

プレートサーモグラフィーによる乳癌の診断, および正常乳房熱画像の研究

川崎医科大学 内分泌外科 (指導教授: 妹尾亘明)

高橋 達雄

(昭和55年8月30日受付)

Evaluation of Plate-Thermography for Diagnosis of Breast Cancer and Study of Thermal Patterns for Normal Breast

Tatsuo Takahashi

Division of Endocrine Surgery, Department of
Surgery, Kawasaki Medical School

(Accepted on August 30, 1980)

乳腺疾患 234 例と正常女性 408 例について、プレートサーモグラフィーの熱画像を検討し、以下の結果をえた。

1. 乳房に腫瘤を触知する 216 例について、腫瘤の熱画像を 4 型に分類しえた。癌では、腫瘤に一致する青色高温の熱画像と集中する不規則な血管像 (T-II_{b,c} 型) や、腫瘤を取り巻く青色高温の血管像 (T-III 型) が高頻度に認められた。
2. 冷風冷却法 (dynamic method) は、乳癌の鑑別に特に有用な方法であった。
3. 乳癌 39 例と良性疾患 154 例におけるプレートサーモグラフィーの診断率は、true positive rate 82.1%, true negative rate 79.2% であった。
4. プレートサーモグラフィーを、触診、マンモグラフィー、超音波断層法と同時に併用することは、乳癌の診断に有効であった。
5. プレートサーモグラフィーにより、正常女性の乳房熱画像を 4 型に分類したが、それらには年齢との相関が認められた。

The plate-thermographic patterns were analyzed in 234 cases of breast diseases with or without mass, and also in 408 cases of normal breast.

The following results were obtained.

1. In 216 cases with mass in the breast, the thermographic findings of the mass can be generally classified into 4 types and in particular, the following 2 types were frequently observed in breast cancer.
T-II b, c types: Irregular shaped blue spot with many dilated branches.
T-III type: Blue circular pattern around the mass.
2. The dynamic method was especially useful for differential diagnosis of breast cancer from benign diseases.
3. In 39 cases of cancer and 154 cases of benign diseases (fibroadenoma, fibrocystic disease and others) which were confirmed histologically, the rates of

accurate diagnosis were as follows;

True positive was 82.1% (32 out of 39).

True negative was 79.2% (122 out of 154).

4. The plate-thermography combined with the conventional methods i. e. palpation, mammography and mammoechography, provided better results in diagnosis of breast cancer.

5. The normal thermographic patterns were also classified into 4 types and these types showed the age dependency.

はじめに

乳癌の診断には視診, 触診が最も重要であるが, 最近ではマンモグラフィー, 超音波断層法, サーモグラフィーなどが併用され, 診断率の向上に努力がはらわれている¹⁾. サーモグラフィーは, 現在赤外線カメラによる非接触型のテレサーモグラフィーが主流をしめ, 多くの報告がある. 一方接触型は, 1970年マイクロカプセル化された液晶溶液を塗布したプレートが開発され, Tricoire²⁾が初めて乳癌の診断に応用して以来プレートサーモグラフィー(コンタクトサーモグラフィーとも呼称)が注目されつつある. しかし報告も少なく, 診断基準も一律ではない. そこで本法による乳腺疾患腫瘍の熱画像を分析し, その分類を試み, 乳癌の鑑別基準を設定した. また乳癌スクリーニングの目的で, 本邦における正常乳房の熱画像を分析し, その分類を試みた.

対象および方法

1. 対象

昭和53年8月から昭和55年2月の間に当科外来を受診した乳腺疾患患者のうち, 臨床的, 組織学的に診断の確定した234例を対象とした(Table 1).

腫瘍熱画像の分析, 分類には腫瘍を触知する216例を対象とした. また全対象にマンモグラフィーを, 有腫瘍症例には超音波断層法を併用し, 診断率や本法との併用の有用性を検討した.

正常乳房の熱画像は, 集団検診時正常と診断された授乳期をのぞく408例(816乳房)を対象とし, 正常乳房の基本熱画像の分類と年齢変化を検討した.

Table 1. Number of cases in breast diseases

疾 患	腫瘍症例	無腫瘍症例	計
癌	40		40
線維腺腫*	47		47
乳腺症	111		111
乳腺炎	8		8
うっ滞性乳腺炎	8		8
乳腺肥大症	2		2
乳頭異常分泌		7	7
乳腺痛症		11	11
計	216	18	234

* 巨大線維腺腫1例と乳管内乳頭腫1例を含む

さらに月経周期による乳房熱画像の変化を, 正常女性2名について約3カ月追跡し検討した.

2. 装 置

Fig. 2-1のように, 液晶プレートとそれを装着する枠に専用ストロボカメラを固定した簡単な装置で, 液晶プレートは閾値別に31°C, 32°C, 33°C, 34°Cの4種類が用意され, 各プレートとも約3.5°Cの感知幅をもっている. 温度上昇にしたがって熱画像の色調は, 黒色→赤茶色→緑色→青色と連続的に変色する. 著者は温度について, 黒色と赤茶色は低温, 緑色は中等温, 青色は高温と分けて, 鑑別基準の1つに加えた.

3. 検査方法

1) 単純撮影法

被検体の実測温度より、むしろ3段階の色調による温度差と描出される血管パターンを鑑別に使用するため、テレサーモグラフィーのように被検者を恒温室で順応させる必要がなく、通常の室温(21°C~24°C)で問診に要する短い時間脱衣順応させるだけで施行した。

体位は通常坐位で両上肢を後頭部へ挙上し、前胸部を突出させて体壁や上肢温度の影響を受けないようにした。巨大乳房では、仰臥位で上肢を頭側へ挙上した体位とした。

使用する液晶プレートは、乳頭部に病変がない場合低温であることより、同部が赤茶色の低温で乳房血管像ができるかぎり鮮明に描出されるものを選んだ。

腫瘍の位置は、左第2指を腫瘍上に軽く置き、プレートをかぶせ、すばやく指を離してプレートに残存する指の熱画像の位置をプレート枠に示されている記号より定め、指の熱画像の消失をまって観察し、写真撮影を行なった。

2) 冷却法 dynamic method

冷却に対する腫瘍熱画像の抵抗性(残存性)を判定する方法で、単純撮影後ヘヤードライヤーを乳房より約50cm離して乳房全体を均一に冷風冷却し、直ちに同じプレートで観察し、写真撮影を行なった。

腫瘍熱画像が残存する場合は、その血管性状を検討した。

結 果

A 乳腺疾患における熱画像

1. 腫瘍性疾患の熱画像

1) 腫瘍熱画像の分類

腫瘍を触知する216例について、腫瘍部の熱画像を血管の集合状態や乳頭の色調より Fig. 1 のように分類した。

小乳房で、34°Cのプレートでも胸壁温度のため乳房全体が青色の高温をしめすものは判定

腫瘍熱画像・乳頭熱画像分類

腫瘍熱画像

T-O型

T-I型



T-II型



T-III型



乳頭熱画像

N型 青色の高温乳頭

n型 緑色の中等温乳頭

Fig. 1. Classification of plate-thermographic patterns of the mass in breast diseases.

