
原 著

膵癌の超音波診断法に関する研究

京都大学医学部外科学教室第1講座（指導：戸部隆吉教授）

宮 下 正

〔原稿受付・昭和62年3月24日〕

Studies on Ultrasonic Diagnosis of Pancreatic Cancer

TADASHI MIYASHITA

The 1st Department of Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University
(Director: Prof. Dr. TAKAYOSHI TOBE)

The diagnostic role of ultrasound for pancreatic cancer was investigated especially from surgical point of view. In most cases, pancreatic cancer was presented as a relatively hypoechic and inhomogeneous area with an irregular margin. Water bath scan of surgically resected specimens showed that the size of tumors measured on the sonograms tended to be 0.5–2.0 cm smaller than the macroscopic size measured on the resected specimens.

Conventional transcutaneous ultrasonograms of pancreatic cancer were also analyzed and the importance of abnormal findings on the pancreatic duct or the common bile duct was emphasized as a clue to early detection of pancreatic cancer.

Ultrasonic portograms in pancreatic cancer were classified into three types and compared with angiographic portograms, and then with intraoperative portal findings. As the result, ultrasonography proved to be highly sensitive in the diagnosis of portal invasion.

Intra-operative ultrasonography was performed during surgery for pancreatic cancer and its usefulness was also confirmed.

緒 言

近年、各種画像検査法の発展により膵癌の形態学的診断は大きな進歩を遂げた。その中でも超音波断層診

断法 (Ultrasonography, 以下 US と略す) は、その簡便性、経済性、非侵襲性などの点で他検査法にない特徴を有し、あまねく臨床の第一線に普及しつつある。このことは、膵癌診断が限られた専門施設においての

Key words: Ultrasonography, Intra-operative ultrasonography, Pancreatic cancer, Portal invasion, Early diagnosis of pancreatic cancer.

索引語：超音波検査、術中超音波検査、膵癌、門脈浸潤、膵癌早期診断。

Present address: The 1st Department of Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan.

み可能なのではなく、広く一般に行われるために大事なことである。診断技術の裾野への拡がりがあることは、じめてある疾患の治療成績の向上が得られることは、例えば胃癌診療における胃二重造影、胃内視鏡の果たした役割に徴しても明らかである。

US はスクリーニング検査の外に精密検査手段としても大きな意義を持っている。即ち、その観察範囲は、膵自体にとどまらず、周囲の主要血管、胆管などの管腔構造や肝臓・脾臓などに及び、さらに外科領域では、膵術中検査法としておそらく最も情報量の多い検査法でもある。

一つの画像診断法の成績を正しく評価するためには、

最終的に手術所見や切除標本との対比の下に、画像を詳細に検討する必要がある。そこで、著者は、膵癌の超音波診断について、特に外科的な観点から、実際の開腹時所見や膵切除標本との対照を可能な限り行い、また同時に他画像診断法の成績とも比較してその意義を明らかにしようと考えた。

対象及び方法

1980年5月以降1984年12月に至るまでの4年8カ月間に、教室でUSを施行し、かつ確定診断の得られた膵癌（以下、単に膵癌と称するのは膵管癌をさす）88例を対象とした。対象88例の概要は、男53例、女35

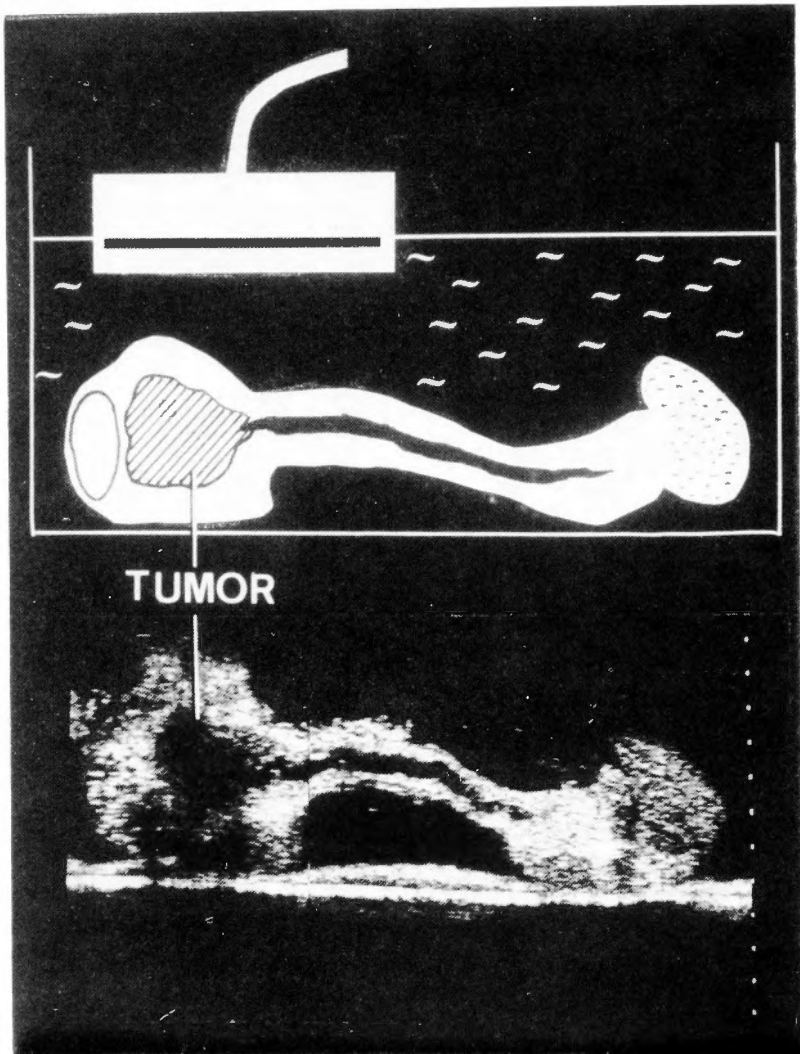


図1 新鮮膵切除標本水浸US法のシェーマ（膵頭部癌膵全摘例）

例, 平均年齢60.3才で, 88例中83例は開腹手術を受け, その術式の内訳は膵切除48例, 消化管バイパス手術あるいは胆道ドレナージ手術27例, 試験開腹術 8例であった。

膵癌に対する US 検査法としては, 通常の体表からの US は対象88例に対して延べ113回施行した。検査条件は原則として一晩絶食下で午前中に施行することとし, 必要に応じて膵描出改善の目的で脱気水 300-500 ml を飲用させた。

上記の通常 US に加え, さらに詳細に膵癌 US 像の解析を行うべく, 膵癌切除例12例について, 新鮮膵切除標本を生食水で満たした水槽中に浸して水浸 US を行った。

またこれらの術中応用として膵癌25例および膵大部癌 3例に対して術中 US を行った成績についても検討を加えた。術中 US の方法は既報^{7,9)}によった。

US 診断装置は東芝 SAL20A, 30A, 50A を使用した。

成 績

1. 新鮮膵切除標本水浸 US 法による膵癌 US 像の基礎的検討

膵癌病巣切除例12例について, その新鮮膵切除標本を図1のように生食水を満たした水槽中に浸し, 標本より 2 cm 程度離れて探触子を置き得られた US 像について解析した。

1) 標本水浸 US 法による膵癌腫瘍像の性格

対象12例の水浸 US 法による膵癌腫瘍像の内部エ

表1 標本水浸 US 法による膵癌腫瘍像の性格

No.	病巣出 拠部位	大きさ (US)	echogenicity	均質性	輪郭
1	Ph	2.5×2.0	低	不均質	不整
2	Ph	3.0×3.0	低	不均質	不整
3	Ph	4.0×3.0	低	不均質	不整
4	Ph	4.0×3.0	低	不均質	不整
5	Ph	4.0×3.0	低	均質	不整
6	Pb	4.0×4.0	低	不均質	不整
7	Ph	4.0×4.0	低	均質	不整
8	Ph	5.0×3.0	低	不均質	不整
9	Pbh	5.0×3.5	低	不均質	不整
10	Pb-t	6.0×3.0	低	不均質	不整
11	Pbt	6.0×3.5	低	不均質	不整
12	Pb-t	8.0×3.0	低	不均質	整

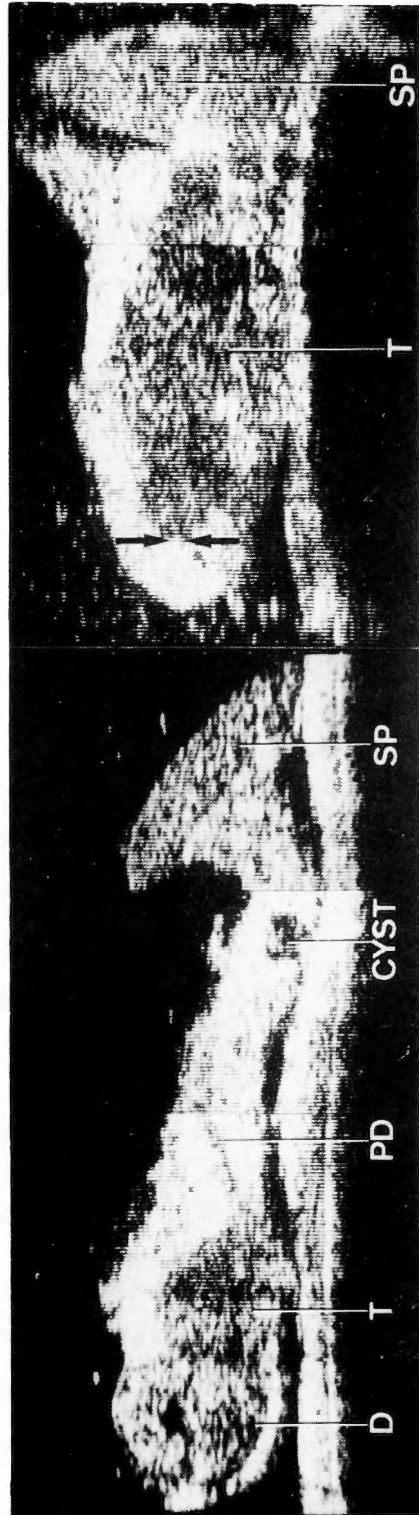


図2 標準水浸 US 像にみる膵癌病巣部, 非癌部膵, 膵臓の echogenicity の対比
a. 非癌部膵が正常膵の例 (膵体尾部癌膵体尾部切除標本)
b. 非癌部膵が線維化膵の例 (膵頭部癌膵全摘標本)
D: 十二指腸, T: 膵癌病巣部, PD: 主膵管, SP: 膵臓

コーの echogenicity, その均質性, 輪郭の整・不整の3点につき検討した（表1）. 脾癌腫瘍像の大きさは2.5 cm×2.0 cm 大から 8.0 cm×3.0 cm 大で, 腫瘍像内部エコーの echogenicity は12例全例が低であった. 内部エコーの均質性については, 12例中10例が不均質であり, また腫瘍像の輪郭は12例中11例までが凹凸不整を示した.

