

放射線科学

核医学検査と核医学治療

田所 匡典

核医学というと耳慣れない方も多いと思います。病院の中ではアイソトープとかR I 検査といった方がむしろ馴染みがあるかもしれません。核医学は放射性同位元素を医学利用した学問であり、診療や研究に広く用いられています。

核医学はインビボ核医学とインビトロ核医学の2つに分けられます。実際に診療の現場で直接的に患者さんに関わるのがインビボ核医学であり、放射性同位元素で標識された医薬品（放射性医薬品）を患者さんの体内に投与し、検査や治療を行うものです。一方でインビトロ核医学は患者さんから採取した検体を、一般的には血液ですが、放射性同位元素で標識した試薬を用いて測定し、生体内微量物質の正確な測定を行うものです。今回は私のような放射線科専門医師が日常深く関わり合いを持つインビボ核医学の概略について、核医学検査と核医学治療にわけて紹介させて頂こうと思います。

1. 核医学検査

核医学検査は患者さんに投与した放射性薬剤から放出される放射線を目印として用い、その体内分布を調べ、脳、心臓、癌などの診断に利用した検査方法です。現在、画像診断検査も非常に種類が多く、単純X線写真に始まり、X線透視検査、超音波、X線CT、MRI（磁気共鳴断層）、血管造影、そして核医学検査などがあります。そのなかで核医学検査の特徴の第一は機能的な情報を主体とする検査法であることです。他の画像診断が主として病変部の形態的な変化をとらえて診断をするのに対し、核医学検査では使用する各薬剤の特徴に依存し、例えば局所脳血流の画像を作ったり、別の薬剤を使うことにより例えば腎臓の排泄機能を評価したりできます。もっとも最近では他の検査方法も進歩し、血流などの機能的な画像を作成することも可能になってきており、機能画像が核医学の専売特許ではなくなりつつあることも事実です。次に大切な特徴はほとんどの核医学検査が非侵襲的であるということです。多くの核医学検査は少量の放射性医薬品を静脈内に投与し、撮影をするだけです。またごく一部

の放射性薬剤を除き、副作用はまずありません。一方で少量ではありますが放射性物質を使用しますのでどうしても少しは被曝をします。しかし被曝線量は他のX線検査と同じ程度であり、体内に放射性物質を投与するからといって特に問題になるようなことはありません。

1) シンチグラフィと SPECT

シンチグラフィは核医学画像のもっとも一般的なものであり、患者さんに投与した放射性薬剤が出す放射線をガンマカメラ（別名シンチレーションカメラ）を用いて撮影されます。最近では全身画像を短時間に撮影できるように50×40cm程度の大視野のガンマカメラ検出器を2台装備した装置が普及しています。またほとんどの装置が検出部を回転し多方向からの撮影を行い、コンピュータ上で画像再構成をすることによりシンチグラフィの断層像、すなわちSPECT(single photon emission computed tomography)画像も撮影できるようになっています。現在日本中に約1700台設置されており、いわゆる大きな病院にはほとんど装備されています。名古屋大学医学部附属病院にも設置されており、異なるタイプの3台のガンマカメラを用途に応じて使い分けています。

シンチグラフィ、SPECTは使用する薬剤の選択により脳、心、肺、肝、腎、骨、癌など広く利用されています。競合する色々な検査法がでてくる中で依然として高い頻度で行われているのが骨シンチグラフィです。全身の骨を20分程度の短時間でスキャンすることができ、癌の骨転移巣の検出に特に威力を発揮します。すでに病変があることがわかっているときに、詳しく調べるには単純X線写真や、CT、MRIが非常に有効ですが、骨病変が有るか無いかわからない場合に、スクリーニング的に全身を撮影するには圧倒的に骨シンチグラフィが適しています。また最近検査数も増加してきた脳血流SPECT検査ですが、CTや通常のMRI撮影では全く異常が無くても、内頸動脈の閉塞や狭窄により広範に脳血流が低下している場合があります。血流の異常はSPECTを使用すれば簡単に把握することができます。また高齢化社会を迎え痴呆症やその他の高齢者脳神経疾患が俄然注目されるようになってきました。進行した痴呆症では明瞭な脳血流または糖代謝異常が有ることが以前からSPECTやPETを利用してわかっていましたが、最近では早期の痴呆症でも特殊な統計的画像処理を行うと異常があることがわかってきており、いわゆる単なる物忘れと早期の痴呆症の鑑別にも役立つのではないかと期待されています。

