



Title	肝動脈塞栓術（TAE）における塞栓物質の最適サイズ
Author(s)	園村, 哲郎
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1994, 54(6), p. 489-499
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16060
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

肝動脈塞栓術 (TAE) における塞栓物質の最適サイズ

園 村 哲 郎

和歌山県立医科大学放射線科 (指導: 山田 龍作教授)

Optimal Size of Embolic Material in Transcatheter Arterial Embolization of the Liver

Tetsuo Sonomura

(Director: Prof. Ryusaku Yamada)

The purpose is to determine the optimal size of gelatin sponge, less toxic and more effective, in transcatheter arterial embolization (TAE) of the liver.

In experimental study on toxicity, gelatin sponge particles (GSP) were divided by their size into four groups, 0-200 μm , 200-500 μm , 500-1000 μm and 1000-2000 μm . In each group, three mongrel dogs underwent TAE. After a week, the livers were investigated pathologically, and the rate of liver necrosis was measured. The average rate was 23.7 percent with GSP of 0-500 μm , while 0.5 percent with 500-2000 μm . Microscopically, coagulation necrosis was found in 6 of 6 dogs with 0-500 μm , while in 2 of 6 with 500-2000 μm and bile duct injury was found in 5 of 6 dogs with 0-500 μm , while none with 500-2000 μm .

In clinical study on effectiveness, ten patients with hepatocellular carcinomas underwent TAE with GSP of 0-500 μm , 500-1000 μm and 1000-2000 μm respectively. After a week, the rate of tumor necrosis was measured by CT. The average

rate was 94.8 percent with 0-500 μm , 93.5 percent with 500-1000 μm and 86.8 percent with 1000-2000 μm .

These results suggest that the optimal size of GSP is 500-1000 μm .

はじめに

肝動脈塞栓療法 (Transcatheter Arterial Embolization; TAE) は、肝癌に対する有効な治療法である¹⁾⁻⁸⁾。TAE にはさまざまな塞栓物質が用いられている⁹⁾⁻²⁸⁾。そのうち gelatin sponge (GS) は最も広く利用されている。しかし、現在 TAE に用いられている GS 細片の大きさは施設と術者によって必ずしも一定ではない。最近リビオドールや GS powder などの比較的小さな塞栓物質を用いた TAE 後に胆管障害や肝壊死を来した症例が報告されている²⁹⁾⁻³⁴⁾。塞栓物質の望ましい条件とは、正常組織に与える障害が少なく腫瘍に対する阻血効果が強いことである。そこでわれわれは動物実験で塞栓物質のサイズ別に肝組織障害の程度を調べ、肝細胞癌症例で塞栓物質のサイズと画像的に計測した腫瘍壊死率との関連を調べ、TAE に用いる塞栓物質の最適なサイズを検討した。

対象と方法

1. 動物実験の材料と方法

塞栓物質として gelatin sponge (Spongel; 山之内製薬、粉末 Gelfoam; 日本 Upjohn) を用いた。Spongel は、大きさが 5×2.5×1cm のブロック状のものが市販されている。われわれはこれ

Research Code No. : 514.4, 514.1

Key words : TAE, Hepatoma, Embolic material,
Gelatin sponge

Received Sep. 6, 1993; revision accepted Dec. 21, 1993

Department of Radiology, Wakayama Medical College

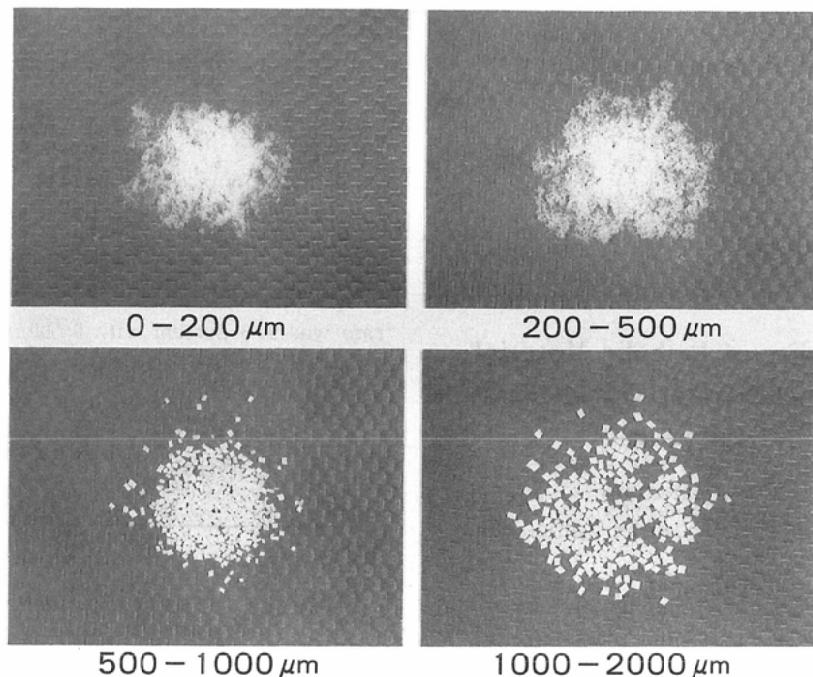


Fig. 1 Four groups of gelatin sponge particles

を指で押しつぶしたり水にぬらしたりしないよう注意しながらメス刃で薄く切り、このスライス片を眼科用の小型ハサミを用いて均一な大きさの立方体になるように切った。粉末状のGelfoamはそのまま用いた。

