

Grading of gliomas using 3D CEST imaging with compressed sensing and sensitivity encoding

和田, 達弘

<https://hdl.handle.net/2324/7182333>

出版情報 : Kyushu University, 2023, 博士 (保健学), 課程博士
バージョン :
権利関係 : © 2022 Elsevier B.V. All rights reserved.



氏 名：和田 達弘

論 文 名：Grading of gliomas using 3D CEST imaging with compressed sensing and sensitivity encoding
(CS-SENSE併用3D CEST イメージングを用いた神経膠腫患者の悪性度評価)

区 分：甲

論 文 内 容 の 要 旨

Chemical exchange saturation transfer (CEST) は、生体内の様々な代謝物を反映したコントラストを得ることができる magnetic resonance imaging (MRI) の手法である。バルク水から+3.5 ppm 離れた共鳴周波数を持つアミドプロトン (-NH) を反映したCESTイメージングは、生体内の可動性タンパク/ペプチドの濃度、pHおよび温度に依存している。CESTイメージングのアミドプロトンを反映した magnetization transfer ratio asymmetry (MTR_{asym}) at 3.5 ppm という指標が、低悪性度神経膠腫 (low-grade glioma : LGG) と高悪性度神経膠腫 (high-grade glioma : HGG) の鑑別には有用であるとの報告がある。しかし、CESTイメージングは撮像時間が長いという欠点があり、従来のCESTイメージングは2D撮像の1断面のみの撮像であった。また、腫瘍内の不均一性を考慮すると、CESTイメージングの信号値は撮像断面によって異なる可能性がある。そこで、高速撮像技術である compressed sensing and sensitivity encoding (CS-SENSE) を用いて複数断面を取得可能な3D CESTイメージングを考案した。本研究の目的は、LGGとHGGの鑑別におけるCS-SENSE併用3D CESTイメージングの有用性を明らかにすることである。

2020年7月から2021年11月までの間に、神経膠腫の術後診断を受けた28名の患者を対象とした。外科的切除を受けた28名の神経膠腫患者 (平均年齢 51.0 ± 13.9 歳、男性13名、女性15名) の症例を分析した。LGG (World Health Organization [WHO] グレード2) 12例、HGG (WHOグレード3または4) 16例が確認された。通常の病理組織学的評価に加え、標準的な手順でKi-67 labeling index (LI) を決定した。2D CESTイメージングの撮像時間は1スライスで3分39秒、3D CESTイメージングの撮像時間は9スライスで5分1秒であった。腫瘍における magnetization transfer ratio asymmetry (MTR_{asym}) at 3.5 ppm において、(i) 2D CESTイメージングの1スライス (2D)、(ii) 3D CESTイメージングの腫瘍全体を含めた複数スライス (3D_{all})、および (iii) 3D CESTイメージングの最大信号強度を示したスライス (3D_{max}) の3つの手法を用いて診断能を評価した。

Table 1にLGG群とHGG群における各項目の測定値を示す。Ki-67 LIはLGG群に比べHGG群で有意に大きく、MTR_{asym} at 3.5 ppmの平均値は全ての方法においてLGG群よりもHGG群で有意に大きかった。Receiver operating characteristic (ROC) 分析を用いたLGGとHGGを鑑別する診断能を評価した結果をFigure 1およびTable 2に示す。3つの方法において同等の area under the curve (AUC) が得られた。また、病理診断にて高悪性度と診断された症例が、2D CESTイメージングでは低悪性度を示唆する信号強度であったのに対し、3D CESTイメージングでは高悪性度を示唆する信号強度を呈した症例が確認された。

3D CESTイメージングによる3D_{all}と3D_{max}の診断能は、いずれも2D CESTイメージングと同等であった。CS-SENSE併用3D CESTイメージングは、2D CESTイメージングと同様に神経膠腫の悪性度評価に使用することができる。複数断面を取得可能なCS-SENSE併用3D CESTイメージングは、神経膠腫患者の診断精度向上につながる。

Table 1. The Ki-67 labeling index and MTR_{asym} 3.5 ppm in the LGGs and HGGs

Parameter	LGG	HGG	p-value
Ki-67 LI, %	5.50 ± 2.02	23.94 ± 21.48	<0.0001
MTR _{asym} 3.5 ppm, %			
2D	1.54 ± 0.94	2.67 ± 1.09	0.0083
3D _{all}	1.28 ± 0.81	2.32 ± 1.20	0.0130
3D _{max}	1.74 ± 1.01	3.00 ± 1.46	0.0150

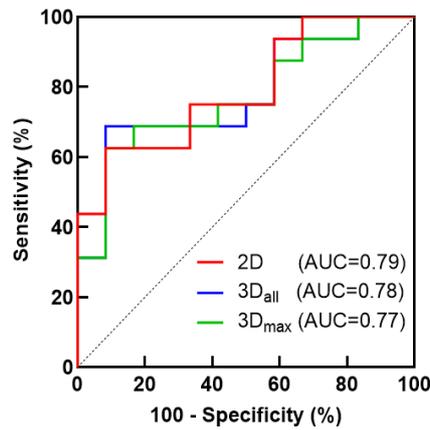


Fig. 1 Receiver operating characteristic curve analyses for the differentiation of LGGs from HGGs. All three imaging methods showed medium diagnostic performance.

Table 2. Receiver operating characteristic curve analysis for the differentiation of LGGs and HGGs

Method	AUC	Cutoff value (%)	Sensitivity (%)	Specificity (%)
2D	0.79	2.52	91.7	62.5
3D _{all}	0.78	1.81	91.7	68.8
3D _{max}	0.77	2.55	91.7	62.5

AUC: area under the receiver operating characteristic curve.