

《解説》

鍼灸医学への核医学的アプローチ
— 鍼灸医学における画像情報の重要性について —

明治鍼灸大学・東洋医学臨床教室

矢野 忠 佐々木和郎 森 和

要旨：鍼灸医学における実験研究において最も重要なことは、鍼灸の刺激効果を生体のバックグラウンドや測定ノイズから明確に分離・同定することである。したがって、接触的、侵襲的計測法は鍼灸医学研究にとって大きな阻害因子となる場合が多く、できる限り侵襲を与えず、非接触的（体外計測方式、リモート・センシング方式）に生体情報を測定することができれば理想的である。

そこで、これらの条件をある程度満たしてくれるものとして核医学の診断技術や方法（画像診断）に注目し、鍼灸医学への応用（肝血流量の測定、心拍出量の測定、腎機能の測定、脳血流量の測定など）を試みた。

その結果、鍼灸医学の客観化・科学化を進めるうえで核医学的アプローチは重要な方法論となることが解った。

Approach Through Image Technology and Nuclear Medicine
to Acupuncture Medicine

Tadashi YANO, Kazuro SASAKI and Kazu MORI

Department of Oriental Medicine, Meiji Collage of Oriental Medicine

Summary: The vital informations obtained by non-invasive and non-contact methods are valuable to analyzed the effects of acupuncture on the autonomic activities.

The authors designed the experimental approach by the combination of the image technology and the nuclear medicine to visualize the hepatic blood flow, the cardiac output, the renal function and the cerebral blood flow.

The results obtained by this method are useful to objectify the therapeutic effects of acupuncture.

Key words: 核医学 Nuclear Medicine, 画像処理 Image Processing, 鍼灸医学 Acupuncture Medicine.

I 核医学へのアプローチ

鍼灸医学における実験研究において最も重要なことは、鍼灸の刺激効果を生体のバックグラウンドや測定ノイズから明確に分離・同定することである。したがって、接触的、侵襲的計測法は鍼灸医学の研究にとって大きな阻害因子となる場合が多く、できる限り侵襲を与えず、非接触的（体外

計測方式、リモート・センシング方式）に生体情報を測定することができれば理想的である。

筆者らはこれらの条件をある程度満たしてくれるものとして核医学の診断技術や方法（画像診断）に注目している。

核医学（Nuclear Medicine）は、医学における Big Science として、また境界領域科

学として発展してきた新しい医学である。核医学とは²⁾「放射性同位元素 (R I) を用いて疾病の診断, 治療および病態生理, 生化学を追及する新しい医学分野である」と定義されている。つまり核医学は診断や治療を行うばかりではなく, 発病や治効のメカニズムを究明することも大きな課題となっている。

最近の核医学の進歩は著しく, 各種 R I の合成法の進歩と計測器の開発およびイメージテクノロジーの導入により, *in vivo* で非接触的, 無侵襲的にさまざまな生体情報 (形態と機能) をイメージ (画像) として計測できるようになった。しかも連続的にデータを取得し, 再構成することにより生体を三次元的な機能形態として動態計測することも可能となった。この医用画像技術の開発は医学研究に大きく影響し, イメージ情報の重要性を認識させるとともに画像診断の発展を促す原動力となった。

筆者らは, この核医学の技術および方法は鍼灸医学の客観化・科学化を進める上で非常に重要な方法論になり得ると考え, いくつかの核医学的アプローチを試みたので紹介する。

II 核医学の実際的応用

核医学 *in vivo* 検査法は, 形態診断法と機能診断法の二つに分類されている。しかし, 両者の分類は必ずしも明確ではない。

それは形態診断法であっても放射性医薬品の組織特異性, 組織血流量などの生理機能を反映した動態検査であるため, その画像は超音波診断法や CT の画像などとは本質的に異なるものである。特に最近では放射性医薬品の生体内分布を経時的な動的画像として処理する Dynamic Imaging 法が主流となっているだけに, 得られる画像は単なる静的形態画像とは異なり, 機能の経時的な変動を反映した動態画像となる。

したがって核医学の検査法は, 検査対象を常に機能的形態として捉え, 経時的に変動する動態パターンを重視するところに特徴がある。

核医学動態検査法の基本原理⁵⁾は, 身体を構成

する物質 (Tracee) と同じ行動を取ることができ極く微量の放射性同位元素またはこれを標識した化合物を追跡子 (Tracer) とし, この Tracer の放射能の時間および空間的な分布の変化から Tracer の動態を把握し, 動態パターンから Tracer が関与する組織 (または臓器) の機能を測定する方法である。

動態検査法は, 循環時間や心拍出量のような物質の物理的移動の測定と摂取, 消化, 吸収, 排泄, 代謝あるいは生成のような物質の生物学的あるいは生化学的变化の測定の二つに大別される。

鍼灸医学の研究ではこれらの核医学動態検査法を応用し, 鍼灸刺激が内臓の血流量や代謝, 吸収にどのような影響を与えるのか, 時間経過とともに変動する動態パターンを解析することによって刺激部位や経絡・経穴の機能的関連性などを解明することができるものとする。

1. 肝機能 (肝血流量) の測定

肝血流量は, R I 標識コロイドの肝摂取率から求めることができる。³⁰⁾ 方法は被験者を空腹時に安静仰臥位とし, 肝上部にシンチデテクタをおく。¹⁹⁸Au コロイド 10~30 μ Ci の急速静注後の放射能推移を連続記録し, 肝集積曲線が Plateau になるまで継続する。Plateau 時の計数率から集積曲線の各時点での計数率を差引いて得られる指数曲線から半減時間を求め, $K=0.693/T$ ($T=1/2t$) より肝血流量の指標 K 値を得る。

図 1 は, 肝臓 100 g 当たりの血流量 (HBF) を刺激前後の増減率で示したものである。

この実験ではシンチデテクタが使用できなかったため, 静脈中に留置したカテーテルから血液を採集し, 血液中の放射濃度をウエルガンマー・カウンターで測定した。そして各時点における放射濃度を片対数グラフにプロットし, 半減時間を算出し, 肝集積係数 K 値を求めた。K 値を肝血流量の指標として肝俞一期門穴刺激群 (8 名), 原穴 (太衝) 刺激群 (5 名), 中府一肺俞刺激群 (5 名) の比較を行い, 刺激部位と肝血流量の関係, 経絡と肝臓の関係について検討した。被験者は健康成人ボランティアである。

