

導入により、心筋局所でのエネルギー代謝の映像化が可能となり、この分野の研究が飛躍的に進歩した。このポジトロン CT は、糖・脂肪酸などの標識化合物を用いたエネルギー代謝を評価でき、かつその優れた定量性から各エネルギー基質の利用率を定量的に算出することも可能となった。

現在ポジトロン CT を用いた心筋イメージングは、N-13 標識アンモニアによる心筋血流評価を安静時および運動負荷時に施行するとともに、F-18 標識フロロデオキシグルコース (¹⁸FDG) による糖代謝の評価も行っている。心筋虚血領域では ¹⁸FDG の集積が高く、糖代謝の亢進が示唆される。この現象は心筋梗塞例にも高頻度にみられる。その頻度は急性期の梗塞例に高く、血流低下の程度の軽い領域、運動負荷により血流低下のみられる領域、冠動脈の再開通した領域、さらには壁運動異常の軽度な領域に高頻度にみられる傾向にあった。また冠動脈血行再建術前後にポジトロン CT を施行した例では、¹⁸FDG の集積した領域ほど術後の血流改善や機能回復がみられた。これらの点で ¹⁸FDG の集積は回復可能な虚血部位の存在を示唆する重要な所見と考えられる。一方現在心筋の viability を評価する方法として広く用いられている ²⁰¹Tl の再分布現象とも深い関係にあったが、再分布のない領域の約 1/3 にも ¹⁸FDG の集積があり、再分布の解釈の再考が示唆された。

6. 血栓

日下部 きよ子
東京女子医科大学放射線科

血栓の検出用薬剤としては古くから Fibrinogen が着目され、¹²⁵I 標識 Fibrinogen が Fibrinogen Uptake Test として欧米を中心に使用されてきた。

しかし ¹²⁵I-Fibrinogen では画像が得られないこと、臨床上の応用範囲が下肢の深部静脈血栓症の診断に限られることなどの欠点があり、今日の臨床への寄与はうすい。

⁶⁷Ga-DFO-DAS-Fibrinogen は、厚生省核医学診断薬剤開発研究班（班長；飯尾正宏）により開発され、臨床応用の段階に至った薬剤である。

われわれは血栓作製ラットを用いて ⁶⁷Ga-DFO-DAS-

一方ポジトロン CT を用いた脂質代謝の評価も欧米を中心に盛んに行われている。¹¹C 標識パルミチン酸による心筋からの洗いだしそり、心筋の酸化と脂質プールへの移行とが別々に評価できるようになった。また側鎖脂肪酸を用いて、心筋への摂取率から脂質代謝を評価する試みも行われている。近年では短鎖の脂肪酸により酸化を、¹¹C 標識酢酸により TCA 回路をおのおの直接評価する方法も試みられている。脂肪酸代謝は心筋虚血の検出のより鋭敏な指標となりうるだけでなく、各種心筋症の病態評価のアプローチとしても有用である。

他方このようなポジトロン CT 検査が大がかりであり、必ずしも普及する手法とは言いがたい。近年の放射性医薬品研究の進歩に伴い、シングルフォトン製剤でも心筋エネルギー代謝の評価が可能となった。その発端となつたのが、¹²³I 標識脂肪酸である。とりわけカルボキシル基の β 位にメチル基をもつ BMIPP は、静注後すみやかに心筋に摂取され長時間留まり、高い心臓 / 血液比が得られるため、撮像には最適である。動物実験ならびに臨床評価においても、その分布は ²⁰¹Tl の血流分布とは異なっており、心筋の viability や種々の心疾患の病態の評価に今後の研究の発展が望まれる。

ポジトロン CT を中心とした心筋代謝の研究の現況をまとめるとともに、臨床核医学への今後の応用についても言及する。

Fibrinogen (以下 ⁶⁷Ga-Fibrinogen と略す) の体内挙動および血栓描出能を検討するとともに、¹²⁵I-Fibrinogen および ¹¹¹In 標識血小板と比較した。

さらに X 線 CT、血管造影などで血栓の存在が確認されている 61 症例に ⁶⁷Ga-Fibrinogen によるシンチグラフィを施行し、血栓の画像診断用薬剤としての有用性を評価した。

⁶⁷Ga-DFO-DAS-Fibrinogen は日本メリフィジックス社の高橋らが、京都大学横山らと開発した薬剤である。本薬剤は Fibrinogen のような高分子蛋白と結合し、三価の金属イオンと安定なキレート化合物を作る二官能基

