

---

## 身体不活動者を対象としたストレッチ運動が 気分と認知機能に及ぼす影響

---

須藤みず紀<sup>1)</sup> 安藤創一<sup>2)</sup> 永松俊哉<sup>1)</sup>

---

## The effects of stretching exercise on affective states and cognitive function in inactive people

Mizuki Sudo, Soichi Ando, and Toshiya Nagamatsu

---

### SUMMARY

Chronic physical inactivity has a potential to induce negative affective states and impair cognitive function. In contrast, it has been suggested that exercise at moderate intensity improves affective states and cognitive function. Nevertheless, moderate exercise may induce stress responses in those who are physically inactive, which implies that moderate exercise may not be appropriate to improve affective states and cognitive function for the inactive population.

Stretching is a common form in general fitness, and may reduce anxiety and improve affective states. Hence, we expected that acute stretching is beneficial to affective states and cognitive function, particularly in inactive people. However, it is unclear how stretching alters affective states and cognitive function in inactive people. The purpose of this study was to examine the effects of acute stretching on affective states and cognitive function in inactive people.

Nineteen subjects participated in the present study. They performed a cognitive task (Trail Making Test: TMT) and answered questionnaires (Mood Check List-short form 2: MCL-S.2 and WASEDA) before and after stretching or rest (control) for 10 min. The order of stretching and control was counter-balanced. MCL-S.2 was used to assess pleasantness, relaxation, and anxiety, and WASEDA was used to assess negative affect, positive engagement, and tranquility. Saliva levels of immunoglobulin A (IgA) were measured before and after stretching or rest.

Reaction time in the TMT significantly decreased after stretching. Pleasantness and positive engagement increased after stretching. These alterations were not observed in the control condition. Stretching did not affect salivary IgA. These results suggest that improvements in cognitive performance may be associated with positive affective states induced by acute stretching. In conclusion, the present results suggest that stretching improves affective states and cognitive function in inactive people.

Key words: physical inactivity, stretch, cognitive function, affective state.

---

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.

2) 電気通信大学情報理工学研究所知能機械工学専攻 Control Systems Program, Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems, University of Electro-communications, Tokyo, Japan.

## 緒言

今日、うつ病などの気分障害を患う患者数は、増加の一途を辿り、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。気分障害が発生する要因として、社会生活における多様なストレスが想定されている。気分障害の患者は、ネガティブな気分に限るだけでなく認知機能も低下する<sup>25)</sup>。これは、今後の高齢化社会においても重要な問題であり、メンタルヘルスの改善は健康政策課題の1つである。その対策の1つとして、運動の効果が期待されている。近年、運動トレーニングが抑うつ症状を緩和させるだけでなく、うつ病の薬物療法と同等の効果を有していることが示唆された<sup>1,30,31)</sup>。また、不安感などのネガティブな心理状態が一過性の有酸素運動によって改善し<sup>15)</sup>、動物モデルを用いた報告でも、自発運動が不安様行動を抑制して、ストレス耐性を高めることが明らかになった<sup>9)</sup>。更に、慢性的な身体活動量の減少は認知機能の低下を惹起する要因であることから<sup>17,22)</sup>、運動の実施によって気分改善と認知機能の維持が期待できると考えられる。

これまでの研究から、認知機能の改善、および維持には中強度の運動が有効であることが明らかになっている<sup>12)</sup>。しかし、ストレス応答を反映するコルチゾール濃度と体力レベルとの関係について検討した研究によると、相対的運動強度が同じ場合、血中コルチゾール濃度の変化は被験者の体力レベルとは関係がないが、絶対的な運動強度が同じ場合においては、血中コルチゾール濃度の変化は体力レベルが高い人ほど抑制されることが報告されている<sup>18)</sup>。このことから、運動によるストレス応答は体力レベルに依存していると考えられる。すなわち、身体活動レベルが低いヒトは、絶対的運動強度として、中強度の運動を実施することでストレス応答が誘発される可能性があることを示している。更に、身体活動量が低いヒトを対象とした場合、中強度の運動がメンタルヘル스에及ぼす影響については、個人差が大きく改善がみられないことも指摘されている<sup>24)</sup>。これらの結果

は、身体活動レベルが低いヒトを対象として、運動が気分や認知機能に及ぼす影響を検討する際には、運動負荷の選択が大きな要因であり、幅広い運動負荷を用いた検討を重ねることが必要であることを示唆している。特に、身体活動レベルが低いヒトにとっても行いやすい低強度における運動が、気分の改善や認知機能に及ぼす影響について明らかにすることは重要な課題であると考えられる。

