

体力研究

体力医学研究所報告

BULLETIN OF THE PHYSICAL FITNESS RESEARCH INSTITUTE

原 著

Association of self-efficacy for breaking up prolonged sitting with objectively measured sedentary behavior among office workers

Takashi Jindo, Yuko Kai, Naruki Kitano, Hirokazu Arai,
Mitsuru Makishima, and Takashi Arao I

資 料

間欠的なリズム体操と連続的なリズム体操が高齢者の気分・実行機能に与える影響に関する予備的検討

兵頭和樹 IO

二次出版

中年女性の更年期症状および抑うつ症状に対するストレッチの効果：ランダム化比較試験—Menopauseに掲載された英語論文の日本語による二次出版—

甲斐裕子, 永松俊哉, 北畠義典, 泉水宏臣 18

論文紹介 27

海外研修レポート 31

2019年度 体力医学研究所活動報告 33

2020
APRIL
No.
118

公益財団法人 明治安田厚生事業団

Association of self-efficacy for breaking up prolonged sitting with objectively measured sedentary behavior among office workers

Takashi Jindo¹⁾, Yuko Kai¹⁾, Naruki Kitano¹⁾, Hirokazu Arai²⁾,
Mitsuru Makishima³⁾, and Takashi Arao¹⁾

SUMMARY

Although self-efficacy is an important psychological factor for reducing sedentary behavior (SB), it is not clear whether current scales of self-efficacy in changing SB sufficiently reflect actual changes in SB. Here, we examined the stability of a newly developed self-efficacy scale, and the relationship between self-efficacy and objectively-measured SB among office workers.

We conducted two different surveys with office workers from companies located in Tokyo ($n = 147$). The newly-developed scale used an 11-point Likert scale and asked participants whether they felt it was possible to stand regularly to break up prolonged sitting during working time. Five levels of duration were provided (30 to 120 minutes). The overall and prolonged SB (30 consecutive minutes or longer) during working time were obtained by a tri-axial accelerometer.

The self-efficacy score showed moderate (0.53, 95% CI: 0.34–0.68) levels of stability at the duration level of 30 minutes, and other levels' stability tended to decrease with the increase of the level of duration measured (0.28 to 0.44). The self-efficacy scores for standing up at least once every 30 or 45 minutes were significantly correlated with the total time ($r = -0.28$ and -0.29 , respectively), and with the number of bouts ($r = -0.25$ and -0.25 , respectively) of objective prolonged SB. There were no significant correlations observed at longer levels of duration. The self-efficacy scores at every level of duration did not show any significant correlation with overall SB.

These findings suggest that the self-efficacy for regularly standing up every 30 or 45 minutes might be an important psychological factor for reducing prolonged SB among office workers. Based on the findings of the study, it is recommended to use the single item of the self-efficacy scale (i.e., level of 30 min) to assess one's perception for prolonged SB.

Key words: sitting behavior, standing behavior, behavioral change, self-efficacy, office work.

Introduction

Previous studies report that office workers spend more than half of their working time in a sitting position^{1,2)}, which is a type of sedentary behavior (SB). SB is defined as having an activity intensity of 1.5 metabolic

equivalents (METs) or lower³⁾. Sitting consecutively for 30 minutes or longer constitutes prolonged SB, which is significantly related with various physical and mental health deteriorations^{4,5)}. These findings suggest that monitoring the SB of office workers is an important and imminent health issue in modern society.

1) Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan.

2) Department of Psychology, Faculty of Letters, Hosei University, Tokyo, Japan.

3) Okamura Corporation, Kanagawa, Japan.

Indeed, many office workers are forced to sit while working at a desk. To reduce overall sitting time, office workers can adopt height-adjustable or standing desks or limit their time spent at a desk. However, in a typical workplace, it is difficult to implement such environmental (i.e., installation of ergonomic desks) and policy changes (i.e., limit time spent at a desk). Thus, any intervention program targeted towards reducing SB in an office should be both practical and effective.

There are certainly expert recommendations for attenuating the effects of prolonged SB, including standing up every 30 minutes to break up prolonged SB^{5,6)}. To assess the feasibility of this recommendation, it is important to identify modifiable related factors with prolonged SB. In terms of individual psychological factors associated with SB, previous studies have suggested that “self-efficacy” might be a related factor⁷⁾ and proposed its inclusion in an intervention for SB change⁸⁾. Self-efficacy is the belief that a person can successfully perform a certain behavior⁹⁾ and it is considered to be a determinant for initiating and maintaining physical activity (PA)^{10–12)}. Researchers have adequately examined the role of self-efficacy in PA and they have adopted such factors in intervention programs for behavioral change; however, it is not as clear whether self-efficacy could also be a related factor for SB change.

A few studies have examined the association of self-efficacy with SB among workers^{13–17)}. Of these, three studies used self-regulatory efficacy scales^{13–15)} and two studies used task efficacy scales^{16,17)}. Wilkerson et al. (2018) reported that self-regulatory efficacy (i.e., the confidence to stand up in a situation despite barriers such as being busy at work or feeling tired) was a related factor for overall SB at the workplace. On the other hand, Busschaert et al. (2016) examined the relationship between individual psychosocial factors and self-reported SB. They found that task efficacy for reducing SB (i.e., willingness to stand up for a while

after a period of uninterrupted sitting) was not associated with sitting time at work. Other studies^{13,14)} confirm that self-efficacy was not associated with prolonged SB. For example, De Cocker et al. (2014) found no significant relationship between self-regulatory efficacy and self-reported sitting time. To date, regardless of efficacy type, previous studies report inconsistent results regarding the association between self-efficacy for improving SB and actual SB.

One potential reason for this inconsistency is that each study had different definitions of the duration of prolonged SB. Indeed, the studies mentioned above did not set a specific duration for defining prolonged SB in their self-regulatory^{13–15)} and task^{16,17)} efficacy scales. Thus, the concept of prolonged SB may vary among participants: for example, some participants might imagine prolonged SB as uninterrupted sitting for 30 minutes, while others might imagine it as lasting for a few hours. This individual variation might affect results of correlation analyses. In addition, as the exact duration most strongly associated with actual prolonged SB is not known, it is necessary to set several durations. Therefore, the self-efficacy for SB change by standing up should be examined at several, specific durations of prolonged sitting. Most previous studies did not develop scales specifically for SB, but simply adapted from PA scales. This study will clarify whether task efficacy is associated with actual SB and further developed a self-regulatory efficacy scale specifically for workplace SB. Self-efficacy is known as a core concept in social cognitive theory¹⁸⁾ and it has been incorporated into many behavioral change interventions. Thus, understanding the association between self-efficacy and actual behavior will be helpful for determining whether self-efficacy should be taken into account in behavioral interventions. The primary objectives of this study were to examine the stability of the self-efficacy scale developed for this study and to investigate the association between self-efficacy for SB change at specific durations with the objectively-

measured overall and prolonged SB among office workers.

Methods

A. Participants and procedures

Office workers ($n = 71$) were recruited as a convenience sampling from a single company in Tokyo that helps with insurance paperwork. The first survey was conducted in February 2018, which assessed participants' health status, work-related stress, and self-efficacy. The same participants completed the same questionnaire five months from the first survey as part of a retest. The company manager reported that there was no change in the participants' working conditions between the test and retest sessions.

Another 76 office workers were also convenience sampled from eight offices in a single manufacturing and sales company in Tokyo in November 2017. These participants were involved in our investigation in the association between one's self-efficacy for SB change and an objective measure of their SB. The survey was conducted as part of a baseline observational evaluation of office environment change¹⁹⁾.

The protocols of the surveys involved in this study were approved by the Ethical Committee of Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare (approval number: 29001, 29002). Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

B. Measures

1. Self-efficacy scale for breaking up prolonged sitting

A task efficacy scale was developed in this study to assess Japanese worker's self-efficacy for breaking up prolonged sitting. The scale assessed one's perception of prolonged SB at work by asking whether they felt it was possible to stand up regularly to break up prolonged sitting during working time. Participants were asked to report their expectations of the behavior without considering whether they actually perform the behavior. To avoid individual differences in conceptu-

alizing prolonged SB, we indicated five specific levels of duration for standing up (i.e., 30, 45, 60, 90, and 120 minutes). Studies reported that the mean longest sitting duration was 98 ± 34 min (range from 43 to 201 min)²⁰⁾ and uninterrupted sitting for 30 min or more accounted for approximately 30 % of workplace sitting¹⁾ in office workers. Another study targeting office workers showed that approximately half of the participants sat uninterrupted more than 60 min for over 70 % of total sitting time¹⁴⁾. Based on these previous studies, the five levels of the scale appeared suitable for office workers.

Responses were provided on an 11-point Likert scale, which is widely used²¹⁾: completely impossible = 0, neither agree nor disagree = 5, completely possible = 10. This scale was developed by experts from the fields of exercise epidemiology, occupational health, and exercise psychology. Specifically, it was inspired by a previously developed self-efficacy scale for performing physical tasks²²⁾. The developed scale is in Appendix 1.

2. Objective measurement of SB

In line with previous work²³⁾, we measured SB using a tri-accelerometer. The tri-axial accelerometer used in this study was the Active style Pro HJA-750C (Omron Healthcare Co. Ltd., Kyoto, Japan) with an epoch length of 60 seconds. The device was an updated model of a previous one (Active style Pro HJA-350IT) that has comparable accuracy for detecting SB as ActiGraphTM GT3X+ (ActiGraph LLC, Pensacola, Florida, USA)²⁴⁾, which is commonly used for SB research.

Participants were instructed to wear the tri-accelerometer for two weeks on their waist during waking hours, except while swimming or bathing. In data processing, non-wear time was defined as an interval of at least 20 consecutive minutes of no detectable intensity in the accelerometer. A "valid day" was defined as a day when records of activity were obtained for 10 hours or more²⁵⁾. Data from participants who had four

or more valid days during the assessment period of two weeks were treated as valid data²⁶⁾. Of the valid data, activities recorded during the standard working hours (8:40–17:20) in the company on weekdays were used.

The total times for both overall and prolonged SB were calculated. Overall SB included all activities with 1.5 METs or lower, while prolonged SB included SB that took place over 30 consecutive minutes or longer. The number of prolonged SB bouts was also calculated. Based on the company's standard working hours (8:40–17:20; 8.67 hours), all SB variables were converted into units of "minutes or time/working-hours" in weekdays using the following formula: minutes or time/working-hours = observed duration or time/wear-time × working-hours.

3. Demographic variables

Age, gender, body mass index (BMI), and job type

(manager, office clerk, or professional) were the demographic variables. BMI was calculated using self-reported height and body weight for each participant.

C. Statistical analysis

Demographic variables and SB characteristics are reported using mean ± SD for the proportional variables, and numbers and percentages for categorical variables. Self-efficacy scores are shown using median and interquartile scores (Q1: first quartile, and Q3: third quartile).

The stability of the self-efficacy scale developed in this study was examined by the test-retest analysis. Intraclass correlation coefficients (ICC) for each level of duration were calculated using self-efficacy scores that were repeatedly measured during the five-month interval.

To examine the relationship between self-efficacy for SB change and actual SB, Spearman's correlation

Table 1. Characteristics of all participants.

Variables	Participants of test re-retest stability (n = 71)	Participants of correlation analysis (n = 76)
Age, mean±SD	46.1 ± 11.3	40.8 ± 12.2
Gender, n (%)		
Male	33 (46.5)	40 (52.6)
Female	38 (53.5)	36 (47.4)
Body mass index, kg/m ² †	23.2 ± 4.5	22.4 ± 3.6
Job type, n (%)		
Manager	9 (12.7)	15 (19.7)
Office clerk	50 (70.4)	40 (52.6)
Professional	12 (16.9)	21 (27.6)
Objectively measured SB variables		
Wear-time of accelerometer during working hours, min/working-hours	Not applicable	507.8 ± 17.0
Overall SB		
Total SB time, min/working-hours		394.5 ± 50.6
Mean continuous time of SB, min/working-hours		10.9 ± 5.0
Prolonged SB		
Total prolonged SB time, min/working-hours		139.2 ± 90.3
Mean continuous time of prolonged SB, min/working-hours		41.4 ± 14.4
Number of bouts, time/working-hours		2.8 ± 1.6

† One participant had missing data. SB; sedentary behavior.

Prolonged SB was defined as sitting time lasting for 30 minutes or longer. Working-hours indicate the standard working hours of the company (i.e., 8.67 hours; 520 min).

Table 2. Intraclass correlation coefficients for test-retest stability.

Variables	Test	Retest	Test re-test ICC (95 % CI)
	Median (Q1 – Q3)	Median (Q1 – Q3)	
Self-efficacy for breaking up prolonged sitting			
30 minutes	7 (5 – 10)	5 (3 – 8)	0.53 (0.34 – 0.68)
45 minutes	8 (5 – 10)	7 (5 – 9)	0.44 (0.23 – 0.61)
60 minutes	10 (7 – 10)	9 (7 – 10)	0.33 (0.11 – 0.52)
90 minutes	10 (8 – 10)	10 (9 – 10)	0.28 (0.05 – 0.48)
120 minutes	10 (10 – 10)	10 (10 – 10)	0.34 (0.12 – 0.53)

ICC; intraclass correlation coefficients.

Table 3. Correlation between self-efficacy scores and objectively measured SB variables.

Variables	Self-efficacy for breaking up prolonged sitting				
	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min
Overall SB					
Total SB time, min/working-hours	–0.05	–0.06	–0.04	–0.03	–0.14
Prolonged SB					
Total prolonged SB time, min/working-hours	–0.28 †	–0.29 †	–0.23 †	–0.15	0.02
Number of bouts, time/working-hours	–0.25 †	–0.25 †	–0.22	–0.15	0.05

SB; sedentary behavior.