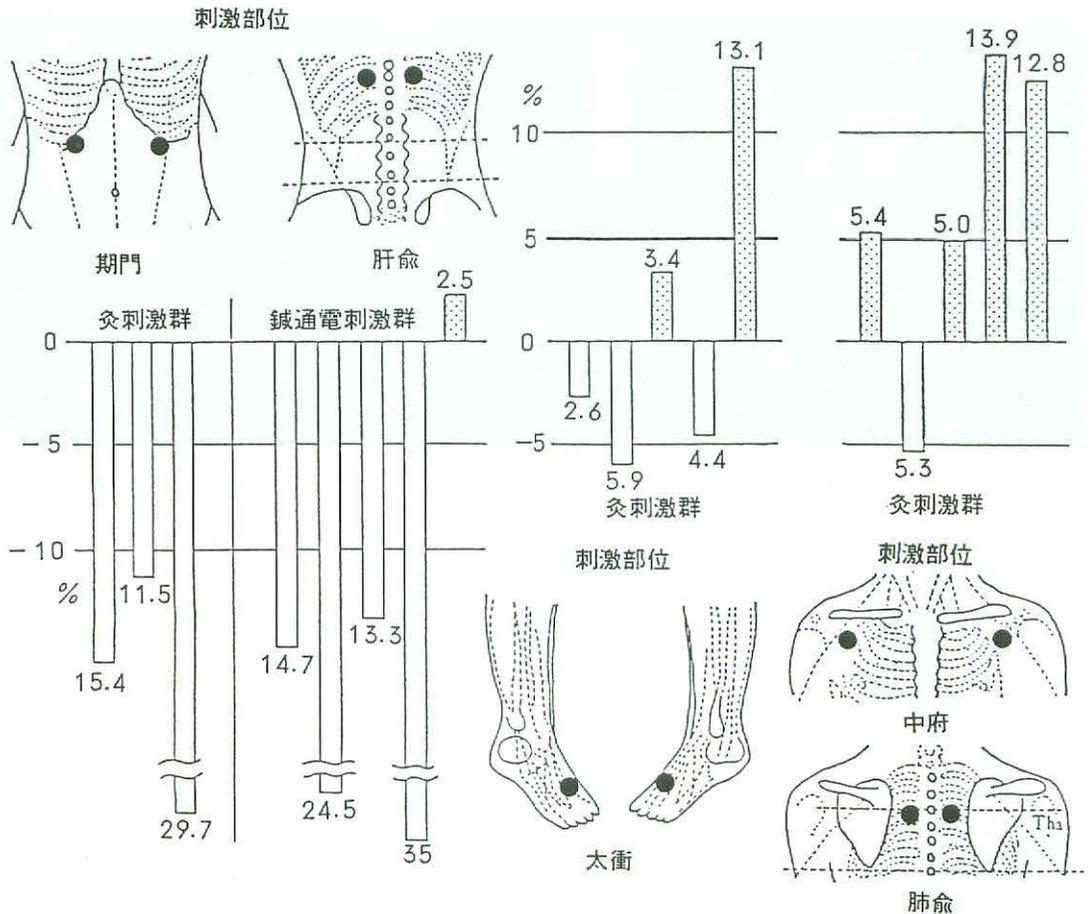


図1 鍼灸刺激前後における肝血流量の変化

肝臓100g当たりの血流量(HBF)を刺激前後の増減率で示した。HBFは $HBF = \frac{100K \cdot \lambda}{\rho}$ (ml/分/100g) (ρ は血液に対する肝組織のAuの分配係数)の式から求めた。肝俞刺激群では肝血流量が減少傾向を示したのに対し、中府刺激群では増加傾向を示した。太衝(原穴)刺激群では増加と減少に分かれ、一定の反応は見られなかった。このように刺激部位差によって肝血流量の変化は異なる反応を示した。

肝俞一期門刺激群では肝血流量は減少傾向を示したのに対し、中府一肺俞刺激群では増加傾向を示した。原穴である太衝刺激群では増加傾向と減少傾向とに分かれ、一定の方向性は見られなかった。²⁴⁾

以上のように刺激部位(体幹部と末梢部あるいはデルマトームと非デルマトーム)と肝血流量、

経穴と肝血流量、経絡と肝機能の関連性などについて明らかにすることができる。

現在ではRI標識色素を静注し、経時的な肝イメージをアーカメラでとり、肝イメージ上に適当なROI(関心領域)を設定することによって肝血流量を求めることができ、静脈カテーテルのように侵襲を加えることなく正確な肝血流量の計