GS細片をステンレス製ふるい(飯田)で大きさによって0-200μm, 200-500μm, 500-1000μm, 1000-2000μmの4つに分けた(Fig.1)。GS細片がふるいで適切に分けられることはあらかじめ顕微鏡で確認した。GS細片の大きさによって4つのTAE群を作成した。対照群には肝動脈内に生理食塩水1ml/kgを注入した。各群には3頭の雑種成犬を無作為に割り当てた。

実験動物にpentobarbital 0.5ml/kgの腹腔内投与による全身麻酔を行い、清潔操作で大腿動脈を露出した。大腿動脈よりカテーテル(Formatom cath 7630, 外径0.048inch, 内径0.037inch, Becton-Dickinson社)を総肝動脈に進め、術前の造影を行った³⁾。固有肝動脈の1本に超選択的にカテーテルを挿入し、群構成に従ってTAEまたは生理食塩水の注入を行った。術後の総肝動脈造影

でTAEを行った肝動脈枝が完全に閉塞したことを確認した。感染予防のためにCefmenoxime(Bestcall, 武田)計1gを皮下および筋肉内に注射した。

TAE後7日目に肝臓、胆嚢、脾臓、胃、十二指腸、脾臓、腎臓および肺を摘出し、肉眼で観察した。

肝の肉眼所見から「肝壊死率」を求めた。この「肝壊死率」は(肝の壊死部の体積/塞栓領域の体積)×100(%)と定義した。

摘出した臓器はホルマリンで固定し、HE染色で組織学的に観察した。

2. 臨床研究の対象と方法

1990年10月より1991年9月までの間に和歌山県立医科大学および済生会和歌山病院でTAEの適応^{3),4)}となった肝細胞癌患者のうち、初回治療例、結節型、VP1以下、E2以下およびA-Pシャントがないという条件をすべて満たした30症例を対象とした。すべての患者からinformed consentが得られた。

TAEに用いるGS細片の大きさによって0-

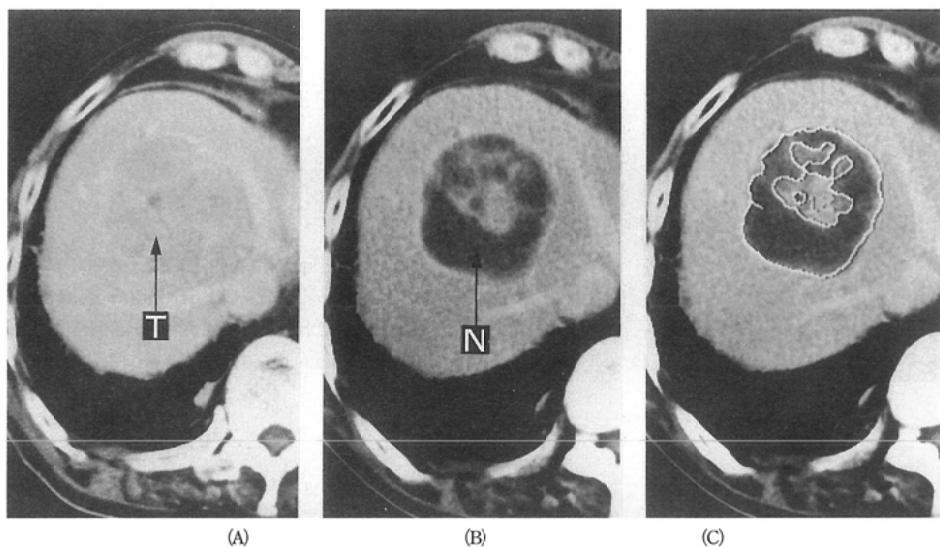


Fig. 2 A case in 500-1000 μm group: The rate of tumor necrosis was measured by CT in 7 days after TAE. (A) pre TAE, (B) post TAE, (C) measurement

T: Tumor N: Necrosis

500 μm , 500-1000 μm , 1000-2000 μm の 3 つの群を作成した。各群に 10 例を無作為に割り当たた。ただし、500 μm 以下の GS 細片を用いる場合、胆囊動脈分岐部より末梢の肝動脈にカテーテルを進められない症例は胆囊梗塞³⁰⁾を避けるために脱落例とした。

各症例では GS 細片に造影剤 5ml に溶解した Adriacin (協和醣酵) 20mg, Mitomycin C (協和醣酵) 10mg の抗癌剤をしみ込ませて TAE を行った。

500 μm 以下の群の 1 例では TAE の 9 週後、500-1000 μm 群の 1 例では 5 週後、1000-2000 μm 群の 1 例では 3 週後に肝切除術が施行された。

術前および TAE 後 7 日目に CT (GE 社製 CT/T9800, 島津社製 SCT5000) を用いて「腫瘍部壊死率」および「非腫瘍部壊死率」を求めた。「腫瘍部壊死率」は (腫瘍壊死部の体積 / 肿瘍全体の体積) $\times 100$ (%)とした (Fig. 2)。「非腫瘍部壊死率」は塞栓領域における非腫瘍部肝組織の壊死率とした。TAE 直前、1 日、3 日、1 週、2 週および 3 週後に血中総ビリルビン、GOT、GPT および ChE を測定した。また術前、1 週、

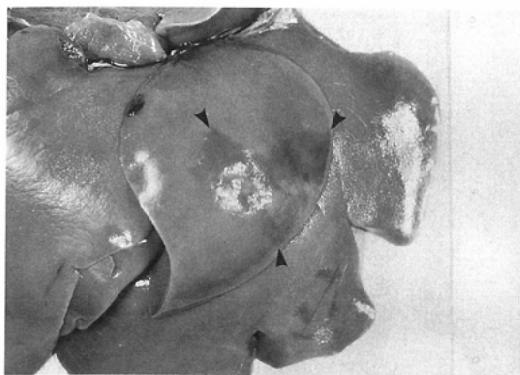
2 週および 3 週後に AFP および PIVKA-II を測定した。手術施行例について摘出標本の組織学的な観察を行った。

