

経皮経肝門脈枝塞栓術による肝細胞癌 手術適応の拡大に関する検討

大阪市立大学第2外科

広橋 一裕 酒井 克治 木下 博明 街 保敏

久保 正二 岩佐隆太郎 李 光春

大阪市立大学放射線科

神納 敏夫 松岡 利幸 中村 健治 中塚 春樹

EXTENSION OF SURGICAL INDICATIONS FOLLOWING PERCUTANEOUS TRANSHEPATIC PORTAL EMBOLIZATION OF PATIENTS WITH HEPATOCELLULAR CARCINOMA

**Kazuhiro HIROHASHI, Katsuji SAKAI, Hiroaki KINOSHITA,
Yasutoshi TSUJI, Shoji KUBO, Ryutarō IWASA
and Kwang Choon LEE**

Second Division, Department of Surgery,
Osaka City University Medical School

**Toshio KAMINO, Toshiyuki MATSUOKA, Kenji NAKAMURA
and Haruki NAKATSUKA**

Department of Radiology, Osaka City University Medical School

肝切除前に経皮経肝門脈枝塞栓術 (percutaneous transhepatic portal embolization, 以下 PTPE) の施された肝細胞癌48例を対象として, PTPE が門脈枝非塞栓葉の代償性肥大を通じて肝切除適応の拡大にいかなる意義を持つかを検討した。その結果, 門脈枝塞栓肝体積の大きさに比例して, PTPE 直後の門脈血流量は低下, 門脈圧は上昇した。また右1次および右2次分枝に PTPE の施された症例の2週後における非塞栓葉の肝体積は塞栓前に比ベ有意に上昇したが, ICGR₁₅値の上昇は軽度であった。非塞栓葉が肥大し, ICGR₁₅値の上昇が軽度であった症例では大量肝切除が安全に施行されたが, これら所見のみられない症例の大量肝切除は慎重になるべきである。

索引用語: 経皮経肝門脈枝塞栓術, 肝細胞癌, 肝切除適応の拡大, 門脈枝非塞栓肝の代償性肥大, ICGR₁₅値

1. はじめに

近年画像診断の進歩により肝細胞癌が容易に見えられるようになってきたが, 高頻度に併存する肝硬変のためその切除が制限されているのが現状である。かつて Rous & Larimore¹⁾は肝葉に流入する門脈枝を肝門部で遮断すれば, 遮断葉の肝臓は萎縮し, 非遮断葉は再生肥大すると報告した。つづいて Honjo ら²⁾, Yoshida ら³⁾は片側の門脈枝結紮により腫瘍の縮小およ

び結紮葉の萎縮と非結紮葉の肥大が見られたと報告した。われわれは昭和58年11月より肝切除予定肝細胞癌症例の術前に超音波誘導下に担癌門脈枝を経皮経肝的に穿刺, 塞栓する経皮経肝門脈枝塞栓術 (percutaneous transhepatic portal embolization, 以下 PTPE) を行ってきた^{4)~8)}。その目的は門脈内腫瘍塞栓の中枢側への進展防止, 術中操作による経門脈性腫瘍細胞の散布防止, 動脈塞栓術の阻血効果の増強および非塞栓葉の代償性肥大による手術適応の拡大である。