† Indicates significant association ($P < 0.05$).

Prolonged SB was defined as sitting time lasting for 30 minutes or longer. Working-hours indicate the standard working hours of the company (i.e., 8.67 hours; 520 min).

coefficients (r) were calculated in each domain of SB and for each level of duration.

IBM SPSS Statistics version 25 for Windows was used for the analyses, and the statistical significance was set at $P < 0.05$.

Results

Table 1 presents the demographic information of all participants. The mean wear-time of the accelerometer was 507.8 ± 17.0 min/working-hours, and all participants wore the accelerometer at least 80% of the wear-time during working hours.

Table 2 shows the stability of the test at each level of duration. ICC of self-efficacy scores between the two tests show moderate (0.53, 95% CI: 0.34 – 0.68) levels of stability at the duration of 30 minutes. ICC at other durations (45, 60, 90, and 120 minutes) revealed low stability (0.28 – 0.44).

Table 3 reveals the correlation between self-efficacy scores and the objectively-measured SB at each level of duration. The median and quartile scores of self-efficacy in each level are as follows: 30 minutes: 6 (Q1: 4, Q3: 10); 45 minutes: 7 (Q1: 5, Q3: 10); 60 minutes, 9 (Q1: 6, Q3: 10); 90 minutes, 10 (Q1: 8, Q3: 10) and 120 minutes, 10 (Q1: 9, Q3: 10). None of the self-efficacy scores at each duration showed significant association with overall SB time. Regarding prolonged SB, the self-efficacy scores showed significant but weak associations with the total time at the duration of 30 minutes ($r = -0.28$), 45 minutes ($r = -0.29$), and 60 minutes ($r = -0.23$), and with the number of bouts at the duration of 30 minutes ($r = -0.25$) and 45 minutes ($r = -0.25$). The self-efficacy scores at 90 and 120 minutes showed no significant correlation with any prolonged SB.

Discussion

This is the first study examining the relationship between self-efficacy for breaking up SB at specific durations and actual SB at the workplace. The results of this study showed that the self-efficacy for standing up at least once every 30 or 45 minutes was associated with the objective prolonged SB, but not with overall SB. These findings suggest that the self-efficacy for regularly standing up at least once every 30 to 45 minutes might be an important psychological factor for reducing prolonged SB among office workers.

The stability of the self-efficacy scale tended to decrease with the increase of the level of duration measured (i.e., the correlation between the duration and ICC was -0.76 , not shown in the results). One potential reason for the weaker stability in longer levels of durations might be due to the difficulty of correctly judging one's belief in breaking up prolonged SB in longer durations. Based on these results, we recommend defining the break-up of SB as having shorter durations (i.e., less than 45 minutes) when assessing individuals' self-efficacy for SB change. Indeed, the significant relationship between self-efficacy and prolonged SB was not observed at levels of duration longer than 60 minutes, suggesting that the self-efficacy scores at these durations may not be useful.

We also found significant correlations between one's self-efficacy scores and their prolonged SB within shorter levels of duration (30 to 60 minutes). This result was different from that of previous studies, which reported no significant relationship between self-efficacy and SB^{13,14,16,17}. The results of these previous studies might be due to the fact that they did not specify the duration of breaking up prolonged SB. Indeed, the concept of prolonged SB may vary among participants and such individual variation may affect the detection of such relationship. By resolving this issue, we found a significant relationship between self-efficacy and actual SB. Therefore, we speculate that

enhancing self-efficacy within the range of shorter durations (30 to 60 minutes) could contribute to reducing prolonged SB at the workplace.

Although the correlational coefficient in this study was higher than that found in a previous study ($r = -0.16$)¹⁵, it was still quite low ($r = -0.23$ to -0.29). Therefore, focusing on a task efficacy or adopting a single strategy of enhancing self-efficacy may not be enough to reduce prolonged SB in the workplace. In addition to task efficacy, self-regulatory efficacy improves understanding of self-efficacy for SB change. Self-regulatory efficacy assesses one's self-efficacy for certain behaviors in situations with barriers such as time constraints or bad weather. Previous review suggested that barriers to self-regulatory efficacy should fit target behaviors, participants, and situations²¹; thus, such barriers should be carefully and specifically investigated. However, current self-regulatory efficacy scales¹³⁻¹⁵ were not developed specifically for SB, but simply adapted from PA scales. Future study needs to clarify specific barriers to prolonged SB change at work and include them in a self-regulatory efficacy scale. Such a scale should specify the duration (i.e., 30 min) of breaking up prolonged SB.

In addition to self-efficacy for SB change, other psychosocial factors such as having intention to reduce SB, receiving social support, and experiencing the norm of PA⁷ should be considered. To reduce SB in the workplace, it is necessary to promote other strategies, such as providing information and counselling, making changes to the office environment (e.g., modification of office layout, or adoption of height-adjustable desks), and modifying office policies regarding PA and SB. These strategies have been used for improving PA and reducing SB in many intervention studies.

In contrast to prolonged SB, the self-efficacy for SB change did not show any significant correlations with overall SB at any duration. Although the reasons for these results are not clear, it may be due to the fact that

the duration of standing during work is short and it may not affect total sitting time (which covers most of the working time in the office). These results suggest that it is necessary to distinguish between overall and prolonged SB when investigating the relationship between self-efficacy and actual SB.

This study has some limitations. First, the stability of the self-efficacy scale developed in this study was examined by a test-retest period of five months. Since some psychological changes during this period might have occurred, it is unclear whether the results of our analysis reflect the exact consistency of this scale. Thus, it is necessary to reexamine the stability of the scale using a shorter test-retest period. Second, we examined the relationship between the self-efficacy score and actual SB using Spearman's correlation coefficient, but there might be some confounding factors between these variables. Future studies are needed to identify these confounding factors, and to adjust for such confounding factors, in order to clarify the exact relationship between these variables. Finally, the number of participants in this study was relatively small, and all participants were recruited from the same company in Tokyo. The current findings should therefore be replicated in a future study using a larger number of participants with various job types and workplace characteristics.

Conclusions

Worker's self-efficacy for prolonged SB change might contribute to their practice of regularly standing up to break up sitting during work. Therefore, enhancing worker's self-efficacy for SB change could be an important psychological target for reducing prolonged SB during work. Based on the stability of the test and the association with objectively measured SB, it is recommended to use the single item of the self-efficacy scale (i.e., standing up at least once every 30 min) for the assessment of worker's perception for prolonged SB.

Acknowledgments

We would like to express gratitude to Mr. Koji Takeda and Mr. Dan Saito for their cooperation with management of the survey.

Funding information

This research was supported by the Sasakawa Sports Research Grant from Sasakawa Sports Foundation (190B3-038).

Conflict of interest statement

The authors declare no conflict of interests for this article.

References

- 1) Thorp AA, Healy GN, Winkler E, Clark BK, Gardiner PA, Owen N, Dunstan DW. Prolonged sedentary time and physical activity in workplace and non-work contexts: a cross-sectional study of office, customer service and call centre employees. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2012; 9(1): 128.
- 2) Parry S, Straker L. The contribution of office work to sedentary behaviour associated risk. *BMC Public Health*. 2013; 13(1): 296.
- 3) Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008; 36(4): 173-8.
- 4) Honda T, Chen S, Yonemoto K, Kishimoto H, Chen T, Narazaki K, Haeuchi Y, Kumagai S. Sedentary bout durations and metabolic syndrome among working adults: a prospective cohort study. *BMC Public Health*. 2016; 16(1): 888.
- 5) Diaz KM, Howard VJ, Hutto B, Colabianchi N, Vena JE, Safford MM, Blair SN, Hooker SP. Patterns of sedentary behavior and mortality in U.S. middle-aged and older adults: a national cohort study. *Annals of Internal Medicine*. 2017; 167(7): 465-75.
- 6) Dunstan DW, Howard B, Healy GN, Owen N. Too much sitting - a health hazard. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2012; 97(3): 368-76.
- 7) Rollo S, Gaston A, Prapavessis H. Cognitive and motivational factors associated with sedentary behavior: a systematic review. *AIMS Public Health*. 2016; 3: 956-84.
- 8) Owen N, Sugiyama T, Eakin EE, Gardiner PA, Tremblay MS, Sallis JF. Adults' sedentary behavior: determinants and interventions. *American Journal of Preventive Medicine*. 2011; 41(2): 189-96.
- 9) Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*. 1977; 84(2): 191-215.

- 10) van Stralen MM, De Vries H, Mudde AN, Bolman C, Lechner L. Determinants of initiation and maintenance of physical activity among older adults: a literature review. *Health Psychology Review*. 2009; 3(2): 147-207.
- 11) Koenen MA, Verheijden MW, Chinapaw MJ, Hopman-Rock M. Determinants of physical activity and exercise in healthy older adults: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2011; 8(1): 142.
- 12) Bauman AE, Reis RS, Sallis JF, Wells JC, Loos RJ, Martin BW, Group LPASW. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *The Lancet*. 2012; 380(9838): 258-71.
- 13) Hadgraft NT, Healy GN, Owen N, Winkler EA, Lynch BM, Sethi P, Eakin EG, Moodie M, LaMontagne AD, Wiesner G. Office workers' objectively assessed total and prolonged sitting time: individual-level correlates and worksite variations. *Preventive Medicine Reports*. 2016; 4: 184-91.
- 14) Lafrenz A, Lust T, Cleveland M, Mirka A, Downs A, Goodin B, Van Hoomissen J. Association between psychosocial and organizational factors and objectively measured sedentary behavior in desk-dependent office workers. *Occupational Health Science*. 2018; 2(4): 323-35.
- 15) Wilkerson AH, Usdan SL, Knowlton AP, Leeper JL, Birch DA, Hibberd EE. Ecological influences on employees' workplace sedentary behavior: a cross-sectional study. *American Journal of Health Promotion*. 2018; 32(8): 1688-96.
- 16) De Cocker K, Duncan MJ, Short C, van Uffelen JGZ, Vandelanotte C. Understanding occupational sitting: prevalence, correlates and moderating effects in Australian employees. *Preventive Medicine*. 2014; 67: 288-94.
- 17) Busschaert C, De Bourdeaudhuij I, Van Cauwenberg J, Cardon G, De Cocker K. Intrapersonal, social-cognitive and physical environmental variables related to context-specific sitting time in adults: a one-year follow-up study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2016; 13(1): 28.
- 18) Bandura A. Social foundations of thought and action. Marks DF, editor. SAGE publication, London, Thousand Oaks, New Delhi, 2002.
- 19) Jindo T, Kai Y, Kitano N, Wakaba K, Makishima M, Takeda K, Iida M, Igarashi K, Arao T. Impact of activity-based working and height-adjustable desks on physical activity, sedentary behavior, and space utilization among office workers: a natural experiment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(1): 236.
- 20) Ryan CG, Dall PM, Granat MH, Grant PM. Sitting patterns at work: objective measurement of adherence to current recommendations. *Ergonomics*. 2011; 54(6): 531-8.
- 21) Takenaka K, Uechi H. Self-efficacy measures in physical activity- and exercise-related studies. *Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences*. 2002; 47(3): 209-29.
- 22) Ewart CK, Taylor CB, Reese LB, DeBusk RF. Effects of early postmyocardial infarction exercise testing on self-perception and subsequent physical activity. *The American Journal of Cardiology*. 1983; 51(7): 1076-80.
- 23) Jindo T, Makishima M, Kitano N, Wakaba K, Kai Y. Association of the usage of height-adjustable desks with physical activity and sitting behavior in employees. *Bulletin of the Physical Fitness Research Institute*. 2019; 117: 1-7.
- 24) Kurita S, Yano S, Ishii K, Shibata A, Sasai H, Nakata Y, Fukushima N, Inoue S, Tanaka S, Sugiyama T, Owen N, Oka K. Comparability of activity monitors used in Asian and Western-country studies for assessing free-living sedentary behaviour. *PloS One*. 2017; 12(10): e0186523.
- 25) Masse LC, Fuemmeler BF, Anderson CB, Matthews CE, Trost SG, Catellier DJ, Treuth M. Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005; 37(11 Suppl): S544-54.
- 26) Trost SG, McIver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005; 37(11 Suppl): S531-43.

Appendix 1.

