

ECHELON Vegaを用いた 前立腺癌のMRI診断と今後の展望

MRI Diagnosis of Prostate Cancer and Its Perspective by Using ECHELON Vega

山添 真治¹⁾ Shinji Yamazoe
尾尻 博也¹⁾ Hiroya Ojiri
原田 潤太²⁾ Junta Harada

小橋由紋子¹⁾ Yuko Kobashi
最上 拓児²⁾ Takuji Mogami

¹⁾東京歯科大学市川総合病院 放射線部
²⁾東京慈恵会医科大学附属柏病院 放射線部

前立腺癌のMRI診断において拡散強調像(DWI)、特にADC(apparent diffusion coefficient)マップの有用性は報告されているが、DWIそのものの信号強度での評価の報告は少ない。われわれはDWIの相対的信号強度(relative signal intensity : rSI)を測定し、T2WIとfusionさせた画像(Fusion rSI)を作成したので報告する。

このstudyにおいて、Fusion rSI > 3SDではすべての症例で病変を描出することができた。病理断面の癌面積比の比較でも良好な相関性が得られた。

今後はこの画像をガイドとして、前立腺癌の局所治療への応用が可能と考えている。

Although usefulness of DWI, especially of ADC(apparent diffusion coefficient)map, is well-known in a diagnosis of prostate cancer, there have been only a few reports about signal intensity itself on DWI.

We reported a study to detect prostate cancer clearly by relative signal intensity(rSI) of DWI and fusion images between rSI and T2WI(Fusion rSI).

Only all Fusion rSI > +3 SD could describe prostate cancer. And the cancer area ratios of Fusion rSI > +3 SD correlated to pathological cancer area ratio.

We expect application of Fusion rSI as guidance of new therapies such as cryosurgery of prostate cancer.

Key Words: Prostate Cancer, MRI, Diffusion Weighted Image, Fusion rSI

1. はじめに

前立腺癌は高齢男性で最も重要な疾患の一つであり、男性癌の約10%を占め年々罹患率は増加傾向を示している。2020年頃には男性癌の中で2番目に多い疾患になることが予想され、前立腺癌の早期発見の重要性は社会的に増している。

われわれは前立腺MRI画像において拡散強調像(diffusion weighted image : DWI)での骨盤底部の信号強度を指標として、これに対する標準偏差を計算することにより腫瘍範囲を推定するという手法(相対的信号強度 relative signal inten-

sity : rSI)を報告する。本稿ではこの新しいDWIの表示方法を中心に述べ、最後に前立腺癌治療への展望に触れる。

2. 前立腺のMRI解剖および前立腺癌のMRI所見

前立腺は男性の内生殖器の外分泌腺として機能しており、約70%を腺組織が占めている³⁾⁸⁾。前立腺は辺縁域(PZ)、移行域(TZ)、中心域(CZ)、少量の内尿道周囲域(PUT)に分か

れている³⁾。一般的に内腺と呼ばれる領域はTZとPUT、外腺と呼ばれる領域はPZとCZが相当し、尿道はTZを貫いて走行し、射精管はCZを貫いて尿道に開口している³⁾。

前立腺は加齢とともに形態的にも変化する。CZは加齢とともに萎縮が始まり小さくなる⁹⁾。一方で、TZは加齢とともに増大し前立腺肥大症の発生源地となっている⁹⁾。PZは前立腺の主な腺組織であるが、TZの肥大とともに側後方へ圧排され、菲薄化されていく⁹⁾。

前立腺癌は主にPZとTZから発生するとされておりCZからの発生はまれである⁸⁾。

前立腺癌の診断はMRIでの画像評価が有用である。正常なPZはT2WIにおいて高信号域として描出される³⁾⁸⁾⁹⁾。CZおよびTZは画像上見分けることは困難で、T2WIにおいて低信号域もしくはモザイク状の信号域を呈する³⁾⁸⁾⁹⁾。