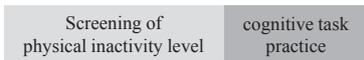
最近の運動と認知機能に関するメタアナリシス解析より、認知機能の向上が、中強度の運動だけでなく低強度の運動によっても促されることが報告されている<sup>5)</sup>。更に、身体活動を抑制せざるをえない肺動脈性高血圧疾患患者では、筋弛緩を目的とした軽運動でも不安感や抑うつ症状を改善させることが示された<sup>16)</sup>。更に我々は、先行研究において成人男性に一過性のストレッチ運動を負荷することで、不安感が抑制され、認知機能が向上することを明らかにした<sup>32)</sup>。これらの結果は、身体不活動者を対象とした軽運動が、気分の改善や認知機能の向上をもたらす可能性を示唆している。そこで、本研究では、身体不活動者における一過性のストレッチ運動が気分と認知機能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

## 方法

### A. 対象者

本研究は、某大学内にて日常生活のなかで主観的に運動不足気味と感じている成人男性を条件に募集を行い、応募してきた男性20名に対して身体活動量の調査を行った。身体活動量の調査には、先行研究<sup>7)</sup>にて信頼性・妥当性が確認され、国際的に広く用いられている国際標準化身体活動質問表短縮版(International Physical Activity Questionnaire Short version; IPAQ-short)を用いた。IPAQ-shortは、非活動的な時間以外の身体活動では、1回につき少なくとも10分以上続けて行う身体活動についてのみ回答する形式となっている。本研究は、IPAQ-shortを用いて1週間当たりの身体活動量(METs・min/week)を算出した。そして、World

A week ago



Experimental day

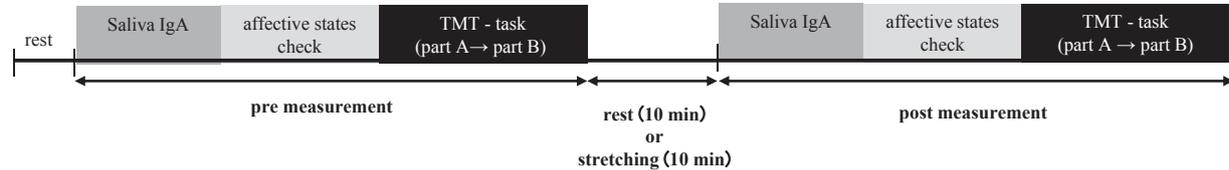


図 1. 実験プロトコール

Figure 1. The experimental protocol.

Health Organization (WHO)<sup>36)</sup>により推奨されている、1週間当たり中強度運動150分に相当する600 METs・min/weekに達していない19名を実験対象者とした。

### B. 実験プロトコール

本研究は、ストレッチ運動条件、および安静条件の双方を実施するクロスオーバー方式を用いた。ストレッチ運動条件、または安静条件は、対象者間においてランダムに行った。2施行は、1週間を開けて実施した。実験は同時刻に行い、実験の前日と当日はなるべく同様の生活様式を心がけるよう指示した。

対象者には、実験開始の1時間前から激しい身体活動、および飲食を控えることを指示した。すべての測定は、10分間の座位安静状態後に行った。身体特性の測定後、主観的運動強度(RPE)を対象者に回答してもらい、唾液の採取を実施した。対象者の気分は調査票を用いて自記式の回答を行った。その後、認知機能の評価を実施した。身体特性の測定以外の調査・測定は、ストレッチ運動条件、あるいは安静条件を施行する前後に行った(図1)。

### C. 調査測定内容(調査項目)

#### 1. 対象者特性

対象者の身体特性として、身長、体重、体組成(体脂肪率、骨格筋量)を測定し、体格指数(body mass index; BMI)を算出した。実験参加時のメンタルヘルスの状態として、抑うつ感について the Center for Epidemiologic Studies Depression Scale

(CES-D)日本語版<sup>29)</sup>と Kessler Psychological Distress Scale(K6)日本語版<sup>8)</sup>を用いて評価した。

#### 2. 唾液中のストレスマーカー

ストレス反応の指標として唾液中の免疫グロブリン A(Immunoglobulin A; IgA)を測定した。各条件を施行する前後において、水で口腔内を濯ぎ口内の唾液を嚥下した後に滅菌綿を1分間口に含んで唾液を採取した。滅菌綿の唾液は、3000 rpmで10分間遠心し、-30℃にて保存した。採取した唾液は、外部検査機関(SRL社)に委託して酵素免疫法により定量した。