結 果

1. 動物実験の結果

1) 肝 臓

塞栓物質のサイズが 200 μm 以下の群では 3 頭全例に肝の壊死巣が認められた。壊死巣は肝の末梢領域を中心にみられ、黄色から白色で、その形は径 1cm 以下のものでは円形や楔形、径 1cm を越えるものでは不整な地図状を呈していた。3 頭の肝壊死率は 30%, 2% および 1% であった。200-500 μm 群でも 3 頭全例に同様の壊死巣が認められ、肝壊死率は 60%, 29% および 20% であった (Fig. 3)。500-1000 μm 群では肉眼的な壊死巣は認められなかった。1000-2000 μm 群では 3 頭中 1 頭で肝の辺縁に径 1.5cm の楔形の壊死巣が認められ、肝壊死率は 3% であった。他の 2 頭では壊死巣は認められなかった (Fig. 4)。200-500 μm 群の 2 頭では黄色を呈していた壊死巣の一部はホルマリン固定後緑色に変化した。



(A)



(B)

Fig. 3 Liver specimens of a dog of 200-500 μm group in 7 days after TAE: (A) Irregular-shaped necrosis is noted (arrow heads). (B) A round-shaped liquefaction necrosis is seen in cut specimen.

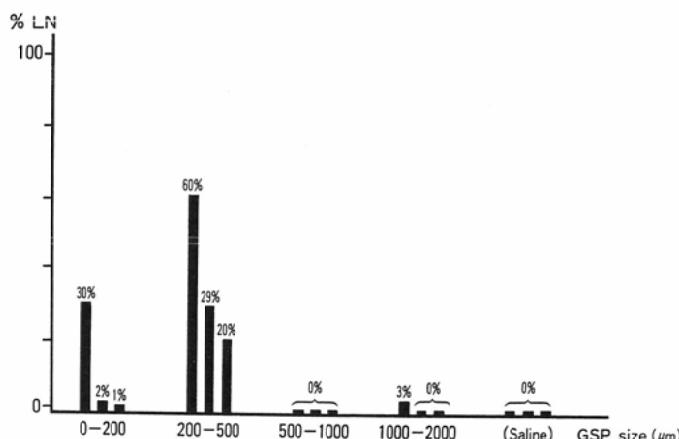


Fig. 4 The rate of liver necrosis (LN) was calculated by measuring the volumes of embolized liver and necrotic portion.

組織学的には肝の塞栓部分の観察で塞栓物質のサイズが 200 μm 以下の群の 3 頭、200-500 μm 群の 3 頭、1000-2000 μm 群の 1 頭で凝固壊死が認められ、500-1000 μm の 1 頭で小さな凝固壊死（巣状壊死）がみられた。壊死巣の一部では肝細胞が完全に脱落していた。壊死巣の周りには線維芽細胞の増生や豊富な新生血管がみられ、肉芽形成が認められた。また好中球を主体とする細胞浸潤や出血も認められた。

200 μm 以下の群の 2 頭、200-500 μm 群の 3 頭で壊死巣の胆管は破壊され、胆管上皮の脱落や多数の細い再生胆管の増生が認められた。非塞栓部では胆管の異常はみられなかった。200 μm 以下の群の 1 頭、500-1000 μm 群の 3 頭および 1000-2000 μm 群の 3 頭では胆管破壊像はみられ

なかつた (Fig. 5) (Table 1).

2) 胆 囊

200-500 μm 群の 1 頭で胆囊は腫大し黄色で胆囊壁の著しい肥厚がみられ、胆囊壊死像を呈していた。組織学的には胆囊粘膜は完全に脱落し、胆囊壁の全層が壊死に陥っていた。

Table 1 Histological Findings

GSP size (μm)	Coagulation necrosis	Bile duct injury
0-200	+++	+ - +
200-500	++ +	++ +
500-1000	- +*-	---
1000-2000	- + -	---
(saline)	- - -	---

