

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 20 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24300237

研究課題名(和文) 運動習慣が脳循環動態・脳循環調節機能に及ぼす影響：脳疾患予防の基礎的研究

研究課題名(英文) Effect of exercise habit on cardiovascular and cerebral blood flow regulations: a fundamental research for preventing brain disease

研究代表者

小河 繁彦(Ogoh, Shigehiko)

東洋大学・理工学部・教授

研究者番号：80553841

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,900,000円

研究成果の概要(和文)：我が国において、65歳以上の高齢者の約1割が認知症とされている。近年、大規模な疫学調査などにより運動習慣(運動トレーニング)が認知症を含めた脳疾患発症リスクを軽減することが示唆されており、「脳疾患発症と運動習慣」の関連性が注目されている。しかしながら、脳循環調節は複雑な生理機能を有するため、運動習慣や運動トレーニングの脳疾患発症軽減の効果について十分な生理学的エビデンスが得られているわけではない。本研究課題では、基礎研究という位置づけにおいて脳疾患発症に関連している脳循環調節機能の適応変化だけでなく、体循環調節及び呼吸調節機能と脳循環調節機能との関連を生理学的に明らかにした。

研究成果の概要(英文)：In our country, it has been reported that 10% of elderly who is more than 65 years old, is Dementia. Recently, epidemiological studies suggest that chronic exercise training or exercise habit decreases a risk of cerebral disease including dementia. Therefore, for many researchers it is worthy to note the relationship between cerebral disease and exercise habit. However, cerebral circulation has some complicated physiological mechanisms, thus, we do not have any physiological evidences of the effect of chronic exercise training on preventing cerebral disease. In the present research project, as a fundamental study in this research area, we demonstrated new findings about the adaptation of cerebral blood flow regulation system related to cerebral disease to chronic exercise. In addition, we found the relationship between systemic circulatory or respiratory regulation system and cerebral circulatory system in this project.

研究分野：循環生理学

キーワード：生活習慣病 運動トレーニング 脳血流 呼吸調節 体循環調節 血圧調節 起立耐性

1. 研究開始当初の背景

(1) 認知活動や自律神経活動なども含め、脳は司令塔の役割を担っており、生命機能を維持するために脳への適切な血流供給は重要である (Ogoh et al. 2008)。例えば、認知症患者の脳血流量は、健常者と比較して有意に低く (Franceschi et al. 1995) さらに、脳血流量低下が脳梗塞等の脳疾患発症リスクを高めることが示唆されている (Han et al. 2007)。脳には特有の循環調節機能があり、血圧や血中二酸化炭素濃度 (PaCO₂) の変化に対し敏感に反応する。この生理反応は、適切な脳血流量確保のための脳特有の循環調節機能であり、“脳自己調節機能” 及び“脳血流量 PaCO₂ 応答特性” と定義されている (Ogoh et al. 2009)。これら脳循環調節機能低下による脳血流量減少、また脳疾患患者での脳自己調節機能の低下が報告されている (Eames et al. 2002)。これらの知見は、脳循環調節機能と脳疾患発症リスクが密接な関係を持っていることを示唆している。運動習慣が加齢による脳血流量低下を抑制し (Ainslie et al. 2008) さらに脳疾患や認知症発症リスクを軽減させる (Taddei et al. 2000)。以上の研究背景から、運動に対する脳循環調節機能の適応が脳疾患発症リスクに影響していると考えられるが、運動習慣 (運動トレーニング) に対する経時的な脳循環調節機能、またそれに伴う脳血流量や脳血管特性などの脳循環動態への生理学的影響は未だ明らかでない。

(2) また脳循環調節機能だけでなく呼吸系・心臓循環系調節機能の低下と循環系疾患発症は密接に関係していることが報告されている。例えば、睡眠時無呼吸症候群などの呼吸性疾患患者は、脳循環系疾患発症のリスクが高い (Urbano et al. 2008)。一方、心臓疾患は、呼吸調節機能において、中枢コントローラ (制御部) と末梢プラント (制御対象部) の両サブシステム特性を変容させ、過剰な換気亢進を起こす (Miyamoto et al. 2006)。さらに、圧受容器反射などの血圧調節機能低下により、高血圧等の循環系疾患を発症することが示唆されている (Ogoh et al. 2008)。一方、呼吸系・心臓循環系調節機能は脳循環調節機能と密接に連携している (Ainslie et al. 2007, Ogoh et al. 2007, 2008, 2009)。以上の知見から心臓・循環系調節機能呼吸系・心臓循環系機能の生理適応が少なくとも脳循環動態に影響を与えることが考えられる。しかしながら、呼吸系及び心臓循環系機能の生理変化と脳循環動態・脳循環調節機能の関連性は十分に明らかにされているとは言えない。

