



Title	Balloon Occlusion Hepatic Angiographyにおける造影剤消失過程の検討
Author(s)	菅井, 幸雄; 細矢, 貴亮; 鈴木, 真里子 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1987, 47(12), p. 1550-1559
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17402">https://hdl.handle.net/11094/17402</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## Balloon Occlusion Hepatic Angiography における 造影剤消失過程の検討

山形大学医学部放射線科

菅井 幸雄 細矢 貴亮 鈴木真里子 山口 昇一

（昭和62年4月6日受付）

（昭和62年5月20日最終原稿受付）

### A Study of Wash-out Process of Contrast Media in Balloon Occlusion Hepatic Angiography

Yukio Sugai, Takaaki Hosoya, Mariko Suzuki  
and Koichi Yamaguchi

Department of Radiology, Yamagata University School of Medicine

Research Code No. : 514.4

Key words : *Balloon catheter, Hepatic angiography, Collateral pathway*

Balloon occlusion hepatic angiography (BOHA) is coming into wide use recently because of its usefulness for high detectability of the liver tumor.

In spite of complete occlusion of the hepatic artery by the balloon, contrast media injected from the catheter tip into the hepatic artery is gradually washed out. This wash-out process may reflect the collateral circulation corresponded to the acute occlusion of the hepatic artery. The process varies according to the position of its occlusion and the arterial variations of branchings.

We analyzed the wash-out process in 92 cases of BOHA performed in our department from a viewpoint of collateral circulation.

In BOHA at the proper hepatic artery without extra-hepatic branches contrast media were washed out mainly by the flow from the epicoledocal plexus, and contrast media often persisted till late in the umbilical portion of the hepatic artery which is considered as a water-shed of the intrahepatic collateral flow. Furthermore, we referred to the clinical significance of the collateral circulation observed in BOHA with special emphasis upon some problems in the chemoembolization of the liver tumor and visualization of the gallbladder wall.

### 緒 言

肝の腫瘍性病変の診断法として double lumen balloon catheter を総肝動脈や固有肝動脈、さらに末梢の肝動脈分枝まで進め、血流を一時的に遮断した上でその末梢に造影剤を注入する方法、Balloon Occlusion Hepatic Angiography(BOHA)が注目されている<sup>1)~3)</sup>。この場合、注入された造影剤は血流を遮断した状態にあるため、動脈内にある時間残存するが、それでも徐々に消失していく。

この造影剤消失過程を分析し、その機序、臨床的意義について考察を加え報告する。

### 対象と方法

昭和59年4月より昭和61年4月までに山形大学医学部附属病院放射線科で施行した BOHA は 103例であった。この内から、肝動脈塞栓術の既往のあるもの、バルーンの膨張不全で造影剤逆流が見られるもの、巨大な肝占拠性病変のため肝内の血行動態が大きな影響を受けているものを除いた

92例を対象とした。この対象をバルーンの位置(造影剤注入部位)別に分けると、総肝動脈造影32例、固有肝動脈造影52例、右肝動脈造影8例であった。この分類別に造影剤の消失過程を検討した。

各々の症例につき、次の項目を調べた。

1) 造影剤の注入が終了した後、最初に造影剤が消失する部位(造影剤の消失開始部位)。

2) 造影剤の注入が終了してから造影剤が消失を開始するまでの時間(造影剤の消失開始時間)。

3) 造影剤の注入が終了し、造影剤の消失が始まってから、最も長く造影剤が残存する部位(造影剤の最終残存部位)。

4) 造影剤の注入が終了してから造影剤が残存している時間(造影剤の最終残存時間)。

以上の結果より消失開始部位別及び最終残存部位別の頻度、部位の分布を求め、分析した。

BOHAに用いた造影剤は76% sodium & meglumin diatrizoate水溶液(76%ウログラフィン)である。造影剤注入量、撮影プログラムはFig. 1に示す。造影剤の消失過程の追跡は、造影剤注入終了後105秒までである。

また固有肝動脈造影を施行した3例で、バルーン膨張時の肝動脈内圧測定を行った。

### 結 果

#### 1) 総肝動脈造影(32例)

32例すべてで胃十二指腸動脈と固有肝動脈から造影剤の消失が始まり、次第に右、左肝動脈末梢へ消失が進行した。

32例中24例(75%)では注入終了後より3秒以内に造影剤の消失が始まり、6秒後に造影剤は、ほぼ動脈枝から消失していた。

残り8例では6秒後以降にも造影剤が残存していた。この8例の内3例では総肝動脈のバルーン直後に造影剤が残存し、最終残存時間は各々12秒、

15秒、75秒であった。8例の内5例では、右肝動脈前下行枝、胆囊動脈、中肝動脈に造影剤が残存し、最終残存時間は、9秒(1例)12秒(1例)15秒(3例)であった。

#### 2) 固有肝動脈造影(52例)

① 右胃動脈または副左胃動脈<sup>4)~6)</sup>が描出される25例:すべて右胃動脈または副左胃動脈の分岐部付近より造影剤の消失が始まり、次第にその範囲が末梢に広がっていった。最終残存時間は症例により異なっていた。

25例中11例(44%)では造影剤注入終了から6秒後にはほぼ全体の造影剤が消失した。14例(56%)では9秒後から15秒後まで造影剤が残存していた。残存しやすい部位は、バルーン直後、左肝動脈臍部、右肝動脈後枝、前下行枝末梢であった(Fig. 2)。

