

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K18112

研究課題名(和文) 数値流体力学による門脈血流解析を通じた肝切除・肝移植後肝不全の克服

研究課題名(英文) Fluid Dynamics Analyses of the Portal Vein Flow After Hepatectomy To Overcome Small-For-Size Syndrome

研究代表者

小木 曾 聡 (Ogiso, Satoshi)

京都大学・医学研究科・助教

研究者番号：10804734

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、小動物7テスラMRIを用いて、小動物モデルにおける門脈血流動態の評価方法を確立すること、そして、肝移植後・肝切除後の肝再生と門脈血流動態との関係を明らかにすることにより最終的には過小グラフト症候群と呼ばれる術後早期の肝不全の病態を解明すること、を目的としている。まず、小動物用の7テスラMRIを使用したラット肝内門脈の血流評価法について、心電図同期・呼吸同期した2次元PC-MRIと心電図同期を伴わない3次元PC-MRIで比較検討を行い、その結果を論文発表した。つづいて、ラット70%肝切除モデルにおいてMRIによる術後門脈血流の経時的データを収集し、肝再生との関連を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、小動物の門脈血流を、高解像の画像で、非侵襲的に繰り返し、また3次元・定量的に評価する方法は確立されていませんでした。本研究により、これらのことが可能となり、今後は肝疾患や肝臓外科治療の小動物モデルにおいて、肝疾患や肝臓外科治療に伴ってどのような門脈血流変化が起きているのかを詳細に調べることができます。また、どのような血流変化が起きたときに、肝臓にどのような変化を起こすのか、といった研究も期待されます。その中には、本研究が目的とした、肝切除後・肝移植後の肝不全の克服も含まれています。また、今回の小動物における成果は、ヒトにおける門脈血流評価にも応用され始めています。

研究成果の概要(英文)：The study aimed to 1) establish a method for assessment of the portal vein hemodynamics in small animals using 7-tesla MRI and 2) analyze post-hepatectomy/post-transplant hemodynamic changes of the portal vein in association with liver regeneration. The final goal of the study is to elucidate mechanisms of small-for-size syndrome. We first compared the capability of 2D PC-MRI with heart beat and respiratory gating and newly developed 3D PC-MRI without heart beat gating, which was published in an international academic journal. Next, we serially collected the data of post-hepatectomy portal vein hemodynamic parameters using 7T- 3D PC MRI and analyzed their association with post-hepatectomy liver regeneration.

研究分野：消化器外科

キーワード：門脈 血流動態 血流解析 肝臓 肝切除 肝移植 肝不全

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

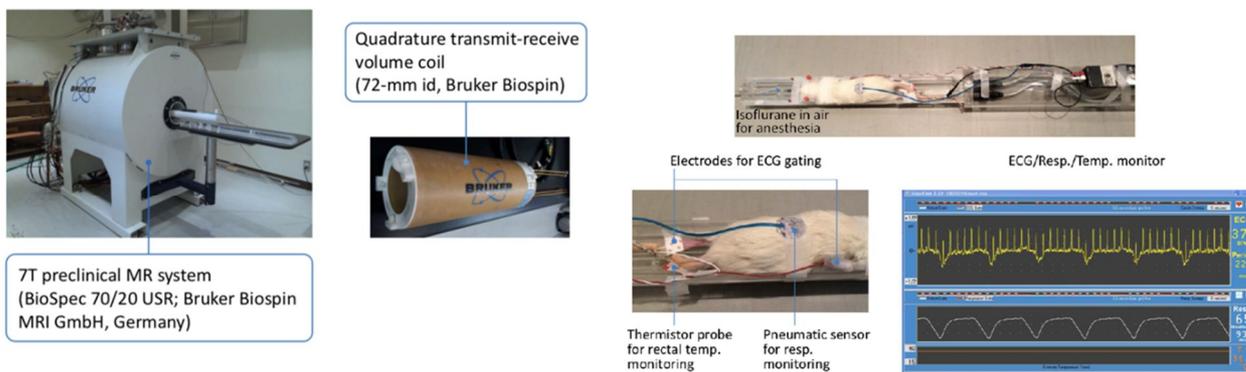
これまで、門脈血流を、高解像度の画像で、非侵襲的に繰り返して、また 3 次元的・定量的に評価する方法は確立されていなかった。そのため、肝臓外科治療後の門脈血流変化を詳細に解析することはできず、術後肝再生との関連や過小グラフト症候群を来す機序についての理解も不十分なままとなっている。