不能例として除外した。

T-O型: 腫瘍に一致した部位に熱画像(緑色, 青色)を認めないもの(Fig. 2-2)。

T-I型: 腫瘍に一致した部位に鮮明な塊状熱画像を認めるもの(Fig. 2-3)。

T-II型: 腫瘍に一致した鮮明な熱画像と、集中する鮮明な血管像を認めるもので、血管像が1~2本のものをa型、3~4本をb型、5本以上をc型と分けた(Fig. 2-5, 7)。

T-III型: 鮮明な血管像が腫瘍を取り巻く型で、不完全型をa型、完全型をb型と分けた(Fig. 2-9, 11)。

乳頭部は、色調により2型に分けて付加した。

N型: 乳頭部が青色の高温をしめすもので、他の腫瘍熱画像を合併する場合“T-O~III+N型”と表現した。

n型: 乳頭部が緑色の中等温をしめすもの。

2) 腫瘍熱画像各型とその出現頻度

各疾患における腫瘍熱画像の出現頻度を、判定不能例(癌1例, 線維腺腫1例, 乳腺症3

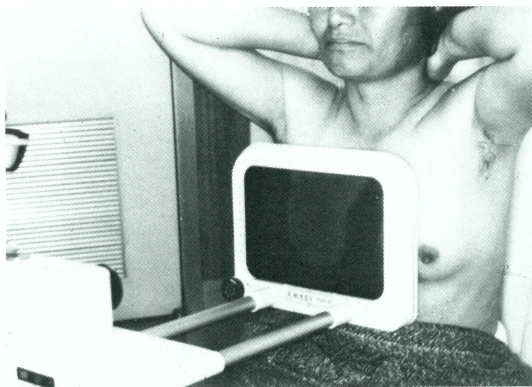


Fig. 2-1

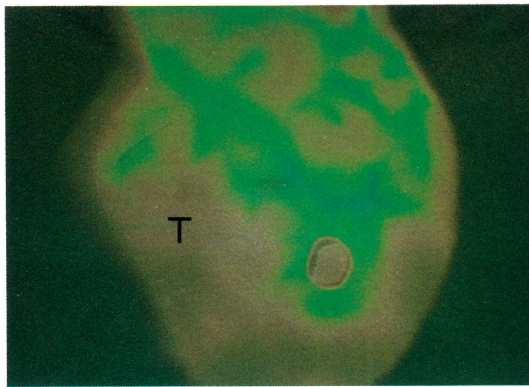


Fig. 2-2

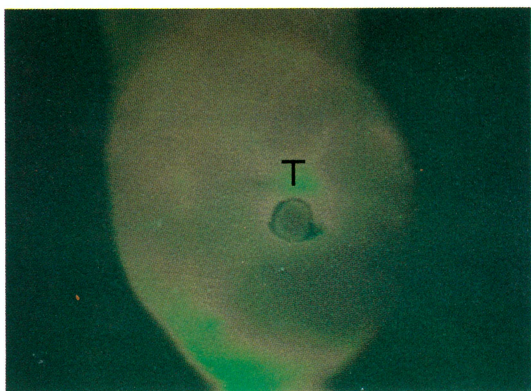


Fig. 2-3

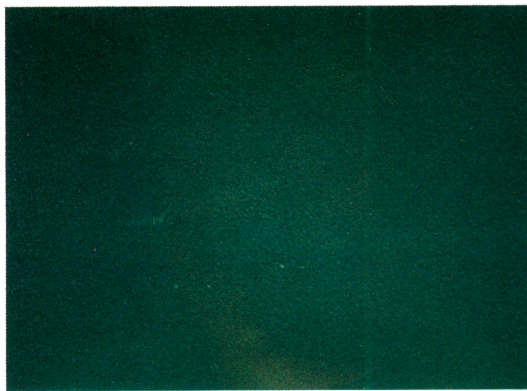


Fig. 2-4

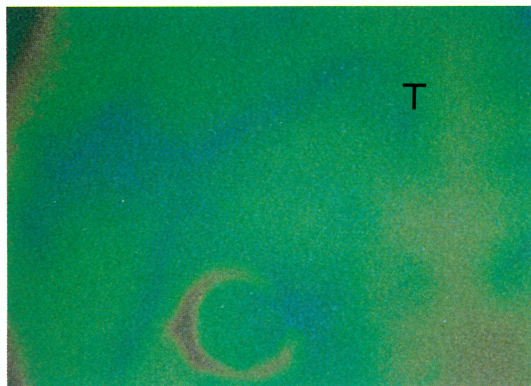


Fig. 2-5

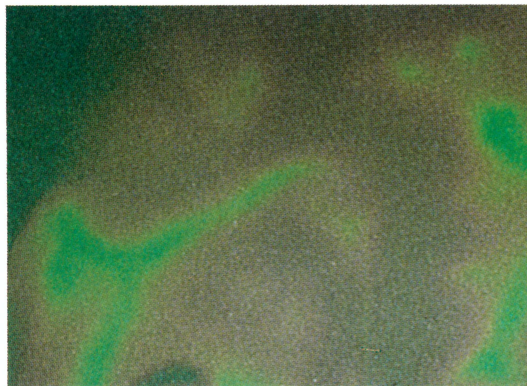


Fig. 2-6

Fig. 2-1 Apparatus of Plate-thermography.

Fig. 2-2 T-0 type. 45 years old female. Fibrocystic disease (macrocyt).

Fig. 2-3 T-I type. 48 years old female. Fibrocystic disease.

Fig. 2-4 Same case as "Fig. 2-3". No resistance to cooling.

Fig. 2-5 T-II_a+n type. 45 years old female. Fibroadenoma.

Fig. 2-6 Same case as "Fig. 2-5". Incomplete resistance to cooling.

