

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：18001

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K16828

研究課題名（和文）子宮動脈に対する4D-flow MRIの有効性と臨床的有用性の検討

研究課題名（英文）4D-flow MRI study of uterine arteries in pregnant women

研究代表者

伊良波 裕子（Iraha, Yuko）

琉球大学・病院・講師

研究者番号：50305207

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、4D-flow MRIを用いて妊婦の子宮動脈を評価し、その有効性と有用性について検討した。まず子宮動脈のプロトコルを作成し、成人女性で撮影を行い、子宮動脈の評価が可能であることを確認した。正常妊婦でも同様の撮影を行い、妊娠時の子宮動脈を解析した。妊娠時の子宮動脈は、非妊娠時の子宮動脈に比較し、明らかに拡張し血流が増加し拡張期でも高速血流が維持されているのが4D-flow MRIで視覚的に確認可能であった。超音波では既に拡張末期血流速度が上昇することが分かっており、同様の現象が4D-flow MRIでも確認されたことになる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

妊娠時の子宮動脈の血行動態については不明な点が多く、本研究で4D-flow MRIを用いて妊婦の子宮動脈を評価した。妊婦と正常ボランティアの子宮動脈血流を解析したところ、妊婦の子宮動脈の描出パターンは、明らかに拡張し血流が増加していることが4D-flow MRIで確認された。妊婦の子宮動脈は大動脈と比較し拡張期でも高速血流が維持されているのが視覚的に確認可能とされ、これは新たな知見と考えられる。今後癒着胎盤や妊娠高血圧症候群などで同様の解析を行うことにより、妊娠時の子宮動脈血流の異常や胎盤機能などを予測できる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to evaluate the uterine arteries in pregnant women using 4D-flow MRI and to determine their validity and utility. First, we established MRI protocol for uterine arteries, and MR examination performed on normal volunteer to confirm that evaluation of uterine arteries was possible using 4D-flow MRI. Then MR examination performed on normal pregnant women. Compared to uterine arteries in non-pregnant women, the uterine arteries during pregnancy were clearly dilated and blood flow was increased, and it was visually confirmed by 4D-flow MRI that blood flow with high velocity was maintained even during diastolic phase. 4D-flow MRI was considered to enable evaluation comparable to that of Doppler ultrasound examination.

研究分野：画像診断

キーワード：子宮動脈 妊婦 4D-flow MRI

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

妊娠が成立すると子宮動脈の血流量は増加し、ドップラーエコーによる血流評価で子宮動脈の血管抵抗は有意に低下し、子宮動脈血流波形は拡張末期血流速度が上昇した形を示す。これは胎盤の形成に伴う血管床の急激な増大によるもので、子宮動脈のリモデリングが起こるためと考えられている。しかし妊娠高血圧症候群や癒着胎盤では子宮動脈のリモデリングが正常に行われず、前者では胎児への血流不足が、後者では胎盤付着部の異常な血流増加が生じるとされる。

4D-flow MRI は流速データをひとまとめに取り出し、血流を後方視的に確認し、最適なサンプリング箇所を設定できるため、これまで解析が困難とされた子宮動脈の客観的評価が可能となり、実臨床における妊娠時の血行動態の把握につながる可能性がある。子宮動脈血流波形の計測はドップラーエコーがゴールドスタンダードであるが、検者の技量や被検者の体形などに左右される可能性がある。これに対し、MRI は病変の再現性や組織コントラストに優れており、MRI で胎児や胎盤の評価と同時に子宮動脈血流の評価も行うことができれば産科臨床に与えるインパクトは大きい。