② 右胃動脈と副左胃動脈の描出を認めず、肝円索に沿って下行する細い動脈(肝錐状動脈)<sup>10)11)</sup>が造影される2例:この動脈は中肝動脈根部より分岐し、造影剤はこの部位より消失を開始したが(Fig. 3)、左肝動脈臍部と右肝動脈後下行枝には造影剤が注入終了から15秒後まで残存した。

③ 肝内分枝のみが造影され、肝外分枝の描出されない25例:様々な造影剤消失過程を示した。

Table 1に造影剤の消失開始部位と最終残存部位、Fig. 4に造影剤の消失開始時間と最終残存時間を見た。造影剤の消失開始部位としては、右肝動脈本幹、右肝動脈上行枝、固有肝動脈のバルーン直後、左肝動脈近位部が多かった。造影剤の最終残存部位としては、左肝動脈臍部の頻度が特に高く、他に左肝動脈背側枝、中肝動脈近位部、右肝動脈下行枝が多かった。

造影剤の消失開始時間は、造影剤の注入終了後3秒以内が68%を占め、造影剤の最終残存時間は、

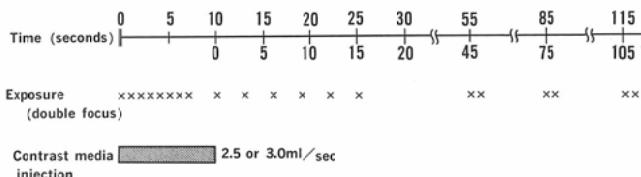
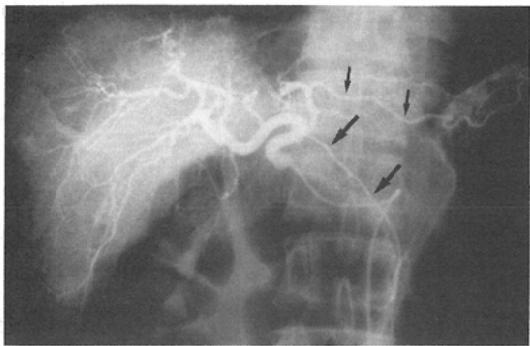
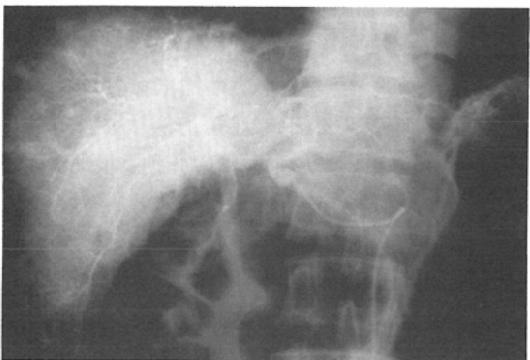


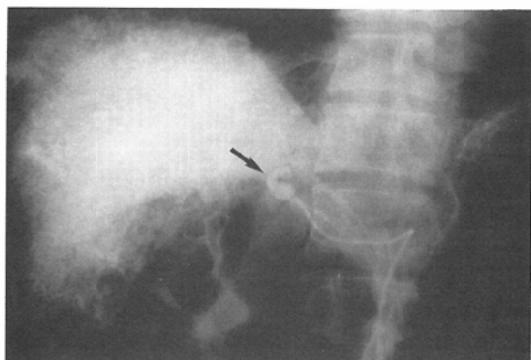
Fig. 1 Program of stereo-scopic exposure and contrast injection in BOHA



a. (arterial phase): The balloon is at the proper hepatic artery. The right gastric (large arrows) and the accessory left gastric artery (small arrows) are visualized.



b. (3 seconds after the end of contrast injection): Contrast media are promptly washed out from the right gastric and the accessory left gastric artery.



c. (15 seconds after the end of contrast injection): Contrast media persist only at the periphery of the balloon in the proper hepatic artery (arrow).

Fig. 2 BOHA in hemangioma of the liver

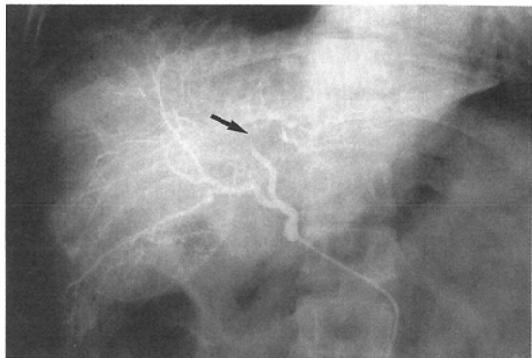


Fig. 3 BOHA in hepatoma (3 seconds after the end of contrast injection): The balloon is placed at the proper hepatic artery after the branching of the right gastric artery. Contrast media are washed out at first from the middle hepatic artery and its branching point of the left hepatic artery (arrow).

