

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25861086

研究課題名(和文) 食道静脈瘤発現の予測に対する非造影MR perfusion画像の有用性の検討

研究課題名(英文) Non-contrast-enhanced Magnetic Resonance Angiography: Left Gastric Vein Visualization with Flow Direction Information to Predict Esophageal Varices Development

研究代表者

古田 昭寛 (Furuta, Akihiro)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：60625911

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：非造影MRIで、左胃静脈の血流の方向の変化を捉えて、食道静脈瘤の発現を予見できるか検討した。まずはTagパルスを用いて血流の向きを含んだ左胃静脈を描出させること方法を検討し、確立させた。さらにPhase contrast法を使用して、左胃静脈の具体的な流速を求めることもできた。門脈圧亢進が原因で、左胃静脈の血流の向きが順行性から逆行性に変化することで、食道静脈瘤が発現すると仮説を立てていたが、健常者でも左胃静脈の血流は停滞していたり、一時的に逆行性になっている例が存在し、左胃静脈の血流の変化を捉えることだけで、必ずしも食道静脈瘤の発現を予見できない可能性がある。

研究成果の概要(英文)：We considered whether it was able to foresee esophageal varices development to detect change in left gastric vein (LGV) direction by visualizing LGV with flow direction by non-contrast-enhanced MRA. Firstly, LGV with flow direction could be selectively visualized by non-contrast-enhanced MRA using bSSFP sequence with Time-SLIPs. Secondly, LGV flow velocity could be measured by MRI of phase contrast imaging using non-contrast-enhanced MRA. We hypothesized that, as portal vein pressure increases, LGV flow in the PV system transforms to a portal systemic shunt by changing the flow direction from normal (toward the liver: hepatopetal) to reversed (away from the liver: hepatofugal). However, LGV flow was stagnant or hepatofugal transiently in part of healthy subjects with normal portal pressure. So, it is possible that it can't foresee esophageal varices development to only detect change in LGV direction.

研究分野：腹部画像

キーワード：左胃静脈 食道静脈瘤 非造影MRA

1. 研究開始当初の背景

左胃静脈は門脈圧が高くなるにつれて求肝性から遠肝性へと血流が変化していき、食道静脈瘤の発達に關与していくと考えられるがその詳細はわかっていない。もし、左胃静脈の血流の向きの変化を早期に察知することができれば、食道静脈瘤の発達の予見できるかもしれないと考えられたため。

2. 研究の目的

門脈圧亢進症によって門脈大循環系短絡路が出現する。いくつかの短絡路が知られるが、その中で奇静脈系短絡にて生じる食道静脈瘤は臨床的に重要であり、その破裂は肝硬変患者の死因の1/3を占める。だが、いつどの短絡路が発達するか予測困難である。最近のMR装置の進歩により、非造影下のMRIでも肝内門脈の分枝まで明瞭に描出し、その血流速度や方向も測定できうる。

本研究の目的は、その手法を用いて短絡路になりうる血管を描出させ、その血流速度や方向の変化を捉えて短絡路の発達を予測し、食道静脈瘤の出現を予測できるかを検討することである。

3. 研究の方法

(1) 非造影MRA画像にて、門脈を選択して画像化するためのTagパルスを設定する方法に関しては今までの検討で確立しているが、左胃静脈を描出させる撮影条件は確立されていない。逆行性の左胃静脈の描出は、門脈の描出方法とほぼ同じできると考えられたため、まずは正常門脈圧をもつ男女健常ボランティアにおいて、順行性の左胃静脈が描出できるようなTagパルスをいくつか設定し、順行性の左胃静脈が良好に描出できる至適撮像条件の確立を目指した。超音波との対比も行った。

(2) (1)で得られた方法で左胃静脈を選択的に画像化し、それを使用して、Phase contrast法にて、左胃静脈の具体的な流速を測定した。

(3) (2)で得られた結果が、信頼を得られたものであるか、左胃静脈の模型を作成し、Phase contrast法で流速を測定した。

4. 研究成果

(1) まず男女健常ボランティアにおいて、3TMRIを使用して、inversion時間を変化させ、左胃静脈を描出させるのに至適なinversion時間を検討した。次に左胃静脈を選択的に描出できるようなTagパルスの

設定を探し求めて、いろいろなTagパルスを設定し、検討を行った。さらには左胃静脈の血流が求肝性に向かっているということを確認するための画像の設定の検討を行った。MR撮影が行われた同一健常ボランティアに対してドップラーエコーの検査を行い、非造影MR左胃静脈画像との対比を行った。

