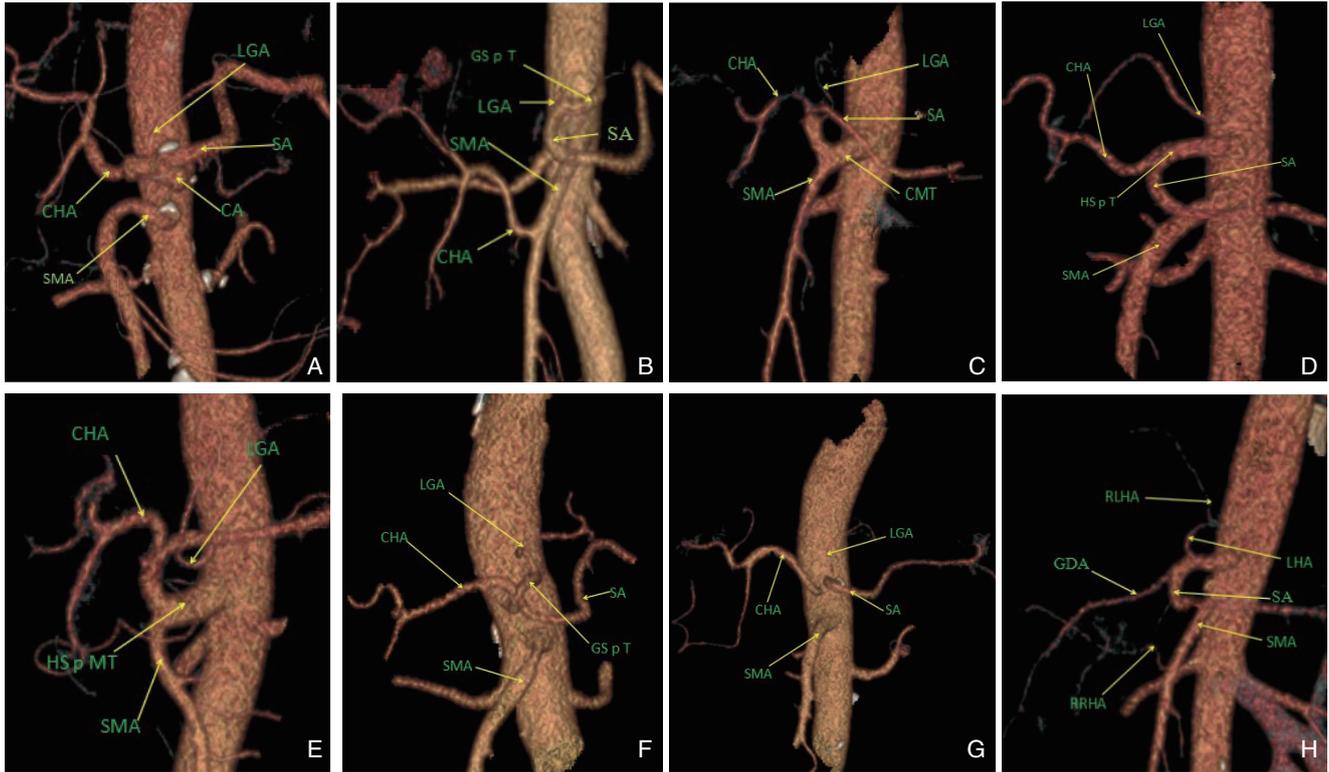


图 2 CHA 起源分型 CT 图像 A: I 型 (CHA、SA、LGA 均起自 CA) ; B: II 型 (CHA 起自 SMA) ; C: III 型 (CHA 起自 CMT) ; D: IV 型 (CHA 起自 HS p T, LGA 起自 AA) ; E: V 型 (CHA 起自 HS p MT) ; F: VI 型 (CHA 起自 AA, SA、LGA 起自 GS p T) ; G: VI 型 (CHA 起自 AA, LGA、SA 起自 AA) ; H: VII 型 (CHA 缺如)