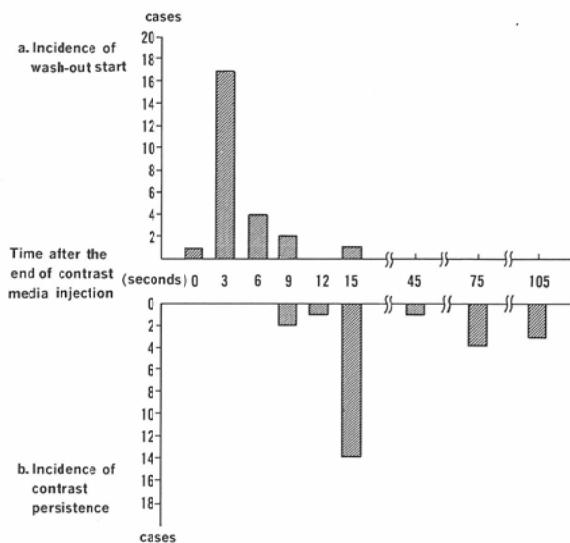
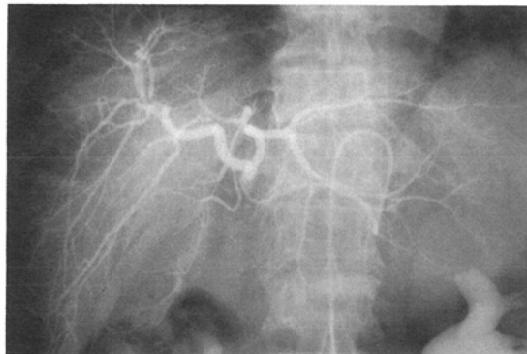


Fig. 4 Incidence of wash-out start and contrast persistence related to the time after the end of contrast injection in BOHA at the proper hepatic artery without extra-hepatic branches (25 cases).

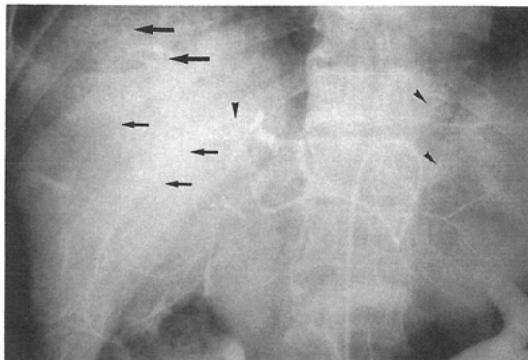
15秒後が56%を占めていた。45秒以上造影剤の残存した8例(32%)中7例に左肝動脈臍部の残存が含まれていた(Fig. 5)。バルーン直後の造影剤の消失については一定の傾向が見い出せず、造影剤の消失開始部位となったもの8例、最終残存部位となったもの6例、途中で消失したもの11例で

Table 1 Incidence of location of wash-out start and contrast persistence in BOHA at the proper hepatic artery without extra-hepatic branches (25 cases)

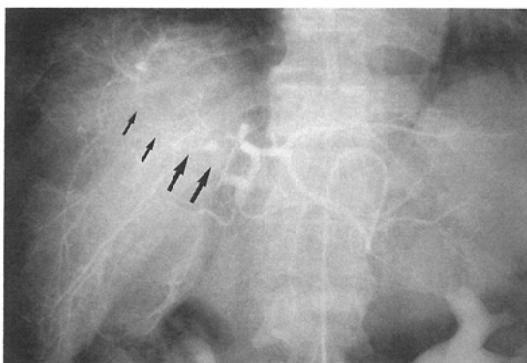
Location of wash out start	Number	Location of contrast persistence	Number
● Trunk of the right hepatic artery	19	● Umbilical portion of the left hepatic artery	18
● Superior branches of the right hepatic a.	12	● Dorsal branches of the left hepatic a.	8
● Proximal portion of the left hepatic a.	8	● Inferior branches of the right hepatic a.	7
● Proximal portion of the proper hepatic a. (just periphery of the balloon)	8	● Proximal portion of the middle hepatic a.	7
● Distal portion of the proper hepatic a.	6	● Ventral branches of the left hepatic a.	6
● Inferior branches of the right hepatic a.	3	● Proximal portion of the proper hepatic a. (just periphery of the balloon)	6
● Umbilical portion of the left hepatic a.	2	● Trunk of the right hepatic a.	4
● Proximal portion of the cystic a.	2	● Distal portion of the cystic a.	4
● Others	4	● Distal portion of the proper hepatic a.	3
		● Others	4



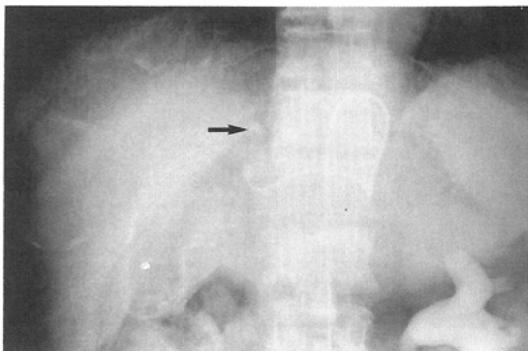
a. (arterial phase): The balloon lies at the proper hepatic artery without extra-hepatic branches.



c. (9 seconds after the end of contrast injection): Then contrast media are washed out at the periphery of the superior branches (large arrows), the proximal portion of the inferior branches (small arrows), and the periphery of the middle and left hepatic arteries (arrow heads).



b. (3 seconds after the end of contrast injection): Contrast media are washed out initially from the trunk of the right hepatic artery (large arrows) and the proximal portion of the superior branches (small arrows).



d. (15 seconds after the end of contrast injection): Contrast media persist only at the umbilical portion of the left hepatic artery (arrow).

