

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年6月12日現在

機関番号：33111
研究種目：若手研究（B）
研究期間：2011～2012
課題番号：23700637
研究課題名（和文） 動脈スティフネスと運動時脳血流との関係—脳循環を考慮したリスク管理基準の作成—
研究課題名（英文） Relationship between arterial stiffness and the oxyhemoglobin signal during cycling exercise at different intensities
研究代表者 椿 淳裕 (TSUBAKI, ATSUHIRO) 新潟医療福祉大学・医療技術学部・講師 研究者番号：50410262

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、近赤外線分光法による大脳皮質の酸素化ヘモグロビン濃度変化の計測において、動脈スティフネスの程度が酸素化ヘモグロビン濃度変化にどのように影響するのかを明らかにし、早期リハビリテーションにおける脳循環からのリスク管理指標を作成するための基礎的な知見を得ることである。同意の得られた健常成人を対象に、動脈スティフネスの指標として血圧脈波速度（pulse wave velocity; PWV）を求めた。その後運動負荷強度を統一するため自転車エルゴメータを用い下肢ペダリング運動による運動負荷試験を行い、最大酸素摂取量を求めた。この最大酸素摂取量の30%（30%VO₂max）、50%（50%VO₂max）、70%（70%VO₂max）の負荷量で運動を実施し、この間の大脳皮質酸素化ヘモグロビン濃度（O₂Hb）を、脳酸素モニタを使用し測定した。また運動中には、呼吸代謝測定装置により酸素摂取量（VO₂）、二酸化炭素排泄量（VCO₂）を breath by breath で測定した。運動中の心拍数（HR）および平均血圧（MAP）は、左第 III 指に装着した連続血圧・血行動態測定装置により、beat by beat にて計測した。また、前額部にはレーザードップラー血流計を設置し、皮膚血流を測定した。その結果、PWVは609.5±33.7 cm/msであり、正常範囲内であった。運動時の変化については、運動強度が高くなるにつれて、VO₂、VCO₂、HR、MAP、SBFは増加した。一方O₂Hbは、70%VO₂maxにおいて減少を来した。

研究成果の概要（英文）：Near-infrared spectroscopy (NIRS) is a widely used non-invasive method to measure human brain activation based on cerebral hemodynamic response. NIRS has allowed researchers to visualize cortical activation patterns during human gait. However, systemic changes influence the measured signals. We determined the relationship between NIRS signals and skin blood flow (SBF) or blood pressure during dynamic movement. Healthy volunteers participated in this study. The pulse wave velocity was normal range. The oxyhemoglobin signal (O₂Hb), SBF, and mean arterial pressure (MAP) were measured while the subjects performed exercise on a cycle ergometer at workloads corresponding to 30%, 50%, and 70% VO₂peak. During the exercise, VO₂, VCO₂, HR, MAP and SBF were increased with increasing load on the cycle ergometer. However, O₂Hb decreased during 70% VO₂peak.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：医療・福祉，リハビリテーション，循環器，脳，リスク管理

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

脳血管疾患や心疾患、慢性腎不全などの疾患は、いずれも動脈硬化などの血管病変を基礎として発症する。またいずれの疾患も発症後には身体機能の低下のみならず、日常生活活動能力や生活の質の低下を招く。この低下した機能や能力の改善を図るため、または安静臥床によって生じる二次的合併症を予防するため、運動療法を中心としたリハビリテーション治療が行われる。

運動療法のリスク管理を行う上で、運動によって脳循環がどのように変化するかは十分に理解しておく必要がある。脳循環は一定に保たれるよう自動的に調節されるメカニズムが存在するが、動脈の硬さを示す動脈スティフネスの上昇が脳血流低下を来すことが報告されている (Kielstein et al. 2006, Robertson et al. 2010)。これまで、動脈スティフネスが運動時の脳血流にどう影響するかは検証されていないが、早期からのリハビリテーション介入におけるリスク管理に役立てるために明らかにしておくなければならない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、早期リハビリテーションにおける脳循環からのリスク管理指標を作成するための基礎的研究として、動脈スティフネスが下肢自転車エルゴメータ運動時の脳血流にどう影響するのかを明らかにすることである。