Self-efficacy scale for breaking up prolonged sitting

連続座位中断セルフエフィカシー尺度

この質問は、現在のあなたの勤務中に立ち上がることに對する考えを調べるものです。

実際に行っているかどうかは別です。あなたの考えに最も当てはまる数字1つに○をつけてください。

勤務中の座りすぎを解消するために、定期的に立ち上がることができると思いますか。											
	完全に できないと 思う				どちらとも いえない				完全に できると 思う		
30分に1回以上立ち上がる	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
45分に1回以上立ち上がる	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60分に1回以上立ち上がる	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
90分に1回以上立ち上がる	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
120分に1回以上立ち上がる	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

〔資 料〕

間欠的なリズム体操と連続的なリズム体操が高齢者の 気分・実行機能に与える影響に関する予備的検討

兵頭和樹¹⁾

Comparison of the effects on mood and executive function in older adults between intermittent and continuous aerobic dance exercises: a pilot study

Kazuki Hyodo

緒 言

加齢に伴いさまざまな認知機能が低下するなかで、前頭前野の担う実行機能は特に低下が大きい¹⁾。実行機能とは、目的に向かって計画を立てて思考や行動を制御する認知プロセスであり、抑制機能や情報の更新などさまざまな認知機能から構成されている²⁾。実行機能は高齢者の自立度を評価する手段の日常生活動作 (instrumental activities of daily living; IADL) と関連することも報告されており³⁾、実行機能を高齢期でも高く保つことは高齢者の生活の質を維持するためにも重要である。

加齢による実行機能の低下は生活習慣と深くかわっており、なかでも習慣的な運動はその機能低下を防止する最も有力な生活習慣として注目されている⁴⁾。そのような運動の慢性効果と同様に、一過性の運動が実行機能に与える影響についても研究が進んでおり、その研究の多くがランニングや自転車運動などの中高強度の有酸素性運動の影響を明らかにしている⁵⁻⁷⁾。しかし、身体機能に不安がある高齢者や運動に対する実施意欲が低い高齢者にとっては、身体負担がある程度大きな中

高強度の運動を実践・継続することは困難である⁸⁾。したがって、多くの高齢者の実行可能性を考えると、低強度の運動による実行機能への影響について検証することが求められる。また、運動の継続性には、運動によって気分が向上することや楽しさを感じることも重要であることから^{4,8,9)}、気分と実行機能を高める低強度の運動条件の探索も求められる。

日本の高齢者に馴染みが深く、どこでも手軽にできる低強度の運動として音楽に合わせて体操するリズム体操が広く実施されている。しかし、このような体操が高齢者の気分や実行機能にどのような影響を及ぼすかについての検証はほとんど行われていない。我々は近年、上半身の動きを中心としたスローテンポ (90 bpm) の低強度リズム体操は、同じ強度の自転車運動 (110 bpm) に比べて、心理的快適度や活性度がより高まり、心理的覚醒度や実行機能は同程度に高まることを明らかにした¹⁰⁾。そこで、このリズム体操の実行機能に対する向上効果を更に高めるために、テンポを速めて休憩を挟みながら実施する間欠的なリズム体操を考案した。運動のテンポが高まると覚醒度は高ま

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.

ることが報告されており¹¹⁾、また一過性の運動による実行機能の変化は覚醒度と関連することから¹²⁾、リズム体操のテンポを速めることで覚醒度をより高め、実行機能をより向上させることにつながる可能性がある。また、リズム体操の強度を変えずに間欠的な運動にすることで、快適感を損なわずに運動の楽しさが高まる可能性もある。間欠的な運動と連続的な運動が気分を与える影響に関する研究では、若齢成人を対象に高強度間欠的な自転車運動と、運動量を合わせた中強度の連続的な自転車運動とを比べたものが多い。その結果、間欠的な運動は連続的な運動に比べて運動中の快感情は低い、運動後はその運動を楽しく感じる事が報告されている^{13,14)}。一方、強度を中強度に合わせた間欠的な運動と連続的な運動では、運動中の快感情に差はなく、楽しさは間欠的な運動で高まる事が報告されている¹⁵⁾。したがって、強度を低強度領域にそろえた場合、間欠的なリズム体操は、連続的なリズム体操に比べて運動による快感情の変化は同程度だが、運動をより楽しく感じる事が予想される。このような間欠的なリズム体操の運動の楽しさや覚醒度と実行機能に対する影響が明らかになれば、より継続性の高い効果的な運動様式として提唱できる。

以上のことから、本研究では、テンポを速めた間欠的なリズム体操と運動量の等しい連続的なリズム体操が高齢者の気分や実行機能に与える一過性の影響を明らかにすることを目的とした予備的検討を行った。なお、本研究における仮説としては、間欠的なリズム体操は、連続的なリズム体操

に比べて運動中の快感情や運動後の快適度は変わらず(仮説1)、覚醒度、実行機能、および楽しさに対する影響が大きい(仮説2)とした。

方 法

A. 対象者

健常な高齢者9名(男性4名、女性5名)が測定に参加した。対象者は、右利きで視覚障害、精神疾患、中枢神経系の疾患、心肺機能の疾患、外科的疾患がない、認知機能が正常(Mini Mental State Examination; MMSE > 23)、抑うつ傾向がない(Geriatric Depression Scale; GDS < 7)ことを条件とした。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るとともに(承認番号: 28003号)、すべての対象者に対して事前に本研究についての説明を行い、書面にて研究参加の同意を得た。

B. 実験プロトコール

すべての対象者は、2～6日間の間隔を空けて、3回の実験に参加した。対象者に対して、実験前日の激しい運動や過度の飲酒、実験当日の運動、カフェイン摂取を控えるように指示した。実験1日目は、MMSEによって認知機能、GDSによって抑うつ度、質問紙等で既往歴を確認し、身体測定を行った。その後、実行機能の指標であるストループテストの練習とリズム体操としてのスローエアロビックスの練習を行った。実験2日目と3日目には、連続的なリズム体操(Continuous 条件)および間欠的なリズム体操(Intermittent 条件)が気分、実行機能に与える影響を検討した。両条件とも、

表1. 対象者の特性

	男性(n=4)		女性(n=5)	
	Mean	SD	Mean	SD
年齢(years)	69	1.4	70	2.5
身長(cm)	164	3.3	149	4.3
体重(kg)	63	4.0	46	6.5
教育歴(years)	14	1.9	13	1.8
MMSE (score)	29	1.2	29	1.1
GDS (score)	1.5	1.7	1.2	1.6

MMSE; Mini Mental State Examination, GDS; Geriatric Depression Scale.

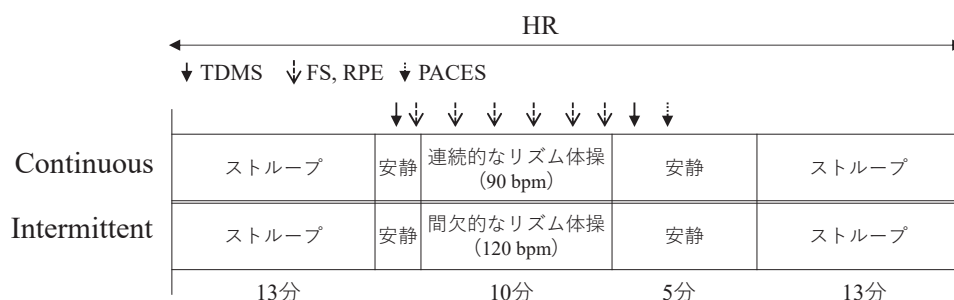


図1. 実験プロトコール

TDMS; Two-Dimensional Mood Scale, FS; feeling scale, RPE; ratings of perceived exertion, PACES; Physical Activity Enjoyment Scale.

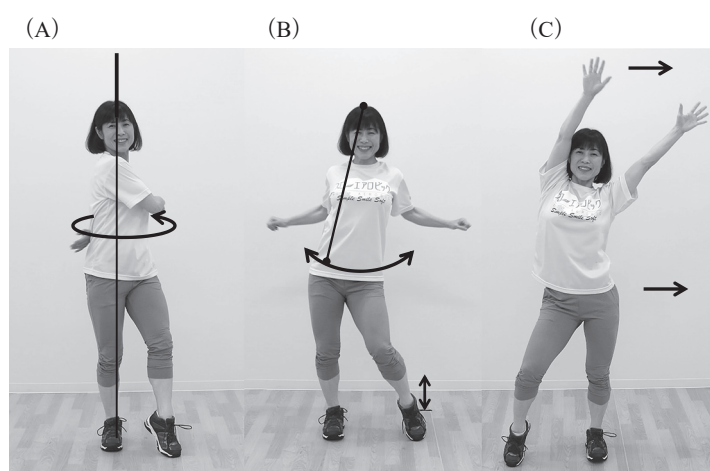


図2. 本研究で用いたリズム体操の3つの動き(スローエアロビック®)
(A)身体をまっすぐ保ち、腕を体に巻きつけるように上半身をひねる。
(B)腰を左右に振りながら、腕を引いて肩甲骨を寄せ、胸の前で手を叩く動作を繰り返す。(C)両手と腰を同じ方向に振りながら体側を伸ばす。

10分間のリズム体操の前後に、実行機能をストロープテストで、気分を二次元気分尺度(Two-Dimensional Mood Scale; TDMS)でそれぞれ測定した。また、実験全体を通して心拍数(heart rate; HR)を測定し(Polar Heart Rate Monitor, Polar Electro, Finland), 運動強度として運動前の安静時HRおよび運動中のHRから心拍予備率(heart rate reserve; HRR)を算出した。運動中の快感情(feeling scale; FS)と主観的運動強度(ratings of perceived exertion; RPE)を運動開始前, 2分後, 4分後, 6分後, 8分後, 運動終了前にそれぞれ測定した。更に、運動後のストロープテスト実施前に、運動の楽しさを日本語版 PACES(Physical Activity Enjoyment Scale)で評価した(図1)。実験条件の

実施順番に関しては、各対象者で無作為に決定した。

C. リズム体操

本研究では、リズム体操としてスローエアロビック®を用いた(図2)。この運動プログラムは3つの上半身を使った体操((A)上体をひねる動作, (B)腰を左右に振りながら手を叩く動作, (C)腰を左右に振りながら両腕を身体の前で振る動作)から構成されている(図2)。Continuous条件では、スローテンポ(90 bpm)の音楽に合わせて3つの動きをそれぞれ40秒ずつ実施する2分間の運動を1セットとし、休憩を挟まずに5セット繰り返した。Intermittent条件では、ミドルテンポ(120 bpm)の音楽に合わせて3つの動きをそれ

ぞれ30秒ずつ実施する90秒間の運動と30秒の休息を合わせた2分間を1セットとし、これを5セット繰り返した。両条件とも総運動時間は10分間とし、それぞれの動きの反復回数は等しくなるように設定した。

D. 心理指標

運動前後の気分の測定には、TDMSを用いた¹⁶⁾。TDMSは、現在の心理状態について8つの質問項目に対して、0(全くそうではない)から5(非常にそう)の6件法で回答し、これらの得点を計算することで活性度と安定度(-10~10点)、快適度と覚醒度(-20~20点)を算出できる。本研究では快適度と覚醒度を解析に用いた。

運動中の快感情は、FSにより評価した¹⁷⁾。FSは、運動中の快・不快状態を「今の気分はどうですか」という問いに関して、-5(とても悪い)から5(とても良い)の11点の両極尺度で答えるものである。

運動の楽しさは身体活動の楽しみ尺度(PACES)の日本語版¹⁸⁾により測定した。PACESは、実施した運動に関する18項目の質問に対して1~7点の7件法で答えるもので、各項目の合計得点が高いほど、運動が楽しかったことを示す。

E. ストループテスト

本研究では、実行機能評価としてストループ課題を用いた^{5,19,20)}。本課題は、パソコンのスクリーンの上段に記号もしくは色単語、下段には色単語がそれぞれ表示され、対象者には上段にある記号もしくは色単語の色が下段に表示される色単語の意味と一致している場合は、左手の人差し指でキーボードの『N』を、不一致の場合は右手の人差し指で『C』のキーをできるだけ速く正確に押すように指示した。ストループ課題は30問のNeutral試行と30問のIncongruent試行から構成されており、ランダムに提示される。Neutral試行ではスクリーンの上段に「XXXX」という記号が赤、青、緑、黄の色のいずれかで表示され、単純に記号の色だけを判断することが求められる。一方、Incongruent試行では、上段には「あか」「あお」「みどり」「きいろ」の4単語のいずれかが、文字の意

味とは異なる赤、青、緑、黄の色のいずれかで表示されることから、単語の意味に対する反応を抑制して色について判断することが求められる。したがって、Neutral試行に比べてIncongruent試行は反応時間が遅くなる。この反応時間の差をストループ干渉として実行機能の指標として算出した。

F. 統計解析

連続変数(HRR, RPE, PACES)の平均値については、運動条件間に対応のあるT検定を行った。なお、FSに関しては、運動中のFSの平均値を算出し、条件(Continuous/Intermittent)と時間(運動前/運動中平均)に対して対応のある二元配置分散分析を行った。TDMSスコア、ストループ干渉においても、FSと同様に条件(Continuous/Intermittent)と時間(運動前/運動後)の二元配置分散分析を行った。交互作用がみられた項目に関しては、条件ごとに時間の差を算出し、条件間で多重比較検定(Bonferroni)を行った。有意水準は5%に設定した。統計解析にはR version 3.5.1(R Core Team 2018)を用いた。

結 果

A. 運動強度

それぞれの運動条件のHRRの平均値および標準偏差は、Continuous条件で $19.9 \pm 8.1\%$ 、Intermittent条件で $23.1 \pm 8.0\%$ であり、条件間に有意な差はみられなかった($t(8) = 1.38$, $P = 0.46$)。また、RPEはContinuous条件で 10.7 ± 2.2 、Intermittent条件で 11.1 ± 2.0 であり、条件間に有意な差はみられなかった($t(8) = 1.59$, $P = 0.15$)。

B. 心理指標

図3にTDMS, FS, PACESの結果を示した。TDMSに関しては、快適度で時間による主効果がみられ、両条件で運動後に快適度が高まることが確認された。しかし、条件と時間の交互作用はみられなかった。覚醒度に関しては、条件と時間の主効果およびそれらの交互作用のいずれも有意差がみられなかった。しかし、時間の主効果においては差が認められる傾向(時間: $P = 0.07$)にあった。FSに関しては、時間と条件による交互