2. 研究の目的

D-flow MRI を用いて妊娠時の子宮動脈を評価し、その有効性と臨床的有用性について検討することである。

MRI は非造影の撮影であれば超音波検査同様に胎児に与える影響はほとんどないと報告されている。このため近年は胎児や胎盤の異常を評価するため MRI が用いられることが多くなっており、さらに MRI 装置の性能やワークステーション技術の向上に伴い、従来の解剖学的な形態評価が主体であったものから、病変の“硬さ”や“血液の流れ”といった機能評価も可能となりつつある。ドップラーエコーでは時間的な制限もあり長い子宮動脈のどこでサンプリングを行うかが問題であるが、4D-flow MRI では子宮動脈の異常な流れを後方視的に確認し、最適なサンプリング箇所を設定できる可能性がある。また、妊娠高血圧症候群の発症の予知に有用とされる、拡張末期血流速度の一時的低下”ノッチ“が生じる原因を解明できる可能性もある。

4D-flow MRI の臨床的有用性は心大血管や脳血管など既に証明されており、今後は腹部血管にも次々と応用されていくものと考えられるが、現時点で子宮動脈を評価した報告は非常に少ない。本研究はこれまでの報告も踏まえ、妊娠時の子宮動脈を 4D-flowMRI で評価し、HDP 発症との関連性を明らかにしようとするものである。また、癒着胎盤においては骨盤内血流を評価し、術中出血量との相関の有無を検討する。妊娠高血圧症候群を早期に予知できれば治療の早期介入による outcome の向上につながる可能性が高い。4D-flow MRI で骨盤血流を評価することによって癒着胎盤における術中出血量の正確な予測が可能となれば、最適な治療法を選択して胎児や母体の生命保護に貢献できる可能性があると考えられる。

3. 研究の方法

まず 4D-flow 解析に必要なソフトを当科医局員の土屋奈々絵助教と共同購入した。WEB 会議を行い、ソフト開発者にソフトの使用法・解析方法の手順などを教えてもらい、解析に必要な環境を整えた。次に子宮動脈の 4D-flow MRI の撮影用プロトコルを作成した。具体的にはこれまでの 4D-flow MRI の報告や文献などを参考にして、メーカーの技術者に協力してもらい、妊婦が撮影に耐えうる時間等も考慮しながら、4D-flow のプロトコルを作成した。実際に作成したプ

口トコルを用いて、成人女性のボランティア（当科技師・医師など）で子宮動脈の描出および4D-flow 解析が可能であることを確認した。同時に当研究施設における研究実施計画書を作成し、倫理審査申請を行った。承認が得られた後、4D-flow MRI 撮影の同意が得られた妊婦に対して4D-flow MRI の撮影を開始した。撮影は特に問題なく施行され、3症例に撮影を行った。

子宮動脈（癒着胎盤に関しては総腸骨動脈と内外腸骨動脈）の描出の程度を評価し、対象となる動脈の血流波形 収縮期と拡張期の血流速度 cm/s、血流量 mL/min、抵抗係数 resistance index: RI、拍動係数 pulsatility index: PI）を計測した。コントロール群と患者群間における血流波形や動脈血流量等について比較した。観察者内および観察者間一致率については症例数が少なく行わなかった。

4 . 研究成果

4D-flow MRI の撮影は3症例のみであったが、妊婦の子宮動脈の描出パターンは、妊婦ではない通常の成人女性に比較し、著明に拡張し血流が増加していることが4D-flow MRI で確認された。また、大動脈や腸骨動脈は拡張期に血流が低下するのに対し、妊娠時の子宮動脈は拡張期でも高速血流が維持されているのが視覚的に確認可能であった。妊娠によって子宮動脈のリモデリングが行われ、抹消血管抵抗を低下させることによって胎盤への十分な血液供給を賄っていると考えられた。ドップラー超音波では妊娠時の子宮動脈血流波形において拡張末期血流速度が上昇することがわかっており、同様の現象をMRIで捉えることができたと考えられる。

本研究の概要について、2022年9月に行われた国内学会JSAWI（Japanese Society for the Advancement of Women's Imaging）で発表したところ、優秀賞を受賞した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 伊良波 裕子
2. 発表標題 子宮動脈に対する4D Flow MRIの有効性と臨床的有用性の検討
3. 学会等名 JSAWI (Japanese Society for the Advancement of Women's Imaging)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------