さらに脾癌病巣部の echogenicity については, 非癌部脾及び脾臓の echogenicity と対比すると常に非癌部脾>脾臓>脾癌病巣部の順に低かった. この事実は, 非癌部脾が正常脾である場合（図2a）も, あるいは高度の線維化脾（随伴性脾炎による）である場合（図2b）も同様であった.

2) 脾癌腫瘍径に関する標本水浸 US 計測値と標本剖面実測値との比較

US による脾癌腫瘍像が, 実際の脾癌病巣の大きさを正しく表現しているかどうかを見るために, 標本水浸 US 像上の腫瘍径計測値と, 切除標本剖面上の腫瘍径肉眼計測値との比較を行った（表2）. その結果, 腫瘍最大径についてみると, US 計測値が肉眼計測値を 0.5 cm-2.0 cm 下まわる場合が12例中 8 例を占め,

表2 脾癌腫瘍径に関する標本水浸 US 計測値と切除標本実測値との比較

No.	標本水浸 US 計測値(cm)	切除標本実測値(cm)
1	2.0×2.0	2.6×2.4
2	3.0×3.0	3.7×3.2
3	4.0×3.0	6.0×5.3
4	4.0×3.0	5.0×2.2
5	4.0×3.0	4.0×3.5
9	4.0×4.0	6.0×3.0
7	4.0×4.0	6.0×4.0
8	5.0×3.0	5.0×4.5
9	5.0×3.5	8.0×4.0
10	6.0×3.0	5.5×2.7
11	6.0×3.5	5.5×3.0
12	8.0×3.0	10.5×3.8

残る 4 例においては, 前者が後者と同等ないし逆に 0.5 cm 程度上回っていた. すなわち現有の US 診断装置にみる限りでは, 脾癌病巣は, US 像上では肉眼計測値よりもやや過小に描出される傾向にあった.

2. 体表からの US 法による脾癌 US 像の臨床的検討

確定診断の得られた脾癌88例の体表走査による US 像について retrospective に以下の諸点に関する検討を行った.

1) 脾癌腫瘍像の描出率

脾癌88例に対して体表からの US を延べ113回施行した結果, 88例中78例（89%）に腫瘍像が描出された. 描出不能例10例の内訳は, 病巣が小さいなど病巣側の条件によるもの 5 例, 病巣が脾尾部の死角中にあたり被検者の描出条件の全般的な不良によるもの 5 例であった.

脾癌病巣の大きさからみた腫瘍像描出能の限界を明らかにするために, 描出条件が良好でかつ病巣切除のなされた脾頭部癌30例について, 病巣最大径（肉眼計測値）と描出の可否について検討した（図3）. 病巣最大径は, 1.2 cm 大から 10.0 cm 大にわたるが最大径 2.0 cm 以下の 8 例では描出可能例は 4 例にとどまったのに対し, 最大径が 2.0 cm をこえる22例では, 全例描出が可能であった. 現有 US 診断装置では脾癌病巣肉眼径 2 cm 程度が大きさからみた描出能の限界と考えられた.

2) 体表からの US 法による脾癌腫瘍像の性格

体表からの US 法により腫瘍像の得られた脾癌78例について, 腫瘍像内部エコーの echogenicity, その均質性, 輪郭の整・不整の3点につき検討した（図4）.

まず内部エコーの echogenicity については, 非癌部脾より低エコーを示すものが78例中72例（92%）を占め, 低エコーと高エコーが混在する混合型が残る 6 例（8%）であり, 純然たる高エコー型のものはなかった. 次に内部エコーの均質性については, 不均質の

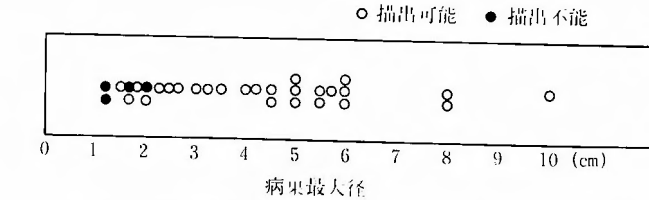


図3 脾頭部癌切除例30例にみる病巣最大径とUSによる腫瘍像描出能

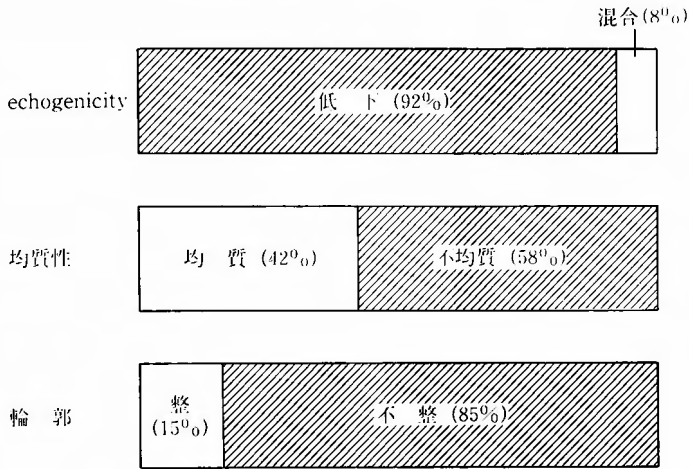


図4 体表からのUS法による膵癌腫瘍像の性格(膵癌78例)

ものが78例中45例(58%)であり均質のもの33例(42%)をやや上回った。腫瘍像の輪郭については、不整のものが78例中66例(85%)を占め、整のものは12例(15%)に過ぎなかった。

以上より膵癌病巣部の体表からのUS像の基本的

性格は、hypoechogenicity、輪郭の不整を2大特徴とし、かつ内部エコー不均質なものが過半数であることが理解された(図5)。

膵癌US像の特殊型として、腫瘍像内部にacoustic shadowを伴うstrong echoを認めるもの、すなわち

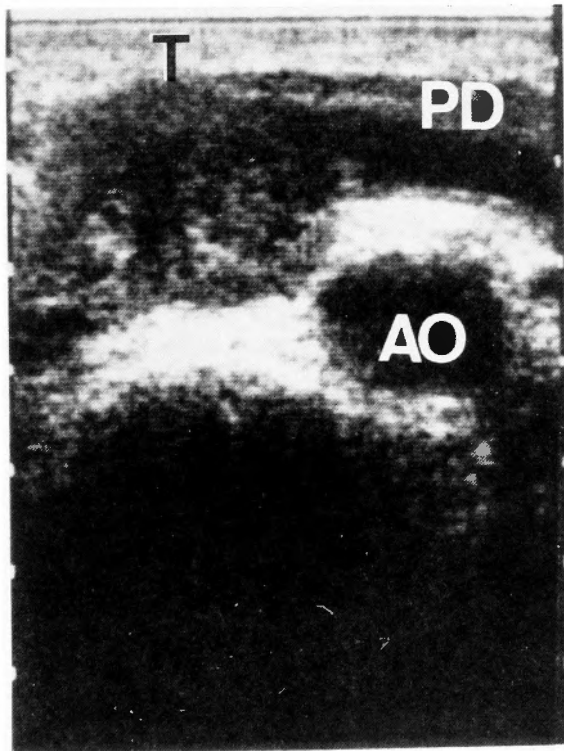


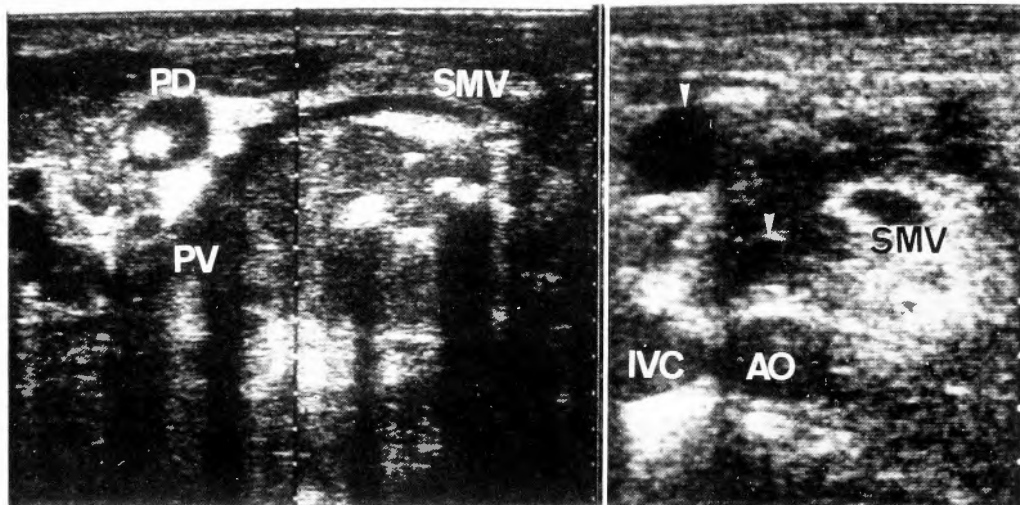
図5 典型的な膵癌US像

T:膵癌病巣部, PD:主膵管, AO:大動脈

膵石を合併するものが78例中3例, 嚢胞を合併するもの(嚢胞腺癌以外)が7例あり(図6), また主膵管内に intraductal growth を示すものが1例あった.