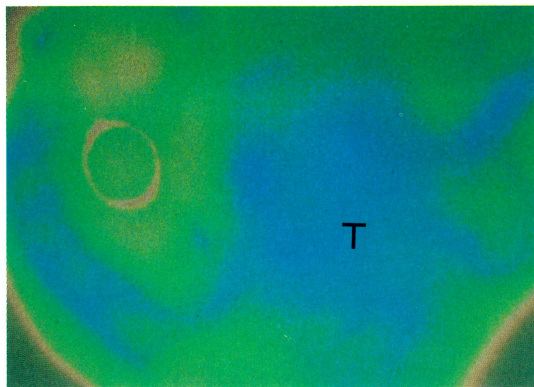


Fig. 2-7

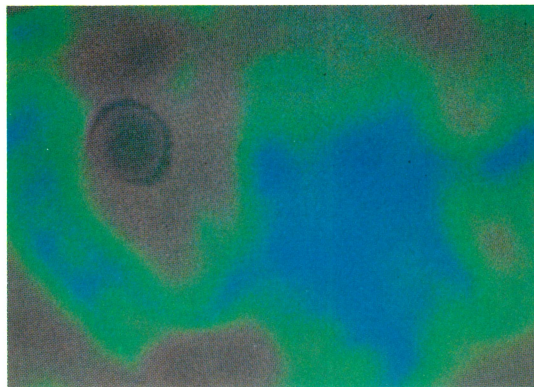


Fig. 2-8

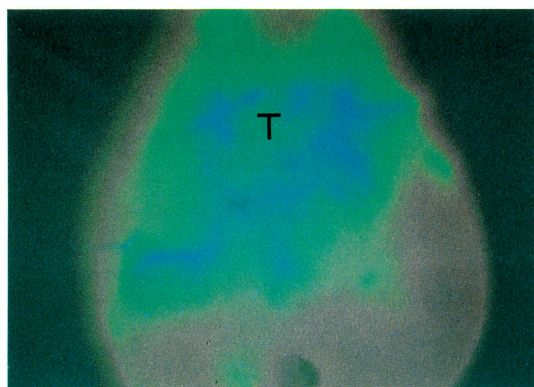


Fig. 2-9



Fig. 2-10

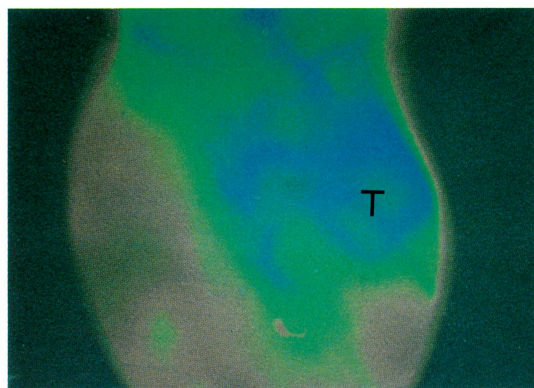


Fig. 2-11

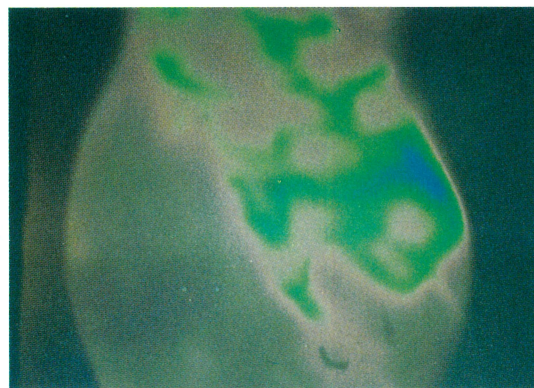


Fig. 2-12

Fig. 2-7 T-II_c+n type. 60 years old female. Medullary tubular carcinoma.

Fig. 2-8 Same case as "Fig. 2-7". Complete resistance to cooling.

Fig. 2-9 T-III_a type. 50 years old female. Fibrocystic disease.

Fig. 2-10 Same case as "Fig. 2-9". Incomplete resistance to cooling.

Fig. 2-11 T-III_b+n type. 51 years old female. Scirrhus carcinoma.

Fig. 2-12 Same case as "Fig. 2-11". Complete resistance to cooling.

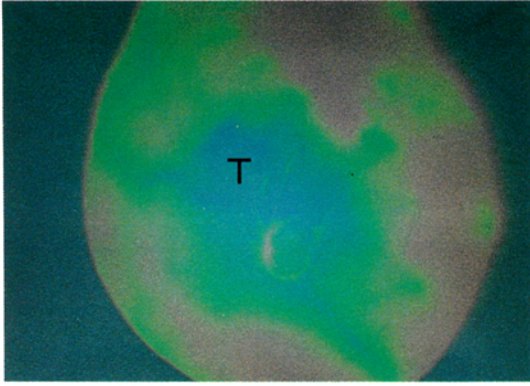


Fig. 2-13

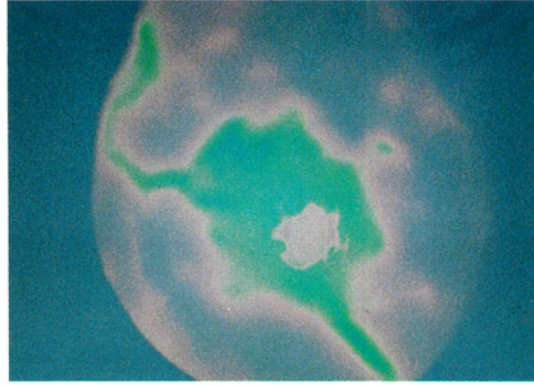


Fig. 2-14

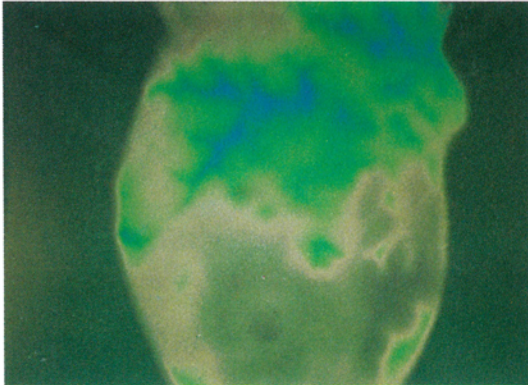


Fig. 2-15

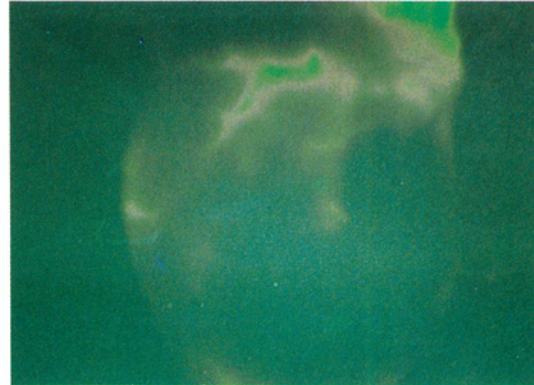


Fig. 2-16

Fig. 2-13 T-II_a+N type. 52 years old female. Acute mastitis.

Fig. 2-14 Same case as “Fig. 2-13”. Complete resistance to cooling.

Fig. 2-15 Plate-thermogram of lutein phase. 19 years old normal female.

Fig. 2-16 Plate-thermogram of follicular phase in same case as “Fig. 2-15”.

例)をのぞき **Table 2** にしめた。

各疾患における腫瘍熱画像各型の頻度を検討すると、癌 39 例中 T-O 型は 3 例 (7.7%) と極めて少ないが、T-II 型は最も多く 22 例 (56.4%) をしめ、ついで T-I 型と T-III 型が各 7 例 (17.9%) であった。これに反し、乳腺炎をのぞく良性疾患において、線維腺腫では T-I 型が 46 例中 23 例 (50%)、乳腺症では T-O 型が 108 例中 50 例 (46.3%) と最も多くそれぞれ約半数をしめているが、癌と反対に T-II 型と T-III 型の頻度は低率であった。特に T-II_b 型は癌が 8 例 (20.5%) と多いのに対し、線維腺腫では 3 例 (6.5%)、乳腺症では 1 例 (0.9

%) と良性疾患群は低率で、その差は大きくなる。これを T-II_b 型をしめず全疾患 12 例からみても癌が 8 例 (66.7%) と高頻度であった。T-II_c 型は少数であるが癌のみに認められた。T-III 型は線維腺腫では 1 例 (2.2%)、乳腺症では 8 例 (7.4%) に認められるのみで癌と比較して低頻度であった。すなわち癌では T-II_{b,c} 型と T-III 型が多いのに対し、乳腺炎をのぞく良性疾患では T-O 型と T-I 型が多い相反する傾向があった。

つぎに腫瘍熱画像各型から分析すると、T-O 型は腫瘍に一致する熱画像を認めない型で、この型の癌は診断が不可能となり誤診をまぬがれ

Table 2. Distribution of plate-thermographic mass patterns in breast diseases

疾患 型	癌		線維腺腫		乳 腺 症		計					
	症例数	(%)	症例数	(%)	症例数	(%)						
T-0	3	(7.7)	10	(21.7)	50	(46.3)	63					
T-I	7	(17.9)	23	(50.0)	29	(26.9)	59					
T-II { a b c	12(30.8) 8(20.5) 2(5.1)	(56.4)	9(19.6) 3(6.5)	(26.1)	20(18.5) 1(0.9)	(19.4)	41 12 2	55				
T-III { a b	4(10.3) 3(7.7)		(17.9)		1		(2.2)		7(6.5) 1(0.9)	(7.4)	12 4	16
計	39				46				108		193	

疾患 型	乳 腺 炎		
	症例数	(%)	
T-0	1	(12.5)	
T-I	3	(37.5)	
T-II { a b c	2(25.0) 2(25.0)	(50.0)	
T-III { a b			
計	8		