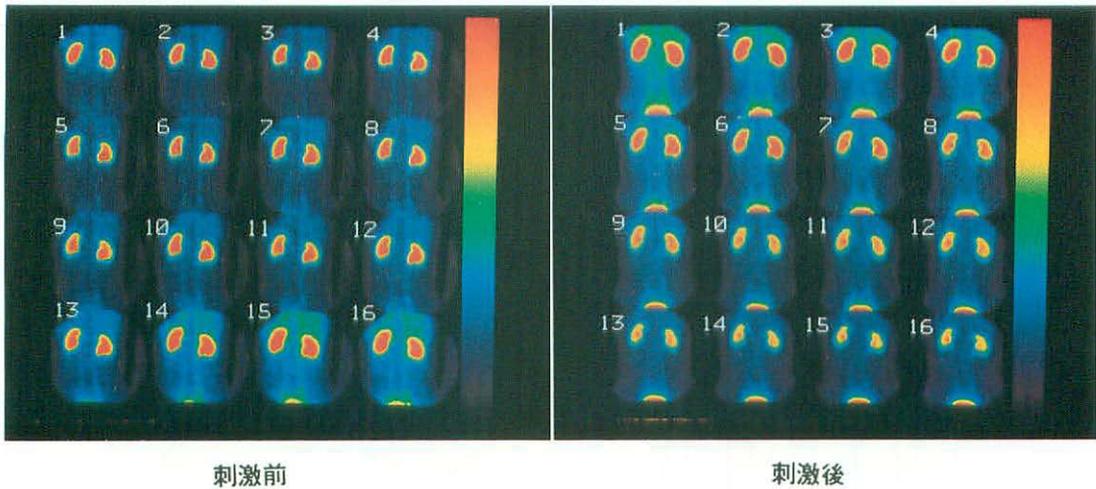


図2 鍼通電刺激前後における腎臓の動態イメージ

γ カメラで捉えた腎臓の動態イメージである。使用した放射静医薬品は ^{131}I -Hipprann である。鍼通電刺激前に比べて刺激後はR Iの尿管や膀胱への排泄は早くなることが腎臓の動態イメージから観察される。なお、刺激部位は左右腎俞、刺激時間は10分間、刺激頻度は2 Hz、刺激強度は軽い筋収縮が生ずる程度とした。数字は時間経過を示す。

測が可能である。

2. 腎機能の測定

腎機能の測定は、レノグラム (Renogram) の計測より求めることができる。¹⁸⁾ レノグラムは腎より特異的に尿中に排泄される放射性医薬品 (^{131}I -Hippurann や Te-DTPA) を静注し、腎臓部の γ 線体外計測 (シンチレーション・デテクターあるいは γ -カメラ) により、その部の放射濃度の経時変化を左右別に曲線として記録したものである。 γ -カメラを使用した場合、腎臓の動態イメージが測定できるので適当な部位に ROI を設定すれば領域レノグラム (髄質レノグラムや皮質レノグラム) を求めることができる。¹⁹⁾

測定方法は、検査開始30分前に300~400mlの水を飲用させ、検査直前に排尿させる。検査は腹臥位か坐位で行う。(腹臥位で行った方が検査中の姿勢のずれがなく安定的に計測できる。) 背部より一対のデテクターか γ -カメラを正確に腎臓部

にあてる。放射性医薬品を静注し、レノグラムを得る。

図2は、腎俞刺激前後の腎の動態イメージである。

被験者は健康成人男子ボランティアで、使用した放射性医薬品は ^{131}I -Hippurann である。刺激部位は左右腎俞、刺激方式は鍼通電方式で2 Hz、軽く筋収縮が生ずる程度の強度で10分間通電した。

腎の動態イメージを観察すると刺激後はR Iの尿細管から尿管、膀胱への排泄率が亢進していることがわかる。そこでさらに腎イメージ上にROIを設定して、レノグラムを求めて検討した。

図3は、腎俞刺激前後の腎レノグラムである。レノグラム曲線の解析は、定量的解析よりむしろ定性的解析の方が一般的である。レノグラム曲線は急速上昇部—トレーサ出現相 (a)、緩徐上昇部—腎血流相 (b)、下降部—排泄相 (c) に分け、そのパターンから分析する。(a)はR Iが

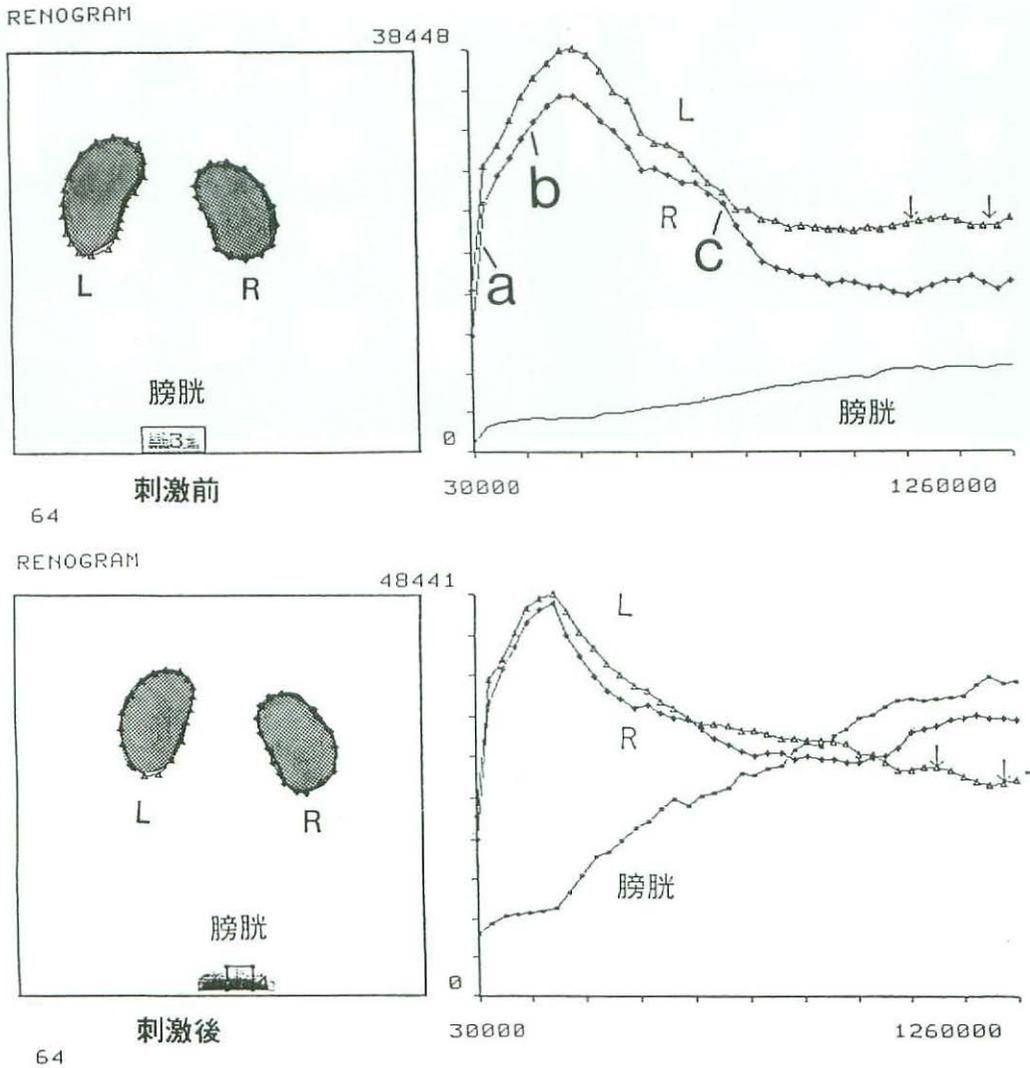


図3 鍼通電刺激前後におけるレノグラム

刺激前後における腎レノグラムを比較すると刺激後は腎血流量相のカーブは急峻であり、排泄相のカーブは急激な下降を示し、膀胱への排泄量も急な上昇カーブを示している。したがって腎俞刺激によって腎血流量は増加したものと考えられる。

