

〔短 報〕

ストレッチ運動が気分と局所脳血流に与える効果

柳澤弘樹¹⁾ 永松俊哉¹⁾ 甲斐裕子¹⁾

Effect of stretch exercise on mood and regional cerebral blood flow

Hiroki Yanagisawa, Toshiya Nagamatsu, and Yuko Kai

緒 言

今日、うつ病に代表される気分障害患者数は年間10万人を超え、厚生労働省も極めて重要な健康問題との見解を示している³⁾。気分障害が発症する原因は、社会生活におけるさまざまなストレスが想定されているが¹⁾、詳細な機構は不明である。気分障害の患者は、気分が落ち込むだけでなく認知課題の成績と脳活動が低下するといわれている⁷⁾。

Garcia, C.S., et al.²⁾ が動物を用いて行った報告では、自発運動が不安行動を抑制して、ストレス耐性を高めていた。この効果がヒトにおいても有効ならば、気分障害の改善や予防だけでなく、健常者が精神的な健康状態を維持するために運動を活用することが可能になる。しかし、運動と脳内神経機構との関係についての検討は少なく、運動条件（強度、時間、頻度等）を踏まえた詳細な検討が望まれる。

運動は心身に多様な影響をもたらす、運動条件によってその効果は異なることが知られている²⁾。負荷強度に関しては、中強度の運動が脳機能を改

善させることが明らかにされているが⁹⁾、低強度の運動が心理面や脳活動に及ぼす影響についての報告は極めて少ない。そこで本研究は、低強度の運動としてストレッチに着目し、ストレッチ運動の実施が気分および脳活動に及ぼす効果について検討した。

方 法

A. 調査対象と調査方法

被験者は、過去に精神的な疾患や病歴のない、健常な成人女性9名（40.6±9.2歳）とした。また、脳の有意半球を考慮して利き腕が右側、日本語を母国語とする者を被験者とした。

先行研究に従い10分間のストレッチ運動を実施させ⁵⁾、気分と前頭前野局所脳血流の測定を行った。測定のタイミングは、運動開始前、終了後とした（図1）。

B. 気分の測定

気分測定にはMCL-S.2を用いた⁴⁾。MCL-S.2は「快感情」「リラックス感」「不安感」の3因子（計12問）で構成されるリッカート尺度である。回答は、自記式の用紙に現在の気分の状態を7段

1) 公益財団法人 明治安田厚生事業団体力医学研究所 Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan.

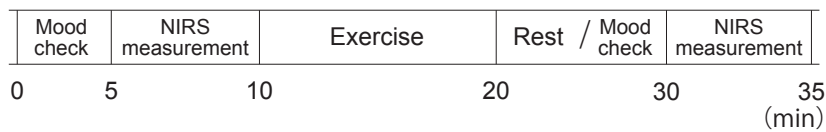


図 1. 実験デザイン

Figure 1. The experimental design.

All subjects attended exercise experiments. Subjects rested instead of performing exercise.

Brain activity was monitored with NIRS while subjects performed verbal fluency task.

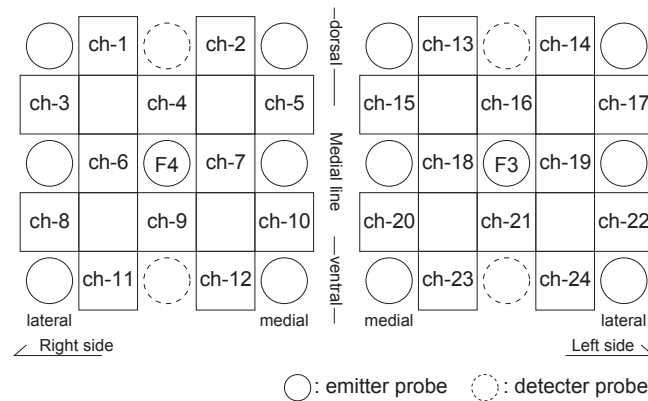


図 2. 国際10-10法の基準点に則して装着したプローブ配置

Figure 2. The position of all channels and basing point from international 10-10 standard positions.

The international 10-10 standard positions and other positionals information are indicated.

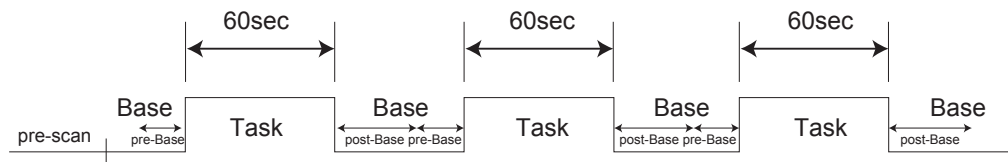


図 3. NIRS を用いた語流暢性課題中の測定プロトコル

Figure 3. The experimental protocol during verbal fluency task with NIRS measurement.

From the data during pre-Base data, we calculate the oxy-Hb signals of task periods.

