

²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィ臨床的有用性

土 井 修

(倉敷中央病院 循環器内科)

〔はじめに〕

²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィが臨床に導入されてから20年余りになる。この間、諸家により様々な検討が加えられ、循環器臨床において欠くべからざるものとなっている。一方この3、4年の間に ^{99m}Tc 製剤、脂肪酸代謝製剤、交感神経イメージング製剤が、次々と臨床に使用されるようになったが、未だその使用法は定まっていない。この時期に ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィの臨床的有用性を地方の循環器基幹病院においての使用経験を踏まえながらまとめることは、心臓核医学の将来を展望するためにも意義があることと考える。

I) 虚血性心疾患の診断

a) 虚血性心疾患の診断率

多数の文献をまとめた報告では sensitivity 92%, specificity 68% と言われている。specificity が少し悪いのは、恐らく冠動脈造影を施行した症例に限られていたからであろう。臨床で、正常と考えられた症例に限った報告では、specificity は84%であった。当院でのデータでは狭心症における sensitivity は77%、心筋梗塞では98%、specificity は83%であった。まず sensitivity, specificity はいずれも80%前後と考えておくのが妥当である。

b) 偽陽性 (false positive)

心筋シンチグラフィの読影に際しては、どのような偽陽性が生じるかを、知っておくことが肝要である。男性では体型や心プールの減弱効果のために、下壁に欠損を認めることが多く、女性では乳房のために？前壁に欠損を認めることが多い。左脚ブロックでは前壁中隔に欠損が生じ易く、薬物負荷を行った方が偽陽性が少ないとされている。

次に、偽陽性的原因として大切なのは体動である。大きなγカメラが回転するためか、回転の後半において体が上方にわずかに移動する upward creep 現象が良く見られる。当院では、この動きを知るために、2本の平行線を引きそれと比較して、どの方向に動くかを検出し(図1)、移動ピクセル数で補正することができるプログラムを開発している。図2の上段に移動していた症例での生のデータを示すが、これは臨床で良く見られるパターンで、前壁と下壁に低下部が見られる。これを補正すると下段のようになる。この方法は、今後臨床的に検討していく必要があるが、この様なパターンを見たときには体動の可能性があるということも頭の中に入れておくに役に立つことがある。

c) 予後の評価

多数例で検討した報告によれば、正常スキャンを

示した症例では、一年の心事故発生率(心筋梗塞 MI, 死亡 Death) は1%以下であるとされている。しかしながら、冠動脈疾患というのはダイナミックなものであるから、十分に臨床経過を追う必要性があることはいままでもない。心筋シンチグラフィをスクリーニングテストとして使用する際に、偽陰性というのは少なからずあるわけであるが、当座はこのデータより少しは安心感を持つことができるのではないかと考える。

以上のように考察を進めてくると図3のように、日常臨床の流れにおいて心筋シンチグラフィを使用することの妥当性が明らかとなる。

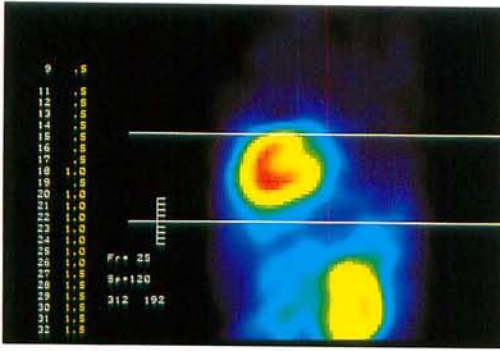
II) Viability の評価

再分布の有無で心筋の viability を推測することが出来ることとされてきた。実際、少しでも再分布を示した心筋の80~90%は血流が改善されれば収縮力は回復する。即ち viability があるといえる。反対に再分布が無ければ心筋が壊死、即ち癒痕化していると考えられてきた。しかしながら、1980年代から固定欠損を呈する領域でも、血行再建術後に収縮力や ²⁰¹Tl の摂取率が改善する場合があることが報告されてきた。また、¹⁸F-2-fluorodeoxyglucose (FDG) を用いた PET により固定欠損部の糖代謝が維持されている、即ち viability があるということが報告された。これらの部位では高度の虚血が存在し再分布が遅延しており、固定欠損を呈しているものと考えられる(図4)。PTCA や CABG を施行した症例ということより症例選択の偏り (bias) があることや、²⁰¹Tl の心筋への摂取率の検討が十分なされていないなどの問題点はあるものの、固定欠損の14~75%に viability があると諸家により報告されているが、このことは²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィの解釈、撮像方法の改善に大きな影響を与えた。

