

## I. 3 テスラ MRI の有用性と予防医学における可能性

順天堂大学医学部放射線医学講座 教授

青木 茂樹

3 テスラ MR 装置（以下 3T MRI）は、2003年に頭部用、2005年に全身用装置の薬事承認がなされ、国内で急速に普及しつつある高磁場 MR 装置である。文字通り 1.5 テスラ MRI と比べて静磁場強度が 2 倍であり、磁場強度上昇に伴い、画質に直接関連する信号雑音比（signal to noise ratio: SNR）が理論上 2 倍となる。SNR が 2 倍となれば、検査時間が 4 分の 1 で同じ画質が得られるし、検査時間が長いことや信号強度が少ないために臨床応用が進まなかった撮像法が日常臨床でルーチンに行うことが可能となる。他の長所・短所としては、共鳴周波数の増加、緩和時間の変化、磁化率効果の増大、ラジオ波や静磁場の均一性の低下、比吸収率（SAR: specific absorption rate）の増大などが挙げられる。

もっとも 3T MRI の恩恵をうける部位は、動きが少ない小さな構造、つまり脳、頭頸部、骨軟部（関節）などとなる。中でも脳に関しては、信号強度不足が問題であった 3 次元撮像や拡散テンソル画像が容易に可能となる。T1 値延長により非造影 TOF-MRA の画質向上も著しい。造影剤増強効果も観察し易くなり、造影 MRA の時間分解能も向上する。磁化率効果が高いことも磁化率強調画像や灌流画像の画質向上、機能 MRI の感度向上、鉄のコントラストの復活などの利点もある。MR スペクトロスコピー（MRS）も感度が向上する。MRS は前立腺でも有用性が示唆されている。関節では SNR 向上により軟骨の障害を定量的に評価することが可能となる。

予防医学の観点からとくに重要となるのは、頭部の非造影 TOF-MRA の高画質化である。それは T1 延長、SNR 向上、ほどよい out-of-phase の TE、などの種々の条件が画質にプラスに働くことによる。脳動脈瘤の検出向上のみならず、従来観察困難であった小動脈や側副血行路などの評価が可能となった。従来 SNR 不足などによりあまり使われなかった Volume Rendering 表示での観察も容易となり、脳動脈瘤の詳細な評価が造影剤を使わずにスクリーニングの段階から可能となった。他に頭部では、基本的な撮像法である T2 強調像の高画質化や 3D 撮像が容易に可能となり、Alzheimer 病などで客観的に局所の萎縮の評価が可能となる点なども 3T MRI の有利な点である。

腹部では誘電効果による感度ムラが問題となるが、現状でも誘電パットの使用などでかなり改善しており、SNR の向上による MPCP の画質向上や多チャンネルコイルからの送受信などにより、1.5T と遜色ない画像が得られるようになってきている。

3T MRI の問題点は、磁場の不均一による画像のムラ、T1 値延長などによる従来とのコントラスト変化、比吸収率（specific absorption rate: SAR）が高くなること、動きのアーチファクトが目立つこと、静磁場による金属牽引などがある。スクリーニングでの使用の際にはペースメーカーなどの体内金属のチェックが特に重要となる。

## II. PET-CT の有用性と予防医学における可能性

獨協医科大学 教授

PET センター センター長

村上 康二

PET-CT は PET の高いコントラストと CT の高い空間分解能を融合させた画像診断法である。PET の単独の検査としては2002年から、そして PET-CT としては2006年から保険認可され、現在は主に悪性腫瘍の精密検査に不可欠な診断法として急速に普及している。

一方 FDG を用いた PET は糖代謝の亢進した細胞に集積するため腫瘍の種類に依存しない「非特異的」な特徴を持ち、さらに広い範囲の検索が行えることから、がんのスクリーニング法としての要件を備えている。この点に着目して1994年に FDG-PET をがん検診に応用する試みが国内の民間病院で初めて開始された。当初は欧米を中心に PET 検診に対する懐疑的な見方が多かったが、最近では国内の施設から有効性評価に関する報告もいくつか見られるようになり、アジアや欧米でも PET 検診を始める施設が出現している。ただし、PET 検診といっても PET のみで検診を実施している施設はほとんど無く、必ず内視鏡、腫瘍マーカーなど他の検査法と組み合わせている。これは胃がんや前立腺がんなど、はじめから「PET が苦手とする腫瘍」の見落としを防ぐためである。

今までの PET 検診に関するいくつかの報告では、おおよそ癌の発見率は2%程度であり、そのうち PET で発見されるのは約半数程度である。つまり残り半分は PET 以外の検査で検出されていることになる。一方、ナショナルセンターとして唯一 PET 検診を実施している国立がんセンターのデータでは、一般施設よりも内視鏡や高分解能 CT による早期がんの発見率が高く、相対的に PET の発見率が低下して2割程度にとどまる。この結果は、各臓器ごとの検診を徹底し「小さい癌」を発見すれば、PET 検診の意義は低くなるということであり、これは PET の低い空間分解能を考えれば当然のことである。しかし裏を返せば、臓器ごとの精査ができないのであれば、一つの検査で多くの癌腫をスクリーニングできる PET 検診が有効ということになる。つまり PET 検診の意義は小さいがんを検出するのではなく、「いろいろな腫瘍を」「1回の検査で」「楽に」実施できる点である。一般的に検診の有効性とは検診を受けたことによる死亡率の低下であるが、これはある集団の死亡率低下を期待する対策型検診の場合であり、PET 検診のような個人の死亡率を問題とする任意型検診はある程度議論を分けて考える必要があるだろう。