2. 研究の目的

以上の研究背景から、本申請研究は以下の3つの研究目的において行った。

(1) 疫学調査や先行研究から脳疾患発症と

運動習慣との関連性が示唆されているがその生理学的根拠は示されていない。本申請研究初年度では、運動習慣 (運動トレーニング) に対する経時的な脳循環調節機能、またそれに伴う脳血流量や脳血管特性などの脳循環動態への生理学的影響を検討することを目的として実験を行った。

(2) また呼吸系及び心臓循環系機能の生理適応が脳循環動態・脳循環調節機能へ及ぼす影響は明らかでない。したがって、脳循環動態の適応メカニズムを解明することを目的として、2年目は、呼吸系調節機能と脳循環調節機能の連関を明らかにするための実験を行った。

(3) 最終年では、心臓・循環系調節機能の適応変化・変容の脳循環動態へ影響を明らかにすることを目的として実験を行った。

3. 研究の方法

(1) 初年度の研究目的は、運動トレーニングが脳循環動態及び脳循環調節機能に及ぼす経時的・直接的影響の解明であった。運動習慣や運動トレーニングが、加齢による脳血流量低下を抑制し、さらに認知症などの脳疾患発症リスクを軽減させることから、本実験では、脳循環調節で重要な脳自己調節機能が持久性トレーニングにより低下すると仮説を立て、持久性アスリートと非アスリートとの比較実験によりこの仮説を検証した。定期的に運動を行っていない (週2日以下) 体力レベルが中等度 (AF; 最大酸素摂取量 40 ml/min/kg) の健常男性 11 名 (非鍛錬群) 及び2年以上、週5~6日の持久運動トレーニングを行っているアスリート (HF; 64ml/min/kg 以上) 男性 13 名 (鍛錬群) を対象に実験を行った。動的な脳自己調節機能の同定は、先行研究と同様の方法を用いた。被検者は、座位姿勢において、カフ止血リリース法による動脈血圧低下時の中大動脈血流速度 (経頭蓋ドップラー計測装置; TCD 法) の反応から脳自己調節機能の指標である RoR (rate of regulation) を算出し評価した。

(2) 2年目は、脳循環調節機能について、特に呼吸調節機能との連関に焦点をあて研究を進めてきた。先行研究 (Miyamoto et al. 2006) での方法を用いて、中枢コントローラ (制御部) と末梢プラント (制御対象部) の呼吸機能における両サブシステム特性を同定し、起立ストレス時の呼吸機能適応と脳循環機能との関連性について検討した。

(3) 我々の先行研究において、心臓循環系調節機能と脳循環系機能との連関を明らかにしてきた。また心臓の形態的特性や自律神経活動などの心臓循環系調節機能もその運動効率を高めるため運動トレーニングに適応するため、心臓循環系機能の生理適応が少なくとも脳循環動態に影響を与えることを示唆してきた。最終年度は、運動習慣による心臓・循環調節機能の適応が脳循環動態に及

ばす影響の解明を明らかにするため関連する研究を行った。

4. 研究成果

(1) 初年度の研究では、脳循環への運動トレーニングの効果を経時的な脳血流量や脳血管特性、脳自己調節機能等の測定し、運動トレーニングの脳疾患発症の抑制メカニズムを検討した。その結果、RoR は、両群間で有意な差は観察されなかった (AF, $0.193 \pm 0.039/s$; HF, $0.129 \pm 0.029/s$; $P=0.560$)。この結果は、我々の仮説とは異なり、動的な脳循環調節機能が、持久性トレーニングによる起立耐性の低下に関与する可能性が低いことが示された。しかしながら、起立ストレス時に HF 群で脳酸素化動態の低下が AF 群と比較して有意に大きい ($P<0.001$) ことから、運動習慣による体循環調節機能の違いが脳循環動態に影響していることが示唆された。本実験の結果は、医学系英雑誌に掲載された (Ichikawa et al. SJMSS 2013)。