PZの前立腺癌はT2WIにおいて高信号の腺組織の中に低信号結節として描出されるため、比較的検出しやすい。しかしTZやCZではT2WIにおいてモザイク信号であるため、T2WIでの前立腺癌の検出は困難となる。そのため前立腺癌の検出率向上には、DWI、特に拡散係数(apparent diffusion coefficient: ADC)マップやダイナミック造影MRIなどの撮像が必要となる¹⁻⁵⁾⁸⁾⁹⁾。前立腺癌はダイナミック造影MRIでは早期造影およびwashout像として、拡散強調像では拡散低下を伴うためADCマップでの低信号域として描出される¹⁻⁵⁾⁸⁾⁹⁾。しかし造影MRIは造影剤注入からの撮像タイミングに左右され、拡散強調像では装置の性能やb値を含めた撮像条件に左右される。そのため個々の施設や装置に合わせた設定が重要となる。

3. DWIの相対的信号強度を用いた前立腺癌の画像診断

(1)DWIの相対的信号強度

最近、肺腫瘍において腫瘍の脊髄神経に対するDWIの相対的信号強度が、ADCマップよりも有用であったことが報告された⁶⁾。しかし、骨盤の撮像において撮影範囲内に脊髄神経が存在しないため、脊髄神経と前立腺との相対的信号強度は適用できない。そこでこの手法を応用し、新たにDWIでの

骨盤底部全体の信号強度を指標として、これに対する標準偏差を計算することにより腫瘍範囲を推定するという手法(相対的信号強度 relative signal intensity: rSI)を前立腺癌のMRI診断に導入した。実際にはこのrSIとT2WIをfusionしたFusion rSIを用いて、前立腺画像診断を評価検討した。

使用装置は日立メディコ製 1.5T ECHELON Vega^{*1}(図1)、使用コイルは8channel passed-array body coilである(東京慈恵会医科大学附属柏病院設備)。プロトコルは表1に示す。造影MRIのプロトコルが組まれてはいるが、Fusion rSIの描出が良好なため、現在はほぼ造影検査は行っていない。b値は1,500に設定し、単一b値でのDWI撮像としている。またFOV、スライス厚およびスライスギャップはT2WIと同様の条件とすることでT2WIとDWIのfusion画像を可能にしている。なお、撮影条件の設定はECHELON Vegaにおいてのものであり、他社の装置ではその限りではない。

(2)Fusion rSI

われわれはDWIの信号強度を客観的に評価する方法として、骨盤底部のDWIの信号強度を計算し標準偏差を算出、T2WIの画像にfusionするソフトウェアを開発した(図2)。DWIには人体以外の領域も含まれているため、骨盤外の信

表1：撮影プロトコル

<ul style="list-style-type: none"> • T1WI:TR/TE=500/15, FA, 90, FOV=270mm, Freq=352, phase 256, slise thickness=3mm, Gap 3mm, NSA=1, • T2WI:TR/TE=4604/107, FA, 90, FOV=270mm, Freq=352, phase 300, slise thickness=3mm, Gap 3mm, NSA=2, • T2WIcoro:TR/TE=4604/107, FA, 90, FOV=270mm, Freq=384, phase 336, slise thickness=3mm, Gap 3mm, NSA=2 • DWI:b=1500/0, TR/TE=5821/77.2, FA, 90, FOV=270mm, slise thickness=3mm, Gap 3mm, Freq=128, phase 128, NSA=12, 200%over sampling(≒NSA=24) • GdFST1WI:TR/TE=469/15, FA, 90, FOV=270mm, Freq=336, phase 256, slise thickness=3mm, Gap 3mm, NSA=2
Total scan time:16m26s



図1：1.5T ECHELON Vega

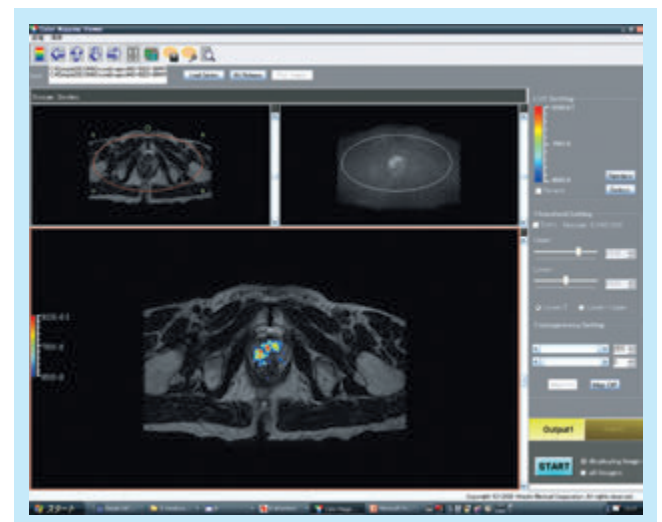


図2：開発したソフトウェア

号が入らないように骨盤底部にROIを設定した。ROIを設定することで開発したソフトウェアがROI内のDWI信号強度の標準偏差を自動で算出し、設定したSD以上の信号のみを描出する。SDの設定は0.1から変更可能であり、例えば3SDと3.5SD以上のFusion rSI画像を作成する場合にはSD値を変更するだけで表示変更が可能である。