ないが、63例中3例(4.8%)と極めて低頻度であった。線維腺腫では10例(15.9%)、特に乳腺症では50例(79.4%)と過半数をしめていた。このことよりT-0型は良性所見としてもよい所見の1つであろう。T-I型をしめす全59例では癌が7例(11.9%)と少ないのに反し、線維腺腫および乳腺症は各々23例(39.0%)、29例(49.2%)とT-0型と同様に高率であった。T-II型をしめす全55例では癌が22例(40%)、線維腺腫が12例(21.8%)、乳腺症が21例(38.2%)とほぼ同率であった。しかしT-II_a型では良性疾患が41例中29例(70.7%)と高頻度であるが、T-II_b型では逆に癌が12例中8例(66.7%)と高頻度となり、T-II_c型は癌のみであることからT-II_{b,c}型は悪性所見とみなしてよい所見の1つと考えら

れよう。T-III型は癌で多く認められる型であるが、本型をしめす全16例中癌は7例(43.8%)、線維腺腫は1例(6.3%)、乳腺症は8例(50%)であった。

以上より、この腫瘤熱画像分類は良性・悪性疾患のしめる頻度に差があり、両疾患の鑑別に有用な1所見となる。

3) 良性・悪性腫瘤熱画像における質的検討
a 腫瘤熱画像の色調(温度)

各疾患におけるT-I~III型(癌36例、線維腺腫36例、乳腺症58例)をしめす腫瘤熱画像の色調をTable 3にしめた。

癌では青色の高温が36例中30例(83.3%)、緑色と青色の中・高温と、緑色の中等温が各3例(8.3%)で、ほとんどが青色の高温であった。一方、良性疾患では青色の高温が線維腺腫

Table 3. Color of plate-thermographic mass patterns in breast diseases

疾患 色調 型	癌 36例			線 維 腺 腫 36例			乳 腺 症 58例		
	青	緑・青	緑	青	緑・青	緑	青	緑・青	緑
T-I	4	1	2	7	4	12	7	6	16
T-II { a b c	10 8 2	1	1	5 3	4		14 1	4	2
T-III { a b	3 3	1				1	4 1	3	
計 (%)	30 (83.3)	3 (8.3)	3 (8.3)	15 (41.7)	8 (22.2)	13 (36.1)	27 (46.6)	13 (22.4)	18 (31.0)

疾患 色調 型	乳 腺 炎 7例		
	青	緑・青	緑
T-I	3		
T-II { a b c	2 1 1		
T-III { a b			
計 (%)	6 (85.7)	1 (14.3)	

36 例中 15 例 (41.7%)，乳腺症 58 例中 27 例 (46.6%) と，癌と反対に半数以下に減少していた。また緑色の中等温は線維腺腫 36 例中 13 例 (36.1%)，乳腺症 58 例中 18 例 (31.0%) で，癌よりも低温化傾向をしめしていた。

腫瘍熱画像各型においても，癌よりも良性疾患の方が青色の高温をしめすものが低率であった。

したがって，良性・悪性の鑑別において癌では青色の高温の腫瘍熱画像を重視すべきである。

b 冷却法による色調の変化

冷却後，腫瘍熱画像の型が緑色や青色で明瞭に残存するものを抵抗性 (+) (Fig. 2-7, 8)，一部が緑色や青色に残存するものを抵抗性 (±) (Fig. 2-9, 10)，消失するか赤茶色に低温化するものを抵抗性 (-) (Fig. 2-3, 4) とした。

各腫瘍熱画像における色調と冷却抵抗性の結果を Table 4 にしめた。

緑色の中等温の癌 3 例 (T-I, IIa 型)，線維腺腫 13 例 (T-I, IIIa 型)，乳腺症 18 例 (T-I, IIa 型) はすべて抵抗性 (-) であった。緑色と青色の中・高温の症例では，癌 3 例 (T-I, IIa, IIIa 型) のうち T-IIa 型の 1 例 (33.3%) のみが抵抗性 (-) であるが，良性疾患では線維腺腫 8 例 (T-I, IIa 型) のうち T-I 型全例と T-IIa 型 2 例の計 6 例 (75%) が抵抗性 (-) であり，乳腺症 13 例 (T-I, IIa, IIIa 型) のうち T-I, IIIa 型全例と T-IIa 型 2 例の計 11 例 (84.6%) と多数が抵抗性 (-) であり，緑色と青色の中・高温では良性疾患の方が抵抗性 (-) が多かった。つぎに青色の高温についてみると，癌 30 例中 T-IIa 型の 2 例をのぞく 28 例 (93.3%) とほとんどが抵抗性 (+) であるのに対し，良性疾患では線維腺腫 15 例 (T-I, IIa, II, 型) 中 7 例 (46.7%)，乳腺症 27 例 (T-I, IIa, IIb, IIIa 型) 中 9 例 (33.3%) と抵抗性 (+) のものは少ない傾向があった。

Table 4. Plate-thermographic mass patterns and dynamic method in breast diseases

疾患 抵抗性 冷却前色調 型	疾患 抵抗性 冷却前色調 型	癌			線維腺腫			乳腺症			乳腺炎					
		+	±	-	+	±	-	+	±	-	+	±	-			
T-I	青	4/4			3/7	1/7	3/7	2/7	1/7	4/7	T-I	青	3/3			
	緑・青	1/1					4/4		6/6	緑・青						
	緑		2/2				12/12		16/16	緑						
T-II	a	青	8/10	2/10	3/5	1/5	1/5	3/14	8/14	3/14	T-II	a	青	1/2	1/2	
		緑・青		1/1		2/4	2/4	1/4	1/4	2/4			緑・青			
		緑		1/1						2/2			緑			
	b	青	8/8		1/3	1/3	1/3	1/1				T-II	b	青	1/1	
		緑・青												緑・青	1/1	
		緑												緑		
c	青	2/2								T-II	c	青				
	緑・青											緑・青				
T-III	a	青	3/3					2/4	1/4	1/4	T-III	a	青			
		緑・青	1/1							3/3			緑・青			
	緑					1/1				緑						
	青	3/3					1/1			T-III		b	青			
緑・青									緑・青							
緑										緑						

また T-III 型において、良性疾患でも癌と同様に青色の腫瘍に流入する血管枝を認めることがあるが、冷却法でその血管枝のみは消失した (Fig. 2-9, 10).

腫瘍熱画像の色調と冷却抵抗性はほぼ比例するが、癌での青色は抵抗性が強く良性疾患では弱いことより、冷却法がさらに良性・悪性の鑑別に極めて有用であることがわかる。

c 残存血管像の特徴

冷却後抵抗性 (+), (±) の症例 (T-II 型, T-III 型) において、良性・悪性の鑑別点として残存血管像の形態的差異を検討した。

癌では血管像は太く、不規則な突起、蛇行、吻合が認められる (Fig. 2-7, 8). また T-III 型で環状血管から腫瘍へ流入する血管枝が腫瘍によって中断される場合、その断端が太く鈍的であるのが特徴であった (Fig. 2-11, 12). 一方、良性疾患では血管像は細く均一であった (Fig. 2-5, 6). このように残存血管像の性状からもある程度鑑別が可能である。

以上より腫瘍熱画像の型と、色調、冷却抵抗性、血管性状の諸因子が良性・悪性の鑑別に重要であることがわかる。そこで、これらのつぎにのべる乳頭所見を加えて、腫瘍熱画像における鑑別基準を一括して Table 5 のように設定した。

Table 5. Criteria for differential diagnosis of cancer from benign diseases by plate-thermography