#### 3. 気分の測定

気分の測定には、Mood Check List-short form 2 (MCL-S.2)<sup>3,10)</sup>と一過性運動に用いる感情尺度(Waseda affect scale of exercise and durable activity; WASEDA)<sup>2,32)</sup>の2種類を用いた。MCL-S.2は、快感情、リラックス感、不安感の3因子から構成されており、12項目の設問に7件法で回答するリッカート尺度で評価した。WASEDAでは、一過性の運動による否定的感情、高揚感、落ち着き感を12項目の設問に5件法で回答するリッカート尺度で評価した。MCL-S.2は、運動に起因したポジティブ、およびネガティブな感情を同時に評価できることから<sup>10)</sup>、本研究ではストレッチ運動がもたらす被験者の感情の変化を幅広く評価するために、MCL-S.2とWASEDAの2種類の質問紙より気分を評価した。

#### 4. 認知機能の評価

本研究では、認知機能の評価として、Trail

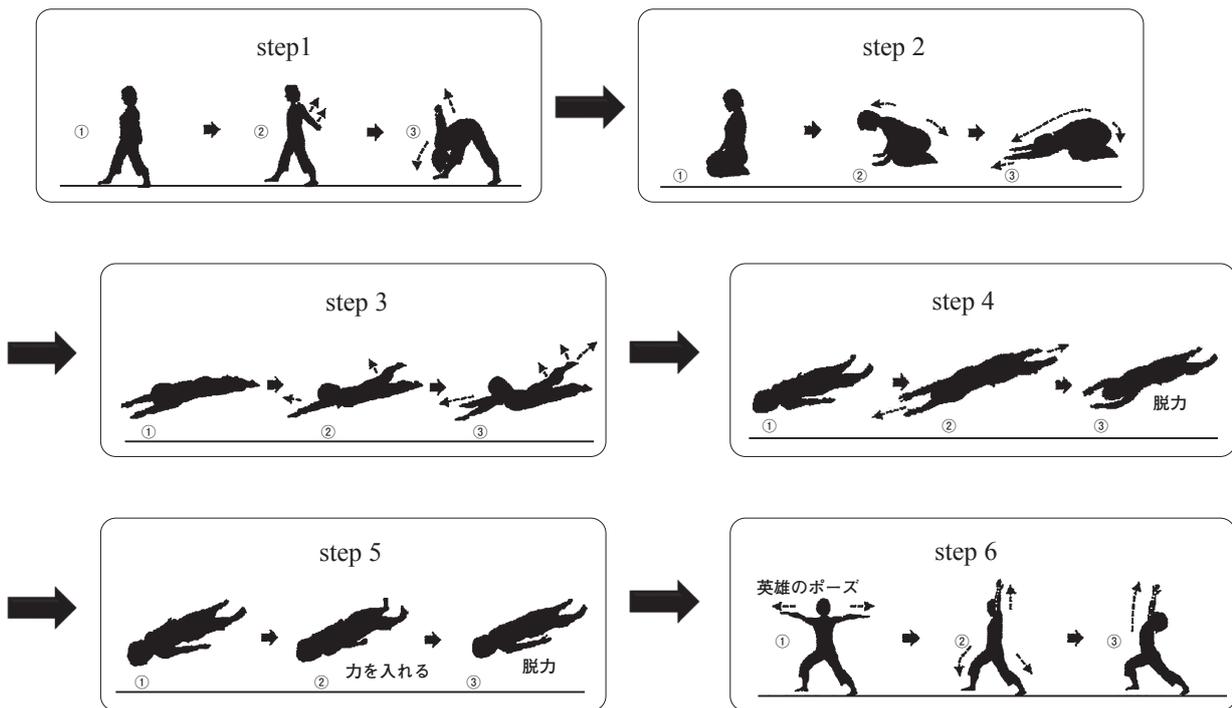


図2. ストレッチ運動プロトコル  
Figure 2. The stretching exercise protocol.

Making Test(TMT)を用いた。TMTは、ワーキングメモリや反応抑制、反応の切り替えなどの能力を反映し<sup>27)</sup>、認知の柔軟性をみることができ<sup>13,14)</sup> 認知課題の1つである。一般的にはTMTのpart A(紙面にランダムに配置された1から25の数字を昇順に1→2→3…のように線で結ぶ課題)が完了するまでの時間は、注意の選択性を反映し、part B(数字と平仮名の2種類を配置し、昇順に1→あ→2→い…のように線で結ぶ課題)が完了する時間は、転換性と配分性を反映するといわれている。本研究では、part A, part Bの課題が完了するまでの時間、および変化に対して柔軟に対応する能力(認知の柔軟性)を間接的に評価するpart B - part Aの値を対象とした。また、対象者がエラーを犯した場合は検者が指摘し、正しく結べている箇所からやり直しさせ、その間の計測は止めずに測定<sup>4)</sup>を行った。