前立腺癌のFusion rSI画像を図3に示す。前立腺TZの両葉、右PZに前立腺癌を認めた症例であるが、一目でDWI高信号域が分かる。またSDを変えることで描出範囲が変化し、SDが高くなるにつれて、病変の描出範囲が小さくなっているのも分かる。

われわれは、前立腺MRIを撮像した症例のうち前立腺全摘手術を施行し前立腺癌が証明された17例の検討を行った。Fusion rSI > 3、> 3.5、> 4、> 5 SDの4つの画像と病理断面を比較すると、Fusion rSI > 3.5SD以上の画像では一部の症例で癌病変を描出できなかったが、> 3SDのFusion rSIではすべての症例で病変を描出することができた。病理断面および画像スライス上の前立腺全体に対する癌病変の面積比の比較では、Fusion rSI > 3、> 3.5、> 4 SDにおいて良好な相関性が得られた。結果の詳細はMRMS Vol.11, No1 “Diffusion-weighted Image with Relative Signal Intensity Statistical Thresholding for Delineating Prostate Cancer Tumors”で報告した。

(3) メリット・デメリット

この手法のメリットはDWIの高信号域がカラー表示されるため、病変の評価が容易である。またT2WIとのfusionによりDWIのみでの解剖学的弱点も克服できている。前立腺内の病変だけでなく、周囲への直接浸潤(図4)や撮像範囲内の骨転移・リンパ節転移(図5)もDWIにて高信号となるため、同時に描出することができる。また、Fusion rSI画像の作成は5分以内であり、時間的負担が少ないのもメリットの一つとなっている。

一方でデメリットもいくつかある。1つ目は、直腸のガスによるアーチファクトが少なからず生じることである。2つ目は、癌の大きさが小さ過ぎたり、グリッソスコアが低い場合には

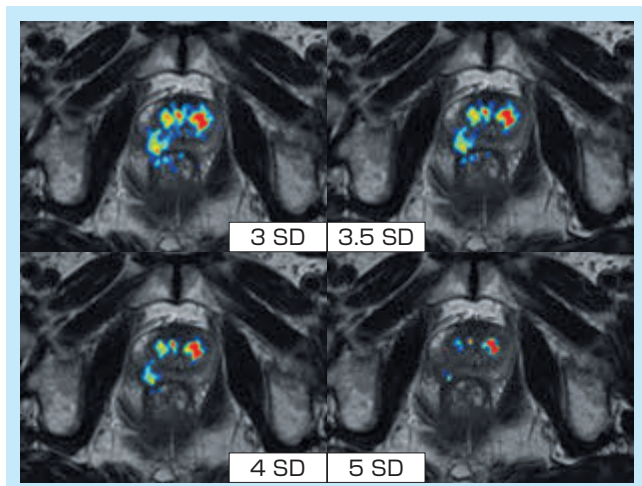


図3：前立腺癌症例(Fusion rSI) SD値による描出能の比較。

描出が困難となる。3つ目は、骨盤内を占拠するような巨大な前立腺癌の場合である。大き過ぎるとFusion rSIでは高信号域が大半を占めることになるため、相対的に癌の描出領域が小さくなってしま(図6)。そのためFusion rSIは前立腺内に比較的限局した前立腺癌の描出に向いていると考える。

