〔第43回総会シンポジウム〕

6. インビボ核医学の動向と医療技術者の役割

星 野 光 雄

東邦大学医学部附属大橋病院 放射線部

Key words: In vivo, Immuno nuclear medicine, Technologist education

6. THE STATUS, ON THE PRESENT-TO-FUTURE OF IN VIVO NUCLEAR
MEDICINE AND THE ROLE OF MEDICAL TECHNOLOGISTS

MITSUO HOSHINO

Department of Radiology, Tohho University Medical School, Ohhashi Hospital

Summary

Physiological and biochemical studies and whole-body research on diseases of unknown incidence lesions, which are presently being universal studied for all organs will be studied continuous for practical application.

Future studies may consist of ① research in the physipathological mechanism regarding cranial nerves diseases using neurotransmitters, ② Immuno-nuclear medicine and ③ clearing the causes for incurable diseases. Those studies may be practical used through the use of feed back from positron nuclear medicine to single photon nuclear medicine.

Future nuclear medicine will be supported by basic studies such as clinical physipathology, cytology, immunology, pharmacology, and embryology.

1. はじめに

近代技術は画像検査法の多様化をもたらした。エネルギー源はX線やγ線のほか陽電子線、可視光、超音波、磁気など電離非電離の別なく広汎に及ぶ。しかし、これらを核医学技法と核医学以外の技法（他法）とに分け、それら技法が成立するための根元的要素と得られる情報内容とを考えると、核医学技法のみ別で、他法は殆んど共通していることが解る。すなわち、技法構成要素にあつては核医学が薬剤、装置、検査技術の三つからなるのに対し、他法は装置と検査技術が基本であるほか情報内容も核医学が生理・病情報であるのに対し、他法は形態情報が主体である。

拠つて著者は今後動向を決定する最大の要素は、核医学におき薬剤、他法にあつては装置と考え、この観点か

らインビボ核医学の今後動向とそれを支えるため必要な医療技術者、特に診療放射線技師の技術知識につき論述する。

2. 検査内容および方法の動向

今後動向は、他法では不可能であるも核医学的には可能な絶対適応、他法との相関性ないし特定ケースにおき対象となる相対適応、および近未来での可能性を予測した将来適応、この三つに区分し述べる。なお、この区分に含まれる各検査項目は、一般的な日常臨床用を中心としたものであるが、例外としサイクロトロン製剤についてもふれる。

2.1 絶対適応

絶対適応には大きく分け、①発生個所の不明および不定疾患の全身検索、②各臓器それぞれの生理学的・病理

Fig. 1 リン酸剤による転移巣検索

Fig. 2 異所(舌根部)甲状腺像

Fig. 3 消化管出血例

学的形態および機能検索, ③ヨード過敏症者への適応, この3群が考えられる. 核医学技法ほど簡単に全身検索可能な方法は他になく, ①では腫瘍巣や炎症巣の検索, 異所性組織の存在確認, 出血巣および体液漏出個所の検索, 等がある (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3).

Fig. 1はMDP (Methylen di-phosphnate) を用いた前立腺癌患者の術後例である. 癌検索ではこのリン酸剤と並び, ほかも多用されるものにガリウムもあり, 前者が骨組織を目的とするのに対し, 後者は軟部組織を対象とする. Fig. 2はヨードが所定(頸)部に集積せず, 舌根部に集積した例である. 舌根部甲状腺が検出できた. Fig. 3は, ^{99m}Tc 標識赤血球にて行った消化管出血の2例である. 上段は下腹部に広く出血血液が広がり下段では, 空腸に出血巣が存在していた.

②の生理的病理的機能検査では画像を伴うものと, 伴わないものとの両方が可能である. 画像を伴う例には交換能(肺ガス), 撮取能(甲状腺・副腎), 排池能(尿・胆汁・唾液), 循環能(血液・リンパ液)等があり, 画像を伴わない例では鉄代謝, 循環赤血球量や血漿量, 赤血球寿命およびビタミン B_{12} 吸収試験等がある.

Fig. 4は急に息苦しくなり, 救急入院した例である. 胸部X線と核医学検査を行い, X線で異常なかったが, 核

Fig. 4 閉塞性肺疾患例

医学では肺血流と換気に明らかな障害を認め, 肺硬塞と診断された. ③は, 説明不要と考え省略する.

