

学位論文要約  
Extended Summary in Lieu of the Full Text of a Doctoral Thesis

氏 名 : 加賀 徹郎

Full Name

学位論文題目 :

Thesis Title

Diffusion-weighted imaging of the abdomen using echo planar imaging with compressed SENSE: Feasibility, image quality, and ADC value evaluation

学位論文要約 :

Summary of Thesis

(目的, 緒言)

MRI検査における拡散強調像 (DWI) の有用性は、腫瘍の検出や良悪性の鑑別、急性期脳梗塞の診断などで広く認知されている。DWIの撮像シーケンスとしてecho planar imaging (EPI) 法が広く普及しているが、低分解能、低信号雑音比、画像の歪みといった課題を抱える。

MRI撮像において用いられているアンダーサンプリングとはMRIの撮像時間を短縮するための方法の一つであり、k空間上での波形収集を間引いて収集回数を減らすことによって撮像速度を高めることができる。波形収集を間引く度合いに応じたAcceleration factorを任意に設定することができるが、Acceleration factorを高く設定した際には撮像時間短縮に対するトレードオフとして信号対雑音比の低下やアーチファクトが生じる。アンダーサンプリング法の一つであるパラレルイメージング (PI) は、複数のフェイズドアレイコイルを用いてk空間上で等間隔にアンダーサンプリングを行うものである。EPI法を用いたDWIにPIを併用 (PI-DWI) することによって、高速化だけでなく歪みを低減できることが知られている。一方、PI-DWIでは過度のacceleration factorの設定により、geometric factor related noiseと呼ばれる帯状のアーチファクトが生じることや、信号対雑音比が低下することが知られている。

近年、ランダムアンダーサンプリング法であるCompressed Sensingが臨床応用可能となり、更なる撮像時間の短縮とノイズ低減が可能となった。加えて、Compressed Sensingの一つであるCompressed SENSE (Philips Healthcare) がこれまで併用不可能であったEPI法との併用が可能となった (EPICS; Philips Healthcare)。しかし、EPICSを用いて撮像されたDWI (EPICS-DWI) の臨床応用についてまとめられた論文は現在ところ無い。そこで我々は、腹部におけるPI-DWIとEPICS-DWIの画質およびapparent diffusion coefficient (ADC) 値について比較検討を行った。

【対象と方法】

2020年10月から2020年12月の間に当院で腹部MRIを撮像された46名を対象とした。対象患者に対してPI-DWIとEPICS-DWIをそれぞれ下記撮像条件において撮像し、それぞれに対して定性評価と定量評価を行った。

定性評価 : ノイズ, 肝臓輪郭描出, 膵臓輪郭描出を2名の放射線科医がそれぞれ5段階で評価した。

定量評価 : 肝実質と膵実質のADC値とその標準偏差を上記2名の放射線科医がそれぞれ計測し、変動係数を次式により算出した。

変動係数 = 標準偏差 / ADC値

MRI撮像条件 : 3.0T MR system (Ingenia 3.0T CX; Philips Healthcare), repetition time/echo time, 5,000/64 ms; matrix, 192 × 154; field of view, 38 × 30 cm; SENSE or Compressed SENSE factor, 3.0; b values, 0, 200, and 800 s/mm<sup>2</sup>; number of sample averaged, 2.0 for b = 0 and 200 s/mm<sup>2</sup> and 4.0 for b = 800 s/mm<sup>2</sup>; section thickness, 7 mm with 0-mm intersection gap; and acquisition time for 30 sections, 105 s

### 【結果】

ノイズ、肝臓輪郭描出、膵臓輪郭描出はいずれもPI-DWIと比較してEPICS-DWIが優れていた ( $P < 0.001$ )。ADC値は肝実質、膵実質ともにPI-DWIと比較してEPICS-DWIで有意に高値を示した ( $P < 0.001$ )。一方、標準偏差は肝実質、膵実質ともにPI-DWIと比較してEPICS-DWIで有意に低値であった ( $P < 0.001$ )。変動係数は、肝実質ではPI-DWIと比較してEPICS-DWIで有意に低値を示し ( $P < 0.001$ )、膵実質では放射線科医2でのみEPICS-DWIで有意に低く ( $P < 0.001$ )、放射線科医1では有意差は認められなかった ( $P = 0.09$ )。

### 【考察】

EPICS-DWIではPI-DWIと比較し有意に画質が向上した。これは、geometric factor related noiseがCompressed SENSEの特徴であるWavelet変換を基本としたノイズ除去により低減されたからであると考えられる。また、EPICS-DWIではPI-DWIと比較して有意に高いADC値及び低い標準偏差を示した。これはCompressed SENSEによるノイズ低減がADC値に影響を与えており、ノイズの影響を抑えることで真の値に近づいているためと考える。ただし、EPICS-DWIによるADC値の上昇が臨床利用に及ぼす影響については今後のさらなる評価が必要である。

### 【結論】

腹部領域での検討において、EPICS-DWIはPI-DWIに比較して有意に画質を向上させた。また、肝実質、膵実質におけるADC値はEPICS-DWIにおいてPI-DWIと比較し有意に高く、ノイズ低減も確認された。