

令和元年5月24日現在

機関番号：12501

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2017～2018

課題番号：17H06567

研究課題名(和文) Configuration of the partial REBOA intensity and validation of the occlusion tolerance using CT perfusion analysis

研究課題名(英文) Configuration of the partial REBOA intensity and validation of the occlusion tolerance using CT perfusion analysis

研究代表者

松村 洋輔 (Matsumura, Yosuke)

千葉大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：00466707

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：REBOAは近位の昇圧と同時に遠位臓器虚血を惹起する。バルーン部分遮断(P-REBOA)は虚血軽減が期待されるが、血圧や血流は必ずしも臓器灌流は反映しない。本研究では生体ブタのP-REBOA(バルーン容量、0、20、40、60、80、100%)中に造影CT perfusion(2分間スキャン)を行い、肝実質・門脈(肝臓灌流)、下腸管膜静脈(SMV、腸管灌流)のTime-density curve(X軸、sec; Y軸、HU)とその曲線下面積(AUC)を評価した。バルーン容量と肝実質・門脈・SMVのAUCは遮断強度と線形に低下し、臓器灌流の指標となる可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

REBOA (Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta)は近位の昇圧により出血性ショックの有用な蘇生手段となるが、遠位臓器虚血が問題となる。バルーン部分遮断(P-REBOA)が臓器虚血軽減に寄与すると考えられ、造影CT perfusionにより臓器灌流を解析した。バルーン容量と肝臓や腸管臓器灌流が線形に変化する。完全遮断時のバルーン容量を基準とし、注入容量に着目して調整を行うことがREBOAの遮断強度調節に有用な可能性がある。

研究成果の概要(英文)：[Background] REBOA increases proximal pressure, and simultaneously induces distal ischemia. The association between the degree of P-REBOA and organ ischemia has not been evaluated. [Methods] Total REBOA was defined as the cessation of distal pulse pressure, and the maximum volume was recorded. The animals were scanned at each 20% inflation of the maximum volume, and CT perfusion data were analyzed at PV, liver parenchyma, and SMV (indicating mesenteric perfusion). AUC of the TDC were calculated. [Results] The TDC of the PV, liver, and SMV showed a decreased peak and delayed TTP, and the AUC of the TDC decreased linearly consistently with balloon inflation (PV, $Y=-1.071 \cdot X+106.8$, $r^2=0.972$, $P=0.0003$; liver, $Y=-1.050 \cdot X+101.8$, $r^2=0.933$, $P=0.0017$; SMV, $Y=-0.985 \cdot X+100.3$, $r^2=0.952$, $P=0.0009$). [Conclusion] CT perfusion analysis may indicate blood flow and organ ischemia during P-REBOA. The AUC of the TDCs at PV, liver, and SMV changed linearly according to balloon inflation.

研究分野：救急集中治療医学

キーワード：REBOA partial REBOA P-REBOA organ perfusion CT-perfusion

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

出血性ショックは防ぎうる外傷死の最大の原因である。難治性出血性ショックにおいて、大動脈内にバルーンカテーテルを留置して血流を遮断する低侵襲な大動脈遮断手技である Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) の有用性が広く認知されてきている。REBOA は遮断部以下の動脈血流を阻害すると同時に、重要臓器・下肢・脊髄の低灌流を引き起こしうる。この臓器虚血軽減のため、バルーンを部分遮断 (partial REBOA, P-REBOA) として臓器灌流を維持することが本邦で広く施行されている。しかし、P-REBOA の遮断強度に関する検証は不十分であり、その定義も不明瞭なままである。

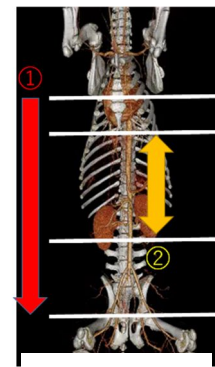
一方、臓器灌流を定量評価する手法として、造影剤を用いた造影 CT により得られた画像を解析する方法 (CT perfusion 画像解析) がある。脳、心筋、肝臓、脾臓、腎臓などの実質臓器の臓器レベル、組織レベルで血管容積・血液流入量・組織血流平均通過時間・血管透過性を定量化することができ、他の画像診断で描出しにくい脳虚血や腫瘍の評価などで用いられてきた。