2.2 相対適応

核医学技法とは, RIを追跡子とするトレーサ検査法と定義できるし, 生きてる状態の検査法でもある. したがって適応の相対性は他法の特徴や, 各技法の成熟度に依存するものの例えば核医学技法の体液にあつては, 流れる方向や速さ, 量など容易に検索できる. この例では心臓や脈管系の血液循環があり, 脳脊髄液の流れもある. また脳でも, 血液脳関門生理機構の破壊巣は本法で直接検出できるし, 虚血性脳疾患に対しては ^{123}I -IMP (N-

aortic aneurysma

Fig. 5 胸部大動脈瘤

isopropyl-p [^{123}I] iodo an phetamine) の有効例が数多い。

Fig. 5 は、胸部大動脈瘤の例である。われわれはこれらのほか、核医学技法の特徴を生かし起立性低血圧症の検査にも役立っている。

つまり絶対的あるいは相対的に適応されるもののうち、呼吸器疾患や循環器疾患、および出血や体液漏出など、救急医療に役立つものは決して少なくない。

以上は全てシングルフォトンであった。これに対し施設設備やマンパワー等との相対性で適応となるものに、ポジトロン核種がある。それにはジェネレータで抽出可能なものとサイクロトロンで製造するものがあり、サイクロトロン製造核種²⁾には蛋白、脂質、糖質など生体構成必須元素が多い (Table 1)。したがって、それを使えば生体機構や薬物代謝を定量的に動態観測できるほか、

癌の質的診断や組織別診断も可能となる。しかし実用的には膨大な費用と人材が必要であり、設置・運用は特定機関に限定される。拠ってその社会的役割は、シングル

Table 1 サイクロトロン製造核種とその検査薬(例)

核種	半減期	無機ガス体, 標識化合物	応 用
^{11}C	20分	^{11}CO , $^{11}\text{CO}_2$	肺血流機能
		^{11}C -カフェイン, ^{11}C -エフェドリン	脳, 副腎
		^{11}C -L ドーパミン	脳機能
		^{11}C -第一級アミン, ^{11}C グルタミン	肝機能
		^{11}C -グルコース, ^{11}C -フルクトース	糖尿病
		^{11}C -パルミチン酸	心筋
^{13}N	10分	^{13}N アミノ酸	心筋, 脳, 肝
		$^{13}\text{NH}_3$	肝, 心臓, 脾
^{15}O	2分	$^{15}\text{O}_2$, C^{15}O , C^{15}O_2	肺血流機能
		$^{15}\text{O}_2$ -アルコール, $^{15}\text{O}_2$ -アルデヒド	循環器系
^{18}F	10分	^{18}F -2デオキシ, 2フロロ・D グルコース	脳代謝機能
		^{18}F -5フロロフラシル	腫瘍
		^{18}F -アミノ酸	脾蛋白代謝
		^{18}F	骨

Table 2 将来適応の薬剤例(1986年現在)

対 象 ・ 方 法			薬 剤
レ セ ブ タ	脳	神経伝達物質 (ドーパミン) アミン代謝酵素 (セロトニン) 〃 (エピネフィリン) 特異的アミン ムスカルコリン様アセチルコリン	^{123}I -ISP ^{123}I -MIL ^{123}I -MIBG ^{123}I -HIPDM, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -NEP ^{123}I -IDEX, ^{123}I -IQNB
		エストロゲン	^{123}I -EST
心 筋	硬 塞 脂肪酸代謝 血 流		$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MPI ^{123}I (^{131}I)-高級脂肪酸 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TBI
肝	アシアロ糖蛋白 解離イオン反応		$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -NGA ^{62}Zn -EDDA
脾	アミノ酸代謝		^{123}I - α -メチルチロシン
癌	神経芽細胞腫 髄様癌		^{123}I -QNB $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMS(V), $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA
モノクローナル抗体 (MAb) の金属錯体			^{111}In ・ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ・ ^{67}Ga ・ ^{123}I , -MAb

〔第43回総会シンポジウム〕 6. インビボ核医学の動向と医療技術者の役割 (星野)

フォトン核医学の水先案内を果すとともに、シングルフォトン核種への成果還元にあると考えてよい。

2.3 将来適応

将来適応の殆んどは、核医学技法の本質に照らし、シングルフォトン製剤と考え間違いなく、ここでは動物実験ないし臨床治験段階に至ったうち特に有望と考えるものを示した (Table 2)。

脳の虚血性疾患では、 ^{99m}Tc -HM-PAO(hexamethylpropyleamine oxine)を用いた臨床例^{3),4)}がすでにあり、画像は ^{123}I -IMPより鮮明化する筈である。脳ではほか、レセプタ伝達物質や代謝酵素等⁵⁾での検索も可能となり、神経伝達系の機構解明が行われるであろう。これと並んで大きいもう一つが、癌の検索である。CEAやAFP、CA19-9など、癌関連抗原のモノクローナル抗体⁶⁾に標識した製剤では国内でも臨床応用がなされており、国外的には褐色細胞腫に対する ^{123}I -MIBG⁷⁾(meta iodoben-

zyl guanidine)の有効例に加え、神経芽細胞腫や髄様癌など、癌の組織別診断も進みつつある。その他、心筋や肝、脾についても、Table 2の例^{8),9)}が考えられる。