鑑別点	悪性	良性
腫瘍熱画像型	T-II _{b,c} 型・T-III型	T-0型・T-I型
色調	青色	緑色
乳頭熱画像	N型	
冷却抵抗性	+	-
血管の性状	<ul style="list-style-type: none"> 太く鮮明な血管像 不規則な拡張・蛇行 不規則な分枝・吻合 T-III型で腫瘍へ向う血管断端は太く、鈍的 	<ul style="list-style-type: none"> 細い血管像 ほぼ均一な太さ 規則的な分枝・吻合

d 乳頭所見

乳頭熱画像をみると、Table 6 にしめすように緑色の中等温や青色の高温をしめすものは、乳腺炎をのぞく 193 例中 17 例 (8.8%) にすぎなかった。癌では青色の高温である N 型が 39 例中 4 例 (10.3%)、緑色の中等温である n 型

Table 6. Plate-thermographic nipple findings in breast diseases

疾患 乳頭熱画像	癌	線維腺腫	乳腺症	疾患 乳頭熱画像	乳腺炎
N 型 (%)	4 (10.3)			N 型 (%)	3 (37.5)
n 型 (%)	7 (17.9)	1 (2.2)	5 (4.6)	n 型 (%)	4 (50.0)
低温 (%)	28 (71.8)	45 (97.8)	103 (95.4)	低温 (%)	1 (12.5)
計	39	46	108	計	8

が 7 例 (17.9%) に認められた。乳腺炎をのぞく良性疾患では、n 型が線維腺腫 46 例中 1 例 (2.2%)、乳腺症 108 例中 5 例 (4.6%) に認められたが、N 型はまったく認められなかった。

したがって乳頭が青色の高温である N 型は、乳頭部癌または他部位からの癌の進展のためと考えられる所見である。

4) 腫瘍熱画像各型と乳癌の大きさ

判定不能の 1 例をのぞく乳癌 39 例において、腫瘍熱画像各型と腫瘍の大きさとの関係を見ると、腫瘍の平均直径は T-0 型が 1.4 cm, T-I 型が 2.6 cm, T-II 型が 3.0 cm, T-III 型が 3.7 cm であり、腫瘍が大きいほど血管構築像が複雑になっていた。T-0 型の 3 例はいずれも 1.8 cm 以下の小腫瘍で、組織学的にも硬癌、非浸潤癌、癌との境界病変の各 1 例であった。

以上より乳癌において、腫瘍熱画像の型には腫瘍の大きさや、性状が大きく関与するであろうことがしめされている。

5) 他の腫瘍性良性疾患における腫瘍熱画像

乳腺炎 8 例の腫瘍熱画像は Table 2 にしめしたが、T-II_c 型と T-III 型は認められなかった。色調は Table 3 にしめすように T-0 型をのぞく 7 例中 6 例 (85.7%) が青色の高温で、

1例(14.3%)が緑色と青色の中・高温であり，全て抵抗性(+)～(±)であった。しかし残存血管像は Fig. 2-13, 14 にしめすように，比較的太いが均一で異常な分枝や蛇行は認められず，表在性静脈が拡張した所見であった。乳頭熱画像は Table 6 のようにN型が8例中3例(37.5%)，n型が4例(50%)に認められたが，全て乳頭周囲に病巣を持つ症例であった。

T-O型の1例は乳頭部より離れて硬結を認め，生検の結果 chemical mastitis と診断された症例であった。

以上より，腫瘍熱画像のみから乳腺炎と癌の鑑別は困難であるが，本疾患ではむしろその臨床症状より診断は容易である。

うっ滞性乳腺炎8例は，高度な血管像を認めるが硬結に対応する腫瘍熱画像は認められず，T-O型であった。

乳腺肥大症の2例もT-O型であった。

6) 無腫瘍性良性疾患における熱画像

無腫瘍性乳腺疾患で，潜在病変を判定するために18例に本法を試みた。

異常乳頭分泌7例のうち，血性をしめした3例は乳腺区分切除術で数mmの乳管内乳頭腫を確認したが，本法では腫瘍熱画像は認められず，病巣の判定はできなかった。残り4例は漿液性のため経過観察中である。

乳腺痛症でも，熱画像に特徴的な所見は認められなかった。

2. 診断率

腫瘍熱画像の分析からえた Table 5 の鑑別基準による診断率を Table 7 にしめた。

Table 7. Diagnostic rates by plate-thermography. (39 cases of cancer and 154 cases of benign diseases)

true positive rate	82.1% (32/ 39)
false negative rate	17.9% (7/ 39)
true negative rate	79.2% (122/154)
false positive rate	20.8% (32/154)

Table 8. Diagnostic rate of cancer in each size

	1.1~ 2.0cm	2.1~ 3.0cm	3.1~ 4.0cm	4.1~ 5.0cm	5.1cm 以上	計
症例数	10	12*	11	5	1	39
正診数	6	9	11	5	1	32
%	60	75	100	100	100	82.1

* 判定不能1例をのぞく

Table 9. The relation between diagnostic rates in plate-thermographic mass patterns of cancer

診断率 型	true positive rate	false negative rate
T-O		100% (3/ 3)
T-I	71.4%(5/ 7)	28.6%(2/ 7)
T-II { a b c	{ 83.3%(10/12) 100%(8/ 8) 100%(2/ 2)	{ 16.7%(2/12) 90.9%(20/22) 9.1%(2/22)
T-III { a b	{ 100%(4/ 4) 100%(3/ 3)	100%(7/ 7)

判定不能をのぞく癌39例，線維腺腫46例，乳腺症108例において，疑悪性を含めた悪性の true positive rate は82.1%で，良性の true negative rate は79.2%であり，良性・悪性とも好成績をえた。

癌について大きさと正診率の関係をみると，Table 8 にしめすように1.1~2.0cmでは60%，2.1~3.0cmでは75%，3.1cm以上では100%であった。小さな癌ほど正診率は低下するが，1.1~2.0cmの早期乳癌でも60%の正診率をえている。

つぎに腫瘍熱画像各型と癌の診断率を Table 9 にしめた。T-II_{b,c}型，T-III型はいずれも100%の正診率であり，腫瘍熱画像においてT-II_{b,c}型，T-III型が癌の鑑別に有用であることがしめされた。

3. 触診および各補助診断法との比較と併用による有用性





本法と同じ対象において，マンモグラフィーと超音波断層法を同時併用した184例について各診断率を Table 10 にしめた。マンモグラ

Table 10. Diagnostic rates by various methods. (39 cases of cancer and 145 cases of benign diseases)

診断法	プレート サーモグラフィ 184例	マンモグラフィ 184例	超音波断層法 184例
診断率			
true positive rate	82.1% (32/ 39)	87.2% (34/ 39)	61.5% (24/ 39)
false negative rate	17.9% (7/ 39)	12.8% (5/ 39)	38.5% (15/ 39)
true negative rate	78.6% (114/145)	86.9% (126/145)	80.7% (117/145)
false positive rate	21.4% (31/145)	13.1% (19/145)	19.3% (28/145)