2. 研究の目的

P-REBOA 中の評価としてこれまで用いられてきた血圧や血流は、臓器灌流を必ずしも反映しているわけではない。本研究は CT perfusion という先進技術を用い、臓器灌流に基づいた P-REBOA 遮断強度を定義し、安全な遮断方法導出することである。

3. 研究の方法

全身麻酔下に実験ブタの右頸部と両側大腿の血管を確保した後、総頸および大腿動脈圧をモニタリングし、右大腿動脈に REBOA 用シースを留置する。CT 室で Prescan により REBOA カテーテル位置を確認 (Fig.1) の上固定する。



体格やショックの影響で大動脈内径は異なる。大腿動脈の脈圧が消失する時点まで完全遮断と定義し、注入容量を記録する。完全遮断容量の 20% ごと (0%-100%) に遮断強度を変化させ、4D-CT perfusion (造影剤注入後に対象範囲を一定時間スキャン) を撮影する (Fig.1)。撮影時間は約 2 分間で、各遮断時間は最低限とする。

関心領域を大動脈、下大静脈 (IVC)、右肝静脈 (RHV)、門脈 (PV)、上腸間膜静脈 (SMV)、肝実質として 4D-CT データ解析を行う。関心領域の Time-density curve (造影剤注入後の時間と、CT 値上昇を撮影 phase ごとにプロットしたカーブ) を作成する。また、遮断強度 (%バルーン容量) ごとの area under the curve (AUC) を算出して、遮断強度と臓器灌流の関係を明らかにする。

Fig.1

4. 研究成果

虚血性臓器障害が致死的となる肝臓と腸管の perfusion 評価を肝実質および SMV で行った。SMV と肝実質の Time-density curve を Fig 2-7 に示す。

大動脈 (Fig.2) では %バルーン容量が増大すると、造影効果が増強され遷延した。これはバルーン遮断に伴う大動脈血流の鬱滞と遅延を示していると考えられた。

IVC (Fig.3) および RHA (Fig.4) では遮断強度が弱い (0-60%) 間は造影効果は減弱していったが、80% 以上になると急激に増強する。これはバルーン遮断に伴う後負荷増大に伴い、下大静脈血流の鬱滞を反映し、遮断強度が強くなると上大静脈から下大静脈に向けて逆流が発生していることを示している。

PV (Fig.4) および肝実質 (Fig.5) は肝臓の臓器灌流の代用として解析した。%バルーン容量が増大するにつれ、造影効果は減弱した。Time-density curve の peak density は低くなり、time to peak は延長した。

SMV (Fig.6) は腸管の臓器灌流の代用として解析した。%バルーン容量が増大するにつれ、造影効果は減弱した。Time-density curve の peak density は低くなり、time to peak は延長した。

つづいて、Time-density curve の曲線下面積 (Area under the curve, AUC) を示す (Fig.7)。SMV と肝実質では遮断強度と AUC 変化率は線形の負の強い相関を認めた (SMV, $Y = -0.985 * X + 100.3$, $r^2 = 0.952$, $P = 0.0009$; Liver, $Y = -1.050 * X + 101.8$, $r^2 = 0.933$, $P = 0.0017$)。

%バルーン容量が増大すると、大動脈は鬱滞し、IVC 鬱滞による SVC からの逆流が起こる。PV、肝実質、SMV は %バルーン容量増大につれて造影効果は減少し、その AUC は線形変化した。%バルーン容量すなわち臓器灌流 (肝臓・腸管) は線形に変化するため、遮断強度として、%バルーン容量は簡便かつ臓器灌流を反映している可能性がある。

