论著

文章编号:1000-5404(2014)05-0478-05

# 右侧膈下动脉起源及其在原发性肝癌中参与供血的影像特征

青 云,罗小平,刘 曦,何明菊,杨 伟 (400010 重庆,重庆医科大学附属第二医院放射科)

[摘要] **目的** 回顾性分析右侧膈下动脉起源、解剖变异及其参与原发性肝癌供血特征,以期提高肝癌经动脉插管化疗栓塞的疗效。**方法** 收集我院2010年1月至2013年8月发现有右侧膈下动脉供血的原发性肝癌167例,其中男性151例,女性16例,年龄28~83(52.19±11.70)岁。所有DSA图像清晰度满足研究需求,可以准确判断膈下动脉的起源、走行、分布。分析右侧膈下动脉的起源及右侧膈下动脉参与供血特征。**结果** 167例右侧膈下动脉起源可分为9型,以起源于腹主动脉及腹腔干为主,双侧膈下动脉可共干或分别起源;参与肝癌血供包括外侧支、前支、后支、心包膈角支,分别为35.3%(59/167)、70.7%(118/167)、33.5%(56/167)、6.0%(10/167),常见右侧膈下动脉前支及外侧支同时参与肿瘤供血,其中右侧膈下动脉为少量供血134例,为主要滋养动脉参与供血33例。统计学分析显示肿瘤的直径、部位、治疗次数、性别、年龄与右侧膈下动脉参与肿瘤供血比例差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 右侧膈下动脉起源、解剖形态变异较多,在原发性肝癌中参与供血发生率高,参与供血形态及范围各异。

[关键词] 肝癌; 右侧膈下动脉;数字血管造影;化疗栓塞;变异;血管
[中图法分类号] R322.121; R735.7; R814.43 [文献标志码] A

# Origin of right inferior phrenic artery and its imagery features in participatory blood supply of hepatocellular carcinoma

Qing Yun, Luo Xiaoping, Liu Xi, He Mingju, Yang Wei (Department of Radiology, Second Affiliated Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing, 400010, China)

[**Abstract**] Objective To retrospectively analyze the origin and anatomical variation of right inferior phrenic artery (RIPA), and its participation in the blood supply of hepatocellular carcinoma (HCC) so as to improve the curative effect of transcatheter arterial chemoembolization (TACE) in treatment of HCC. Methods A total of 167 cases diagnosed as HCC with RIPA participated in the blood supply in our hospital from January 2010 to August 2013 were enrolled in this study. They were 151 males and 16 females with an average age of 52.19±11.70 (28 to 83). All obtained DSA images were qualified for observation to identify the origin, course and distribution of RIPA. The origin of RIPA and the features of its participation of blood supply were analyzed. Results The origins of RIPA of these 167 cases fell into 9 types. Most RIPA mainly originated from abdominal aorta and celiac trunk, and some from same or separate trunks of bilateral inferior phrenic arteries. Lateral branch, anterior branch, posterior branch and pericardiacophrenic arterial branches participated in the bloody supply of HCC, and accounted for 35.3% (59/167), 70.7% (118/167), 33.5% (56/167) and 6.0% (10/167), respectively. It was quite common that the anterior branch and lateral branch jointly participated in the blood supply. Among the 167 cases, 134 cases had RIPA participated as small amount of the blood supply, and the other 33 cases had RIPA as main nutrient artery. Statistical analyses showed that there was no consistent correlation of tumor location, tumor size, times of treatment, sex, age with the ratio of RIPA participated in blood supply of HCC. Conclusion The origins of the RIPA are various with anatomical variations. Many RIPA participates the blood supply of HCC, though with different ranges.