化合物として Deferoxamine が用いられている。

さらに Dialdehyde Starch をクラスターとして用い、蛋白質のアミノ基やカルボキシル基に結合する bifunctioning chelating agent の導入部位を少なくして蛋白質の生理活性を保持させている。

正常ラットにおける体内分布では、⁶⁷Ga-Fibrinogen 静注後 24 時間までは比較的血中レベルが高く血液プール画像を得ることも可能であった。その後血液中の放射能は減少し、肝臓および脾臓への集積が目立った。ラットの頸静脈から上大静脈にシリコーンカテーテルを留置して作製した血栓への⁶⁷Ga-Fibrinogen の集積は、シンチグラフィで明瞭な異常所見を呈した。

血栓/血液比はカテーテル留置後日数が短いほど高く、14 日まで漸次減少したが、静注後 48 時間で 4 倍から 15 倍の値を呈した。

カテーテル留置ラットのオートラジオグラフィでもカテーテル周囲の白色血栓に一致し、高い集積がみられた。

臨床応用には⁶⁷Ga-Fibrinogen 2.0 mCi を投与し、静注後 2 日から 7 日の間に確認されている血栓を中心に多方向から撮像した。

装置はテクニケア社製オメガ 500 を用い、中エネルギー平行多孔型コリメータを装着して、一視野 500 k カウント以上を得た。

また、必要に応じ 24 時間以内の血液プール画像を加えた。

解離性大動脈瘤 21 例中 18 例 (86%)、大動脈瘤グラフト置換術後の 12 例中 4 例 (33%)、左心室内血栓 7 例中 4 例 (57%)、左房内血栓 8 例中 1 例 (13%) で血栓に一致した陽性画像が得られた。

深部静脈血栓症 7 例では 4 例 (57%) が陽性となり、また肺塞栓症の 3 例は血栓の存在を疑わせる陽性像は得られなかった。

61 例の全症例の結果は 52% の陽性率となり抗凝固血栓療法の影響は明らかでなかった。

血栓の一部分のみに⁶⁷Ga-Fibrinogen が集積している症例も多くみられ、血栓形成のフィブリン化の状態をイメージングしているものと推定された。

⁶⁷Ga-Fibrinogen は標識が比較的容易で安定性が高く、体内での Fibrinogen の生理活性も保たれており、血栓の性質を知る優れた診断用放射性薬剤と考えられた。

7. 将来展望

米 倉 義 晴
京都大学放射線核医学科

1920 年代にラジオアイソトープを用いた循環時間の測定が行われて以来、循環器系の核医学検査は、主として中心循環系における血液の流れと容量に関する情報を得ることを目的としていた。心放射図を代表的な検査法とするこの時期には心臓核医学ということばはまだ生まれていなかったが、いわばその第 I 期と考えることができる。

1960 年代におけるガンマカメラと Tc-99m の登場、さらに 1970 年代に入って Tl-201 が臨床の場に普及し、コンピュータが核医学イメージングに用いられるようになると、循環器系の核医学検査はその隆盛期をむかえ、心臓核医学が臨床のルーチン検査として定着した。この第 II 期心臓核医学の特徴は、左室の壁運動や容積曲線などの心機能の評価と心筋血流分布のイメージングを 2 本の柱とする生理学的機能情報の映像化にあるといえる。

ところで、第 I 期が数十年の長い歴史を経て確立されたのに対して、これに続く第 II 期はわずか数年で臨床へのめざましい普及を示し、しかもすでに次の時代の到来をうかがわせる新しい萌芽が生まれつつある。すなわち、ポジトロン断層法 (PET) による心筋エネルギー代謝のマッピングや、その日常臨床への還元を目的とし、シンギルフォトン断層法 (SPECT) への応用をめざす I-123 標識脂肪酸の開発は、心臓核医学の次の時代が、新しい標識化合物の開発を基盤とした生化学的機能のイメージングに特徴づけられることを示唆している。

本シンポジウムにおいて話題の提供された心機能、心筋血流、心筋壊死、心筋代謝、血栓などは、いずれも生化学的機能情報と密接な関係があり、心臓核医学の次の時代を担う重要なテーマである。第 II 期の心臓核医学は心筋血流と心機能の関連のもとに発展してきたが、次