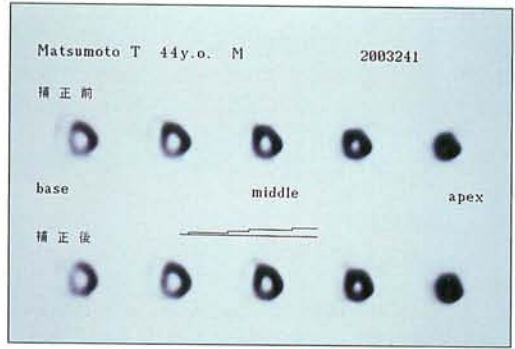
a) 24時間再分布法(表1)

高度の虚血があると心筋の ²⁰¹Tl の摂取率が低値である。従って、通常の遅延像の撮像時間である3~4時間後においても正常心筋部との差が大きく、欠損が存続する、即ち再分布を示さない。そこで、遅延する再分布を18から24時間後に撮像して捉えようというものである。SPECT で撮像する場合にはカウンタ数が低下しているので、一方を40秒ぐらいとやや長めにする必要がある。図5に具体例を示すが、24時間後に全く再分布を示さないもの(図5上段)からほぼ完全に再分布するものまでである(図5下段)。

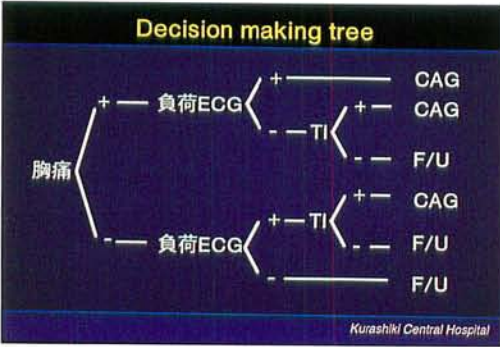
通常の3~4時間後像で不完全再分布を示した92症例、216分画について検討を加えたが、50%の症