[**Key words**] hepatocellular carcinoma; right inferior phrenic artery; digital subtraction angiography; transcatheter arterial chemoembolization; variance; vessel

Corresponding author: Luo Xiaoping, E-mail:luoxiaoping123@126.com

[通信作者] 罗小平, E-mail:luoxiaoping123@126.com

[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20131219.1915.006.html(2013-12-19)

肝细胞肝癌(hepatocellular carcinoma,HCC)在世界范围内发病率居第 6 位,病死率居第 3 位[1]。经动脉插管化疗栓塞(transcatheter arterial chemoembolization,TACE)因疗效确切,手术本身对患者创伤小,患者耐受性好,成为目前公认的首选微创技术方法[2],但因膈下动脉等肝外侧支血供的存在导致栓塞不全,使肿瘤术后容易复发[3]。其中,右侧膈下动脉(right inferior phrenic artery,RIPA)是最常见的肝癌肝外营养血管[4-5],可于首次 TACE 治疗时发现其参与乃至成为肿瘤主要滋养血管。因此,了解其起源及明确其是否参与肝癌病灶供血,与栓塞与否的关系等,对提高 TACE 疗效具有重大的临床价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

收集我院 2010 年 1 月至 2013 年 8 月血管造影发现有 RIPA 供血的原发性肝癌 167 例,其中男性 151 例,女性 16 例,年龄 28~83(52.19±11.70)岁。根据卫生部原发性肝癌诊疗规范(2011 年版)标准,167 患者均经临床、实验室及影像学检查临床诊断为肝癌并行 TACE 或 TAE 治疗。肿瘤病灶直径 1.1~15.9(9.27±4.25)cm,其中 <5 cm 者 34 例,5~10 cm 者 59 例,>10 cm 者 74 例。167 例肝癌病灶中 120 例为单发,47 例为多发。其中首次治疗者占 56%(94/167),2 次及以上者占 44%(73/167)。病变发生部位见表 1。

### 1.2 设备与器材

X 线机为日本东芝 INFINIX-8000V 平板血管机(110 例次)、日本岛津公司 DIGTEX PREMIER VC CCD 数字血管机(57 例次);导管为日本泰尔茂 5F RH 管、4F YASHIRO 超滑导管、2.7F Progreat 微导管、美国 COOK 4F cobra C2 导管;造影用对比剂为法国加柏公司碘比醇注射液(110 例次)、江苏恒瑞制药公司碘海醇注射剂(57 例次)。

### 1.3 介入技术方法

所有病例完成常规穿刺插管后,首先进行腹腔干动脉或肝总动脉数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查,对于以下情况者则务必寻找右侧膈下动脉并造影检查:①与 CT 等影像对比发现病灶染色缺如;②常规腹部动脉 DSA 造影不能全部显示 CT 或 MRI 所示的病灶;③CT 等提示病灶有动脉血供而局部肝动脉闭塞;若术前即高度怀疑右侧膈下动脉参与肿瘤血供者,则首先以 RH、YASHIRO、cobra 导管找到右侧膈下动脉并进行 DSA 检查,依据造影表现判定是否有肿瘤染色存在,对于膈下动脉开口造影仍怀疑或无法判定者,则加用微导管进行选择性或超选择性插管、造影以确定是否存在肿瘤染色,发现确有肿瘤血供时则进行超选择性插管化疗栓塞;对于肝动脉途径肿瘤滋养动脉,经造影证实后实施亚段动脉超选择性插管化疗栓塞,力图彻底栓塞肿瘤滋养血供;对于栓塞后碘油沉积形态仍与 CT 等表现不符者,则继续找寻其他侧支动脉血供并栓塞之。

### 1.4 右侧膈下动脉起源、形态及肿瘤血供评价

依据术中导管方向及 DSA 造影动态图像经 2 名主治及以上介入医师分别评价及观察,意见不统一者则经讨论达成共识,观察指标包括 RIPA 的起源、走行分布、参与肿瘤供血的情况及肿瘤供血的 DSA 表现。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 19.0 统计软件处理数据。计数资料以率表示,采用 $\chi^2$ 检验。