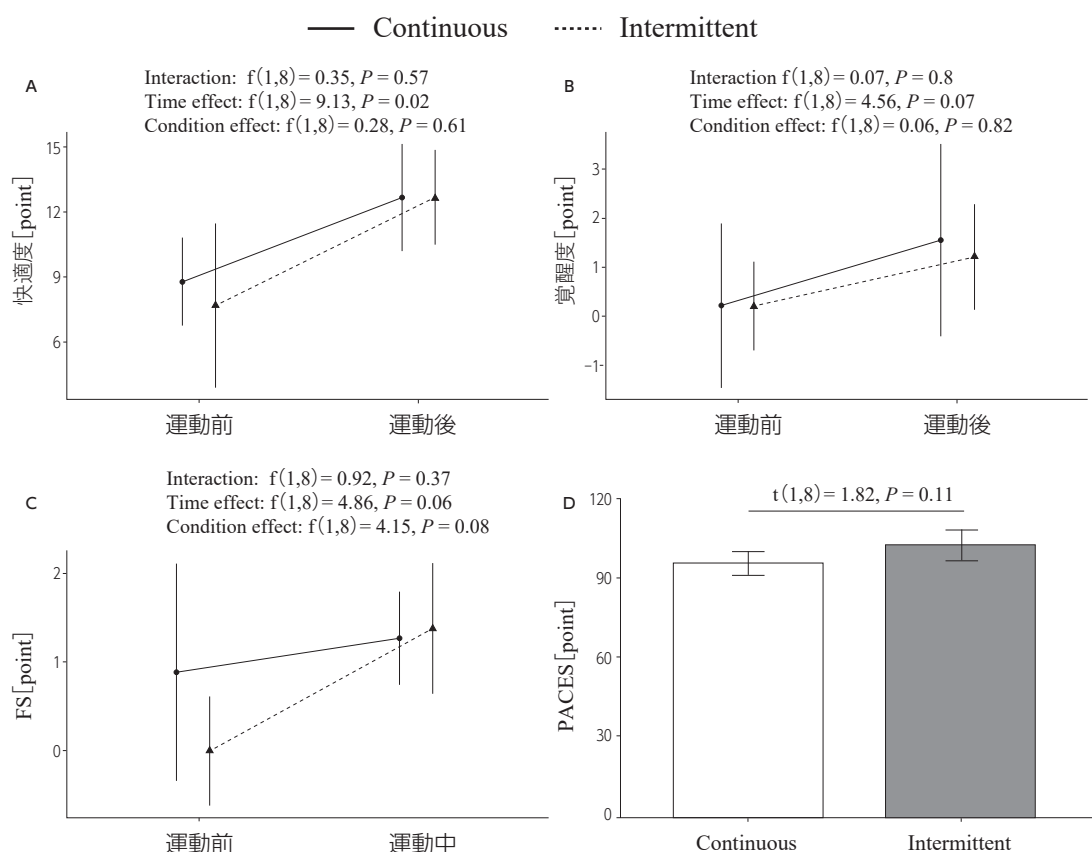


図 3. (A) 二次元気分尺度 (TDMS) で測定した運動前後の快適度の変化。(B) 覚醒度の変化。(C) Feeling scale (FS) で測定した運動中の快適度の変化。(D) 運動の楽しさ尺度 (PACES) で測定した運動後の楽しさ。平均と標準偏差を示す。

表 2. ストループ課題成績

n = 9	Continuous				Intermittent			
	pre		post		pre		post	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
CR (%)								
Neutral	98.89	2.36	100	0	98.89	1.67	98.89	1.67
Incongruent	97.04	3.89	95.93	4.01	97.41	3.64	96.30	4.55
RT (msec)								
Neutral	761.98	153.77	743.76	122.87	760.03	160.26	742.68	157.40
Incongruent	968.26	240.55	936.47	203.81	970.36	279.23	906.78	220.29

CR; correct rate, RT; reaction time.

作用はみられず、それらの主効果においても有意差を認めなかった。しかし、主効果においては両指標とも差が認められる傾向(時間: $P = 0.06$, 条件: $P = 0.08$)にあった。PACES に関しては、両条件の平均値間に有意な差はみられなかった。

C. ストループテスト

ストループテストの Neutral, Incongruent の反応時間と正解率を表 2, ストループ干渉の結果を図 4 に示した。ストループ干渉に対する二元配置分散分析の結果, 時間, 条件の主効果および交互作用のいずれも有意差はみられなかった。しかし,

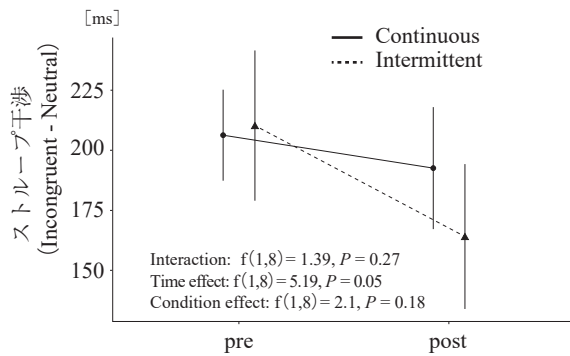


図4. ストロープ干渉の変化
平均と標準偏差を示す。

時間の主効果においては差が認められる傾向にあった(時間 : $P = 0.07$)。

考 察

本研究は、ミドルテンポ(120 bpm)の間欠的なリズム体操と運動量を揃えたスローテンポ(90 bpm)の連続的なリズム体操が、高齢者の気分・実行機能に与える一過性の影響を比較する予備的検討を行った。その結果、運動前後での快適度の変化や運動中の快感情についての影響に関しては運動条件間で差はなかったことから、仮説1については確認できた。しかし、覚醒度、運動の楽しさ、ストロープ干渉の変化においては両条件間に差がなく、間欠的なリズム体操は連続的なリズム体操よりも大きな影響を及ぼすという仮説2とは異なる結果であった。したがって、本研究で用いたテンポを速めた間欠的な低強度リズム体操とスローテンポの連続的な低強度リズム体操では、高齢者の気分や実行機能に与える影響には明らかな差がないものと推察された。

本研究における対象者の快適度は両運動群とも運動前から運動後に有意に向上したものの、その変化パターンには両運動群間に差が認められなかった。また、運動中の快感情についても運動前からの変化量や変化パターンに両群で差がないことから、対象者の気分に対する影響には運動条件の違いによる差はないものと思われる。これらの結果は、間欠的な上肢エルゴメーター運動と連続的な上肢エルゴメーター運動では、運動強度を中

等度に統一した場合には、本研究と同じ指標を用いた運動中の快感情に対する影響には差がないことを報告した Hoekstra et al. の結果¹⁵⁾と一致するものであった。したがって、本研究で用いた実験条件においては、リズムを速めた間欠的なリズム体操と連続的なリズム体操は、対象者の気分に対して同様な向上をもたらすものと推察される。

一方、心理的覚醒度や実行機能の指標であるストロープ干渉に関しては、仮説2に反して両条件ともに変化がみられず、条件間での有意差もみられなかった。これらの結果は、覚醒度の増加およびストロープ干渉の短縮がみられた我々の先行研究の結果とは異なる¹⁰⁾ものであった。本研究における覚醒度と実行機能で運動条件間に差がみられなかった理由としては、運動強度が同程度であったことが考えられる。運動はその強度によって覚醒度や認知(実行?)機能に与える影響が異なることが報告されており^{12,21)}、強度が等しい場合は、テンポや運動様式を変えてもその影響は変わらない可能性がある。また、本研究の運動条件間のテンポの違い(90 bpmと120 bpm)は、対象者の心理的覚醒度の変化に違いをもたらすほどの差ではなかった可能性がある。運動のテンポと気分の関係に関して、Naruse et al.¹¹⁾は若齢成人を対象に検討を行っている。その結果、超スローテンポ(40 bpm)の太極拳に比べて、スローテンポ(80 bpm)の太極拳は覚醒度(energetic arousal)をより高めたことを報告している。したがって、これらの要因が単一的、あるいは複合的に関係したことで、運動による気分や実行機能に対する影響に両運動群間に明らかな差が認められなかった可能性が推察される。しかし、運動条件ごとに運動前後の値に対して対応のあるT検定を行った際の効果量(d)をみると、覚醒度に関してはContinuous条件では小さい効果量($d = 0.38$)であるのに対して、Intermittent条件では大きい効果量($d = 1.41$)がみられている。また、ストロープ干渉に関してもContinuous条件では効果量が小さく($d = 0.34$)、Intermittent条件では中程度の効果量($d = 0.75$)がみられた(未発表データ)。これらのことから、

Intermittent 条件では一定の運動効果は得られるとともに、その効果は Continuous 条件より大きい可能性も考えられる。

本研究では、運動の楽しさに関しても運動条件間に差はみられなかった。先行研究では、若齢成人においては、高強度間欠的な運動は中強度連続的な運動に比べてより楽しく感じる事が報告されている^{13,14)}。また Hoekstra et al. は、若齢成人においては、30分間の中強度の間欠的な上肢エルゴメーター運動(80% LT で 1 分間110 bpm, 1 分間50 bpm のテンポの繰り返し)は同じ時間と強度の連続的なエルゴメーター運動(80% LT で80 bpm のテンポ)に比べて、より楽しさを感じることを報告している¹⁵⁾。また先行研究では、間欠的な運動と連続的な運動における楽しさとの関係は若齢成人と中高年で異なることや²²⁾、間欠的な運動でもランニングと自転車運動では楽しさが異なることなどが報告されている²³⁾。したがって、本研究で間欠的な運動でより楽しさが得られなかった理由としては、年齢、強度、運動内容などの違いが影響した可能性が考えられる。しかし、運動条件間の楽しさの差に対する t 検定の効果量は中程度($d = 0.60$)であったことから、サンプルサイズが少ないことから統計学的な検出力が不足していた可能性もあり、今後更なる検討が必要である。

本研究では、ミドルテンポ(120 bpm)の間欠的なリズム体操が高齢者の気分や認知機能に与える影響は、運動量を合わせたスローテンポ(90 bpm)の連続的なリズム体操と差がない可能性が示唆された。しかし、効果量では運動の楽しさや覚醒度、実行機能は間欠的なリズム体操のほうが大きいことから、これらの指標については運動による一定の効果があり、運動条件の違いによる効果に差が生じる可能性も考えられる。したがって今後、対象者数を増やすなどの追加実験を行い、より精度の高い効果検証を行う予定である。

参考文献

- 1) Cabeza R, Dennis NA. Frontal lobes and aging: deterioration and compensation. In Stuss DT, Knight RT (eds). Principles of frontal lobe function, Oxford University Press, New York, 2012.
- 2) Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*. 2000; 41: 49-100.
- 3) Cahn-Weiner DA, Boyle PA, Malloy PF. Tests of executive function predict instrumental activities of daily living in community-dwelling older individuals. *Applied Neuropsychology*. 2002; 9: 187-91.
- 4) Ekkekakis P, Hall EE, Petruzzello SJ. The relationship between exercise intensity and affective responses demystified: to crack the 40-year-old nut, replace the 40-year-old nutcracker! *Annals of Behavioral Medicine*. 2008; 35: 136-49.
- 5) Hyodo K, Dan I, Suwabe K, Kyutoku Y, Yamada Y, Akahori M, Byun K, Kato M, Soya H. Acute moderate exercise enhances compensatory brain activation in older adults. *Neurobiology of Aging*. 2012; 33: 2621-32.
- 6) Johnson L, Addamo PK, Selva Raj I, Borkoles E, Wyckelsma V, Cyarto E, Polman RC. An acute bout of exercise improves the cognitive performance of older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2016; 24: 591-8.
- 7) Kamijo K, Hayashi Y, Sakai T, Yahiro T, Tanaka K, Nishihira Y. Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*. 2009; 64: 356-63.
- 8) Schutzer KA, Graves BS. Barriers and motivations to exercise in older adults. *Preventive Medicine*. 2004; 39: 1056-61.
- 9) Rhodes RE, Kates A. Can the affective response to exercise predict future motives and physical activity behavior? A systematic review of published evidence. *Annals of Behavioral Medicine*. 2015; 49: 715-31.
- 10) Hyodo K, Jindo T, Suwabe K, Soya H, Nagamatsu T. Acute effects of light-intensity, slow-tempo aerobic dance exercise on mood and executive function in older adults. *Bulletin of the Physical Fitness Research Institute*. 2019; 117: 8-16.
- 11) Naruse K, Hirai T. Effects of slow tempo exercise on respiration, heart rate, and mood state. *Perceptual and Motor Skills*. 2000; 91: 729-40.
- 12) McMorris T, Hale BJ. Differential effects of differing intensities of acute exercise on speed and accuracy of cognition: a meta-analytical investigation. *Brain and Cognition*. 2012; 80: 338-51.
- 13) Bartlett JD, Close GL, MacLaren DPM, Gregson W, Drust

1) Cabeza R, Dennis NA. Frontal lobes and aging: deterioration and compensation. In Stuss DT, Knight RT (eds). Principles of frontal lobe function, Oxford University Press,

- B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *Journal of Sports Sciences*. 2011; 29: 547-53.
- 14) Jung ME, Bourne JE, Little JP. Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate- and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum. *Plos One*. 2014; 9: e114541.
 - 15) Hoekstra SP, Bishop NC, Leicht CA. Can intervals enhance the inflammatory response and enjoyment in upper-body exercise? *European Journal of Applied Physiology*. 2017; 117: 1155-63.
 - 16) Sakairi Y, Nakatsuka K, Shimizu T. Development of the Two-Dimensional Mood Scale for self-monitoring and self-regulation of momentary mood states. *Japanese Psychological Research*. 2013; 55: 338-49.
 - 17) Hardy CJ, Rejeski WJ. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 1989; 11: 304-17.
 - 18) マーカス BH, フォーサイス LH(著). 下光輝一, 中村好男, 岡浩一朗(監訳). 行動科学を活かした身体活動・運動支援—活動的なライフスタイルへの動機付け. 大修館書店, 東京, 2006.
 - 19) Stroop J. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*. 1935; 18: 643-62.
 - 20) Zysset S, Muller K, Lohmann G, von Cramon DY. Color-word matching stroop task: separating interference and response conflict. *NeuroImage*. 2001; 13: 29-36.
 - 21) Ekkekakis P, Parfitt G, Petruzzello SJ. The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities: decennial update and progress towards a tripartite rationale for exercise intensity prescription. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. 2011; 41: 641-71.
 - 22) Poon ET, Sheridan S, Chung AP, Wong SH. Age-specific affective responses and self-efficacy to acute high-intensity interval training and continuous exercise in insufficiently active young and middle-aged men. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2018; 16: 106-11.
 - 23) Kai Y, Hyodo K, Jindo T, Kitano N, Nagamatsu T, Uchida K. Cardiovascular response of workers with hypertension during high-intensity interval training: preliminary study on "Office-HIIT" (in Japanese). *Bulletin of the Physical Fitness Research Institute*. 2018; 116: 17-23.