3) 間接所見としての膵管像・胆管像

US では膵癌腫瘍像と同時に膵管・胆管像をも同時に観察しうる特長がある. ことに膵頭部に癌病巣が存在する場合, 間接所見としての膵管・胆管拡張像の検索は重要である. そこで膵癌88例中膵頭部に病巣の存

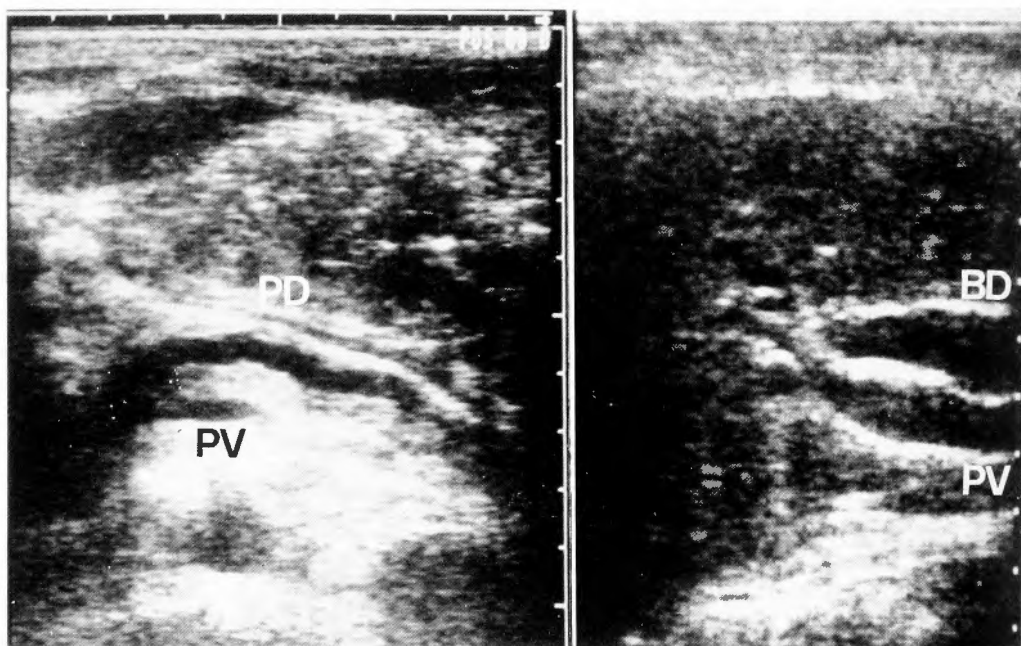


a. 膵石合併膵癌
腫瘍内部, 拡張主膵管内に音響陰影を伴う高エコーが認められる.

b. 嚢胞形成を有する膵癌
腫瘍内部に嚢胞形成(白矢印)を認める.

図6 特別な膵癌 US 像

PV: 門脈, SMV: 上腸間膜静脈, IVC: 下大静脈, AO: 大動脈



a. 膵管拡張像 (PD)

b. 胆管拡張像 (BD)

図7 膵頭部癌における US 膵管拡張像および US 胆管拡張像

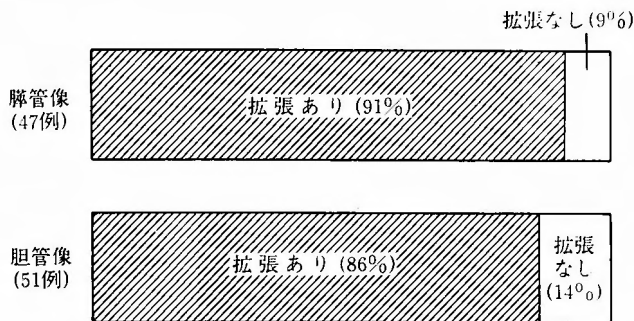


図8 頭部膵癌 US 像にみる膵管拡張・胆管拡張の頻度 (膵頭部癌51例)

在した51例について US による膵管像・胆管像の検討を行った (図7, 8). ここに言う膵管像とは, 膵頭部癌病巣より尾側の主膵管で, 前後径 2 mm 以上を拡張とし, また胆管像とは総肝管ないし総胆管で前後径 7 mm 以上を拡張とした.

まず膵管像については51例中4例の描出不能例 (条件不良による) を除いて47例に描出可能であり, このうち43例 (91%) に主膵管拡張像が認められた. また胆管像については51例全例に描出可能であり, 胆管拡張像は44例 (86%) (胆管ドレナージ術既施行例を含む) に認められた. さらに膵管・胆管のいずれかに拡張像が認められたものは, 膵頭部癌51例中50例 (98%) にのぼり, 膵頭部癌の間接所見としての US 膵管像・胆管像の検索は極めて有用であることが示された.

次に, 膵頭部癌51例中, US と ERP (内視鏡的逆行性膵管造影) がともに行われた40例について, 両検査法の膵管像に関する比較を行った (図9). まず US では, 描出不能3例 (7.5%) を除いて37例 (92.5%) に膵管像が得られ, うち膵管拡張像は35例 (87.5%)

に認め, 残る2例 (5%) は膵管非拡張であった. 一方, ERP では, ファイバースコープの挿入困難や造影チューブの挿管不能による膵管造影不成功例が40例中13例 (32.5%) 存在し, 造影が得られた27例 (67.5%) 中, 主膵管閉塞像 (尾側膵管造影なし) が13例 (32.5%), 主膵管狭窄像 (尾側膵管造影あり) が11例 (27.5%), 主膵管圧排などの軽度の変化にとどまるものが3例 (7.5%) であった.

膵頭部癌例では, 膵管に関する情報の得られる確率において US が ERP に優っており, また ERP では造影頻度が低い尾側主膵管像について US が高率に情報を提供し得ることが示された.

さらに US の応用技法としての US ガイド下経皮的膵管造影について検討した⁸⁾ ERP では膵管造影不能の場合や, あるいは頭側膵管は造影できても閉塞部より尾側主膵管の造影ができない場合, 質的診断または進展度把握などの目的で US ガイド下経皮的膵管造影を7例に行い症例により胆管造影・低緊張性十二指腸造影の3者併用造影を行った (図10).

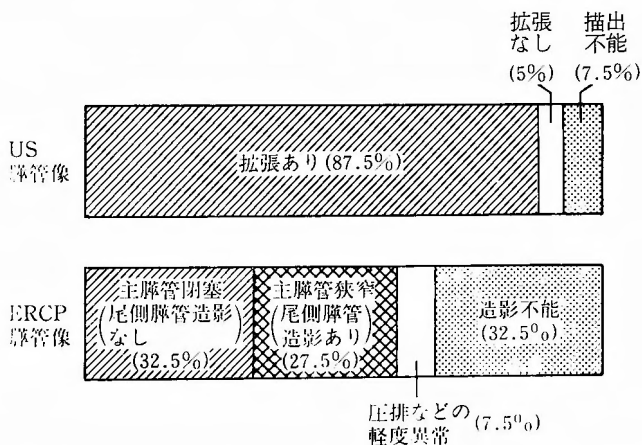


図9 膵頭部癌の主膵管像に関する US, ERP の比較 (膵頭部癌40例)

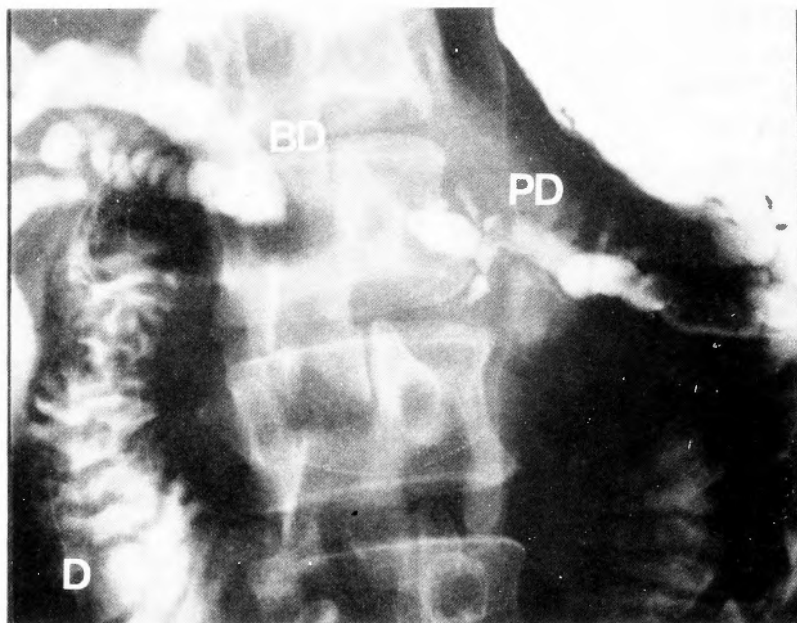


図10 膵頭部癌に対する経皮的膵管造影 (PD)・胆管造影 (BD)・低緊張性十二指腸造影 (D) の三者併用造影

経皮的膵管造影は、尾側主膵管像をより精細に把握し、特に膵癌病巣の膵尾側への進展範囲を予測するのに有用であり、さらに EPP 像に加え、経皮膵管造影・胆管造影・十二指腸造影の3者併用造影でいわば病巣を挟み打ちすることで膵癌進展範囲の把握は一層容易であった。

4) 体表からの US 法による膵癌進展度の診断

膵癌の外科的治療を前提とした場合、画像診断に求められるものは、単に病巣の質的診断にとどまらず、その進展度を明らかにして切除可能性や術式決定のための情報を提供することが期待されている。そこで膵癌進展度に関わる以下の項目について US の意義を検討した。