## 2 结果

### 2.1 右侧膈下动脉的大体解剖

右侧膈下动脉 DSA 图像显示为沿腹主动脉右侧斜行向上走行的线状血管影,至右侧心膈角位置向外上方分出呈弧形向外上方走行的前后 2 支,在前后位上,2 支血管呈上下关系,上升支又可进一步分成外侧支、前支及心包膈角支,且常于起始部位发出分支至肾上腺,左右膈动脉常共干。肿瘤发生部位及与 RIPA 起始部位对照见表 1(当肿瘤累及 2 个及以上肝段时,以肿瘤主要累及肝段为所在肝段)。

### 2.2 RIPA 起源

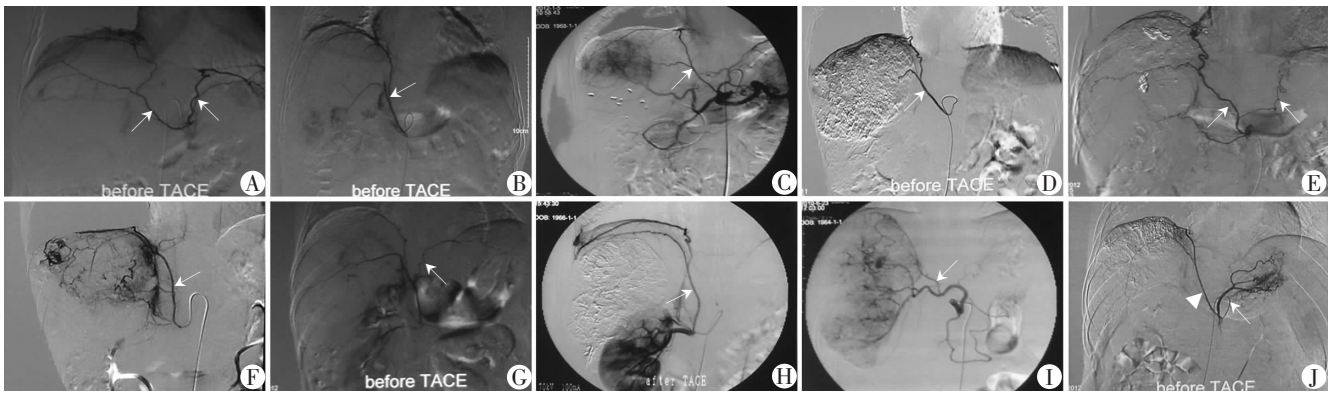
RIPA 起源类型可分为 9 型,具体见表 2、图 1。76 例 RIPA 起源于腹主动脉,其中开口位于腹腔干以上占 64.4%(49/76),开口位于腹腔干与肠系膜之间占 5.3%(4/76),开口位于肠系膜上动脉与右肾动脉之间占 13.8%(23/76)。

**表 2 167 例原发性肝癌患者 RIPA 起源情况**

| RIPA 起源类型 | 例数(%) |
|---|---|
| 单独起源于腹主动脉 | 51(30.5) |
| 与 LIPA 共干起源于腹主动脉 | 25(15.0) |
| 单独起源于腹腔动脉 | 27(16.2) |
| 与 LIPA 共干起源于腹腔动脉 | 20(12.0) |
| 起源于右肾动脉 | 34(20.3) |
| 与 LIPA 共干起源于右肾动脉 | 4(2.4) |
| 起源于肝固有动脉 | 3(1.8) |
| 起源于肝总动脉 | 1(0.6) |
| 起源于胃左动脉 | 2(1.2) |

