

RI Isocount Scanning の Multilevel 解析による 頭蓋内疾患の診断

東京女子医科大学脳神経センター 脳神経外科 (主任：喜多村孝一教授)

門 脇 弘 孝
カド フキ ヒロ タカ

(受付 昭和52年 9月30日)

Diagnosis of Intracranial Lesion by Multilevel Analysis of Isocount Scanned Data

By

Hiroataka KADOWAKI, M.D.

Department of Neurosurgery, Neurological Institute (Director: Prof. Kōichi KITAMURA)
Tokyo Women's Medical College

For the further advance of the technique in brain scintigraphy a new scintigraphic device was developed, which was termed as Isocount Scanning.

As described elsewhere, the isocount scanning provides increasing accuracy in RI scan data acquisition, for yielding the constancy of relative deviation of data over all the observed area. This fact makes meaningful to proceed to the multilevel slicing of the scanned data.

Multilevel analysis method was developed to analyze the isocount scanned data more precisely, using the Brown tube image display system.

In the multilevel analysis, areas with count rate higher than a given slice level are displayed by black spots and others including the background are displayed by white spots.

The pictures on the Brown tube screen are sequentially changed by varying the height of slice level.

The resulting sequence of pictures is named sequential scintigrams. The animated pictures make it easier to recognize the abnormality in the scintigram, compared with a conventional scintigram.

Further, an attempt was made to perform digital analysis.

Four slice levels were selected for this purpose, namely the first, slice level in initial appearance of peripheral band on lateral view, the second in complete appearance of peripheral band, the third in disappearance of cold area and the last in initial appearance of abnormal dot.

Using these parameters, various cerebral diseases were analyzed for the purpose to find some RI scintigraphic characteristics of these disorders.

By these methods, 212 cases with intracranial disorder were investigated.

The results are summarized as follows:

1. The multilevel analysis precisely reveals the localization of cerebral infarction or the most severely affected area.
2. Such intracerebral multiple lesions as brain abscess and metastatic brain tumour can be more readily

detected by the multilevel analysis, compared with conventional scanning.

3. Digital analysis makes it possible to differentiate benign and malignant gliomas in RI scintigraphy.

4. Digital analysis is useful for the quantitative evaluation of chronological changes of brain abscess and cerebrovascular disease.

5. It was revealed that in some cases of epilepsy, cold areas tend to disappear more rapidly than in normal cases. This fact suggests higher accumulation of radioisotope over the whole brain in these cases. Diffuse abnormality in RI scintigraphy would be justified to adopt as a new RI scintigraphic concept.

目次

- I はじめに
- II 研究目的
- III 研究対象
- IV 研究方法
 - 1. Multilevel Analysis について
 - 2. Digital Analysis について
- V 研究結果
 - 1. 正常例
 - i) Multilevel Analysis
 - ii) Digital Analysis
 - 2. 異常例の解析
 - a. 脳腫瘍
 - b. 脳血管障害
 - c. 脳膿瘍
 - d. てんかん
 - e. その他の疾患
- VI 考察
 - 1. Scintigram の表示方法について
 - 2. Multilevel Analysis の臨床的意義
- VII 結論
- 文献

I. はじめに

脳疾患の診断に放射性同位元素 (RI) を利用するようになってから、すでに25年以上の年月を経ている。その間に種々の研究、改良がなされた。それは大きく分ければ、第1に、より優れた核種の開発、第2に、RI を体外から計測する機器の改良、第3に、得られたデータの表示方法の工夫の3点となる。これらの一步一步の改善により、現在の脳シンチグラフィが確立された⁴⁾¹¹⁾¹⁶⁾²¹⁾²⁹⁾。

脳シンチグラフィは、脳神経外科領域においては、脳血管撮影、脳室撮影などの検査法に比

べ、患者への負担が少なく危険性もなく、日常広く臨床に応用されている検査法である。

しかし従来行なわれてきたシンチスキャンニングは、特殊な場合を除き、一般に診断的価値が脳血管撮影などに劣るといわざるをえない。そこでシンチスキャンニングの診断的精度、信頼度を高めるべく著者らは、Isocount Scanning 法を開発した¹³⁾⁴⁶⁾⁴⁸⁾。この Isocount Scanning 法は、前に述べた第2の「機器の改良」のあらわれの一つで、原理的に全く新しい scanning 方式である。これにより、従来の等速度 scanning に比べ、収集データの信頼度は著しく向上した。

さて本研究では、第3の「データの表示方法の工夫」という観点から、Isocount Scanning で得られた信頼度の高いデータを、いかに解析し易い形に表示するかということを検討した。そしてその結果、Multilevel 解析と呼ぶ新しい方法を考案した。

従来、シンチグラムでは最終的に診断に供し得る情報は、正面像、側面像などの各々1枚ずつの写真にすぎなかつたが、Multilevel 解析は多数の画像を作成するばかりでなく、動的な要素も加わるため、非常に多くの診断情報を提供する。

そこで、Multilevel 解析の臨床各疾患における診断的価値を検討し、さらに脳シンチグラムを単に静的な画像として把握するだけでなく、Multilevel 解析により数量的に検討し、頭蓋内疾患それぞれの特徴を抽出し、またある種の疾患では、繰り返しシンチスキャンニングを行い、病態の推移を推測した。

II. 研究目的

工学的な改良を加えて開発した Isocount Scanning によつて得られたシンチグラムのデータをどう処理する

か、すなわちデータの解析方法をどのようにするかを検討することにより、より優れたシンチグラムの表現手段を開発しようと試みた。

まず、Isocount Scanning について簡単に説明する。シンチスキャンニングとは、RI を体内へ注入し、RI の γ 線放射を体外から計測する方法である。この γ 線放射の計数率は、ある平均値のまわりにばらつく。そのばらつき方は、統計的現象であり、確率論的に検討すると、Poisson 分布を示す²⁾。

ここでいま、ある想定した映像平面上の一点での期待値をE。そこでの計数率の標準偏差を σ とし、期待値Eに対する標準偏差の割合、すなわち $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$ を相対偏差と呼び、これをもつて計数率の信頼度をあらわす指標とする。従来の等速度スキャンについて計算すると、相対偏差(ε)は、場所により変動することがわかった。すなわち、RI 濃度の高いところ(Eが大)では、 ε は小となり、計数率の信頼度は高くなるが、RI 濃度の低いところ(Eが小)では、 ε は大となり信頼度は低くなる。ところが、脳スキャンの場合、検査の主な目標部位はいわゆる cold area で、周囲に比べ RI 濃度が低く、僅かな計数率の差によつて異常を発見せねばならない。上に述べたとおり、RI 濃度が低いことは計数率の信頼度が低いことを意味し、従来の脳スキャン方式は如何にも不合理であつたといわねばならない。

この点を改良したのが Isocount Scanning であり、画像を作成するそれぞれのデータの相対偏差がどの場所でも一定になるようにしてある。すなわち、検出器は、ある場所に一時留り、そこでの映像パルスを計数し、その計数値があらかじめ設定した値Nになるまで停止している。この間の時間Tを測定し、 $\frac{N}{T}$ をもつてその場所での計数率とし、その $\frac{N}{T}$ に比例する光量でフィルムを黒化させる、次に検出器は隣へ移動し、上と同様の操作を行う、これを繰り返すことによりシンチグラムが作成される。検出器の移動は従来の一定速度による円滑な動きでなく、移動・停止の不規則な繰り返し運動である。

この場合の相対偏差 $\varepsilon = \frac{\sigma(R)}{E(R)} \cong \frac{1}{\sqrt{N}}$ は、計数部位のRI の濃度とは無関係で一定であり、シンチグラム全面にわたつて計数率の信頼度は一定となる。

このようにして得られた Isocount Scanning のデータは、従来の等速度スキャンのデータに比べてはるかに精度が高く、信頼度が高いので、その表示にあつては、いろいろ工夫してみるだけの価値が十分にあると考えられる。

そこで著者は、第1に、計数値あるいは計数率(R)に比例した光量で1枚のフィルム上に像を作成するという従来の方法に代つて、計数率を種々の slice level で切り、その切り口の分布状態を連続的に表示することを試み、第2に、シンチグラムの肉眼的、主観的観察という従来の方式を改め、数量的に分析しようと企てた。

III. 研究対象

1972年11月より1976年1月までの間に、東京女子医科大学脳神経外科に入院し、または外来を受診した患者212例、および正常対照例として、何ら既往歴のない当教室員19例の合計231例に対し、248回の Isocount Scanning を行い、さらに Multilevel 解析を試みた。

疾患の内訳は、Table 1. に示すごとくである。患者の年齢は、11か月から71歳まで、男子127例、女子85例である。

Table 1 Classification of intracranial lesion performed isocount scintiscanning and multilevel analysis

[Disease]	[Cases]
Brain tumour	58
supratentorial : 49	
infratentorial : 9	
Cerebrovascular disease	55
Thrombosis & Embolism : 37	
AVM : 8	
Hypertensive I. C. H. : 5	
SAH : 3	
TIA : 2	
Brain abscess (inflammation)	16
Epilepsy	38
Hydrocephalus	3
Head injury	10
Others	32
	212
Normal	19

Isocount Scanning は、核種に ^{99m}Tc -pertechnetate を用い、0.2mCi/kg を静注し、約30分後から scanning を開始した²³⁾。正面像、左右側面像の順に行い、症例により後面像を追加した。また前処置として、過塩素酸カリ100~300mg を経口的に投与した。