Figure 2 CT images of origin of the classification of the origin of the CHA A: Type I (both SA and LGA originated from CA); B: Type II (CHA originated from SMA); C: Type III (CHA originated from CMT); D: Type IV (CHA originated from HS p T, LGA originated from AA); E: Type V (CHA originated from HS p MT, LGA originated from AA); F: Type VI (CHA originated from AA, and SA and LGA originated from GS p T); G: Type VI (CHA originated from AA, and LGA and SA originated from AA); H: Type VII (Absence of CHA)

表 3 CHA 分型具体内容及比例

Table 3 The specific content and proportion of CHA classification

CHA 分型	分型描述	n (%)
I	CHA、SA、LGA 均起自 CA	1 471 (96.78)
II	CHA 起自 SMA, SA、LGA 起自 GS p T	25 (1.64)
III	CHA 起自 CMT	7 (0.46)
IV	CHA 起自 HS p T, LGA 起自 AA	5 (0.33)
V	CHA 起自 HS p MT, LGA 起自 AA	4 (0.26)
VI	CHA 起自 AA, SA、LGA 起自 GS p T 或 AA	4 (0.26)
VII	CHA 缺如	4 (0.26)

2.2.3 供肝动脉类型 CHA 向右侧走行, 发出 GDA 后即为 PHA, 走向肝门进一步分为 LHA、RHA, 入肝供血。本研究将供肝动脉分为 5 型 (图 3-4)。I 型: 即经典型, PHA 发出 RHA、LHA; II 型: RRHA 型, PHA 仅发出 LHA, RRHA 起自 SMA 或

SA 或 AA; III 型: RLHA 型, PHA 仅发出 RHA, LGA 发出 RLHA; IV 型: ARHA 型, CHA 及其分支发出 RHA, 同时存在其它腹腔内动脉发出供应右肝的动脉; V 型: 双替代动脉型, CHA 缺如, RLHA、RRHA 同时存在。各分型所占比例见表 4。