Fig. 5 BOHA in normal case

あった。

その他左肝動脈本幹の造影剤だけが孤立性に消失し、その近位部、遠位部に残存する例(Fig. 6)、右肝動脈本幹から下行枝にかけて連続的に造影剤が残存する例 (Fig. 7) が 1 例ずつ見られた。

### 3) 右肝動脈造影 (8例)

造影剤の消失開始部位としては、右肝動脈上行枝末梢が 3 例、右肝動脈本幹の胆囊動脈分岐部付近が 3 例、両者同時が 2 例であった。造影剤の最終残存部位としては、右肝動脈本幹近位部（胆囊動脈分岐の近位側）が多かった（5 例）。造影剤の

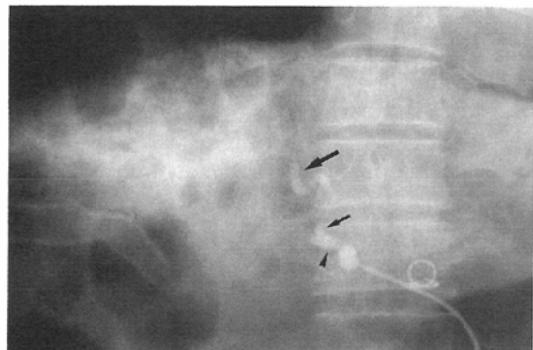


Fig. 6 BOHA in liver cyst (15 seconds after the end of contrast injection): Contrast media persist at the umbilical portion (large arrow), the proximal portion (small arrow) of the left hepatic artery and the proper hepatic artery (arrow head).

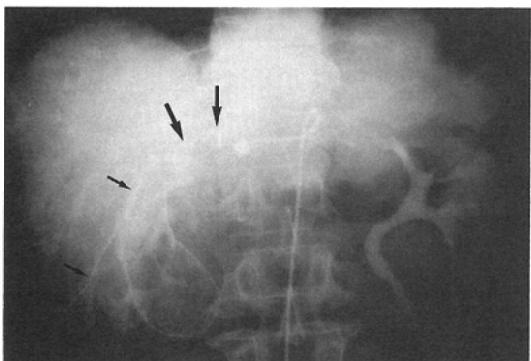
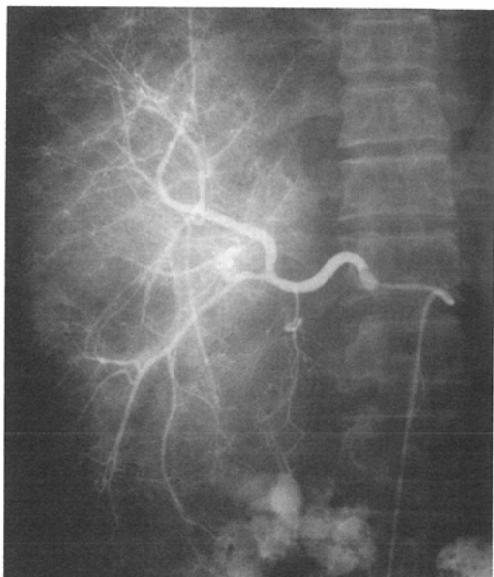


Fig. 7 BOHA in metastatic liver tumor (15 seconds after the end of contrast injection): Contrast media persist at the trunk of the right hepatic artery (large arrows) and the posterior inferior branches (small arrows).

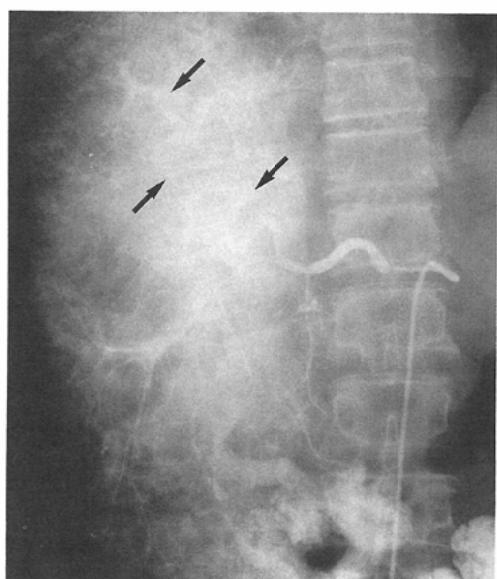
消失開始時間は、全例造影剤注入終了後 3 秒以内で、最終残存時間は、9 秒から 75 秒で一定しなかった (Fig. 8)。

### 4) バルーン膨張時の肝動脈内圧の測定（3例）

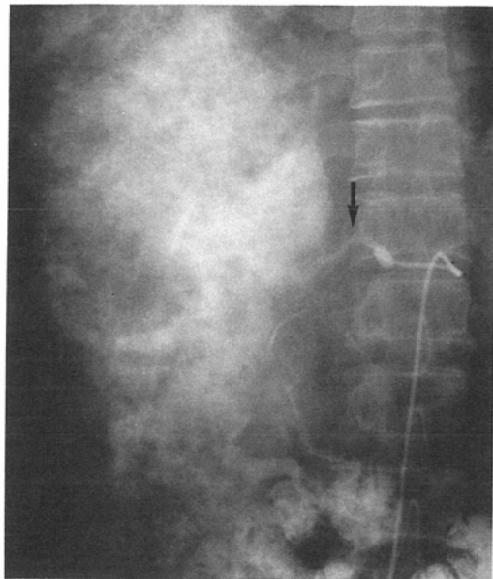
肝内分枝のみ造影され、肝外分枝の描出されな



a. (arterial phase): The balloon is placed at the trunk of the right hepatic artery.