その結果、

左胃静脈を描出させるのに至適なinversion時間1500msecが良いと考えられた。

左胃静脈を描出させるのにいくつかのTagパルスを設定したが、そのうち、2つの方法が良さそうであった。方法A:1つ目のTagパルスを全腹部に、もうひとつのTagパルスを胃穹窿部から胃体上部にかけてに設定。方法B:撮影範囲全体の信号をnonselective inversion recovery pulseで抑制し、それから噴門部を中心として軸位断面にTagを設定。

数例での検討で、ドップラーエコーと非造影MRAの対比では、良い相関が得られそうであった。

(2)の結果を踏まえて、inversion timeを1500msecに固定し、Tagパルスを方法Aと方法Bを撮影して症例を重ねて検討することにした。さらに、脾静脈あるいは上腸間膜静脈から血流が逆行性に流入した結果、左胃静脈が描出されないか検討するために、方法CとDを追加撮影した。方法Cは脾静脈と上腸間膜静脈が合流する場所より尾側の腸管全体にTagパルスに設定し、上腸間膜静脈からの血流が左胃静脈に流入することによって左胃静脈が描出されないか検討した。方法Dは脾静脈からの流入する血流にて左胃静脈が描出されないか検討したが、脾静脈のみにTagパルスをうまくかける方法が見つからなかったため、左胃静脈と脾静脈ともにかかるようなTagパルスを設定し、左胃静脈の上流の血流が描出されないかをみることにした。この4つの撮影を合計31人撮影した。MRI撮影されたすべてのボランティアに対してドップラーエコーの検査を行い、非造影MR左胃静脈画像との対比を行った。

その結果、

方法Aは30例で求肝性の左胃静脈が描出可能だった。Bは24例で描出可能だった。エコーは23例で描出可能だった。描出できた症例においてドップラーエコーと非造影MRAは対応が見られた。

方法Aで描出できない1例は方法Bでも描出できなかった。エコーでは描出可能だったが、血流を描出できなかった。

方法Cで左胃静脈は全例描出されなかった。

方法 D で左胃静脈の上流部分の静脈は描出されなかった。

この結果より、方法 A は順行性の左胃静脈を描出させるのに適した方法と考えられた。方法 C, D より左胃静脈は逆行性の血流でないことが示された。方法 A で描出できなかった 1 例から得られたことは、正常な門脈圧を持つ健常人でも左胃静脈は必ずしも順行性に流れず、血流が停滞していることもある可能性が示された。

(3) 非造影 MRA にて選択的に左胃静脈を描出できるようになったため、Phase contrast 法で左胃静脈の流速を測定することが可能となった。至適条件を検討したあと、16 人の正常ボランティアで測定した。流速は 1 心拍中に 7~9 回測定した。Venc は 70cm/sec とした。左胃静脈の血流はそれよりかなり低速と考えられたが、70cm/sec より低い設定とすると、MRI 機器の問題で、1 心拍中に 3 点程度しか測定ができなくなるため、その値の設定とした。結果、全例で測定が可能で、心収縮の周期で流速はかなり変化し、収縮期で流速が低下する傾向だった。流速の全平均は約 5cm/sec であり、過去の報告とあまり大差なかった。2 例は一時的に逆行性の血流となる状態があった。このことから、正常な門脈圧をもつ健常人でも、左胃静脈の血流は一時的に逆行性になり得ることが考えられた。

(4) Phase contrast 法は測定する径が細いと正確なデータが得られない場合がある。左胃静脈は細く、正常ボランティアの平均は 3.2mm であったため、(3) で得られたデータに信頼性があるかどうか検討した。3mm、5mm、8mm の 3 つのチューブを用いて左胃静脈の模型を作成し、5 つの速度 (3cm/sec, 5cm/sec, 8cm/sec, 10cm/sec, 15cm/sec) で(3) で使用した Phase contrast 法と同じ設定で流速を測定した。その結果、実測値と設定値が大きくはずれることはなかった。そのため、Phase contrast 法で得られた左胃静脈の流速はある程度の信頼性はあるものと推測された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 5 件)

Kawahara S, Isoda H, Ohno T, Furuta A, Togashi K.: Non-contrast-enhanced hepatic MR arteriography with balanced steady-state free-precession and time spatial labeling inversion pulse: optimization of the inversion time at