3. 今後の検査を支える技術者

3.1 現行の在学教育

インビボ核医学は現在、殆んどの施設におき、技術分野は診療放射線技師(放射線技師)が支えている。したがって、将来に対するその技術知識基盤を確認するため、教育カリキュラムを調査した (Table 3)。

Table 3に示す学科のうち、看護、放射線、OT・PTが東京都立医療短期大学のカリキュラム¹⁰⁾で、臨床検査は他校のそれである。これより学科ごと科目内容を比較すると、放射線学科においては理工系科目が多いのに対し、他の学科では医療医学や生物系が多い。また、医療従事者の養成機関に対しては文部省または厚生省が、そ

Table 3 医療技術者の在学教育(専門系)カリキュラム

看 護	臨 床 検 査	放 射 線	OT・PT
薬 理 学	実 験 用 動 物 学	放 射 線 生 物 学	薬 理 学
微 生 物 学	微 生 物 学	放 射 線 衛 生 学	救 急 及 び 消 毒
衛 生 法 規	関 係 法 規	関 係 法 規	衛 生 法 規
社 会 福 祉 論	臨 床 病 理 学 総 論	放 射 線 医 学 概 論	社 会 福 祉 論
人 間 工 学	解 剖 組 織 学	X 線 解 剖 学	職 業 倫 理・職 場 管 理 学
臨 床 心 理 学	人 体 発 生 学	応 用 数 学	臨 床 心 理 学
内 科 系 医 学	医 用 動 物 学(含む実習)	放 射 線 物 理 学	放 射 線 医 学 概 論
外 科 系 医 学	臨 床 検 査 学(//)	放 射 線 化 学	看 護 学 概 論
小 児 医 学	臨 床 生 理 学(//)	電 子 計 算 機	小 児 科 学 概 論
母 性 医 学	臨 床 化 学(//)	画 像 工 学	老 人 科 学 概 論
精 神 医 学	臨 床 血 清 学(//)	原 子 力 工 学 概 論	言 語 治 療 学 概 論
放 射 線 医 学 概 論	血 清 学(//)	医 用 工 学 概 論	理 学 治 療 学 概 論
看 護 学 概 論	臨 床 免 疫 学(//)	放 射 線 技 術 学 特 論	リ ハ ビ リ 医 学(含む演習)
看 護 学 特 論	臨 床 微 生 物 学(//)	超 音 波 検 査 技 術 学	職 能 適 性 管 理 学(//)
看 護 技 術	病 理 組 織 細 胞 学(//)	放 射 化 学(含む実験)	運 動 学(含む演習・実習)
成 人 看 護 学 概 論	RI 検 査 技 術(//)	電 気 工 学(//)	作 業 療 法 学(//)
成 人 保 健	医 用 電 子 工 学 概 論(//)	電 子 工 学(//)	作 業 療 法 技 術 学(//)
老 人 保 健	生 化 学 実 習	自 動 制 御 工 学(//)	身 体 障 害 作 業 療 法 学(//)
小 児 保 健	病 理 学 実 習	放 射 線 機 器 工 学(//)	精 神 障 害 作 業 療 法 学(//)
母 性 保 健	細 胞 組 織 学 実 習	写 真 工 学(//)	発 達 障 害 作 業 療 法 学(//)
成 人 看 護 学 特 論	微 生 物 学 実 習	放 射 線 計 測 学(//)	日 常 生 活 能 分 析 学(//)
老 人 看 護 学 特 論	公 衆 衛 生 学 実 習	X 線 撮 影 技 術 学(含む実習)	補 装 具 学
女 性 看 護 学 特 論	検 査 管 理 総 論	RI 検 査 技 術 学(//)	作 業 療 法 研 究 法
成 人 看 護 学(含む実習)	検 査 機 器 総 論	放 射 線 治 療 学(//)	
地 域 看 護 学(//)		論 文 講 読	
小 児 看 護 学(//)			
母 性 看 護 学(//)			
総 合 実 習			

の最低限必要なカリキュラムを義務づけていることから、この事実は他校にあっても大同小異と考える。

3.2 放射線技師の役割

医療ニーズについては、検査内容および方法の動向の項で概説した。その他可能性のあるものでは未だ治療法の確立してない疾患、いわゆる難病の検索や解明への用途が考えられる (Table 4)。

Table 4 難病(厚生省指定中の例)