PET 検診はまだ感度不足やコストが高い、検査時間が長いといった多くの欠点を持っているが、今後高感度・広視野のポジトロンカメラが登場すればこれらの短所も徐々に改善され、検診への応用が一層普及するものと考えられる。

### Ⅲ. 320列 CT 装置の有用性と予防医学における可能性

慶應義塾大学医学部放射線診断科 准教授

陣崎 雅弘

近年の CT の進歩は目覚しく、1998年に4スライスのマルチスライス CT が登場し、CT メーカー各社が足並みを揃えて多列化を進め、2002年に16スライス CT、2004年には64スライス CT を市場に出してきている。それ以後は、各社様々な方向に開発が向かっており、東芝は320列 CT を2007年に市場に投入した。この CT は、64列を更に多列化した機種というよりも1回転（長さ16 cm）で心臓、肝臓や脳などの臓器を撮れるため、ヘリカルスキャンを使用しない面検出器 CT という要素が強い。実際、64列 CT までは、臓器の頭側と尾側では撮影されるタイミングが異なっていたが、面検出器 CT においては臓器全体が同時に撮影できる。このため、低線量で連続撮影をして造影剤の流れを追跡していくことができる。脳領域においては、これまで脳の一部でしかできなかった脳灌流 CT を全脳で実施できるようになり、全脳の脳血流量、脳血液量等の情報を提供可能になった。また脳血管に造影剤が流入していく様子を捉えた像を全脳で作ることもでき、シネアンギオに匹敵する情報を得られるようになっている。ヘリカルアーチファクトがないため部位によっては骨と動脈瘤との識別が容易になっており、無症候性脳動脈瘤の診断脳の向上に役立つ。心臓では、これまでの CT で得られていた形態情報だけでなく、心筋灌流の情報を得ることに期待がもてるようになっている。心筋灌流の診断能については、国際共同臨床試験で核医学検査との比較により、有効性の検証が行われている。

CT を検診に用いた場合に有効な可能性のある領域は、現状では冠動脈と肺野と思われる。冠動脈は、石灰化の程度を単純 CT の石灰化スコアを用いて評価するというもので、石灰化の有無およびその量は冠動脈硬化の重症度と相関があることが知られている。心疾患の中等度のリスクを有する無症候群に対してそのリスクの精密な評価のために行うことは適切とされている。肺野は、通常より低い線量を用いた低線量 CT で肺癌のスクリーニングをおこなっていくものである。CT により肺がんの検出能は明らかに向上することが知られているが、予後を変えるほどの有効性があるかどうかの検証はなされていない。そのことを十分認識してもらったうえで、CT 検診をおこなうことが薦められている。

## IV. 予防医学における超音波検査の方向性

東京都済生会中央病院放射線科 担当部長

金田 智

### 1. はじめに

約30年前の電子スキャン装置の医療現場への登場以来、容易にかつ無侵襲に生体の断面像を描出できることから、超音波検査装置は広く普及するようになった。そして現在では、腹部や乳腺などのがんを対象とする検診・健診になくてはならない検査となっている。また超音波ドプラ法の発展により造影剤を使わずに血流を評価することも可能となり、頸動脈エコーのように動脈硬化症を対象とする健診・検診にも欠くことができない検査となっている。

### 2. 超音波検査装置のこれから

超音波検査装置は、すでに相当成熟した技術である。現在の超音波検査の弱点は、ほぼ原理的な限界と考えられる。たとえばガスや骨が存在するとそれより深部は観察できないが、これはその表面でほとんどの音波が反射してしまうという物理現象のために他ならない。また深い部位の画質の劣化は、超音波ビームが散乱、吸収、あるいは屈折されるためであり、深部の分解能の改善には本質的な限界がある。

しかし画像処理に関してはまだ進歩する可能性がある。最近では硬さを評価できるエラストグラフィや、乳腺の微細石灰化を描出する技術が注目されている。マンモグラフィは石灰化を伴う病変には有力な検査であるが、腫瘍の検出には弱い検査であることが一般的にはあまり知られていない。一方超音波検査は腫瘍像の発見に強いが石灰化の検出に弱い検査とされ、乳がんの検診では補助的に用いられてきた。しかし、微細石灰化が良好に検出できるようになれば、腫瘍と石灰化の両方の評価に強い検査となり、マンモグラフィ検診から超音波健診へシフトする可能性がある。

### 3. 予防医学における超音波検査の方向性

写っているものを見つけやすくする技術は今後も進歩する可能性があるが、検査の自動化には相当な難関があり、描出するテクニックそのものは今後も術者に依存すると考えられる。精度の高い超音波検査を行える技師や医師の育成、高い診断能を有する医師の育成が課題ではあるが、まったく無侵襲であることと診断能の高さ、そして検査対象に制約がないことから、腹部や表在臓器、頸動脈などの超音波検査は、予防医学の領域に広く用いられ続けることは間違いない。