このようにして得られた Isocount Scanning のデータを Multilevel 解析の対象とした。

IV. 研究方法

1. Multilevel Analysis について

Isocount Scanning にて得られた信頼度の高いデータを recorder に memory させ、level slicer にて任意の slice level で切り、その像をテレビ画像として表示し

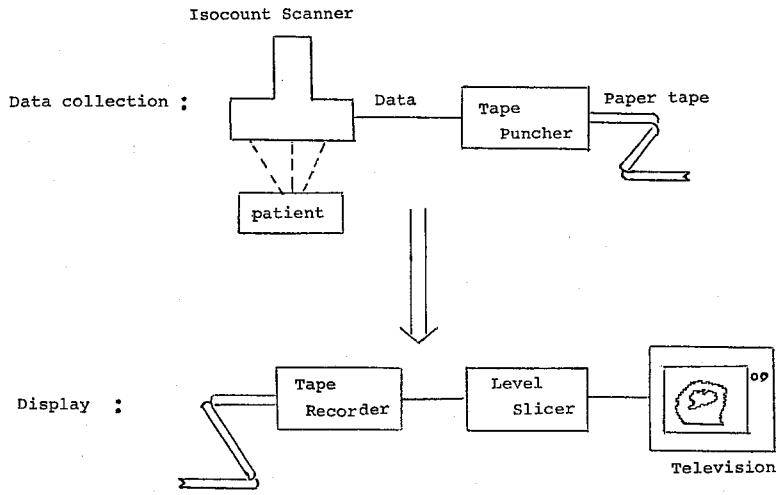


Fig. 1 Data collection and television display system

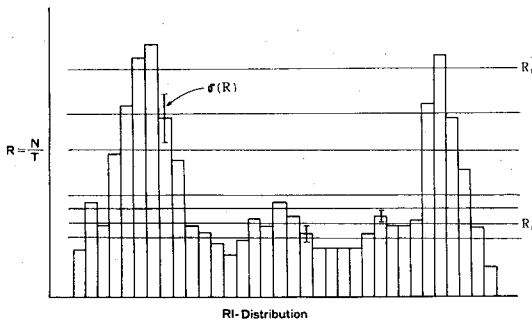


Fig. 2 Multilevel analysis of RI distribution

た (Fig. 1).

ここで各点の計数率 $R (= \frac{N}{T})$ の分布を模式的に二次元表示すれば, Fig. 2のごとくなる.

これを任意の slice level (例えば R_1 または R_n) で切り, その level 以上の計数率を有する領域のみを表示する.

そこで, Isocount Scanning 施行の際に, 計数率 R の数値をつぎつぎにパンチテープに記録しておき, 後にカラー表示装置を利用して計数率 R がある与えられた level 以上のときには, ある色 (例えば黒色) を, それ以下のときには, 他の色 (例えば白色) を割り当て, 各部位の計数率を, あるレベルを境にして色分けした (Fig. 3).

Fig. 3に示すごとく, 各画素上に計数率 R の高さまで積木を積みあげた状態を想定し, 種々の計数率のレベルでその積木を切り, その切り口をテレビスクリーン上に

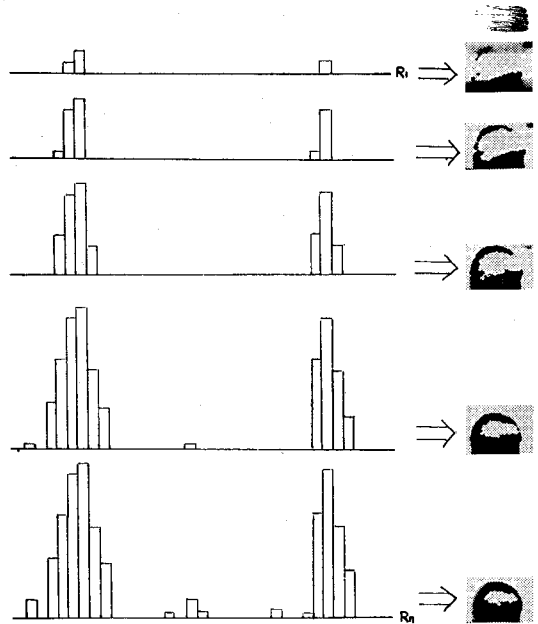


Fig. 3 Slice levels of multilevel analysis and their scintigrams

写し出すのである.

Isocount Scanning では, 計数率 R の相対偏差 $\epsilon(R) = \frac{\delta(R)}{E(R)}$ が画面全体にわたって一定であるから, 標準偏差 $\delta(R)$ は期待値 $E(R)$ によって変わるわけである. 計数率 R が大きい (RI 濃度の高い) 部位では, 期待値 $E(R)$ が大きく, また標準偏差 $\sigma(R)$ も大きいので, slice level をあまり細かく区切っても意味がない. 一

方, 計数率が小さい部位 (RI 濃度の低い, いわゆる脳の cold area) では, $\delta(R)$ も小さいから slice level を比較的細かく区切ることができる. すなわち, 比較的計数率が小さな脳の cold area の詳細な観察が可能になるわけである. slice level は, 連続的に任意に変える

ことができ, テレビ画像を観察しながら繰り返し操作できる. slice level を連続的に変えることにより, 二次元データの切り口に対応する影絵がテレビスクリーン上で形状を変えながら動きを示す. 動きに対する眼の感覚は非常に敏感であるため, シンチグラムの異常部位の認

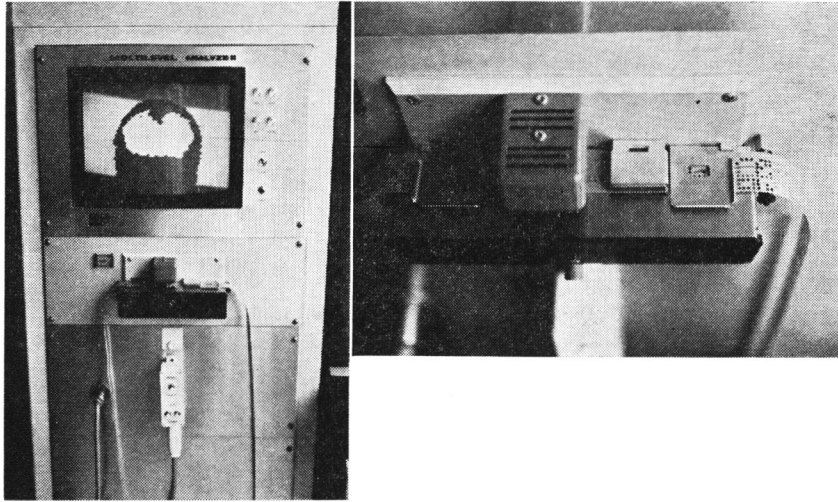


Photo 1 Multilevel analyzer and data tape

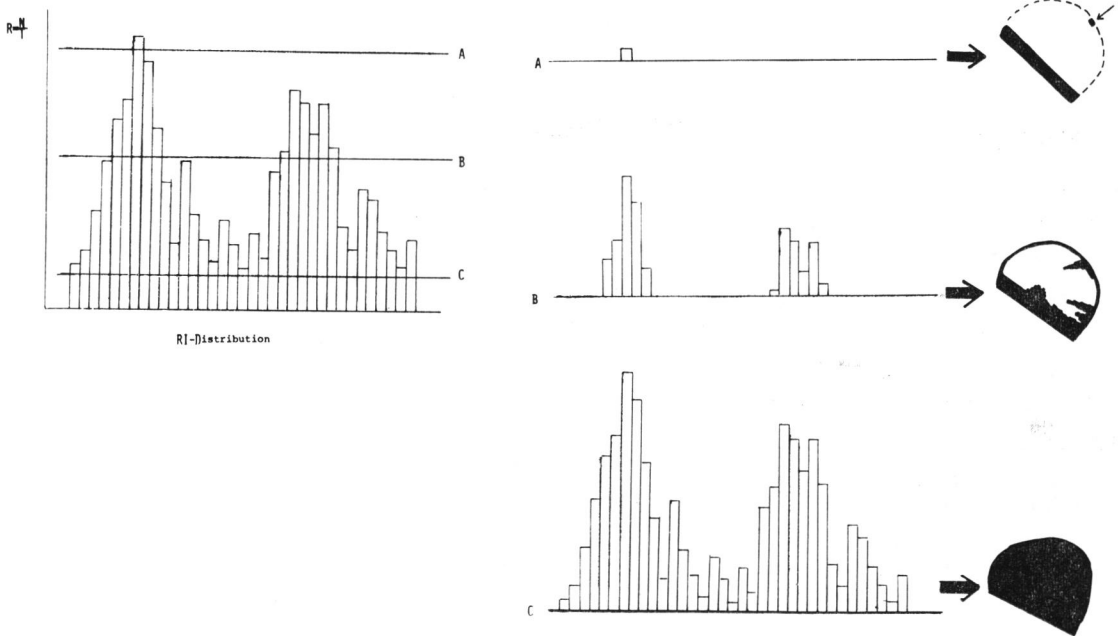


Fig. 4 A: A slice level showing the initial appearance of peripheral band on lateral view
 B: A slice level showing the complete appearance of peripheral band
 C: A slice level showing disappearance of the cold area

識が一層容易になる。

この影絵の系列を、本研究では sequential scintigram と名づけた。写真1に実際の装置を示した。

2. Digital Analysis について

テレビに表示される各 slice level の数値に注目し、情報を定量的に解析することにより、頭蓋内疾患の診断上での特徴抽出を試みた。これは信頼度の高まつたデータを肉眼に頼つて解析するだけでなく、数値として“正常”または、“異常”と判定しえるか否かを検討することである。