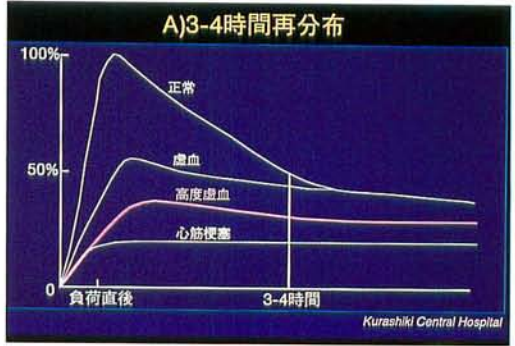
▲ 図 1



▲ 図 2



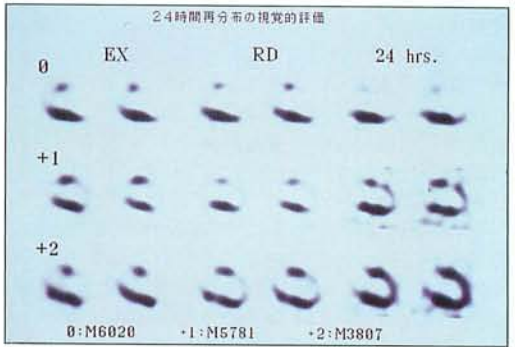
▲ 図 3



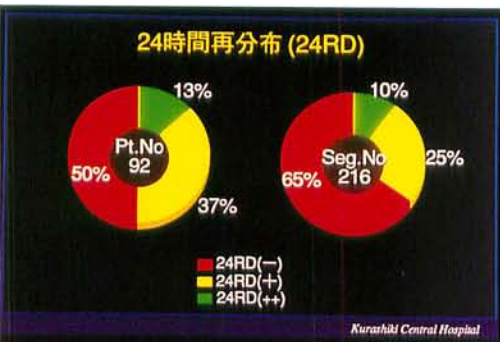
▲ 図 4

24時間再分布と viability						
症例数 (分画)	不完全再分布分画数	24時間再分布	viability の指標	再分布 (+)	再分布 (-)	備考
Kiat (1988)	21 (420)	132	64% (84/132) 血行再建術後の TI の取込み改善	95% (70/74)	37% (18/48)	
Cloninger (1988)	40	60%				MI-J11/12, MI+J13/23 再分布
Yang (1990)	118 (2360)	762	22% (164/762)			
KCH (1993)	92 (460)	216	35% (76/216) PTCA前後の 壁運動改善		回参照	

▲ 表 1



▲ 図 5



▲ 図 6

再静注法と viability						
症例数 (分画)	固定欠損分画数	再静注後再分布	viability の指標	再分布 (+)	再分布 (-)	備考
Dilatzian (1990)	100 (500)	85	49% (42/85) PTCA後の 壁運動の改善	87% (13/15)	0% (0/8)	
Rocco (1990)	41 (369)	141	31% (44/141)			
Ohlani (1990)	24 (120)	32	47% (15/32) CABG後の 壁運動の改善	71% (10/14)	25% (4/16)	
Tamaki (1990)	70 (350)	85	32% (27/85)			再分布部位の冠狭窄 (≥99%)が7%
Bonow (1991)	16 (432)	68	51% (35/68) PET FDG の取込み	89% (31/35)	12% (4/33)	高度uptake低下 (50%以下)の領域のみ
Tamaki (1991)	18 (182)	48	42% (20/48) PET FDG の取込み	100% (20/20)	25% (7/28)	
Inglese (1999)	230 (2769)	737	27% (198/737)			多施設共同研究 biasが少ない

▲ 表 2

例、35%の分画において、何らかの24時間再分布を示した(図6)。諸家の報告によれば、通常の3~4時間で不完全再分布を示した分画の22から64%で24時間再分布を呈するとされている(表1)。選択されたデータであるので、偏りがあり高値になる可能性があるため、実際は20から30%というところが妥当なところであろう。

b) 再静注法(表2)

通常の再分布像の撮像後、固定欠損が存在する場合に少量の²⁰¹Tlを追加静注する方法である。負荷時には2~3mCiの²⁰¹Tlを投与し、3~4時間後に再分布像を撮像し固定欠損を認めれば、1~1.5mCi追加投与して15~30分後に撮像する。再分布が遅延している心筋の再分布を促進させる方法と考えることができる。通常の再分布像で固定欠損を認めた分画の27から51%において再分布を示すといわれている(表2)。この場合も血行再建術を考慮した症例が多いなど選択による偏り(bias)のある可能性がある。Ingleseの報告は、多施設共同で無作為に施行されている可能性があり27%と低値となっていることを参考にすると、概ね30から40%という値が妥当なところではないだろうか。

c) 安静時再分布法(表3)

負荷による血流増加の差がなく、虚血が加わり細胞膜機能が低下することもないので、viabilityがあれば一樣に取り込まれるはずである。しかしながら実際には安静時でも高度に冠灌流が低下している部分では虚血が生じる。従って遅延像を追加する必要がある。これまでに報告された症例数は少ないが、壁運動の改善予測率は57から86%、非改善予測率は62から92%である(表3)。安静時法はviabilityの評価の究極の方法であると考えられるが、意外と他法と比較し予測率が高値ではない。この原因としては、安静時といえども多少虚血があることや、負荷後の冠動脈の反応性hyperemiaがないため²⁰¹Tlの心筋への摂取量が少ないことなどが考えられる。