b. (3 seconds after the end of contrast injection): Contrast media are washed out at first from the superior branches (arrows).



c. (15 seconds after the end of contrast injection): Contrast media still stay only at the proximal portion of the trunk of the right hepatic artery (proximal of the branching point of the cystic artery)(arrow).

Fig. 8 BOHA in hepato-cholangiocarcinoma

い25例中3例で測定した。バルーン膨張時の肝動脈内圧はそれぞれ15, 20, 30mmHgで、圧波形には呼吸性の変動があるものの拍動性変化は見られなかった。

## 考 察

### 1. BOHAにおける血行動態の解析

BOHAにおける造影剤消失過程は、急性閉塞時の肝動脈の側副血行を反映していると言える。肝臓の側副血行に関する報告<sup>12)~21)</sup>は多数ある。これらは外科的結紮、血管造影時の内膜下注入や血管攣縮、腫瘍による慢性閉塞で見られた側副血行を扱ったものが大部分である。それらの側副血行路をFig. 9に模式的に示す。急性閉塞時に発達する側副血行<sup>16)</sup>に言及した論文は少ない。本論文では慢性閉塞時の側副血行を基にしてBOHAにおける造影剤消失過程を考察する。

対象の92症例を側副血行路の立場から分析すると、BOHAにおける造影剤消失過程は2つに分かれられる。1つは造影で確認可能な既存の血管を介して側副血行が発達している場合である。もう1

つは普通の造影では側副血行路が確認できず、造影剤の消失部位より側副血行路が推測できる場合である。

前者には総肝動脈造影、右胃動脈分岐より近位側での固有肝動脈造影、副左胃動脈や肝錐状動脈の存在する例が含まれ、それぞれ胃十二指腸動脈<sup>13)19)</sup>、右胃動脈、副左胃動脈、肝錐状動脈が側副血行路として関与している。関与の程度はその血管の太さ、他の側副血行路とのバランス、位置関係により変化している。

一方後者には右胃動脈分岐より遠位側での固有肝動脈造影で副左胃動脈や肝錐状動脈を認めない場合と右肝動脈造影が含まれる。右肝動脈造影の場合、側副血行路として胆管周囲動脈叢と葉間、区域間吻合の2者が関与する。前者は造影で認めないが、後者は加圧注入により描出されることが多い。

右胃動脈分岐より遠位側での固有肝動脈造影で

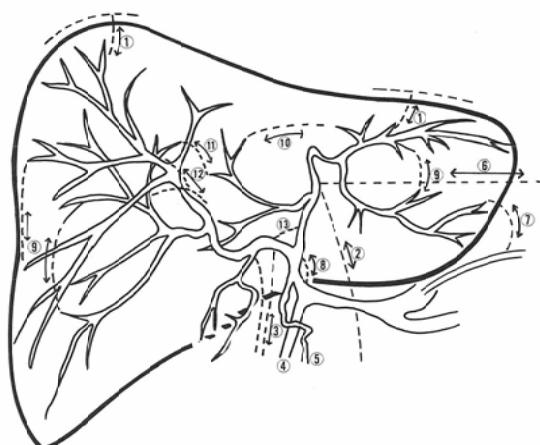
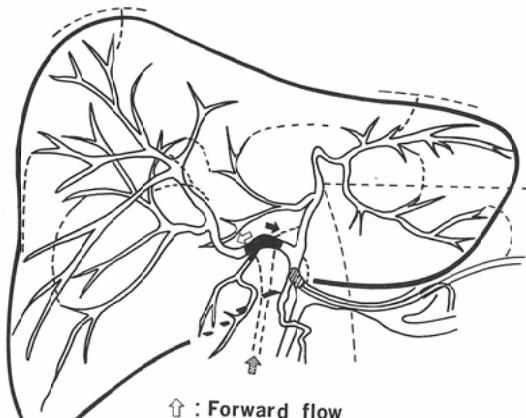


Fig. 9 Schematic representation of collateral pathways in the liver

Extra-hepatic collaterals, ① inferior phrenic, superior phrenic, sub- and inter-costal artery, ② hepatic falciform a., ③ epicoledochal plexus, ④ gastroduodenal a., ⑤ right gastric a., ⑥ accessory left gastric a., ⑦ left gastric a., ⑧ vasa vasorum around the hepatic artery and portal vein

Intra-hepatic collaterals, ⑨ inter-segmental anastomosis, ⑩ small collaterals in the fissure, ⑪ interlobar anastomosis, ⑫ peribiliary arterial plexus, ⑬ hilar collateral, ⑭ vasa vasorum around the hepatic artery and portal vein