そこでいま、Fig. 4を側面像の各計数率の分布とし、slice level を順にさげていく。頭頂部に peripheral band (以下 P.B. と略す) の最初の一点 (✓) が出現する slice level を (A) とし、P.B. が完成する slice level を (B) とし、さらに slice level をさげてついに cold area が消滅する slice level を (C) とした。

ここで、P.B. の最初の一点が出現する頭頂部は、nasion と inion を結ぶ円蓋の中1/3の部分である。これは耳介の直ぐ前を通る垂線と頭皮との交点が最も R.I. 濃度が高いとする Mishkin の所見からうらづけられる¹⁰⁾。

シンチグラムの単なる観察では病変を見出し得ない症例に対し、これら (A), (B), (C) の数値を利用してグラフを作成し、診断に役立たせようと試みた。

また、シンチグラムに明瞭な病変を認める場合には、その異常 dot の出現する最初の slice level を (L) とし、(A), (B), および (C) 値に対して (L) 値をグラフ上にプロットすることにより、疾患特有の情報を抽出し頭蓋内疾患の診断に役立たせることを試みた。

Isocount Scanning, Multilevel Analysis を行なつた症例は、Table 1. に示すごとく212例であるが、そのうち Digital Analysis の対象としたのは、テント上脳腫瘍30例、脳梗塞23例、脳膿瘍10例、てんかん24例などである。

V. 研究結果

1. 正常例

i) Multilevel Analysis

正常例として、当教室員を対象として、Isocount Scanning を行い得られたデータ・テープを Multilevel 解析した一例、すなわち正常例の sequential scintigram を示す (写真2—a,b)。

まず前面像であるが、顔面、頭蓋底部が形成さ

れた後、最も activity の高い peripheral band の一点が天頂部に出現する (slice level 64)。この部は、ほぼ上矢状静脈洞に一致する。slice level をさげると、正中部の dot は増加し、P.B. は左右に延び、頭蓋底部から上行してくる band と結合し頭蓋の輪郭が形成される (s.l. 37)。それから天頂部の dot は、ほぼ正中を下降し、やがて左右の半球が区割される (s.l. 25)。さらに slice level をさげると左右の cold area はほぼ対称的に周囲より埋められ、やがて消滅する (s.l. 3)。

側面像をみると、まず顔面頭蓋が形成された後、頭頂部に最も activity の高い一点が現われる (s.l. 58)。slice level をさげると、P.B. が前後に延長し、かつ横静脈洞に一致する dot が出現してくる (s.l. 52)。やがて前頭部を最後に P.B. が完成し、頭蓋の輪郭が形成される (s.l. 27)。後頭蓋窩では、cold area が比較的早期に狭少となり、やがて消滅する。さらに slice level をさげるとテント上の cold area も求心性に狭少となり、前頭部を最後に cold area は消滅する。

正常例を検討すると、いずれも上記のごとき一定の pattern があることがわかつた。つまり、頭頂部の上矢状静脈洞に始まり、頭蓋冠が形成されてゆき、後頭蓋窩の cold area がまず消滅し、テント上の cold area も求心性に狭少となり、前頭部を最後に cold area は全て消滅するという経過である。

ii) Digital Analysis

同一条件で Multilevel Analysis を施行した正常15例の側面像において、テレビに表示される slice level の数値に注目し検討を加えた。slice level (A) は、頭部で計数率の最も高い領域、slice level (C) は、計数率の最も低い領域の slice level の値であるから、(A—C) の値は頭部での RI の取り込みの部位による差を、Multilevel 解析により、slice level の幅として表現していることになる。

slice level (B) は、P.B. の完成、すなわち

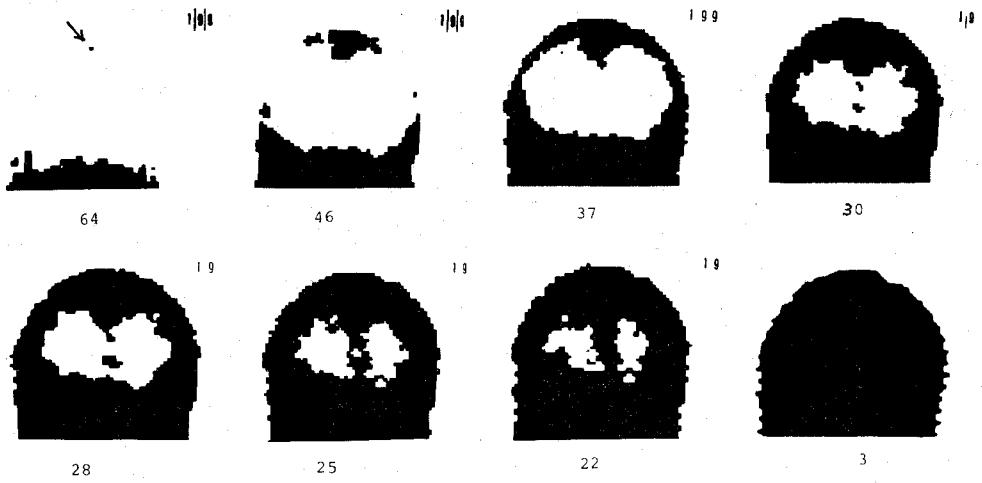


Photo. 2-a Sequential scintigram on anterior view of a normal case (Number under each picture shows the slice level)

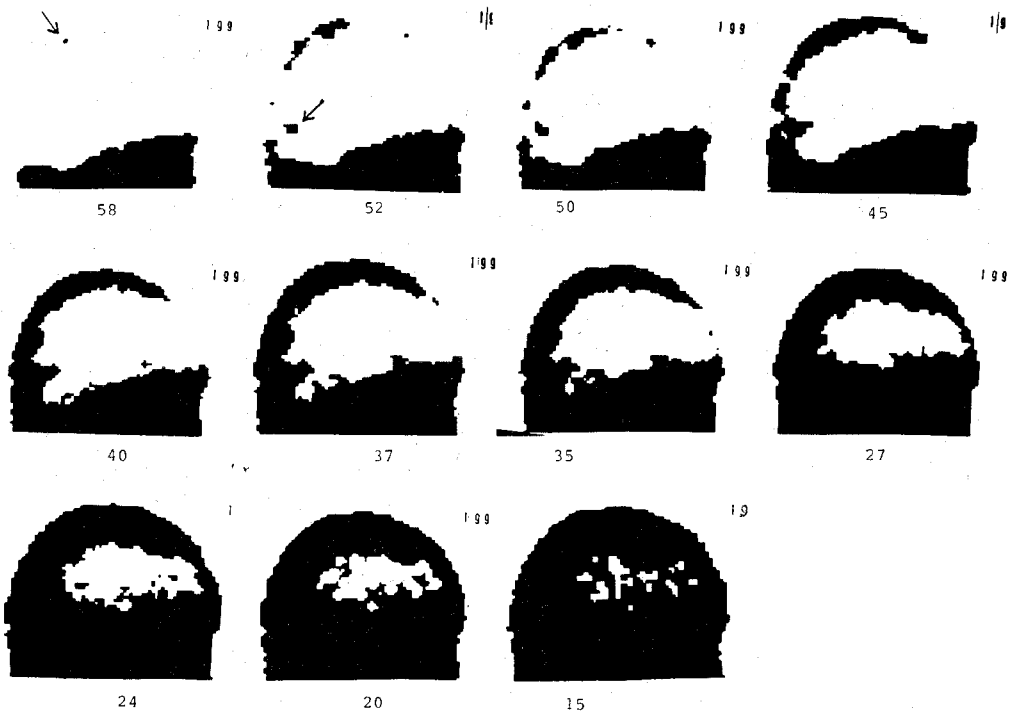


Photo. 2-b Sequential scintigram on right lateral view of a normal case

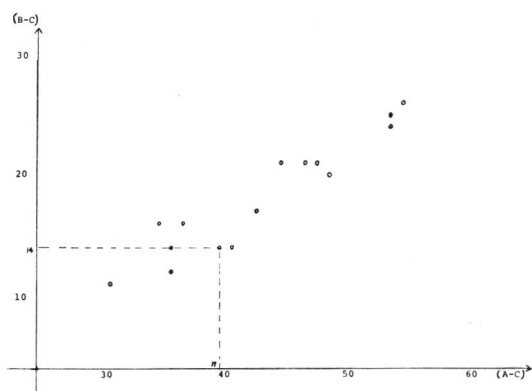


Fig. 5 Graph showing ratio of the width of slice level in cold area to the width of slice level in all area of head in normal cases

A-C : the width of slice level from initial appearance of peripheral band to disappearance of cold area

B-C : the width of slice level from complete appearance of peripheral band to disappearance of cold area

頭皮、頭蓋骨、上矢状静脈洞の RI の取り込みを表現しているから、(B-C) の値をとれば、cold area の RI の取り込みの幅を slice level の幅として表現していることになる。

そこで、(A-C) の値を横軸に、(B-C) の値を縦軸にとりグラフを作成し、cold area の幅を頭部全体の幅に対比較してみた (Fig. 5)。

例えば、グラフに破線で表示した例は、 $A=60$ 、 $B=35$ 、 $C=21$ の例で、 $A-C=39$ 、 $B-C=14$ となり、この (39, 14) をグラフに表示した。

このようにして正常15例のグラフをつくつてみると、多少のばらつきはあるが、おおよそ一定の勾配をとることがわかった。

このことは、正常例での $(B-C)/(A-C)$ は、ほぼ一定であることを示している。

Multilevel Analysis で slice level をさげていく際に、正常例は一定の pattern をとるということの一種の数値的表現といえる。

2. 異常例の解析

a. 脳腫瘍

i) Multilevel Analysis による症例の呈示.