〔二次出版〕

中年女性の更年期症状および抑うつ症状に対する ストレッチの効果：ランダム化比較試験 —Menopause に掲載された英語論文の日本語による二次出版—

甲斐裕子¹⁾, 永松俊哉¹⁾, 北畠義典²⁾, 泉水宏臣¹⁾

SUMMARY

目的：運動は中年女性の更年期症状および抑うつ症状の緩和に繋がると考えられるが、現在のところこの理論を支持する知見が十分に蓄積されていない。頻繁に行う中高強度の運動は更年期のホットフラッシュのリスクと関連する可能性があるが、ストレッチのような低強度運動は、ホットフラッシュの発生を高めないと考えられる。しかしながら、低強度運動が更年期症状と抑うつ症状へ与える影響はほとんど知られていない。そこで、3週間のストレッチプログラムが日本人中年女性の更年期症状および抑うつ症状へ与える影響について検討した。

方法：40～61歳までの日本人女性40名が採用された(平均年齢, 51.1±7.3歳)。参加者はストレッチ群あるいはコントロール群に無作為に割り当てられた。ストレッチ群(n = 20)は毎日就寝直前に行う10分間のストレッチを含む3週間の介入プログラムに参加した。コントロール群(n = 20)は待機リストに割り当てられた。更年期症状は、血管運動神経系症状、精神神経系症状と運動神経系症状を測定する簡略更年期指数を用いて評価された。抑うつ症状は、自記式抑うつ評価尺度を用いて評価された。

結果：3週間の介入期間の遵守率は75.8%であった。ストレッチ群における血管運動神経系症状、精神神経系症状、運動神経系症状、簡略更年期指数の合計得点、および自記式抑うつ評価尺度得点は、コントロール群と比較して有意に低下した。研究期間を通して、参加者から、ホットフラッシュの増加などの有害事象は報告されなかった。

結論：これらの知見から、就寝前の10分間のストレッチは日本の中年女性における更年期症状および抑うつ症状を低下させることが示唆された。

Key words: 更年期, 運動, 労働衛生, 身体活動, 女性の健康イニシアティブ

緒 言

ほとんどの女性が更年期への移行期間において不快な症状を経験している。最も一般的な更年期症状は、ホットフラッシュ、睡眠障害、筋肉や関節の痛み、そしてイライラである¹⁾。加えて、閉

経期前後の女性のおよそ25%は、抑うつ症状に悩まされている²⁾。ホルモン治療(HT)はこうした症状に効果的だが、多くの女性がHTよりも副作用や健康リスクの低い他の治療法を求めている³⁾。更年期症状や抑うつ症状を緩和するためのライフスタイル修正による介入について知見を蓄積する

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) 埼玉県立大学保健医療福祉学部 Saitama Prefectural University, Saitama, Japan.

本論文は以下の論文を忠実に日本語翻訳した二次出版です。引用を行う場合には原本を確認のうえ、下記を引用してください。

Kai Y, Nagamatsu T, Kitabatake Y, Sensui H. Effects of stretching on menopausal and depressive symptoms in middle-aged women: a randomized controlled trial. *Menopause* (New York, NY), 2016; 23(8): 827.

必要がある。

運動には、中年女性の更年期症状および抑うつ症状を緩和する可能性があるが、今のところこの理論を支持する知見は十分に揃っていない⁴⁾。6か月間の有酸素運動のトレーニングは、更年期症状⁵⁾と生活の質⁶⁾を向上させることが報告された。更に、縦断研究からは中高強度運動と中年女性の抑うつ症状との関連性が示された⁷⁾。抑うつの人を対象としたランダム化比較試験(RCTs)に関するレビューにおいて、運動の抑うつへの効果量は、コントロール群と比較して-0.62であり、中程度の臨床的効果であったことが示されている⁸⁾。閉経期前後の女性における運動の効果に関するデータは曖昧なままであるが、近年のレビューにおいて、RCTsに基づく多くの知見を蓄積することの必要性が明確に指摘されている^{4,9)}。加えて、先行研究のほとんどが、ホットフラッシュを引き起こす可能性のある中高強度運動の効果に着目していた¹⁰⁾。低強度運動はホットフラッシュの発生を増加させる可能性はないが、心理的ウェルビーイングに対してポジティブな影響をもたらす^{11,12)}。しかしながら、低強度運動が中年女性の更年期症状および抑うつ症状にもたらす影響についてはほとんど知られていない^{13,14)}。

低強度運動は3 METs 未満と定義されている¹⁵⁾。一般に、ストレッチはおよそ2.3 METs とされており¹⁶⁾、低強度運動である。先行研究では、日常的な15分間のストレッチは、交感神経活動を抑制し、副交感神経系を活性化させることが報告されている¹⁷⁾。閉経期前後における心身の愁訴の基本的な原因は、エストロゲンレベルの減少に加えて、自律神経系の障害に関連するようである⁴⁾。そのため、ストレッチは閉経期前後の心身の健康双方を改善させる可能性があるが、この点に関するエビデンスはいまだ明らかではない。そこで、本研究の目的は、中年女性の更年期症状および抑うつ症状に対するストレッチの影響を検討することとした。

方 法

A. 研究セッティングと参加者

単一施設、2群、並行群間比較のRCTsは、日本の中年女性労働者を対象とした睡眠研究の一部として行われた。研究参加者は東京都にある生命保険会社の販売員および事務職員であり、職場で配布されたチラシを介して募集された。適格基準は、(1)40歳以上、(2)簡略更年期指数(SMI、詳細は後述)が1点以上、(3)運動制限(整形外科的障害)のないこと、(4)HT、精神薬、睡眠薬等の治療を現在受けていないこと、(5)外科的閉経の既往歴がないことであった。本研究の参加者は年齢によって層別化し(40~49歳と50歳以上)、各年代でストレッチ群とコントロール群へ無作為に割り当てた。無作為化は、コンピュータで生成した乱数表をもとに一元化して実施した。研究スタッフとは独立したスタッフが、参加者へ各割り付けの詳細を説明した。ストレッチ群は、3週間のストレッチ介入プログラムに参加した。一方、コントロール群は待機リストへ割り当てられた。

すべての手続きは、2000年に改訂された1975年のヘルシンキ宣言および人を対象とする研究に関する倫理委員会の規定(機関および国)に準拠していた。すべての研究参加者からインフォームドコンセントへの署名が得られた。本研究は、日本の東京にある明治安田厚生事業団体力医学研究所の倫理委員会によって承認された。

B. 研究プロトコル

ベースライン調査によって、更年期症状と抑うつ症状、および基本属性について評価した。ストレッチ群では、ベースライン調査の1週間後から3週間のストレッチ介入プログラムを開始した。介入後、両群の参加者は更年期症状と抑うつ症状について再調査された。

C. 測定項目

更年期症状はSMIを用いて測定した。SMIは10項目で構成されており、血管運動神経系症状(4項目:ホットフラッシュ、冷えなど)、精神神経系症状(4項目:気分、睡眠障害など)、運動神

経系症状(2項目：関節の痛み、肩の凝り)を評価する¹⁸⁾。SMIは、日本女性の更年期症状を評価するために開発された質問紙であり、日本における研究や病院の日常的な検査でも頻繁に利用されている¹⁹⁾。ホットフラッシュの頻度は、急激な顔のほてりを経験している参加者の数をもとに算出された。

抑うつ症状は自記式抑うつ評価尺度(SDS)²⁰⁾を用いて評価した。この尺度は、抑うつ症状の自己評価型の質問紙で、国際的に研究利用されている。抑うつは、SDS得点が40点以上である場合とした。年齢、アルコール消費、喫煙習慣、職業性ストレス得点²¹⁾、1週間の余暇時間における総中強度身体活動を含む、参加者の基本属性を自記式質問紙によって測定した。閉経状況は、月経に関する質問をすることで評価した。閉経後の女性は、直近12か月間で月経のなかった者と定義された¹⁾。

D. 介入プログラム

3週間の介入プログラムは、自宅で行う主要なストレッチセッションと、グループで行う補助的セッションから構成された。主要セッションは、1日に1回自宅で行う10分間のストレッチプログラムから構成された。このストレッチプログラムは、リラックスと入眠を促し、また参加者が1日のなかで運動する時間を取れなくても、ストレッチプログラムの実践と継続が促進できるよう、就寝直前に実施するようデザインされた。このストレッチプログラムの基本は、肩、腰、胸の伸長と回旋を含む、全身のストレッチで構成された。ストレッチプログラムは、直立(あるいは膝立ち)の状態から始まり、着座の姿勢に移行した後、伏臥の姿勢になって、リラックスして仰向けの姿勢で終わるようにデザインされた。いくつかのストレッチを開発する際には、シンプルなヨガのポーズを参照した。毎日のストレッチプログラムを構成する内容は、プログラムの最後のリラックスした仰向けポーズを除いて、毎週変更された。グループ単位で行う補助的セッションは、ストレッチ群のために毎週職場で行われ、翌週のストレッチプログラムはこの30分のセッションのなかで説明さ

れた。各グループセッション中に、その週のストレッチプログラムを説明したリーフレットとセルフモニタリング用のワークシートが配布された。参加者は、毎日のセルフモニタリングシートに自身の実施状況を記録するように指示され、この記録から、ストレッチプログラムが自宅で実施された週当たりの平均日数が取得された。研究期間中、研究スタッフは参加者を他のヘルスケアサービスに紹介したり、ストレッチ以外のセルフケア方法を推奨したりしなかった。

E. サンプルサイズの算出

先行研究で推定された、介入後の合計SMI得点の推定標準偏差は15点であった²²⁾。この標準偏差と、第一種過誤確率を5%、検出力を80%として、SMI得点における15点の最低限の差を検出するためには、各群16名の参加者が必要であると判断した。

F. 統計解析

データ分析は、ドロップアウトした参加者のベースライン値を入力して行われるITT解析を用いて行った。基本属性は、連続変数に対しては対応のない t 検定を、カテゴリカル変数に対しては χ^2 検定による比較を行った。介入効果は、職業性ストレス得点とベースライン値で調整した一般化線形モデルを用いて評価した。更に、Cohen's d 効果量は、両群間の変化値の差分(ストレッチ群-コントロール群)から算出した。有意確率は $P < 0.05$ とした。すべての分析はSPSS version 21 (SPSS Japan, Tokyo, Japan)を用いて行った。

結 果

全部で45名の応募者があった。このうち1名は先述の基準に基づき除外され、2名は参加を辞退し、また2名は参加できなかった(図1)。その結果、40名の参加者が登録され、20名はストレッチ群、20名はコントロール群に無作為に割り付けられた。個人的事情の変化から、ストレッチ群の1名の参加者がベースライン調査後にいかなる介入も受けずに、研究から脱落した。

参加者の半分以上が閉経後であり(55.0%)、抑

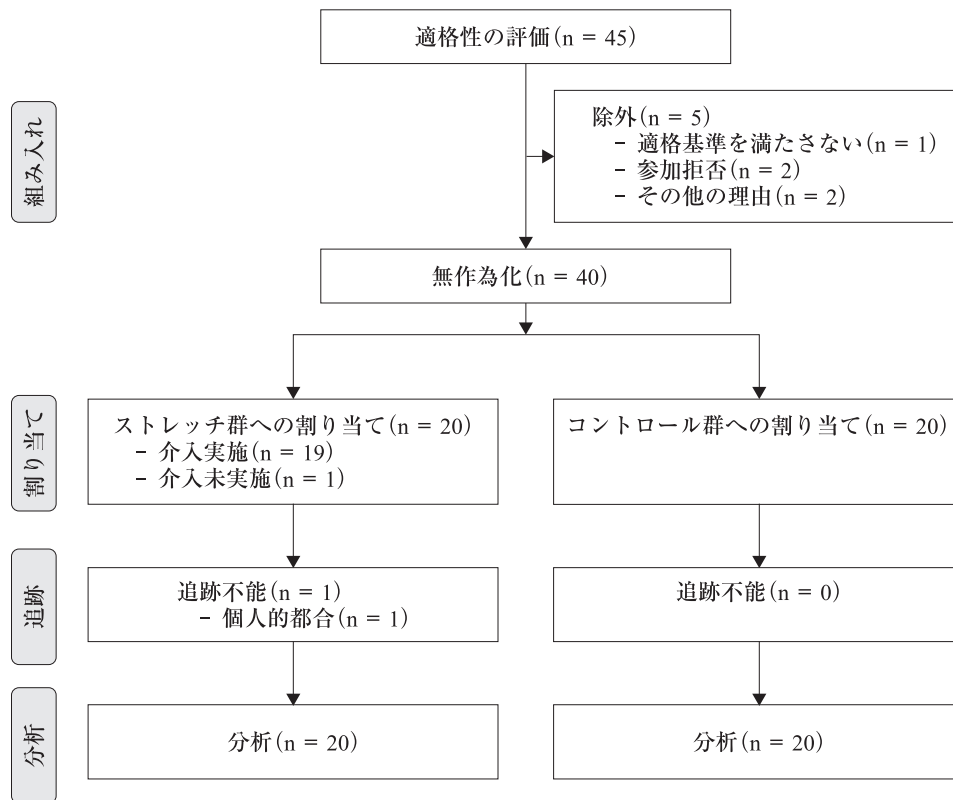


図1. 研究のフロー図

表1. ベースライン時(介入前)の参加者特性

	ストレッチ群 (n = 20)	コントロール群 (n = 20)	<i>P</i> ^a
年齢(歳)	51.0(7.0)	51.2(7.9)	0.95
閉経後の女性(%)	55.0	55.0	1.00
合計 SMI 得点(点)	29.3(17.5)	32.4(19.4)	0.61
血管運動神経系症状(点)	11.0(7.3)	11.6(8.5)	0.81
精神神経系症状(点)	11.1(10.4)	12.4(10.8)	0.69
運動神経系症状(点)	7.3(4.2)	8.4(4.0)	0.42
SDS 得点(点)	40.1(8.6)	42.8(7.4)	0.30
抑うつ ^b (%)	60.0	65.0	1.00
ホットフラッシュ (%)	20.0	30.0	0.72
飲酒者(%)	40.0	40.0	1.00
喫煙者(%)	30.0	25.0	1.00
職業性ストレス得点 ^c (点)	0.48(0.11)	0.43(0.08)	0.13
余暇時間身体活動(min/week)	29.3(107.5)	34.8(90.5)	0.86
< 30 min/week (%)	90.0	80.0	0.66