(2) 我々の先行研究において、運動習慣により呼吸調節機能は、外乱刺激にも強い制御システムとなり、脳循環調節システムの補償メカニズムとしての役割を担うことを示唆してきた。運動習慣による呼吸調節機能の改善は脳循環調節機能にプラスに働き、脳疾患発症リスクの軽減に貢献すること期待される。本実験において、起立ストレスによる呼吸システム (中枢性プラントのオフセット) の変化が起こることを明らかにし、さらにこの生理適応変化が起立ストレスに伴う脳血流量の低下に貢献していることを報告した。この研究では、呼吸調節機能と脳循環調節機能との関連を明らかにした。またこの研究結果は、脳疾患発症に呼吸機能が関連することを示唆している。この研究結果は英国医学系雑誌において発表した (Ogoh et al. Clin Sci (Lond). 2013 Jul;125(1):37-44)。一方、加齢に伴う脳循環調節機能の低下が脳疾患発症のリスクを高めることが指摘されているが、運動習慣の長さが脳循環調節機能低下を抑制することを明らかにし、加齢による脳疾患発症リスクにおいて運動習慣継続の重要性を指摘した (Stroke. 2013 Nov;44(11):3235-8)。また暑熱環境下 (J. CBF and Metabolism. 2013 Dec;33(12):1915-20) や低酸素環境下 (Exp. Physiol. 2013 Mar;98(3):692-8) における呼吸特性と脳循環動態との関連性など、またボクサーの脳循環調節機能の低下 (Clin. Sci. (Lond). 2013 Feb;124(3):177-89) などの報告を行った。

(3) 体循環調節機能と脳循環調節機能との関連を起立ストレスの反応から調査した (Exp. Physiol. 2015 100(3):259-66)。この研究では、頸動脈血流量の変化は段階的な起立性ストレスのレベルに起因する一方、椎骨動脈血流量の変化は強度の起立ストレス時のみ低下傾向を示した。これらの知見は、椎骨動脈血流量の減少が起立耐性に関連す

る可能性が高いことを示唆する。また運動習慣により起立耐性が低下することが報告されているが、圧受容器反射特性の低下による体循環調節機能の減少が脳循環調節に影響を及ぼし、この反応が起立耐性に関連している可能性を示した。さらに、運動トレーニングと運動後の起立ストレスに対する影響 (Front Physiol. 24;5:229 2014) 運動中の心肺圧受容器反射 (Physiol. Reports 2014 16;2(7)) や中心血圧の脈圧について調査し、運動の体循環調節の影響、さらに運動による脳血流量の変化と認知機能 (Physiol. Reports 2014 28;2(9)e12163)、酸化ストレス (Exp Physiol. 2014 1;99(12):1648-62) 熱ストレス (Am J Physiol. 15; 306(12):H1669-78, 2014) や低酸素 (Exp. Physiol. 2014, 1; 99(6):849-58) に関する研究を行い、体循環調節と運動などの生理刺激による脳循環調節の関連を明らかにした。

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 29 件)

1. Sigehiko Ogoh, Kohei Sato, Kazunobu Okazaki, Tadayoshi Miyamoto, Ai Hirasawa, Tomoko Sadamoto, Manabu Shibasaki. Internal carotid and vertebral arteries blood flow during graded lower body negative pressure in humans. Exp Physiol 査読有 2015; 100(3):259-66. doi: 10.1113/expphysiol.2014.083964.
2. Shigehiko Ogoh. Cerebral blood flow regulation during hypoxia. Exp Physiol 査読有 2015; 100(2):109-10. PMID: 25767838 [PubMed - in process]
3. Jun Sugawara, Hidehiko Komine, Taiki Miyazawa, Tomoko Imai, Shigehiko Ogoh. Influence of single bout of aerobic exercise on aortic pulse pressure. Eur J Appl Physiol 査読有 2015; 115(4):739-46. doi: 10.1007/s00421-014-3061-0.
4. John D.S. Woodside, Mariusz Gutowski, Lewis Fall, Philip E James, Jane McEneny, Ian S Young, Shigehiko Ogoh, Damian Miles Bailey. Systemic oxidative-nitrosative-inflammatory stress during acute exercise in hypoxia; implications for microvascular oxygenation and aerobic capacity. Exp Physiol 査読有 2014; 99(12):1648-62. doi: 10.1113/expphysiol.2014.081265.
5. Kohei Sato, Marina Yoneya, Aki Ohtsuki, Tomoko Sadamoto, Shigehiko Ogoh. Anatomical vertebral artery hypoplasia and insufficiency impairs dynamic blood flow regulation. Clin Physiol Funct Imaging 査読有 2014. doi: 10.1111/cpf.12179.
6. Keisho Katayama, Shin Yamashita, Koji Ishida, Mitsuru Saito, and Shigehiko Ogoh. Enhanced muscle pump during mild dynamic leg