Multilevel 解析を施行したのは58例である。そのうちで Multilevel 解析により複数の病巣を

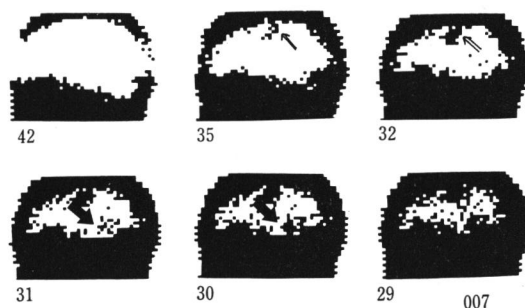


Photo. 3 Left lateral view of a patient with metastatic brain tumours

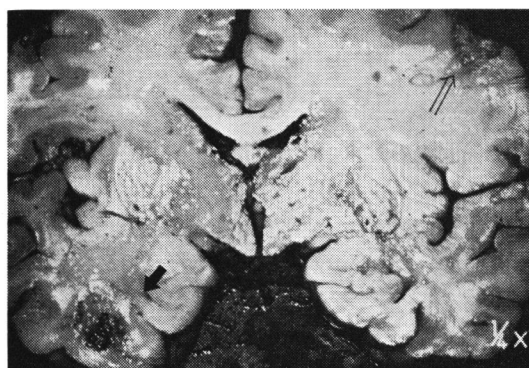


Photo. 4 Frontal cross section of cerebrum of a patient with metastatic brain tumours

見付け出した症例を示す。

写真3は、50歳女性、乳癌から脳転移をきたした症例の sequential scintigram の左側面像である。slice level 35で頭頂部の異常 dot (↑) が描出され、slice level をさげると側頭部に別の dot (↓) が現れてくる。これが単なる統計的変動でないことは、slice level をさらにさげるとこの部分の dot が急速に増加することにより明らかである。

剖検により Multilevel 解析でとらえ得た病巣を確認することができた (写真4)。

本症例は、conventional scan では単一の病巣しか見出し得なかつたが、Multilevel 解析により、RI 取り込みの異なる2つの病巣が別々に呈示されたわけである。

ii) テント上腫瘍に対する Digital Analysis の試み、

Table 2 Classification of supratentorial brain tumour with digital analysis

Astrocytoma I, II	5
Astrocytoma III, IV	5
Oligodendroglioma	3
Meningioma	8
Metastatic tumour	9
	30

sequential scintigram の患側側面像に注目し、Digital Analysis を試みた。

テント上の脳腫瘍で腫瘍 dot の明瞭なものを対象とした。

その内訳は Table 2 に示すとおりで30例である。いずれも未だ開頭術は施行されていない症例だけである。

前に述べた slice level (A), (C), (L) を求め、等間隔の2本の縦軸上に (A), (C) 各々の値をプロットし、AC 線上ないし AC の延長線上に (L) をプロットした (Fig. 6)。

例えば、Fig. 7-b に示す症例では A = 72, C =

16, L = 66 であるから、(L) の位置はグラフ上に示す位置 (b) となる。

このようにして得られた Fig. 6 のグラフを検討すると、脳腫瘍の各タイプにより (L) の位置、すなわち腫瘍 dot の出現のレベルがおおよそ決っていることがわかる。

astrocytoma では、astrocytoma I, II 群と、astrocytoma III, IV 群で明らかにグラフ上での分布が異っており、III, IV 群 (グラフ上 ● で示す) すなわち悪性度の高い glioma 群では、(L) の位置は P.B. の出現する時期かそれより早期であり、グラフ上で左方に偏在している。一方、I, II 群 (グラフ上 ○ で示す) では、A 軸と B 軸のほぼ中間、すなわち右方に存在している。

つぎに、グラフ上で (a), (b), (c) 点で示されている astrocytoma IV, III, II の各1例のそれぞれの症例の脳波を検討してみたところ、Fig. 7 a.b.c. に示すとく、脳波での徐波化傾向とグ

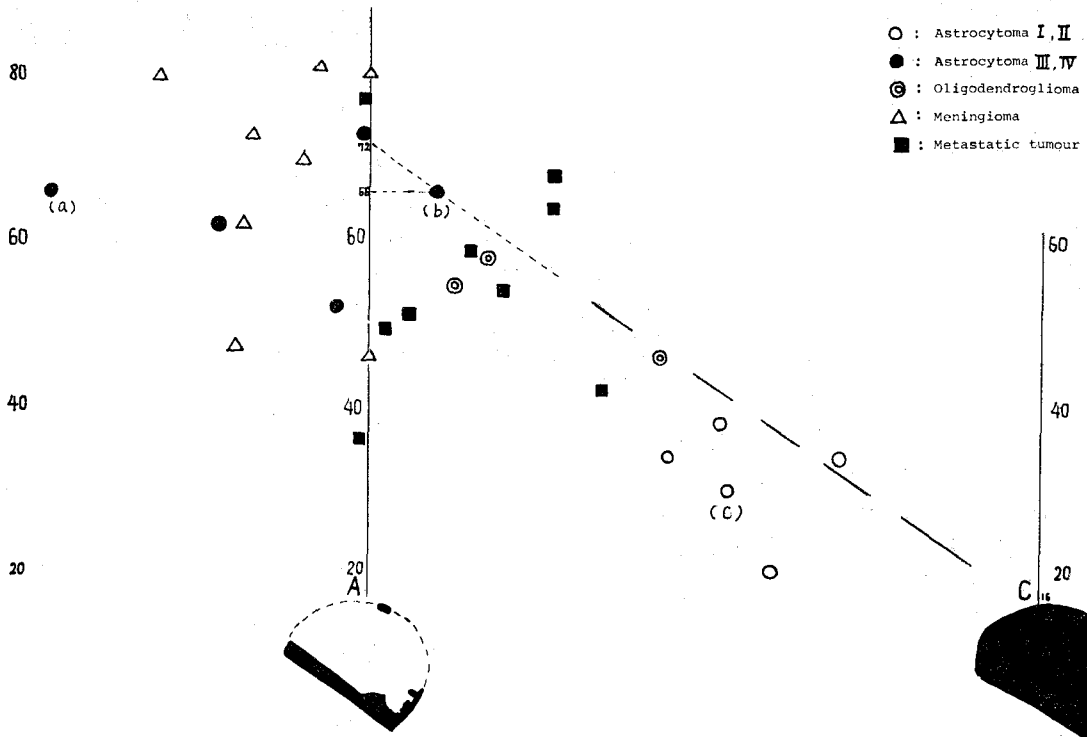


Fig. 6 Diagram showing the slice level "L" in brain tumours

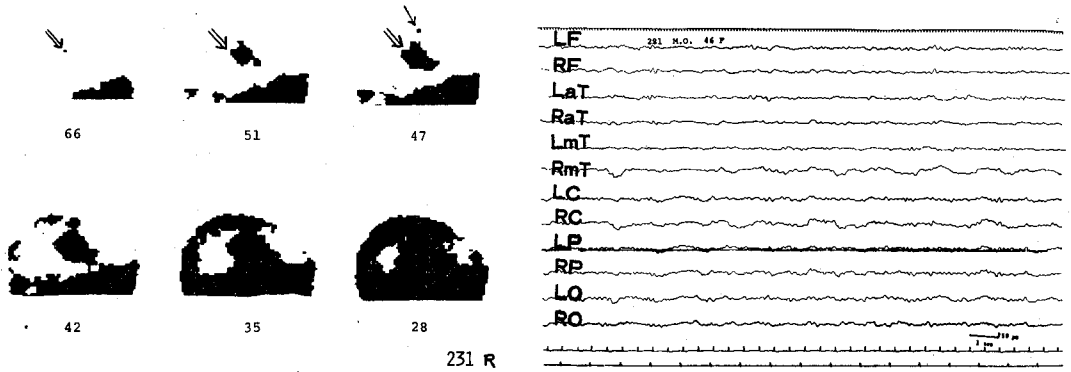


Fig. 7-a Sequential scintigram on right lateral view and EEG of a patient with astrocytoma IV

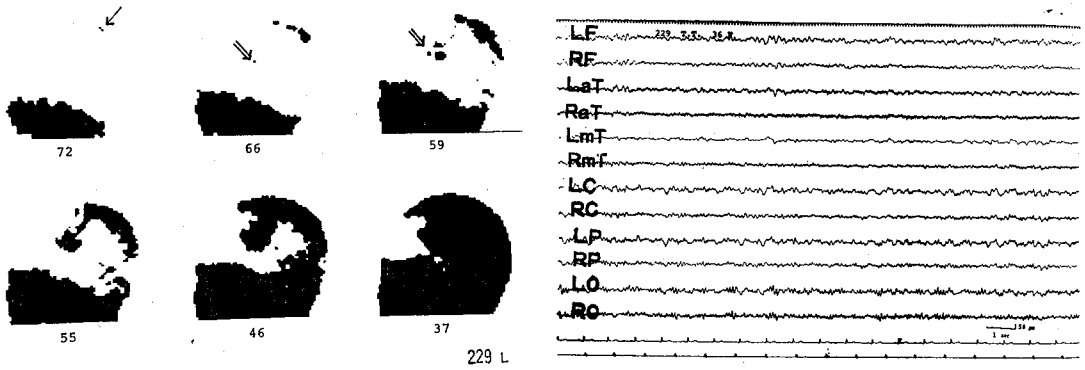


Fig. 7-b Sequential scintigram on left lateral view and EEG of a patient with astrocytoma III