↑ : Forward flow  
↓ : Backward flow  
↔ : Flow of collateral pathway

Fig. 10-a

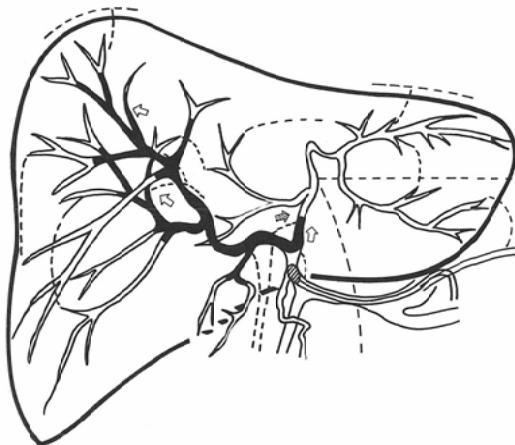


Fig. 10-b

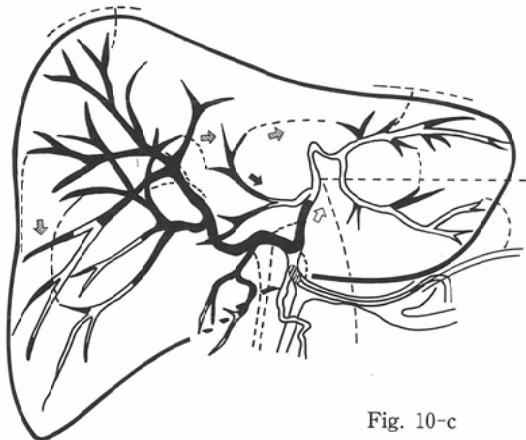


Fig. 10-c

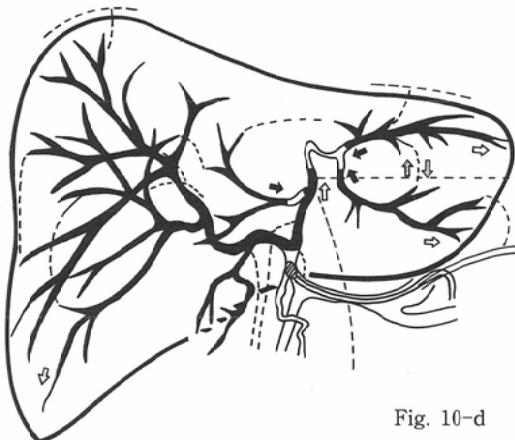


Fig. 10-d

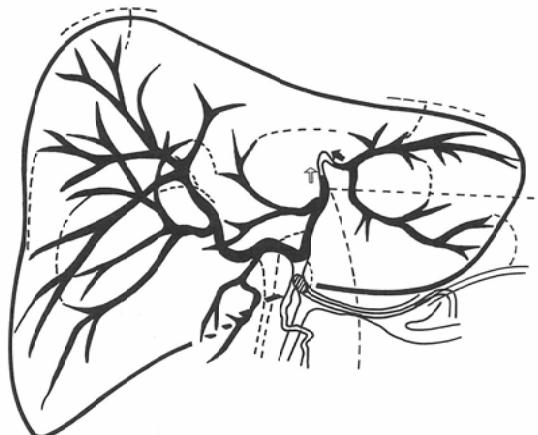


Fig. 10-e

Fig. 10 (a-e) Sequential schema of intra-hepatic collateral flow in BOHA at the proper hepatic artery without extra-hepatic branches. Black part in the arterial tree indicates contrast wash-out, and white part contrast persistence.

副左胃動脈や肝錐状動脈を認めない場合には造影では見えない側副血行路が関与している。以下、造影剤消失過程に基づく血行動態の解析を行なう。

#### a) 造影剤の消失開始部位に関与する因子

Fig. 9 のように肝外からは多数の側副血行路が存在する。造影剤の消失開始部位が右肝動脈本幹、右肝動脈上行枝、左肝動脈近位部に多いという結果より、胆管周囲動脈叢を介する側副血行が最も重要な働きをしていると考えられる。他に右横隔膜や左横隔膜<sup>15)19)</sup>の血管を介する側副血行、左胃動脈と左肝動脈の吻合<sup>22)</sup>を介する側副血行の目立つ場合が各々 1 例ずつ見られた。

#### b) 造影剤の最終残存部位に関与する因子

造影剤の最終残存部位として左肝動脈臍部が特に多い。その理由には、左区域間裂領域という解剖学的に直接側副血行を受けにくい位置であること、右肝動脈内と左肝動脈内の側副血行による流れのちょうど境界領域にあたることが考えられる。透視下で造影経過を見ると、臍部付近の造影剤は漂いながら次第に消えていくことが多く、方向性が判定できなかった。

#### c) パルーン使用時の肝動脈圧について

肝動脈圧はパルーン膨張時に 15~30mmHg に低下した。圧波形には拍動性の変化はなく、呼吸性の変動がわずかにあるだけで、時間が経過しても圧の上昇はなかった。従ってパルーン周囲の間隙を通って血液が拍動性に漏れている可能性は少ない。また肝のジヌソイドや動脈一門脈交通 (arterio-portal communication)<sup>23)</sup>を介する逆行性の側副血行も、ジヌソイド圧や門脈圧より肝動脈圧が高いことから否定的である。側副血行により一定の内圧と末梢の順行性の血行動態が保たれているものと思われる。