註) コンタクトサーモグラフィ判定不能5例, マンモグラフィ・超音波断層法不適応9例をのぞく

Table 11. Diagnostic discrepancy of various methods in cancer

症例番号	腫瘍径 (cm)	サーモグラフィ 	マンモグラフィ 	超音波断層法 	触診 
1	1.1 x 1.0	○*	○	○	○
2	1.3 x 1.0	○	●	○	◐
3	1.3 x 1.3	◐	◐	○	◐
4	1.4 x 0.9	○*	◐	○	○
5	1.8 x 1.8	○*	○	○	○
6	2.0 x 1.6	●	○	○	◐
7	2.2 x 2.0	○	○	●	●
8	2.3 x 2.0	●	●	○	●
9	2.5 x 2.0	判定不能	○	○	◐
10	2.7 x 2.5	●	●	○	●
11	2.8 x 2.8	◐	●	○	●
12	2.9 x 2.1	○	◐	○	○
13	3.0 x 1.8	◐	◐	◐	○
14	3.0 x 2.5	●	●	○	●
15	3.0 x 2.8	○	◐	○	◐
16	3.5 x 3.0	●	●	○	◐
17	3.5 x 3.3	●	●	○	●
18	3.5 x 3.5	◐	●	○	◐
19	4.1 x 4.0	●	○	◐	●
20	4.2 x 4.2	◐	◐	◐	○

● 悪性 ◐ 疑悪性 ○ 良性 ※ T-O型

フィーは true positive rate 87.2%, true negative rate 86.9% であり, 超音波断層法は true positive rate 61.5%, true negative rate 80.7% であった。

以上よりプレートサーモグラフィが補助診断法として有用であることがわかる。

つぎに癌40例のうち, 触診および各補助診断法で診断の異なった20例を **Table 11** にしめした。いずれの診断法でも悪性と診断しえなかった2例のうち, 症例1は組織学的に癌との境界病変であり, 症例5は乳腺症と誤診されホルモン療法で反応がえられず, 生検でのみ癌と診断された症例で, いずれも1.8cm以下であった。各補助診断法との関係を

みると，プレートサーモグラフィーではマンモグラフィーで見落した6例中3例，超音波断層法で見落した16例中9例を悪性・疑悪性と診断しており本法の有用性がしめされた。マンモグラフィーでは本法で見落した7例中4例，超音波断層法で見落した16例中12例を悪性・疑悪性と診断し，超音波断層法では本法で見落した7例中1例，マンモグラフィーで見落した6例中2例を悪性・疑悪性と診断しえた。さらに触診法にこれら3つの補助診断法を加えることにより，良性とした6例中4例が悪性・疑悪性と診断しえた。

以上より触診に各補助診断法を併用することにより，診断率の向上がえられることがわかる。

B 月経周期における熱画像変化

正常女性2名について基礎体温を測定し，低温期（月経終了後4～6日目）と高温期（基礎体温上昇後4～6日目）における熱画像を比較した。両期における温度差を知るために同じプレートを使用した。Fig. 2-15, 16のように高温期では血管像が青色の高温に描出された。しかし基本的な血管パターンに変化はなく，血管本幹からの細かい分枝の出現を認めるのみで，その分枝も整であった。

この結果より，乳房の熱画像における月経周期の影響は基本的血管パターンの変化でなく，血管像の高温化と血管本幹からの細かい分枝の出現のみであることがわかる。

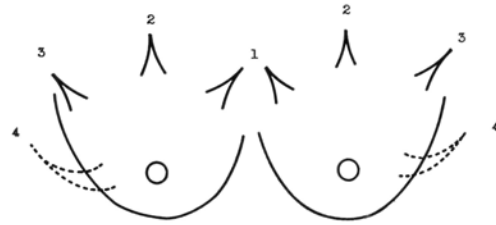
C 正常乳房の熱画像

1. 基本熱画像の分類

正常女性408例（816乳房）のうち，小乳房のため判定できない9例（18乳房）をのぞく399例（798乳房）について，Fig. 3にしめす乳房支配血管にもとづき³⁾，Fig. 4のように正常乳房の基本熱画像を分類した。

I型：低温乳房で，31℃のプレートでもまったく血管像を認めないa型と，軽度に認めるが明らかな血管分枝像をしめさないb型に分けた。

II型：乳房に血管像を認めるもので，特に1本の血管からの分枝像を認めるa型と，数本の血管の分枝像や相互の吻合像を認めるがIII型



1. 内胸動静脈の分枝 (Internal mammary vessels)
2. 胸肩峰動静脈の分枝 (Branches of the thoracoacromial vessels)
3. 外側胸動静脈 (External mammary vessels)
4. 胸背動静脈 (Thoracodorsal vessels)

Fig. 3. Vessels of the breast.

正常乳房の基本熱画像分類

I 型



II 型



III 型



IV 型



Fig. 4. Classification of plate-thermographic patterns in normal breast.

ほど乳房全体をしめないb型に分けた。

血管像の多くは，内胸動静脈の分枝(internal mammary vessels)と外側胸動静脈(external mammary vessels)よりなる。

III型：乳房のほぼ全体に著しい血管分枝像吻合像を認め，網状をしめすもの。

IV型：乳房のほぼ全体に斑状の高温部を認めるもの。

Table 12. Distribution of plate-thermographic patterns for different age groups

型(乳房数)	年 齢		21 — 30		31 — 40		41 — 50		51 — 60	
	18例	(%)	110例	(%)	158例	(%)	85例	(%)		
I (232)	a	11/36 (30.6)	4/220 (1.8)	(23.2)	4/316 (1.3)	(21.5)	9/170 (5.3)	(42.9)		
	b		47/220 (21.4)		64/316 (20.3)		64/170 (37.6)			
II (514)	a	14/36 (38.9) 9/36 (25.0) (63.9)	60/220 (27.3)	(66.8)	103/316 (32.6)	(71.2)	48/170 (28.2)	(54.1)		
	b		87/220 (39.5)		122/316 (38.6)		44/170 (25.9)			
III (39)	2/36 (5.6)	18/220 (8.2)	16/316 (5.1)	3/170 (1.8)						
IV (13)		4/220 (1.8)	7/316 (2.2)	2/170 (1.2)						
計	36 乳房		220 乳房		316 乳房		170 乳房			

	61 — 70		71以上	
	25例	(%)	3例	(%)
I	3/50 (6.0)	(58.0)		
	26/50 (52.0)			
II	7/50 (14.0)	(42.0)	3/6 (50.0)	(100)
	14/50 (28.0)		3/6 (50.0)	
III				
IV				
計	50 乳房		6 乳房	

乳頭所見があれば、N型やn型を付記して表現する。

2. 基本熱画像の年齢分布

399例(798乳房)の基本熱画像の分布を年齢別に検討し、Table 12に示した。

71歳以上の3例(6乳房)は、症例が少ないので基本熱画像の意義について結論しえなかった。II型は514乳房(64.4%)と最も多く、そのうちII_b型が31歳から50歳では過半数をしめ、51歳以上では逆に低下傾向をしめしていた。I型は、232乳房(29.1%)とII型の半数以下であった。そのうちI_a型は各年齢層とも低頻度であり、I_b型は51歳より増加傾向をしめし、61歳以上では52.0%と過半数をしめしていた。III型とIV型は各々39乳房(4.9%)、13乳房(1.6%)と極めて少なく、主に31歳から50歳に認められるが61歳以上ではまったく認められなかった。

この分布より正常女性における乳房基本熱画像は、20代では低温乳房(I型)が多く、成熟するにつれて血管構築が発達し(II型)、閉経を境として再び低温化(I型)するものと思われる。

乳頭部が緑色の中等温に描出されるn型は798乳房中46乳房(5.8%)に認められ、そのうち44乳房は31歳から50歳に集中していた。正常乳房では青色の高温に描出されるN型は認められなかった。