- exercise inhibits sympathetic vasomotor outflow. *Physiological Reports* 査読有 2014; 2(7). pii: e12070.
doi: 10.14814/phy2.12070.
7. Jun Sugawara, Hidehiko Komine, Taiki Miyazawa, Tomoko Imai, Shigehiko Ogoh. Influence of Regular Exercise Training on Post-exercise Hemodynamic Regulation to Orthostatic Challenge. *Frontier in Physiology* 査読有 2014; 5:229.
doi: 10.3389/fphys.2014.00229.
8. Shigehiko Ogoh, Kohei Sato, Kazunobu Okazaki, Tadayoshi Miyamoto, Ai Hirasawa, Manabu Shibasaki. Hyperthermia modulates regional differences in cerebral blood flow to changes in CO₂. *Journal of Applied Physiology* 査読有 2014; 117(1):46-52.
doi: 10.1152/jappphysiol.01078.2013.
9. Tadayoshi Miyamoto, Damian Miles Bailey, Hidehiro Nakahara, Shinya Ueda, Masashi Inagaki and Shigehiko Ogoh. Manipulation of central blood volume and implications for respiratory control function. *Am J Physiol Heart and Circulatory Physiology* 査読有 2014; 306(12): H1669-78.
doi: 10.1152/ajpheart.00987.2013.
10. Shigehiko Ogoh, Hidehiro Nakahara, Shinya Ueda, Kazunobu Okazaki, Manabu Shibasaki, Andrew W Subudhi and Tadayoshi Miyamoto. Effects of acute hypoxia on cerebrovascular responses to carbon dioxide. *Exp Physiol.* 査読有 2014; 99(6):849-58.
doi: 10.1113/expphysiol.2013.076802.
11. Shigehiko Ogoh, Romain Lericollais, Ai Hirasawa, Sadayoshi Sakai, Hervé Normand and Damian M. Bailey. Regional re-distribution of blood flow in the external and internal carotid arteries during acute hypotension. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 査読有 2014; 306(10):R747-51.
doi: 10.1152/ajpregu.00535.2013.
12. Masahiro Horiuchi, Paul J. Fadel, Shigehiko Ogoh. Differential effect of sympathetic activation on tissue oxygenation in gastrocnemius and soleus muscles during exercise in humans. *Exp Physiol.* 査読有 2014; 99(2):348-58.
doi: 10.1113/expphysiol.2013.075846.
13. Damian M Bailey, Christopher J Marley, Julien V Brugniaux, Danielle Hodson, Karl J New, Shigehiko Ogoh, Philip N Ainslie. Elevated Aerobic Fitness Sustained Throughout the Adult Lifespan Is Associated With Improved Cerebral Hemodynamics. *Stroke.* 査読有 2013; 44(11):3235-8.
doi: 10.1161/STROKEAHA.113.002589.
14. Shigehiko Ogoh, Kohei Sato, Kazunobu Okazaki, Tadayoshi Miyamoto, Ai Hirasawa, Keiko Morimoto, Manabu Shibasaki. Blood flow distribution during heat stress: cerebral and systemic blood flow. *J Cerebral Blood Flow and Metabolism.* 査読有 2013; 33(12):1915-20.
doi: 10.1038/jcbfm.2013.149.
15. Jun Sugawara, R Matthew Brothers, Peter B Raven, Kazunobu Okazaki, Shigehiko Ogoh. Effect of systemic α 1-adrenergic receptor blockade on central blood pressure response during exercise. *J Physiol Sci.* 査読有 2013; 63(5):389-93.
doi: 10.1007/s12576-013-0272-9.
16. Daisuke Ichikawa, Taiki Miyazawa, Masahiro Horiuchi, Kitama T, James P Fisher, Shigehiko Ogoh. Relationship between aerobic endurance training and dynamic cerebral blood flow regulation in humans. *Scand J Med Sci Sports.* 査読有 2013; 23: e320–e32.
doi: 10.1111/sms.12082.
17. Shigehiko Ogoh, Hidehiro Nakahara, Kazunobu Okazaki, Damian M Bailey, Tadayoshi Miyamoto. Cerebral hypoperfusion modifies the respiratory chemoreflex during orthostatic stress. *Clin Sci (Lond).* 査読有 2013; 125(1):37-44.
18. Shigehiko Ogoh, Kohei Sato, Hidehiro Nakahara, Taiki Miyazawa, Kazunobu Okazaki, Andrew W. Subudhi, and Tadayoshi Miyamoto. Effect of acute hypoxia on blood flow in vertebral and internal carotid arteries. *Exp Physiol.* 査読有 2013; 98(3):692-8.
doi: 10.1113/expphysiol.2012.068015.
19. Damian M. Bailey, Daniel W. Jones, Andrew Sinnott, Julien V. Brugniaux, Karl New, Danielle Hodson, Christopher J. Marley, Jonathan D. Smirl, Shigehiko Ogoh and Philip N. Ainslie. Impaired cerebral haemodynamic function associated with chronic traumatic brain injury in professional boxers. *Clin Sci (Lond).* 査読有 2013; 124(3):177-89.
doi: 10.1042/CS20120259.
20. Shigehiko Ogoh, Ai Hirasawa and James P. Fische. Arterial baroreflex regulation of cerebral blood flow in humans. *JPFMSM 1* 査読有 2012; (4): 631-636.
21. Taiki Miyazawa, Masahiro Horiuchi, Daisuke Ichikawa, Andrew W. Subudhi, Jun Sugawara, Shigehiko Ogoh. Face cooling with mist water increases cerebral blood flow during exercise: effect of changes in facial skin blood flow. *Front Physiol.* 査読有 2012; 3: 308.
doi: 10.3389/fphys.2012.00308.
22. Jun Sugawara, Chris Willie, Taiki Miyazawa, Hidehiko Komine, Toshinari Akimoto, Phillip Ainslie, and Shigehiko Ogoh. Effects of Change in Carotid Arterial Geometry during Orthostatic Stimulation on Arterial Baroreflex. *Artery Research* 査読有 6: 130-135, 2012.
23. Kohei Sato, James P. Fisher, Thomas Seifert, Morton Overgaard, Niels H. Secher, and Shigehiko Ogoh. Blood flow in internal carotid