階で記入させる方法で得た。

C. 脳活動の測定

脳活動の測定は、多チャンネル式近赤外線分光法装置 (near-infrared spectroscopy; NIRS, ETG-100, 日立メディコ) で前頭前野局所脳血流のヘモグロビンを指標にした。測定フォルダーは、12ch のフォルダーを 2 枚用いた。先行研究と同様に両側の前頭前野を覆うように装着した⁷⁾。装着は各フォルダーのセンタープローブが国際10-10法の F3, F4 に一致するように合わせ、更に正中線と平行となるようにフォルダー角度を調整した

(図 2)。

実験プロトコルは Pre- 基準区間 (pre-Base), 課題区間 (Task), Post- 基準区間 (post-Base) を 1 セットとして、断続的に 3 セット行った (図 3)。Pre- 基準区間では、開眼状態で「あ、い、う、え、お」を繰り返し発音させた。その後、60 秒間の課題区間に語流暢性課題を行わせた⁷⁾。この課題は、指示されたキーワードで始まる単語を口頭でできるだけ多くあげるものである (例: 「き」の場合は、「気球」「切手」「気候」など)。課題後は post- 基準区間を設け、「あ、い、う、え、

お」を発音させた。

D. ストレッチ運動

ストレッチ運動は、気分の改善を狙いとして主に立位または椅子に座って実践できる低負荷の動作にて構成した。指導は専門のインストラクターが行い10分間実施した。

E. 統計解析

MCL-S.2により7段階で測定した気分の得点を、中央値(4)を基準として集計した後、「快感情」「リラックス感」「不安感」のカテゴリに分け、運動前後の得点を比較した。統計解析には paired t-test を用いた。

NIRS の解析は、ノイズの少ないチャンネルを選び、LPF 領域 (lateral prefrontal area, 右: ch3, 6, 8, 左: ch17, 19, 22), FP 領域 (frontal pole area, 右: ch11, 12, 左: ch23, 24) に分けて行った。Pre- 基準区間と Post- 基準区間を基準にして、課題区間の酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb), 脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb) の変化量を算出したうえで

一次関数で補正した。統計解析には、one-sample t-test を行った後、false discovery rate 補正法⁸⁾を用いて多重比較補正を行った。

統計解析ソフトは SPSS[®] 19.0J software for Windows[®] を用いて、危険率 5 % 未満を有意とした。データは平均値 ± 標準偏差で示した。

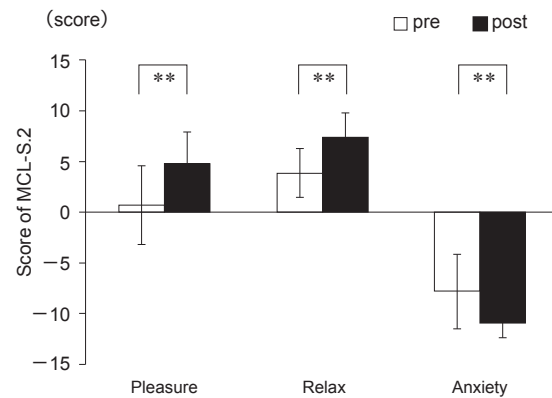


図4. MCL-S.2を用いた気分の変化

Figure 4. Change in mood value at MCL-S.2.

We used MCL-S.2 to make a valuation of mood. All factor improved after exercise. (mean±SD) ** $P < 0.05$.

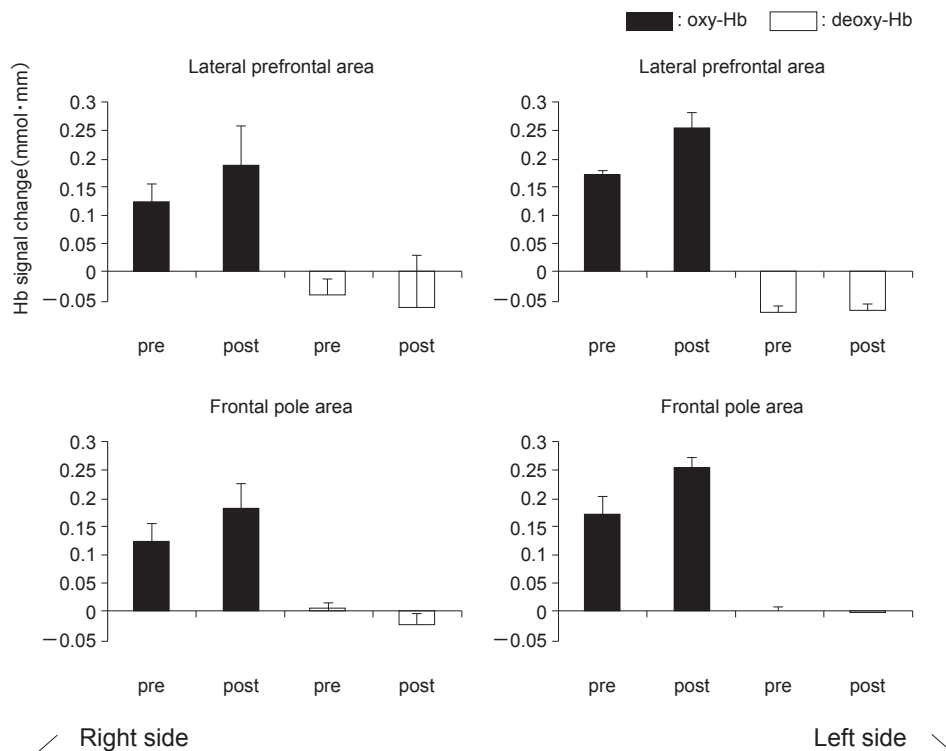


図5. 脳血流の変化

Figure 5. Change in cerebral blood flow.