今回肝切除予定肝細胞癌症例の術前に行われる PTPE が, 非塞栓葉の代償性肥大をもたらす結果, 肝

<1988年11月2日受理>別刷請求先: 広橋 一裕
〒545 大阪市阿倍野区旭町1-5-7 大阪市立大学医学部第2外科

切除の適応拡大にいかなる意義を持つかについて検討した。

2. 対象

昭和58年11月より昭和62年7月までに PTPE の行われた肝切除予定肝細胞癌48例を対象とした。症例の性別は男45例、女3例、年齢は39~72歳(平均58.5歳)であった。このうち肝切除が行われたのは39例で、術式の内訳は拡大右葉切除1例、右2区域切除12例、左2区域切除4例、1区域切除4例、亜区域切除10例、部分切除8例であった。PTPEには既報⁷⁾のごとく、まず超音波誘導下に非癌部門脈枝を選択的に穿刺し、5.5F、ポリエチレン製血管造影用カテーテル(Cook社製)を門脈本幹内に進め、正側面でPTPを行う。次に切除予定門脈枝内に塞栓物質をX線透視下に注入する。PTPEはtranscatheter arterial embolization(以下TAE)の約2週間後で、肝切除予定の約2週間前に行うのを原則とし、塞栓物質として当初の4例には2mm角のスポンゼルが、次の2例には50%ブドウ糖とトロンビン末が、最近ではリビオドール混入フィブリン糊(以下Lp-F)が30例に、リビオドール混入isobutyl 2-cyanoacrylate(Lp-IBC)が9例に、さらにLp-F+Lp-IBCが3例に用いられた。また塞栓物質の注入方法は6.5F、イントロデューサー(Cook社製)を門脈本幹まで挿入した後、スポンゼルヤトロンビン末は5.5F、ポリエチレン製血管造影用カテーテルを通じて、Lp-FあるいはLp-IBCは新たに挿入された6F、ウェッジプレッシャーカテーテル(Marcom社製)あるいはSKS3Fカテーテル(Cook社製)を通じてそれぞれ注入された。門脈枝の塞栓部位は右1次分枝(R1)19例、右2次分枝(R2)10例、右3次分枝(R3)12例、左1次分枝(L1)7例であった(表1)。

3. 方法

PTPE施行48例について門脈枝の塞栓部位別にPTPE前および直後の門脈圧および門脈血流量を、またPTPE前およびPTPE2週後のICGR₁₅値、computed tomogram(CT)像上の門脈枝塞栓肝と非塞栓葉の体積の変化を検討した。門脈血流量はGanzサーミスターカテーテルを門脈本幹内に逆行性に挿入して既報のごとく測定され⁹⁾、門脈圧は門脈血流量の測定された28例ではGanzサーミスターカテーテルを利用、その他の症例ではPTP施行時に門脈本幹内に挿入された5.5F、ポリエチレン製血管造影用カテーテルを通じて中腋窩線を原点として測定された¹⁰⁾。肝体積はCT像の各スライスごとに多目的画像診断装置

表1 PTPE施行症例の内訳

1. 塞栓部位			
右1次分枝(R1)	19	切除	13
		非切除	6
右2次分枝(R2)	10	切除	9
		非切除	1
右3次分枝(R3)	12	切除	12
		非切除	0
左1次分枝(L1)	7	切除	5
		非切除	2
2. 塞栓物質			
スポンゼル			4
50%ブドウ糖+トロンビン末			2
Lp-フィブリン糊			30
Lp-IBC			9
Lp-フィブリン糊+Lp-IBC			3
3. 切除術式			
拡大右葉切除	1		
右2区域切除	12		
左2区域切除	4		
1区域切除	4		
亜区域切除	10		
部分切除	8		

数字は症例数、Lp:リビオドール、IBC: isobutyl 2-cyanoacrylate

(Kontron社)を用いて計測された¹⁰⁾。またPTPE後に肝切除の行われた39例のうち右2区域以上の13例と門脈右1次分枝を塞栓したにもかかわらず肝切除を施行しえなかった5例の臨床像をそれぞれ比較検討した。なお有意差検定はT検定にて行われた。

4. 結果

1) 門脈血流量と門脈圧

PTPE施行直前および直後の門脈血流量を測定し得たのはR1 8例、R2 6例、R3 8例、L1 6例である。PTPE前後の門脈血流量の変化をみると、R1症例で門脈血流量の低下が著明であり、ついでR2、L1、R3の順であった。すなわちR1症例の門脈血流量は846.8±270.5ml/minから565.5±203.9ml/minと著明に低下したのに対し、R3症例では787.8±348.6ml/minから726.4±403.5ml/minであり、その低下は軽度であった(図1)。