どの方法を選択するかは、各施設の事情や虚血の有無も知りたいかどうか等より左右されるが、いずれの方法を採用しても、²⁰¹Tlによりかなりviabilityの評価が可能であると考えられる。

Ⅲ) 血行再建術の適応の決定

近年、経皮的冠動脈形成術(PTCA)やCABG等が広く行われるようになったが、その適応の決定に際して心筋シンチグラフィが有用なことがある。即ち心筋シンチグラフィにより、上述のごとく狭窄のある冠動脈の領域の心筋の虚血やviabilityの有無という適応の決定において重要な情報を得ることが出来る。

a) 狭窄度の評価

冠動脈造影上の狭窄度が一般にgolden standardとされているが、実際には75%程度のボーダーライン狭窄であるとか、複雑な狭窄形態をしており(特にPTCA後の病変では)判断に苦慮することがある。この様なとき、心筋シンチグラフィで虚血の有無を見ることは大いに役立つことがある。

b) 責任冠動脈(culprit lesion)の同定

有意な冠狭窄が多数認められ、どれが症状の原因となっているか判断の難しいことがある。全ての病変に対してPTCAを行えばいいわけであるが、解剖学的に困難な病変があったり、腎機能が悪く取り敢えず症状だけをとりたいたいとき等、临床上の諸条件があり、それが不可能なときがある。このような場合も心筋シンチグラフィで、虚血の一番強い領域を検出し、そこを灌流している血管を責任血管(culprit lesion)と同定しPTCAを行うことがある。

c) 心筋のviabilityの評価

狭窄のある冠動脈の支配領域にviabilityがあるかどうか、即ち血行再建術が有効であるかどうかは大きな問題である。特にCABGの場合には無駄なバイパスをつけることはその手術自体の成績、ひいては患者の生命予後に関与してくるわけであるから尚更である。通常の3~4時間遅延像で何らかの再分布を示せば、血行再建術が有効であることが多い。従来、固定欠損(即ちPD, PPD)がある場合は有効性が少ないとされていた。しかし、このような症例で24時間再分布と血行再建術後の壁運動の改善度の関係を見ると、通常の遅延像でPD, PPDを示した群でも、24時間再分布を示した領域で、有意に壁運動が術後改善した(図7)。次に安静時心筋シンチグラフィが有用であった具体例を示す。心不全で入院した患者であるが、心エコー図にて左心室の動きが非常に低下しており拡張型心筋症と考えていた。しかしながら、冠動脈造影にて重症の3枝病変を認めた(図8上段)。左室造影でも壁運動は著明に低下していた(図8下段)。CABGを施行するかどうかということになったが、そこで心筋シンチグラフィを施行した。下壁のuptakeの低下以外かなりの取り込みがあったので(図9)手術に踏み切った。結果、左室機能は別人と思われるほどに改善した(図10)。以上から理解できるように心筋シンチグラフィは血行再建術の適応を決定する際に有力な武器となる。

[当院の現状]

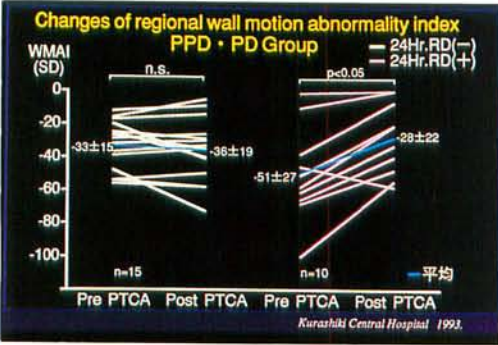
この十年間で冠動脈造影、PTCA施行症例や急性心筋梗塞症例数は飛躍的に増加しているが、心筋シンチグラフィの件数は800~1,000例と一定である(図11)。この原因として心筋シンチグラフィの年間施行件数には限度があることや、やはり情報量の多い冠動脈造影の手技が簡単になったことが考えられる。さらには、心筋シンチグラフィの施行目的をみるとIHDの除外診断が大半をしめ(64%)、以下狭窄度の評価(21%)、viabilityの評価(12%)となっており、適応が長年の経験により絞り込まれたことも一因である。新しい核種が多数使用することができるようになった現在でも、当院での使用核種は93%が²⁰¹Tlである。これは²⁰¹Tlの上述のような長年の使用経験、データの蓄積による。今後は新しい核種を、临床上どのような局面で有効に使えるかを見据えて少しずつ導入してゆきたいと考えている。