カテゴリカルデータを除いて、値は平均値(SD)を示す。

SMI：簡略更年期指数，SDS：自記式抑うつ評価尺度

^a *P* 値は、連続データでは対応なしの *t* 検定，カテゴリカルデータでは χ^2 検定によって算出された。

^b 抑うつは SDS が 40 点以上と定義した。

^c 職業性ストレス得点は職業性ストレス調査票を用いて算出した。

表 2. ベースライン時(介入前)と 3 週間のストレッチプログラム後(介入後)の更年期症状と抑うつ症状

	ストレッチ群		コントロール群		群間差	
	介入前	介入後	介入前	介入後	P^a	効果量 ^b
合計 SMI 得点(点)	29.3(17.5)	15.7(12.4)	32.4(19.4)	32.2(20.5)	0.001	-0.86
血管運動神経系症状(点)	11.0(7.3)	5.8(5.4)	11.6(8.5)	13.4(10.0)	0.003	-0.78
精神神経系症状(点)	11.1(10.4)	5.1(5.1)	12.4(10.8)	10.3(8.4)	0.008	-0.48
運動神経系症状(点)	7.3(4.2)	4.9(3.4)	8.4(4.0)	8.5(4.3)	0.001	-0.84
SDS 得点(点)	40.1(8.6)	35.8(9.3)	42.8(7.4)	41.6(7.3)	0.025	-0.46

値は平均値(SD)

SMI：簡略更年期指数，SDS：自記式抑うつ評価尺度

^a P 値は一般化線形モデルによるもので，職業性ストレス得点とベースライン値によって調整された。

^b Cohen's d の効果量は両群の変化値の差(ストレッチ群-コントロール群)から算出した。

うつであった(62.5%)。また，参加者のほとんどが不活動であり，余暇身体活動に参加していなかった。参加者のうち少数が，アルコール(40%)あるいはタバコ(27.5%)を日常的に摂取していた。ベースライン時では，平均年齢，閉経の状態，抑うつ，ホットフラッシュ，アルコールとタバコの摂取，職業性ストレス，余暇身体活動，SMI 得点，SDS 得点に群間で有意な差は認められなかった(表 1)。

自宅でストレッチが実践された週ごとの平均日数は，1 週目が 5.1 ± 1.9 日，2 週目は 5.4 ± 1.8 日，3 週目は 5.4 ± 1.9 日であった。3 週間の介入プログラムの全体の実施率は75.8%であった。ストレッチ群における血管運動神経系症状(効果量=-0.78)，精神神経系症状(-0.48)，運動神経系症状(-0.84)を含む SMI 合計得点(-0.86)，および SDS 得点(-0.46)は，コントロール群と比較して有意に低下した(表 2)。ストレッチ群では，ベースライン時に抑うつであった12名の参加者のうち 5 名(41.7%)は，介入後に正常な水準まで回復した。一方，コントロール群においては，13名の参加者のうち 2 名(15.4%)だけが正常な水準へ回復した。

介入後のホットフラッシュの頻度は，ストレッチ群(25%)とコントロール群(45%)との間で有意な差はなかった($P = 0.320$)。研究期間中，ホットフラッシュの頻度の増加を含む，有害事象はどの参加者からも報告されなかった。

考 察

本研究では，閉経期の日本人女性の更年期症状と抑うつに対する，3 週間実施する10分間の毎日のストレッチ習慣の影響を検討した。本研究は，我々が知る限り，ストレッチが中年女性の更年期症状と抑うつ症状を改善することを示した初めての RCT である。本研究は低強度運動，特にストレッチが更年期症状と抑うつ症状へ与える影響に着目した。

一方，現在の公衆衛生の推奨はウォーキングやジョギングのような中強度の伝統的な有酸素運動の促進である^{23,24)}。有酸素運動の前後で推奨されるストレッチは，スポーツ関連の怪我を予防するためのものである。そのため，中高強度運動よりも低強度運動に関する研究は少ない。加えて，特にストレッチの独立した効果に関しては報告されていない。ストレッチは，先行研究において，中高強度から高強度運動のコントロール条件として用いられることが多かった^{25,26)}。例えば，Aiello et al. は，更年期後の女性を対象とした RCT において，コントロール群に対して毎週のストレッチセッションを実施した²⁵⁾。彼らは中強度運動もストレッチも，抑うつ気分を含む，更年期症状を改善せず，週に 5 回の中強度運動は重度のホットフラッシュの発生率をわずかに高めたことを報告した。頻繁な運動は中年女性のホットフラッシュのリスク増加とよく関連づけられる¹⁰⁾。彼らの研

究²⁵⁾におけるストレッチプログラムはコントロール条件としては成功したが、望ましい効果を得るには不十分だったのかもしれない。本研究は毎日ストレッチを行うためにデザインされ、ホットフラッシュの頻度の増加を含む有害事象はみられなかったが、研究参加者の更年期症状および抑うつ症状は有意に減少した。特に、運動神経系症状においては大きな効果量が見いだされた。これは、筋肉の柔軟性の改善が、関節の痛み、肩の凝りなどを含む運動神経系症状への影響に寄与した可能性がある。これらの結果は、中年女性にとってストレッチは安全で頻繁に実施可能であり、更年期症状および抑うつ症状を改善する可能性が高いことを示唆している。

Dunn et al. は、抑うつに参加者を対象としたRCTにおいて、中高強度の有酸素運動を行う群とストレッチだけを行うコントロール群とを比較した²⁶⁾。彼らの研究は、公衆衛生的推奨と同等のエネルギー消費を伴う有酸素運動は、ストレッチよりも高い抗うつ効果をもつと結論づけた。しかし、彼らの研究はまた、習慣的に週に3回ストレッチを行うコントロール群においてもベースラインからおよそ30%抑うつ得点が減少することを示した。本研究において、ストレッチ群では抑うつ得点がベースラインから約20%減少し、コントロール群とは統計的に有意な差を示した。運動の抗うつ効果は、中高強度運動に着目して検証されているが、低強度運動の利点に関するエビデンスは限られている。相対的に低強度運動の太極拳(1.5~3.0 METs)¹⁶⁾の抗うつ効果がメタ分析から検討された²⁷⁾。レポートではより良い研究デザインが必要であると指摘されているが、太極拳の効果量は0.48と推定され、低-中程度の効果が示された。本研究における抑うつ症状へのストレッチの効果量は同様であった。これらの結果から、中高強度の従来の有酸素運動と低強度の運動の両方が抑うつ症状を緩和する可能性がある。

本研究にとって、ストレッチのタイミングも重要かもしれない。ストレッチ群に対して、ストレッチを就寝直前に実施するよう指示した。先行

研究²⁸⁾から、就寝直前の短いストレッチプログラムは、入眠潜時を短縮し、より良い睡眠に寄与したことが報告された。更年期前後の女性はいしば睡眠障害を訴え²⁹⁾、睡眠と抑うつ症状との関連も報告されている³⁰⁾。特に、入眠の困難性は将来的な抑うつとより強く関連する³¹⁾。本研究では、就寝前のストレッチの実施によって参加者の睡眠が改善され、更年期症状および抑うつ症状にポジティブに作用したと推察される。

一過性のストレッチは交感神経活動を抑制して副交感神経系の働きを強める³²⁾。そして、これがより良い睡眠を得るために効果的であると思われる。加えて、28日間毎日ストレッチを実施することは自律神経系へ同様の慢性的な影響をもたらすことができる¹⁷⁾。更年期前後の女性が訴える心身の不調の基本的な原因には、生理的要因と心理社会的要因の複雑な関係性が絡んでいる。典型的な生理的要因は、エストロゲンレベルの低下に加えて、交感神経系の緊張と副交感神経系の抑制を含む自律神経系の障害である⁴⁾。本研究で観察された効果は、自律神経系の変化を含んでおり、睡眠を改善したと推察される。しかしながら、本研究で用いたストレッチプログラムによるエストロゲンレベルの変化などの生理的な効果は、更年期前後の女性では示されていない。したがって、更年期症状および抑うつ症状をストレッチが緩和するメカニズムを解明するためには、更なる研究が必要である。

本研究は就労女性を対象としたため、産業保健の研究として有益である可能性がある。働く女性の数は世界的に増加しているが、彼女らの健康、特に中年女性に関する研究はほとんど行われてこなかった³³⁾。報告によれば、抑うつリスクは男性よりも女性で2倍ほど高く³⁴⁾、仕事のストレスや他の環境要因が更年期症状や抑うつ症状を悪化させる³⁵⁾。そのため、更年期症状と抑うつ症状は中年の働く女性のヘルスプロモーションにおいて重要なテーマである。運動は心身に有益であると思われるが、更年期の女性は身体活動のレベルが低いと報告されている³⁶⁾。女性において最も強く

認識されている運動の障害は、時間の不足であると研究では示されている³⁷⁾。したがって、十分な時間のない働く女性にとって、運動プログラムの継続性を考慮する必要がある。本研究では、ストレッチプログラムの継続性を高める工夫がなされていた。そのため、ほとんどの参加者が、週に5日以上で習慣的にストレッチを行うことができた。このことは、このストレッチプログラムが多忙な女性にも実装可能であることを示唆している。結果として、この産業保健における研究から、働く中年女性のヘルスプロモーションのための安全で具体的なプログラムを提案することができる。

本研究にはプラセボ群を設けなかったため、結果を過大評価している可能性がある。研究参加者と、介入スタッフ(参加者へ介入プログラムについて教示する者)に説明したように、本ストレッチプログラムは睡眠改善のための介入手続きであった。そのため、更年期症状と抑うつ症状へのプラセボ効果は小さい可能性がある。それでも、ストレッチ群とコントロール群間でスタッフとの接触量が違うことに関しては問題が残る。スタッフとの接触はメンタルヘルスにポジティブな効果をもたらす可能性があるため、ストレッチプログラムの効果を過大評価しているかもしれない。この問題点について、今後の研究では、ストレッチ群とコントロール群でスタッフとの接触を同量になるように提供することが求められる。更年期症状は人種や社会文化的差異が影響することが知られており¹⁾、本研究は日本女性のごく少数を対象としていたため、その結果は限定的である。今後は、異なるグループの女性を含めた研究により、より一般化される結論を導き出すことが求められるだろう。更に、介入プログラム後の定期的な追跡調査により、ストレッチの長期効果を明らかにすることができる。最後に、ストレッチが更年期症状と抑うつ症状を改善する根底のメカニズムは明らかになっていない。そのため、これらのメカニズムを探求する更なる研究が期待される。

結 論

本研究では、日本人の働く中年女性を対象にして10分間の習慣的なストレッチが更年期症状と抑うつ症状に与える影響を検討した。自宅でのストレッチプログラムは、就寝前に行うようにデザインされた。本研究の結果は、10分間のストレッチ実施は、介入を受けていない女性と比べて、更年期症状と抑うつ症状を減少させることを示唆している。更に、このストレッチプログラムはこれらの女性のホットフラッシュのリスクを高めなかった。

参 考 文 献

- 1) Anderson D, Yoshizawa T, Gollschewski S, Atogami F, Courtney M. Menopause in Australia and Japan: effects of country of residence on menopausal status and menopausal symptoms. *Climacteric*. 2004; 7: 165-74.
- 2) Gallicchio L, Schilling C, Miller SR, Zacur H, Flaws JA. Correlates of depressive symptoms among women undergoing the menopausal transition. *Journal of Psychosomatic Research*. 2007; 63: 263-8.
- 3) Rossouw JE, Anderson GL, Prentice RL, et al. Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women: principal results From the Women's Health Initiative randomized controlled trial. *JAMA*. 2002; 288: 321-33.
- 4) North American Menopause Society. Nonhormonal management of menopause-associated vasomotor symptoms: 2015 position statement of The North American Menopause Society. *Menopause*. 2015; 22.
- 5) Moilanen JM, Mikkola TS, Raitanen JA, et al. Effect of aerobic training on menopausal symptoms - a randomized controlled trial. *Menopause*. 2012; 19: 691-6.
- 6) Luoto R, Moilanen J, Heinonen R, et al. Effect of aerobic training on hot flushes and quality of life - a randomized controlled trial. *Annals of Medicine*. 2012; 44: 616-26.
- 7) Brown WJ, Ford JH, Burton NW, Marshall AL, Dobson AJ. Prospective study of physical activity and depressive symptoms in middle-aged women. *American Journal of Preventive Medicine*. 2005; 29: 265-72.
- 8) Cooney GM, Dwan K, Greig CA, et al. Exercise for depression. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013; 9: Cd004366.
- 9) Daley A, Stokes-Lampard H, Thomas A, MacArthur C. Exercise for vasomotor menopausal symptoms. *The*