3. 研究の方法

(1) 対象

健康な成人を対象として、本研究を実施した。対象者には、口頭と書面により本研究の目的や方法、参加によるリスクや有益な点等を説明し、同意を得た。また、新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号 17368-121108）。

(2) 実験手順

① 最高酸素摂取量の測定

被験者間の相対的な負荷量を統一するため、漸増負荷法による運動負荷試験を実施した。呼吸に関連する指標は、呼吸代謝測定装置 (AE-300S, ミナト医科学社製) により測定した。4分間の安静および4分間のウォーミングアップの後、15W/分(女性)、20W/分(男性)により漸増的に、かつ、症候限界性に負荷を加えた。酸素摂取量が頭打ちになる、呼吸商が 1.1 を超える、心拍数が年齢を考慮した予測最大心拍数に達する、ペダルの回転数 60 を維持できない、以上を満

たしたときの酸素摂取量の最高値を、最高酸素摂取量 (V02peak) とした (Rupp and Perrey 2008)。

② 血圧脈波速度 (pulse wave velocity; PWV) の測定

動脈スティフネスの指標とされる PWV は、血圧脈波検査装置 (VS-1500A, フクダ電子社製) を用い、安静臥位で測定した。

③ 実験プロトコル

V02peak の 30%, 50%, 70% で自転車エルゴメータ駆動によるペダリング運動を行い、その間の脳血流量を測定した。

④ 多チャンネル脳血流測定

多チャンネル近赤外イメージング装置 (OMM-3000, 島津製作所社製) を用い、皮質活動の指標として局所脳血流を反映する (Miyai et al. 2006; Niederhauser et al. 2008) とされる酸素化ヘモグロビン量を測定した。

⑤ プローブの配置

送光プローブと受光プローブを 12 本ずつ使用し、個人間の配置誤差を可能な限り少なくするよう、国際 10-20 法における Cz を基準としてプローブを配置した (図 1)。

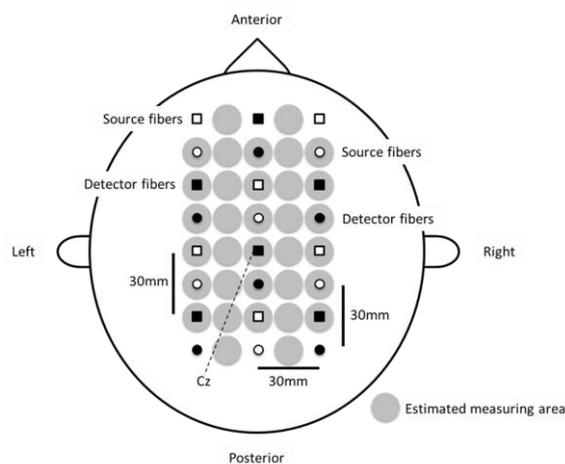


図 1 プローブの配置

⑥ 平均血圧 (mean arterial pressure; MAP) および頭皮血流 (skin blood flow; SBF)

本研究課題では脳血流の測定に近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy; NIRS) を用いる。これにより測定された信号は、頭皮血流や血圧変動などの影響を受けるとされる (Takahashi et al, 2011; Minati et al, 2011)。この影響を評価するため、脳血流の測定と同時に MAP および SBF を計測した。

MAP は連続血圧血行動態測定装置 (Finometer; Finapres Medical Systems 社製) を使用し、左第 III 指に装着したカフに

より beat by beat で測定した。SBF は、レーザードップラー血流計 (Omegaflow FLO-CI; オメガウェア社製) を使用し、前額部に設置したプローブにより計測した。

⑦酸素摂取量 (VO₂) および二酸化炭素摂取量 (VCO₂) の測定

運動前、運動中、運動後は、1 呼吸ごとの VO₂ と VCO₂ を記録し、負荷量の確認を行った。

⑧デジタル変換

これらの計測データは、アナログ/デジタル変換器 (PowerLab; AD Instruments 社製) によりデジタル変換し、パーソナルコンピュータに取り込んだ。