* focal necrosis

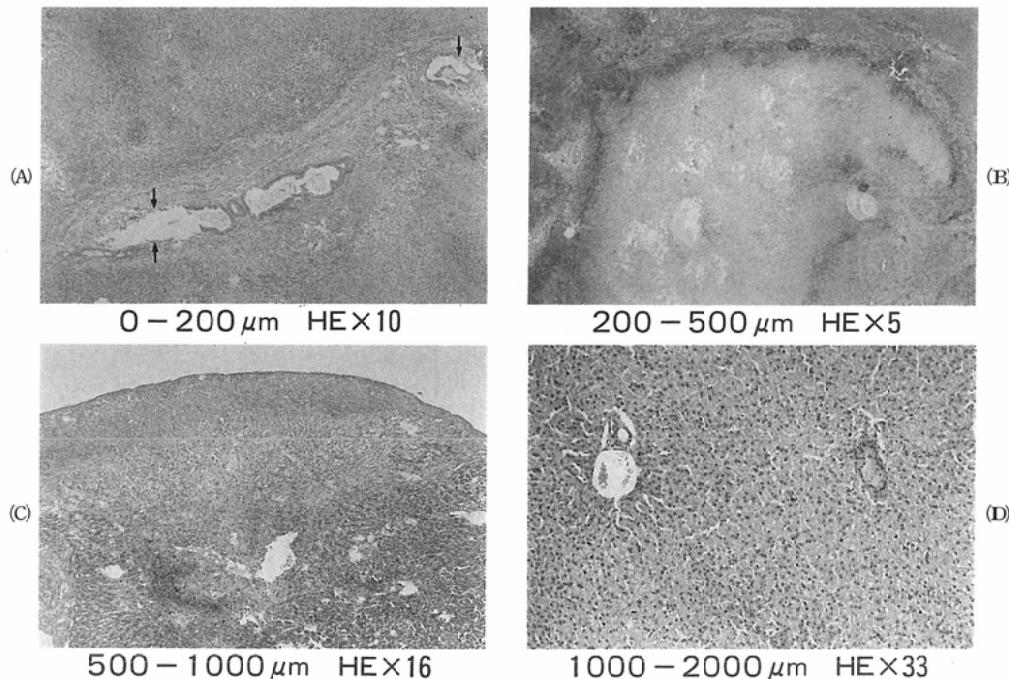


Fig. 5 Histological findings of dog livers in 7 days after TAE: (A) The bile ducts are injured and the epithelia of bile ducts are desquamative (arrows). (B) Coagulation necrosis is surrounded by granulation tissue, neutrophilic infiltration and hemorrhage. (C) Focal necrosis is noted in the subcapsular region. (D) The liver tissue appears normal.

3) 腎臓

200 μm 以下の群の 1 頭で腎頭部は径 3 cm ほどの固い腫瘍として触れ、表面と剖面はまだらの赤褐色で、出血性腎壞死像を呈していた。組織学的には腎実質の壞死が認められ、好中球を主体とする細胞浸潤や出血を伴っていた。壞死巣の周囲

には肉芽形成が認められた。

4) 胃、十二指腸、脾臓、腎臓および肺
肉眼的組織学的に明らかな異常は認められなかつた。

2. 臨床研究の結果

500 μm 以下の群の 4 例では胆囊動脈分岐部よ

Table 2 Background of patients in each group

GSP size (μm)		0-500	500-1000	1000-2000
patients		6	10	10
sex	male	4	8	9
	female	2	2	1
age (y. o.)		66.3±7.2	62.1±9.1	60.3±6.4
maximum diameter of tumor (mm)		35.2±12.3	41.2±20.2	56.3±31.5
clinical stage	I	3	3	4
	II	3	5	5
	III	0	2	1
Child's classification	A	3	5	5
	B	3	4	4
	C	0	1	1

り末梢の肝動脈にカテーテルを進められず、その群での評価可能例は6例となり、全体での評価可能例は26例となった。

症例の背景因子は表のとおりで、分割表検定で3群間に偏りはなかった（Table 2）。

1) CT像での腫瘍部壊死率

腫瘍部壊死率は500 μm以下の群で94.8±7.4% (n=6), 500-1000 μm群で93.5±8.4% (n=10), 1000-2000 μm群で86.8±11.3% (n=10) であった。腫瘍部壊死率は塞栓物質のサイズが大きくなるにつれて小さくなる傾向があったが、3群間で統計学的に有意差はみられなかった。腫瘍部壊死率が95%以下であった症例の比率は500 μm以下の群で33.3%, 500-1000 μm群で30%, 1000-2000 μm群で60%であり、1000-2000 μm群で腫瘍部壊死率が低い症例が多くった（Fig. 6）。

CT像で肝の非腫瘍部の壊死は3群とも明らかではなかったが、500-1000 μm群の1例で胆囊

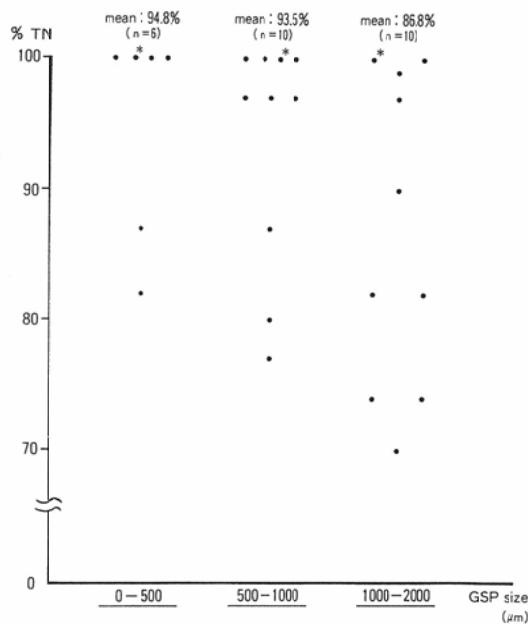


Fig. 6 The rate of tumor necrosis (TN)

* Operation

— 0-500 μm (n=6)
- - - 500-1000 μm (n=10)
- - - 1000-2000 μm (n=10)

