

京都大学	博士 (医学)	氏名	山本貴之
論文題目	Magnetic resonance angiography with compressed sensing: an evaluation of moyamoya disease (圧縮センシングを用いたMRアンギオグラフィによるもやもや病の検討)		
(論文内容の要旨)			
<p>もやもや病は脳血管に進行性の狭窄を来す稀な疾患である。内頸動脈の終末部を首座として、ウイリス動脈輪からの主要分枝にも狭窄を生じる。狭窄の進行に伴いモヤモヤとした細かい血管構造(側副血行路)が発達することも、この疾患の特徴である。以前は脳血管造影検査で診断が確定されていたが、現在はMRアンギオグラフィ(MRA)の高性能化により造影検査が行われない場合も多い。MRAは非侵襲的なのが利点である一方で、CTなどに比べると検査時間が長い点が問題である。</p> <p>近年、撮像を高速化する圧縮センシング(Compressed Sensing: CS)と呼ばれる新たな手法が提唱された。CSには、疎性・ランダム性・非線形性の3要件がある。MRAは信号収集や画像再構成の過程での自由度が高く、これらを満たしうる。ただし、CSは従来の高速化手法であるパラレルイメージング(PI)とは全く異なるものであり、非線形な再構成による病期分類の異同や、血管構造の変形・不明瞭化といった懸念に対して、臨床症例における検討は未だ不十分である。本研究では、CSを用いてMRAを高速化した場合の、もやもや病における診断能を検討した。</p> <p>対象は、前向きに募集したもやもや病患者22名(女性14名、男性8名;平均43.1歳)、左右合計44側。3テスラMRI装置を用いて、従来手法PIの3倍速収集、すなわち1/3データ収集による脳血管像(PI3)を対照とし、CSは3倍速(CS3)と5倍速(CS5)とで撮像した。評価は、①Houkin法に基づいた血管狭窄度によるもやもや病の病期分類、②最大値投影法(Maximum Intensity Projection: MIP)像におけるもやもや血管の描出スコア(定性的評価)、③MRA元画像における基底核レベルのもやもや血管数(定量的評価)を、2名の神経放射線科医が独立して実施した。評価者間の一致度は、①と②とはCohen κ法で、③はBland-Altman法とWilcoxonの符号順位和検定で評価した。また、バイパス術を受けている10名については、バイパス血管描出の程度も評価した。</p> <p>撮像時間はPI3が4分3秒、CS3が3分53秒、CS5が2分42秒であった。病期分類の一致度は、PI3とCS3とでκ係数は.993、PI3とCS5とでは.966と非常に高かった。MIP像でもやもや血管描出も、PI3とCS3は.992、PI3とCS5は.967と高い一致を示した。もやもや血管の数にBland-Altman法ではバイアスは見られなかった。Wilcoxonの符号順位和検定ではCS3がPI3に対して有意に血管数が多く($p<0.001$)、CS5とPI3とでは有意差は無かった($p=0.62$)。バイパス血管の描出は10名全例において良好であった。</p> <p>今回の研究によりCSを用いても、もやもや病の病期分類は従来法での分類とほぼ一致していることが判った。基底核レベルのもやもや血管数は、PI3と比較してCS3で有意に多かったが、これはPIでは原理的に中心部のシグナル・ノイズ比が低下するのに対し、CSでは再構成におけるノイズ低減効果が有利に作用したものと考えられる。これによりより短時間撮像のCS5でも、PI3とほぼ同等数のモヤモヤ血管を描出できたと考える。</p> <p>CSは新たな撮像高速化手法であり、その撮像・再構成技術は発展途上にある。本研究は現状でのCSによるMRA撮像の有用性を示すとともに、今後一層の発展を促進する基礎的研究として有用と考えられる。</p>			

<p>(論文審査の結果の要旨)</p> <p>近年、圧縮センシング(CS)と呼ばれる、限られた観測データから情報を再現できるとする高速撮像法が発展し、MRアンギオグラフィ(MRA)への応用が進みつつある。データ再構成の過程で非線形な処理を行うため、診断能への影響が懸念されるが、臨床例での検討は少ない。本研究では、もやもや病の病期診断ともやもや血管描出について、従来の高速撮像法であるパラレルイメージング3倍速(PI3)を対照に、CS3倍速と5倍速(各々CS3とCS5)の画像を評価した。</p> <p>もやもや病患者22名・左右44側を対象に、撮像手法間における一致度を、病期分類ともやもや血管描出スコアはCohen κ法で、基底核レベルでもやもや血管数はBland-Altman法とWilcoxonの符号順位和検定で評価した。</p> <p>病期分類・描出能とも、PIとCSとのκ係数は.96以上と非常に高い一致を示した。基底核レベルの血管数には、撮像法によるバイアスは見られず、PI3と比較して、CS3は有意に多かった($p<.001$)が、撮像時間を短縮したCS5でも有意差が無いことが示された。これは、CS再構成でのノイズ低減効果が有利に作用したものと考えられた。</p> <p>以上の研究は、CSを用いたMRA撮像による細血管描出の改善や、撮像高速化の可能性を明らかにすることで、新たな撮像法の活用を促進し、画像診療に寄与するところが多い。</p> <p>したがって、本論文は博士(医学)の学位論文として価値あるものと認める。 なお、本学位授与申請者は、平成30年2月20日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。</p>
<p>要旨公開可能日：平成 年 月 日以降</p>