#### D. 運動様式

先行研究に基づいて所要時間10分間のストレッチ運動<sup>20,21)</sup>を用いた(図2)。対象者は、実技指導者の動作に合わせて運動を実施した。

#### E. 統計解析

ストレッチ運動の効果を検定するため、安静条件、およびストレッチ運動条件の各測定項目の変化を二元配置の分散分析を用いて検定した。有意水準は、5%未満を交互作用ありとした。交互作用が得られた場合は、Bonferroniによる多重比較検定を実施した。また、気分の変化と認知機能の変化との相関関係をピアソンの相関係数を用いて評価した。すべてのデータ集計、および統計処理は、IBM SPSS Statistics 21.0を用い、平均値±標準偏差で示した。

#### F. 倫理的配慮

被験者に対して本研究の趣旨と内容について文書、および口頭で十分な説明を行い、参加同意を書面にて得た。本研究は、公益財団法人 明治安田厚生事業団倫理審査委員会の承認を得た(承認番号:26004号)。

## 結果

#### A. 対象者特性

対象者の特性を表1に示した。身体活動量を示

す physical activity (PA) レベルの平均は、すべての対象者においてそれぞれ WHO が定める身体不活動レベルの基準以下であることを確認した。PA レベルの平均は、 $179.6 \pm 215.3$  METs  $\cdot$  min/week であった。

**B. 認知機能評価**

TMT part A, part B 施行における回答時間(秒), および part B-part A 値を算出した(図 3)。TMT part A の回答時間は、条件間において差異はみられなかった。TMT part B の回答時間は、条件間

表 1. 対象者の身体特性

Table 1. The baseline characteristics of participants.

Variables	mean	SD
Age (years)	22.3	0.8
Length (cm)	173.4	5.4
Weight (kg)	66.0	7.7
Body fat (%)	17.8	4.7
Physical activity (METs $\cdot$ min/week)	179.6	215.3
K6 (point)	6.0	4.0
CES-D (point)	16.3	6.8

で交互作用がみられ( $P < 0.001$ ), ストレッチ運動後において有意な低下を示した( $P < 0.001$  vs. ストレッチ前)。また, part B-part A 値は, 条件間での交互作用を認め( $P = 0.013$ ), ストレッチ運動後において前と比較して有意に短縮した( $P < 0.001$  vs. ストレッチ前)。

**C. 気分の変化**

MCL-S.2を用いて測定した各実験条件前後での気分の変化は、快感において交互作用が認められ( $P = 0.031$ ), ストレッチ運動後に有意な上昇を示した( $P = 0.001$  vs. ストレッチ運動前)。リラックス感, および不安感に差異はみられなかった(図 4)。

WASEDA を用いて測定した気分の変化では、高揚感において交互作用がみられ( $P = 0.017$ ), ストレッチ運動後に有意に上昇した( $P = 0.032$  vs. ストレッチ運動前)。落ち着き感と否定感において差異はみられなかった(図 5)。

**D. 唾液中の免疫グロブリン濃度**

両条件前後における唾液中ストレスマーカーで

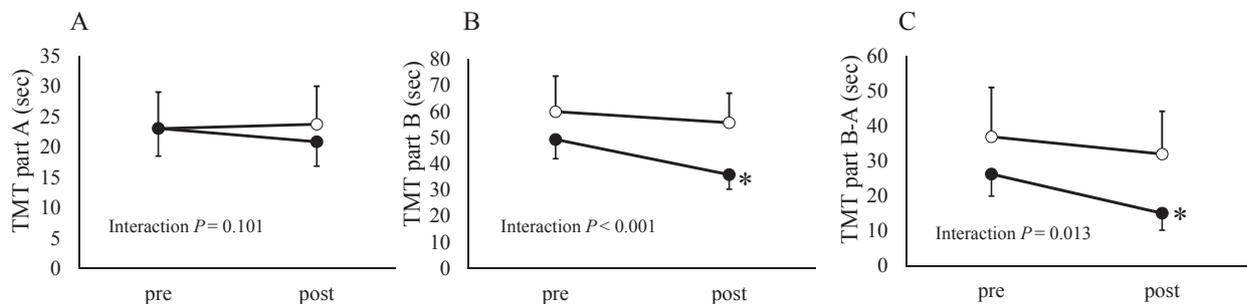


図 3. TMT 課題における回答時間

Figure 3. The reaction time of part A (A), part B (B) and part B – A (C) in the TMT-task.

Rest condition (○) and stretching condition (●). \* $P < 0.05$ .