4. 研究成果

PWV は 609.5 ± 33.7 cm/ms であり、正常範囲内であった。

運動時の変化については、運動強度が高くなるにつれて、VO₂、VCO₂、HR、MAP、SBF は増加した。一方 O₂Hb は、70%VO₂max において減少を来した (図 2)。高強度運動時には様々な因子が複雑に関連し、動脈ステイフネスがどの程度影響しているかを明らかにするには至らなかった。

運動療法におけるリスク管理の視点で考えると、70%VO₂peak での O₂Hb の低下の原因を明らかにすることが必要であり、今後詳細に検討していく必要がある。

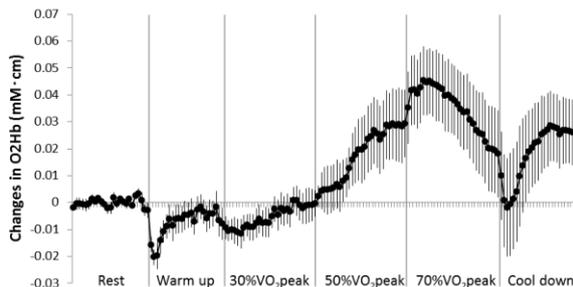


図 2 70%VO₂peak での O₂Hb の低下

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 1 件)

1. Tsubaki A, Kojima S, Furusawa AA, Onishi H. Effect of Valsalva Maneuver-induced Hemodynamic Changes on Brain Near-infrared Spectroscopy Measurements. Adv Exp Med Biol. in press. 査読有。

[学会発表] (計 7 件)

1. Tsubaki A, Furusawa AA, Kojima S, Onishi H. Effect of hemodynamic changes caused by Valsalva maneuver on brain near-infrared spectroscopy measurements. European College of Sports Science conference.

(Bruges/Belgium). 2012. 7. 4-7. 査読有。

2. Tsubaki A, Furusawa AA, Kojima S, Onishi H. Hemodynamic changes caused by Valsalva maneuver influence brain near-infrared spectroscopy measurements. Annual Meeting of the International Society on Oxygen Transport to Tissue. (Bruges/Belgium). 2012. 8. 19-24. 査読有。

3. 椿淳裕, 小島翔, 古沢明美, 大西秀明. 近赤外分光法での脳活動計測における 2 種類のプローブ間距離で測定した酸素化ヘモグロビンと血圧変動との関係. 第 2 回日本基礎理学療法学会学術大会 (神戸). 2012. 5. 24. 査読有。

4. 椿淳裕, 古沢 アドリアネ明美, 小島 翔, 菅原 和広, 大西 秀明. 近赤外分光法での脳活動計測における血圧変動の影響. 第 47 回日本理学療法学会学術大会 (神戸). 2012. 5. 25-27. 査読有。

5. 椿淳裕, 小島翔, 古沢アドリアネ明美, 羽賀学, 萱森剛, 大西秀明. 多段階負荷中の大脳皮質酸素化ヘモグロビン濃度の変化. 第 18 回日本心臓リハビリテーション学会学術集会 (さいたま市) 2012. 7. 14-15. 査読有。

6. 椿淳裕, 小島翔, 古沢アドリアネ明美, 大西秀明. 近赤外線分光法で計測した頭部酸素化ヘモグロビン変化量と血圧変動との関係 - 測定部位による違い -. 第 42 回日本臨床神経生理学会学術大会 (新宿) 2012. 11. 08-10. 査読有。

7. 椿淳裕, 小島翔, 古沢アドリアネ明美, 菅原和広, 大西秀明. 多段階負荷による自転車エルゴメータ駆動中の大脳皮質血流の変化. 第 48 回日本理学療法学会学術大会 (名古屋). 2013. 5. 24-26. 査読有。

[その他]

ホームページ

新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所
<http://www.ihms.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

椿 淳裕 (TSUBAKI, ATSUHIRO)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・講師
研究者番号: 50410262

(2) 研究分担者

若手研究 (B) であり、研究分担者なし

(3) 連携研究者

若手研究 (B) であり、研究分担者なし