4. Fusion rSIを用いた今後の展望

前立腺癌の治療の一つに凍結治療があり、海外ではいくつかの報告がなされている。また前立腺癌だけでなく、前立腺

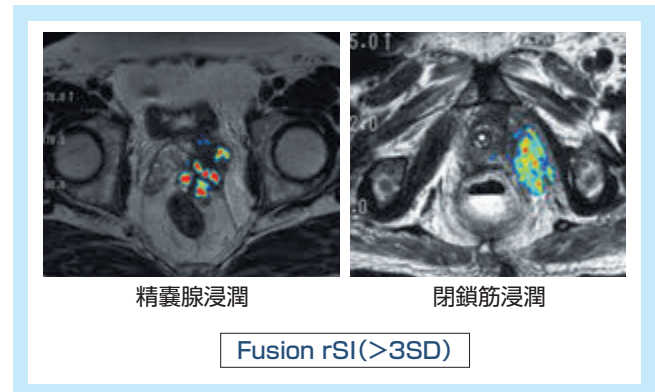


図4：直接浸潤
撮像範囲内ならば精嚢腺浸潤や閉鎖筋浸潤も描出できる。

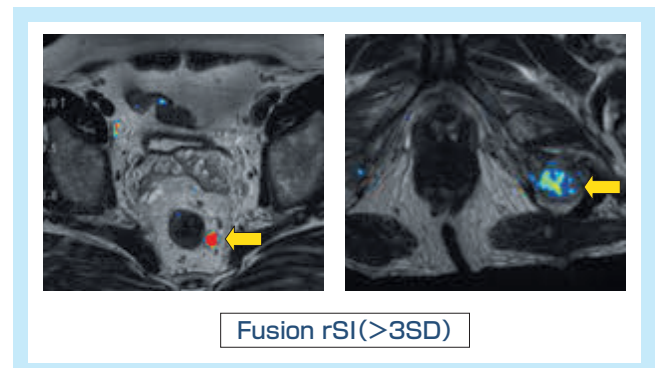


図5：リンパ節転移、骨転移病変(参考文献10 図6引用)
直接浸潤だけではなく、撮像範囲内のリンパ節や骨への転移も描出できる。

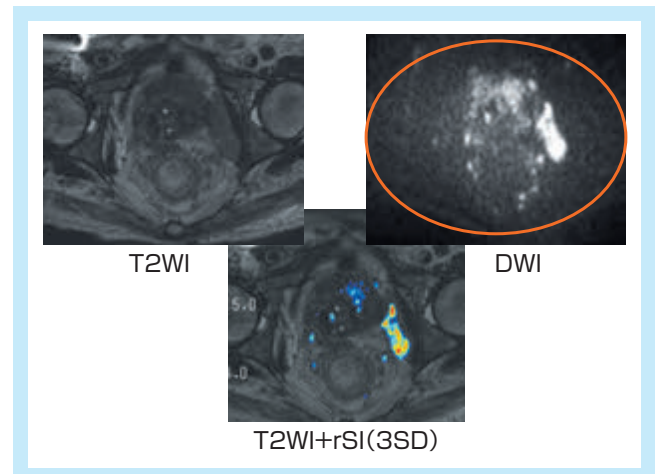


図6：大きな病変
病変が大きく、骨盤内が全体的にDWIにて高信号を示す症例では信号の標準偏差が高くなり、rSIでは病変がマスクされることがある。

肥大症に対する凍結治療の報告もあり⁷⁾、症状緩和に有効な手段となる可能性がある(図7)。

本邦でも2010年1月に凍結手術器の薬事承認が得られた。2011年7月に小径腎癌に対する凍結治療が保険適応となり、本邦でも凍結治療が本格的に行われ始めている。東京慈恵会医科大学附属柏病院でも2011年9月に薬事承認後1例目の凍結治療が行われ、その後着々と実績を増やしている。この小径腎癌に対する凍結治療は現段階ではMRIガイド下(日立メディコ製オープンMRI装置; AIRIS^{※2} II 0.3T 使用)での手術となっている(図8)。ハンバーガー型のMRI装置のため、装置の間から手技を行うことが可能なのである。また低磁場なので5ガウスラインが狭く、MRI検査室内にある程度の器具やその他の装置を持ち込むことができる。画像もほぼリアルタイム(1-4秒に1回など)に確認することができ、CTのように被曝することもない。MRIガイド下の最大の利点は凍結範囲がはっきりと分かることである。現在は小径腎癌のみ適応となっているが、今後は乳癌などその他疾患への適応が拡大していく見込みであり、前立腺癌に対しても既述の報告を含め適応および有用性が考慮される。