2) PET (ポジトロンCT)

ポジトロンCTについては以前に、この健康文化の中で伊藤健吾先生が詳しく紹介されていますが、簡単な説明と最近の動向につきご紹介したいと思います。ポジトロンは日本語では陽電子といいます。放射性同位元素の中にはこの陽電子を放出して崩壊するものがあり、これを利用します。実際に日本でPETに使用されている放射性同位元素はC-11、N-13、O-15、F-18の4種類です。これらの核種が放出した陽電子は電子と衝突し、消滅します。そのときに生じる2本の消滅放射線をPETスキャナーでは検出します。典型的なPETスキャナーはガンマカメラとはずいぶん異なり、数千個の検出器がリング上に配列し患者さんを取りまいており、ガントリーに収まった外観はX線CTスキャナーとよく似ています。検査の実際はシンチグラフィの場合と同じように、何らかの放射性医薬品を患者さんに投与して検査を行います。

PETは脳の循環、代謝を見るのには非常によく、正確な検査が行えます。そのため4年前からO-15標識放射性ガス製剤を使用した検査が健康保険に採用されました。名大病院でも一部の検査を健康保険で行っています。また現在アメリカとドイツを中心に非常に早い勢いでPETが普及してきています。その最大の理由はF-18-FDG(fluoro-deoxy-glucose)を用いたPETスキャンが悪性腫瘍の診断に極めて有効だからです。グルコース(ブドウ糖)の類似物質であるFDGは嫌氣的糖代謝の活発な癌細胞に非常によく取り込まれます。この性質を利用して癌に選択的に取り込まれたFDGをPETスキャナーで撮影しようというものです。他の画像診断では癌か否か区別の付かない腫瘍の鑑別診断や全身をスキャンして転移巣の検出を行う時などに非常に威力を発揮します。特に肺癌、膵癌、直腸癌の再発などの診断に高い有用性があります。

PETで使用する放射性同位元素はいずれも半減期が非常に短いため、日本の施設約30カ所ではすべてサイクロトロンと合成装置を装備し、施設内で放射性薬剤に合成して使用しています。半減期が2時間弱のF-18製剤であるFDGについては製薬会社による販売も一応可能と考えられ、検討されていますが、工場の近隣のみ供給しかできないため、そのためだけの工場を建てるか、地域限定発売にするかなど、解決しなければいけない問題が数多くあります。また癌の診断に極めて有用であるFDG-PET検査を健康保険で認めてもらうための検討もされています。製薬会社からの十分な供給が可能となれば従来の放射性医薬品同様の手続きを踏めばよいわけですが、現実味に乏しいこともあり、FDG合成装置を医療用機器として正式に認可を受け、それを使用した検査を健

康保険で行うようにできないかとの検討がされています。

2. 核医学治療

核医学治療は特定の組織や癌に集まる性質のある薬剤を放射性同位元素で標識し、組織や癌に特異的に放射性物質を集め、その放射線で組織や癌の破壊行う治療方法です。実際には現在日本で行われている核医学治療は放射性ヨード（I-131）を使用した甲状腺機能亢進症（バセドウ病）の治療と分化型甲状腺癌の全摘手術後再発癌の治療のみです。甲状腺機能亢進症の治療は以前アメリカのブッシュ大統領が受けた治療法として日本でも少し知られるようになりましたが、放射線とか放射能といった言葉に対する必要以上の恐怖心からか、我が国では多くの症例に行われているとはいえません。実際我々の施設でも年間に数例の紹介があるのみであり、ほとんどの患者さんは抗甲状腺剤による薬物治療が行われ、副作用を生じるようになって初めて放射性ヨード治療が、手術とともに考慮される治療法となるようです。欧米ではその手軽さに加え、安価であることもあり第一選択として放射性ヨード治療が行われることが多いと聞いています。現在検討されている、いわゆる包括医療費制度がもし実施されるようなことになると放射性ヨード治療が見直される時代が日本でもくると思います。また実際に患者さんや内科の先生方が放射性ヨード治療を敬遠する理由の一つに被曝とそれによる発癌を心配しておられるようです。しかしこれは全く誤った考え方であり、外国の多人数での検討では、甲状腺機能亢進症の患者さんで、放射性ヨード治療を行った患者さんの方が、行わない患者さんよりも甲状腺癌の発生が少ないというデータがあるようです。