2. 研究の目的

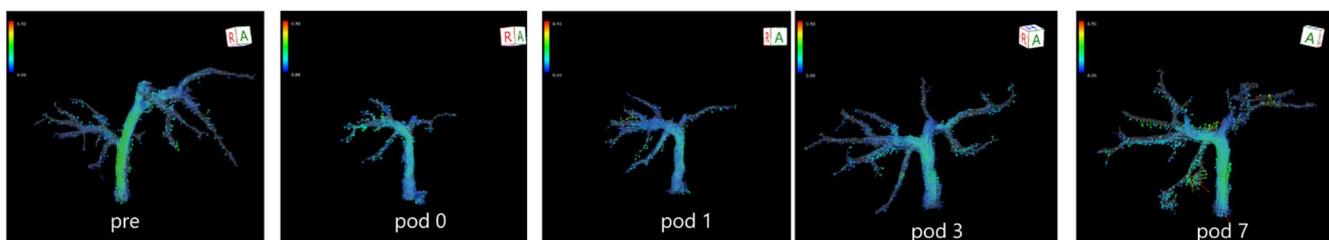
本研究では、小動物 7 テスラ MRI を用いて、小動物モデルにおける門脈血流動態の評価方法を確立すること、そして、肝移植後・肝切除後の肝再生と門脈血流動態との関係を明らかにすることにより最終的には過小グラフト症候群と呼ばれる術後早期の肝不全の病態を解明すること、を目的とした。

3. 研究の方法

まず、小動物用の 7 テスラ MRI を使用して、ラットの肝内門脈の評価について、従来から存在する心電図同期・呼吸同期した 2 次元 PC-MRI と、近年になって確立された心電図同期を伴わない 3 次元 PC-MRI で比較検討を行った。

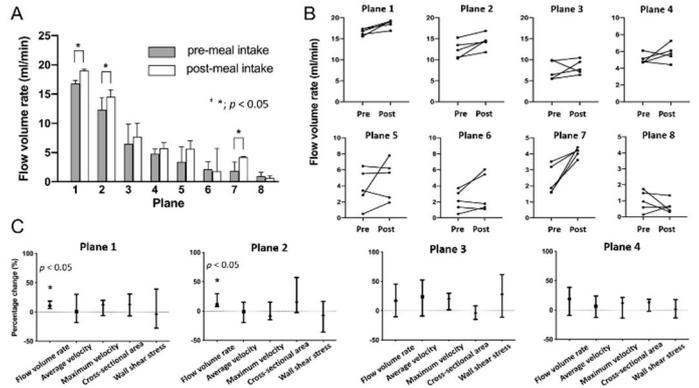
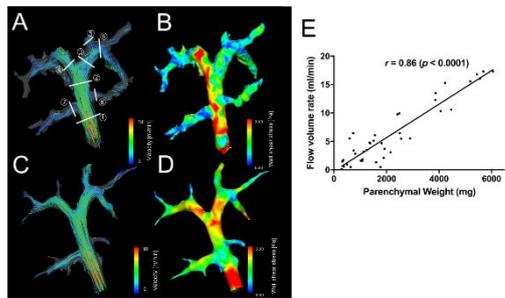
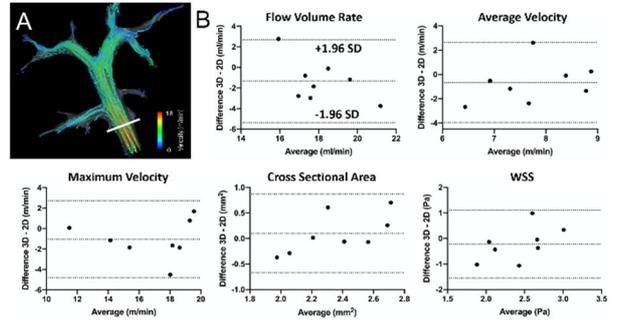
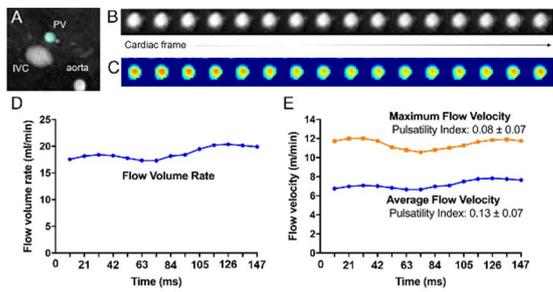


