シンポジウム 癌の診断と治療 最近の進歩

I. 診断 2. 画像診断 (1) 超音波・computed tomography (CT)

札幌医科大学機器診断部 福田守道

はじめに

超音波, X線CTなどのいわゆる非侵襲的画像診断法は, その導入以来それぞれ目覚ましい進歩を示し, いずれも現在あらゆる臨床分野において, とくに癌の診断に不可欠のものとなりつつある。

以下順を追ってそれぞれのmodalityの癌診断に関する応用の最近の進歩につき要約を試みたい。

1. 超音波診断, X線CTの現況

まず超音波診断について装置および方法の面でもっとも大きい変化は, リアルタイム超音波診断装置の導入とあって差し支えない。リニア, ないしセクタレイ式プローブを装着し, デジタルスキャンコンバータを介してテレビ方式による画像表示を行なう, いわゆる高速自動走査式（リアルタイム式）超音波診断装置はその取り扱いの容易さ, 画像理解の明快さ, さらに完全に無侵襲であるなどの利点から広く一般臨床に導入されたのみ

ならず, 精密診断法としても利用されるようになった。とくに後者の目的にはさらに新しい診断

図1. 都道府県別X線CT装置設置図 (Whole Body)
総数 2086台

表1. リアルタイム超音波走査法の利点

1. プローブ操作の自由性
2. 音響窓選択の自由度
3. 臓器の三次元観察
4. 臓器の呼吸性移動, 拍動の観察
5. 超音波断層像の高解像度
6. 断層像再現性確認の容易性

表2. 肝のAngio-CT³⁾

カテーテルの位置	名 称
Anterior Angio-CT	
腹腔動脈	Celiac Arterial Angio-CT (CA Angio-CT)
総肝動脈	Common Hepatic Arterial Angio-CT (CHA Angio-CT)
固有肝動脈	Proper Hepatic Arterial Angio-CT (PHA Angio-CT)
Trans Arterial Portal Angio-CT	
上腸間膜動脈	Trans Superior Mesenteric Artery Portal Angio-CT (T SMA Portal Angio-CT)
脾動脈	Trans Splenic Artery Portal Angio-CT (TSA Portal Angio-CT)

Symposium on diagnosis and treatment of cancer. Recent progress.

I. Diagnosis 2. Imaging diagnosis. (1) Ultrasonography and computed tomography

Morimichi FUKUDA, Division of Ultrasound and Medical Electronics, Sapporo Medical College, Sapporo

法として各種の体腔内走査法、術中走査法、ドップラ法なども創案され広く応用されるに至っている¹⁾。

他方X線CTはHounsfieldによる報告にひきつづき、急速な装置の改善が見られ、当初頭部のみへの応用であったものが、全身用装置の製作、さらに短時日の間に世代の交替が繰り返され、現在見られるごとく広範な普及を示した³⁾。

図1はその普及の現状を示したもので、昨年12月現在で日本国内における全身用CT診断装置は実に2086台を算するに至っている。その配置は現在までのところ大都市周辺に多く、現在の本邦の医療事情を明確に反映しているように思われる。また大学付属病院を始めとする、いわゆる大病院では2、3台の全身用装置を保持することはむしろ常識となってきた。

癌の診断法として超音波診断法とX線CTが対比され優劣が問われた時代は去り、それぞれの特性を考慮した使用が進められている。すなわち現在ではCTは腫瘍性疾患のスクリーニング法としてよりも、むしろ精密診断法として使用されることが増加している。この場合部分容積現象による小型の癌腫瘍の見逃しを避けるため、各種の手法、とくに病変のコントラストを上昇させ、診断精度を改善することを目的とし、血管造影法との併用が盛んに検討されている(表2)³⁾⁴⁾。とくに肝細胞癌の診断では、いわゆるリビオドールCTの実施が娘結節など小病変の描出に高い診断率を示すこと