腎に達したことを示し、腎外組織および腎血流量を反映している。(b)は腎血流量と尿細管分泌機能を合わせたものを反映しているが、この相は腎血流量に相関するといわれている。(c)は腎盂や尿細管の新しく生成された尿の排泄機能を示し、

尿流量の影響を受けるといわれている。

鍼通電刺激前後のレノグラムを比較検討してみると、刺激後において腎血流量相が急峻な上昇カーブを示していること、また排泄相も急な下降曲線を描いていることから鍼刺激により腎血流量は増

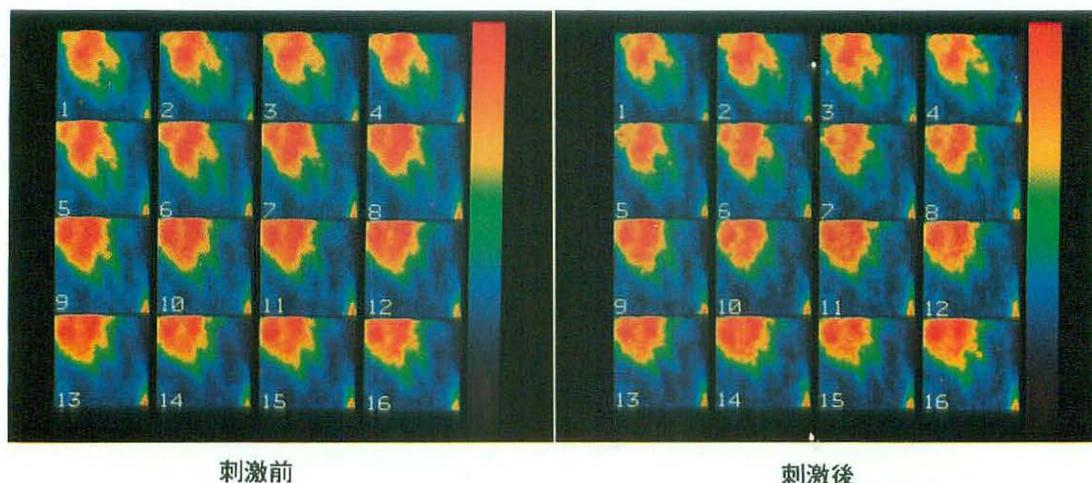


図4 鍼刺激前後における高時間分解法による心ゲート・プール・イメージ

γ -カメラで捉えた心動態イメージである。使用した放射性医薬品は $^{99m}\text{TcO}_4^-$ である。心室の収縮、拡張の経時的な形態変化と拍出量の変化がイメージとして観察することができる。刺激部位は左右郟門、手技は雀啄、刺激時間は5分間とした。数字は時間経過を示す。

加する傾向が認められた。^{9,10)}なお、腎血流量の定量的測定はカテーテルを用いて腎動脈中にRIを注入しなければならず、鍼灸医学の研究には侵襲が大きく、適切な方法とはいえない。また腎血漿流量の測定も一回の測定時間が長く、鍼灸刺激前後で比較検討するには不適当な方法である。

現在のところ腎レノグラムの定量的解析も含めて、腎イメージの動態からROI（皮質レノグラム、髄質レノグラム）を適当に設定し、鍼灸刺激が腎機能に及ぼす効果を検討する方法が適切であろうと考える。

3. 心機能（心拍出量）の測定

心拍出量の測定は、これまで心カテーテル法による左心室造影で行われていたが、患者への侵襲が大きいため、現在ではRI標識物質を用いて測定する方法が普及している。⁸⁾

RI標識物質を用いて心拍出量を測定する方法は三つある。その中でも筆者らが採用した高時間分解法は単に拡張終期、収縮終期におけるイメージを採取するだけの方法とは異なり、心電図R波

でトリガーをかけて、一定間隔（たとえば10ms）で1心拍あたり数十枚の心プール・イメージを採取し、これを数拍加算処理して心室容積曲線を作成し、駆出分画を求めるものである。²³⁾

使用する放射性医薬品は、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ あるいは ^{99m}Tc -人血清アルブミンで、これを静注し平衡に達した後、 γ -カメラで心プール・イメージを採取する。

図4は、高時間分解法による心ゲート・プール・イメージである。

図5は、郟門穴鍼刺激前後における左心室容積曲線と左心室容積変化曲線である。

被験者は、健康成人男子ボランティアである。使用した放射性医薬品は $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 、刺激部位は左右郟門穴、刺激方法は雀啄術、刺激時間は5分間とした。

心室容積曲線と心室容積変化曲線は、心ゲート・プール・イメージで心室およびバックグラウンドにROIを設定することにより求めることができる。その方法は拡張末期像（ED）で心室にROIを