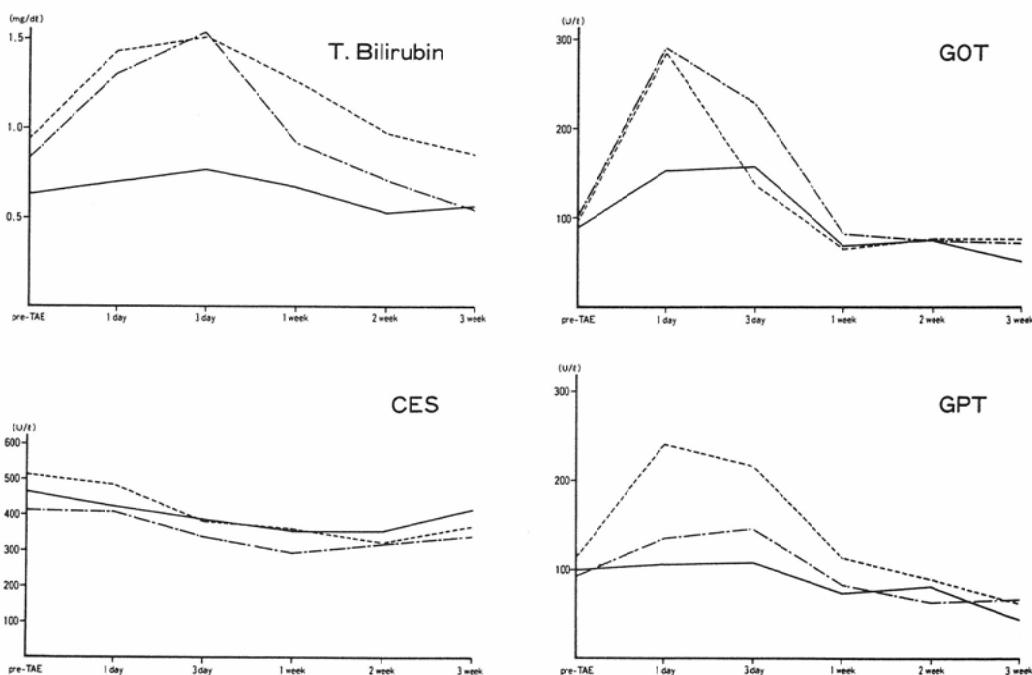


Fig. 7 T.bil, GOT, GPT, ChE, AFP and PIVKA-II

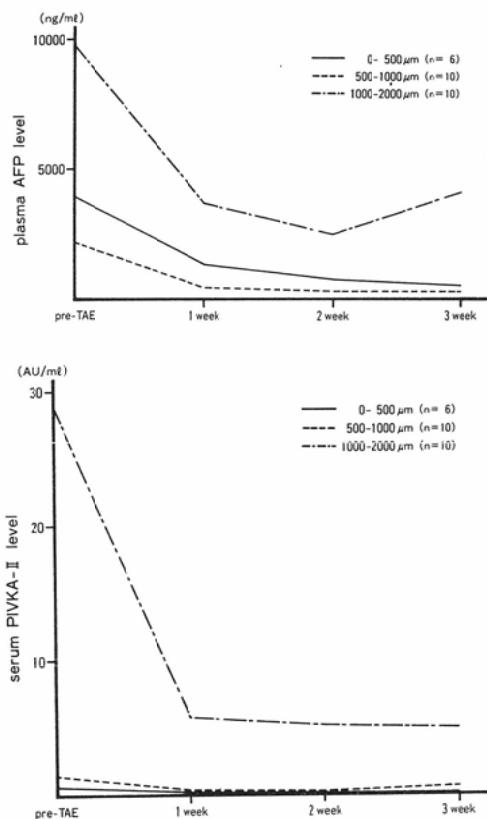


Fig. 7 T.bil, GOT, GPT, ChE, AFP and PIVKA-II

梗塞が認められた。

2) 血液生化学検査値

総ビリルビン、GOT および GPT の平均値は 3 群とも一過性の上昇を示したが、TAE 後 1 週目でほぼ治療前の値まで戻った。ChE の平均値は 3 群とも TAE 後徐々に低下し、1 週目より上昇する傾向がみられた。AFP の平均値は 1000-2000 μm 群の 3 週目に再上昇が認められたが、他の 2 群では再上昇はみられなかった。PIVKA-II の平均値には 3 群とも明らかな再上昇は認められなかった。これらの検査値の平均値に 3 群間で統計学的有意差はみられなかった (Fig. 7)。

3) 手術例における摘出標本

500 μm 以下の群と 500-1000 μm 群の 2 例では腫瘍は完全に凝固壊死に陥り、腫瘍組織の残存は認められなかった。1000-2000 μm 群の 1 例では腫瘍の中心部は凝固壊死に陥っていたが、被膜内

に島状の腫瘍組織が残存していた (Fig. 8)。3 例とも非腫瘍部肝組織に壊死はみられなかった。

考 察

肝の悪性腫瘍に対する TAE は安全で効果的な治療法とされている¹⁻⁸⁾。一般に TAE に用いる塞栓物質のサイズが小さければ腫瘍に対する阻血効果が高まるが、一方では正常組織に対する障害も強くなり、胆管障害や肝壊死などの合併症が生じやすくなる²⁹⁾⁻³⁴⁾。逆に塞栓物質が大きいと側副路が発達しやすく、阻血効果は弱くなる。Doppman らのサルを用いた実験では、175 μm の silicone 粒子を用いた遠位肝動脈塞栓術は多発性の肝壊死を引き起こしたが、2-3 mm の GS 細片を用いた近位塞栓術後の肝は正常であったとされている¹⁴⁾。また河村らはラットとウサギの実験肝癌に対し固有肝動脈結紮による近位塞栓法、GS powder による中間位塞栓法および absolute ethanol による末梢位塞栓法を施行し、中間位塞栓法が抗腫瘍効果が大きく肝実質障害が比較的小ない点で妥当な方法であると結論している²⁵⁾。このように塞栓物質のサイズは TAE の抗腫瘍効果や合併症を考える上で重要である。そこで一種類の塞栓物質をいくつかの大きさ別に分け、TAE 後の抗腫瘍効果と肝組織障害の程度を比較検討し、塞栓物質の最適なサイズを求めることは臨床意義が大きいと考えられた。

塞栓物質として使用頻度の高い GS を用いた。GS は吸水性に富み、GS powder は水の中に入れると約 2 倍の大きさになるとと言われている²²⁾。また GS は柔軟性があり変形しやすい。このため GS 細片を作製するときには水にぬらしたり指で押しつぶしたりしないように注意した。