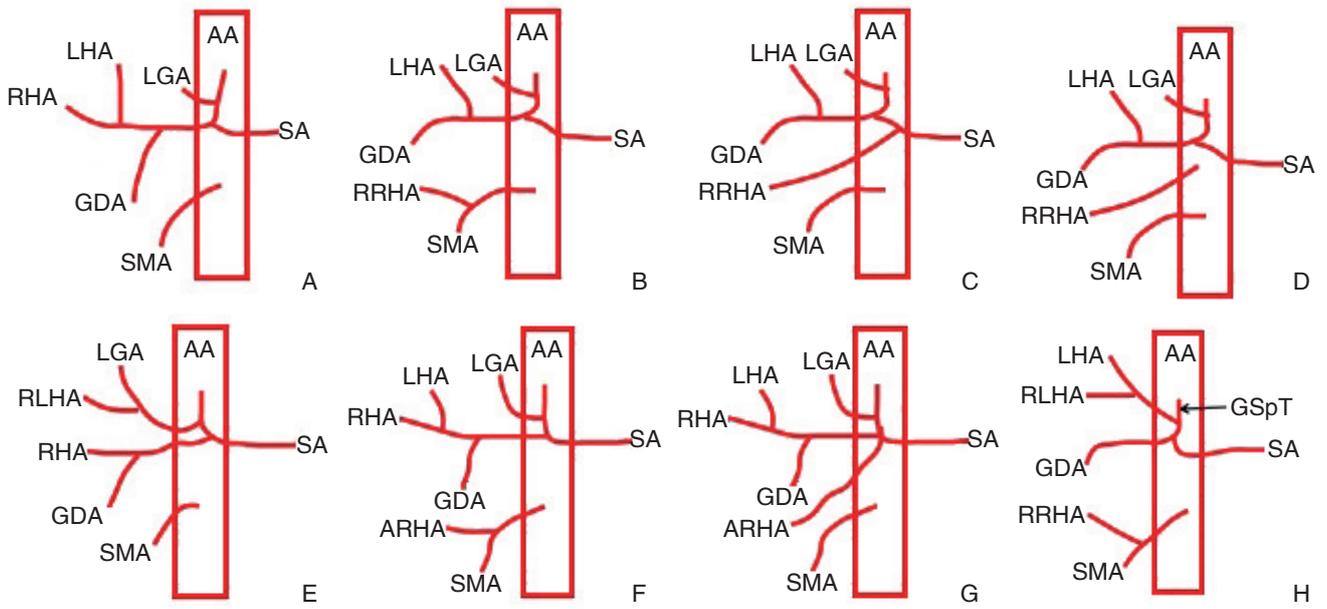


图 3 供肝动脉类型分型示意图 A: I 型; B-D: II 型; E: III 型; F-G: IV 型; H: V 型

Figure 3 Schematic diagram of classification of the types of the liver supplying arteries A: Type I; B-D: Type II; E: Type III; F-G: Type IV; H: Type V

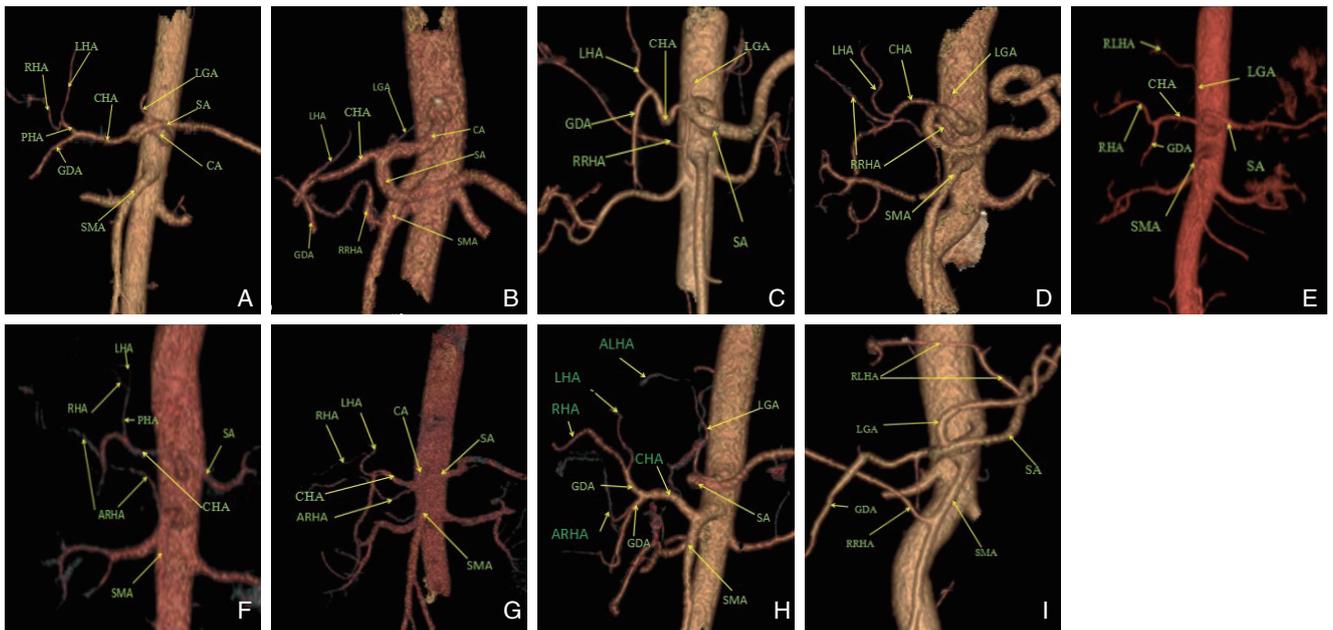


图 4 供肝动脉分型 CT 血管重建图片 A: I 型 (RHA、MHA、LHA 起自 PHA); B: II 型 (RRHA 起自 SMA); C: II 型 (RRHA 起自 SA); D: II 型 (RRHA 起自 AA); E: 型 (RLHA 起自 LGA); F: IV 型 (ARHA 起自 SMA); G: IV 型 (ARHA 起自 CA); H: IV 型 (ARHA 起自 GDA); I: V 型 (RLHA+RRHA 双替代动脉型)