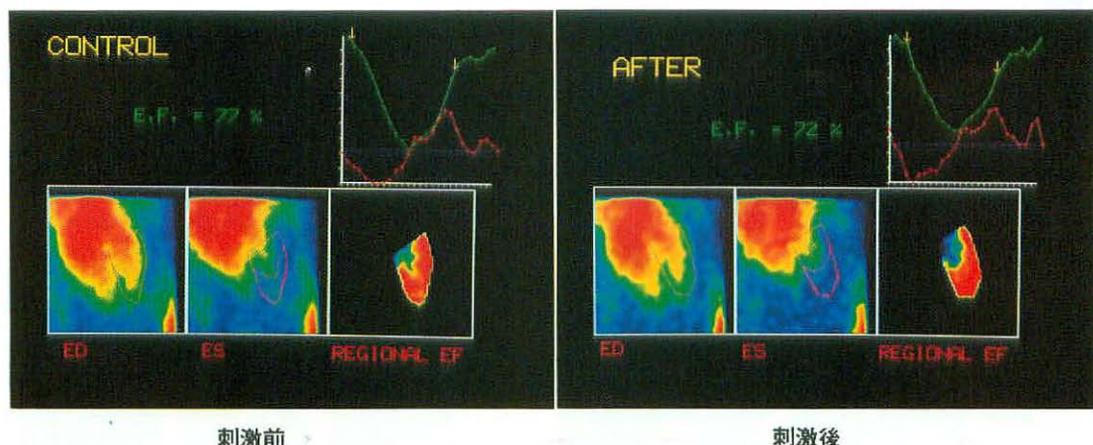


図5 鍼刺激前後における左心室容積曲線・左心室容積変化曲線

上段の緑が心室容積曲線，赤が心室容積変化曲線を示す。EDは心室拡張終末像，ESが心室収縮終末像である。鍼刺激後はE Fが5%減少した。つまり，鍼刺激によって拍出量は減少したことを示す。

設定し，そのROIのTAC (Time Activity Curve) を求める。次いでこのTACの最下時を収縮末期とし，収縮末期像 (ES) で収縮部分をバックグラウンドとしてROIを設定し，先に求めたTACよりバックグラウンドを減ずることによって心室容積曲線を得る。さらに，この容積曲線を微分することにより心室容積変化曲線，つまり心室の収縮，拡張の速度を示す曲線を得ることができる。

なお，駆出分画 (Ejection Fraction : EF) は， $EF =$

$$\frac{(ED \cdot ROI \text{ count}) - (ES \cdot ROI \text{ count})}{(ED \cdot ROI \text{ count}) - (\text{Background} \cdot ROI \text{ count})}$$

の式から求める。このEFが心拍出量を表す指標となる。

郗門穴刺激でEFは77%から72%に低下した。つまり，鍼刺激で心拍出量は一過性に減少したことが解る。この成績は，鍼刺激は心拍数を減少させるという報告と符号するが，核医学を応用することによって鍼の心機能に及ぼす効果を拍出量，

心筋の収縮，拡張の速度，心室容積の変化などより詳細に観察することが可能である。^{9,10)}

4. 中枢神経機能 (脳血流量・酸素消費率・ブドウ糖代謝) の測定

脳血流量や脳神経細胞の代謝過程を測定するには，ポジトロン・エミッション・トモグラフィ (Positron Emission Tomography : PET) が最も適している。PETは，ベビーサイクロトロンで作られた各種のポジトロン放出核種を投与することによって脳神経細胞の機能 (生化学的な代謝過程や神経化学物質の分布) や血流量の動態を断層画像として表示する技術である。^{1,4,6,13,20,21,28,29)}

現在，PETでは脳神経細胞のグルコース代謝，アミノ酸代謝，蛋白合成率，酸素摂取率といった代謝系の測定，血流量，血液量，酸素消費量といった物質の分布，ベンゾジアゼピン・リセプターの活性や分布といった神経伝達物質の測定が可能である。^{15,17)}つまりPETの技術を駆使することによって脳や身体諸器官の機能図をイメージング

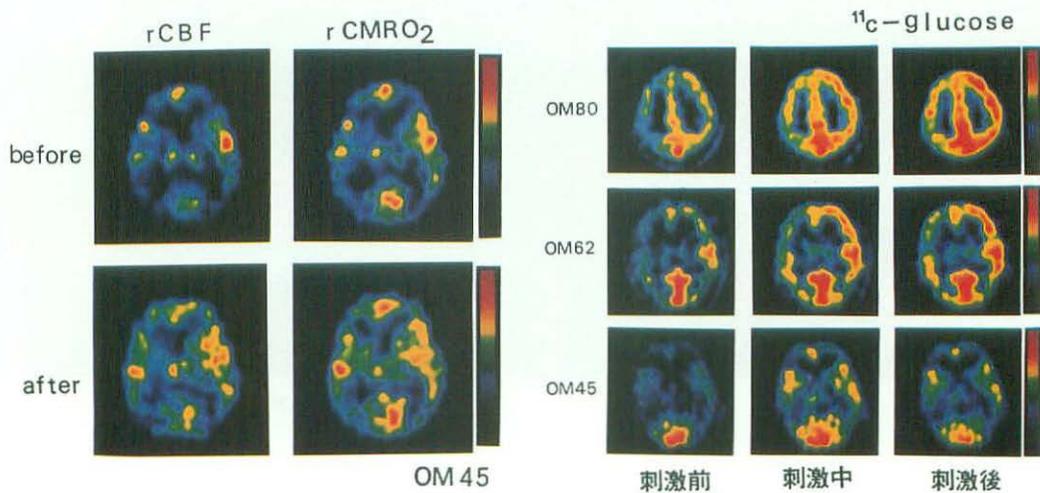


図6 鍼通電刺激前後におけるポジトロンCTイメージ

(A) 脳血流量 (CBF) と脳酸素消費率 (rCMRO₂) のポジトロンCTイメージである。鍼通電刺激部位は左合谷一手三里、刺激頻度は2 Hz、刺激時間は10分間、刺激強度は筋収縮が生ずる程度とした。鍼通電刺激後、脳血流量、脳酸素消費率は前頭葉から側頭葉にかけて増加した。

(B) グルコース代謝のポジトロンCTイメージである。刺激方法は (A) と同じである。鍼通電刺激後、脳神経細胞のグルコース代謝は皮質全域にかけて亢進を示した。

し、診断、治療効果の判定、さらに発病のメカニズムを追及することが可能となる。

図6は、OM45mmにおける鍼刺激前後の脳血流量と酸素消費率およびブドウ糖代謝のPETイメージである。

被験者は、健康成人男子ボランティアである。刺激部位は合谷一手三里（左側）、刺激方法は鍼通電方式で2 Hz、軽く筋収縮が生ずる程度の強度で10分間通電した。

脳血流量と酸素消費率の測定方法は、¹⁵Oガス定常吸入法 (Steady Study) を採用した。¹⁵O₂ (炭酸ガス) と¹⁵O₂ (酸素ガス) を連続的に吸引させ、PETイメージを採取し、血液中の濃度とトランスミッションによる被写体の吸収減衰を補正することによって、局所脳血流量 (rCBF)、局所脳酸素消費率 (rCMRO₂) を算出することができる。