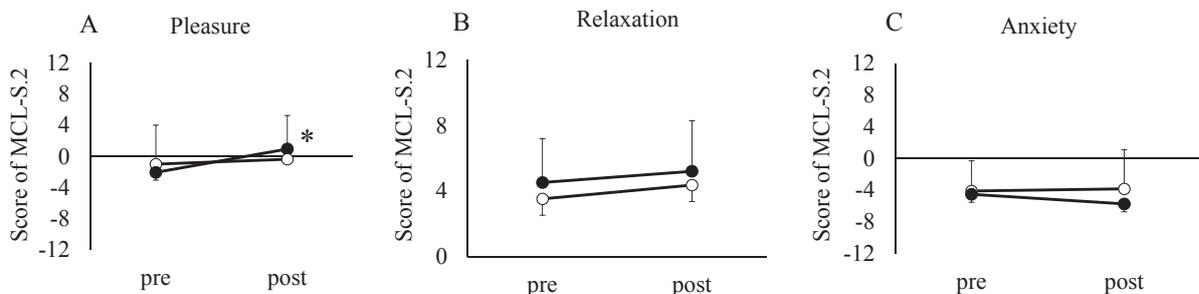


図 4. MCL-S.2による気分の変化

Figure 4. Change of the affective states by MCL-S.2.

Effect of pre and post by rest condition (○) and stretching condition (●) on Pleasure (A), Relaxation (B), and Anxiety (C).

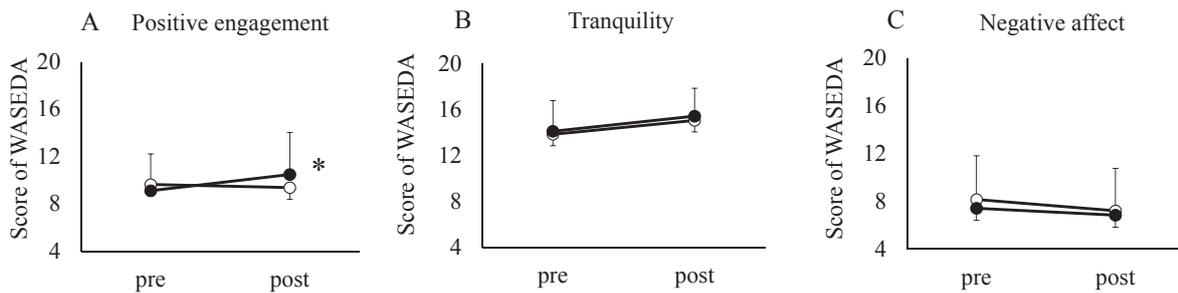


図 5. WASEDA による気分の変化

Figure 5. Change of the affective states by WASEDA.

Effect of pre and post by rest condition (○) and stretching condition (●) on Positive engagement (A), Tranquility (B), and Negative affect (C).

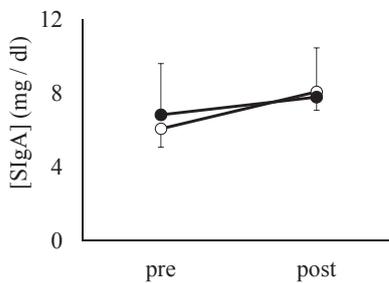


図 6. 安静条件およびストレッチ運動条件実施の前後における唾液 IgA の変化

Figure 6. Change of IgA in saliva pre and post of each trails.

Rest condition (○) and stretching condition (●).

ある IgA 濃度を図 6 に示した。本研究では、唾液中の IgA 濃度に統計学的な差異はみられなかった。

#### E. 主観的運動強度

対象者の RPE は、安静条件では座位による安静後では  $7.95 \pm 2.01$  (実施前  $7.63 \pm 1.63$ ) であったのに対し、ストレッチ運動後では  $8.68 \pm 1.69$  (実施前  $7.84 \pm 1.18$ ) を示し、両条件とも統計学的に有意な差異は認められなかった。

#### F. 相関関係

本研究でみられたストレッチ運動条件における快感情と TMT part A ( $P = 0.276$ ), part B ( $P = 0.977$ ) および, part B-part A ( $P = 0.553$ ) の間に有意な相関関係は認められなかった。また、高揚感と TMT part A ( $P = 0.284$ ), part B ( $P = 0.763$ ), および part B-part A ( $P = 0.759$ ) の間においても有意な相関関係はなかった。