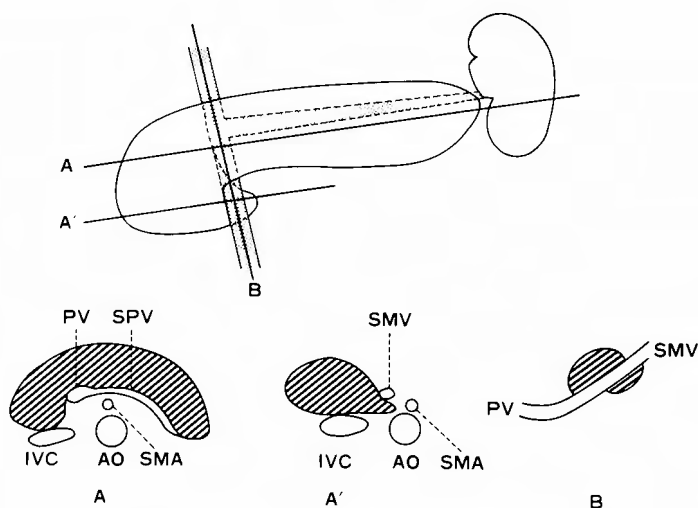


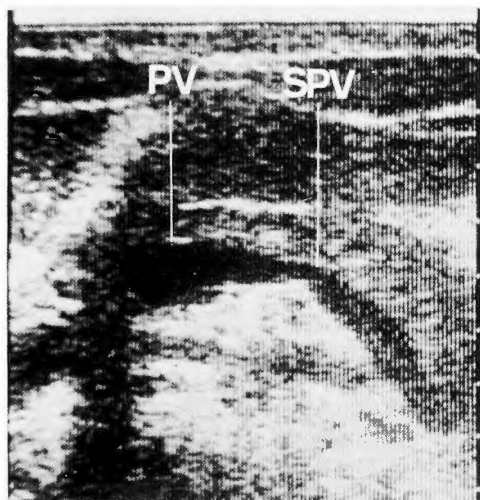
図11 門脈描出のための US 基本走査

i) 脾癌の門脈浸潤度の診断

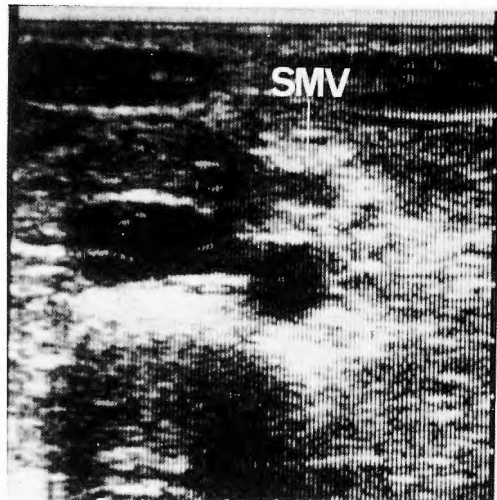
門脈は局所解剖学的に脾と密接な関係にあり、実際に脾癌の浸潤を最も被りやすい血管である。そこで非侵襲的手段である US によって脾癌門脈浸潤度をどこまで正確に判定し得るかを、術前の血管撮影および開腹下の肉眼的門脈浸潤所見と対比して検討した。術

前に体表からの US および血管撮影を施行した後、1-2 週以内に開腹して肉眼的門脈浸潤度を確認し得た脾癌54例を対象とした。

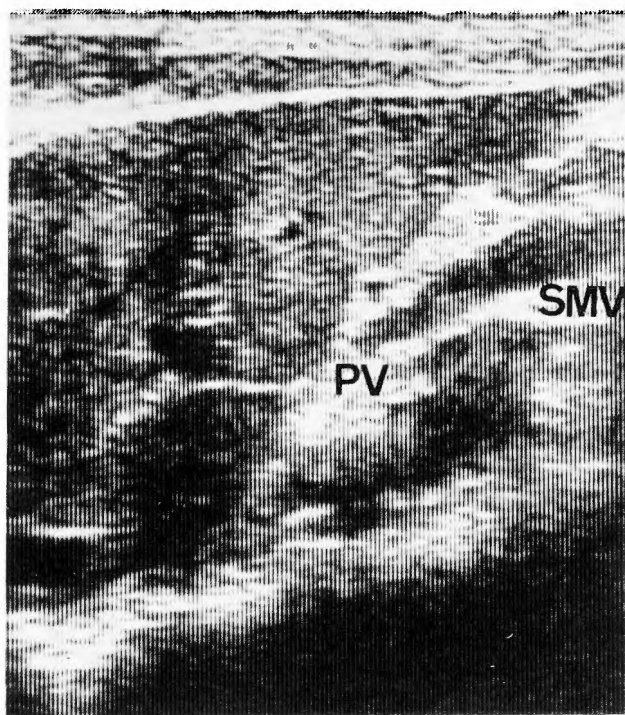
US による門脈の描出は脾静脈 (SPV) 末梢から上腸間膜静脈 (SMV)・SPV 合流部に至る脾長軸方向の断面及びこれに平行な連続断面 (図 11A・A') を基本と



a. 正常人における〔図11A〕の US 像



b. 正常人における〔図11A'〕の US 像



c. 正常人における〔図11B〕の US 像

図12 正常人における門脈 US 像

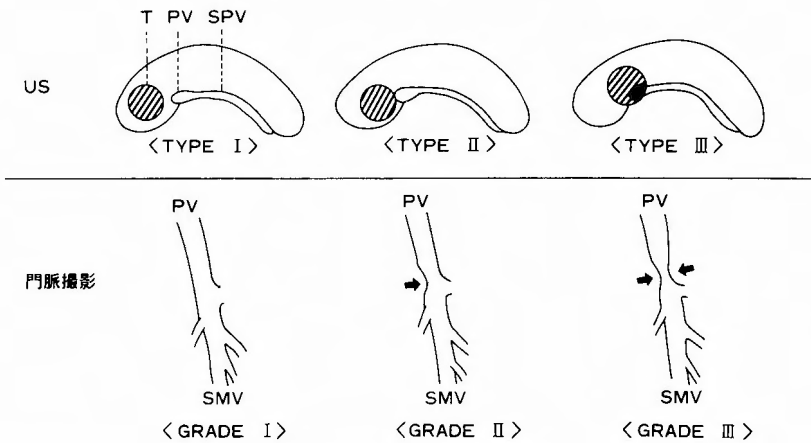


図13 肝癌門脈浸潤度の映像的分類

して、さらにこれに直行する門脈本幹（PV）上の断面（図11B）を加えて判定した。図12は正常人におけるこれらのUS像を示す。

次に実際の肝癌例において脾長軸方向のUS像上に示されるSMVからPVに至る門脈像を腫瘤像との位置関係から以下のように分類した¹⁰⁾（図13上段）。

Type I（遊離型）：門脈像と腫瘤像とが明らかに離れているもの。

Type II（密接型）：門脈像と腫瘤像とが密接しているが、門脈の形状は保たれているもの。

Type III（融合型）：門脈像が腫瘤像の中に巻き込まれ、もはやその形状を確認できないもの。

一方、術前の血管撮影による門脈の描出は、大部分血管拡張剤使用下の経上腸間動脈的門脈撮影に拠ったが、症例により経脾動脈的あるいは経下腸間動脈的門脈撮影、経皮経肝的門脈撮影をも行った。門脈撮影上のSMVからPVに至る門脈像は以下の3段階に大別した²¹⁾（図13下段）。

Grade I 門脈壁にまったく変化が認められないか、偏側の側壁硬化像が示されるにとどまるもの。

Grade II：門脈壁に偏側性の圧迫狭窄像が示されるもの。

Grade III：門脈壁に両側性の締めつけ狭窄もしくは完全閉塞像が示されるもの。

開腹時の肉眼的門脈浸潤所見は脾癌取扱い規約¹⁵⁾に拠り、門脈浸潤PV_p、上腸間膜静脈浸潤PV_{sm}をそれぞれ0, 1, 2-3の3段階に分けた。

まず門脈浸潤度について、US分類と開腹時肉眼的門脈浸潤度との相関について検討した（表3）。対象

表3 肝癌門脈浸潤度に関するUS分類と手術所見

US分類	手術所見			計
	PV _p ~PV _{sm} 0	PV _p ~PV _{sm} 1	PV _p ~PV _{sm} 2~3	
Type I	7	3	0	10
Type II	3	4	17	24
Type III	1	0	19	20
計	11	7	36	54

54例のUS門脈像を上記に従って分類するとType I 10例、Type II 24例、Type III 20例であった。Type I 10例の開腹時所見を見ると10例中7例はPV_{p0}、PV_{sm0}であり、残る3例はPV_{p1}またはPV_{sm1}であった。Type II 24例については、うち17例はPV_{p2-3}、またはPV_{sm2-3}であり、4例はPV_{p1}またはPV_{sm1}、残る3例はPV_{p0}、PV_{sm0}であった。Type III 20例についてはPV_{p0}、PV_{sm0}の1例を除き19例がPV_{p2-3}、またはPV_{sm2-3}であった。

次に血管撮影分類と開腹時肉眼的門脈浸潤度との相

表4 肝癌門脈浸潤度に関する血管撮影分類と手術所見

血管撮影分類	手術所見			計
	PV _p ~PV _{sm} 0	PV _p ~PV _{sm} 1	PV _p ~PV _{sm} 2~3	
Grade I	9	6	4	19
Grade II	1	1	10	12
Grade III	1	0	22	23
計	11	7	36	54

表5 癌腫門脈浸潤度に関する US 分類と血管造影分類との関連

血管造影	Grade I	Grade II	Grade III	計
US				
Type I	10	0	0	10
Type II	9	11	4	24
Type III	0	1	19	20
計	19	12	23	54

関について検討した (表4)。対象54例中の血管造影による門脈像を分類すると Grade I 19例, Grade II 12例, Grade III 23例であった。Grade I 19例の手術所見をみると, 19例中9例は PV_{p0} , PV_{sm0} であったが, 6例は PV_{p1} または PV_{sm1} で残る4例は PV_{p2-3} , または PV_{sm2-3} であった。Grade II 12例中10例は PV_{p2-3} , または PV_{sm2-3} であり, PV_{p0} , PV_{p1} が各1例あった。Grade III の23例は PV_{p0} , PV_{sm0} の1例を除く22例が PV_{p2-3} , または PV_{sm2-3} であった。

さらに門脈浸潤度判定に関する US 分類と血管造影分類との相関について検討した (表5), まず US 分類で Type I と判定された10例は血管造影でもすべて Grade I であった。次に US で Type II の24例は血管造影で Grade I 9例, Grade II 11例, Grade III 4例とかなりばらつきが目だった。US で Type III の20例は血管造影で Grade II 1例を除く19例が Grade III であった。

術前診断として US の Type I, 血管造影の Grade I を門脈浸潤なしと判定し, Type II~III, Grade II~III をそれぞれ浸潤ありと判定して, 実際の開腹時所見では PV_{p0} , PV_{sm0} を浸潤なし, PV_{p1-3} または

表7 US による癌腫肝転移の診断能

手術所見	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃	計
US 診断					
肝転移(-)	58	7	1	5	71
肝転移(+)	0	1	2	5	8
計	58	8	3	10	79

PV_{sm1-3} を浸潤ありとした場合の US, 血管造影両検査の癌腫門脈浸潤度に関する診断能は表6に示す通りであった。

総じて US 分類の方が血管造影分類よりも開腹下肉眼的門脈浸潤度とよく対応していた。

ii) 癌腫の肝転移・リンパ節転移の診断

術前 US による癌腫肝転移の診断能について開腹下に肝を精査し得た79例について検討した (表7)。US で肝転移なしと診断したのは71例で, うち58例は, 実際に肉眼的肝転移を認めなかったのが, この13例には肉眼的肝転移像が存在した。一方, US で肝転移ありと診断した8例は総て肉眼的肝転移を認めた。肉