3 Tesla. Acta Radiol Open. 2015; 27:1-7. 査読あり

Ohno T, Isoda H, Furuta A, Togashi K.: Non-contrast-enhanced MR portography and hepatic venography with time-spatial labeling inversion pulses: comparison at 1.5 Tesla and 3 Tesla. Acta Radiol Open. 2015; 18:1-8. 査読あり

Shimizu H, Isoda H, Ohno T, Yamashita R, Kawahara S, Furuta A, Fujimoto K, Kido A, Kusahara H, Togashi K.: Non-contrast-enhanced MR portography and hepatic venography with time-spatial labeling inversion pulses: comparison of imaging with the short tau inversion recovery method and the chemical shift selective method. Magn Reson Imaging. 2015; 33:81-5. 査読あり

Furuta A, Isoda H, Yamashita R, Ohno T, Kawahara S, Shimizu H, Shibata T, Togashi K.: Comparison of monopolar and bipolar diffusion weighted imaging sequences for detection of small hepatic metastases. Eur J Radiol. 2014; 83:1626-30. 査読あり

Furuta A, Isoda H, Yamashita R, Ohno T, Kawahara S, Shimizu H, Fujimoto K, Kido A, Kusahara H, Togashi K.: Non-contrast-enhanced MR portography with balanced steady-state free-precession sequence and time-spatial labeling inversion pulses: comparison of imaging with flow-in and flow-out methods. J Magn Reson Imaging. 2014; 40:583-7. 査読あり

[学会発表](計 8 件)

大野亜矢子、古田昭寛、山下力也、他: Time-SLIP を用いた非造影 MRA による血流の向きを含めた左静脈の描出の検討 第 43 回日本磁気共鳴医学会大会 2015 年 9 月 10 日~9 月 12 日

古田昭寛、磯田裕義、山下力也、他: Tag pulse を用いた非造影 MRA による左胃静脈の描出と血流の向きの検討 第 21 回日本門脈圧亢進症学会総会 2014 年 9 月 12 日~9 月 13 日、東京

Akihiro Furuta, Hiroyoshi Isoda, Rikiya Yamashita, Tsuyoshi Ohno, Seiya Kawahara, et al.: Unenhanced MR Portography with Balanced Steady-State Free-Precession Sequence and Time-Spatial Labeling Inversion Pulses: Comparison of Imaging With Two Different Methods 第 73 回日本医学放射線学会総会 2014 年 4 月 10~4 月 13 日、横浜

Ayako Ono, Akihiro Furuta, Rikiya

Yamashita, Tsuyoshi Ohno, Shigeki Arizono, et al. Visualization of the left gastric vein with information of flow direction to predict developing esophageal varices in non-contrast-enhanced time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP) MR angiography 22th ECR 03/02/2016~03/06/2016, Vienna
Hiroyoshi Isoda, Kaori Togashi, Shigeki Arizono, Rikiya Yamashita, Tsuyoshi Ohno, Akihiro Furuta: Advanced Technique to Abdominal Imaging. 101th RSNA, 11/29/2015~12/04/2015, Chicago
Akihiro Furuta, Hiroyoshi Isoda, Rikiya Yamashita, Tsuyoshi Ohno, Seiya Kawahara, et al.: Non-contrast-enhanced MR Arteriography with Balanced Steady-State Free-Precession Sequence and Time-Spatial Labeling Inversion Pulses: Visualization of the left gastric vein with information of flow direction to predict developing esophageal varices 23rd ISMRM, 05/30/2015~06/05/2015, Toronto
Hiroyoshi Isoda, Akihiro Furuta, Rikiya Yamashita, Tsuyoshi Ohno, Seiya Kawahara1, et al.: Non-contrast-enhanced MR Arteriography with Balanced Steady-State Free-Precession Sequence and Time-Spatial Labeling Inversion Pulses: Comparison of Imaging with Flow-in and Modified Flow-out Methods. ISMRM, 05/10/2014~05/16/2015, Milan
Akihiro Furuta, Hiroyoshi Isoda, Rikiya Yamashita, Tsuyoshi Ohno, Seiya Kawahara, et al.: Comparison of two different diffusion weighted imaging sequences for detection of small hepatic metastases: monopolar and bipolar DWI sequences. 20th ECR 03/02/2014~03/06/2014, Vienna

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古田 昭寛 (Furuta Akihiro)
京都大学・医学研究科・特定病院助教
研究者番号：60625911

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：