

# 学位論文抄録

Hepatic fat quantification using automated six-point Dixon:  
Comparison with conventional chemical shift based sequences and computed tomography  
(MRI 6point Dixon 法による肝臓脂肪定量化の試み:化学シフト法とCT値との比較)

清水 紀恵

熊本大学大学院医学教育部博士課程医学専攻放射線診断学

指導教員

山下 康行 教授

熊本大学大学院医学教育部博士課程医学専攻放射線診断学

## Abstract of the Thesis

### Background and Purpose:

Nonalcoholic steatohepatitis (NASH) is a potential precursor of cirrhosis and hepatocellular carcinoma. At present, the diagnosis of NASH relies on liver biopsy as the gold standard. Liver biopsy, however, is an invasive approach. Magnetic resonance (MR) techniques provide for a noninvasive means of estimating fat content. Recently, 3D 6-point (6-p) Dixon sequence which is automatically calculates fat fraction (FF) have been developed to estimate whole liver FF at one breath-hold.

The purpose of this study was to evaluate 6-p Dixon MR fat quantification method for the detection of hepatic FF. We compared this method with conventional chemical shift imaging (CSI) methods in a phantom validation study and in clinical study with CT as the reference technique.

### Materials and methods:

We compared this method with conventional dual-echo CSI methods in a phantom validation study and in clinical retrospective study with CT. In 6-p Dixon, the automatically calculated FF image (imaging FF) were used. In dual-echo CSI, the signal intensity of in-phase (SII) and opposed-phase (SIO) were used to calculate FF as  $SI\ index = (SII - SIO) / SII \times 100(\%)$ . A phantom study was performed to validate the accuracy of the MR imaging for FF measurement with 9 vials of various fat concentrations (0%-100%). In clinical study, 59 patients were examined both MR imaging and CT in the same day.

### Results:

In phantom study, linear regression between fat concentration of the vials and the imaging FF showed good agreement ( $R^2=0.992$ ;  $P>0.001$ )

In clinical study, the imaging FF of 6-p-Dixon was strongly correlated with the SI index of dual-echo CSI ( $R^2=0.890$ ;  $P>0.001$ ). CT attenuation value was strongly correlated with the imaging FF on 6-p Dixon ( $R^2=0.852$ ;  $P>0.001$ ) and the SI index of dual-echo CSI ( $R^2=0.812$ ;  $P>0.001$ ).

### Conclusion:

The 6-p Dixon was accurate correlation with CT attenuation value of liver parenchyma. The 6-p Dixon MR fat quantification method has the potential for automated hepatic fat quantification.

## 学位論文抄録

### [ 目的 ]

近年増加している非アルコール性脂肪肝炎 (NASH) の確定診断には肝生検が用いられているが、この方法は侵襲的であり、肝の一部を採取するためサンプリングエラーなどの欠点を排除できない。一方、MRI では非侵襲的に生体内脂肪量評価が可能であり、以前より化学シフト法を用いた研究が多数報告されている。しかし、その多くは鉄沈着による T2\*減衰など交絡因子の影響により一部の症例では正確な脂肪比率を測定することができなかった。近年、MRI 脂肪比率測定画像 (Proton density fat-fraction [PDFF] 法: 3D 6-point Dixon 法など) が開発され、呼吸停止下に交絡因子の多くを排除した全肝の脂肪比率画像を自動的に得ることが可能となった。しかし、従来の MRI 脂肪比率測定画像による報告ではリファレンスとして MR Spectroscopy や生検など局所脂肪比率を用いたものがほとんどであり、肝臓全体を評価可能な CT と比較した報告はなかった。

本研究の目的は、3T MRI 装置において、6-point Dixon 法により自動的に得られた肝臓の脂肪比率測定の正確性について、ファントムや MRI と CT を同日に撮影した臨床症例の CT 値と比較し、有用性を評価することである。

### [ 方法 ]

使用装置は 3.0T MRI 装置で、6-point Dixon 法では自動的に再構成される脂肪比率画像を脂肪比率測定に使用した。従来法である化学シフト法では SI index  $[(\text{In-phase の信号強度} - \text{Opposed-phase の信号強度}) / \text{In-phase の信号強度}]$  を使用した。

ファントム実験では脂肪含有量 0% から 100% までの脂肪比率の異なる 9 種類のファントムを使用し、ファントムの脂肪濃度をリファレンスとして 6-point Dixon 法の脂肪比率と化学シフト法の SI index の比較を行った。また、臨床症例では後方視的に MRI 撮影と CT 撮影を同日に施行した患者 59 症例を対象とし、6-point Dixon 法の脂肪比率と化学シフト法の SI index を測定し、肝臓の CT 値と比較した。検定には Mann-Whitney U 検定を用いた。

### [ 結果 ]

ファントム実験では、0-100% の脂肪含有量において 6-point Dixon 法による脂肪比率とファントム脂肪濃度は直線的な強い相関を示した ( $R^2 = 0.992$ ;  $P > 0.001$ )。

臨床症例では、6-point Dixon 法による脂肪比率と化学シフト法による SI index は強い直線的な相関を認めた ( $R^2 = 0.890$ ;  $P > 0.001$ )。6-p Dixon 法による脂肪比率と CT 値も直線的な強い相関を認めた ( $R^2 = 0.812$ ;  $P > 0.001$ )。

### [ 考察 ]

ファントム実験において、6-point Dixon 法では脂肪比率の 0%-100% までを正確に評価することが可能であった。これは、Dixon 法が磁場不均一の影響を受けにくく、T2\*補正がされていることにより、より正確に脂肪比率を測定することが可能であるためと考えられた。

臨床研究においても、6-point Dixon 法の脂肪比率は化学シフト法の SI index と強い相関を示しており ( $R^2 = 0.890$ )、この結果は過去の MR Spectroscopy をリファレンスとした PDFF 法と化学シフト法の比較研究と同等の正確性であった。また、CT 値をリファレンスとした臨床研究においても 6-point Dixon 法と化学シフト法は同等の強い直線的な相関が得られた。さらに、6-point Dixon 法は肝臓全体のボリューム撮影が可能であり、全肝の脂肪比率評価の可能性が示された。

### [ 結論 ]

3T MRI による 6-point Dixon 法では正確な脂肪比率測定が可能であり、6-point Dixon 法による肝臓脂肪定量の有用性が示された。