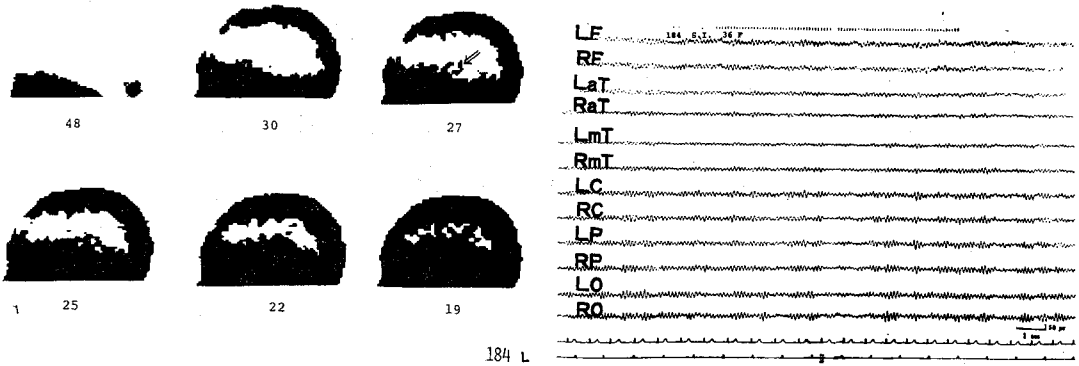


Fig. 7-c Sequential scintigram on left lateral view and EEG of a patient with astrocytoma II

ラフ上での左方偏位とはよく一致した。

Fig. 6で oligodendroglioma (◎で示す) の (L) の位置をみると, astrocytoma III, IV群と I, II群とのちょうど中間の位置を占めている。

また随伴性脳浮腫の著しい転移性脳腫瘍 (■で示す) では, 多少のばらつきはあるが, おおよそ左方に偏しており, 悪性度とグラフ上での左方偏位との一致がここでも認められる。

meningioma (△で示す) は, 良性腫瘍ではあるが, グラフ上で (L) の位置がかなり左方に偏していた。hypervascularity という特殊な条件のため, 悪性度とは無関係に左方に偏しているものと考えられる。

b. 脳血管障害

脳血栓症, 高血圧性脳内血腫, 動静脈奇形など, 合わせて55例に Multilevel 解析を施行した。そして本法が脳血管障害の診断上, 有力な方法であることは, すでに報告した⁴⁹⁾。

陽性率はいずれも高く80%以上である。

Multilevel 解析を施行した症例中, 脳血栓および塞栓症が最も多く37例である。以下に脳血栓, 塞栓症に関する研究結果を示す。

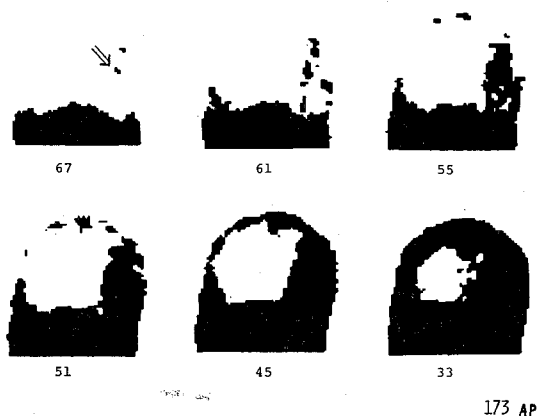
i) Multilevel Analysis による症例の呈示。

写真5-a, b は, 68歳男子, 左内頸動脈閉塞症の sequential scintigram である。発症後1カ月に施行したが, 側面像にて P.B. の出現する前早期に左側頭部に異常 dot の出現をみた。(写真5-b. s.l. 63↓) slice level を上げていくと, この異常 dot は斜め上方に拡がりちょうど中大脳動脈の走行する領域と一致している。前面像にて左側頭部に早期に異常 dot (写真5-a. s.l. 67↓) の出現をみ, 側面像同様, 中大脳動脈の支配領域に一致して dot の増加をみる。

つぎに経時的に scintigram を施行した症例を示す。

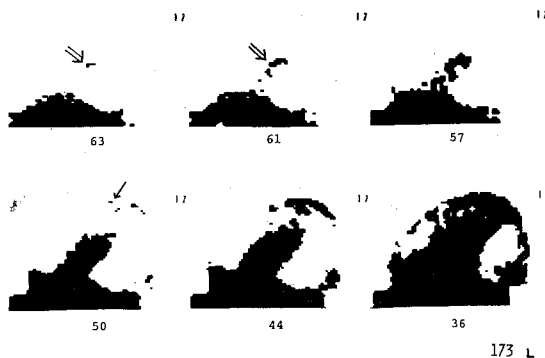
症例は, 60歳女性で突然, 右片麻痺, 右半身感覚鈍麻で発症した。

写真6-a は発症後3日目, 6-b は, 23日目, 6-c は38日目に施行した sequential scintigram の前面像である。発症後3日目では, 未だ異常 dot



173 AP

Photo. 5-a Sequential scintigram on anterior view performed 1 month after the ictus of a patient with occlusion of the left internal carotid artery



173 L

Photo. 5-b Left lateral view of a patient with occlusion of the left internal carotid artery

を明確には認められない。ところが23日目をみると, P.B. 出現後しばらくして, 左傍正中部に異常 dot が出現してくる(写真6-b. s.l. 35↓)。slice level を順に上げていくとこの dot は拡大し, ますます明瞭となってくる。すなわち, 左内包部に一致した異常 dot と考えられる。しかし38日目に施行した像をみると, P.B. が完成するまでは殆ど異常 dot が出現せず slice level 31になつて辛うじて出現してくる(写真6-c. ↓)。

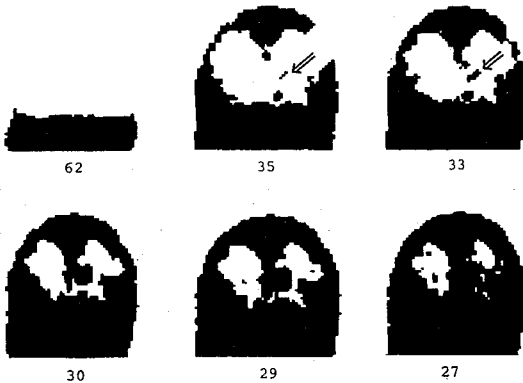
ii) 中大脳動脈閉塞症に対する Digital Analysis の試み。

sequential scintigram の患側側面像から,



134 AP

Photo. 6-a Sequential scintigram on anterior view performed 3 days after the ictus of a patient with thrombosis



141 AP

Photo. 6-b Sequential scintigram performed 23 days after the ictus

Digital Analysis を試みた。

対象は、中大脳動脈本幹ないしその主要分枝の閉塞した23例である。年齢は27歳から71歳である。

脳腫瘍の場合と同様に slice level (A), (C) および異常 dot の出現する slice level (L) 値をグラフ上にプロットした。発症から scan 施行までの期間により次の3群に分類した。すなわち、発症から10日以内(グラフ上●で示す), 10日から1カ月以内(グラフ上◎), 1カ月以上(グラフ上○)の3群である (Fig. 8).



146 AP

Photo. 6-c Sequential scintigram performed 38 days after the ictus

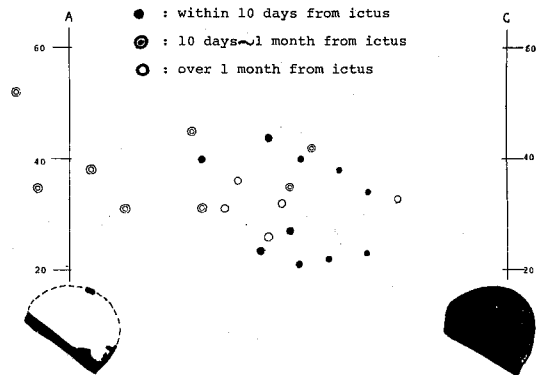


Fig. 8 Diagram showing the slice level "L" in middle cerebral artery thrombosis

グラフ上、左方に位置するのは発症後10日~1カ月に scan されたものも多く、発症後間もない症例および長期間を経過した症例は、比較的右方に位置した。

c. 脳膿瘍

i) Multilevel Analysis による症例の呈示。

16例に Multilevel 解析を施行したが、脳膿瘍ではその形成過程の時期によつて scintigram 上かなり異つた所見を示すことがわかつた⁴⁷⁾。

症例は、13歳女子、先天性心疾患(ファロー四徴症)を有し、頭痛、嘔吐、軽度の意識障害が出現し、11日目に scintigram を施行したところ、前頭部と後頭部に2つの病巣が存在した症例である。