## 考 察

抑うつ傾向を評価する CES-D 得点に関して、先行研究<sup>29)</sup>では、うつ病が疑われるカットオフ値を 16 点以上としている。今回の対象者の CES-D の平均得点は 16.3 ポイントであった。また、抑うつ傾向を簡易的に評価する K6 得点についても厚生労働省が発表した 20 歳前半における平均値 (3.5 ポイント) と比較して高い値 (6.0 ポイント) を示した。したがって、本研究における対象者集団は、抑うつ傾向が高めであることが示された。これらの結果は、身体活動量の減少と抑うつ傾向に関係があるという先行研究<sup>30)</sup>を支持するものである。本研究では、身体不活動者を対象としたストレッチ運動後に快感情、および高揚感が上昇した。この結果は、運動実施前における抑うつ傾向が高い集団ほど運動介入による気分の改善効果が顕著であるという先行研究<sup>23,26)</sup>を支持するものである。本研究から、日常生活において身体活動量が低く、抑うつ傾向が高いヒトでは、軽運動であっても気分を改善させることができることが示唆された。

認知機能の評価法として、本研究では TMT 課題を用いた。TMT part A, TMT part B 課題は、注意課題や前頭葉機能を把握できる評価尺度として有用とされており、脳機能のイメージングにより前頭葉の活動を活性化することも明らかになっている<sup>19,34)</sup>。本研究では、ストレッチ運動後には、TMT part B における処理速度が速くなり、認知の柔軟性を示す TMT part B-A に減少がみられた。このことは、ストレッチ後には課題内容の変化に

対してより柔軟に対応したことを示しており、認知機能の向上を示唆していると考えられる。

これまでの先行研究では、運動による認知機能の向上は、覚醒レベルの上昇<sup>37)</sup>や神経伝達物質の分泌が促される<sup>6)</sup>ことが要因であると指摘されている。本研究で実施したストレッチ運動は、RPEの結果からもわかるように低強度であり、生体に顕著な生理的変化をもたらすものではなかったことが推測される。したがって、本研究でみられた認知機能の向上は覚醒レベルの上昇などで説明するのは難しいと考えられる。

本研究では、ストレッチ運動後には、快感情と高揚感の上昇と認知機能の向上がみられた。これまでに、気分の改善が認知機能に及ぼす影響については、ほとんど明らかになっていない。しかし、快感情の上昇が視覚探索課題の反応時間を短縮させるという報告がみられる<sup>32,33,38)</sup>。視覚探索課題は、ヒトの認知機能のなかでも視覚的な情報処理過程に焦点をあてたものであり、TMT課題においても視覚的な情報処理の働きは重要である。しかしながら、本研究では気分の改善と認知機能の向上との間に関係性は認められなかった。したがって、本研究でみられた気分の改善と認知機能の向上との間には直接的な関係はないのかもしれない。この点については、更なる検討が必要であると考えられる。本研究では、身体活動量が低いヒトの場合、ストレッチ運動のような低強度の運動であっても気分の改善と認知機能の向上がみられることを示した。しかし、中強度運動による効果との比較は行っていない。今後は、ストレッチ運動による効果が中強度運動による効果と、どの程度異なるのかについても明らかにする必要があると考えられる。

本研究の対象者の平均身体活動レベルは、およそ180 METs・min/weekであり、先行研究<sup>11)</sup>と比較しても、非常に低いものであった。この理由の1つとして、本実験で用いたIPAQ-shortでは、身体活動を10分以上継続して行う場合のみを回答させたこと、および対象者の通学に要する時間が短かったことが考えられる。本研究の結果は、この

ように身体活動量レベルが非常に低い集団を対象とした結果であることに留意する必要がある。また、先行研究<sup>23,26)</sup>では、ストレッチ運動による気分の改善が、抑うつ傾向の高いヒトでより顕著に得られることが報告されている。本研究でみられたストレッチ運動による気分の改善と認知機能の向上は、対象者の抑うつ傾向が高かったことが関係しているかもしれない。本研究の結果は、気分の改善や認知機能の向上を目的とした運動を行う際には、その対象者の身体活動量を考慮したうえで、運動の様式や強度を検討する必要性を示唆している。

本研究では、低強度であるストレッチ運動によって気分と認知機能の改善を促すエビデンスを示した点に利点があるが、いくつかの限界がある。第一に、身体活動に関する調査項目が自記式による質問紙によって評価された点である。今後は、より評価の妥当性を上げるために高精度の加速度計を用いた評価方法<sup>28)</sup>により検討する必要があるだろう。第二に、気分の評価方法についてである。本研究でも、これまでの先行研究と同様に、感情・気分などの評価は質問紙を用いた主観的評価で行った。近年、抑圧感や不安感の感情と脳の活性部位、および歩行の進行方向に関連があることが報告されるなど<sup>35)</sup>、感情・気分の客観的評価の重要性が高まっている。今後、メンタルヘルスを評価するうえで主観的評価に加えて、客観的評価を併せて行うことが重要になることが考えられる。