and vertebral arteries during orthostatic stress. *Exp Physiol*. 査読有 2012; 97(12):1272-80. doi: 10.1113/expphysiol.2012.064774.

24. Kohei Sato, Tomoko Sadamoto, Ai Hirasawa, Anna Oue, Andrew W. Subudhi, Taiki Miyazawa, and Shigehiko Ogoh. Differential blood flow responses to CO₂ in human internal and external carotid and vertebral arteries. *Journal of Physiology* 査読有 2012; 15:590(Pt 14):3277-90. doi: 10.1113/jphysiol.2012.230425.

25. Sugawara J, Komine H, Miyazawa T, Imai T, Fisher JP, Ogoh S. Impact of Chronic Exercise Training on the Blood Pressure Response to Orthostatic Stimulation. *Journal of Applied Physiology* 査読有 2012; 112(11):1891-6. doi: 10.1152/jappphysiol.01460.2011.

26. 小河繁彦. 運動時の心拍出量と静脈環流. *体育の科学* 査読有 2012; Vol. 62 245-251.

27. Taiki Miyazawa, Masahiro Horiuchi, Daisuke Ichikawa, Kohei Sato, Naoki Tanaka, Damian M. Bailey, Shigehiko Ogoh. Kinetics of exercise-induced neural activation; interpretive dilemma of altered cerebral perfusion. *Experimental Physiology* 査読有 2012; 97(2):219-27. doi: 10.1113/expphysiol.2011.061978.