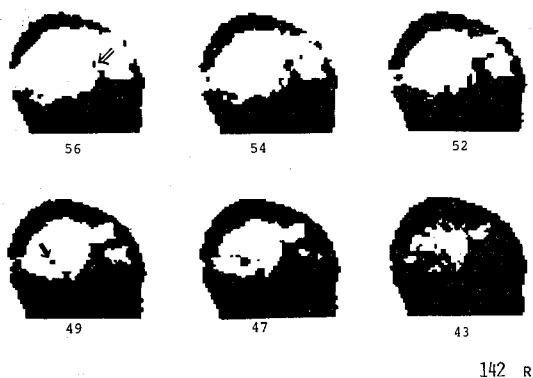


Photo. 7-a First sequential scintigram of a patient with brain abscess

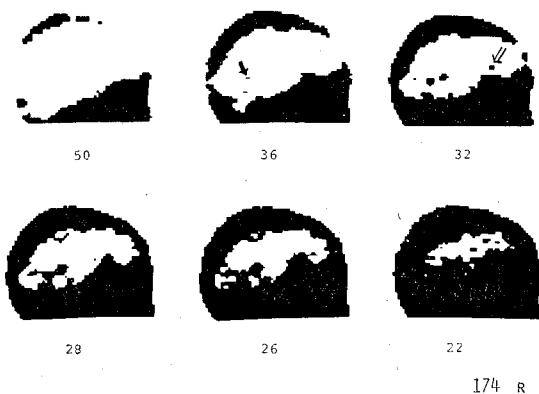


Photo. 7-b Second sequential scintigram of a patient with brain abscess

写真7-a は発症後11日目、第1回目の sequential scintigram の右側面像である。slice level の比較的高い時期に前頭部に異常 dot (s.l. 56 ↓) が出現し、slice level をさげていくと後頭部にも異常 dot (s.l. 49 ↓) の出現をみる。これに対し写真7-b は第2回目、1回目から約2カ月後の sequential scintigram である。P.B. がかなり完成してから後頭部の病巣が先に現れ (s.l. 36 ↓), slice level をさらにさげていくと後頭部の dot は拡大し、前頭部にも異常 dot が出現してくる (s.l. 32 ↓)。

この2回の scintigram から、前頭部の病巣の炎症が鎮静されてきたことが推測された。

ii) Digital Analysis の試み。

脳腫瘍、脳血管障害の場合と全く同様に、

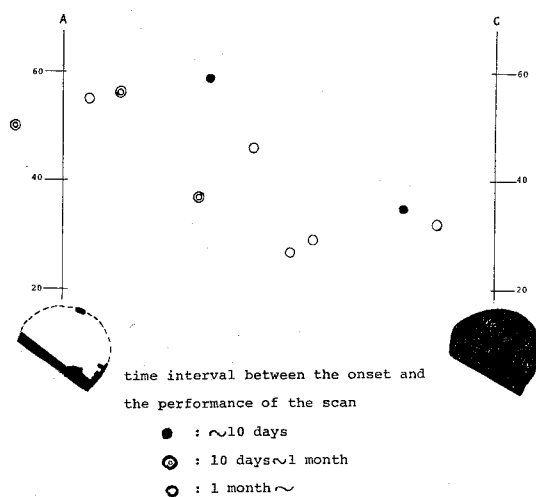


Fig. 9 Diagram showing the slice level "L" in brain abscess

sequential scintigram の患側側面像の slice level の値から Digital Analysis を試みた。

対象は5歳から44歳までの脳膿瘍10例であり、発症より scan 施行までの期間により脳血管障害と同様に3群に分類した。すなわち、発症から10日以内 (グラフ上●で示す), 10日から1カ月以内 (グラフ上⊙で示す), 1カ月以上 (グラフ上○で示す) である (Fig. 9)。

グラフ上、左方に位置するのは発症から scan

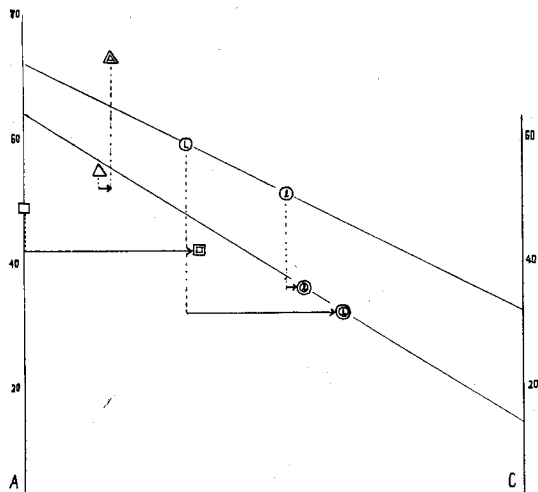


Fig. 10 Diagram showing the slice level "L" in brain abscess

施行までの期間が10日～1カ月の症例が多く、発症後1カ月以上の症例は比較的右方に位置していた。

つぎに同一症例で経時的に scanning を施行し、病巣の推移を Digital Analysis により検討した (Fig. 10)。

グラフ上の①が呈示した症例の第1回目の前頭部の異常 dot, ②が後頭部の異常 dot, ③が第2回目の前頭部, ④が後頭部の異常 dot である。グラフから判るように前頭部の病巣は著明に右方へ移動 (①→③) しており、後頭部では殆ど変わらない (②→④)。

また、グラフ上の□は、22歳男子、脳膿瘍の症例の発症後1カ月の scintigram の slice level (L), □は、同じ症例の2か月後のものである。やはり著明に右方へ移動している。臨床症状も脳波所見も改善を示していた。

△と▲は、10歳男子の脳膿瘍の症例で、2週間において scanning した際の病巣の slice level (L) である。短間隔の2週間では、臨床上也目立つた変化はなかつたが、グラフからも殆ど差がないことがわかる。

以上のごとく、Multilevel 解析により表示された数値の利用により、病巣の病態の推移をもある程度推測しうるのである。

d. てんかん

i) Multilevel Analysis による症例の呈示。

器質的病変は他の脳血管撮影、脳室撮影などの諸検査により否定されたてんかん患者38例に Multilevel 解析を行なつた。

症例は59歳男子、4年前より意識消失発作があり、1年前からは1～2月に1回の頻度で全身痙攣発作をおこしている。脳波検査では、右側優位の散発性棘波ないし棘徐波複合を認める (Fig. 11)。最終発作から3日後に scanning を施行した。sequential scintigram (写真8) をみると、限局した異常病変は認められないが、slice level を順にさげていくと cold area の消滅の仕方が不規則で、正常の pattern とは異つて早期に消滅しているようであつた。

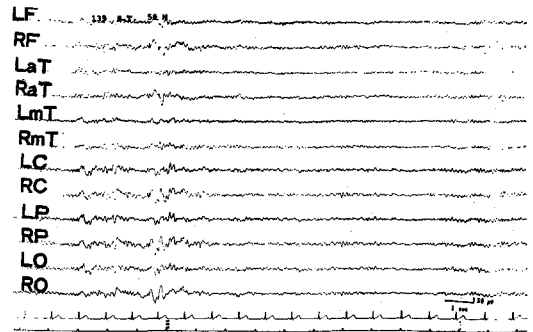


Fig. 11 EEG of a patient with epilepsy

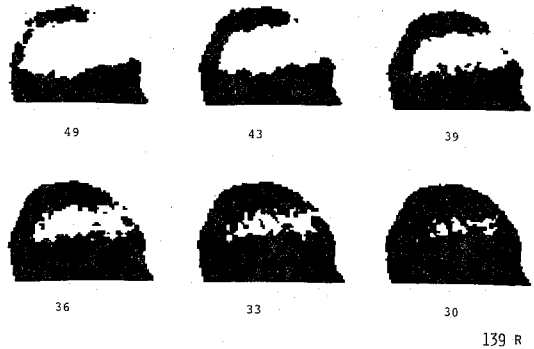


Photo. 8 Sequential scintigram on right lateral view of a patient with epilepsy

ii) Digital Analysis の試み。

上記のごとき症例を正常例と区別すべく、Digital Analysis を試みた。

痙攣を主症状とする“真性てんかん”, 15歳未満7名, 15歳以上17名の計24例に Digital Analysis を試みた。

正常例で示したと同様に sequential scintigram の各側面像より (A), (B), (C) 各点の slice level 値をグラフに表示すると、24例の多くは、ほぼ正常例 (グラフで×で示す) の勾配に沿つて分布しているが、明らかに勾配の小さい症例も認められた。

そこで、臨床発作型と最も最近の発作から scan までの期間の2因子を組み合わせて、各症例をグラフ上にプロットしてみた。発作型は、全身痙攣発作と焦点発作の2群に、期間は、1週間以内、1カ月以内、1カ月以上の3群に分類した

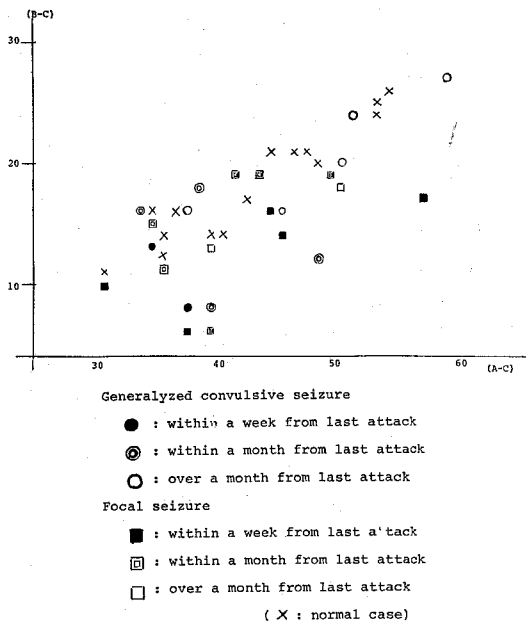


Fig. 12 Graph showing ratio of the width of slice level in cold area to the width of slice level in all area of head in patients with epilepsy

(Fig. 12).

