

## 5. 前立腺のMRS/CSI ——前立腺<sup>1</sup>H-MRSの現状

楫 靖 獨協医科大学放射線医学講座

各メーカーとも前立腺用のproton MR spectroscopy (<sup>1</sup>H-MRS) シーケンスが組み込まれ、コンソール上で簡便にデータ後処理ができる臨床用装置が増えてきた。しかし、国内で前立腺<sup>1</sup>H-MRSを臨床に応用した発表は少ない。MRIによる前立腺がんの検出については、拡散強調画像やダイナミック造影法が進歩し、従来よりも成績が向上している。以前は<sup>1</sup>H-MRSをがん検出に用いるオプションの1つと位置づけていたが、現在は状況が異なる。本稿では、前立腺の<sup>1</sup>H-MRSに関する基礎知識と最近の検討事項、前立腺MRIガイドラインを例とした普及への取り組みを紹介する。

### 前立腺の代謝と がんにおける変化

正常前立腺細胞には高濃度に亜鉛が含まれており、亜鉛はクエン酸回路のアコニターゼ活性を抑制する作用がある<sup>1)</sup>。このため、クエン酸が消費されず、前立腺細胞内に貯留し、前立腺液の一部として腺腔内へ分泌される。<sup>1</sup>H-MRSではこのクエン酸を検出でき、健全な辺縁域では2.6 ppmの位置にクエン酸ピークが認められる(図1)。一方、前立腺がんでは旺盛な膜合成と破壊、細胞密度の上昇などを示唆するコリンピーク(3.2 ppm)が高く、クエン酸ピークは低下する(図2)。移行域には腺組織に加えて線維・筋組織も混在し、辺縁域よりもクエン酸ピークが低く、コリンピークが上昇する傾向にあり、がんと良性病変

の鑑別は難しい。なお、前立腺底部は精嚢と接しており、この高さのスペクトルを見ると高いコリンピークが同定できる場合がある。これは、精嚢液のグリセロフォスフォコリン信号の影響と思われる。また、クレアチンピークとコリンピークの間にはスペルミンをはじめとするポリアミンが存在する。前立腺細胞の増殖にかかわると言われており、健全部では高く、がんでは低下する<sup>2)</sup>。ポリアミンピークは幅が広く、コリンピークやクレアチンピークに重なるので、単独の鋭いピークとして認識はできない。がんではポリアミンが低下するので、クレアチンピークとコリンピークの裾が基線に達する。

### 測定シーケンスと 測定条件

臨床的に前立腺がんの評価を行う場合は、位置情報も重要であり、1回の測定で複数の領域のスペクトルを得るマルチボクセル法が主として用いられている。使用されるシーケンスはpoint-resolved spectroscopy (PRESS) 法を基にしたPRESS-CSI法が広く用いられており、3Dで行われる報告が多い<sup>3)</sup>。1.5 T装置の場合、繰り返し時間(TR)は650~1500 ms、エコー時間は(TE)130~145 msの条件で測定される。TRを長くするほうが信号回復には有利だが、測定時間が延びる。

3 T装置においても、基本となる撮像シーケンスはPRESS法である。しかし、クエン酸のJ変調が1.5 Tの場合と異なる。

3 T環境では、TEが90 msではクエン酸ピークが下向きとなり、TEが145 msでは上向きに変わる(図1)。評価を容易にするために、エコー時間・ $\tau$ 時間との関連からの検討や、J変調を固定するパルスを加えたシーケンスなどが考案されている<sup>4), 5)</sup>。

### 信号評価法

信号評価法としては、コリン、クレアチンのピークが十分分離できないため、この両者のピーク下面積を測定して分子とし、クエン酸のピーク下面積を分母とした代謝産物比を用いる場合が多い。また、代謝産物比だけで評価するのではなく、スペクトルのクオリティを加味した評価システムも提案されており、正診率、異なる読影者間の $\kappa$ 値も高い<sup>6), 7)</sup>。辺縁域、移行域両者の評価が可能で、今後、標準的評価方法として用いられる可能性がある。後述するMRIガイドラインでも、定量的な評価法として紹介されている。

### 前立腺がんの<sup>1</sup>H-MRS診断能

#### 1. 前立腺がんの検出能

MRSでがん検出を行ったさまざまな論文をメタアナリシスの手法でまとめ、前立腺がんに対する<sup>1</sup>H-MRSの統合診断能を報告した論文がある<sup>3)</sup>。それによると、前立腺がんと確定した領域ごとの検討を行った論文では、感度68%、特異度85%であった。これらを患者年齢