Figure 4 CT vascular reconstruction pictures of classification of the liver supplying arteries A: Type I (RHA, MHA and LHA originated from PHA) B: Type II (RRHA originated from SMA); C: Type II (RRHA originated from SA); D: Type II (RRHA originated from AA); E: Type III (RLHA originated from LGA); F: Type IV (ARHA originated from SMA); G: Type IV (ARHA originated from CA); H: Type IV (ARHA originated from GDA); I: Type V (double replacement arterial type of RLHA+RRHA)

表4 供肝动脉分型及其所占比例

Table 4 Classification of the arteries supplying the liver and their proportions

分型	描述	n (%)
I	经典型	1 381 (90.86)
II	RRHA型(PHA仅发出LHA, RRHA起自SMA或SA或AA)	87 (5.72)
III	RLHA型(PHA仅发出RHA, LGA发出RLHA)	38 (2.50)
IV	ARHA型(ARHA起自SMA或CA或GDA)	10 (0.66)
V	双替代动脉型(RRHA+RLHA)	4 (0.26)

3 讨论

AA分支中不成对动脉主要包括CA、SMA、肠系膜下动脉(inferior mesenteric artery, IMA), 供应腹内消化器官。CA、SMA及其分支的解剖存在众多变异, 供肝动脉可来源于CA系统和/或SMA系统, 再由其分支分别供应左右肝脏。供肝动脉的解剖复杂而又非常重要, 在涉及肝胆胰胃等上腹部脏器的疾病诊疗中意义重大, 研究供肝动脉的解剖可为肝脏肿瘤切除、肝脏移植、肝脏肿瘤血管栓塞治疗、胆管癌根治等提供解剖学基础。随着MSCTA技术的应用, 外科医生得以在术前获得清晰的动脉血管解剖影像, 了解个体血管解剖有无异常, 从而制订手术预案。

肝动脉起源及分支情况的Michels分型与供肝动脉解剖和变异的Hiatt分型被广泛接受和使用, 但不断有两种分型未涵盖的解剖情况被发现, 且Michels的某些分型在其他研究中未能见到。多项研究中按两种分型统计, 各型比例也不尽相同^[14-18]。两种分型均主要关注替代肝动脉和副肝动脉, 同时考虑了CHA起源, 但CHA定义不明且存在众多可能起源动脉, 左右肝替代肝动脉和副肝动脉有多种可能组合, 导致两种分型均有不足之处。Michels分型的IX、X型^[12]与CHA起源有关(CHA分别起于SMA、LGA); Hiatt分型V型的CHA起于SMA, VI型的CHA起于AA^[13]。有关CA共干的研究中有HSpT、HGT、CMT等多种情况^[7, 19], 亦有HSpMT的报道^[9]。经典教科书^[20]将CHA定义为从CA到GDA分支处的一段肝动脉, 但该定义无法描述CHA的各种变异。当有发自HSpT、HGT、CMT、HSpMT的供肝动脉时, 研究者未明确CHA的定义, 直接将这些供肝动脉称为CHA^[21-23], 可能会导致理解上的偏差。Song等^[7]、Zaki等^[8]将CHA重新定义为: 至少包含GDA和1条肝动脉的动脉主干, 而不论其来源。结合文献和本组结果, 笔者将CHA重新定义为: 起自AA或其分支, 发出

GDA和至少1根供肝动脉的动脉干。

供肝动脉系统不论起源, 最终分支入左右肝, 入肝动脉以左右命名。各研究中比例最高者均为CA发出CHA^[17, 24], 延续为PHA再发出RHA和LHA供肝。缺少源于CHA的左右肝动脉时, 由其他动脉发出供应左右肝的动脉为替代肝动脉; 存在CHA来源的左右肝动脉时, 同时存在的由其他动脉发出供应左右肝的动脉为副肝动脉。替代肝动脉是供应相应肝叶血流的主要动脉, 副肝动脉起协同供血作用。CHA与肝胆胰胃手术^[1-4]、各种血管栓塞^[25]、介入诊疗^[26]等关系极为密切, 对CHA起源进行合理分型有非常大的临床应用价值。入肝动脉解剖复杂, 左右肝供肝动脉起源、分支、走行多样, 组合众多。详尽了解入肝动脉情况, 将直接指导胰腺胆道肿瘤手术、肝脏切除、肝脏移植等手术预案的制订。本研究从AA开始梳理动脉分支、走行、分布, 明确了所有病例CHA的起源、分支和分布以及非CHA来源的供肝动脉的起源与分布。结合既往研究和CHA的重新定义, 对供肝动脉从CHA起源和入肝动脉两个方面进行分型。