PTPE直後の門脈圧はPTPE直前に比べ大部分の症例で上昇した。とくにR1症例の門脈圧は23.0±5.3cmH₂Oから27.8±5.0cmH₂Oに、R2症例では20.4±3.9cmH₂Oから24.7±5.3cmH₂Oへと有意に上昇した。またL1症例でも26.8±6.6cmH₂Oから31.0±9.5cmH₂Oへと上昇したが、R3症例の門脈圧は25.7±4.5cmH₂Oから26.8±4.7cmH₂Oへとほとんど上昇しなかった(図2)。以上よりR1症例におけるPTPE直後の門脈圧はPTPE前に比べ有意に上昇し、門脈血流量

図1 PTPE 前後における門脈血流量の変化

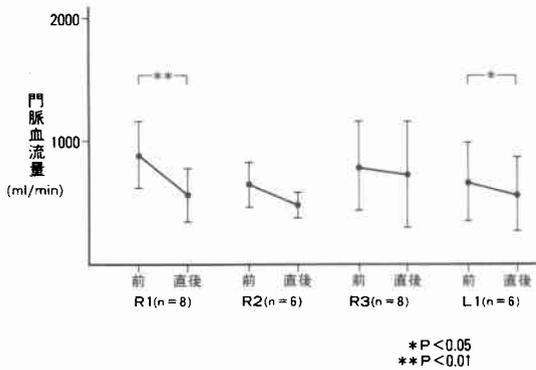


図3 PTPE 前後におけるICGR₁₅値の変化

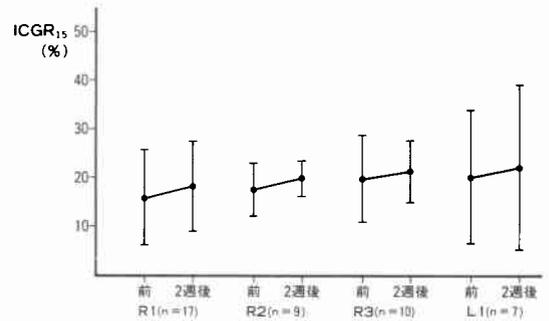


図2 PTPE 前後における門脈圧の変化

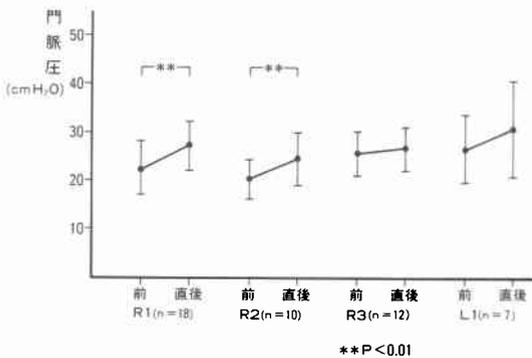
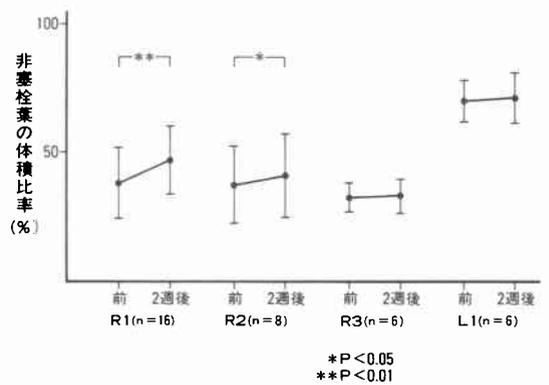