左右差は399例中140例(35.1%)に認められた。

考 案

病気が熱をもつことはヒポクラテスの時代より知られていたが、1956年にLawson⁴⁾が接触型サーミスタ温度計により、乳癌部の皮膚温が対側乳房より高いことを確認した。その後のWilliams^{5),6)}やGershon-Cohenら⁷⁾の追試にもとづき、現在主流をしめる赤外線カメラを利用したテレサーモグラフィーでは、温度差が乳癌の診断に応用された。しかし良性疾患でも1°C以上の温度差をしめすものがあり、その後の器械の発達にともなって乳房の血管パターンや乳輪部温度の左右差、腫瘤部の高温熱画像、edge signなどが乳癌の判定基準とされ^{8),9)}、複雑化しつつある。

テレサーモグラフィーによる診断率は、現在ではtrue positive rate 75~85%、false negative rate 15~40%と差があり、報告者に

より判定方法が一定していない¹⁰⁾。最近では診断基準の設定や¹¹⁾、定量的診断の試みもなされている^{12), 13)}。

一方、接触型の液晶サーモグラフィーは、1964年に Ferguson¹⁴⁾が温度変化を色彩変化として描出する液晶 liquid crystals に注目したことに始まる。その後 Crissey ら^{15), 16)}により液晶溶液を直接皮膚に塗布して温度変化を描出する試みがなされ、Davison ら¹⁷⁾も同じ方法を乳癌の診断に応用したが、技術的に困難な面や、被検者の受ける不快さのため普及するにいたっていない¹⁸⁾。

しかしプレートサーモグラフィーは、小型で操作が簡単なうえに安全で安価という利点に加えて、サーモアンギオグラフィーと呼称されるように血管走行をより明瞭に描出する特徴がある。Tricoire^{19), 20)}は初めて本法による乳腺疾患の熱画像を検討し、良性腫瘍では同側乳房の他の部位や対側乳房と等温で血管走行も正常であるが、悪性腫瘍では常に病巣部に放射状血管像や腫瘍への穿通血管像が存在することを認めると同時に、正診率 96%以上の成績を得ている。しかし本法を用いた Reinhardt ら²¹⁾は true positive rate 69.6%と、報告者により診断率に差があるのは診断基準が確立していないことによると考えられる²²⁾。

著者は 216 例における腫瘍の熱画像を分析し、腫瘍熱画像を分類すると同時に簡単な鑑別基準を設定した。

腫瘍熱画像の各型と癌の大きさの関係より、癌が進行するほど T-II_{b,c} 型や T-III 型へ移行すると考えられる。その血管構築の本態は静脈の怒脹²³⁾や新生血管²⁴⁾であり、分類上の特徴にも現われている。すなわち型別の診断率からもわかるように、T-II_{b,c} 型や T-III 型をしめすものが癌である確率は高く、さらに T-I 型よりも T-II_{b,c} 型や T-III 型の方が癌がより進行していると考えられる。例外として T-III_a 型にも腫瘍径が 1.3 cm の早期乳癌が 1 例ふくまれているが、これは腫瘍の特殊な生物学的性質や発育形式によるものと考えられる。

一方、良性疾患では当然 T-II_b 型と T-III 型

の出現頻度は低かったが、T-II_b 型で 12 例中 4 例、T-III 型で 16 例中 9 例が良性腫瘍であり、色調、冷却法、血管性状を考慮してもなお鑑別の困難な症例がある。しかし腫瘍熱画像における色調をみると、癌では 36 例中 3 例 (8.3%) のみが緑色の中等温であるのに対し、乳腺炎をのぞく良性疾患では 94 例中緑色の中等温が 31 例 (33.0%) と増加し、青色の高温が 42 例 (44.7%) と半数以下に減少している点は両者の血管構築や血流による温度差を強く反映しており、青色の高温が癌の鑑別上重要であることがわかる。

さらに冷却法では緑色の中等温は、癌 3 例と良性疾患 31 例のすべてにおいて抵抗性 (-) であることより、緑色の中等温は癌の鑑別上の意義は少ないといえる。しかし高温や中・高温のうち、癌では 1 例のみが抵抗性 (-) であるのに対し、良性疾患では 63 例中 30 例が抵抗性 (-) であることより、冷却法は false positive rate を減少させるのに極めて有用な方法であり、必ず試みるべき鑑別方法である。

さらに血管像を伴う T-II 型や T-III 型では残存血管像の形態に差を認めることより、鑑別に血管性状を考慮することにより診断率の向上が期待できた。

乳頭所見では、乳腺炎をのぞく良性疾患のうち 6 例に認められる緑色の中等温の n 型は、乳頭部の圧迫陥凹のため周囲からの輻射熱や胸壁温度が影響していると思われる。しかし青色の高温をしめす N 型で、乳頭周囲の炎症が否定される場合は癌の存在を疑うべきである。

乳腺炎では T-II_c 型や T-III 型は認められないが、色調、冷却抵抗性、N 型の出現などの点で癌と酷似している。これは炎症による局所反応を考えれば十分予測できる結果であろう。しかし残存血管像は、異常な新生血管を特徴とする癌のような奇異な形態ではない。むしろ乳腺炎は、臨床症状を検討すれば診断は容易であり実際上の混乱はない。

著者の設定した鑑別基準による診断率は true positive rate が 82.1%、true negative rate が 79.2% と好成績をえたが、癌が小さいほど

診断率が低下する傾向は他の補助診断法と同様である²⁵⁾。2.0 cm 以下の早期乳癌ではどの補助診断法も診断率は低下し²⁶⁾、本法も同じ傾向がある。しかし少数ではあるが、本法のみで正診しえた早期乳癌が認められることは注目に値するものである。Tricoire²⁷⁾も本法のみで診断しえた微小乳癌 21 例を報告し、本法の有用性を示唆している。したがって、早期乳癌を含めた診断率の向上には、診断原理の異なる本法を他の補助診断法と併用することが効果的であるといえよう。

乳癌スクリーニングにおけるサーモグラフィーの評価は、現在主流をしめるテレサーモグラフィーについてみると肯定的²⁸⁾や否定的²⁹⁾な報告があり一定していない。しかしサーモグラフィーが組織代謝の亢進や血流の増加による温度変化をとらえる点で、腫瘍が触知されなくても検出できる可能性は十分に考えられる³⁰⁾。この意味からも Dodd ら³¹⁾がテレサーモグラフィーにより発見した潜在性乳癌 32 例の報告は注目に値するものであり、サーモグラフィーがマンモグラフィーと同様に潜在性乳癌の発見に有用であることがしめされている。

そこで著者は発癌リスクの判定や潜在性乳癌発見の目的で、まず正常乳房の基本熱画像を分析し、分類を試みた。

乳房の基本熱画像の異常と発癌リスクの関係は今後の重要な課題であり、現在検討中である。たとえば年齢要因から正常の基本熱画像をみると、III型とIV型は61歳以上ではまったく認められていないことより、閉経以後にこの型を認める場合は異常であり、発癌リスクを考慮して他の診断法による精査が必要であろうと考えられる。また腫瘍を触知しない乳房でも本法を施行し、腫瘍熱画像各型の出現を探索することが潜在性乳癌の発見につながるものと考えられる。

つぎに正常乳房基本熱画像の左右差をみると、399例中140例(35.1%)と高率に認められる。この点もテレサーモグラフィーの成績と同様であり³²⁾、乳房血管パターン³³⁾の左右差のみで判定するのは問題があり、各乳房における血

管パターンの変化を追求することが重要であることを意味している。

以上より、本法による潜在性乳癌の発見には左右熱画像の比較のみでなく、局所の腫瘍熱画像(N型を含む)の出現と、年齢不相応な異常熱画像の出現などの所見をとらえることが重要であると考えている。もちろん外来においても、腫瘍の有無に関係なく乳房愁訴に本法をルチーンとして施行することが微小乳癌の診断や潜在性乳癌の発見に通じるものであろう³³⁾。