The mean difference between base and task period in oxy-Hb. There was no significant difference in all area. (mean±SD)

F. 倫理面への配慮

被験者に対して本研究の目的、内容、利益、リスク、個人情報の保護について文書および口頭で十分な説明を行った。そのうえで、参加同意書に自筆の署名を得て参加の意思を確認した。本研究は財団法人 明治安田厚生事業団体力医学研究所研究等倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：2011-04号）。

結 果

A. 気分測定

ストレッチ運動による気分変化を因子ごとに比較した（図4）。快感情因子およびリラックス感因子は運動後に得点が増加した。不安感因子は、運動後に得点が減少した。

B. 前頭前野局所脳血流

課題区間の oxy-Hb と deoxy-Hb の変化量を運動前後で血流量を比較したところ、いずれの領域でも、統計的に有意な差は認められなかった（図5）。

考 察

本研究では、ストレッチ運動後に「快感情因子」「リラックス感因子」が上昇し「不安感因子」が低下したことから、本ストレッチには気分を改善する効果があると思われる。低強度運動と気分に関する報告⁶⁾では、気分が改善することで運動後の認知課題の成績が向上していた。その気分改善の背景には、低強度運動により覚醒レベルが上がり、ヒトの作業効率が向上すると推察されている。我々が実施したストレッチ運動も気分が改善していたことから、認知課題の成績の向上が期待できる。

先行研究では、運動は前頭前野局所脳血流を増加させ、認知課題の成績を向上させたことが報告されている⁹⁾。前頭前野は視床前核群を通じて、意欲などの情動や動機づけに関与する帯状回に情報を送っている。今回の結果において気分の改善があったことについては、運動が帯状回の活動を活性化させた可能性が考えられる。

ストレッチ運動と認知機能の関連について、運動終了直後に前頭前野局所脳血流を測定して、脳内神経機構の変化を評価した。先行研究⁹⁾では運動に伴う、前頭前野局所脳血流の増加が報告されている。しかし、本研究における語流暢性課題実施の際には、安静時に比べてブローカ野（運動性言語中枢）あたりで大きな血流増加がみられたものの、測定データのばらつきが大きく運動前後の比較で有意差を認めなかった。今後は、被験者の増加、あるいは安静コントロール条件との比較検討が必要と思われる。

運動が脳機能に及ぼす効果についてはいまだ明確ではないが、ストレッチ後に気分の改善が生じていた本結果を踏まえれば、低強度の運動であっても脳活動を高める可能性は否定できない。引き続き、同様の実験モデルを用いて低強度運動と脳活動との関係についての更なる検討が望まれる。

参 考 文 献

- 1) Chaouloff, F., Elghozi, J.L., and Guezennec, Y. (1985): Effects of conditioned running on plasma, liver and brain tryptophan and on brain 5-hydroxytryptamine metabolism of the rat. *Br. J. Pharmacol.*, **86**, 33–41.
- 2) Garcia, C.S., Portell, C.I., and Torras, G.M. (2009): Effects of long-term voluntary exercise on learning and memory processes: dependency of the task and level of exercise. *Behav. Brain Res.*, **202**, 162–170.
- 3) 厚生労働省自殺・うつ病等対策プロジェクトチーム (2010): 誰もが安心して生きられる、温かい社会づくりを目指して。
- 4) 村上雅彦, 橋本公雄 (2002): 運動中の感情状態を測定する尺度 (MCL-S.2) の作成. 九州スポーツ心理学研究, **14**, 44–45.
- 5) 永松俊哉, 甲斐裕子, 北畠義典, 泉水宏臣, 三好祐司 (2008): ストレッチを用いた低強度運動プログラムの実施が中高年女性勤労者の睡眠に及ぼす影響. 体力研究, **106**, 1–8.
- 6) 中塚健太郎, 坂入洋右 (2010): 軽運動が監視作業時の覚醒水準と疲労の回復に及ぼす効果. スポーツ心理学研究, **37**, 75–87.
- 7) Pu, S., Matsumura, H., and Yamada, T. (2008): Reduced frontopolar activation during verbal fluency task associated with poor social functioning in late-onset major depression: Multi-channel near-infrared spectroscopy study. *Psychiatry Clin. Neurosci.*, **62**, 728–737.

- 8) Singh, A.K. and Dan, I. (2006): Exploring the false discovery rate in multichannel NIRS. *Neuroimage*, **33**, 542 – 549.
- 9) Yanagisawa, H., Dan, I., and Tsuzuki, D. (2010): Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*, **50**, 1702 – 1710.