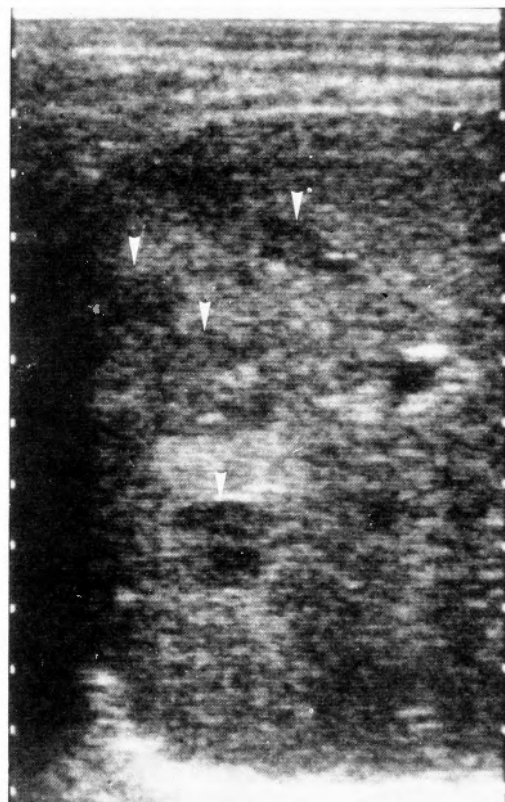


図14 癌腫肝転移の US 像転移巣; 矢印

表6 US, 血管造影の門脈浸潤度診断能の比較

	US	血管造影
True positive	40	33
True negative	7	9
False positive	4	2
False negative	3	10
Sensitivity	93%	70%
Specificity	64%	82%
Efficiency	87%	78%
Predictability of positive test	91%	94%
Predictability of negative test	70%	47%

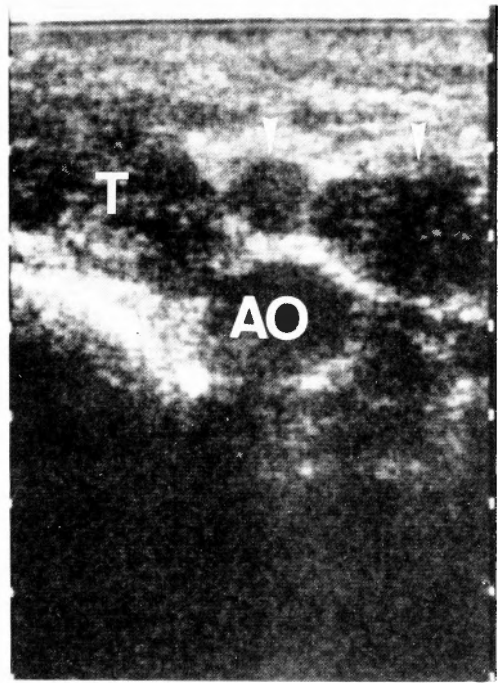


図15 膵癌リンパ節転移の US 像
T：膵癌病巣部，AO：大動脈，リンパ
節転移：矢印

眼的肝転移の程度別にみると H₁ 8 例のうち、術前 US で肝転移を診断し得たものは 1 例のみで、H₂₋₃ 13 例についても 7 例を術前 US で診断し得たとどまった。なおこのほか、術前 US で明らかな肝転移像があり、開腹にまで至らなかったものが 2 例あった。

これら膵癌肝転移巣の US 像 10 例は、正常肝実質より低エコーのものが 5 例、同等のものが 3 例、高エコーのものが 1 例、混合型が 1 例で 10 例中 7 例に腫瘤像辺縁部低エコー帯が認められた (図 14)。

術前 US によるリンパ節転移の診断には、もとより限界があり、診断能を論ずるには至らなかったが、79 例中 US 像でリンパ節転移ありと術前診断した 14 例は、実際に術中、当該部位の肉眼的リンパ節転移が認められた (図 15)。

5) 膵癌早期診断に占める US の位置

膵癌の治療成績は現在なお不満足なものであり、その早期診断に寄せられる期待は大きい。そこで画像診断法の一つとしての US が、膵癌早期診断に果たす役割を、他画像検査法 (CT, ERCP, PTC, 血管造影など) や、膵酵素学的診断・膵腫瘍マーカーによる診断などと比較対照して検討した。なお本項では、対象例

表 8 T₁ 膵癌 17 例の概要

No.	年・性・腫瘍占拠部位	組織型	切除術式
1	74・F・1.0 cm	Ph 管状腺癌	PD
2	73・F・1.2 cm	Ph 管状腺癌	PD
3	70・M・1.2 cm	Ph 管状腺癌	TP, 門脈合併切除
4	61・M・1.5 cm	Ph 腺扁平上皮癌	TP
5	71・M・1.5 cm	Ph 管状腺癌	TP, 肝動脈合併切除
6	68・F・1.5 cm	Ph 管状腺癌	PD, 門脈合併切除
7	54・M・1.6 cm	Ph 管状腺癌	PD
8	54・M・1.6 cm	Ph 管状腺癌	PD
9	64・M・1.7 cm	Ph 管状腺癌	PD, 門脈合併切除
10	67・M・1.7 cm	Ph 乳頭管状腺癌	TP
11	56・M・2.0 cm	Ph 乳頭管状腺癌	TP
12	70・M・2.0 cm	Ph 管状腺癌	PD
13	50・M・2.0 cm	Ph 管状腺癌	PD, 門脈合併切除
14	63・M・2.0 cm	Ph 腺房細胞癌	PD
15	55・M・2.0 cm	Ph 管状腺癌	PD
16	46・M・2.0 cm	Ph 乳頭管状腺癌	PI)
17	38・M・2.0 cm	Ph 管状腺癌	PD, 門脈合併切除

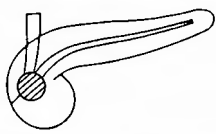
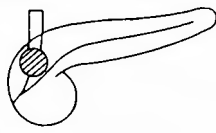
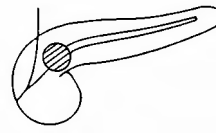
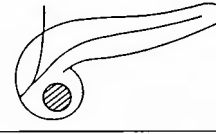
の枠を広げ、1966 年以降 1986 年 10 月迄に経験した 2.0 cm 以下の膵癌 (即ち膵癌取扱い規約にいう T₁ 膵癌) 17 例とした (表 8)。これらはいずれも膵頭部癌で切除が行なわれた。

これら T₁ 膵癌 17 例の占拠部位をとくに総胆管・主膵管との相互位置関係から 4 群に大別すると第 1 群：総胆管・主膵管の両方に圧迫もしくは浸潤を有するものは 17 例中 9 例を数え、第 2 群：総胆管のみに圧迫浸潤を有するもの 3 例、第 3 群：主膵管のみに圧迫浸潤を有するもの 5 例であり、第 4 群：総胆管・主膵管のいずれにも影響のない例は自験例中にはなかった (表 9)。

まず US, CT ならびに胆道造影 (ERC, PTC, DIC を含む)、膵管造影 (ERP, 経皮膵管造影を含む)、血管撮影の諸検査について、直接所見としての腫瘤像描出率 (US と CT のみ)、間接所見としての胆管・膵管・血管異常像の検出率を比較した (表 10)。その結果、腫瘍径 2.0 cm 以下の T₁ 膵癌については腫瘤像描出率において US が CT にまさり、また間接所有率においても US は CT とともに、胆管・膵管いずれかの異常を検査施行例全例でとらえていた (図 16)。

一方、膵酵素学的検査成績 (表 11) では血清エラスターゼ 1 の高値出現率が 70% (膵管拡張例では 78%) ともっとも高かった。

表9 T₁ 膵癌 17 例の占拠部位
—総胆管・主膵管との位置関係—

分類	シェーマ	症例数	入院時主症状
第1群 BD(+) PD(+)		9	7例黄疸 2例無黄疸, 腹痛
第2群 BD(+) PD(-)		3	3例とも黄疸
第3群 BD(-) PD(+)		5	5例とも腹痛
第4群 BD(-) PD(-)		0	

BD：総胆管，PD：主膵管，(+)：圧迫浸潤あり，(-)：圧迫浸潤なし

表10 T₁ 膵癌における各種画像検査成績

	直接有所見率 (腫瘤像描出)	間接有所見率 (胆管・膵管・血管異常像)
US	7/11(64%)	11/11(100%)*
CT	5/12(42%)	12/12(100%)*
胆管造影	—	13/17(76%)
膵管造影	—	13/15(87%)
血管撮影	—	12/16(75%)**

* 総胆管・主膵管のいずれかに異常所見のあるもの

** 膵頭部アーケード動脈・門脈本幹のいずれかに異常所見のあるもの

表11 T₁ 膵癌における膵酵素学的検査の高値出現率

項 目	膵管拡張 (+)	膵管拡張 (-)	計
エラスターゼ1	7/9 (78%)	0/1(0%)	7/10(70%)
血清アミラーゼ	6/13(46%)	0/3(0%)	6/16(38%)
尿アミラーゼ	7/11(64%)	0/2(0%)	7/13(54%)

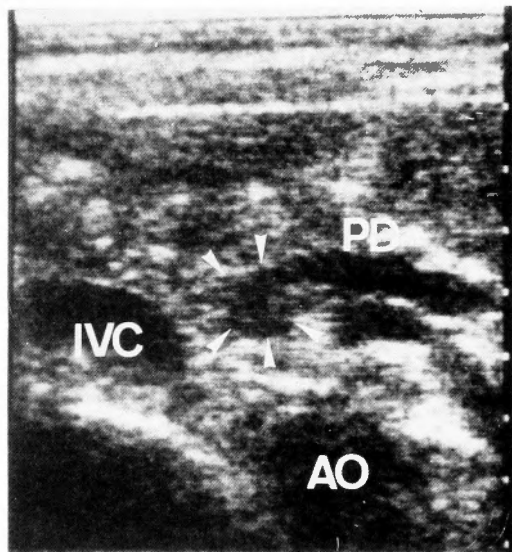
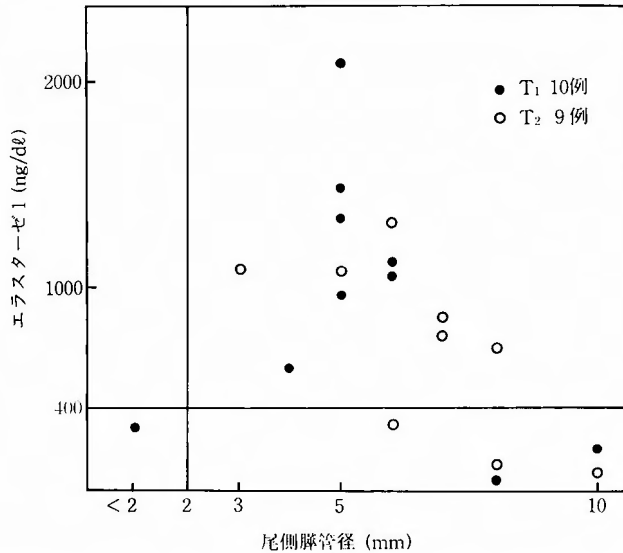