もう一つの治療は分化型甲状腺癌の治療です。甲状腺癌の治療法の第一は言うまでもなく手術による摘出ですが、癌と甲状腺を全摘した後不幸にして肺や骨などに転移が見つかったり、数年後に再発したりする場合があります。このような患者さんがこの治療の対象となります。甲状腺癌の多くは分化型のものであり、濾胞癌や乳頭癌あるいはそれらの混在したものです。これらの分化型甲状腺癌の細胞は本来の甲状腺の細胞が持っているヨードを取り込む能力がある程度備わっており、その性質を利用して癌細胞に放射性ヨードを取り込ませて、そこから放出されるベータ線により癌を治療しようと言うものです。実際には甲状腺機能亢進症の場合と同じ放射性ヨード(I-131)を使用するのですが、癌の治療には通常 100mCi-150mCi 程度の大量投与が必要となります。そのために治療開始後の数日間は他の人の被曝をさけるため特殊病室への隔離入院が

必要です。この治療を必要とする患者さんは癌全体からすると少数ではありますが、現実的には治療を要するのに治療を受けられない患者さんはかなり多くいると見られています。その理由は施設の数が少なく、専門の医師が極めて少ないことがあげられます。私の知る限り、本稿執筆時の平成11年5月現在、600万人の人口を抱える愛知県には1カ所もこの治療を行っている病院はありません。名大病院でも現在病棟の改築中であり行っていません。以前は愛知県下にも数カ所の施設があったように聞いていますが、施設の建築費が著しく高く、また維持費も高いこと、さらには医師以外の医療関係者の放射線被曝に対する不必要な恐怖心などから協力が得にくいこともあり、新規に建造したり、維持する病院がないのだと思います。現在健康保険で認められている核医学治療はこの2つのみですが、すでに欧米では新しい治療が行われています。その第一は癌の骨転移による痛みに対する除痛目的の治療です。骨転移巣に集積する放射性薬剤を投与し、放出されるベータ線により治療を行うものです。Sr-89、Re-186-HEDP、Sm-153-EDTMPなどが開発され、すでに認可され、日常臨床に使用している国も多くあります。我が国においてもSr-89の臨床試験の第3相が終了し、現在審査中です。モルヒネなどの麻薬による癌の疼痛治療がここ数年の間に広く認知され、使用されるようになってはいますが、痛みを苦しむ終末期癌患者のQOL(quality of life)向上のためには一つでも多くの選択肢が広がることは望ましいことであり、多くの癌患者さんに日常接している我々放射線科医師にとっても、早い時期の認可を期待したいところです。また欧米ではモノクローナル抗体を放射性同位元素で標識した治療法も試みられています。正式な認可を受けたものはまだないようですが、悪性リンパ腫や白血病などですでに抗癌剤が効かなくなってしまう症例を対象に臨床試験が行われています。抗腫瘍モノクローナル抗体の生体内での腫瘍集積性は当初期待したほどではなく、特に固形癌の診断を目的に当初行われたradio-immuno-imagingの臨床試験は必ずしもよいものではなかったと記憶しています。しかし非固形癌における数百mCiにおよぶ大量療法では、すでに抗癌剤耐性のできた腫瘍にも効果が確認されており、骨髄移植との併用も含め今後が期待されています。

(名古屋大学医学部助手・放射線医学教室)