- Cochrane Database of Systematic Reviews. 2014; 11: Cd006108.
- 10) Whitcomb BW, Whiteman MK, Langenberg P, Flaws JA, Romani WA. Physical activity and risk of hot flashes among women in midlife. *Journal of Women's Health* (2002). 2007; 16: 124-33.
- 11) Daley AJ, Stokes-Lampard HJ, Macarthur C. Exercise to reduce vasomotor and other menopausal symptoms: a review. *Maturitas*. 2009; 63: 176-80.
- 12) Elavsky S, McAuley E. Physical activity and mental health outcomes during menopause: a randomized controlled trial. *Annals of Behavioral Medicine*. 2007; 33: 132-42.
- 13) Teychenne M, Ball K, Salmon J. Physical activity and likelihood of depression in adults: a review. *Preventive Medicine*. 2008; 46: 397-411.
- 14) Cramer H, Lauche R, Langhorst J, Dobos G. Effectiveness of yoga for menopausal symptoms: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2012; 2012: 863905.
- 15) Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010; 13: 496-502.
- 16) Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011; 43: 1575-81.
- 17) Mueck-Weymann M, Janshoff G, Mueck H. Stretching increases heart rate variability in healthy athletes complaining about limited muscular flexibility. *Clinical Autonomic Research*. 2004; 14: 15-8.
- 18) Koyama T. Background and interpretation of simplified menopausal index. *Journal of the Japan Menopause Society*. 1998; 6: 93.
- 19) Suka M, Taniuchi A, Kudo Y, Sato S, Yoshida K, Ishizuka B. Self-assessed health and menopausal symptoms among 50-year-old Japanese women: cross-sectional surveys in Northern Kawasaki in 1998 and 2008. *Menopause*. 2010; 17: 166-73.
- 20) Zung WW. A self-rating depression scale. *Archives of General Psychiatry*. 1965; 12: 63-70.
- 21) Kawakami N, Kobayashi F, Araki S, Haratani T, Furui H. Assessment of job stress dimensions based on the job demands- control model of employees of telecommunication and electric power companies in Japan: reliability and validity of the Japanese version of the Job Content Questionnaire. *International Journal of Behavioral Medicine*. 1995; 2: 358-75.
- 22) Ueda M, Matsuda M, Okano K, Suenaga H. Longitudinal study of a health education program for Japanese women in menopause. *Nursing and Health Sciences*. 2009; 11: 114-9.
- 23) World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Available at: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/. Accessed October 22, 2015.
- 24) Haskell WL, Lee IM, Pate RR, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2007; 39: 1423-34.
- 25) Aiello EJ, Yasui Y, Tworoger SS, et al. Effect of a yearlong, moderate-intensity exercise intervention on the occurrence and severity of menopause symptoms in postmenopausal women. *Menopause*. 2004; 11: 382-8.
- 26) Dunn AL, Trivedi MH, Kampert JB, Clark CG, Chambliss HO. Exercise treatment for depression: efficacy and dose response. *American Journal of Preventive Medicine*. 2005; 28: 1-8.
- 27) Wang C, Bannuru R, Ramel J, Kupelnick B, Scott T, Schmid CH. Tai Chi on psychological well-being: systematic review and meta-analysis. *BMC Complementary Alternative Medicine*. 2010; 10: 23.
- 28) Nagamatsu T, Kai Y, Kitabatake Y, Sensui H, Miyoshi Y. Effect of low intensity stretch exercise training program on sleep in middle-aged female workers. *Bulletin of the Physical Fitness Research Institute*. 2008; 106: 1-8.
- 29) Kravitz HM, Zhao X, Bromberger JT, et al. Sleep disturbance during the menopausal transition in a multi-ethnic community sample of women. *Sleep*. 2008; 31: 979-90.
- 30) Kaneita Y, Ohida T, Uchiyama M, et al. The relationship between depression and sleep disturbances: a Japanese nationwide general population survey. *Journal of Clinical Psychiatry*. 2006; 67: 196-203.
- 31) Yokoyama E, Kaneita Y, Saito Y, et al. Association between depression and insomnia subtypes: a longitudinal study on the elderly in Japan. *Sleep*. 2010; 33: 1693-702.
- 32) Farinatti PT, Brandao C, Soares PP, Duarte AF. Acute effects of stretching exercise on the heart rate variability in subjects with low flexibility levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011; 25: 1579-85.
- 33) Kishi R, Kitahara T, Masuchi A, Kasai S. Work-related reproductive, musculoskeletal and mental disorders among working women - history, current issues and future research directions. *Industrial Health*. 2002; 40: 101-12.
- 34) Bromet E, Andrade LH, Hwang I, et al. Cross-national

- epidemiology of DSM-IV major depressive episode. BMC Medicine. 2011; 9: 90.
- 35) Hammam RA, Abbas RA, Hunter MS. Menopause and work - the experience of middle-aged female teaching staff in an Egyptian governmental faculty of medicine. Maturitas. 2012; 71: 294-300.
- 36) Steffen LM, Arnett DK, Blackburn H, et al. Population trends in leisure-time physical activity: Minnesota Heart Survey, 1980-2000. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2006; 38: 1716-23.
- 37) Ishii K, Inoue S, Ohya Y, et al. Sociodemographic variation in the perception of barriers to exercise among Japanese adults. Journal of Epidemiology. 2009; 19: 161-8.

論文紹介

一過性のストレッチは不活動者の認知機能と気分を良好にする

Sudo M, Ando S. Effects of acute stretching on cognitive function and mood states of physically inactive young adults. Perceptual and Motor Skills. 2020; 127(1): 142-53.

須藤 みず紀

背景 日常の身体活動量が低い場合、急激な運動が負のストレスとなることが生理的なエビデンスにより明らかになっている。しかしながら、日常的な身体活動量を加味した運動アプローチについてはエビデンスが少ないのが現状である。本研究は、日常的な身体活動量の低いヒトに対する一過性の低強度運動が認知機能とメンタルヘルスに及ぼす影響に着目し、検証した。

方法 成人男性を対象に、質問紙（IPAQ短縮版）を用いて、1週間当たりの身体活動量（METs・min/週）を算出した。WHOが定義する身体不活動レベル（600 METs・分/週以下）の基準を満たした19名を被験者とした。被験者は、ストレッチ条件と安静条件の両方を実施した（各条件間は1週間の間隔）。ストレッチ条件は、10分間のヨガの様式を取り入れたストレッチ運動を実施した。安静条件は、座位姿勢で10分間安静状態を維持した。各条件の前後において、認知機能（ストループ課題）とメンタルヘルス（POMS）の評価を行った。また、唾液中のコルチゾール濃度を測定し、客観的なストレスレベルを評価した。

結果 唾液中のコルチゾール濃度は、ストレッチ条件において安静条件と比較して有意な差がなかったことから、不活動者へのストレッチ運動は生理的な負荷がなかったことが示唆された。認知機能は、ストレッチ条件においてストループ干渉（実行機能の1つである抑止機能を反映する項目）が有意に低下したことが示された（図）。更に、有意な改善がみられたメンタルヘル項目のうち「Δ活力スコア」とΔストループ干渉の間に有意な負の相関がみられた。すなわち、活力と認知機能は関係性が高いこと

が示唆された。

結論 本研究より、日常的な身体活動量の低いヒトにおける一過性のストレッチ運動は、認知機能パフォーマンスと気分を改善することを示した。本研究でみられた、認知機能の改善は運動によるポジティブな気分の変化に起因する可能性が高いことを示唆している。

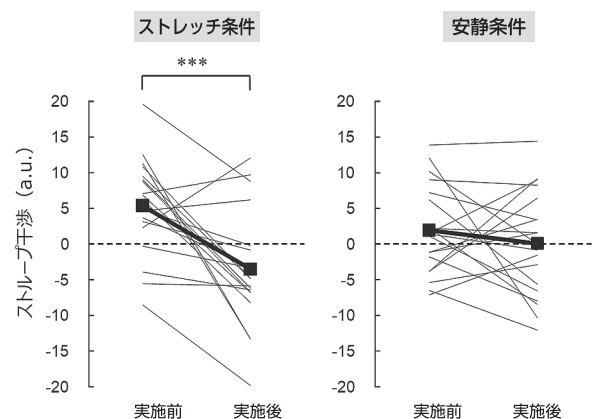


図 認知機能テスト（ストループ課題）におけるストループ干渉評価
*** $P<.0001$

執筆者によるコメント

健康に対する関心が高まる昨今ですが、「運動は薬の代わりになる」といわれるほどの効果があります。一方で、運動条件の選択が不適切な場合、実施における継続性の損失、体調不良につながるものが懸念されます。本研究は、日常的な活動が活発ではない方に対する、適切な運動条件を示す手助けになる結果となりました。認知機能や気分の改善を促すことにつながる短時間のストレッチ運動は、座位時間が長い職場や作業の合間など、多くの場面での活用が期待されます。

論文紹介

非アルコール性脂肪肝炎への進行の予防には高強度身体活動が効果的

Tsunoda K, Kai Y, Kitano N, Uchida K, Kuchiki T, Nagamatsu T. Impact of physical activity on nonalcoholic steatohepatitis in people with nonalcoholic simple fatty liver: a prospective cohort study. Preventive Medicine. 2016; 88: 237-40.

北濃 成樹 (明治安田厚生事業団体力医学研究所) 角田 憲治 (山口県立大学)

背景 肝硬変や肝臓といった重篤な肝疾患の予防に
目的 は非アルコール性単純脂肪肝 (NASFL) から非アルコール性脂肪肝炎 (NASH) への進行を抑制することが重要である。身体活動と非アルコール性脂肪肝との関連が報告されているが、その因果関係は明らかでない。そこで今回、NASFL有所見者を対象とした最長9年間の縦断研究により、身体活動が将来のNASH進行抑制に貢献するかを検討した。

方法 本研究はコホート研究明治安田ライフスタイル (MYLS) スタディの一環である。2005～2007年に行われたベースライン調査時にNASFLの基準 (非飲酒者・適量飲酒者かつ腹部エコー検査で脂肪肝と判定され、ALT、ASTの値が基準値以下の者) を満たした1149名を2014年まで追跡した (平均年齢 52.1 ± 9.9 歳)。先行研究を参考に、追跡期間中にALT、ASTの値が基準値を上回った場合にNASHの所見ありと定義した。自記式調査により、対象者の日常的な身体活動を以下の3つの強度ごとに評価した: moderate low-intensity physical activity; MLPA (3～5メッツ), moderate high-intensity physical activity; MHPA (5～6メッツ), vigorous-intensity physical activity; VPA (7メッツ以上)。各強度の身体活動変数は週1回の実践の有無で分けた。統計解析にはCox回帰分析を用い、年齢、性、BMI、アルコール摂取量、喫煙習慣、肝疾患の家族歴、高血圧、糖尿病、脂質代謝異常症、緑黄色野菜摂取、果物摂取、各強度の身体活動を強制投入した。

結果 対象者を平均4.2年間 (4804人年) 追跡した結果、318名 (27.7%) がNASHに進行した。さまざまな潜在的交絡因子の影響を補正した後も、VPAの週1回以上実践者は、非実践者に比して、

NASHへの進行率が有意に低かった ($HR=0.55$, 95% $CI=0.32-0.94$)。一方、MLPA ($HR=1.01$, 95% $CI=0.79-1.30$) やMHPA ($HR=0.97$, 95% $CI=0.66-1.42$) の実践はNASHへの進行抑制に貢献しなかった (下図)。

結論 前向き研究の結果から、7メッツ未満ではなく、7メッツ以上の身体活動のみでNASHへの進行抑制効果が確認された。つまり、NASFLからNASHへの進行を予防するためには、強度の高い身体活動の実践が効果的であると示唆された。

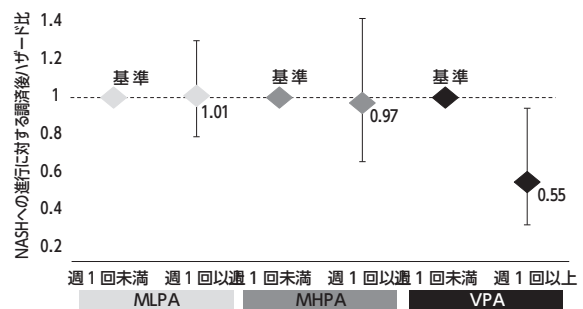


図 身体活動強度とNASHへの進行の関連

共変量: 年齢、性、BMI、アルコール摂取量、喫煙習慣、肝疾患の家族歴、高血圧、糖尿病、脂質代謝異常症、緑黄色野菜摂取、果物摂取、ターゲット外の各身体活動

執筆者によるコメント

MYLSスタディの強みを活かし、従来明らかでなかった「身体活動とNASHへの進行抑制」の因果関係を明らかにしました。なかでも、ジョギングなどの高強度の身体活動を週1回以上実践することが効果的という、具体的なメッセージを示した点もアピールポイントです。肝硬変や肝臓といった重篤な肝疾患の予防には、NASFLからNASHへの進行を食い止めることが大切です。そのための介入策や施策の開発に本研究結果が少しでも活用されることを願います。

論文紹介

職場運動はいきいきと働く「ワークエンゲイジメント」と関連する

Jindo T, Kai Y, Kitano N, Tsunoda K, Nagamatsu T, Arai T. Relationship of workplace exercise with work engagement and psychological distress in employees: a cross-sectional study from the MYLS study. Preventive Medicine Reports. 2020; 17: 101030.