脳のブドウ糖代謝の測定方法は、¹¹Cを葉緑素から光合成により得られたブドウ糖にラベルしたものを経口的に投与し、PETイメージを採取した。

鍼通電刺激前後で比較すると Steady Study においては上前頭回、下前頭回、中心前回とその周辺に相当する部位で脳血流量および脳酸素消費率の増加が認められた。特に刺激反対側の皮質部で明瞭な変化を示した。また、脳のブドウ糖代謝においても同様な結果を示した。^{25,26,27)}

鍼灸刺激が中枢神経系にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることは、鍼灸治療のメカニズムを解明する上で非常に重要な研究となる。特にPETを応用することによって鍼刺激の中枢神経系内における伝達経路や刺激部位と大脳皮質機能との関連性、さらには鍼刺激と神経伝達物質の中枢神経内における挙動などが解明できる。

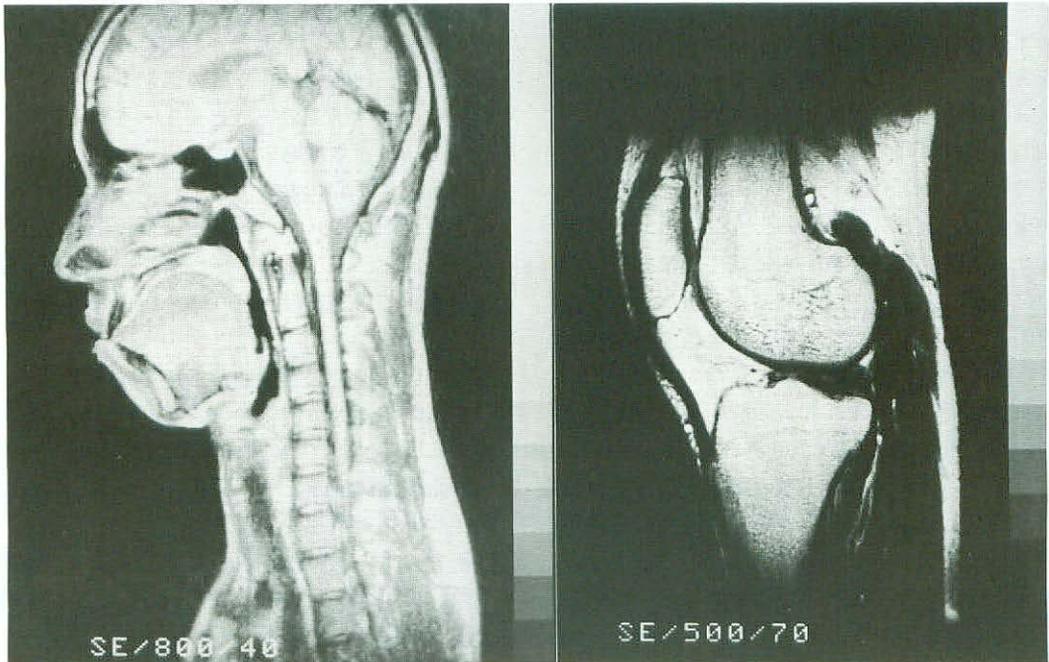


図7 頭頸部と膝関節部のNMRイメージ

(A) は頭頸部のサジタル像である。後頸部の軟部組織や脊椎が明瞭に観察される。

(B) は膝関節部のサジタル像である。膝関節の内部の様子や関節周囲の軟部組織の関係がよく観察される。

5. NMRの応用

核磁気共鳴現象の医学応用は、生体の化学的情報の収取を通して病態解析の可能性にあるとわかっていであろう。^{11,12)}

現在得られている生体からのNMR情報は、プロトンの密度像、プロトンの緩和時間、NMRスペクトルの三つである。まだNMR画像のもつ臨床的意味については充分解明されていないが、将来的には化学的情報のイメージングが可能であるとされており、NMRに期待するものは非常におおきい。

図7は、身体各部のNMRイメージである。

鍼灸医学におけるNMRの応用はいろいろ考えられるが、図に示すようにNMR画像はX線画像と違って非常に軟部組織のイメージングが良い。

鍼灸臨床が軟部組織系疾患を対象とするだけに、NMRによる診断は非常に有益であると考え、さらに in vivo における化学反応の測定ができるようになればNMRは、鍼灸治効作用の解明に新たな光を与えてくれるであろう。

Ⅲ 鍼灸医学における画像診断の必要性

鍼灸医学における診断情報は、すべてパターン情報であるところに特色がある。とくに五感による生体情報（望診、問診、切診の診断情報）は詳細にパターン分類されており、これらの認識過程がそのまま診断・治療のアルゴリズム（診断即治療の体系）となっている。

しかしながら、その診断技術を体得するには長い間の研鑽と経験が必要とされ、誰もが簡単に

きるものではない。しかし、鍼灸医学が科学として発展するためには臨床で取り扱う主観的生体情報を客観化しなければならず、またその診断・治療（証の決定と治則）のアルゴリズムの妥当性を解明しなければならないと考える。

筆者らは、その方法論として画像工学的アプローチが重要であると考えている。人間の五感を各種センサーに置き換え、さまざまな生体情報を画像情報に変換し、パターン認識による分類と古典情報との整合性を検討しながら、鍼灸医学診断の科学的根拠を明確にしなければならないと考えている。また鍼灸治効メカニズムの解明をはかるためにも画像工学的技術の導入が重要であると考えている。

現代医学における画像工学の応用である画像診断の発達は目覚ましく、その技術の開発は日進月歩である。特に Dynamic Imaging 法の進歩により、生体を静的なものから動的な機能構造として捉えることができるようになった。現在、画像診断は図8に示すように解剖学的画像診断、生理学的画像診断、生化学的・薬理学的画像診断の三つに分類できる。³⁾ 筆者らは前述した核医学および核磁気共鳴装置 (Nuclear Magnetic Resonance Tomography : NMR) の他に超音波診断装置の応用を検討している。