またラット 70% 肝切除モデルを作成し、術後門脈血流の経時的データを術直後から 1 ヶ月後まで収集し、肝再生との関連を検討した。

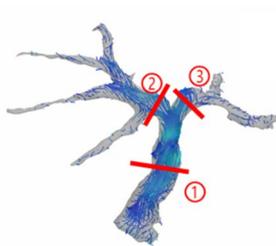


4. 研究成果

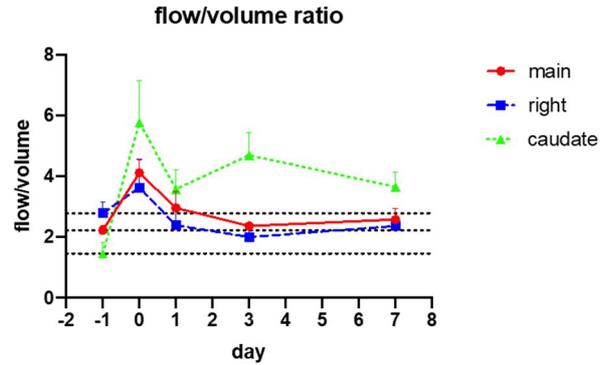
小動物モデルにおける 7 テスラ 3 次元 MRI での詳細かつ非侵襲的な門脈血流評価方法を確立し、英文誌に報告した。



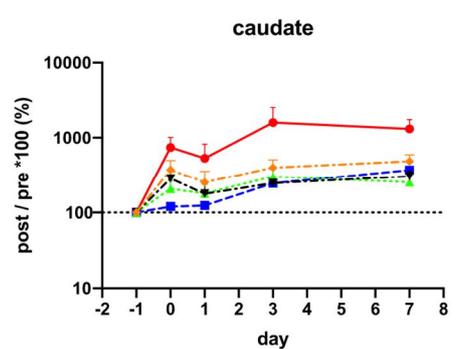
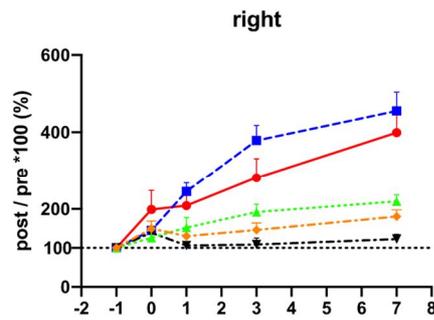
また、術後肝再生の肝内での不均一性が、門脈血流変化の不均一性と関連することが確認され、現在解析を進めている。



1. 門脈本幹
2. 右葉枝
3. 尾状葉枝



- flow volume rate
- liver volume
- ▼ wall shear stress
- ◆ average velocity
- ▲ cross-sectional area



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ogiso S, Nakamura M, Tanaka T, Komiya K, Kamei H, Onishi Y, Jobara K, Kurata N, Itatani K, Ogura Y.	4. 巻 24
2. 論文標題 Computational Fluid Dynamics-Based Blood Flow Assessment Facilitates Optimal Management of Portal Vein Stenosis After Liver Transplantation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Gastrointest Surg	6. 最初と最後の頁 460-461
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11605-019-04279-w.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yu Oshima, Satoshi Ogiso, Hirohiko Imai, Masanori Nakamura, Satoshi Wakama, Katsuhiko Tomofuji, Takashi Ito, Ken Fukumitsu, Takamichi Ishii, Tetsuya Matsuda Kojiro Taura	4. 巻 未定
2. 論文標題 Fluid dynamics analyses of the intrahepatic portal vein tributaries using 7-T MRI	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 HPB (Oxford) .	6. 最初と最後の頁 未定
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.hpb.2021.04.005.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Satoshi Ogiso, Masanori Nakamura, Hirohiko Imai, Yu Oshima, Takashi Tanaka, Ken Fukumitsu, Takamichi Ishii, Yasuhiro Ogura, Toshimi Kaido, Hideaki Okajima, Shinji Uemoto
2. 発表標題 Hemodynamic Analyses of the Portal Vein Flow
3. 学会等名 第55回日本肝臓学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Ito S. Ogiso M. Nakamura K. Fukumitsu T. Ishii K. Hata T. Masui K. Taura S. Uemoto
2. 発表標題 Computational Fluid Dynamics-based Assessment of Impaired Hepatic Venous Outflow after Liver Transplantation
3. 学会等名 IHPBA（国際学会）
4. 発表年 2020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
---------	---------