**表 1 RIPA 起始部位与 HCC 发生部位对照[例(%)]**

| 肿瘤部位 | 腹主动脉 | 腹腔干 | 右肾动脉 | 肝固有动脉 | 胃左动脉 | 肝总动脉 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ⅷ段 | 47(28.14) | 26(15.57) | 23(13.77) | 1(0.60) | 2(1.20) | 1(0.60) | 100(59.88) |
| Ⅶ段 | 21(12.57) | 8(4.79) | 9(5.39) | 2(1.20) | 0(0.00) | 0(0.00) | 40(23.95) |
| Ⅵ段 | 2(1.20) | 6(3.59) | 3(1.80) | 0(0.00) | 0(0.00) | 0(0.00) | 11(6.59) |
| Ⅴ段 | 6(3.59) | 5(2.99) | 1(0.60) | 0(0.00) | 0(0.00) | 0(0.00) | 12(7.19) |
| Ⅳ段 | 0(0.00) | 1(0.60) | 1(0.60) | 0(0.00) | 0(0.00) | 0(0.00) | 2(1.20) |
| Ⅰ段 | 0(0.00) | 1(0.60) | 1(0.60) | 0(0.00) | 0(0.00) | 0(0.00) | 2(1.20) |
| 合计 | 76(45.51) | 47(28.14) | 38(22.75) | 3(1.80) | 2(1.20) | 1(0.60) | 167(100.00) |




A:左、右膈下动脉共干起源于腹腔干上方腹主动脉前壁(↑);B:右侧膈下动脉单独起源于腹腔干上方腹主动脉前壁(↑);C:左、右膈下动脉共干起源于腹腔干开口处(↑);D:右侧膈下动脉单独起源于腹腔干开口处(↑);E:左、右侧膈下动脉共干起源于肠系膜上动脉与右肾动脉之间腹主动脉右前壁(↑);F:右侧膈下动脉单独起源于肠系膜上动脉与右肾动脉之间腹主动脉右前壁(↑);G:左、右膈下动脉共干起源于右侧肾动脉开口处(↑);H:右侧膈下动脉单独起源于右肾动脉(↑);I:右侧膈下动脉(↑)起源于肝固有动脉;J:右侧膈下动脉(△)起源于胃左动脉(↑)

**图1 右侧膈下动脉起源及解剖变异**




A~C:右侧膈下动脉为肿瘤主要供血 A、B示右侧膈下动脉后支、前支、外侧支、心包膈角支支配区见不规则团块状、结节状、片状肿瘤染色(↑);D~F:右侧膈下动脉中、少量参与肿瘤供血 D:右侧膈下动脉外侧支、后支供血区有小结节状肿瘤染色(↑);E:右侧膈下动脉后支起始部、心包膈角支支配区见不规则小片状肿瘤染色(↑);F:右侧膈下动脉前支、外侧支、后支支配区见散在不规则小结节状/片状肿瘤染色(↑)

**图2 右侧膈下动脉供血形态及范围**

### 2.3 RIPA参与肿瘤供血的DSA表现

膈下动脉参与肿瘤供血时常增粗扭曲,分支血管增多紊乱(图2A~C)。本组RIPA造影显示接受膈下动脉供血的病灶沿膈下动脉走行分布,参与肝癌血供包括外侧支、前支、后支、心包膈角支,分别为35.3%(59/167)、70.7%(118/167)、33.5%(56/167)、6.0%(10/167),常见RIPA前支及外侧支同时参与肿瘤供血,其中RIPA少量供血者134例,为主要滋养动脉参与供血者33例。根据其造影表现可有以下几种情况:①膈下半球状/半月状肿瘤染色,或团块状/不规则状广泛性肿瘤供血染色(图2A~C):多位于膈下区域,RIPA为主要供血途径时常表现为此。②分散/集中多发结节状肿瘤供血:多位于肿瘤的周边部,有浓密的肿瘤染色,供血区域常独立(图2D)。③结节状/不规则状局限性肿瘤供血:常呈单一或分散的结节状或不规则片状肿瘤血供(图2E),提示RIPA供应部分肿瘤血液。④小片状肿瘤血供:呈分散结节状或小片状肿瘤染色(图2F),多见于膈下内、外侧或肝门附近区域。