神藤 隆志

背景 目的 職場で行う運動（職場運動）の実践とワークエンゲイジメント、心理的ストレスの関連性を検討した。

方法 本研究は、明治安田ライフスタイル（MYLS）スタディのデータを用いた横断研究である。MYLSスタディは明治安田新宿健診センターで実施されているコホート研究であり、定期健康診断や質問紙調査、加速度計調査などのデータが収集される。本研究の対象者は、加速度計調査を完了した者のうち、うつ病などの精神疾患の既往歴を有する者を除外した1321名（平均年齢：50.8±9.5歳、女性：68.2%）とした。対象者は職場運動の実践頻度により、週1日未満、週1～2日、週3日以上実践の3群に分けられた。ワークエンゲイジメントは、ユトレヒトワークエンゲイジメント尺度の活力に関する3項目で評価し、心理的ストレスはKessler Psychological Distress Scale（K6）を用いて評価した。統計解析には、職場運動の実践頻度とワークエンゲイジメント、心理的ストレスの関連性を検討するために、ロジスティック回帰分析を用いた。共変量には、基本属性、生活習慣、仕事の特徴、客観的評価に基づく身体活動と座位行動を投入した。

結果 職場運動を週1～2日（OR=1.93, 95%信頼区間=1.00–3.71）および週3日以上（OR=1.63, 95%信頼区間=1.23–2.15）実践していた対象者は、週1日未満の対象者と比較して、ワークエンゲイジメントの活力が高かった。職場運動実践とワークエンゲイジメントは、身体活動や座位行動からは独立した正の関連性を示した。心理的ストレスにおいては、共変量を投入したモデルにおいて、いずれの実践頻度も有意な関連性を示さなかった。

結論 職場運動の実践は、身体活動や座位行動とは独立して、ワークエンゲイジメントと正の関連性を示した。また、これらの関連性は週1～2日、週3日以上という実践頻度の違いにかかわらず認められた。一方、職場運動実践と心理的ストレスとの関連性は認められなかった。

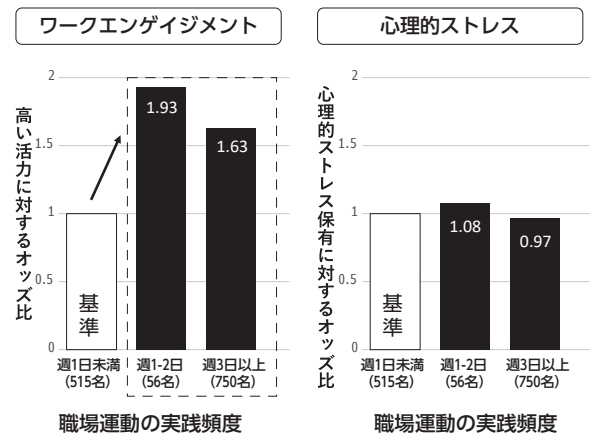


図 職場運動の実践頻度とワークエンゲイジメント、心理的ストレスの関係

調整変数：年齢、性、BMI、教育歴、主観的経済状況、婚姻状況、飲酒量、喫煙状況、睡眠の質、職種、雇用形態、残業時間、身体活動、座位行動

執筆者によるコメント

勤労者におけるメンタルヘルスやワークエンゲイジメントは、健康的かつ生産的に働くために重要です。近年の介入研究から、職場運動はワークエンゲイジメントを高める可能性があることが分かっています。しかしながら、介入研究による実験的な場ではなく、実際に職場運動を実践している勤労者のワークエンゲイジメントや心理的ストレスの特徴は検討されていませんでした。本研究では、大規模かつ多様な職種の対象者において関連性を認めた点に意義があると考えられます。

論文紹介

オフィス環境改善は座位行動削減に有効 自然の実験による検証

Jindo T, Kai Y, Kitano N, Wakaba K, Makishima M, Takeda K, Iida M, Igarashi K, Arao T. Impact of activity-based working and height-adjustable desks on physical activity, sedentary behavior, and space utilization among office workers: a natural experiment. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020; 17 (1): 236.

神藤 隆志

背景 オフィス環境は従業員の身体活動や座位行動の重要な決定要因であることが報告されている。しかし、オフィス環境改変に伴う効果は十分に検討されていない。そこで本研究の目的は、オフィス改装に伴う身体活動、座位行動、スペース活用の変化を明らかにすることとした。

方法 本研究は、東京都内の1企業3オフィスにおける自然の実験を実施した。対象者は、改装が実施された1オフィスの改装群13名（平均年齢：37.9±10.8歳、女性：23.1%）、他の2オフィスの対照群29名（42.3±11.2歳、女性：31.0%）であった。改装では、activity-based working (ABW) 導入および上下昇降デスク設置がなされた。ABWのオフィスでは、多様な共用席が設置され、従業員がそのときどきの気分や作業内容に応じて場所を選んで働くことができるようになった。加速度計測定および人工知能 (AI) を用いた動画データの物体検出技術により、改装前後の行動およびスペース活用の変化を評価した。統計解析には分散分析を用い、改装前後の加速度計データの比較、改装前および改装後それぞれで各スペース間の活用頻度の比較を行った。

結果 改装の2週間後、座位行動（改装前後の改善：346.8±28.6, 321.2±17.8分/勤務時間）、および身体活動（総身体活動：173.2±28.6, 198.8±17.8分/勤務時間、低強度身体活動：130.4±27.1, 150.7±31.0分/勤務時間）の有意な改善が認められた。加えて、AIの物体検出により、オフィスの中央通路、窓際および入り口近くの上昇降デスクの共用席が、他のスペースと比べて活用頻度が高いことが確認された。

結論 オフィス改装は、改装直後の座位行動と身体活動を改善することが確認された。活用頻度が高かった通路や上下昇降デスクは、ABWオフィスにおいて従業員の行動を促進するために重要な役割を担うと考えられる。

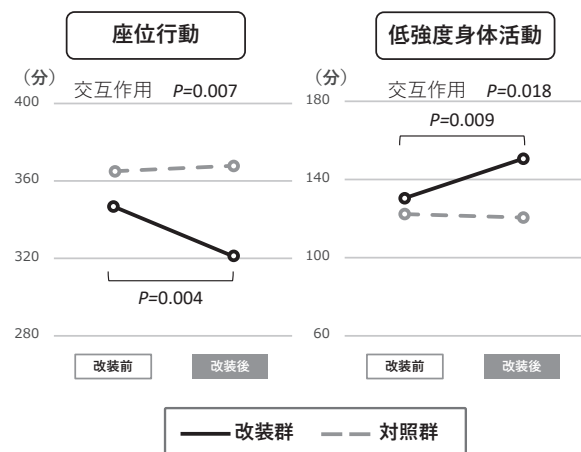


図 改装前後の座位行動、身体活動の変化

執筆者によるコメント

ABWは従業員の生産性を高める働き方として注目されていますが、座位行動や身体活動への効果検証は不十分でした。よって、本研究でABWと上下昇降デスクによる座位行動、身体活動の改善を認めたことは、新たな知見といえます。

また、従来の加速度計評価では、ABWの意図する「自由に作業場所を選んで働く」という働き方が実践されているかを確認することはできません。この点を克服するために、最新のAI技術を駆使して、活用スペースを特定した点に意義があると考えられます。

本研究から得た知見は、今後のオフィスづくりの具体策として役立つことが期待されます。

海外研修レポート

66th American College of Sports Medicine (ACSM) Annual Meeting に参加して

須藤みず紀¹⁾

■はじめに

2019年5月28日～6月1日にアメリカ・オーランドで開催された第66回アメリカスポーツ医学会 (American College of Sports Medicine; ACSM) 年次大会に参加し、研究成果を発表するとともに情報収集を行った。本レポートでは、今大会参加によって得られた成果について報告する。

■大会概要

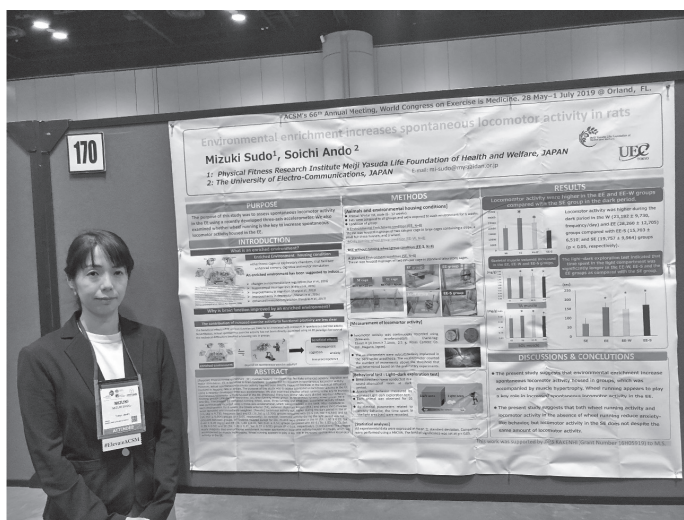
アメリカスポーツ医学会は、スポーツに関するサイエンスの発展と健康実践の双方をもたらすことを目的とした国際的に認知された学会であり、本大会は毎年アメリカで開催されている。今大会はフロリダ州オーランドのオレンジカウンティコンベンションセンターとローゼンセンターホテルで行われた。大会は基調講演、招待講演、教育講演、キーノートレクチャー、シンポジウムなど数多くのセッションが行われた。例年同様、テーマは運動生理学、脳科学、運動疫学、スポーツ医学など多岐にわたる内容であった。これに加えて、ポスター発表などの一般発表が行われていた。

■大会の雰囲気

アメリカスポーツ医学会年次大会は毎年6,000人以上が参加する大規模なものであり、スポーツ科学分野における世界最大規模の学会大会の1つであるといえる。今大会にも数多くの研究者と運動実践者が参加しており、日本などのアジア各国やヨーロッパからの参加者もみられた。したがって、本大会に参加することは、スポーツ科学分野における世界各国の最先端の研究に触れることであるといえる。

■研究発表

今年度、本大会に発表した研究テーマは、“Environmental enrichment increases spontaneous locomotor activity in rats”であった。発表形式はポスター発表であり、日常的な身体活動がメンタルヘルスに及ぼす効果について検証結果発表を行った。生活活動のなかに運動を溶け込ませるような環境を設定すること



ポスター発表

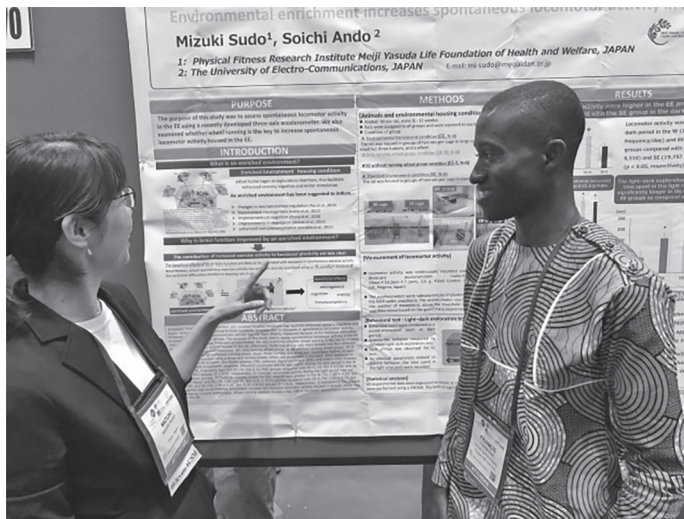
1) 公益財団法人 明治安田厚生事業団体力医学研究所

Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan.

でメンタルヘルスに及ぼす影響について、動物モデルを用いて検討した点が本研究のオリジナルな点であるといえる。本研究から、遊具などが無い環境（通常環境）で飼育された動物と比べ、「走る・登る」などの動作が可能な遊具を設置した豊かな環境にて6週間飼育された動物は、①自発的な運動活動レベルが増加すること、②不安な感情が抑制されること、③骨格筋量が増加することが明らかになった。本研究の結果は、日常的に身体を動かすことが心身の健康を促す可能性が高いことを示唆するものである。運動は特別な時間が確保できなくても実施可能であり、日常的な身体活動を促す工夫（例：階段の利用、こまめな歩行など）だけでも「心身の豊かさ」を得る可能性を示唆するといえるだろう。

■おわりに

今回の発表を通じて感じたことは、「現実的な健康に対する盛り上がり」が世界的に広まっているということであった。従来の運動とメンタルヘルスの研究では、日常的なメンタルヘルスに焦点を当てた研究は極めて限られていた。しかし、今回参加した大会では、生活における「感情・情動」も対象にした研究課題が増えていると感じた。従来の運動がメンタルヘルスに及ぼす影響だけでなく、日常生活における身体活動がメンタルヘルスに及ぼす影響に関する研究は、社会的な要求も高く今後も増加していくと考えられる。次年度以降も継続的に本大会に参加してその動向を追っていきたい。



ポスター発表での質疑応答



シンポジウム風景



シンポジウム風景