図4 PTPE 前後における非塞栓葉の体積比率



は有意に低下したが、R2, L1におけるこれらの変化は軽度で、R3ではほとんど認められなかった。

2) ICGR₁₅値

PTPE 2 週後の ICGR₁₅値は大部分の症例で上昇した。すなわち門脈枝の塞栓部位別に PTPE 前の ICGR₁₅値をみると、R1は15.8±9.6%、R2 17.7±5.1%、R3 18.7±8.1%、L1 20.1±12.6%であったが、PTPE 後の ICGR₁₅値は R1 18.8±9.1%、R2 19.9±3.5%、R3 21.3±6.1%、L1 22.2±15.8%となった。これらの上昇率は門脈枝塞栓肝の体積にはほぼ比例していた。しかしその上昇は軽度で、いずれの門脈枝を塞栓しても有意差がみられなかった (図3)。

3) CT 像からみた肝体積の変化

PTPE 前と PTPE 2 週後における非塞栓葉の全肝に対する体積比率はいずれの部位の塞栓でも上昇した。とくに R1症例では39.1±13.9%から48.9±12.3%へ著明な上昇がみられた。また R2症例でも有意差を認めた。しかし R3, L1症例の上昇率は軽度であった。すなわち非塞栓葉の十分な代償性肥大を期待するには門

脈右 1 次分枝の塞栓が必要であった (図4)。

4) PTPE 後右 2 区域切除例の臨床像

PTPE 後右 2 区域切除を施行しえた13例の塞栓部位別内訳は R1 10例、R2 3例で、塞栓物質はトロンピン末 1例、スポンゼル 1例、Lp-F 7例、Lp-IBC 2例、Lp-F+Lp-IBC 2例であった。PTPE 直後における門脈血流量は PTPE 直前に比し有意に低下し、門脈圧は有意に上昇した。これら症例の非塞栓葉である肝左葉の体積比率の変化を PTPE 前および PTPE 2 週後と比較すると、PTPE 前43.9±13.0%から52.2±11.8%へと有意に増加していた。一方 ICGR₁₅値は13例中9例で上昇したが、14.2±3.8%から15.6±5.6%へとその上昇率は軽度で有意差をみなかった。その結果、年齢、切除率、ICGR₁₅値より算出する Yamanaka らの予後得点¹¹⁾は13例中11例で低下した。とくに PTPE 前に critical level とされている45点以上であった3例が PTPE 後に45点以下に低下した。すなわち予後得点の平均は44.3点から38.0点に有意に低下した。したがってこれら13例の術後経過は、肝硬変以外に高度の糖尿

表2 PTPE 後右2区域以上の肝切除の施された肝細胞癌症例におけるPTPE 前後の門脈血行動態と予後得点

	PTPE 前	PTPE 直後
門脈圧 (n=13) (cmH ₂ O)	20.8±4.2	25.8±4.1
門脈血流量 (n=7) (ml/min)	772±154	519±79
***P<0.01		
	PTPE 前	PTPE 2週後
肝左葉の体積比率 (%) (n=13)	43.9±13.0	52.2±11.8
ICGR ₁₅ 値 (%) (n=13)	14.2±3.8	15.6±5.6
予後得点 ¹¹⁾ (点) (n=13)	44.3±9.8	38.0±10.8
***P<0.01		

病と高血圧を併存した1例を除き良好であった(表2)。

症例. 42歳, 男。

HBs 抗原が陽性のため, 近医にて経過観察中であったが, 超音波検査で右前区域に肝内占拠性病変が発見され, 当科へ入院した。動脈造影像上 A3枝¹²⁾に直径2 cmの腫瘍濃染像がみられ, 同時に右肝動脈よりADR 20mg とリピオドール3ml を混和注入後 MMC 10mg 含有スポンゼルにて TAE が施行された。その際 ICGR₁₅値11.5%, 右2区域の切除率が76.8%, 予後得点が42.5点であり, 腫瘍体積も小さいため Lp-TAE の17日後に PTPE が施行された。すなわち右葉の前, 後枝を別々に Lp-F で塞栓した。その結果, PTPE 2週後には ICGR₁₅値が15.5%, 右2区域の切除率が56%, 予後得点が27.5点と改善し, ICGR₁₅値の上昇が軽度で, しかも肝左葉に著明な代償性肥大がみられ, PTPE18日後に右2区域切除が安全に施行された。本例は術後2年4か月の現在, 再発の徴候を認めず社会復帰している(図5)。

