

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592677

研究課題名(和文)呼気ガスコントロールとBOLD fMRIによる脳血流変化の検討

研究課題名(英文)Change of brain blood flow with BOLD MRI during expired gas control

研究代表者

伊藤 彰師(Ito, Shoji)

名古屋市立大学・医学(系)研究科(研究院)・研究員

研究者番号：40254289

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：体内呼吸系、循環系、代謝系パラメータなどから構築した体内二酸化炭素(CO₂)、酸素(O₂)運搬モデルからシミュレータを作成し、そのシミュレータを組み込んだ自動呼気二酸化炭素、酸素分圧(PETCO₂&O₂)独立コントロールシステムを作成した。このコントロールシステムを用いて、自発呼吸被験者に対してPETCO₂&O₂コントロール実験を行い、綿密に独立してPETCO₂&O₂のコントロールができることを確認し、同法を確立した。被験者にPETCO₂&O₂ステップチェンジを行いながらBOLD fMRIを撮影し、PETCO₂&O₂値と脳血流との関係を検討している。

研究成果の概要(英文)：The simulator for elimination of carbon dioxide (CO₂) and adsorption of oxygen (O₂) was created, based on our CO₂ & O₂ transport model in the body. The auto end-tidal carbon dioxide & oxygen pressure (PETCO₂&O₂) independent control system installing the simulator was developed. The system was applied to subjects with spontaneous breathing and the PETCO₂&O₂ control tests were performed. In consequence the precise and independent PETCO₂&O₂ control method was established. We are investigating the relationships between PETCO₂&O₂ data and brain blood flow from BOLD fMRI image during PETCO₂&O₂ up & down step change in spontaneous breathing subjects.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・麻酔科学

キーワード：呼気ガスコントロール 二酸化炭素 酸素 脳血流 BOLD MRI

1. 研究開始当初の背景

自発呼吸下では吸入ガス濃度の変化に伴い、呼吸パターンや一回換気量が変化し、動脈血二酸化炭素分圧 (PaCO_2) と酸素分圧 (PaO_2) は互いに影響するため、それらを独立してコントロールすることは困難であった。1980年代にはこれらの呼吸パターンの変化の情報を feedback して吸入ガス濃度を調節しコントロールする方法が登場してきたが、いくつかの欠点のため、現在はほとんど用いられていない。応募者らは、換気量や呼吸数、呼吸パターンの変化に関わらず呼吸終末二酸化炭素分圧と酸素分圧 (PETCO_2 & O_2) (PETCO_2 は PaCO_2 にほぼ等しい。肺内シャントのため PEtO_2 と PaO_2 はやや異なる) を一定に保つことができるシンプルな呼吸回路 [Sequential Gas Delivery (SGD) Circuit : Hi-Ox80™, VIASYS HealthCare] を組み込んだシステムを使用して、 PETCO_2 & O_2 の step up & down control 法を開発したが、そのコントロールの正確さは未だ十分ではない。BOLD fMRI は運動、感覚、高次機能刺激に対する脳賦活部位を捉える研究に盛んに用いられている方法であるが、ガス濃度刺激に対する脳血流の調査にはほとんど用いられていない。ガス濃度刺激に対する脳血流の調査では経頭蓋骨ドップラーエコー法が用いられることが多いが、これは本来、血流量を見たものでなく、また局所変化を捉えることもできない。本研究では、BOLD fMRI を用いてガス濃度刺激に対する脳血流の反応 (還元ヘモグロビン量変化) を調査する。

2. 研究の目的

正確で独立した PETCO_2 & O_2 レベルの自動コントロール法を確立する。その後、ヒト、イヌにおいて、そのコントロール法により

PETCO_2 & O_2 の step up & down change を行い、脳内の血流変化を調査することを目的とする。 PETCO_2 & O_2 step up & down control 法によりそれらの高低の組み合わせの位相を作り、Blood oxygen level dependent functional MRI (BOLD fMRI) を用いて脳全体および局所の血流変化を調査する。