前立腺への穿刺の場合、超音波ガイドもしくはMRIガイド下(オープンMRI)で行うことが一般的であるが、いずれも前立腺病変の正確な特定は難しい。そこで前立腺病変の局在の

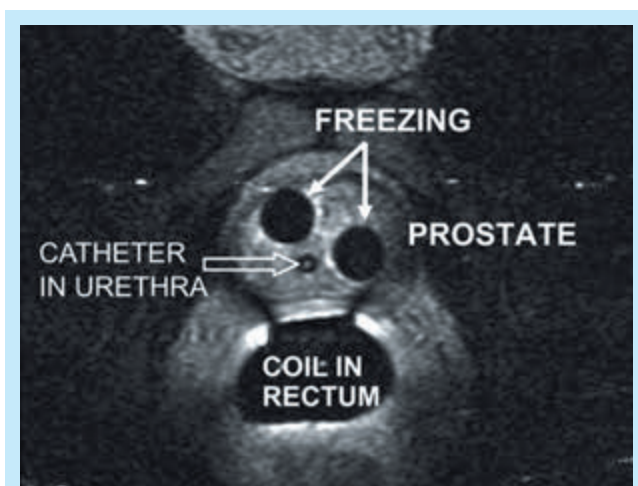


図7：凍結治療

前立腺肥大症の患者に対し経会陰式にT2領域両葉に1本ずつ凍結プローブを穿刺し、凍結。(参考文献7引用)



図8：0.3T AIRIS II

描出に優れるFusion rSI画像を超音波もしくはMRIガイド下手技に応用できれば、より正確な手技・治療が可能と考えられる。今後はこのFusion rSI画像を利用して前立腺病変のtarget biopsyや先進医療としての凍結治療を視野に入れた研究を進めたいと考える。

5. まとめ

Fusion rSI、特に3SDの画像が前立腺癌の描出に有効であった。ただし、小さな病変やグリソンスコアの低い症例、骨盤内を大きく占拠するような巨大な病変では描出が困難な場合があるため、注意を要する。

今後はこの画像をガイドとして、前立腺生検や前立腺癌の局所治療への応用が可能と考えている。

※1 ECHELON Vega、※2 AIRISは株式会社日立メディコの登録商標です。

参考文献

- 1) Lim HK, et al. : Prostate Cancer : Apparent Diffusion Coefficient Map with T2-weighted Images for Detection - A Multireader Study. Radiology, 250 : 145-151, 2009.
- 2) Deanna L.Langer, et al. : Intermixed Normal Tissue within Prostate Cancer : Effect on MR Imaging Measurements of Apparent Diffusion Coefficient and T2 - Sparse versus Dense Cancers. Radiology, 249 : 900-908, 2008.
- 3) Choi YJ, et al. : Functional MR Imaging of Prostate Cancer. RadioGraphics, 27 : 63-77, 2007.
- 4) Michael A Jacobs, et al. : Diffusion-weighted Imaging With Apparent Diffusion Coefficient Mapping and Spectroscopy in Prostate Cancer. J Magn Reson Imaging, 19 : 261-328, 2008.
- 5) Masoon A. Haider, et al. : Combined T2-Weighted and Diffusion-Weighted MRI for Localization of Prostate Cancer. AJR Am J Roentgenol, 189 : 323-328, 2007.
- 6) Uto T, et al. : Higher Sensitivity and Specificity for Diffusion-weighted Imaging of Malignant Lung Lesions without Apparent Diffusion Coefficient Quantification. Radiology, 252 : 247-254, 2009.
- 7) Pejman Ghanouni, MD, PhD, et al. : MRI Imaging-guided Cryoablation for the Treatment of Benign Prostate Hyperplasia JVIR, 22 : 1427-1430, 2011.
- 8) 伊藤博敏, ほか : 前立腺の解剖とMRIによる描出. 画像診断 - 男性泌尿生殖器疾患の知識と画像診断 -, No12 Vol.29 : 1366-1373, 2009.
- 9) 山下康行(編著) : 知っておきたい泌尿器のCT/MRI. 秀潤社, 200-209, 2008.
- 10) 山添真治 : ECHELON Vegaを用いたDWIによる前立腺癌の新しい病変表示方法. 磁遊空間, VOL24, 2012.