動物実験で塞栓物質のサイズが 500 μm 以下の群で肝壊死率が高く、500 μm より大きい群で低かった。佐藤らは約 1mm のゼラチンスポンジ細片を用いた犬の肝に対する TAE で 25 頭中 2 頭で肉眼的に小さな梗塞巣が認められたとしている³⁾。Cho らも GS 細片による犬の肝に対する TAE で 11 頭中 3 頭で肉眼的に小さな梗塞巣が

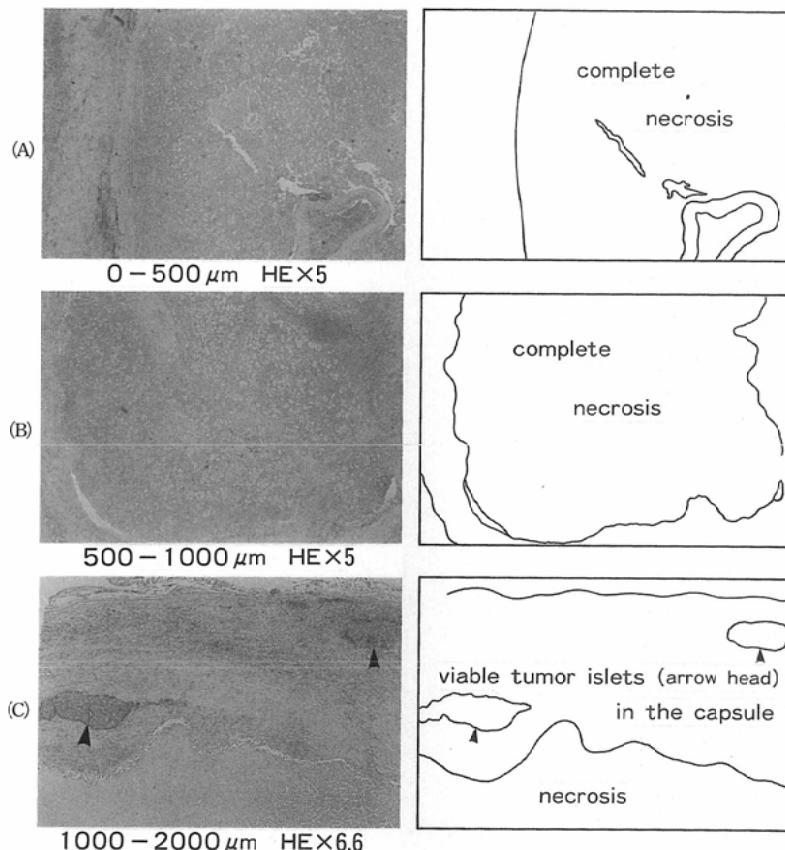


Fig. 8 Histological findings of resected livers: (A), (B) The tumors are completely necrotic. (C) The viable tumor islets are noted in the capsule (arrow heads).

みられたという同様の報告をしている¹¹⁾。これらの結果は 500 μm より大きい群で肝壞死率が低かったという今回の実験結果と一致する。Chuang らの 250-590 μm の Ivalon 細片を用いた犬の肝に対する TAE では 12 頭中 1 頭で肉眼的に小さな梗塞巣が認められたとしている¹⁸⁾。これはわれわれの結果と異なり、塞栓物質の材質の違いが関係していると思われる。

臨床的には肝癌に対する TAE 後に肝切除術が施行された症例で GS powder による非腫瘍部の小さな梗塞巣の散布が確認されている^{24), 29), 31), 32)}。GS powder のサイズは 300 μm 以下のものがほとんどで²²⁾、GS powder による TAE で非腫瘍部に肝壞死がみられたという報告はわれわれの実験結果と矛盾しない。しかし、今回の臨床研究では CT 上非腫瘍部には明らかな肝壞死は認め

られず、小さな梗塞巣が見逃されていた可能性がある。

胆管破壊像は動物実験の 500 μm 以下の群で 6 頭中 5 頭に認められたが、500 μm より大きい群ではみられなかった。その理由は 500 μm 以下の小さな塞栓物質が胆管を栄養する細い動脈枝に容易に流入し末梢を閉塞しやすいためと考えられる。ホルマリン固定後、肝の壞死巣の一部が緑色に変化したのは胆汁によると考えられ、その部分で胆管破壊があったことを裏付けている。

Doppman らは 175 μm の silicone 粒子と 2-3 mm の GS 細片を用いてサルの肝に TAE を行い、silicone 粒子を用いた 8 例すべてに多発性の胆汁囊胞が認められたが、GS 細片を用いた 2 例の肝は正常であったとしている¹⁴⁾。Burgener らも同じ silicone 粒子でウサギの肝に TAE を行い

同様の結果を得ている¹⁵⁾。500 μm 以下の群で胆管破壊が高頻度にみられたというわれわれの実験結果はこれらの結果とよく一致する。

臨床的には肝癌に対する TAE においてリピオドールを肝動脈に注入した後に GS 細片で塞栓する Lp-TAE²⁸⁾ 後に胆管壞死がみられたという報告はいくつかある³²⁾⁻³⁴⁾。リピオドールは類洞を経て門脈枝に逆流することが知られており³⁵⁾、Lp-TAE では動脈血と門脈血の両方が遮断されることで阻血効果は強くなると考えられる。佐藤らは犬を用いた動物実験の結果から Lp-TAE におけるリピオドールの使用量は 0.1ml/kg 以下にすることが望ましいと述べている³⁶⁾。桜井らは肝細胞癌に対する Lp-TAE 後肝切除術が施行された 72 例中 5 例で胆管壞死がみられたとしているが³²⁾、その頻度は動物実験での胆管壞死の頻度よりも低い。ヒトと動物とでは肝末梢での動脈と門脈の吻合の程度が異なることが知られており^{23),37)-39)}、同じ塞栓物質を用いた TAE でも阻血効果は異なると思われる。また GS powder を用いた肝細胞癌 2 例に対する TAE でも手術によって胆管壞死が確認されている³¹⁾。