Fig.2

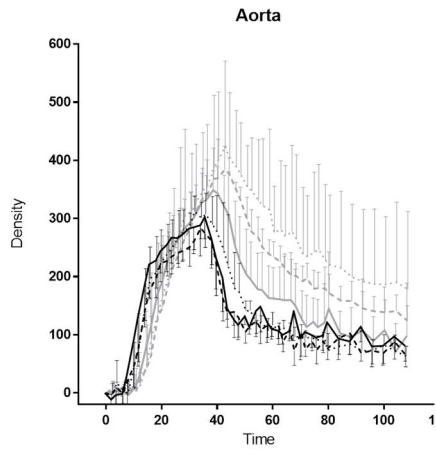


Fig.3

Fig.4

IVC

RHV

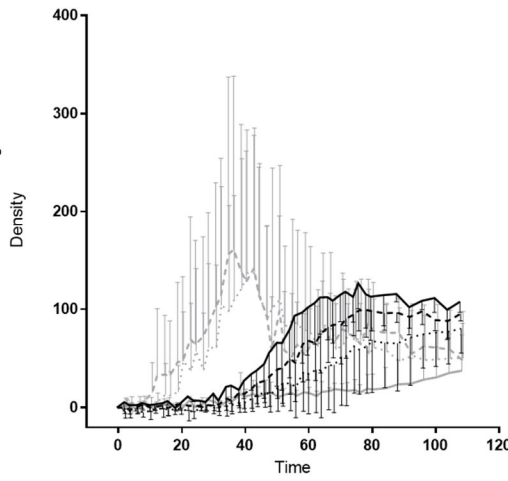
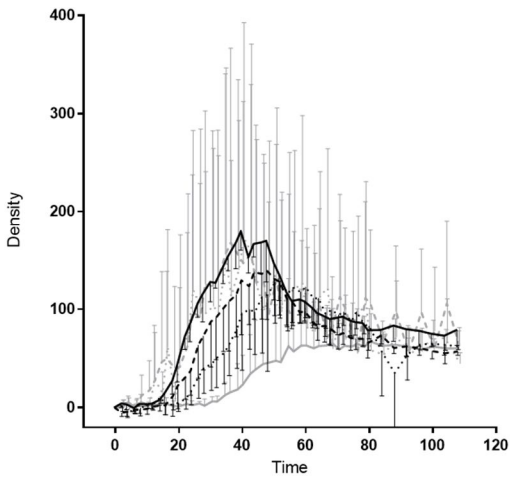


Fig.5

Fig.6

PV

Liver

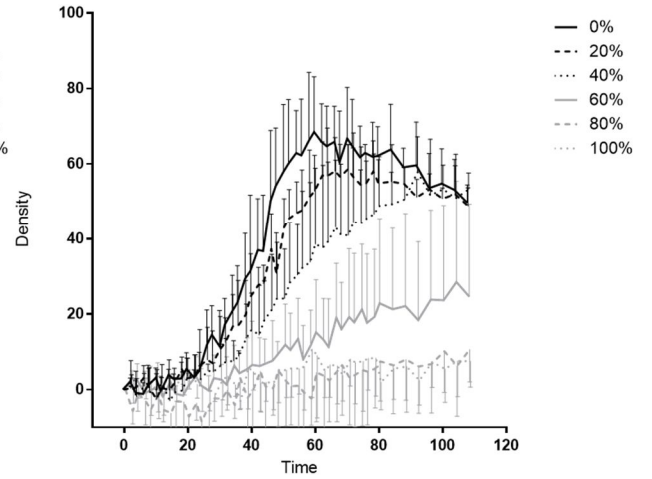
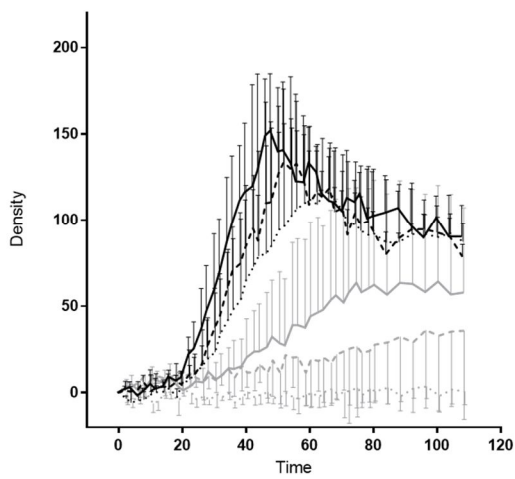