グラフから判ることは、発作後間もなく scan を施行した症例 (●, ■で示す) 程、勾配が小、すなわち cold area の消滅が早いということがわかった。

e. その他の疾患

頭部外傷、水頭症、頭痛症、変性疾患など合計 45例に、Multilevel 解析を施行した。

疾患によつては、特徴ある所見を呈してはいたが、従来の photo-scintigram と大差はなかつた^{9) 12) 35) 50)}。

ただし、水頭症では 1枚の photo-scintigram からは正常と判断されるが、sequential scintigram の slice level を順次さげていくことにより、異常と診断されるものが多かつた。

VI. 考 察

1. Scintigram の表示方法について

脳シンチグラフィの発達は、冒頭で述べたように主に核種、計測機器、表示方法の 3 点の改良改善から成っている。

第 1 点の核種はさておき、第 2 の計測機器という点では、著者らはさきに Isocount Scanning 法を開発した。

本論文では、第 3 点の表示方法について著者が新たに開発した方式を述べた。

scintigram の表示方法は、従来フィルム上への画像の描出、すなわち photoscintigram が一般的である。しかしこの方法には、光源の調整、現像の条件など不安定な要素が介在し、また視覚による濃淡の識別には限度があるなどの欠点がある^{5) 15) 16) 29)}。これらのことを考慮して考案したのが Multilevel 解析という方法である。

Multilevel 解析は、得られたデータの情報処理に技術的改良を加えたものである。

Isocount Scanning によつて得られた計数率 R ($= \frac{N}{T}$) を紙テープに punch out して記録、すなわち、データを off line に収集しておき、後から情報処理技術を加えて診断に有用な情報を抽出するのである。

従来も表示方法に関しては、smoothing technique、コントラスト強調などの種々の改善がなされ、scintigraphy 自体としての工夫もなされている。例えば、Freedman⁹⁾、Ter-Pogossian²⁹⁾ らは、脳シンチグラフィに tomography の操作を施すことにより、脳深部の病巣の検出が容易になつたとし、Dichiro⁹⁾ は scintigraphy と cisternography を組み合わせることにより、より有用な情報を得ることができると報告している。

また、コンピューターの導入は scintigram のデジタル化を容易にし、種々の情報処理技術を加えて、より有用な情報を得ることができるようになつたとの報告も数多くみられる^{3) 5) 15) 28) 36) 40) 41)}。著者の方法に比較的似た研究としては、Planiol²¹⁾、Tauxe²⁸⁾、Brown³⁾、William³⁴⁾ らのデータ収集に punch tape を使用し、それをもとにしての pattern 認識による自動診断の試み、Kawin¹⁵⁾ の甲状腺 scan での isocount map の作成などがある。

しかしながら、これらの操作はいずれも従来の conventional scanning によつて得られたデータに基づいてなされているため、病巣をより明瞭化するという意味では original view と本質的には変わらないわけである^{16) 29) 41)}。

これに対し、本研究で Multilevel 解析の対象となつた情報は、従来の scanning で得られた情報とは異り、Isocount Scanning 法で収集された確率統計的に忠実度の高い情報であり、解析法を云々する以前の段階で既に優れた条件がつけられた。このように信頼度の高い情報であるからこそ Multilevel 解析も有意義であり得るのである。

さらに、この表示方法では動的に画像を観察するために異常部位の認識が1枚のフィルムに頼るより容易になる。slice level は自由に変化させうることで、テレビの画像を観察しながら繰り返し操作できることなど、臨床上の有用性は高い。

また、各 slice level が表示されるので、Digital Analysis も容易である^{3) 5) 28) 36) 41)}。

2. Multilevel Analysis の臨床的意義

a) 脳腫瘍

Multilevel 解析は、複数の病巣を見つけるのに有力な方法である。slice level の異つた切り口、すなわちいろいろの異つた RI activity のレベルで観察しえるからである。

後頭蓋窩腫瘍の場合には、slice level を変化させることにより、頭蓋底や静脈洞と異常 dot とを容易に区別しえる。しかしながら、著者が経験した限りでは、結果としては従来の photo-scanning の成績とあまり変りはなかつた。

Digital Analysis により、astrocytoma I, II 群と III, IV 群とでは、Fig. 6 に示すように明瞭な相違があつた。血管透過性、脳浮腫、vascularity、pinocytosis などの差によると解釈される。

著者は Digital Analysis によつて、glioma の悪性度がある程度判断できるという成績を得た。

従来も scintigram から脳腫瘍を分類するべく、種々の方法が試みられてきた。

例えば、Penning²⁰⁾、半田⁴⁴⁾、上村³⁹⁾らは、連続 scan を施行し、病巣の uptake ratio の時間

的推移から脳腫瘍の種別を判別せんとした。武田⁴³⁾は、scintigram の形態的分類と病巣 RI の集積状態の経時的变化による分類との組み合わせで、脳腫瘍の分類がある程度可能といつている。Donald⁷⁾、Ramsey²⁴⁾ らは、delayed scan が病巣を enhance する故、有効といつている。

これらは、経時的シンチグラムないし、Dynamic scintigram ともいわれるごとく、繰り返し scintigram を行うことにより脳腫瘍の性状を判定せんとする方法である。

これに対し、著者のは1回の scintigram をどう解析するかを企図したものであり、ある種の疾患では病態の推移を推測するために、繰り返し scintigram を行なつてはいるが、Dynamic scintigram とは性質を異にする研究方法である。

グラフ上で、転移性脳腫瘍も左方に偏位しているのは perifocal brain edema が著明なためであろう。一方、meningioma が左方にあるのは細胞密度が高く、vascularity に富み、したがつて RI 集積度が高いためであり、悪性 glioma と同一に論ずるわけにはいかない^{4) 20)}。

b) 脳血管障害

Multilevel 解析により、脳梗塞の病巣は従来の conventional scanning によるよりも明瞭に把握される。slice level は RI activity の最も高い部位から順に切つてゆくわけである。それ故、最初に現われる dot から most severely affected region を推定しうるのである。

脳梗塞では、Digital Analysis の結果からも発症後10日～1カ月が最も異常所見が著明であり、従来の報告と変らない^{10) 17) 18) 25) 31)}。

なお、本法によつても従来の scanning と同様に内頸動脈閉塞と中大脳動脈閉塞の鑑別はできなかった^{33) 42)}。

c) 脳膿瘍

膿瘍形成過程の各時期の症例あわせて16例に Multilevel 解析を施行した。

脳血管撮影では未だ異常所見がない早期に scintigram では陽性のことがあるとされている^{26) 27)}。炎症性病巣では、まず周囲に反応性浮

腫，血管透過性の亢進が生ずるからであろう。すなわち，脳血管撮影，脳室撮影では mass としての形態上の異常が所見として現われるのであるが，scintigram ではその前に脳の機能的異常を反映して陽性所見を呈するのである³⁰⁾。Multilevel 解析を行なつた16例全例が陽性所見を示した。

また，Digital Analysis で脳膿瘍の治癒過程を明確に把握することができる。複数の病巣がある場合でも可能で，どの病巣が改善を示し，どの病巣が増悪しているのか部位別に判定することができる。

脳膿瘍に対しては，価値ある検査法と考えられる¹⁹⁾。

d) てんかん

症候性てんかんを除いたいわゆる真性てんかんの症例を検討した。

Multilevel 解析で多くは正常であるが，中には従来の photoscintigram では局所的異常を指摘しえない症例で，Digital Analysis により正常とは区別されるものがあつた。

cold area の消滅が早いのは，脳組織の RI 集積度が高いためであり，血液脳関門が広範に障害されていることを示す。すなわち，痙攣発作の影響が脳全体に及んだことを示していると考えられる^{27) 30)}。

Prenski²²⁾ らは，焦点性発作では，発作直後，例えば3日以内は陽性所見を得ることができるが，全身痙攣発作では，scintigram 上，陰性所見であると述べているが，本研究では，発作型はあまり関係なく最終発作から scanning までの時間が関係していることがわかつた。すなわち，発作から scanning までの間隔が短い程発作の影響が残っており，これは血液脳関門の機能回復が不十分なためかと思われる。

このように局所的異常所見はなく，従来の方法では正常と判断されるもののなかに，Digital Analysis により，全領域が異常としてとらえることができる症例があつた。

こういった症例は，“diffuse abnormality” と呼んでよいかと考えられる。

VII. 結 論

従来の RI scintiscanning 法を工学的に改良した Isocount Scanning 法を開発し，それによつて得られた情報の表現手段を研究し，Multilevel 解析という方法を考案した。

この Multilevel 解析を，1972年11月から1976年1月までの間に，日常臨床に応用し，患者212例に229回施行し，頭蓋内疾患の診断に役立てた。

RI scintiscanning の数量的評価を企図して Multilevel 解析の slice level 値を応用し，Digital Analysis を試みた。

以上より次の結論をえた。

1. Digital Analysis により，glioma の悪性度の診断がある程度可能であつた。

2. 脳梗塞では，Multilevel 解析により，病巣の局在のみならず RI の集積度の高い部位から順に slice されることより，最も障害の強い領域の呈示も可能であつた。

3. 転移性脳腫瘍，脳膿瘍などの多発性病巣の検出が，conventional scanning より容易であつた。

4. 脳梗塞，脳膿瘍の slice level を検討することにより，病態の follow up がより明確に表示できるようになつた。

5. Digital Analysis により，てんかんの症例で，脳全体に異常が及んでいる場合があることが示唆された。脳全体にびまん性異常を検出することは，従来の scanning では不可能であり，Digital Analysis で始めて可能となつた。