### 2.4 RIPA参与肿瘤供血量单因素分析

统计显示患者年龄、性别、治疗次数、肿瘤直径及肿瘤部位与RIPA参与肿瘤供血量均无统计学意义($P>0.05$),见表3。

### 2.5 并发症及处理

对167例患者肝动脉分支及RIPA的肿瘤血供支均经超选择性插管碘油化疗乳剂完全性填充,TACE后造影显示RIPA供血分支闭塞,供血区肿瘤染色消失。患者均未出现膈肌穿孔、肝功能衰竭、肿瘤破裂大出血等严重并发症。轻微并发症包括术中或术后右肩部疼痛、少量胸腔积液、持续发热、一过性肝功能轻度损害表现,对症治疗后上述症状在2周内消失。

**表3 右侧膈下动脉参与肿瘤供血量的单因素分析**

| 相关因素 | $n$ | 参与肿瘤供血量[例(%)] | | $\chi^2$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 主要($n=33$) | 少量($n=134$) | | |
| 年龄(岁) | | | | | |
| ≤35 | 9 | 0(0.00) | 9(6.72) | 2.359 | 0.237 |
| 35~60 | 121 | 25(75.76) | 96(71.64) | | |
| ≥60 | 37 | 8(24.24) | 29(21.64) | | |
| 性别 | | | | | |
| 男 | 151 | 31(93.94) | 120(89.55) | 0.588 | 0.443 |
| 女 | 16 | 2(6.06) | 14(10.45) | | |
| 治疗次数 | | | | | |
| 首次 | 94 | 23(69.70) | 71(52.99) | 3.006 | 0.083 |
| 2次以上 | 73 | 10(30.30) | 63(47.01) | | |
| 肿瘤直径 | | | | | |
| <5 cm | 34 | 3(9.09) | 31(23.13) | 3.239 | 0.198 |
| 5~10 cm | 59 | 13(39.39) | 46(34.33) | | |
| >10 cm | 74 | 17(51.52) | 57(42.54) | | |
| 肿瘤部位 | | | | | |
| Ⅰ~Ⅲ | 2 | 0(0.00) | 2(1.49) | 1.885 | 0.597 |
| Ⅳ | 2 | 0(0.00) | 2(1.49) | | |
| Ⅴ~Ⅵ | 23 | 3(9.09) | 20(14.93) | | |
| Ⅶ~Ⅷ | 140 | 30(90.91) | 110(82.09) | | |

## 3 讨论

肝外侧支循环的形成是TACE栓塞不彻底及术后肿瘤复发的重要原因之一。肝癌的肝外侧支血供包括膈下动脉、网膜动脉等数十条,其中RIPA被认为是最常见者[4-6],但因其起源位置变异性大、范围广,故了解其起源位置及肿瘤供血特征,对肝癌TACE治疗有重要临床意义。