## 総括

身体不活動者に対するストレッチ運動の一過性の実施が気分と認知機能に及ぼす影響について検討を行い、以下の結果を得た。

本研究における対象者は、身体的活動量が低く、抑うつ傾向が比較的高めであることが示された。また、ストレッチ運動の実施は、快感情や高揚感などポジティブな心理状態を誘発することが示唆された。更に、認知機能が運動後において有意に向上することが明らかになった。

以上のことより、日常生活における身体活動量が低いヒトへのストレッチ運動の実施は、ポジティブな気分を促し、認知機能を向上させることが示唆された。

### 参考文献

- 1) Adamson, B.C., Ensari, I., and Motl, R.W. (2015): Effect of exercise on depressive symptoms in adults with neurologic disorders: a systematic review and meta-analysis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, **96**, 1329 – 1338.
- 2) Arai, H. (2015): Outcome expectancies for collective psychological performance among collegiate athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, **15**, 64 – 69.
- 3) Bae, S., Kamijo, K., and Masaki, H. (2014): Wearing Ergonomically Designed Core Stability Shorts Improves Cognitive Control and Affect Following Acute Aerobic Exercise. *Journal of Ergonomics*, **S2**, 0003.
- 4) Cangoz, B., Karakoc, E., and Selekler, K. (2009): Trail Making Test: normative data for Turkish elderly population by age, sex and education. *J. Neurol. Sci.*, **283**, 73 – 78.
- 5) Chang, Y.K., Labban, J.D., Gapin, J.I., and Etnier, J.L. (2012): The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Res.*, **1453**, 87 – 101.
- 6) Costa, M.S., Ardais, A.P., Fioreze, G.T., Mioranizza, S., Botton, P.H., Souza, D.O., Rocha, J.B., and Porciuncula, L.O. (2012): The impact of the frequency of moderate exercise on memory and brain-derived neurotrophic factor signaling in young adult and middle-aged rats. *Neuroscience*, **222**, 100 – 109.
- 7) Craig, C.L., Marshall, A.L., Sjoström, M., Bauman, A.E., Booth, M.L., Ainsworth, B.E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J.F., and Oja, P. (2003): International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **35**, 1381 – 1395.
- 8) Furukawa, T.A., Kawakami, N., Saitoh, M., Ono, Y., Nakane, Y., Nakamura, Y., Tachimori, H., Iwata, N., Uda, H., Nakane, H., Watanabe, M., Naganuma, Y., Hata, Y., Kobayashi, M., Miyake, Y., Takeshima, T., and Kikkawa, T. (2008): The performance of the Japanese version of the K6 and K10 in the World Mental Health Survey Japan. *Int. J. Methods Psychiatr. Res.*, **17**, 152 – 158.
- 9) Garcia-Capdevila, S., Portell-Cortes, I., Torras-Garcia, M., Coll-Andreu, M., and Costa-Miserachs, D. (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.
- 10) Hashimoto, K. and Murakami, M. (2011): Reliability and validity of the reversed Mood Check List-short form 2 (MCL-S.2) measuring the positive mood state following exercise. *Journal of Health Science*, **33**, 21 – 26.
- 11) 石原 暢, 篠原 翠, 苫米地伸 (2015): 青年期における運動習慣が抑制機能とワーキングメモリーに与える効果. *北海道体育学研究*, **50**, 9 – 15.
- 12) Kelly, M.E., Loughrey, D., Lawlor, B.A., Robertson, I.H., Walsh, C., and Brennan, S. (2014): The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Res. Rev.*, **16**, 12 – 31.
- 13) Kim, C.H., Ryan, E.J., Seo, Y., Peacock, C., Gunstad, J., Muller, M.D., Ridgel, A.L., and Glickman, E.L. (2015): Low intensity exercise does not impact cognitive function during exposure to normobaric hypoxia. *Physiol. Behav.*, **151**, 24 – 28.
- 14) Kortte, K.B., Horner, M.D., and Windham, W.K. (2002): The trail making test, part B: cognitive flexibility or ability to maintain set? *Appl. Neuropsychol.*, **9**, 106 – 109.
- 15) LeBouthillier, D.M. and Asmundson, G.J. (2015): A Single Bout of Aerobic Exercise Reduces Anxiety Sensitivity But Not Intolerance of Uncertainty or Distress Tolerance: A Randomized Controlled Trial. *Cogn. Behav. Ther.*, **44**, 252 – 263.
- 16) Li, Y., Wang, R., Tang, J., Chen, C., Tan, L., Wu, Z., Yu, F., and Wang, X. (2015): Progressive muscle relaxation improves anxiety and depression of pulmonary arterial hypertension patients. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, **2015**, 792895.
- 17) Loprinzi, P.D. and Kane, C.J. (2015): Exercise and cognitive function: a randomized controlled trial examining acute exercise and free-living physical activity and sedentary effects. *Mayo Clin. Proc.*, **90**, 450 – 460.
- 18) Luger, A., Deuster, P.A., Kyle, S.B., Gallucci, W.T., Montgomery, L.C., Gold, P.W., Loriaux, D.L., and Chrousos, G.P. (1987): Acute hypothalamic-pituitary-adrenal responses to the stress of treadmill exercise. Physiologic adaptations to physical training. *N. Engl. J. Med.*, **316**, 1309 – 1315.
- 19) Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Moll, F.T., Bramati, I.E., and Andreiuolo, P.A. (2002): The cerebral correlates of set-shifting: an fMRI study of the trail making test. *Arq. Neuropsiquiatr.*, **60**, 900 – 905.
- 20) 永松俊哉, 甲斐裕子 (2014): 低強度のストレッチ運動が軽度睡眠障害者の睡眠およびストレス反応に及ぼす影響. *体力研究*, **112**, 1 – 7.
- 21) 永松俊哉, 北畠義典, 泉水宏臣 (2012): 低強度・短時