3. 研究の方法

CO_2 および O_2 トランスポートシミュレータを作成し、そのコンピュータプログラム化を行い、吸入ガスコントロールシステムに組み込む。これにより、 PETCO_2 & O_2 コントロールは自動化、精密化される。また、被験者 (健康ボランティア) に対してこのシステムを用いて PETCO_2 & O_2 コントロール実験を開始する。このシステムを用いた PETCO_2 & O_2 コントロールを確立する。その後、健康ボランティアに対して PETCO_2 & O_2 コントロール中の BOLD fMRI を撮像し、血流変化を検出、解析を行う。収集したデータを解析し精密な PETCO_2 & O_2 コントロール法を確立する。その後、被験者に対して MRI 室で PETCO_2 & O_2 コントロールを行い、放射線科医の協力のもと、コントロール中の BOLD fMRI 撮像データを収集する。 PETCO_2 & O_2 コントロールシステムにより、 PETCO_2 , PEtO_2 をそれぞれ step up & down control を行い、それぞれの PETCO_2 & O_2 位相での BOLD fMRI 撮像データを収集し、解析を行う。麻酔下イヌにおいては、同様の方法で BOLD fMRI 撮像データを収集し、解析を行う。

4. 研究成果

体内呼吸系、循環系、代謝系パラメータなどから構築した体内二酸化炭素 (CO_2)、酸素 (O_2) 運搬モデルからシミュレータを作成し、

そのシミュレータを組み込んだ自動呼気二酸化炭素、酸素分圧 (PETCO₂&O₂) 独立コントロールシステムを作成した。このコントロールシステムを用いて、自発呼吸被験者に対して PETCO₂&O₂ コントロール実験を行い、綿密に独立して PETCO₂&O₂ のコントロールができることを確認し、同法を確立した。被験者に PETCO₂&O₂ ステップチェンジを行いながら BOLD fMRI を撮影し、PETCO₂&O₂ 値と脳血流との関係を検討している。

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3件)

Sasano N, Tanaka A, Muramatsu A, Fujita Y, Ito S, Sasano H, Sobue K. Tidal volume and airway pressure under percutaneous transtracheal ventilation without a jet ventilator: comparison of high-flow oxygen ventilation and manual ventilation in complete and incomplete upper airway obstruction models. J Anesth. 2013 Nov 9. [Epub ahead of print] 査読有

Ito S, Sugiura T, Azami T, Sasano H, Sobue K. Spinal cord stimulation for a woman with complex regional pain syndrome who wished to get pregnant. J Anesth. 2013;27:124-7. 査読有

doi: 10.1007/s00540-012-1462-y

Yamauchi H, Ito S, Sasano H, Azami T, Fisher J, Sobue K. Dependence of the gradient between arterial and end-tidal P(CO(2)) on the fraction of inspired oxygen. Br J Anaesth. 2011;107:631-5. 査読有

doi: 10.1093/bja/aer171

[学会発表](計3件)

伊藤彰師、川島沙織、加藤 妙、伊藤恭史、森島徹朗、祖父江和哉。

硫酸アトロピンを投与するとなぜ呼気終末二酸化炭素分圧が上昇するのか？。

日本麻酔科学会第 60 回学術集会。札幌。2013.5

山内浩揮、伊藤彰師、祖父江和哉。

高濃度吸入気酸素濃度は動脈血-呼気終末期二酸化炭素分圧較差と肺胞死腔を増加させる。

日本麻酔科学会第 59 回学術集会。神戸。2012.6

青木智史、伊藤彰師、富田麻衣子、小嶋大樹、笹野寛、森島徹朗、伊藤恭史、加藤妙、鈴木悦子、祖父江和哉。

当院 ICU における一酸化窒素吸入療法の現状。

第 39 回日本集中治療医学会学術集会。千葉。2012.2

[図書](計0件)

[産業財産権]

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

伊藤 彰師 (Ito Shoji)

名古屋市立大学・大学院医学研究科・研究員

研究者番号：40254289

(2)研究分担者

笹野 寛 (Sasano Hiroshi)

名古屋市立大学・大学院医学研究科・准教授

研究者番号： 20215742