### 3.1 右侧膈下动脉的起源变异及特征

文献[7-8]报道,RIPA的起源并不一致。Kimura等[8]分析了178例肝癌患者RIPA起源,结果显示RIPA起源于腹主动脉约占57%,起源于腹腔干约占30%,起源于右肾动脉约占11%,其他少见的起源类型分别为胃左动脉2%,胰背动脉1%。本组167例患者中,RIPA起源于腹主动脉约占45.5%,起源于腹腔干约占28.2%,起源于右肾动脉约占22.7%,其他少见的起源类型分别为胃左动脉1.2%,肝固有动脉1.8%,肝总动脉0.6%,左、右膈下动脉共干起源者约占29.4%。本研究中RIPA起源于右肾动脉约22.7%,高于以往报道(7%~17%);与起源于腹腔干的概率相当。这与以往报道RIPA主要起源于腹腔干及腹主动脉,右肾动脉仅为次要起源位置明显不同。Loukas等[7]对300具尸体研究发现RIPA约17%起源于右肾动脉,约4%左、右膈下动脉可分别起源于右肾动脉,作者还特别提及无论是右侧膈下动脉还是左侧膈下动脉起源于右肾动脉均是独立解剖起源,没有共干现象;但本组病例中发现4例左、右膈下动脉共干起源于右肾动脉(图1G),这一起源类型在国内外文献中少见报道。本结果表明起源的多样性是RIPA的特征之一,如何在术中快速探查到其开口,并对其供血分支进行化疗栓塞治疗,对提高TACE疗效具有重要意义。由于腹腔干及右肾动脉TACE术中易于找寻,依据本研究结果,笔者认为对怀疑有RIPA参与肿瘤血供者,应首先于腹腔干动脉及右肾动脉开口邻近寻找,如未找到则通常于腹腔干动脉上方或肠系膜上动脉与右肾动脉间腹主动脉前壁寻找;但其起源于肠系膜上动脉与腹腔干之间的腹主动脉右壁时(在腹主动脉起源中约占5.3%)不易被发现,可能是腹腔干与肠系膜上动脉间的距离短,在插管时导管易进入腹腔干或肠系膜上动脉所致,由此导致发现困难。

### 3.2 RIPA参与肿瘤供血的影像特征及可能成因

本组RIPA参与肿瘤供血病例中,病灶位于或累及肝Ⅶ段、Ⅷ段分别为40例、100例。这可能是由于膈肌腹侧面血液主要由膈下动脉供应,而肝后部裸区与膈之间距离非常近。Miyayama等[9]研究发现RIPA分支可直接与肝裸区的肝尾状叶及肝右叶后段接触,且RIPA与肝动脉间存在潜在吻合支,当TACE术后肝动脉血流被阻断或供血减少时,这些分支的血流就可能会进行代偿进而发展成肿瘤的滋养动脉,因此RIPA成为上述肝段病灶的最常见肝外侧支滋养动脉。以往研究认为肝外侧支的产生主要与外科手术或TACE术后导致肝动脉阻断有关,但本研究发现RIPA参与供血的病灶为首次治疗者比例较大(约56%)或并未靠近肝裸区,笔者认为前者占比偏高与本组中病灶直径较大、病变解剖部位及生长方式有关,这提示肝动脉来源肿瘤血供是否阻断并非RIPA参与肿瘤供血的主要原因。笔者认为肿瘤所在部位及外生型生长特征可能是决定RIPA成为其肝外侧支的更为重要的因素,这与Hieda等[10]及陈振等[11]的研究相似。本组未靠近肝裸区的病灶多位于肝Ⅴ段、Ⅵ段,且进行至少1次TACE治疗,常由膈动脉后支参与其供血,可能是因TACE后肿瘤病灶血管系统被破坏而缺血、缺氧所致。动物实验研究发现TACE术后残癌组织缺血、缺氧可大量分泌VEGF而致使肿瘤微血管密度(microvessel density,MVD)增加[12],这就可能促进正常膈肌与右肝之间存在的潜在通道开放、或新生血管形成导致侧支交通的形成。本组非肝裸区部位肝癌病灶多由RIPA后支供血滋养,提示RIPA参与肿瘤供血还可能因肿瘤与右膈肌发生粘连而形成侧支通道有关。文献[13]报道肝癌膈下动脉侧支供血的DSA表现与膈下动脉在肿瘤供血中所占比例有关:当造影表现呈半球形或团块状、多个结节状浓染时,提示膈下动脉供血所占比例较大;当肿块染色浓密大致呈半月状时,提示肝动脉与膈下动脉侧支所占比例大体相当;而肿瘤染色区较多位于肿瘤的周边靠近膈下动脉一侧,其血供呈镰状、新月状或散在不规则小片状染色时,则提示其所占比例较小。研究认为肝外侧支的产生是HCC远处转移的原因之一,而其参与供血比例越大,发生转移的可能性就越大。尽管以往研究显示RIPA参与肿瘤供血与肿瘤的部位、大小有密切关系[10,14],但本研究结果显示肿瘤直径、部位、治疗次数、性别、年龄与RIPA参与肿瘤供血量均无统计学意义($P>0.05$),我们考虑RIPA参与肿瘤供血的多少可能与肿瘤的病理特性有关。以往大量研究报道恶性肿瘤细胞在生长过程中能产生多种促细胞生长因子:如成纤维细胞生长因子和血管内皮细胞生长因子(VEGF)等,肿瘤侵袭能力越大,其生成越多,以致促使肿瘤自身及其周围血管增生,进而与膈下动脉形成广泛侧支吻合而形成侧支血供;同时这些肿瘤产物(如VEGF)的激活可以抑制保护性的抗肿瘤免疫[15],为肿瘤的发生、发展及侵袭转