図16 T₁ 膵癌の US 像の 1 例
矢印部：1.6 cm 大の膵頭部癌

表12 T₁ 膵癌における CA19-9, CEA の陽性率

CA19-9	3/10(30%)(>37 U/ml), 1/10(10%)(>100 U/ml)
CEA (C/S法)	5/12(42%)(>15 ng/ml), 0/12(0%)(>30 ng/ml)

表13 T₁, T₂ 膵頭部癌切除例にみる術前エラスターゼ1値と US 尾側膵管径



代表的な膵癌腫瘍マーカーとしての CA19-9 および CEA の陽性率は表12に示すとおりでいずれも確実に陽性と判定できる例は稀であった。無黄疸小膵癌を早期発見する観点からは、現在のところ主膵管狭窄によって招来される所見をとらえることが重要である。そこで自験 T₁ 膵癌及び T₂ 膵癌切除例19例 (T₁ 10例, T₂ 9例) においてエラスターゼ1値と US にみる膵管径との関連をスクリーニングとしての有用性の点から眺めてみた (表13)。すると US 膵管径 5 mm 前後の症例でエラスターゼ1値は最も高値例が多く、さらに膵管拡張が進行するにつれ、エラスターゼ1値は徐々に低下傾向を示し、膵管径 5 mm 以上ながらエラスターゼ1値がカットオフ値である 400 ng/dl 以下の例が5例存在した。このことは US による形態学的な膵管拡張像の検出の重要性を示すものとして注目された。

3. 膵癌に対する US 術中応用

体表からの US やその他の画像検査法により、開腹以前にかなりのところまで膵病巣の形態を知り得ることも多いが、開腹下の術中 US によれば被検者の肥満や胃腸管内ガスに妨害されることなく、直接的に手術方針の決定や手術操作の展開に役立つ情報を得ることが期待される。

そこで膵癌25例及び膨大部癌3例に対して術中 US を施行し、その有用性について検討した。

1) 癌病巣の浸潤範囲の把握と膵部分切除時の膵切離線決定に果たす役割

膵癌病巣がどの範囲まで浸潤しているかを把握することは必ずしも容易ではない。ことに膵頭部に癌病巣が存在する例では、膵管閉塞によって尾側膵は随伴性膵炎に陥り萎縮硬化をきたしている場合が多く、術中の視・触診のみでは膵癌病巣部と非癌部との境界を見極めるのに難渋することも少なくない。

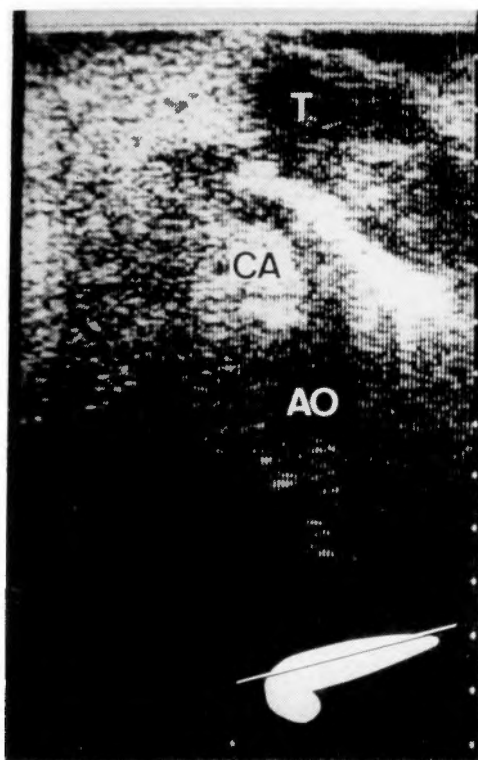
先に述べた膵癌切除標準水没 US 法による検討から、非癌部膵が正常膵である場合でも、あるいは随伴性膵炎をきたしている場合でも膵癌病巣部は明瞭な低エコー域として描出されることおよび US 像上では癌病巣部は実際の肉眼径より若干過小評価される傾向があることを知った (図2及び表2参照)。

上記の事実を膵切離線決定に応用した。すなわち術中 US で膵癌病巣を描出した上で、画像上の病巣先端部よりも少なくとも 2 cm 以上余裕を持って膵切離線を設定することにより、視診・触診に加えてより客観性のある surgical margin を持たせた膵切除を行い得ることが示された (図17)。

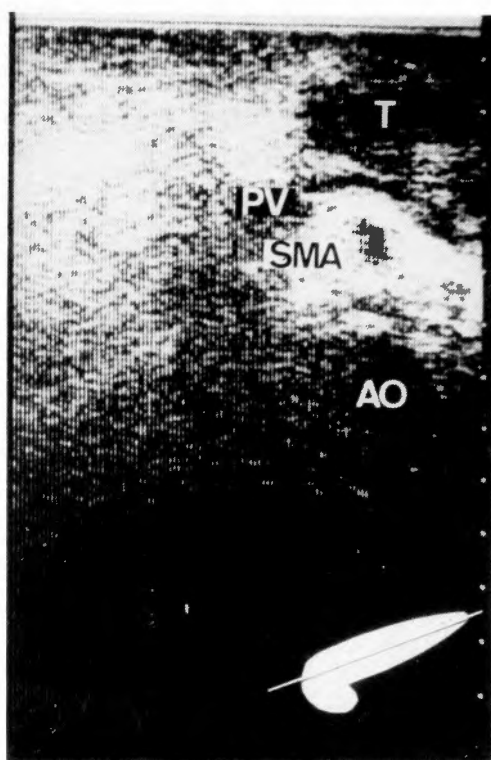
2) 膵周囲主要血管浸潤度の判定

術中 US による門脈本幹への癌浸潤度の判定は、術前 US と同様図13の分類にしたがい、これを術中肉眼的門脈浸潤所見と対比検討した (図18, 表14)。

膵癌及び膨大部癌28例中 Type I と判定された6例は、肉眼所見で PV_{pt}・PV_{sm0} 5例, PV_{pt} 1例であり、Type II の9例は PV₁ が2例, PV_{p2-3} または PV_{sm2-3} 7例であった。Type III の13例はすべて PV_{p2-3} また



a. 術中 US
腹腔動脈 (CA) との関係



b. 術中 US
門脈 (PV) との関係



c. 脾体尾部切除標本断面，頭側断端の切離線は術中 US にみる腫瘍像から約 3 cm 離れて設定された。
〔図 2a〕 本例の標本水浸 US 像を参照。

図 17 術中 US による脾切離線の決定
一脾体尾部癌に対する脾切除時の応用一

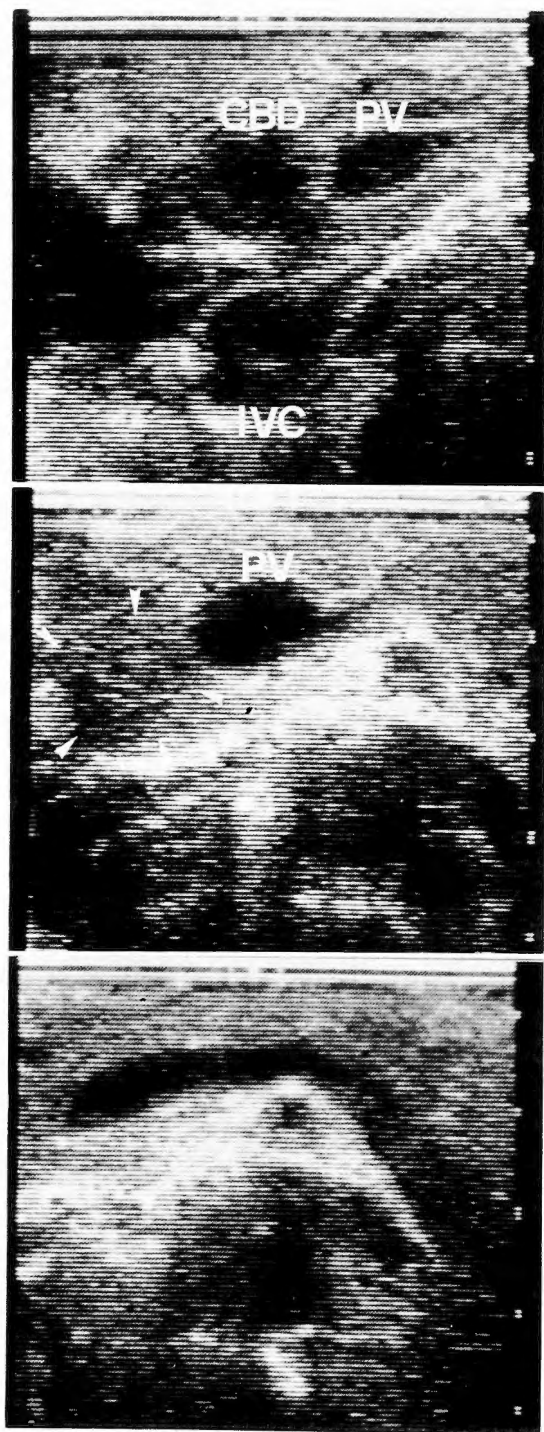
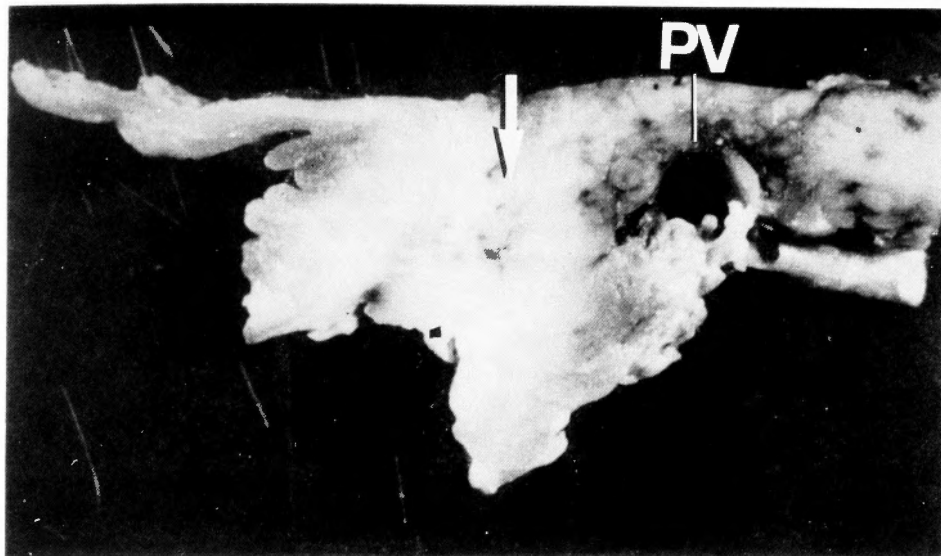