5) 肝切除の断念された R1症例の臨床像

R1 19例中5例が肝切除を断念された。これら症例における PTPE 後の門脈圧の上昇および門脈血流量の低下は肝切除施行例と同様に有意に変動し, 代償性肥大の指標である肝左葉の体積比率も30.3±8.1%から40.8±4.6%へと上昇した。しかし PTPE 2週後の ICGR₁₅値は肝切除施行例に比し13.5±4.7%から20.8±9.2%へと有意に上昇していた(表3)。切除の断念された理由は予後得点が60点以上のままで開腹時肝硬変が高度であったのが2例, 腫瘍の肝外への進展が PTPE 後発見されたのが2例, 非塞栓葉の肥大がみられなかったのが1例であった。

症例. 43歳, 男。

図5 PTPE 前 (A), PTPE 2週後 (B) の CT 像
非塞栓葉である肝左葉の代償性肥大が著明である。

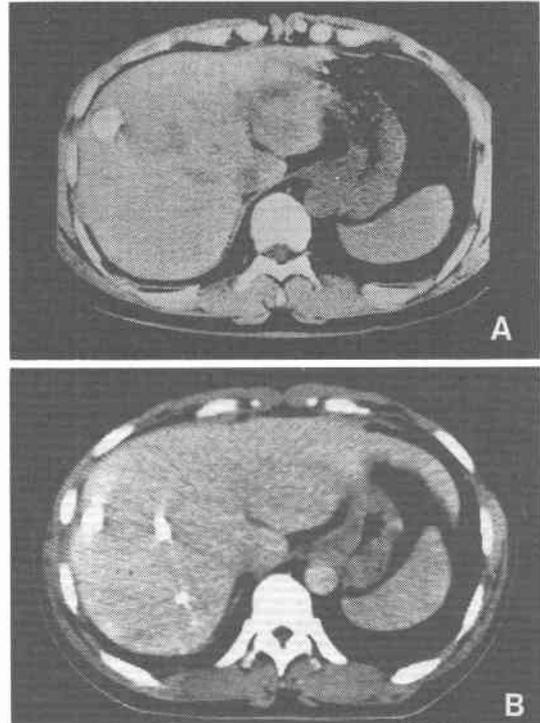


表3 PTPE 後肝切除の断念された R1症例における PTPE 前後の門脈血行動態と予後得点

	PTPE 前	PTPE 直後
門脈圧 (n=5) (cmH ₂ O)	24.1±2.8	29.8±3.6
門脈血流量 (n=2) (ml/min)	1202±358	816±368
***P<0.01		
	PTPE 前	PTPE 2週後
肝左葉の体積比率 (%) (n=4)	30.3±8.1	40.8±4.6
ICGR ₁₅ 値 (%) (n=4)	13.5±4.7	20.8±9.2
予後得点 ¹¹⁾ (点) (n=3)	51.1±18.7	47.8±23.6
*P<0.05 **P<0.01		

右季肋部痛を主訴に来院。動脈造影像上, 右後区域に巨大な腫瘍濃染像があり, PTP 像で門脈右後枝に門脈内腫瘍塞栓を疑わせる中断閉塞像がみられた。肝機能予備力の指標である ICGR₁₅値が3.5%, 右2区域切除率が59%, 予後得点が33.3点であった。門脈内腫瘍塞栓の中枢側への進展防止と肝左葉体積の代償性肥大を期待して, 門脈右枝を Lp-F にて塞栓した。しかし PTPE 13日後の CT 像で非塞栓葉である肝左葉の体積比率の上昇はみられないまま開腹すると, 完成され