- 間のストレッチ運動が深部体温, ストレス反応, および気分にあぼす影響. 体力研究, **110**, 1-7.
- 22) 西島 壮 (2014): 身体活動量の低下はストレス脆弱性を高めるか? マウス不活動モデルを用いた行動神経科学的検討. ストレス科学研究, **29**, 110-111.
- 23) North, T.M., McCullagh, P., Tran, Z.V. (1990): Effect of exercise on depression. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, **18**, 379-415.
- 24) Pearsall, R., Smith, D.J., Pelosi, A., and Geddes, J. (2014): Exercise therapy in adults with serious mental illness: a systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry*, **14**, 117.
- 25) Pu, S., Matsumura, H., Yamada, T., Ikezawa, S., Mitani, H., Adachi, A., and Nakagome, K. (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.
- 26) Reed, J. and Buck, S. (2009): The effect of regular aerobic exercise on positive-activated affect: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, **10**, 581-594.
- 27) Reitan, R.M. (1958): Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Percept. Mot. Skills*, **8**, 271-276.
- 28) Sabiston, C.M., Brunet, J., and Burke, S. (2012): Pain, movement, and mind: does physical activity mediate the relationship between pain and mental health among survivors of breast cancer? *Clin. J. Pain*, **28**, 489-495.
- 29) 島 悟, 鹿野達男, 北村俊則 (1985): 新しい抑うつ性の自己評価尺度について. *精神医学*, **27**, 717-723.
- 30) Singer, R. (1992): Professional Practice Physical Activity and Psychological Benefits: a position statement of the International Society of Sport Psychology (ISSP). *The Sports Psychologist*, **6**, 199-203.
- 31) Strawbridge, W.J. (2002): Physical Activity Reduces the Risk of Subsequent Depression for Older Adults. *Am. J. Epidemiol.*, **156**, 328-334.
- 32) Sudo M., Ando, S., Nagamatsu, T. (2015): Effects of acute static stretching on visual search performance and mood state. *Journal of Physical Education and Sport*, **15**, 651-656.
- 33) Ueda, Y. and Yoshikawa, S. (2012): Task-irrelevant Happy Faces Facilitate Visual Search Performance. *J. Vis.*, **12**.
- 34) Weber, P., Lutschg, J., and Fahrenstich, H. (2004): Attention-induced frontal brain activation measured by near-infrared spectroscopy. *Pediatr. Neurol.*, **31**, 96-100.
- 35) Weick, M., Allen, J.A., Vasiljevic, M., and Yao, B. (2016): Walking blindfolded unveils unique contributions of behavioural approach and inhibition to lateral spatial bias. *Cognition*, **147**, 106-112.
- 36) World Health Organization (2010): Global Recommendations on Physical Activity for Health. World Health Organization, Geneva.
- 37) Yanagisawa, H., Dan, I., Tsuzuki, D., Kato, M., Okamoto, M., Kyutoku, Y., and Soya, H. (2010): Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*, **50**, 1702-1710.
- 38) Yoshikawa, S. and Ueda, Y. (2012): The effects of other people and things on mood and cognitive function. *The Future of Kokoro*, **10**, 45.