画像診断は、現代医学領域において今後ますます発展するであろう。その理由としてイメージ (画像) 自体のもつ多量の情報量とパターン認識

のしやすさが、人間の思考 (思考パターン) と非常に適合するからであると考えている。したがって画像診断は、診断、発病のメカニズム、治療効果の判定など医学研究の主流として、なくてはならない計測技術となるものと考えている。

鍼灸医学研究においてもこれからは画像診断技術を積極的に導入し、イメージ情報のもつ説得性を有効に生かしながら、鍼灸医学の客観化・科学化を進めていかなければならないと考える。

IV 鍼灸医学画像解析装置の開発

鍼灸医学で扱う情報のほとんどが、パターン情報であることはすでに触れた。そこで各種のパターン情報を画像情報として分析、処理するためには画像解析装置が必要である。

筆者らは、鍼灸医学用として図9に示す各種の画像解析用ソフトを搭載した鍼灸医学用画像解析装置を島津製作所医用技術課と共同で開発した。図10は、鍼灸医学用画像解析装置の基本構成である。^{10)・17)}

核医学の応用で図示した画像はすべてこの解析装置で処理したものである。現在、核医学用データだけでなく、五声の声紋図の解析、腹診のイメージング、経絡・経穴系のイメージング、サーモグラフィの画像処理、レントゲン写真の画像処理などにも使用している。

V まとめ

in vivo で非接触的、無侵襲的に生体情報を計測できる画像診断技術は、鍼灸医学研究にとって必要不可欠な方法であり、また、鍼灸医学に対する正当な理解と評価を得るには画像情報のもつ説得性を有効に活用することが最も効果的であると考えている。

今後、鍼灸医学に最も適した画像診断技術の応用と研究方法の在り方を検討し、鍼灸医学への核医学的アプローチの方法論を確立していきたいと考えている。

最後になりましたが、鍼灸医学用画像解析装置のソフト開発に島津製作所医用技術のスタッフの

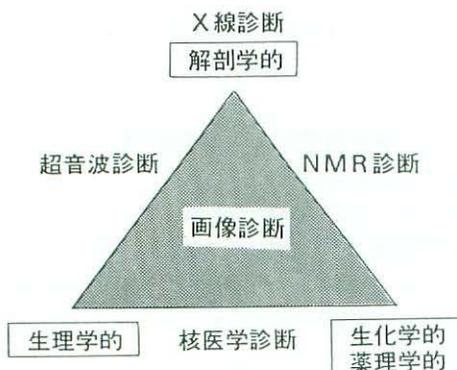


図8 画像診断の役割

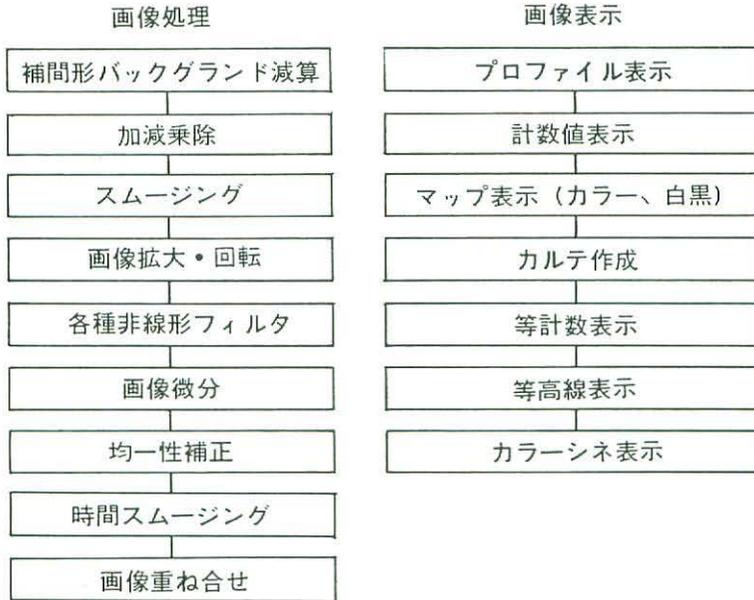
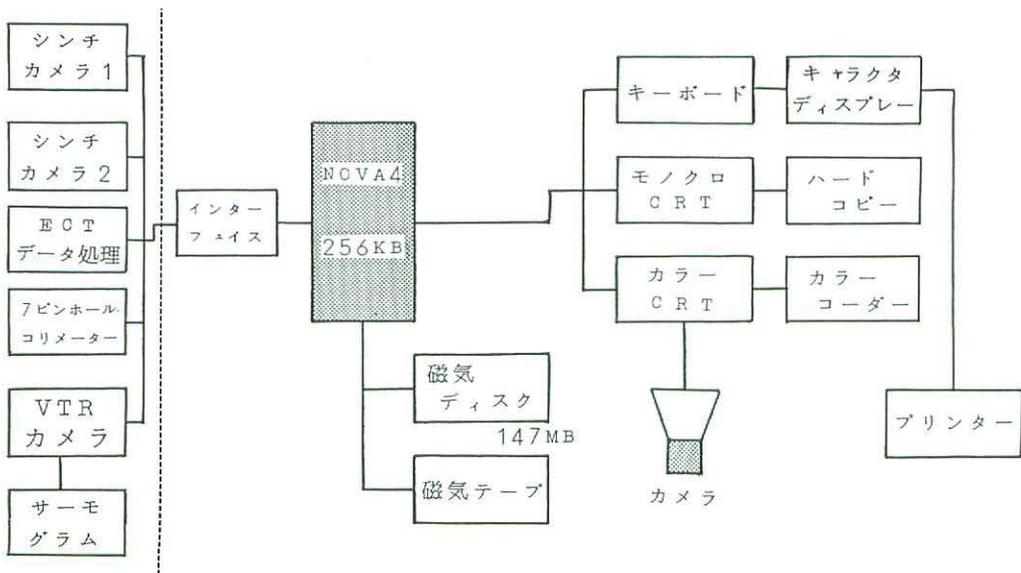