図6 PTPE前(A), PTPE 2週後(B)のCT像
肝左葉に肥大をみとめない。



た乙型肝炎変があり右2区域切除を断念した。本例は肺転移のため術後3か月で死亡した(図6)。

5. 考 察

肝細胞癌は早期に経門脈性に肝内転移を来し、発見時には手術不能例であることも多い。また、たとえ肝切除が行なわれてもその再発率が高く、術後6か月以上経過119例中59例(50%)に再発がみられている。しかし治癒切除の施行された症例の遠隔成績は比較的良好で、その5年生存率は67%である⁸⁾。したがって、肝細胞癌切除成績の向上には治癒切除につとめることである。しかし肝切除適応や切除量を拡大させる手段に関する検討は少なく、根治性を追求するあまりに肝切除量を多くすれば術後肝不全が危ぐされる。すなわち併存する肝硬変が肝切除量を制限しているのが現状である。われわれは昭和56年より肝細胞癌に対して積極的に切除を行ってきたが、肝切除術式の変遷をみると当初は拡大切除が、つづいて縮小切除に変わり、最近では再び拡大切除が行われる傾向がある⁹⁾。

ところで、Rous & Larimore¹⁾は実験的に、肝片葉の門脈枝を結紮することにより非結紮葉の肥大と肝血

流量の増加がみられることを明らかにした。また本庄ら¹³⁾も動物実験の結果より、門脈枝結紮葉が萎縮し、非結紮葉の肝再生能が向上すると述べ、2次的肝切除を推奨している。また臨床的にも片側の門脈枝結紮による腫瘍の縮小および非結紮葉の肥大が見られたとの報告もある²³⁾。そこでわれわれは非開腹下に、PTPの手法を応用して肝内門脈枝内に塞栓物質を注入し、担癌門脈枝を塞栓するPTPEを開発した^{4)~7)}。現在までPTPEは肝細胞癌に対しTAEを同時に施行することにより肝梗塞を引き起こさせ、肝細胞癌の完全壊死を期待したり¹⁴⁾、肝門部胆管癌症例において拡大肝葉切除後の合併症を予防する術前処置として行われていた¹⁵⁾。

今回、著者らはPTPEの施された肝細胞癌症例の蓄積にともない。PTPE前後の臨床像および肝機能予備力の変化を検討し、PTPEが肝切除適応の拡大にいかなる意義を持つかについて検討した。その結果、PTPE前に比べPTPE直後の門脈圧が上昇し、門脈血流量が低下し、門脈血行動態はhypodynamicになったが、その程度は門脈枝塞栓肝の体積にほぼ比例していた。また肝切除前後の門脈圧や門脈血流量を測定すると、切除量が多いほど門脈圧の上昇、門脈血流量の低下が著しく、切除量によっても門脈血行動態が左右されていた¹⁶⁾。そこで、肝切除量と塞栓肝体積がほぼ等しい症例で肝切除後とPTPE後の門脈血行動態を比較すると、PTPEによる門脈血行動態の変化は肝切除に比べ軽微であった。これには手術侵襲の有無および肝動脈血の関与が考えられる。またPTPE後の肝機能検査成績の低下はTAEに比べ軽微であり¹⁷⁾、ICGR₁₅値を指標にしたPTPE前および2週後の成績でも同様な傾向にあった。これを塞栓部位別に検討したが、塞栓部位別に有意差がなかった。一方塞栓肝体積と非塞栓葉の体積比率をCT像上で検討すると、非塞栓葉の全肝に対する体積比率の上昇は右1次分枝塞栓例(R1)で特に著明で、その程度は約10%であった。他の塞栓部位ではR2症例で約4%増加したが、R3、L1症例では体積比率が有意に上昇しなかった。PTPE後右2区域切除の施された13例のうち10例が右1次分枝塞栓例であったことから、代償性肥大を十分に期待するには右1次分枝の塞栓が必要であると考えられた。非塞栓葉の肥大について村林ら¹⁷⁾はイヌの肝の70%領域を支配する門脈枝を結紮し、代償性肥大した非結紮葉を組織学的に検索したところ、非結紮葉の肝細胞は結紮葉に比べ大きく、肝小葉も非結紮葉の方が大きかったと述べて