1. ベーチェット病	15. 天疱瘡
2. スモン病	16. 脊髄小脳変性症
3. 多発性硬化症	17. クローン病
4. 重症筋無力症	18. 劇症肝炎
5. 全身性エリテマトーデス	19. 悪性関節リウマチ
6. 再性不良性貧血	20. パーキンソン病
7. サルコイドーシス	21. アミロイドーシス
8. 筋委縮性側索硬化症	22. 後縦靱帯骨化症
9. 強皮症	23. ハンチントン舞踏病
10. 特発性血小板減少性紫斑病	24. ウェゲナー肉芽腫症
11. 結節性動脈周囲炎	25. 特発性拡張型心筋症
12. 潰瘍性大腸炎	26. シャイ・ドレガー症候群
13. 大動脈炎症候群	27. モヤモヤ病(Willis 動脈輪閉塞症)
14. ビュルガー病	28. 表皮水疱症

Table 4 は、厚生省が治療法の研究を指定した特定疾患であり、難病にはこのほか癌やエイズ、メニエール病等、治る見込みの少ないものや無いもの、および未だ病名さえ無いものなど、数多く存在するのは周知の通りである。したがってこれらに対し核医学技法がどれだけ貢献できるか、否、画像検査法の総力を上げてどれだけ寄与できるかは、われわれ放射線技師の大命題と言える。

3.3 現在および今後必要な技術知識

“チーム医療”の言葉が使われ始めて久しい。しかし、名実ともに実行するためには、隣接スタッフの技術知識が広く相互乗り入れ可能でなければならず、この点で放射線学科の科目は医療医学の基礎におき、他学科に比し少なかった。すなわち、装置操作者とし理工系科目が重要なことは勿論である。だが、医学は生物学の一分野と考えるし、医療とは患者と術者、いわゆる人間対人間の対応でもあるため、適確な情報収集には、医療医学の理解が伴わねばならない。したがってこの見地より放射線技師が補完すべき学習課題を提示した (Table 5)。

医療人とし体得すべき課題は、年令層・精神状態を含め病める者への対処法であり、この点は放射線技術全般

Table 5 放射線技師の学習課題

医 療 人	核 医 学 検 査 技 術
人 間 工 学	細 胞 工 学 免 疫 工 学
M E 工 学	細 胞 学 免 疫 学
医 療 倫 理	解 剖 組 織 学 血 液 学
老 人 医 学	人 体 発 生 学 血 清 学
小 児 医 学	臨 床 生 理 学 生 化 学
神 經 医 学	臨 床 病 態 学 薬 物 学
臨 床 心 理 学	臨 床 病 理 学 微 生 物 学
救 急 ・ 消 毒 法	臨 床 薬 理 学 生 物 物 理 学
そ の 他	そ の 他

に共通する。また、核医学検査技術にあつてはこれに加え、医学・生物学系における基礎の充実が重要と考える。

4. 考察・まとめ

画像検査の魅力は、多種のエネルギー源を生体画像化に結びつけた。それら一つ一つは急速に進展し、成果は日ならずして医療現場に導入される。しかしその本質におき、生理機能や病理機構の画像化可能な方法は他になく、今後これに続く可能性のあるのは MRI のみである。

多様な画像化は一エネルギー源によっても可能な今日、放射線技師教育での理工系科目の豊富さは、時宜を得ている。だが、核医学技術に関する限り、必要条件ではあっても充分条件とは言い難い。その理由は、核医学技法の三大構成要素に薬剤が存在するからである。そのほか、これまでの核医学は主として理工学の進歩に依存し発展して来た。だが今後発展の鍵は、薬学生物学が握ると考えるからである。なお、モノクローナル抗体の患者投与についてひと言補足すると、それはその特性より考え、実施利用に先立ち、適応上の院内的な医療倫理確立が前提、ということである。

また、患者と直接的に接する作業は、殆ど施設の放射線技師と考える。したがって、放射線技師がインビボ核医学の将来につき責務を抱くは、極めて重要である。しかし身分法では、人体への放射線照射を業とするのが放射線技師である。インビボ業務の技師はこの点が異なり、人体から放出の放射線を用いて検査する。拠ってわれわれは未来を目ざして技術知識の研鑽に励むとともに、身のまわりをしっかりと見つめる努力も怠ってはならない。

文 献

- 1) 日本メジフィジックス, IMP 別刷集 I, II
- 2) 梶原昌夫, 他: 日本製鋼所技報, 41, (2-4).
- 3) RA Holmens, et al.: NMC6, 443-447, (1985).

〔第43回総会シンポジウム〕 6. インビボ核医学の動向と医療技術者の役割 (星野)

- 4) PF Sharp, et al.: JNM, **27**(2), 171-177.
- 5) 飯尾正宏: 島津医用機器ニュース, **41**, 2-4, (1983).
- 6) 有吉 寛: 映像情報, **16**(13), 695-702, (1984).
- 7) Donald M. Wieland, et al.: JNM **21**(4), 349-353.
- 8) Furn F, Knapp, et al.: JNM, **27**(4), 521-531.
- 9) 久保田佳嗣, 他: 核医学, **23**(7), (899-904).
- 10) 東京都立医療技術短期大学 昭和61年度学生募集要項.