移提供了条件[16]。因此,笔者认为RIPA参与肿瘤供血的多少可能反映肿瘤侵袭能力的强弱,RIPA为主要供血的病例可能肿瘤恶性程度更高,对其除需完全栓塞其供血动脉外,还应强调综合治疗,以减少复发及发生远处转移。

### 3.3 RIPA供血对肝癌TACE术的影响

TACE是目前中晚期肝癌的首选疗法[3],尽可能完全阻断肿瘤的所有滋养血供是其成功的关键,近年来肝癌TACE术后1~3年生存率提高明显、但远期生存率并无明显改善[17],TACE术后肝癌残存的肿瘤组织依靠肝内/外邻近的动脉血管支建立起侧支循环而获得滋养是其重要原因之一[18-19]。Miyayama等[20]报道181例肝癌发现有肝外侧支供血者中RIPA高达83%,明显高于其他肝外侧支的发生率。由于RIPA在肝外侧支中的重要性,及时发现并处理RIPA的肿瘤供血支就成为TACE治疗成功的重要因素之一。但本研究发现当RIPA仅有少量血供时很易遗漏,如若遗漏将导致残癌迅速生长、复发,且RIPA起源位置多变、管径细小、开口角度小且常迂曲,给超选择造成较高甚至明显难度;只有找到并成功超选择性插管者才可能发现RIPA作为非主要供血者,使用性能优良的微导管、精细插管技术操作及丰富临床经验可保证栓塞成功。本组病例均使用2.7F Progreat微导管行超选择性插管,栓塞成功率接近100%,且无严重并发症的发生。

综上所述,RIPA的起源及其参与肿瘤供血时常存在变异,其参与肿瘤血供的多寡、形态、位置及滋养分支也复杂多变,并且常于首次治疗时即已存在RIPA血供。熟悉RIPA起源位置、了解其参与肿瘤供血特征可以帮助医师顺利、准确找到并确认其参与肿瘤供血。适时使用微导管并精细插管可保证栓塞的成功,进而有效保证TACE治疗疗效、提高患者生存率及生活质量,尤其对于疑有其参与肿瘤血供者,应尽可能找到该动脉并造影确认以避免遗漏。

## 参考文献:


[1] Ferlay J, Shin H R, Bray F, *et al*. Estimates of worldwide of burden of Cancer in 2008: GLOBOCAN 2008[J]. Int J Cancer, 2010, 127(12): 2893-2917.

[2] Mitchell J W, O'Connell W G, Kisza P, *et al*. Safety and feasibility of outpatient transcatheter hepatic arterial embolization for hepatocellular carcinoma[J]. J Vasc Interv Radiol, 2009, 20(2): 203-208.

[3] Gwon D I, Ko G Y, Yoon H K, *et al*. Inferior phrenic artery: anatomy, variations, pathologic conditions, and interventional management[J]. Radiographics, 2007, 27(3): 687-705.