われわれの動物実験では 200 μm 以下の群の 1 頭で出血性脾壞死、200-500 μm 群の 1 頭で胆囊壞死が認められた。500 μm 以下の小さな塞栓物質は胆囊動脈や脾の動脈の末梢枝を塞栓しやすることによると考えられた。臨床研究では 500-1000 μm 群の 1 例で胆囊梗塞がみられた。炎症や腫瘍で胆囊動脈が拡張している場合には、500 μm より大きな GS 細片でも胆囊梗塞を起こしやすと考えられ、十分な注意が必要である。一般的に TAE 後の胆囊梗塞は保存的な治療が可能とされ、今のところ穿孔例の報告はみられない^{4),30)}。Kuroda らは悪性肝腫瘍に対する TAE 後の胆囊梗塞について報告し、GS powder のような小さな塞栓物質は GS 細片に比べて重篤な胆囊梗塞を引き起こしやすいと述べている³⁰⁾。

臨床研究では腫瘍部壞死率と塞栓物質のサイズとの間には負の相関がみられた。塞栓物質が小さいと、末梢の細い腫瘍血管が閉塞され側副路が発達しにくく、腫瘍に対する阻血効果が高まると考

えられる。1000-2000 μm の GS 細片による TAE の 3 週後に肝切除術が施行された 1 例では、腫瘍の被膜内に生きた腫瘍細胞が認められた。時間的経過からみて腫瘍の再発よりもむしろ残存の方が考えやすい。腫瘍の被膜内浸潤には動脈血流のほかに門脈血流も関与していると考えられており、TAE が効きにくいと思われる。このような症例にはリピオドールや GS powder などの小さな塞栓物質を併用した TAE, PEIT, 抗癌剤直達注入などが試みられている。

従来の報告^{3),4)} と同様に TAE 後には GOT, GPT は一過性に上昇した。しかし塞栓物質のサイズの違いで GOT, GPT の変動に有意な差は認められなかった。CT では肝の非腫瘍部に壞死は認められておらず、肝酵素の一過性の上昇が主に腫瘍細胞からの酵素の逸脱を反映していると考えられる。

今回の動物実験と臨床研究から以下のことが考えられた。すなわち、動物実験の結果から塞栓物質のサイズが 500 μm 以下では肝壞死や胆管障害が起こりやすく、副作用の面からすると 500 μm より大きい塞栓物質が安全であることが分かった。一方、臨床研究の結果から 1000 μm より大きい塞栓物質で腫瘍部壞死率は低い傾向があり、抗腫瘍効果の面からすると 1000 μm 以下が妥当であると思われた。また、これらの結論は肝実質の障害が少なく腫瘍の壞死効果が高い最適な GS 細片のサイズは 500-1000 μm であることを示唆すると考えられた。

要 約

1. 肝の TAE に用いる GS 細片のサイズを動物実験では 0-200 μm, 200-500 μm, 500-1000 μm, 1000-2000 μm の 4 群に、臨床研究では 0-500 μm, 500-1000 μm, 1000-2000 μm の 3 群に分けて比較検討した。

2. 動物実験で犬の肝に対する TAE 後の肝組織壞死率の平均値は GS 細片のサイズが 500 μm 以下の群で高く、500-2000 μm 群で低かった。また 500 μm 以下の群では高頻度に胆管障害がみ

られた。

臨床研究で肝細胞癌患者26例に対するTAE後の腫瘍部壊死率の平均値はGS細片のサイズが1000 μm以下の群で高く、1000-2000 μmの群で低い傾向があった。