#### d) BOHA における肝内血行動態の模式図

以上の分析により肝動脈の血行動態が Fig. 10 のように推測できる。すなわち側副血行は胆管周囲動脈叢より右肝動脈本幹に流入し (Fig. 10-a), 本幹より右肝動脈上行枝に向かう順行性の流れと、肝門部側副血行路や固有肝動脈を通じて左肝動脈近位部に向かう逆行性の流れの 2 方向に分か

れる (Fig. 10-b). 右肝動脈上行枝に流れやすい理由としては、上行枝の走行が背側に向かうために背臥位では重力の影響を受けることが考えられる。右肝動脈上行枝末梢に達した流れは区域間裂側副血行や葉間及び区域間吻合を介して右肝動脈下行枝、中肝動脈、左肝動脈の末梢に広がっていく (Fig. 10-c). これは右肝動脈上行枝や中肝動脈で末梢側からの造影剤の消失が目立つことから推測される。そして近位側からの順行性の流れと末梢枝間の側副血行による末梢から近位側へ向かう逆行性の流れが生じて、造影剤の最終残存部位のみが目立ってくる (Fig. 10-d, e). 左肝動脈臍部、中肝動脈近位部、左肝動脈末梢、右肝動脈下行枝末梢では、近位側と遠位側からの側副血行の流れの向きが互いに相対して、その間の造影剤が残存するものと考えられる (側副血行の流れの境界領域)。ただし臍部以外の残存部位は側副血行の流れの微妙な違いにより症例毎に変わってくる。

Fig. 6 の左肝動脈本幹の造影剤の孤立性消失もこの理論で説明できる。つまり発達した肝門部側副血行路<sup>14)</sup>の流れが左肝動脈本幹で順行性と逆行性の上下に分かれ、側副血行の流れの境界領域が 2 つ生じたためと考えられる (Fig. 11).

#### e) パルーン直後の造影剤の動向

総肝動脈造影や右胃動脈など肝外分枝の描出される固有肝動脈造影でパルーン直後に造影剤が残存する場合は、主に胃十二指腸動脈や右胃動脈の側副血行路の分岐形態やパルーン直後の総肝動脈や固有肝動脈の長さが関係しているという印象であった。しかし、肝外分枝の描出されない固有肝動脈造影では造影剤の消失開始 8 例、最終残存 6 例と相反する結果を示した。右肝動脈造影でも消

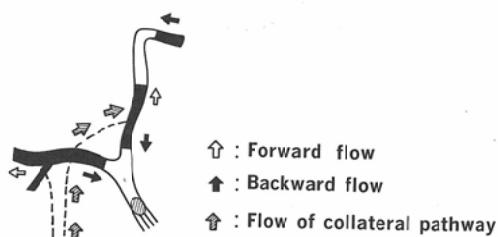


Fig. 11 Intra-hepatic collateral flow in a case with dominant hilar collaterals.

失開始5例、最終残存2例であった。一定の傾向が見い出せない理由としては、胆管周囲動脈叢との吻合<sup>24)25)</sup>の有無と吻合部位、右肝動脈と左肝動脈の分岐角度、肝門部側副血行路の部位と関与の程度、バルーン操作による血管攣縮の影響、肝動脈の vasa-vasorum<sup>16)19)21)</sup>を介する側副血行が考えられるが、結論を出すことはできなかった。

## 2. 造影所見の臨床的問題点

BOHAでは一般に胆嚢の描出が良好と考えられているが<sup>2)26)</sup>、肝嚢の描出が悪く壁濃染がほとんど残存しない場合があった。これは胆管周囲動脈叢と胆嚢動脈との吻合枝<sup>24)25)27)</sup>が発達し、胆嚢動脈から右肝動脈への側副血行の流れが強いため造影剤が充分に胆嚢動脈にはいらず、また胆嚢動脈末梢への流れも多く wash-out が早いためと考えられる。肝内の病変についても、側副血行の発達の仕方により病変の描出が不良となる例があることが予想される。

## 3. Interventional Radiologyへの応用について

バルーンを用いた総肝動脈での塞栓術において、側副血行の流れ（胃十二指腸動脈から固有肝動脈への流れ）を利用して、胃十二指腸動脈への塞栓物質の流入を防ぐ方法<sup>28)</sup>は良く知られている。右胃動脈、副左胃動脈、肝錐状動脈<sup>11)</sup>に関しても、その近位側でバルーンを用いることにより同様の効果が得られる。症例毎に側副血行動態を充分把握し利用することにより動注や塞栓術の際、末梢の腫瘍の部位に意識的に抗癌剤や塞栓物質を集中させることができる。逆にバルーンを用いると目的とする部位によっては抗癌剤や塞栓物質のはいりにくいことがある。たとえば、腫瘍が左肝動脈末梢にあり、右胃動脈が左肝動脈本幹より分岐している症例で、カテーテルが左肝動脈末梢にはいりにくい場合、バルーンカテーテルならば固有肝動脈でバルーンを膨張させれば塞栓物質や抗癌剤は右胃動脈にはいる心配がない。しかし右胃動脈からの側副血行は、左肝動脈末梢への流れと左肝動脈根部から肝門部側副血行路や固有肝動脈を通って右肝動脈本幹に向う流れの2つに分かれること、固有肝動脈のバルーンカテーテル先端より注