いる。また久保ら¹⁸⁾の生化学的な検索でも門脈枝結紮により非結紮葉のポリアミン代謝やDNA合成の促進がみられている。さらにOzawaら¹⁹⁾も門脈枝結紮が非結紮葉のミトコンドリア代謝に好影響を及ぼすと述べている。以上よりPTPE後にみられた非塞栓葉の体積比率の増大は塞栓肝の萎縮と非塞栓葉の代償性肥大によるものであり、非塞栓葉の肥大は浮腫やうっ血のみではなく肝機能予備力の向上をも伴っていると考えられる。

われわれはTAEの2週後にPTPEを行い、さらにその2週後に肝切除を施行するのを原則としているが、PTPE100日後に肝切除を行った症例における非塞栓葉の体積はPTPE10日後まで急激に増加し、その後の増加は軽微であった。肝切除後の検討²⁰⁾でも肝の大量切除後の肝体積は術後1か月までに急激に増加し、その後は緩徐な増加にとどまったと述べている。したがって非塞栓葉の病理組織学的所見にもよるが、非塞栓葉体積比率の増加はPTPE後比較的早期に生じると考えられ、残存腫瘍の増大も考慮して肝切除はわれわれの行っているようにPTPE2週後が適当と思われる。また塞栓物質に関して、Lp-Fでは塞栓後4週間は塞栓状態が保たれるが²¹⁾、それ以上の長期塞栓を得るにはIBCによる塞栓が必要であるとの結果を得ている²²⁾。したがって切除可能例にはフィブリン糊を使用するが、門脈内腫瘍塞栓の中枢側進展を防止するには長期間塞栓の可能なIBCの使用が必要であると考えられる。

しかし右1次分枝の塞栓にもかかわらず肝切除を断念せざるを得なかった5例は肝外に腫瘍進展のみられた2例を除くと非塞栓葉の代償性肥大がなかったか、非塞栓葉の代償性肥大があるにもかかわらずICGR₁₅値の上昇が著しかった症例であった。これらの3例の開腹時所見はいずれも高度肝硬変を併存しており、このような症例には肝切除に対して慎重になるべきである。

以上のようにPTPEに伴う門脈血行動態の変化、塞栓肝の萎縮、非塞栓葉の代償性肥大を勘案すると、PTPEの適応症例はPTPE後も肝機能予備力が比較的良好に保たれ、1区域切除では治癒切除となりえない症例または腫瘍の進展度から肝切除の場合には2区域切除の必要な症例であると考えられる。しかし術前、術中における腫瘍細胞の経門脈性散布を防止する目的でPTPEを行うのも意義があると考えられ、この際には目的に応じた塞栓物質の選択が必要である。

6. まとめ

PTPEは非塞栓葉の代償性肥大をもたらす結果、肝切除の適応拡大にいかなる意義があるかを、肝細胞癌症例につき検討し以下の結果をえた。

- 1) 門脈枝塞栓により非塞栓葉の体積比率は増加したが、ICGR₁₅値の上昇は軽度であった。
- 2) 門脈右1次分枝の塞栓により肝右葉の萎縮と肝左葉の代償性肥大がみられ、肝右葉の全肝に対する体積比率は著明に低下した。
- 3) 門脈右一次分枝塞栓にもかかわらず非塞栓葉が肥大しない症例やICGR₁₅値の上昇が著しい症例に対する肝切除は慎重に決定されるべきである。