が報告され注目されている⁵⁾。これらの方法は厳密にはすでに非侵襲的な診断法としての範囲を超えているが、より正確な診断を得るための手段として容認されている。

2. 超音波による肝癌の集団検診

肝癌に限らず癌の集団検診はなおその早期発見のもっとも優れた方途である。しかしながら集団検診としての診断法の選択には一定の条件が課せられる。すなわち経済的、無侵襲で特殊な熟練や装置を必要とせず偽陰性の少ない検査法であることである。ここに述べる肝癌の集団検診は全く無侵襲の超音波を利用するもので、現在本方式は全国的に普及しつつあるが^{6)~8)}、北海道では開始以来すでに6年を経過、目的とする肝癌の早期発見に多大の貢献をなし得ている。検診の効率化については、いわゆるhigh risk groupを対象とすることで解決を見た。

方法、成績の詳細は別途報告したごとくであるが、超音波による画像診断と、採血、血清分離後肝機能、腫瘍マーカー検査を同時に実施する方式で、短時日に正確な成績が得られる点で優れている(表3)。

このようにしてスクリーニングされた症例はその後の精密検査により診断確定後外科的治療を受けるが、腫瘍が直径3cmを超える症例ではまずTAE治療を行ない腫瘍の縮小を待って手術を行なうことを原則とした。注目すべきことはこの

図2. リビオドールCTによる小肝細胞癌の断層像

表3. 肝癌各種画像診断診断能(単発例 径3cm以下)

		81.11~87.3		
肝癌最大径	症例数	US	CT	血管造影
~1.0cm	3	3/2 (66%)	3/2 (66%)	3/1 (66%)
~1.5cm	4	4/4 (100%)	4/1 (25%)	4/3 (75%)
~2.0cm	8	8/7 (87.5%)	8/7 (87.5%)	8/5 (62.5%)
~2.5cm	4	4/4 (100%)	4/4 (100%)	4/4 (100%)
~3.0cm	5	5/5 (100%)	5/5 (100%)	5/5 (100%)
計	24	(91.6%)	(79.0%)	(75.0%)

ようにして診断されたHCC例は1/3が最大径3cm以下の小肝癌であり根治手術が可能であったことであった。

3. 肝癌の鑑別診断と画像診断

肝癌の画像診断成績については従来多くの報告があるが、各診断施設におけるbiasの存在からそれをそのまま判断することはやや妥当性を欠くおそれなしとしない。しかしながら最近では装置、診断技術の向上により著明に成績の向上が見られつつある。表4に示したのは我々の最近の集計で、手術により組織像を確認した直径3cm以下の単発の肝癌24例について、もっとも高い陽性所見を示したのは超音波であった。しかしながら所見の確実性、確信度については血管造影、angio-CTが高く評価されているのは事実である。小肝癌を含む肝内小腫瘍病変に対するdecision tree、および各種診断法の診断精度に関しては各施設により若干の相違が見られる。HCCに関して高い陽性率を示すとされるリピオドールCT、門脈造影CT法も症例によっては陰性に終わる例も経験され、他方FNH, parenchymatous hyperplasia, 再生結節などで紛らわしい所見を呈するものも少なくない。このような症例の診断に超音波腹腔鏡検査の実施が適切である^{9)~11)}。

現在なお試用機の段階であるが、メカニカルラディアルスキャン式の超音波腹腔鏡は、10MHzの振動子により直接肝実質を走査することできわめて解像度の高い超音波断層像を描出しえ、これにより上述の各病変をその範囲を含めて確実に診断することが可能である。また最近検討しつつある電子スキャン方式の超音波腹腔鏡もやや描出範囲は狭いが、深部方向につき優れた描出能を有する点から、今後生検法の併用を含め精密診断に利用し得るものと期待される。

4. 脾癌の超音波、X線CTによる診断

脾癌の早期診断は画像診断にとっても依然として困難な問題として残されている。しかしながらリアルタイム超音波診断機器の解像度、グレイスケールの向上により診断精度は顕著に向上しつつある。ただし現在のところなお脾映像化上の死角

図3. 肝細胞癌のリアルタイム断層像(矢印、腫瘍)

