

3. PET 脳循環代謝量の SPECT 測定量による評価

菅野巖

秋田県立脳血管研究センター放射線科

脳循環代謝とは脳組織へのエネルギー基質あるいは酸素の供給、すなわち脳血流量(CBF)(正しくは CBF と各基質あるいは酸素の血中含量との積)および、脳組織でのエネルギー基質あるいは酸素の需要、すなわち脳ブドウ糖消費量(CMRGlc)，あるいは脳酸素消費量(CMRO₂)を指し、大脳生理あるいは脳の病態生理(特に脳血管障害)の研究に不可欠な基本パラメータである。例えば、CBF と CMRO₂ は正常脳では各部位の脳の活動に応じて分布し、両者のバランスを示す酸素摂取率(OEF)は全脳にわたりほぼ一定の値を示すが、いったん血流循環障害が起これば即座に酸素の需給関係が崩れ OEF の上昇や下降が生じる。この様子は PET を用いた¹⁵O 標識ガス定常吸入法により詳細に調べられているが、SPECT では CBF しか測定できず病態把握には不十分であった。さらに、慢性的な虚血状態を呈する場合でも、PET であれば、CMRO₂ と CBF の関係から治療方針に直結する情報が得られるのに対し、SPECT では不十分であった。

このように、SPECT は PET に比べトレーサの自由度が小さいため測定パラメータに限りがあり、さらに、分解能等の物理的測定精度も低く性能的には絶対的に不利である。しかし、一方では経済的および人的な簡便さ

から SPECT の臨床現場への普及性は PET をはるかに凌駕しているのが現状である。したがって、PET でしか得られない脳循環代謝のパラメータを SPECT で測定可能なパラメータから推定ができるれば、SPECT の臨床現場への大きな力になる。本題ではこのように、高精度な PET データの普遍的な SPECT データへの還元、という立場から PET による脳循環代謝測定の概要と各パラメータの相互関係を述べ、SPECT に還元可能なものを抽出したい。例えば、前述の虚血性病変においては、PaCO₂ への脳血管反応性の低下、あるいは、脳血液量(CBV)の増加という現象は、以前より臨床的あるいは実験的に知られていたため、最近、PET でもこれらと PET による他のパラメータとの対比が試みられるようになった。その結果、PaCO₂ 脳血管反応性と OEF の間には後者の上昇に伴って前者が低下しついには消失するという自己調節機能の下限値の推定が可能になったり、一方、CBV・CBF 比と OEF との間にはほぼ直線的な関係があることが観察されるようになってきた。これらの PaCO₂ 脳血管反応性にしても脳血液量にしてもいずれも SPECT で、測定できるパラメータであり、SPECT からの OEF 値の推定、さらには CMRO₂ の推定が可能であることを示唆する。

4. SPECT の現状と問題点

松田博史

金沢大学核医学科

¹²³I-IMP による脳血流シンチグラフィは、現在その核医学検査全体に占める割合が確実に増加しており、臨床的に不可欠の検査となりつつある。脳血管障害例においては、脳血管造影を施行するか否かのスクリーニング検査として、血行再建術の適応決定の補助手段および術後の治療効果判定手段として重要である。また、経時の

イメージでみられる再分布現象や逆再分布現象から“misery perfusion”や“luxury perfusion”的病態を推測することも可能である。しかし問題点としては、空間解像力に劣るため基底核や深部白質などの小梗塞を検出しえないこと、また、定量化のためには侵襲的な動脈採血が必要なことなどが挙げられる。前者に関しては、回転

型カメラ SPECT 装置の場合には特殊なコリメータを用いたり、なるべくカメラを被験者の頭部に近づける工夫がなされている。後者に関しては、われわれは2回の経時的 SPECT 像と1回の静脈採血のみによる定量化の方法を開発し、日常検査に応用している。この非侵襲的定量化法によれば、患者間の血流値評価が容易に可能であり、また、びまん性の血流低下も検出することができ有用である。

^{123}I -IMP シンチグラフィは種々の精神神経疾患においても貴重な情報を提供しうる。てんかんにおいては、特に部分てんかんで発作間歇期に高率に一側性局所の集積低下が観察される。ただし、発作間歇期脳波との一致率は必ずしも高くなく、側頭葉てんかんでこの傾向が著しい。これは、てんかん焦点と線維連絡のある反対側または同側半球の伝播部位でも発作間歇期に血流の低下が生じる可能性があり、集積低下部位が必ずしも焦点を反映するとは限らないためと考えられる。痴呆においては、脳血管性痴呆とアルツハイマー性痴呆の鑑別が脳集積パターンで鑑別可能とされており、またアルツハイマー性痴呆の早期診断が可能であると報告されている。ただし、われわれは進行麻痺例においても、アルツハイマー性痴呆と全く同様の集積パターンを経験しており、集積パターンに疾患特異性はみられないようである。その他の精神神経疾患としては、脊髄小脳変性症、幻聴を有する患者等への応用がみられる。われわれは、幻聴を有する24例の患者に同シンチグラフィを施行したところ、23例

で特に左側の聴覚領に集積増加を認めた。疾患特異性はなく SPECT 撮像中の幻聴の有無とは無関係であったが、幻聴の臨床経過との間に関連が認められた。このことは、今まで患者とのインテビューでしか得られなかった幻聴という主観的現象を客観的現象として捕えることができたという点において画期的な発見と考えられる。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HM-PAO による脳血流シンチグラフィに関しては現在わが国でも臨床治験が施行されている。本剤の最大の利点は $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識キットのため、緊急時の検査が可能であり、投与量も多いため短時間で良好な画像が得られることである。本剤は純粹に脳血流情報のみを反映するとされており、 ^{123}I -IMP とは異なり経時的集積パターンの変化も示さない。しかし、 ^{123}I -IMP と比較した場合、虚血性脳血管障害例において、集積低下の範囲およびその程度が少ない例が報告されており、虚血の検出能に問題が残る。また定量化を試みた報告では、特に高血流域でかなりの過少評価が生じたという。これらの現象に関しては、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HM-PAO の血液成分との高い結合や、高血流域での脳摂取率の劣化が原因と考えられている。

脳循環を総合的に検討する場合、脳血流のみならず、脳血液量や局所脳ヘマトクリットも測定することが必要である。これらの測定は SPECT で十分に可能であり、脳循環予備能の評価も含めて今後その重要性が増すものと考えられる。

5. SPECT の日常臨床における有用性

曾根憲昭
富永記念病院脳神経内科

脳における SPECT の臨床応用が盛んに行われるようになったのは、ここ3~4年のことである。その最大の理由は、SPECT にとって比較的良好なトレーサー ^{123}I -IMP の臨床導入によるものと思われる。現状において、SPECT は PET ほどの高空間分解能や生化学的情報等を提えることはできないものであるが、臨床使用において簡便で、脳疾患の診断や病態の把握は可能であるので、その有用性が高く評価されている。今回、われわれのデータを中心に、SPECT の日常臨床応用について述べる。

1) 脳血管障害例の応用：各種脳血管障害とともに測定の対象であり、それぞれの病巣部位の同定や remote effect の有無の判定が有用である。特に、虚血性脳血管障害の急性期例において、他の形態的検査法に比べ病巣部位の同定およびその広がりを知る上で、最も良い測定法である。慢性期例では、病巣部位の同定のみならず、投与後の経時的測定から、病巣部位の血流動態を知ることができ、その局所における viability の指標にもなり得るものである。さらに、外科的血管吻合術前後の適応例