図18 1.5 cm 大膵頭部癌に対する術中 US 連続スキャン

a. 肝十二指腸靱帯の水平スキャン
拡張した総胆管 (CBD), 門脈 (PV), 下大静脈 (IVC)

b. 膵上縁の水平スキャン
a. の総胆管像は閉塞し 1.5 cm 大腫瘤像 (矢印) が出現する. 門脈との関係は Type II (密接型) である.

c. 膵中央の水平スキャン
このレベルでは腫瘤像はなく, 正常膵構造が描出されている. 膵管拡張もない.



d. 標本断面 (bに相当する断面)

術中 US 像から門脈合併膵十二指腸切除を施行した。この断面所見でも肉眼的門脈浸潤は PV_p であり、組織学的にも門脈壁浸潤が認められた。膵癌病巣部：矢印、PV：門脈

表14 術中 US による門脈浸潤度判定

US 分類	手術所見			計
	PV _p ~PV _{sm} 0	PV _p ~PV _{sm} 1	PV _p ~PV _{sm} 2~3	
Type I	5	1	0	6
Type II	0	2	7	9
Type III	0	0	13	13
計	5	3	20	28

は PV_{sm2-3} であった。

さらに主要動脈への浸潤状況については、上腸間膜動脈については3/5 (術中 US で浸潤ありと判定した例数/術中肉眼所見で実際に浸潤のあった例数)、腹腔動脈については、2/3、総肝動脈については3/6をそれぞれ術中 US により剝離操作を行う前に評価し得た。

考 察

画像診断法としての US は四半世紀を越える歴史を有するが、目ざましい技術革新と画質の向上により広く臨床の場に供されるようになったのは最近10年余のことである。生体に対する無侵襲性という利点も相俟って、膵癌をはじめとする膵疾患の診断にもまず最初に行うべき画像検査法としてその地位はゆるぎない

ものとなりつつある。

US は、X線 CT や最近臨床の場に供されるようになった MRI などと同様、断層検査に属する。従来の管腔系の診断—血管造影や内視鏡的逆行性膵胆管造影 (ERCP) などではかなえられなかった実質臓器としてのイメージ、腫瘤としてのイメージは、これら断層検査法によってはじめて可能となったといえる。

著者は、まず基礎的な検討として新鮮膵癌切除標本を用いて標本水浸 US 法による膵癌腫瘤像の分析から着手した¹⁴⁾ この方法はおそらく最も精細に US 像を分析しうる手法である²⁹⁾。その結果、通常の膵管癌の US 像はかなり画一的で、内部の echogenicity は低くかつ不均質で、不整な輪郭を有するものがほとんどであることが示された^{2,4,27,28)}。さらに膵癌病巣部の echogenicity と非癌部膵のそれとの対比であるが、水浸 US 法による検討では非癌部膵の echogenicity は少なくとも膵頭部癌に随伴する膵腺維化では低下せず、膵癌病巣部とよく識別されることが明らかとなった。膵の線維化が echogenicity に与える影響はなお見解の一致を見ていない。事実、上に述べたような随伴性膵炎では echogenicity は低下しないのに対し、慢性膵炎中の腫瘤形成型膵炎と呼ばれる一群では、膵癌と鑑別困難な低エコーを示す場合が少なくない^{12,24)}。おそらく、線維化の因子だけをとりあげて echogenicity の

上下を論ずるのは単純に過ぎ、剖面から見た組織構築の均質性²⁹⁾やさらには脂肪沈着の多寡⁶⁾など多面的な検討を行う必要がある。

さらに標本水浸USに見る膵癌腫瘤像の輪郭の不整は、膵管癌がほとんど scirrhous で周囲の膵に浸潤性に発育する性格の反映であると考えられる。またこのことは同時に膵癌病巣先進部付近では明瞭な低エコーとはなり得ず、結果的にUS像上で計測した腫瘤像の大きさが標本にみる肉眼径を下回ることが多い事実の説明にもなりうるものと考えられる。

通常の体表からのUSにより膵癌腫瘤像が確実に描出されるためには、病巣最大径が2 cm 以上あることが必要である。このことは、膵癌早期発見の観点から最も重要な事項のひとつであるがこれについては後の膵癌早期診断のところで考察したい。体表からのUS法でみた膵癌腫瘤像の性格について触れれば、基調はもちろん膵切除標本水浸US法によるそれと同様であるか、内部エコー均質と判定される割合がより多くなっている。この原因は、体表からのUSのほうで解像度が劣る分だけ癌病巣内部のdetailが描出されず結果的に均質と判定される割合が多くなったと考えられる。

膵癌の剖面からみた肉眼的性状は膵癌取扱い規約にいう腫瘤型、結節型が大多数を占めこれを反映してUS像もかなり画一的であることは上に述べたとおりであるが、中には膵石を合併するもの(膵石合併膵癌)、嚢胞を合併するものなどが含まれ、これらの性状はUS像にもほぼ忠実に描出されている。診断上の留意点を述べれば、膵石合併膵癌では、結石によるacoustic shadowのためUS画像の質は著しく劣化し、またCTでもundershootingを生じやはり画像の読影は困難となる。さらに膵石そのものにまず目を奪われて癌の併存する可能性をつい見過ごしてしまう恐れもある。実際教室例でもそういった経験があり、自験例の分析から大結石型の膵石を有し、腫大した膵の厚さが5 cm を越える例では、膵癌の存在を念頭において慎重に対処する必要があることをすでに報告してきた¹²⁾。また画像診断以外に、CA19-9、CEAなどの腫瘍マーカーの数値の推移にもよく注意を払う必要がある。また今回、嚢胞腺癌以外の通常の膵管癌の中にも嚢胞形成を伴うものが散見された。これまでの検討では、嚢胞腺癌以外にも島腫瘍^{17,22)}やsolid and cystic acinar cell tumor¹⁾など種々の二次性嚢胞形成性腫瘍が存在し鑑別診断上留意する必要がある。

USによってもたらされる情報では、直接所見とし

ての腫瘤像描出以外に、間接所見としての胆管拡張像²⁵⁾・主膵管拡張像^{3,26)}は極めて重要である。USの性格からみてこれら2つの間接所見を中心に膵癌のスクリーニング検査を行うのは的を得ている。特に膵管像に関して、精細な管腔形態を知る点においてはERPに代わるものはないが、スクリーニングの点からは膵管異常像を検出できる確率は、USの方がERPを凌駕している。成績中に触れたようにERPとUSガイド下経皮膵管造影¹⁶⁾による挟み打ちにより確かにフィルム上明瞭な膵管系全体の異常像を知ることができるが、現在は必ずしも経皮的膵管造影には固執していない。多くの場合、門塞部より頭側の膵管情報はERPで、尾側のそれはUS拡張膵管像そのまま膵内病巣の広がりはおおよそ理解できるものと考えている。

膵癌進展度に関する事柄で、まず外科医が最も知りたいのは、膵周囲の主要血管への浸潤の有無とその程度である。膵癌は局所解剖学的にその根治切除を阻む幾多の悪条件を抱えており、特に門脈浸潤はその最たるものであった。ここで、教室の膵頭部癌外科治療に対する考え方を概観すれば、以前は、膵頭部癌において門脈浸潤を有するものはもはや切除の対象とならないと考えていたが、1978年～1979年頃よりこの隘路を開すべく、かつより合理的な郭清を行う観点からもen blocな門脈合併膵切除を基本術式として今日に至っている¹³⁾。

したがってかつてのように門脈浸潤の有無によって膵切除の可否が決まるというわけではなく、より精細に、門脈浸潤があるとすればその程度はいかほどか、合併切除は可能かどうか問われるようになっている。

US、CTの導入以後、これら検査により明らかに切除不能の例に対しては、かつてのように血管撮影のような侵襲を加える必要はなくなった。さらに強調したいのは、USでは、門脈像と腫瘤像の相互位置関係から門脈浸潤の判定が可能であるのに対し、血管撮影では、ほとんど門脈系そのものの形状からの判定に依存しているという差異である。これは、通常の膵管癌がほとんど乏血性腫瘍であるがゆえに血管撮影上、膵癌病巣そのものを腫瘤像として認識することがはなはだ困難なことによる。USのType I(遊離型)やType III(融合型)のような場合は血管撮影による判断も余り変わりがないが、Type II(密接型)の場合は、門脈系自体の変化がいまだ軽微なことが多く、かかる例では、血管撮影では時として浸潤性変化なしと判定される場合があり得る。すなわち門脈像と腫瘤像とが接触

しているか否かの微妙な所では、これらを二つながら描出できる US の方が血管撮影よりも鋭敏であると考えられる¹⁸⁾。

膵癌切除に関して重要な血管はもちろん門脈のみではない。腹腔動脈、総肝動脈、上腸間膜動脈、さらに大動脈や下大静脈²³⁾などへの浸潤はむしろ門脈以上に切除そのものの可否に関連している。US によって門脈におけると同様これら主要血管への浸潤もよく判定し得るものと考えているが、敢えてこの検討を行わなかったのは、切除例にあっては、これら血管への浸潤は通常陰性であり、逆に切除不能例では、これら血管への浸潤は予想できてその正確な術中判定は、多くの場合困難だからである。