図9 鍼灸医学用画像解析装置に必要なソフト

ソフトの構成は画像処理と画像表示からなる。このほかに局所動態解析用のソフトが用意されており、関心領域 (ROI) の設定や経時的変化の解析に応用している。



核医学用

図10 鍼灸医学用画像解析装置の基本構成

CPUはNOVA4、記憶装置は147MBハードディスクで64×64のマトリクスサイズで15000枚の画像がファイルできる。ディスプレイ装置はカラーとモノクロCRT、これにプリンターとハード・コピー、イメージ・コーダを搭載している。入力装置は今のところVTRカメラしかないが将来は核医学用の各種入力装置 (αカメラやSPECTなど) を結合させる予定である。なお、サーモグラフィや超音波診断装置の結合も可能である。

協力を得ました。また、核医学の応用について筑波大・医・放射線科外山比南子氏、国立中野病院放射線科飯尾正宏氏の協力を得ました。ここに心から深甚なる感謝を申し上げます。

文 献

- 1) Endo. M. : Analytic models of regional oxygen metabolism with ^{15}O and local glucose metabolism with ^{18}F FDG, *Advances in Neurological Sciences*. 28(2) : 201~210, 1984.
- 2) 久田欣一 : 核医学 (Nuclear Medicine) とは, 最新核医学. 久田欣一編. 金原出版 : 1, 1977.
- 3) 飯尾正宏 : 画像診断の展望. 診断と治療. 70(8) : 1461~1463, 1982.
- 4) 菅野 巖他 : ポジترون・エミッション・トモグラフィ装置と日本における開発状況一. 画像診断. 1(3) : 243~251, 1981.
- 5) 金子昌生, 仙田宏平 : 序説一核医学動態検査の基本原理および特長一. 核医学大系4. 核医学機能診断法. 金子昌生, 仙田宏平, 森成元著. 実業公報社 : 2, 1977.
- 6) Kuhl, D. E. : Mapping local cerebral glucose utilization in normal aging and in cerebrovasculature, degeneration, and epileptic disorders, *Positron Emission Tomography of the Brain*, W.-D. Heiss and M. E. Phelps (eds.), Springer-verlag Berlin Heidelberg New York : 1983.
- 7) 森成 元 : 核医学機能診断各論, 泌尿器系の機能診断, 核医学大系4, 核医学機能診断法, 金子昌生, 仙田宏平, 森成元著. 実業公報社 : 121~128, 1979.
- 8) 森成 元 : 核医学機能診断各論, 循環器系の機能診断, 核医学大系4, 核医学機能診断法. 金子昌生, 仙田宏平, 森成元著. 実業公報社 : 103~112, 1979.
- 9) 森 和, 矢野 忠, 佐々木和郎他 : 鍼灸医学への画像工学的アプローチ. 第34回全日本鍼灸学術大会予稿集 : 68, 1984.
- 10) 森 和 : 鍼灸医学用画像解析装置の開発と応用の実際. 第34回全日本鍼灸学術大会予稿集 : 109, 1984.
- 11) 佐久間貞行 : 核磁気共鳴 (NMR), 診断と治療, 70(8) : 1489~1498, 1982.
- 12) 佐々間貞行 : NMR イメージング臨床の今後. 病態生理, 4(2) : 119~124, 1985.
- 13) Shibasaki. T. : Analysis of human cerebral functions using positron emission tomography (PET), *Advances in Neurological Sciences*, 28(2) : 211~228, 1984.
- 14) Shishido. F., et al. : Positron CT study for cerebral ischemia, *Advances in Neurological Sciences*. 25(3) : 250~257, 1984.
- 15) 篠達 仁他 : ^{11}C -R015-1788 ポジトロンCT による in vivo ベンゾジアゼピンレセプターの測定. 核医学. 22(8) : 1176, 1985.
- 16) 篠達 仁他 : ^{11}C -R015-1788 ポジトロンCT によるベンゾジアゼピン特異的結合部位のイメージング. 核医学. 22(8) : 1176, 1985.
- 17) 佐々木和郎, 矢野 忠, 森 和 : 鍼灸医学画像解析装置の開発. 第4回医療情報学連合大会論文集 : 382~387, 1984.
- 18) 瀬戸 光 : レノグラム, 最新核医学, 久田欣一編. 金原出版 : 283~285, 1977.
- 19) 瀬戸 光 : 腎の動態イメージ検査法, 最新核医学, 久田欣一編. 金原出版 : 292~295, 1977.
- 20) 館野之男, 宍戸文男 : ポジトロン核医学, 診断と治療. 70(8) : 1499~1505, 1982.
- 21) 館野之男編集 : 脳, ポジトロンCT, 医学書院 : 102~118, 1983.
- 22) Tatenno. Y. : Role of Positron CT in the study of neuroscience, *Advances in Neurological Sciences*. 28(2) : 183~189, 1984.
- 23) 外山比南子他 : 高時間分解能法による経時的心プールおよび心筋イメージング. 核医学. 14 : 41~47, 1977.
- 24) 矢野 忠, 森 和 : 東洋医学の基礎的研究一 体表刺激が内臓血行に及ぼす影響について一. 医療の科学. 5(1) : 12~20, 1977.
- 25) 矢野 忠, 森 和 : ポジトロンCT からみた針灸の効果. 核医学. 20(7) : 1001, 1983.
- 26) 矢野 忠, 森 和 : ポジトロンCT からみた針灸の効果. 核医学. 21(9) : 1167, 1984.
- 27) 矢野 忠, 森 和 : ポジトロンCT からみた針灸の効果. 核医学. 22(8) : 1171, 1985.
- 28) 山本幹男 : ポジトロンCT 映像法一PET. 医学のあゆみ. 127(4) : 1218~1225, 1984.
- 29) Uemura. K, et al. : Measurement of regional cerebral blood flow using a Positron CT, *Advances in Neurological Sciences*. 28(2) : 238~249, 1984.
- 30) 油野民雄 : 肝血流量の測定, 最新核医学, 久田欣一編. 金原出版 : 266~267, 1977.