なお、本研究は60年、61年度厚生省がん研究助成金の援助によった。

文 献

- 1) Rous P, Larimore LD: Relation of the portal blood to liver maintenance. *J Exp Med* 31: 609-632, 1920
- 2) Honjo I, Suzuki T, Ozawa K et al: Ligation of a branch of the portal vein for carcinoma of the liver. *Am J Surg* 130: 296-302, 1975
- 3) Yoshida K, Yoshioka H, Ito T et al: Portal branch ligation as a palliative procedure for unresectable hepatoma. *Chir Gastroenterol* 11: 343-345, 1977
- 4) Kinoshita H, Sakai K, Hirohashi K et al: Preoperative portal vein embolization for hepatocellular carcinoma. *World J Surg* 10: 803-808, 1986
- 5) 酒井克治, 木下博明, 広橋一裕: 肝細胞癌に対する門脈枝塞栓併用肝切除. *外科診療* 27: 1657-1663, 1985
- 6) 木下博明, 酒井克治, 広橋一裕: 肝硬変合併肝癌に対するLp-TAE, PTPE. *外科診療* 28: 1037-1046, 1986
- 7) 木下博明, 酒井克治, 広橋一裕ほか: 肝細胞癌に対する術前経皮経肝門脈枝塞栓術とその意義. *日消外会誌* 18: 2329-2335, 1985
- 8) 木下博明, 広橋一裕: 肝臓癌の外科的治療. *肝細胞癌. 肝・胆・膵* 15: 441-449, 1987
- 9) 山崎 修, 酒井克治, 木下博明ほか: 持続的局所熱希釈法を用いたヒト門脈血流量測定に関する研究(第一報). *日消病会誌* 81: 2951-2959, 1984
- 10) 鈴木範男, 酒井克治, 木下博明ほか: 肝切除に伴う門脈圧の変動とその背景因子に関する臨床的研究. *日消外会誌* 20: 2317-2326, 1987
- 11) Yamanaka N, Okamoto E, Kuwata K et al: A multiple regression equation for prediction of posthepatectomy liver failure. *Ann Surg* 200:

- 658—663, 1984
- 12) 木下博明, 酒井克治, 広橋一裕ほか: PTP像からみた肝内門脈枝の分岐形態とそれに基づいた肝区域の検討. 日外会誌 89: 55—62, 1988
 - 13) 本庄一夫, 小坂 進: 二次的肝切除. 手術 15: 1001—1010, 1961
 - 14) Nakao N, Miura K, Takahashi H et al: Hepatocellular carcinoma: Combined hepatic, arterial, and portal venous embolization. Radiology 161: 303—307, 1986
 - 15) 幕内雅敏, 高安賢一, 宅間哲雄ほか: 胆管癌に対する肝切除前肝内門脈枝塞栓術. 日臨外医学会誌 45: 1558—1564, 1984
 - 16) 山崎 修, 酒井克治, 木下博明ほか: 持続的局所熱希釈を用いたヒト門脈血流量測定に関する研究. 日外会誌 87: 743—753, 1986
 - 17) 村林紘二: 門脈枝結紮による肝の萎縮ならびに再生における肝予備力の研究. 肝臓 28: 214—223, 1987
 - 18) Kubo S, Matui I, Otani S et al: Effect of portal ligation on polyamine metabolism in rat liver. Life Sciences 38: 1835—1840, 1986
 - 19) Ozawa K, Takasan H, Kitamura O et al: Effect of ligation of portal vein on liver mitochondrial metabolism. J Biochem 70: 755—764, 1971
 - 20) 塚本賢治, 弘中 武, 園山輝久ほか: 肝切除後の形態的, 機能的肝再生. 日消外会誌 19: 2215—2221, 1986
 - 21) 松岡利幸, 中塚春樹, 小林伸行ほか: 肝細胞癌に対する門脈塞栓術の試み—Lipiodol混入fibrin糊の有用性—. 日医放線会誌 44: 1411—1413, 1984
 - 22) 松岡利幸, 中塚春樹, 中村健治ほか: 肝細胞癌に対する門脈塞栓術 Isobutyl-2-Cyanoacrylateによる長期塞栓. 日医放線会誌 46: 72—74, 1986