本研究组将CHA分为7型, 充分考虑到了多种可能变异: AA分支的异常、CA分支的解剖、重要动脉的共干以及CHA缺如的现象。该分型包含了本组所见的各种情况, 囊括了文献报道中除Michels分型的X型以外的CHA所有起源。Michels分型^[12]中, X型为CHA起源于LGA, 但本组与大多数学者^[27-28]的研究中均未见此种情况。笔者认为, 可将Michels的X型归为LGA起源于CHA, 而且这并不影响本研究对CHA起源进行分型。同时, 本研究首次对CHA起源进行分型, 并对各型所占比例进行统计。I型, 即经典型, CHA起源于完整型CA, 占96.78%; II型, 即CHA起自SMA, 占1.64%; III型: CA、SMA共干, CHA起自CMT, 未考虑SA、LGA起源; IV型: CHA起自HSpT, LGA起自AA, 此型为CHA起源于不完

整型CA, 本组观察到11例(推测CHA亦有起于HGT可能, 但本组病例及本团队既往研究中均未见此种起源^[19]); V型: HSpT与SMA共干, CHA起自HSpMT, LGA起自AA, 属罕见情况, 本组见4例, 既往报道亦仅见个例^[29-30]; VI型: CHA直接发自AA, 占0.26%; VII型: CHA缺如, 供肝动脉为替代左、右肝动脉, 占0.26%。III型、IV型、V型合并占比1.05%, CMT、HSpT、HSpMT均为AA在腹腔内最大分支, 分支处在胰腺上方, 上腹腔手术中容易分辨。II型占比排在第2位, 此型因CHA起于SMA, SMA从AA发出的位置及走行均位于胰腺后方, CHA发出后亦在后方走行或穿经胰腺实质^[7], 胰腺外科手术患者若CHA发自SMA, 术前识别并据此制订手术计划尤为重要^[31]。而识别VI型、VII型, 则在胃癌手术和肝脏手术中意义重大。

CHA或其他动脉发出的入肝动脉走向肝门或直接进入肝实质, 各自进入左肝或右肝。当存在RRHA时, 无论其来源如何, 仅供应右肝, RLHA亦仅供应左肝。外科手术中可见由LGA发出的ALHA, 经肝胃韧带走向肝门部, 与LHA汇合或直接入肝, 且ALHA较细小, 予以切断对肝脏供血影响小。文献中源自LGA的ALHA数据偏差较大, 可能是由于其在影像学上确认困难^[32]。本组中, 存在副肝动脉时, 左右肝各有其主要供应动脉; ARHA发源于粗大的SMA或CA, 清晰可见, 未见来源于AA者; ALHA均来自LGA, 未见来自AA的情况; 95.0%的患者未见ALHA存在或ALHA细小不能清晰显示。当入肝动脉不是经典教科书描述状况时, 常独立或同时存在RRHA、ARHA、RLHA、ALHA, 可有多种组合形式, 情况复杂。考虑到ALHA较细小且对肝脏血供贡献不大, 本研究对供肝动脉进行分型时未将ALHA作为分型考虑依据, 而是按供肝动脉来源及其所供应肝脏情况分为5型: 经典型占90.86%, RRHA型占5.72%, RLHA型占2.50%, ARHA型占0.66%, 双替代动脉型占0.26%。此分型简单易记, 通过MSCTA技术可清楚辨别并进行准确分型, 将异常情况按其供应左肝还是右肝进行分型, 符合目前肝脏解剖学和肝脏外科学的认知, 临床上容易推广应用。