〔学会発表〕(計 57 件)

1. 小河繁彦. パラボリック飛行時の体及び脳循環動態. 第 60 回日本宇宙航空環境医学会大会. 御茶ノ水ソラシティ(東京都), 11.28, 2014.

2. 小河繁彦, 平澤愛, 岡崎和伸, 宮本忠吉, 佐藤耕平, 定本朋子, 芝崎学. 起立ストレス時の脳循環応答. 第 69 回日本体力医学会. 長崎大学(長崎県長崎市). 9.20, 2014.

3. 小河繁彦: シンポジウム(モーニングセッション: 循環)”体循環及び脳循環調節機能とその連関”. 第 22 回日本運動生理学会. 川崎医療福祉大学(岡山県倉敷市), 7.20, 2014.

4. Shigehiko Ogoh, Ai Hirasawa, Sadayoshi Sakai, Hayato Tsukamoto, Takeshi Hashimoto, Norikazu Hirose: The effect of hyperventilation-induced low cerebral blood flow on cognitive function during prolonged heavy exercise. American College of Medicine Science (ACSM). Orlando (UAS), May 31th, 2014.

5. Ai Hirasawa, Takahito Kaneko, Naoki Tanaka, Tsukasa Funane, Masashi Kiguchi, Henrik Sørensen, Niels H. Secher, Shigehiko Ogoh: A novel algorithm for NIRS-determined cerebral oxygenation that suppresses influence of change in skin blood flow in humans. American College of Medicine Science (ACSM). Orlando (UAS), May 30th, 2014.

6. Tsubasa Tomoto, Jun Sugawara, Ai Hirasawa, Tomoko Imai, Toshiyuki Sakai, Seiji, Maeda, Shigehiko Ogoh. Effects of Short-term Vigorous Endurance Training on Central Arterial Stiffness in Endurance Athletes. American College of

Medicine Science (ACSM). Orlando (UAS), May 30th, 2014.

7. Hayato Tsukamoto, Takeshi Hashimoto, Ai Hirasawa, Hiroshi Hasegawa, Shigehiko Ogoh. Effect of hyperventilation-induced decrease in cerebral blood flow on cognitive function in healthy students. American College of Medicine Science (ACSM). Orlando (UAS), May 30th, 2014.

8. Keisho Katayama, Shin Yamashita, Koji Ishida, Mitsuru Saito, Teruhiko Koike and Shigehiko Ogoh: Sympathetic Outflow during Leg Cycling is Suppressed by Muscle Pump-Induced Increase in Central Blood Volume. American College of Medicine Science (ACSM). Orlando (UAS), May 30th, 2014.

9. Shigehiko Ogoh: Symposium (New Insight into the Regulation of Human Cerebral Blood Flow; Exercise and its impact of intercranial blood flow distribution) American College of Medicine Science (ACSM). Orlando (UAS), May 29th, 2014.

10. 小河繁彦: シンポジウム 酸素分圧の変化に対する自律神経適応. 第 159 回日本体力医学会関東地方会. 電気通信大学(東京都三鷹市), 12.7, 2013.

11. 小河繁彦, 平澤愛, Romain Lericollais, Hervé Normand, Damian M. Bailey: 急性低血圧時の外頸および内頸動脈血流量の再分配. 第 68 回日本体力医学会大会, 日本教育会館(東京都), 9.22, 2013.

12. A. Hirasawa, S. Yanagisawa, N. Tanaka, T. Funane, M. Kiguchi, N. H. Secher and S. Ogoh: The Effect of Skin Blood Flow on Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) Determined Cerebral Oxygenation in Humans. The 60th Annual Meeting and 4th World Congress on Exercise, American College of Medicine Science (ACSM). Indianapolis (USA), June 1st, 2013.

13. Shigehiko Ogoh, Hidehiro Nakahara, Kazunobu Okazaki, Andrew W. Subudhi FACSM and Tadayoshi Miyamoto: Cerebral CO₂ reactivity during hypoxia with and without respiratory chemoreflex induced-hyperventilation. The 60th Annual Meeting and 4th World Congress on Exercise, American College of Medicine Science (ACSM). Indianapolis (USA), June 1st, 2013.