安静時法と viability (壁運動の改善)

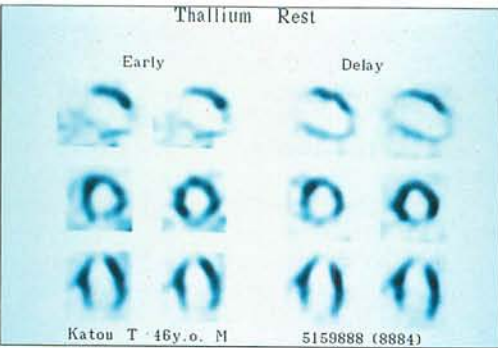
症例数	分画数	Positive predictive value(改善予測率)	Negative predictive value(非改善予測率)
Iskandran (1983)	26	86% (12/14) (LVEF)	78%(2/9) (LVEF)
Merl (1991)	17	79% (11/14)	62% (12/37)
Ragosta (1993)	21	57% (81/141)	77% (17/35)
Marzullo (1993)	14	86%	92%

Kurashiki Central Hospital

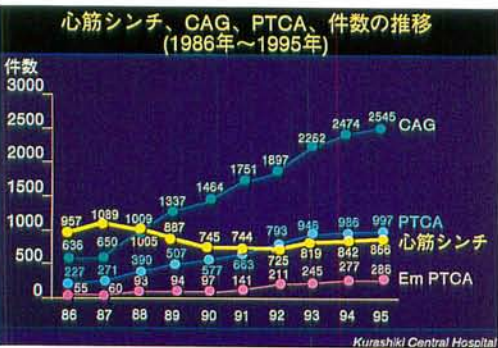
▲ 表 3



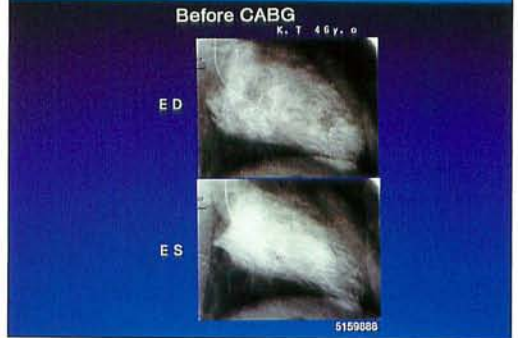
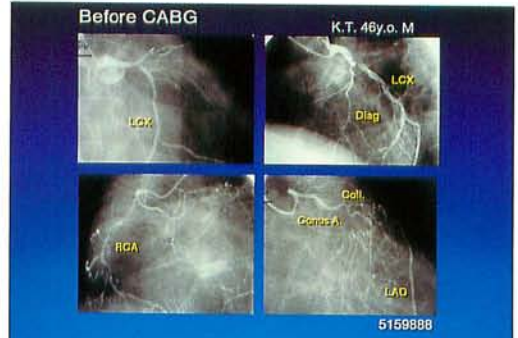
▲ 図 7



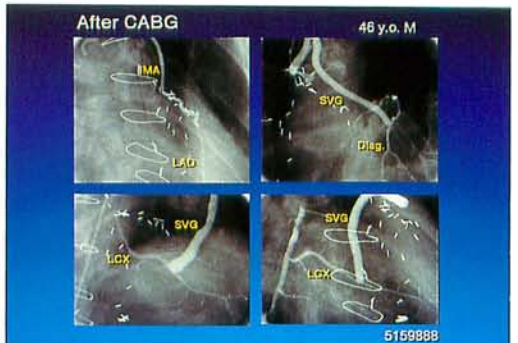
▲ 図 9



▲ 図 11



▲ 図 8



▲ 図 10