Fig.7

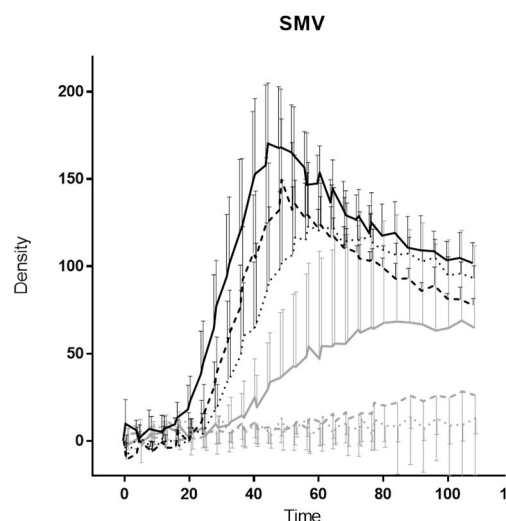
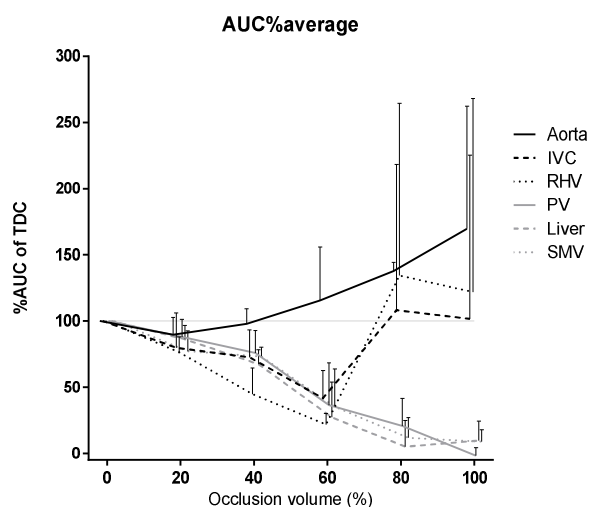


Fig.8



5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件, 2件投稿中)

〔学会発表〕(計2件)

Matsumura Y, Higashi A, Hishikawa S, Izawa Y, Kondo H, Reva V, Oda S, Matsumoto J. Evaluation of organ perfusion in partial REBOA analyzed by CT perfusion in swine. The 20th European Congress of Trauma & Emergency Surgery. Poster Presentation, May 8, 2019, Prague, Czech

Higashi A, **Matsumura Y**, Hishikawa S, Izawa Y, Kondo H, Reva V, Oda S, Matsumoto J. The reliable pressure indicator for the degree of partial REBOA: Pressure analysis with CT image evaluation. The 20th European Congress of Trauma & Emergency Surgery. Poster Presentation, May 8, 2019, Prague, Czech

6 . 研究組織

(1)研究分担者

(2)研究協力者

研究協力者氏名 : 東 晶子
ローマ字氏名 : HIGASHI, akiko

研究協力者氏名 : 菱川 修司
ローマ字氏名 : HISHIKAWA, syuji

研究協力者氏名 : 伊澤 祥光
ローマ字氏名 : IZAWA, yoshimitsu

研究協力者氏名 : 近藤 浩史
ローマ字氏名 : KONDO, hiroshi

研究協力者氏名 : 織田 成人
ローマ字氏名 : ODA, shigeto

研究協力者氏名 :
ローマ字氏名 : REVA, victor

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。