の問題、すなわち、胃腔内、腸管内ガスによる超音波伝播障害が改善されておらず、またいわゆる腫瘍形成性慢性脾炎について脾癌との鑑別は困難な例も経験され、なお今後の検討が必要と考えられる。

X線CTに関しても問題はほぼ同様で慢性脾炎との鑑別、根治手術可能な早期の小脾癌の確定診断は依然として困難な課題とされている。

この問題について画像診断による脾癌診断精度の検討のため、われわれは厚生省がん研究助成金による研究班において現在検討を進めつつあるので、その成績を紹介したい。すなわち班員、班友、研究協力者の所属する診療施設より組織学的に診断確定した脾疾患症例の超音波断層像、CT画像を収集し、読影実験に使用する症例を選択する。それぞれの診断施設名を伏せて、各施設より画像診断専門家により同時に読影を行ない、得られた結果を国立放射線医学総合研究所所属の大型コンピュータにより解析するものである。この際読影実験は二度に分け、最初は超音波像のみ、第二回

は超音波像とCT像を同時に読影するという方式により検討した。なお診断結果の記入は確信度を付して行ない、これをもとにしてROC解析を実施した¹²⁾¹³⁾。

その結果、膵疾患の存在診断については正診率は高く、しかもほぼ明瞭に診断従事年数と相関が見られたが、膵癌の正診率については、腫瘤形成性慢性膵炎の正診率がROCカーブ自体ほぼ45度ときわめて低い成績のため、全体として肝細胞癌のそれに比しより低い正診率にとどまった。また超音波診断の専門家はいずれも超音波像の読影で優れた成績を示したのに対し、CT画像の追加で一部に逆に正診率の低下を示した事実はきわめて興味深い。その原因はなお検討中であるが、一旦は膵癌と正しく判定がなされながら、CT像の追加で推定診断が非膵癌とされたことは、単に画像への慣れ、不慣れのほかに、現実にはCT画像に病変が具現されていなかったか、きわめて読影しにくい病変であったものと思われる。超音波、CTとも広範な普及を見た現在、読影診断の精度管理はきわめて重要な問題で現在、なお各種の腫瘍疾患につき検討を継続中である。

5. 画像診断法の新しい展開

癌の早期診断に関する画像診断法の進歩は急速であり、その全容を網羅することは容易ではない。以下その二、三を紹介しその責を果たしたい。

その第一は超音波内視鏡の出現である。超音波は軟部組織の鑑別能に優れるが、分解能の向上には振動子周波数の増加が必須であり、これに付随する音波の伝播減衰に対処する必要がある。この目的に案出されたのが超音波内視鏡であり、現在消化管腫瘍の診断、膵癌の早期診断に応用され優れた成績が上げられている^{14)~16)}。

第二はニューテート方式と呼ばれる新しいX線CT装置の出現である。この方式ではX線ビームがやや傾斜して発射され、対向する検出器を照射しないため、待ち時間なしの連続、高解像度断層像の描出が可能である。とくに有用なのは膵癌のangio-CTであり、ごく小型の膵癌を明瞭に診断することが可能である。

図4. パーソナルコンピュータを使用したCT画像の三次元処理例。任意の視角の設定、回転、距離、体積の計測が可能である。

第三は腫瘍組織内ドップラー信号の検出である。英国のPNT Wells、米国のK Taylorらにより始められたこの方式は、悪性腫瘍内に存在する特殊なシャント形成を検出して診断に利用するもので、乳癌、肝細胞癌の診断に高い精度が期待されるものである。

最後に断層像のコンピュータによる再構築につき付言したい。一連の断層像を観察し、腫瘍の診断、病期の判定を行なう際、現状では立体像の観察、計測は困難であり、診断医の主観の介入を避け得ない。このためにコンピュータを利用した再構成技術が検討されている。図4は最近完成を見たsoftware, MGA-1 (Medical Graphic Assist Program 1) を使用し、日常利用されている通常のパーソナルコンピュータにより処理し作製した3次元画像である。仮想的視角の設定、任意の断面積、距離の計測、容積の計算が可能で、今後腫瘍性疾患の治療計画の立案などに応用することが可能と信じられている。