3. 肝のTAEに用いるGS細片の最適なサイズは500-1000 μmの範囲にあると考えられた。

文 献

- 1) 山田龍作, 中塚春樹, 中村健治, 他: 各種悪性腫瘍に対するTranscatheter arterial embolization therapyの経験, 脳血管, 18: 563-571, 1978
- 2) 山田龍作, 中塚春樹, 中村健治, 他: 肝細胞癌に対するTranscatheter arterial embolization therapy -15例の経験-, 肝臓, 20: 595-603, 1979
- 3) 佐藤守男, 山田龍作: 肝細胞癌に対する肝動脈塞栓治療法の基礎的臨床的検討, 日本医学会誌, 43: 977-1004, 1983
- 4) Yamada R, Sato M, Kawabata M, et al: Hepatic artery embolization in 120 patients with hepatoma. Radiology 148: 397-401, 1983
- 5) Doyon D, Mouzon A, Jourde A, et al: L'embolisation arterielle hépatique dans les tumeurs malignes du foie. Ann. Radiol 17: 593-603, 1974
- 6) Wallace S: Interventional radiology. Cancer 37: 517-531, 1976
- 7) Goldstein HM, Wallace S, Anderson JH, et al: Transcatheter occlusion of abdominal tumors. Radiology 120: 539-545, 1976
- 8) Chuang VP, Wallace S: Hepatic artery embolization in the treatment of hepatic neoplasms. Radiology 140: 51-58, 1981
- 9) Tadavarthy SM, Moller JH, Amplatz K: Polyvinylalcohol (Ivalon)-A new embolic material. AJR 125: 609-616, 1975
- 10) Dotter CT, Goldman ML, Rösch J: Instant selective occlusion with isobutyl 2-cyanoacrylate. Radiology 114: 227-230, 1975
- 11) Cho KJ, Reuter SR, Schmidt R: Effects of experimental hepatic artery embolization on hepatic function. AJR 127: 563-567, 1976
- 12) White RI, Strandberg JV, Gross GS, et al: Therapeutic embolization with long-term occluding agents and their effects on embolized tissues. Radiology 125: 677-687, 1977
- 13) Shermeta DW, Golladay ES, White RI: Preoperative occlusion of the hepatic artery with isobutyl 2-cyanoacrylate for resection of the unresectable tumor. Surgery 83: 319-322, 1978
- 14) Doppman JL, Girton M, Kahn ER: Proximal versus peripheral hepatic artery embolization: Experimental study in monkeys. Radiology 128: 577-588, 1978
- 15) Burgener FA, Gothlin JH: Angiographic, microangiographic and hemodynamic evaluation of hepatic artery embolization in the rabbit. Invest. Radiol. 13: 306-312, 1978
- 16) 中熊健一郎, 田中征記, 上村邦紀, 他: 進行肝癌に対する肝動脈結紮術効果増強の試み: とくに結紮肝動脈内油性制癌剤注入について, 日独医報, 24: 675-682, 1979
- 17) Lunderquist A, Ericsson M, Nobin A, et al: Gel-foam powder embolization of the hepatic artery in liver metastases of carcinoid tumors. Radiology 22: 65-70, 1982
- 18) Chuang VP, Tsai CC, Soo CS, et al: Experimental canine hepatic artery embolization with polyvinyl alcohol foam particles. Radiology 145: 21-25, 1982
- 19) Chuang VP, Wallace S, Soo CS, et al: Therapeutic Ivalon embolization of hepatic tumors. AJR 138: 289-294, 1982
- 20) 小林尚志, 小山隆夫, 内山典明, 他: Absolute ethanolによるtranscatheter arterial embolization. 日本医学会誌, 42: 317-320, 1982
- 21) Charnsangavej C, Chuang VP, Wallace S: Work in progress: Transcatheter management of primary carcinoma of the liver, Radiology 147: 51-55, 1983
- 22) Cho KJ, Lunderquist A: Experimental hepatic artery embolization with gelfoam powder. Invest Radiol 18: 189-193, 1983
- 23) Cho KJ, Lunderquist A: The peribiliary vascular plexus: The microvascular architecture of the bile duct in the rabbit and clinical cases. Radiology 147: 357-364, 1983
- 24) Clouse ME, Lee RGL, Duszak EJ, et al: Peripheral hepatic artery embolization for primary and secondary hepatic neoplasms. Radiology 147: 407-411, 1983
- 25) 今野俊光, 前田 浩: 油性制癌剤動注療法. 日本臨牀, 42: 651-662, 1984
- 26) 河村 熟: 肝癌に対する肝動脈塞栓療法の基礎的研究—特に塞栓部位の差異による効果と安全性の比較検討—. 金沢大十全医会誌, 93: 12-35, 1984
- 27) Oishi H, Uchida H, Yoshimura H, et al: He-

- patocellular carcinoma detected by iodized oil. Radiology 154: 25-29, 1985
- 28) 大石 元, 打田日出夫, 大上庄一, 他: 肝細胞癌に対する抗癌剤混入 Lipiodol 併用 TAE による診断と塞栓効果—肝切除例からみた検討—, 肝臓, 28: 28-35, 1986
- 29) Nakamura H, Tanaka T, Hori S, et al: Transcatheter embolization of hepatocellular carcinoma: Assessment of efficacy in cases of resection following embolization. Radiology 147: 401-405, 1983
- 30) Kuroda C, Iwasaki M, Tanaka T, et al: Gallbladder infarction following hepatic transcatheter arterial embolization. Radiology 149: 85-89, 1983
- 31) Makuchi M, Sukigara M, Mori T, et al: Bile duct necrosis: Complication of transcatheter hepatic arterial embolization. Radiology 156: 331-334, 1985
- 32) 桜井幹巳, 若狭研一, 黒田知純, 他: 肝内胆管破裂に及ぼす動脈塞栓療法の影響. 胆と肺, 10: 993-999, 1989
- 33) 小泉 淳, 古寺研一, 金田 智: TAE 後の合併症としての肝臓癌. 日本医学会誌, 50: 592-598, 1990
- 34) 芦澤和人, 松永尚文, 麻生暢哉, 他: 肝動脈塞栓療法の合併症としての bile lake. 日本医学会誌, 51: 121-126, 1991
- 35) 中村仁信, 橋本 勉, 大井博道, 他: 肝細胞癌に対する経カテーテル動脈塞栓化療法. リビオドール注入後の門脈枝出現とその意義. 日本画像医学誌, 6: 347-351, 1987
- 36) 佐藤守男, 岸 和史, 塩山靖和, 他: リビオドール併用肝動脈塞栓術の安全性に関する基礎的検討. 日本医学会誌, 50: 107-113, 1990
- 37) Mitra SK: The terminal distribution of the hepatic artery with special reference to arterio-portal anastomosis. J Anat 100: 651-663, 1966
- 38) Tavoloni N, Schaffner F: The intrahepatic biliary epithelium in guinea pig: Is hepatic artery blood flow essential in maintaining its function and structure? Hepatology 5: 666-672, 1985
- 39) Yamamoto K, Sherman I, Phillips MJ, et al: Three-dimensional observations of the hepatic arterial termination in rat, hamster and human liver by scanning electron microscopy of microvascular casts. Hepatology 5: 452-456, 1985