14. Henrik Sørensen, Matthias Kohl-Bareis, Christoph Siebenmann, Morten Zaar, Morten Hvidtfeldt, Shigehiko Ogoh, Kohei Sato, Niels H. Secher, Carsten Lundby, Peter Rasmussen. Cutaneous blood flow influences near infrared spectroscopy evaluation of frontal lobe oxygenation by approximately 30%. *Experimental Biology (FASEB)*. Boston (USA), April 21th, 2013.

15. Manabu Shibasaki, Kohei Sato, Kazunobu Okazaki, Tadayoshi Miyamoto, Ai Hirasawa, Shigehiko Ogoh: Distribution of internal and

external cranial blood flows during whole body heating. Experimental Biology (FASEB). Boston (USA), April 21th, 2013.

16. Jun Sugawara, Hidehiko Komine, Taiki Miyazawa, Tomoko Imai, Shigehiko Ogoh:

Influence of regular endurance training on post-exercise hemodynamic regulation to orthostatic challenge. Experimental Biology (FASEB). Boston (USA), April 21th, 2013.

17. Ai Hirasawa, Manabu Shibasaki, Rio Sakamoto, Kohei Sato, Kazunobu Okazaki, Tadayoshi Miyamoto, Shigehiko Ogoh: Blood flow response to carbon dioxide in human internal and external carotid arteries during hyperthermic condition. 第90回日本生理学会大会, タワーホール船堀(東京都・江戸川区), 3.29, 2013.

18. Rio Sakamoto, Manabu Shibasaki, Kohei Sato, Kazunobu Okazaki, Tadayoshi Miyamoto, Ai Hirasawa, Shigehiko Ogoh : Cutaneous vascular responses to carbon dioxide in normothermia and hyperthermia in humans. 第90回日本生理学会大会, タワーホール船堀(東京), 3.28, 2013.

19. Shigehiko Ogoh, Kohei Sato, Ai Hirasawa, Kazunobu Okazaki, Tadayoshi Miyamoto, and Manabu Shibasaki. Blood flow response to carbon dioxide in human internal and external carotid arteries during hyperthermic condition. CARnet conference, Nijmegen (The Nederland), September 23th, 2012.

20. 小河繁彦、佐藤耕平、岡崎和伸、宮本忠吉 フェニレフリン投与が外頸動脈血流量に及ぼす影響。日本体力医学会(岐阜県岐阜市), 9.14, 2012.

21. Shigehiko Ogoh, Kohei Sato, James P. Fisher, Thomas Seifert, Morten Overgaard, and Niels H. Secher. Cerebral Blood Flow Regulation in Internal Carotid And Vertebral Arteries During Orthostatic Stress. European College of Sport Science (ECSS), Bruges (Belgium), July 4th, 2012.

22. Lericollais R., Marais M., Denise P., Akimoto T., Ogoh S., Normand H. Effect of otolithic system on carotid baroreflex. A study during parabolic flight. International Society for Gravitational Physiology-European space agency (ISGP-ESA) congress, Aberdeen (UK), June 20th, 2012.

23. Shigehiko Ogoh, Hidehiro Nakahara, Kazunobu Okazaki and Tadayoshi Miyamoto. The effect of cerebral blood flow on central chemoreflex during orthostatic stress. American College of Medicine Science (ACSM), San Francisco (USA), June 2nd, 2012.

〔図書〕(計2件)

1. 小河繁彦 : 身体運動と呼吸・循環 II 循環機能 2. 血流配分 真興交易医書 2012.

2. 小河繁彦 : 健康と運動の科学 5章 生活習慣病・介護予防に対する運動効果のエビデンス 5.5 運動と自律神経 杏林書院 2012.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小河繁彦 (OGOH, Shigehiko)

東洋大学・理工学部・教授

研究者番号 : 80553841

(2) 研究分担者

宮本忠吉 (MIYAMOTO, Tadayoshi)

森ノ宮医療大学・保健医療学部・教授

研究者番号 : 40294136

菅原順 (SUGAWARA, Jun)

独立法人産業技術総合研究所・ヒューマン

ライフテクノロジー研究部門・研究員

研究者番号 : 00357261

片山敬章 (KATAYAMA, Keisho)

名古屋大学・総合保健体育科学センター・

准教授

研究者番号 : 40343214