本研究中, RLHA出现在III型和V型中, 合计占比2.76%; RRHA出现在II型和V型中, 合计占比5.98%。RLHA多来自LGA且穿行经过肝胃韧带入肝, 异常的左肝动脉易撕裂或结扎, 导致肝左

叶缺血性坏死^[33], 故在胃癌手术前了解LGA是否发出RLHA至关重要, 有助于避免RLHA的损伤。RRHA起自SMA或SA或AA, 在CA、CHA损伤或其他疾病需要结扎时, 由于RRHA的存在, 右肝的动脉供血不受影响^[34]。因起源部位距离肝门更远, 与经典的RHA和LHA相比, RRHA和RLHA会更长, 对于活体肝移植和劈离式肝移植, 存在替代肝动脉时, 无论取肝还是动脉吻合均会更容易更安全^[35-36]。副肝动脉存在情况不明, ARHA源于SMA、AA, 易于分辨; ALHA源于LGA, 相对细小, 有时通过MSCTA可能辨认困难。各研究报告的Michels分型II、III、IV型比例有很大差异, 可能原因之一是由于副肝动脉在影像学上被普遍低估^[31]。左右副肝动脉、左右替代肝动脉、CHA发出的左右肝动脉等单独出现或联合出现, 存在众多组合可能, 现有的肝脏供血动脉的分型方法均可能存在不足之处。本研究在剔除ALHA后进行分型, 按左右替代肝动脉及ARHA存在与否进行分类, 简单清晰易记, 与临床紧密联系, 有很大的应用前景。

本研究根据供肝动脉的起源及分布提出的CHA七分法和供肝动脉五分法, 克服了既往分型的不足, 囊括了各种可能的解剖变异, 虽存在两个独立的分型标准, 但分型的思路清晰, 符合解剖实际与临床认知, 简单易记, 判定分型方法简单易获得, 通过MSCTA即可全面详尽地了解CA、SMA系统的解剖, 有助于手术风险的评估与手术预案的制订, 建议推广应用。

参考文献

- [1] 赵阳. 多层螺旋CT动脉重建对胰十二指肠切除术的指导作用[D]. 遵义: 遵义医科大学, 2019.
Zhao Y. Guiding effect of multi-slice spiral CT arterial reconstruction on pancreaticoduodenectomy[D]. Zunyi: Zunyi Medical University, 2019.
- [2] 李继坤, 陈孝平. 胆管癌根治术的解剖学基础[J]. 中国实用外科杂志, 1994, 14(3):159-161.
Li JK, Chen XP. Anatomical basis of radical resection of cholangiocarcinoma[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 1994, 14(3):159-161.
- [3] 何威, 余江, 张策, 等. 多层螺旋CT腹腔干重建在腹腔镜胃癌根治术前评价的价值[J]. 中国微创外科杂志, 2009, 9(12):1119-1121. doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2009.12.022.