入した塞栓物質や抗癌剤は、主に右肝動脈に流れ込むというジレンマに陥る。左肝動脈より分岐する副左胃動脈、左肝動脈や中肝動脈より分岐する肝錐状動脈が太い場合も同じことが言える。

## 結語

1. BOHAにおける血流遮断状態下での造影剤消失過程を92症例で分析した。

2. 造影剤の消失開始部位、造影剤の最終残存部位を側副血行路の立場で説明し、BOHAにおける側副血行の流れを推測した。

3. 肝外分枝の描出されない例では胆管周囲動脈叢を介する側副血行が重要で、肝内の側副血行の流れの境界領域と考えられる左肝動脈臍部に造影剤が残存する場合が多かった。

4. BOHAにて胆嚢動脈への側副血行が豊富であるため、胆嚢壁の染まりが不良となる場合があった。

5. バルーンカテーテルを用いた塞栓術や動注は有用であるが、側副血行の違いにより不充分となる場合もある。

## 文 献

- 1) 高島澄夫、山田龍作、中塚春樹、他：肝動脈に対する balloon occlusion angiography の応用、肝臓、22：1631, 1981
- 2) 小野原信一、小山隆夫、内山典明、他：Balloon Occlusion Hepatic Angiography、日本医学会誌、43：905—912, 1983
- 3) 高島澄夫、中塚春樹、中村健治、他：肝細胞癌に対する新しい血管造影法、日本医学会誌、44：565—576, 1984
- 4) Adachi B: Das Arteriensystem der Japaner. Band II, 56—61, 1928, Kenkyusha Press, Tokyo
- 5) Lunderquist A: Arterial segmental supply of the liver. Acta Radiol Suppl 272: 75—80, 1967
- 6) Michels NA: Blood supply and anatomy of upper abdominal organs. 248—273, 1955, JB Lippincott Company, Philadelphia and Montreal
- 7) Ödman P: Percutaneous selective angiography of celiac artery. Acta Radiol Suppl 159: 78—80, 1958
- 8) 中村仁信、打田日出夫、黒田知純、他：左肝動脈より分岐する accessory left gastric artery について、日本医学会誌、39：685—690, 1979
- 9) Nakamura H, Uchida H, Kuroda C, et al: Accessory left gastric artery arising from left

- hepatic artery. AJR 134: 529-532, 1980
- 10) Michels NA: Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs. 317, 1955, JB Lippincott Company, Philadelphia and Montreal
  - 11) Dabid MW, Kyung JC, William DE, et al: Hepatic falciform artery: Anatomy, angiographic appearance, and clinical significance. Radiology 156: 339-340, 1985
  - 12) Appleby LH: Celiac axis in expansion of operation for gastric carcinoma. Cancer 6: 704-707, 1953
  - 13) Michels NA: Collateral arterial pathways to liver after ligation of hepatic artery and removal of celiac axis. Cancer 6: 708-724, 1953
  - 14) Redman HC, Reuter SR: Arterial collateral in the liver hilus. Radiology 94: 575-579, 1970
  - 15) Wirtanen GW, Kaude JV: Inferior phrenic artery collateralization in hepatic artery occlusion. AJR 117: 615-619, 1973
  - 16) Reuter SR: Development of collateral vessels in an acute occlusion of the common hepatic artery. AJR 97: 473-476, 1966
  - 17) Plengvanit U, Chearanai O, Sindhvananda K, et al: Collateral arterial blood supply of the liver after hepatic arterial ligation, angiographic study of twenty patients. Ann Surg 175: 105-110, 1972
  - 18) Bengmark S, Rosengren K: Angiographic study of the collateral circulation to the liver after ligation of the hepatic artery in man. Am J Surg 119: 620-624, 1970
  - 19) Charnsangavej C, Chaung VP, Wallace S, et al: Angiographic classification of hepatic arterial collaterals. Radiology 144: 485-494, 1982
  - 20) Michels NA: Newer Anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation. Am J Surg 112: 337-347, 1966
  - 21) Pettersson H: Arterial collaterals in intrahepatic arterial occlusion. Acta Radiologica Diagnosis 16: 401-406, 1975
  - 22) Naidich JB, Naidich TP, Sprayregen S, et al: The origin of the left gastric artery. Radiology 126: 623-626, 1978
  - 23) Bookstein JJ, Cho KJ, Davis GB, et al: Arterio-portal communications. Radiology 142: 581-590, 1982
  - 24) Northover JMA, Terblanche J: A new look at the arterial supply of the bile duct in man and its surgical implications. Br J Surg 66: 379-384, 1979
  - 25) Parke WW, Michels NA, Ghosh GM: Blood supply of the common bile duct. Surg Gynecol Obstet 117: 47-55, 1963
  - 26) 高島澄夫, 中塚春樹, 中村健治, 他: 新しい血管造影法—Balloon-occluded hepatic angiography—の胆囊部血管造影への応用, 日消誌, 79: 757, 1982
  - 27) 黒田知純, 打田日出夫, 中村仁信, 他: 肝外胆管悪性腫瘍の血管造影の診断的価値, 日本医学会誌, 39: 1332-1343, 1979
  - 28) 中村仁信, 大井博道, 田中真理子, 他: バルーンカテーテルを利用した肝動脈塞栓術, 臨放, 30: 469-473, 1985