[4] Cheng L F, Ma K F, Fan W C, *et al*. Hepatocellular carcinoma with extrahepatic collateral arterial supply[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2010, 54(1): 26-34.

[5] Miyayama S, Yamashiro M, Okuda M, *et al*. Anastomosis between the hepatic artery and the extrahepatic collateral or between extrahepatic collaterals: observation on angiography[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2009, 53(3): 271-282.

[6] Miyayama S, Yamashiro M, Okuda M, *et al*. Chemoembolization for the treatment of large hepatocellular carcinoma[J]. J Vasc Interv Radiol, 2010, 21(8): 1226-1234.

[7] Loukas M, Hullett J, Wagner T. Clinical anatomy of the inferior phrenic artery[J]. Clin Anat, 2005, 18(5): 357-365.

[8] Kimura S, Okazaki M, Higashihara H, *et al*. Analysis of the origin of the right inferior phrenic artery in 178 patients with hepatocellular carcinoma treated by chemoembolization via the right inferior phrenic artery[J]. Acta Radiol, 2007, 48(7): 728-733.

[9] Miyayama S, Yamashiro M, Shibata Y, *et al*. Arterial blood supply to the caudate lobe of the liver from the proximal branches of the right inferior phrenic artery in patients with recurrent hepatocellular carcinoma after chemoembolization[J]. Jpn J Radiol, 2012, 30(1): 45-52.

[10] Hieda M, Toyota N, Kakizawa H, *et al*. Evaluation of hepatocellular carcinoma supplied by the right inferior phrenic artery at initial treatment[J]. J Comput Assist Tomogr, 2008, 32(6): 877-881.

[11] 陈振, 李明省, 刘继营, 等. 初次TACE治疗时存在右膈下动脉供血的肝细胞癌的特征分析[J]. 中国介入影像与治疗学, 2012, 9(11): 778-781.

[12] Hsieh M Y, Lin Z Y, Chuang W L. Serial serum VEGF-A, angiopoietin-2, and endostatin measurements in cirrhotic patients with hepatocellular carcinoma treated by transcatheter arterial chemoembolization[J]. Kaohsiung J Med Sci, 2011, 27(8): 314-322.

[13] 罗小平, 谢微波, 喻明宪, 等. 中晚期肝癌右膈动脉供血的DSA表现特点及临床价值[J]. 临床放射学杂志, 2004, 23(10): 894-896.

[14] 王永利, 李明华, 程英升, 等. 原发性肝癌的肝外动脉供血来源类型和形成因素[J]. 介入放射学杂志, 2005, 14(3): 242-245.

[15] Terzic J, Grivennikov S, Karin E, *et al*. Inflammation and colon cancer[J]. Gastroenterology, 2010, 138(6): 2101-2114.

[16] Kuilman T, Michaloglou C, Vredeveld L C, *et al*. Oncogene-induced senescence relayed by an interleukin-dependent inflammatory network[J]. Cell, 2008, 133(6): 1019-1031.

[17] Takaki S, Sakaguchi H, Anai H, *et al*. Long-term outcome of transcatheter subsegmental and segmental arterial chemoembolization using lipiodol for hepatocellular carcinoma[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2012, 35(3): 544-554.

[18] 李金鹏, 陈华, 宋金龙. 肝外动脉供血在TACE治疗原发性肝癌临床意义的探讨[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2012, 19(24): 1894-1896.

[19] 温锋, 梁宏元, 卢再鸣, 等. 原发性肝癌肝外侧支血供的介入治疗[J]. 中国临床医学影像杂志, 2012, 23(5): 319-321, 334.

[20] Miyayama S, Matsui O, Taki K, *et al*. Extrahepatic blood supply to hepatocellular carcinoma: angiographic demonstration and transcatheter arterial chemoembolization[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2006, 29(1): 39-48.


(**收稿**:2013-10-01;**修回**:2013-10-26)

(编辑 汪勤俭)