- He W, Yu J, Zhang C, et al. Multi-Slice Spiral CT Angiography of the Celiac Trunk in Preoperative Evaluation of Laparoscopic-Assisted Gastrectomy for Advanced Gastric Carcinoma[J]. Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery, 2009, 9(12):1119-1121. doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2009.12.022.
- [4] 陈立波, 王国斌. 选择性/超选择出入肝血管阻断后解剖性肝切除[J]. 肝胆外科杂志, 2007, 15(6):410-412. doi:10.3969/j.issn.1006-4761.2007.06.005.
- Chen LB, Wang GB. Anatomical Hepatotomy With Selective/ Ultra-Selective Inflow And Natomical Hepatetomv With Selective/ Ultra-Selective Inflow And Outflow Vascular Occlusion[J]. Journal of Hepatobiliary Surgery, 2007, 15(6):410-412. doi:10.3969/j.issn.1006-4761.2007.06.005.
- [5] 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.
- [6] 路俊英, 郭志军, 郭海云, 等. 应用64排螺旋CT血管造影技术观察肝动脉解剖变异类型[J]. 肝脏, 2018, 23(9):812-815. doi:10.3969/j.issn.1008-1704.2018.09.023.
- Lu JY, Guo ZJ, Guo HY, et al. Observation of the variations of hepatic arteries using 64-slice spiral CT angiography[J]. Chinese Hepatology, 2018, 23(9):812-815. doi:10.3969/j.issn.1008-1704.2018.09.023.
- [7] 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.
- [8] Zaki SM, Abdelmaksoud AHK, Khaled BEA, et al. Anatomical variations of hepatic artery using the multidetector CT angiography[J]. Folia Morphol (Warsz), 2020, 79(2):247-254. doi: 10.5603/FM.a2019.0090.
- [9] 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.
- [10] Kawarada Y, Das BC, Taoka H. Anatomy of the hepatic hilar area: the plate system[J]. J Hepatobiliary Pancreat Surg, 2000, 7(6):580-586. doi: 10.1007/s005340070007.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Hiatt JR, Gabbay J, Busuttill RW. Surgical anatomy of the hepatic arteries in 1000 cases[J]. Ann Surg, 1994, 220(1):50-52. doi: 10.1097/00000658-199407000-00008.
- [14] Daly JM, Kemeny N, Oderman P, et al. Long-term hepatic arterial infusion chemotherapy. Anatomic considerations, operative technique, and treatment morbidity[J]. Arch Surg, 1984, 119(8):936-941. doi: 10.1001/archsurg.1984.01390200054013.
- [15] Chen CY, Lee RC, Tseng HS, et al. Normal and variant anatomy of hepatic arteries: angiographic experience[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei), 1998, 61(1):17-23.
- [16] Stemmler BJ, Paulson EK, Thornton FJ, et al. Dual-phase 3D MDCT angiography for evaluation of the liver before hepatic resection[J]. AJR Am J Roentgenol, 2004, 183(6):1551-1557. doi:10.2214/ajr.183.6.01831551.
- [17] De Cecco CN, Ferrari R, Rengo M, et al. Anatomic variations of the hepatic arteries in 250 patients studied with 64-row CT angiography[J]. Eur Radiol, 2009, 19(11):2765-2770. doi:10.1007/s0030-009-1458-7.
- [18] 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.
- [19] 邓圣军, 陈伟, 周承汇, 等. 腹腔干解剖变异及其临床联系[J]. 中国普通外科杂志, 2017, 26(5):636-642. doi:10.3978/j.issn. 1005-6947.2017.05.016.
- Deng SJ, Chen W, Zhou CH, et al. Anatomic variations of celiac axis and their clinical connections[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(5):636-642. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.05.016.
- [20] 杨士豪, 姜志尧, 洪子聪, 等. 国人肝总动脉及其分支的观察[J]. 华中科技大学学报(医学版), 1978, 7(4):42-46.
- Yang SH, Jiang ZY, Hong ZC, et al. Observation of the common hepatic artery and its branches in Chinese people[J]. Acta Mediciniae Universitatis Scientiae et Technologiae Huazhong, 1978, 7(4):42-46.
- [21] Winter TC 3rd, Nghiem HV, Freeny PC, et al. Hepatic arterial anatomy: demonstration of normal supply and vascular variants with three-dimensional CT angiography[J]. Radiographics, 1995, 15(4):771-780. doi:10.1148/radiographics.15.4.7569128.
- [22] Takahashi S, Murakami T, Takamura M, et al. Multi-detector row helical CT angiography of hepatic vessels: depiction with dual-arterial phase acquisition during single breath hold[J]. Radiology, 2002, 222(1):81-88. doi:10.1148/radiol.2221010326.
- [23] Lee SS, Kim TK, Byun JH, et al. Hepatic arteries in potential donors for living related liver transplantation: evaluation with multi-