月経周期による乳房熱画像の変化は、テレサーモグラフィーによる Parry ら³⁴⁾と同様に、正常女性ではその基本的な血管パターンは不変であるという結果をえた。しかし授乳期における著明な血管拡張や増生が、乳腺の局所病変の判定を困難にすることも十分に推定しえるので考慮する必要はある。

最近では液晶サーモグラフィーが注目され、米国では乳癌のスクリーニング法として透明なエラストマーの袋に液晶溶液を入れて乳房に密着するようにかぶる一種のブラジャー式のものが開発され実用化されている。現在ルチーンとして使用されているマンモグラフィーも極めて有用であるが、最近ではこの乱用による被爆の危険性が問題にされていることを考えれば、今後本法が臨床における補助診断法の1つとして、また集団検診におけるスクリーニング法としてその価値は大きくなると思われる³⁵⁾。

結 語

1. 液晶を利用したプレートサーモグラフィーを用いて、乳腺疾患における腫瘍熱画像を分類し、良性・悪性の鑑別基準を設定した。
2. 乳癌 39 例と良性疾患 154 例の true positive rate は 82.1%，true negative rate は 79.2%であった。
3. 本法と他の補助診断法(マンモグラフィー、超音波断層法)を併用することにより診断率の向上がえられた。

4. 正常乳房の基本熱画像をI~IV型に分類した。III型とIV型は極めて低頻度であり，年齢分布からは閉経期を境としてI型が増加し，高齢者ほど低温乳房をしめした。

稿を終るにあたり，御指導と御校閲をいただいた妹尾巨明教授に深く感謝いたします。

また，本器を試供して下さったバイエルメディカル株式会社に感謝いたします。

文 献

- 1) 妹尾巨明，濱 正純 ほか：乳癌の理学的診断とその評価。日本医事新報 2609：26—30，1974
- 2) Tricoire, J.: La thermographie en plaque. Presse méd. 26：2481—2482, 1970
- 3) Haagensen, C. D.: Disease of the breast. 2nd Edition, Philadelphia, Saunders, 1971, 20—27.
- 4) Lawson, R.: Implications of surface temperatures in the diagnosis of breast cancer. Can. med. Assoc. J. 75：309—310, 1956
- 5) Lloyd Williams, K. and Lloyd Williams, F. J.: Infra-red thermometry in the diagnosis of breast disease. Lancet II：1378—1381, 1961
- 6) Lloyd Williams, K.: Temperature measurement in breast disease. Ann. N. Y. Acad. Sci. 121：272—281, 1964
- 7) Gershon-Cohen, J., Berger, S. M., Haberman, J. A. D. and Barnes, R. B.: Thermography of the breast. Am. J. Roentg. 91：919—926, 1964
- 8) Isard, H. J.: Thermographic "edge sign" in breast carcinoma. Cancer 30：957—963, 1972
- 9) 桜井靖久：米国における乳がん熱画像診断の現状。医器誌 44：653—654, 1974
- 10) Dodd, G. D.: Present status of thermography, ultrasound and mammography in breast cancer detection. Cancer 39：2796—2805, 1977
- 11) Lapayowker, M. S., Barash, I., Byrne, R., Chang, C. H. J., Dodd, G., Farrell, C., Haberman, J. D., Isard, H. J. and Threatt, B.: Criteria for obtaining and interpreting breast thermograms. Cancer 38：1931—1935, 1976
- 12) 尾内能夫，内田 勲 ほか：乳房サーモグラフィの診断基準に関する検討，医器誌 45：520—521, 1975
- 13) Barash, I. M., Pasternack, B. S., Venet, L. and Wolff, W. I.: Quantitative thermography as a predictor of breast cancer. Cancer 31：769—776, 1973
- 14) Ferguson, J. L.: Liquid crystals. Sci. Am. 211：76—85, 1964
- 15) Crissey, J. T., Gordy, E., Ferguson, J. L. and Lyman, R. B.: A new technic for the demonstration of skin temperature patterns. J. invest. Dermatol. 43：89—91, 1964
- 16) Crissey, J. T., Ferguson, J. L. and Bettenhausen, J. M.: Cutaneous thermography with liquid crystals. J. invest. Dermatol. 45：329—333, 1965
- 17) Davison, T. W., Ewing, K. L., Ferguson, J., Chapman, M., Can, A. and Voorhis, C. C.: Detection of breast cancer by liquid crystal thermography. Cancer 29：1123—1132, 1972
- 18) Logan, W. W. and Lind, B.: Improved liquid cholesterol ester crystal thermography of the breast. J. surg. Oncol. 8：363—368, 1976
- 19) Tricoire, J., Mariel, L., Amiel, J. P., Poirot, G., Lacour, J. and Fajbisowicz, S.: Thermographie en plaque (de 300 malades atteintes d'affections variées du sein). Presse med. 26：2483—2486, 1970
- 20) Tricoire, J. and Amiel, J. P.: Thermographie en plaque et diagnostic des affections du sein. J. Radiol. Electrol. 53：13—16, 1972
- 21) Reinhardt, W. and Riedel, H.: Plattenthermographie der weiblichen Brust. Med. Mschr. 31：506—507, 1977
- 22) Gordenne, W.: Liquid crystal thermography in breast pathology. J. Belge Radiol. 60：139—157, 1977

- 23) Dodd, G. D. and Wallace, J. D.: The venous diameter ratio in the radiographic diagnosis of breast cancer. *Radiology* 90: 900—904, 1968
- 24) Feldman, F., Hbif, D. V., Fleming, R. J., Kanter, I. E. and Seaman, W. B.: Arteriography of the breast. *Radiology* 89: 1053—1061, 1967
- 25) 山崎善弥, 久野敬二郎 ほか: 乳腺サーモグラフィーの臨床的研究および乳癌補助診断法の意義. *癌の臨床* 17: 663—669, 1971
- 26) 藤森正雄 監修: 早期乳癌・臨床と病理. 中山書店, 東京, 1976
- 27) Tricoire, J., Mariel, L. and Amiel, J. P.: Thermographie et diagnostics des petites tumeurs du sein. *Nouv. Presse méd.* 28: 1117—1119, 1973
- 28) Hoffman, R. L.: Thermography in the detection of breast malignancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 98: 681—686, 1967
- 29) Hitchcock, C. R., Hickok, D. F., Soucheray, J., Moulton, T. and Baker, R. C.: Thermography in mass screening for occult cancer. *J. Am. med. Assoc.* 204: 419—422, 1968
- 30) 尾内能夫, 山崎善弥 ほか: サーモグラフィー. *癌の臨床* 16: 973—981, 1970
- 31) Dodd, G. D., Wallace, J. D., Freundlich, I. M., Marsh, L. and Zermino, A.: Thermography and cancer of the breast. *Cancer* 23: 797—802, 1969
- 32) 桜井靖久: アメリカにおけるサーモグラフィーの現況といくつかの問題点. *医器誌* 39: 303—308, 1969
- 33) 妹尾亘明: 微小乳癌の診断. *最新医学* 34: 521—527, 1979
- 34) Parry, C. E., Freundlich, I. M. and Wallace, J. D.: Breast thermograms in ovulatory and anovulatory menstrual cycles. *Br. J. Radiol.* 45: 507—509, 1972
- 35) Ramioul, H. and Dejardin, R.: Intérêt de la thermographie en plaques de cristaux liquides en pathologie mammaire. *Rev. Med. Liege* 32: 181—184, 1977