本論文を終るにあたり，終始かわらぬご指導，ならびにご校閲を賜りました喜多村孝一教授に深く感謝致します。また，ご助力ご指導下さいました神保 実助教授，東京工業大学精密工学研究所池辺 潤教授，本学放射線科山崎統四郎助教授，ご協力頂きました脳神経外科教室医局員各位に厚く感謝致します。

本論文の要旨は，第5回国際脳神経外科学会（1973年10月），および第34回日本脳神経外科学会総会（1975年10月）にて発表した。

文 献

- 1) **Bakay, L.:** Basic aspects of brain tumour localization by radioactive substances. *J Neurosurg* 27 239~245 (1967)
- 2) **Brown, A., L. Zingesser, and L.C. Scheinberg:** Radioactive mercury-labeled chlormerodrin scans in cerebrovascular accidents. *Neurology* 17 405~412 (1967)
- 3) **Brown, D.W.:** Digital computer analysis and display of the radionuclide scan. *J Nucl Med* 7 740~753 (1966)
- 4) **Cohn, H.J. and M.S. Soiederer:** Tissue vascularity in positive and negative brain scans. *J Nucl Med* 10 553~557 (1968)
- 5) **Cormack, J. and J. Maalister:** Digital techniques and displays in brain scanning. *Neurology* 4 171~178 (1972)
- 6) **DiChiro, G.:** Radioisotope encephalocisternography and encephalo-ventriculography. *J Neurosurg* 36 127~132 (1972)
- 7) **Donald, E., F.H. Morel and A.V. Thomas:** Delayed Hg-chlormerodrin and Tc pertechnetate brain scans. *J Nucl Med* 10 423~425 (1968)
- 8) **Freedman, G.S.S.:** Gamma camera tomography. *Radiology* 102 365~369 (1972)
- 9) **Gilday, D.L., G. Coates, and D. Goldenberg:** Subdural hematoma-What is the role of brain scanning in its diagnosis. *J Nucl Med* 14 283~287 (1971).
- 10) **Glasgow, J.L., R.D. Currier, J.K. Goodrich and F.T. Tutor:** Brain scans at varied intervals following C.V.A. *J Nucl Med* 6 541~548 (1965)
- 11) **Goodrich, J.K., F.T. Tutor, and C.L. Webster:** The isotope encephalogram in brain tumour diagnosis. *J Nucl Med* 6 541~548 (1965)
- 12) **Heiser, W.J., J.L. Quinn, and W.V. Mollihan:** The crescent pattern of increased radioactivity in brain scanning. *Radiology* 87 483~488 (1968)
- 13) **Ikebe, J., O.A. Nawa:** Isocount scintiscanning system A probability theory approach. *Bulletin of TIT* 119 1~3 (1973)
- 14) **Ikebe, J., O.A. Nawa, H. Tada, and M. Jimbo:** Multilevel analysis of isocount scintiscanned data. *Bulletin of TIT* 119 15~24 (1973)
- 15) **Kawin, B., F. Huston, and C. Cope:** Digital processing display system for radioisotope scanning. *J Nucl Med* 5 500~514 (1964)
- 16) **Mishkin F.S. and J. Mealey:** Use and interpretation of the brain scan. Springfield, Thomas (1969)
- 17) **Molinari, G.F., F. Pircher, and A. Heyman:** Serial brain scanning using technetium-99m in patients with cerebral infarction. *Neurology* 17 627~636 (1967)
- 18) **Morrison, R.T., A.K. Afifi, M.W. Van Allen, and T.C. Evans:** Scintencephalography for the detection and localization of nonneoplastic intracranial lesions. *J Nucl Med* 6 7~15 (1965)
- 19) **Overton, M.C., T.P. Haynie, and S.R. Snodgrass:** Brain scans in nonneoplastic intracranial lesions. *JAMA* 191 431~436 (1965)
- 20) **Penning, L., D. Front, M. Bechar, K.G. Go, and J.M. Rodermond:** Factors the uptake of pertechnetate by human brain tumours. *Brain* 96 225~234 (1973)
- 21) **Planiol, T.:** Gamma-encephalography after the ten years of utilization in neurosurgery. *Prog neurol surg* 1 93~147 (1966)
- 22) **Prenski, A.L., C.N. Swisher and D.C. Devivo:** Positive brain scans in children with idiopathic focal epileptic seizures. *Neurology* 23 798~807 (1973)
- 23) **Quinn, J.L., I. Ciric and W.N. Hauser:** Analysis of 96 abnormal brain scans using technetium 99m (Pertechnetate). *JAMA* 194 157~160 (1965)
- 24) **Ramsey, R.G. and J.L. Quinn:** Comparison of accuracy between initial and delayed TC-pertechnetate brain scans. *J Nucl Med* 13 131~134 (1972)
- 25) **Rasmussen, P., J. Buhl, H. Busch, J. Haase and Aa. Harmsen:** Brain scanning-cerebral scintigraphy. *Acta Neurochirurgica*. 23 103~119 (1970)
- 26) **Suwanwela, Ch., V. Poshyachida and M. Poshyachida:** Brain scanning in the diagnosis of intracranial abscess. *Acta Neurochirurgica* 25 165~175 (1971)
- 27) **Sweet, W.H., J. Mealey, S. Aronow and G.L. Brownell:** Localization of focal intracranial lesions by scanning of rays from positron-emitting isotopes. *Clinic Neurosurg* 7 159~199 (1961)
- 28) **Tauxe, W.N.:** 100-level smoothed scintiscans processed and produced by a digital computer. *J Nucl Med* 9 58~63 (1967)
- 29) **Ter-Pogossian, M.M., M.E. Phelegs, E.J. Hoffman and N.A. Mullani:** A positron-emission transaxial tomography for nuclear imaging (PETT). *Radiology* 114 89~98 (1975)
- 30) **Tefft, M., D.D. Matson and E.B.D. Neuhauser:** Brain abscess in children. Radiologic methods for early recognition. *Amer J Roentgen* 98 675~688 (1966)
- 31) **Verhas, M., A. Schoutens, O. Demol, M. Patte, G. Demeurisse, Ch. Ganty and M. Racofski:** Study in cerebrovascular disease. Brain scanning with technetium 99m pertechnetate clinical correlations. *Neurology* 25 553~558 (1975)
- 32) **Webster, E.W.:** Gamma cameras Advantages and disadvantages. *Lahey Clinic Foundation Bulletin* 17 67~76 (1975)

- 33) Williams, J.L. and D.D. Beiler: Brain scanning in nontumorous conditions. *Neurology* 16 1159~1166 (1966)
- 34) William L.A., M.M. Kenneth and G. Michel: Digital and analog processing of anger camera data with a dedicated computer-controlled system. *J Nucl Med* 11 680~688 (1971)
- 35) Witcofski, R.L. C.D. Moynard and T.J. Roper: A comparative analysis of the accuracy of the technetium-99m pertechnetate brain scan, followup of 1000 patients. *J Nucl Med.* 8 187~196 (1967)
- 36) Yeh, E.L. and R.C. Meade: Quantitative analysis of brain scan. *J Nucl Med* 14 176~178 (1972)
- 37) 飯沼 武: R.I. イメージングに対するデジタル技術の応用. *医用電子と生体工学* 7 269~280 (1969)
- 38) 池田卓也・戴 礼忠・神川喜代男・最上平太郎: 脳神経外科における核医学データ処理システムの臨床的応用. *脳と神経* 25 463~471 (1973)
- 39) 上村和夫: 脳腫瘍を対象とした核医学検査. *臨床放射線* 20 737~747 (1975)
- 40) 木村和文・栗山良紘: 脳の核医学診断における情報処理. *神経進歩* 19 58~72 (1975)
- 41) 杉谷義憲・木村和文・山内良紘・岡田文明・額田忠篤・阿部 裕: 脳シンチグラムのデジタルコンピューターによる診断学的検討. *脈管学* 12 265~272 (1972)
- 42) 高木康行・飯岡弥生・岡田年弘・藤井昭夫・斎藤佳雄・山岡三郎: 閉塞性脳血管障害の脳スキャンと脳循環. *脈管学* 11 125~132 (1971)
- 43) 武田晃一: ^{99m}Tc 脳シンチグラム検査による鑑別診断の研究. *日医放会誌* 30 124~152 (1970)
- 44) 半田 肇: 脳神経外科領域における RI の診断的応用. *脳神経外科* 1 5~13 (1973)
- 45) 神保 実・末吉 俊・竹内一夫・福田 隆・山崎統四郎: 脳腫瘍のスキヤンニング. *臨床放射線* 16 425~435 (1971)
- 46) 神保 実・竹山英二・今永浩寿・門脇弘孝・喜多村孝一・オスカー・A. 名和・池辺 潤: 脳のアイソカウントスキヤンニング. 第14回日本神経学会総会で発表 (1973 阪大)
- 47) 今永浩寿・山本昌昭・門脇弘孝・竹山英二・加川瑞夫・神保 実・喜多村孝一: Isocount Scanning による脳腫瘍の診断. *脳神経外科* 5 29~436 (1977)
- 48) 竹山英二・山本昌昭・今永浩寿・門脇弘孝・神保 実・喜多村孝一・オスカー・A. 名和・池辺潤: 脳の等カウントスキヤンニング. *脳神経外科* 3 485~494 (1975)
- 49) 山本昌昭・門脇弘孝・今永浩寿・竹山英二・神保 実・喜多村孝一: Isocount Scanning による脳血管障害の診断. *脳神経外科* 3 827~834 (1975)
- 50) 門脇弘孝・今永浩寿・神保 実・喜多村孝一: 小児の脳シンチグラム. *脳と発達* 7 256~262 (1975)