これと同じ意味で膵後組織に対する浸潤 (Rp 因子) の診断に関する検証も今回は行わなかった。

US による膵癌の肝転移、リンパ節転移の診断能は、いまだ不十分である。肝転移診断能の低さの原因として、膵癌の肝転移は多くの場合、小結節散在型であることや、正常肝実質のエコーパターンと膵癌転移巣のそれが明解な差を生じにくい場合があることなどが考えられる。またリンパ節転移にしても、ある程度以下のものは自ずから限界があろう。これらについては今後、CT や MRI などの成績とも比較検討を進めたいと考えている。

膵手術に際しての US の術中応用が実際の臨床に用いられるようになったのは1980年代の初頭からであるが^{5,19)}、その後、膵術中 US は insulinoma を初めとする微小膵腫瘍の局在診断、慢性膵炎、膵癌手術などに際し着実にその有用性を認められつつある²⁰⁾。膵癌手術に関していえば、微小病変診断の観点からは、術前の US を含む画像診断で描出不能な小膵癌を術中 US により初めて腫瘤像として確認し得る可能性が考えられ、また US ガイドの針生検にも有用である。また実際の手術操作を進めるに当たって、膵周囲の脈管・胆管・主膵管などを術中 US で同定し、かつ癌病巣の浸潤の程度をあわせ観察し得ることは、術者に的確な指針を与える。さらに、今回明らかにされたごとく、従来の視・触診に加えて、膵癌の膵内進展範囲を術中 US 像上で確認し、膵部分切除時の膵切離線決定の一助とする方法は、術者に客観性を持たせるであろう。

最後に将来への展望も含め、膵癌早期診断における US の位置について述べたい。冒頭にも記したように、早期診断が全体の治療成績向上に結びつくためには、まずその診断手技が簡便で無侵襲であることや臨

床の場に広く普及していることが大前提となる。mass screening に最も適したものは血液検査による特異性の高い腫瘍マーカーの開発であることは勿論である。CA19-9 の登場は確かに従来の膵腫瘍マーカーに比し格段の成績を示したが、こと小膵癌に関しては、その陽性率は極めて低く他腫瘍マーカーも同様である。

無黄疸の膵癌を早期発見する糸口としては、従来、膵管の狭窄～閉塞による膵液うっ滞に起因する膵酵素逸脱を血液検査ないし尿検査で捉えることが重要と考えられてきたが、今回の小膵癌についての比較検討では血清エラスターゼ 1 の高値発現率が最も優秀であった。一方画像検査においては、膵管拡張像を検出することが診断の端緒となる。かかる観点から US は、膵癌早期診断のためにまず最初に行われるべき検査法としてふさわしい資格を備えている。さらに膵液うっ滞性のいわゆる随伴性膵炎では、膵管拡張の進行と膵実質の菲薄化は反比例して進行し、かつエラスターゼ 1 値からみた膵酵素逸脱は、尾側膵管拡張 5 mm 位前後で最高に達するが以後、膵外分泌腺の荒廃消失と共に膵酵素は低値化することを著者らは明らかにしている¹⁴⁾。即ち随伴性膵炎高度例では、膵酵素学的検査のみでは異常を見逃してしまう危険があり、このような場合、画像形態学的な膵管拡張像は恒常的な異常所見としてその診断的意義は大きいと考えている。

膵癌に対する US の新しい展開として最近実用に供されつつあるのは、内視鏡的超音波診断法 (endoscopic ultrasonography, EUS) である。本法は、体表からの US とは異なり多少被検者に負担はあるものの、その解像度や死角の少なさの点からすでに小膵癌などの診断に有力であることが報告されつつある³⁰⁾。

膵癌診療に果たす US の多彩な役割は今後ますますその重要性を増すものと期待される。

結 語

1. 膵癌 US 像の基礎的検討として新鮮膵切除標本水浸 US を行った結果、その US 像の特徴は低くかつ不均質な内部エコーと輪郭の不整に集約された。また US 像上の腫瘤径は、実際の肉眼径より 0.5～2.0 cm 過小評価する傾向にあった。
2. 膵癌に対する体表からの US 法による腫瘤像描出率、腫瘤像の性格を検討し、さらに膵頭部癌例における間接所見としての膵管拡張像、胆管拡張像の重要性を示した。
3. 膵癌門脈浸潤度診断に関し、US、血管撮影の両者の成績を開腹時の肉眼所見と対比した上で、US が

膵癌門脈浸潤度術前判定に鋭敏な診断能を有することを明らかにした。

4. 膵癌に対する術中検査としてUSを応用し、従来視触診のみで行われてきた膵癌病巣の膵内進展範囲の判定を術中USでより客観的に診断できることを示し、合理的に膵切離線を決定し得た。

また門脈をはじめとする主要血管への浸潤状況を術野の上で直接的に知ることができた。

5. 膵癌早期診断の観点から自験小膵癌例についてUSと他の画像検査法、膵酵素学的検査などの成績を対照し、USが独自の重要な役割を持つことを示した。

稿を終えるに臨み御指導、御校閲を賜った戸部隆吉教授に深甚なる謝意を表するとともに、終始直接の御教示を頂いた鈴木敬助教授、教室諸兄に心から御礼申し上げます。

文 献

- 1) Friedman AC, Lichtenstein JE, Fishman EK, et al: Solid and papillary epithelial neoplasm of the pancreas. *Radiology* **154**: 333-337, 1985.
- 2) 福田守道: 膵癌の超音波診断. *超音波医学* **5**: 241, 1978.
- 3) Goshink BB, Leopold GR: The dilated pancreatic duct; Ultrasonic evaluation. *Radiology* **126**: 475-478, 1978.
- 4) 小林正幸: 超音波断層法による膵疾患診断に関する研究—特に膵の同定と膵癌診断の臨床的研究—. *日外会誌* **81**: 1353, 1980.
- 5) Lane RJ, Glazer G: Intra-operative B-mode ultrasound scanning of the extra-hepatic biliary system and pancreas. *Lancet* **8190**: 334-337, 1980.
- 6) Marks WM, Filly RA, Callen PW: Ultrasonic evaluation of normal pancreatic echogenicity and its relationship to fat deposition. *Radiology* **137**: 475-479, 1980.
- 7) 宮下 正, 鈴木 敏, 内田耕太郎, 他: 膵癌に対する術中超音波検査. *日外会誌* **82**: 1104-1108, 1981.
- 8) 宮下 正, 鈴木 敏, 内田耕太郎: 膵癌超音波像の解析と超音波ガイド下経皮的膵管造影. *京都大学医療技術短期大学部紀要* **1**: 18-23, 1981.
- 9) 宮下 正, 鈴木 敏, 内田耕太郎, 他: 術中エコー膵手術に対する応用. *臨床外科* **37**: 63-71, 1982.
- 10) 宮下 正, 鈴木 敏, 谷 友彦, 他: 超音波検査による膵癌門脈浸潤度の評価. *日消外会誌* **15**: 1338-1347, 1982.
- 11) 宮下 正, 鈴木 敏, 内田耕太郎, 他: 膵癌の超音波診断におけるビットフォールー摘出標本水浸超音波像による解析—日癌治会誌 **17**: 834-835, 1982.
- 12) 宮下 正, 高橋純一, 許 国文, 他: 超音波検査による膵癌と腫瘤形成慢性膵炎との鑑別診断. *日超医論文集* **44**: 683-684, 1984.
- 13) 宮下 正, 真辺忠夫, 鈴木 敏, 他: 拡大膵全摘術. *肝胆膵* **12**: 47-53, 1986.
- 14) 宮下 正, 測上 哲, 真辺忠夫, 他: 膵癌の早期診断—特に US 膵管像と血清エラスターゼ1値からのアプローチ. *膵臓* **1**: 121-122, 1986.
- 15) 日本膵臓学会編: 膵癌取扱い規約(第3版). 金原出版, 東京, 1986.
- 16) Ohto T, Saotome N, Saisho H, et al: Real time sonography of the pancreatic duct; Application to percutaneous pancreatic ductography. *Am J Roentgenol* **134**: 647-652, 1980.
- 17) Pogany AC, Kerlan RK, Karam JH, et al: Cystic insulinoma. A. *J Roentgenol* **142**: 951-952, 1984.
- 18) 五等女直樹, 唐沢英偉, 三木 亮, 他: 門脈系への浸潤よりみた膵癌の進展. *日膵研プロシーディングス* **11**: 8-9, 1981.
- 19) Sigel B, Coelho JCU, Spigos DG, et al: Ultrasonic imaging during biliary and pancreatic surgery. *Am J Surg* **141**: 84-89, 1981.
- 20) Sigel B, Machi J, Ramos JR, et al: The role of imaging ultrasound during pancreatic surgery. *Ann Surg* **200**: 486-493, 1984.
- 21) 谷 友彦, 真辺忠夫, 宮下 正, 他: 膵頭部癌の発育進展様式に関する術前診断—血管撮影の有用性—. *日膵研プロシーディングス* **11**: 14-15, 1981.
- 22) Thompson NW, Eckhauser FE, Vinik AI, et al: Cystic neuroendocrine neoplasms of the pancreas and liver. *Ann surg* **199**: 158-164, 1984.
- 23) Walls WJ, Templeton AW: The ultrasonic demonstration of inferior vena caval compression. A guide to pancreatic head enlargement with emphasis on neoplasm. *Radiology* **123**: 165-167, 1977.
- 24) Weill ES: In ultrasonography of digestive diseases. St Louis, CV Mosby, 1978.
- 25) Weinstein BJ, Weinstein DP: Biliary tract dilatation in the non-jaundiced patient. *Am J Roentgenol* **134**: 899-906, 1980.
- 26) Weinstein DP, Weinstein BJ: Ultrasonic demonstration of the pancreatic duct: An analysis of 41 cases. *Radiology* **130**: 729-734, 1979.
- 27) Weinstein DP, Wolfman N, Weinstein BJ: Ultrasonic characteristics of pancreatic tumors. *Gastrointest Radiol* **4**: 245-251, 1979.
- 28) Wright CH, Maklad F, Rosenthal SJ: Grey-scale ultrasonic characteristics of carcinoma of the pancreas. *Br J Radiol* **52**: 281-288, 1979.
- 29) 矢野 真: 超音波断層法による膵頭部領域癌診断に関する研究. *日外会誌* **84**: 80-91, 1983.
- 30) Yasuda K, Tanaka Y, Fujimoto S, et al: Use of endoscopic ultrasonography in small pancreatic cancer. *Scand J Gastroenterol, suppl.* **19**: 9-17, 1984.