- detector row CT angiography[J]. *Radiology*, 2003, 227(2):391-399. doi:10.1148/radiol.2272012033.
- [24] Daseler EH, Anson BJ, Hambley WC, et al. The cystic artery and constituents of the hepatic pedicle: a study of 500 specimens[J]. *Surg Gynecol Obstet*, 1947, 85(1):47-63.
- [25] 胡国栋, 李小明, 黄志程, 等. 肝动脉解剖变异及肿瘤多支供血在栓塞治疗中的重要性[J]. *同济医科大学学报*, 1995, 24(4):276-278.
- Hu GD, Li XM, Huang ZC, et al. The Significance of Anatomy Variations of Hepatic Artery and Multiple Arterial Supplies in Embolization of Liver Tumors[J]. *Acta Universitatis Medicinæ Tongji*, 1995, 24(4):276-278.
- [26] 王连祥, 孙立国, 盛希中, 等. 肝动脉解剖变异在介入诊疗中的临床应用[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2004, 22(1):103. doi:10.3969/j.issn.1001-165X.2004.01.037.
- Wang LX, Sun LG, Sheng XZ, et al. Clinical application of hepatic artery variation in interventional radiology diagnosis and treatment[J]. *Chinese Journal of Clinical Anatomy*, 2004, 22(1):103. doi:10.3969/j.issn.1001-165X.2004.01.037.
- [27] Mellièrè D. Variations in the abdominal arteries applied to radical surgery and transplantation procedures[J]. *Rev Surg*, 1968, 25(5):305-313.
- [28] 钟敏之, 步军, 曾旭文, 等. MSCT-CTA对腹腔动脉分支解剖与变异应用研究[J]. *医学影像学杂志*, 2016, 26(11):2026-2029.
- Zhong MZ, Bu J, Zeng XW, et al. Research on anatomy and variation of branches of celiac artery with MSCT-CTA[J]. *Journal of Medical Imaging*, 2016, 26(11): 2026-2029.
- [29] Matusz P, Loukas M, Iacob N, et al. Common stem origin of left gastric, right and left inferior phrenic arteries, in association with a hepatosplenoenteric trunk, independently arising from the abdominal aorta: case report using MDCT angiography[J]. *Clin Anat*, 2013, 26(8):980-983. doi:10.1002/ca.22204.
- [30] Maldjian PD, Chorney MA. Celiomesenteric and hepatosplenoenteric trunks: characterization of two rare vascular anomalies with CT[J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(6):1800-1807. doi:10.1007/s00261-014-0312-9.
- [31] 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.
- [32] Noah EM, Klinzing S, Zwaan M, et al. Normvarianten der arteriellen Leberversorgung in Mesenterico-Coeliacographien[J]. *Ann Anat* 1995, 177(4):305-312. doi:10.1016/S0940-9602(11)80370-5.
- [33] Abid B, Douard R, Chevallier JM, et al. Left hepatic artery: anatomical variations and clinical implications[J]. *Morphologie*, 2008, 92(299):154-161. doi:10.1016/j.morpho.2008.10.001.
- [34] 杨健, 文天夫. 腹腔干结扎可行性临床研究进展[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2006, 13(3):362-364. doi:10.3969/j.issn.1007-9424.2006.03.038.
- Yang J, Wen TF. Studies on the Feasibility of Celiac Axis Ligation[J]. *Chinese Journal of Bases and Clinics in General Surgery*, 2006, 13(3):362-364. doi:10.3969/j.issn.1007-9424.2006.03.038.
- [35] Lo CM, Fan ST, Liu CL, et al. Adult-to-adult living donor liver transplantation using extended right lobe grafts[J]. *Ann Surg*, 1997, 226(3):261-269. doi:10.1097/00000658-199709000-00005.
- [36] Nakamura T, Tanaka K, Kiuchi T, et al. Anatomical variations and surgical strategies in right lobe living donor liver transplantation: lessons from 120 cases[J]. *Transplantation*, 2002, 73(12):1896-1903. doi:10.1097/00007890-200206270-00008.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 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. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.07.010

Cite this article as: Wang CY, Zhang ZP, Fang ZH, et al. Anatomical variations and new anatomical classification of the arteries supplying the liver based on multi-slice spiral CT[J]. *Chin J Gen Surg*, 2020, 29(7):857-866. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.07.010