結 語

超音波、X線CTによる癌診断の現況につき述べた。両診断法が非侵襲的診断法として注目された時代は去り、現在では完全に日常臨床に密着した検査法として盛んに用いられている。しかしながらその診断精度の向上は、個々の診断医の普段の努力に待つより無く、また応用の事例もそれぞれ

の目的に応じて考慮されるべきであろう。本稿では肝細胞癌の集団検診、鑑別診断、膵癌の鑑別診断と各種画像診断の応用、そしてレトロスペクティブスタディの形で行なわれた読影精度の検討実験、最近の画像診断技術の開発の一部に触れた。

本研究の一部は厚生省がん研究助成金、60-1の補助に負うた。ここに付記して謝意を表する。

文 献

- 1) 福田守道：超音波診断法の変遷と将来。臨床と研究 63: 1, 1986.
- 2) 鬼塚英雄, 松浦啓一：CT診断法の進歩。臨床と研究 63: 9, 1986.
- 3) 市川平三郎, 他：肝CT読影の実際。金原出版, 東京, 1986.
- 4) 松井 修：肝space occupying lesionの診断に対するinfusion hepatic angiographyの臨床的有用性について。日本医放会誌 39: 1, 1979.
- 5) 神野健二, 他：Lipiodol肝動脈内注入後のCT (Lipiodol CT) による肝細胞癌の診断。医学のあゆみ 128: 445, 1984.
- 6) 福田守道, 他：腹部の集団検診—超音波による肝癌の集団検診。超音波医学 10: 354, 1983.
- 7) 美馬聡昭, 他：超音波を主体とした肝癌の集団検診。肝臓 47: 1026, 1985.
- 8) 竹原靖明, 他：肝, 胆道, 脾, 腎の超音波集検における問題点と今後の課題—老岐集検の経験により。日超医論文集 41: 667, 1982.
- 9) Fukuda M, Mima S: Endoscopic sonography of the liver—diagnostic application of the echolaparoscope to localize intrahepatic lesions. Scand J Gastroenterol 19(Suppl 102): 24, 1984.
- 10) 美馬聡昭, 他：第20回日本肝臓学会, パネルディスカッション, 画像診断と病理形態, 局在性肝病変の画像診断, 超音波腹腔鏡と病理所見。肝臓 26: 109, 1985.
- 11) Boenhof JA, et al: Laparoscopic sonography. Ann Radiol 28: 16, 1985.
- 12) 福田守道, 他：厚生省がん研究助成金, コンピュータ断層および超音波診断法による各種深在性臓器がんの診断精度に関する研究資料集, 1985.
- 13) 福田守道, 福久健二郎：膵癌の超音波, CT像の読影精度に関する研究。昭和61年度厚生省がん研究助成金福田班班会議, 1987年3月.
- 14) Fukuda M: Endoscopic sonography: Use of the echoendoscope and echolaparoscope in the diagnosis of intra-abdominal disorders. Ultrasound Annual 1984, ed. RC Sanders M. Hill, Raven Press, New York 1986, p141.
- 15) 福田守道, 平田健一郎：超音波診断の基礎と展開：超音波内視鏡, 和賀井敏夫, 松尾裕英編, 病態生理別冊：超音波医学, 永井書店, 1985, p53.
- 16) 竹本忠良, 他：超音波内視鏡の実際。医学図書出版, 1987.
- 17) Burns PN, et al: Ultrasonic Doppler studies of the breast. Ultrasound Med Biol 8: 127, 1982.
- 18) Taylor KJW, et al: Differential diagnosis of focal liver masses by pulsed Doppler ultrasound. A useful prediction of hepatocellular carcinoma. AJR in press 1987.
- 19) 三谷正信, 他：パーソナルコンピュータシステムによる三次元画像処理。映像情報 18: 1002, 1986.