

# 体力研究

## 体力医学研究所報告

BULLETIN OF THE PHYSICAL FITNESS RESEARCH INSTITUTE

### 原 著

**Relationship of athletic sports with sense of coherence and mood states in male senior high school students: comparing athletes from a school soccer club and J-League youth teams**

Takashi Jindo, Naruki Kitano, Kazuhiro Suzukawa, Shota Sakamoto, Shin Osawa, Yuichi Nakahara-Gondoh, Takeru Gushiken, Koki Nagata, and Toshiya Nagamatsu 1

**勤労者における客観的身体活動強度および実践時間帯と主観的睡眠の質との関連**

北濃成樹, 小野寺由美子, 角田憲治, 甲斐裕子, 神藤隆志, 朽木 勤, 永松俊哉 10

### 短 報

**高血圧勤労者における高強度インターバル運動中の心血管反応：「Office-HIIT」の開発と予備的検討**

甲斐裕子, 兵頭和樹, 神藤隆志, 北濃成樹, 永松俊哉, 内田 賢 17

**The acute effect of practical three-minute high-intensity interval training on office workers' mood: application in the office environment**

Kazuki Hyodo, Yuko Kai, Takashi Jindo, and Toshiya Nagamatsu 24

### 資 料

**Does environmental enrichment increase locomotor activity in rats? Evidence from an implanted sensor device**

Mizuki Sudo, Toshiya Nagamatsu, and Soichi Ando 29

### 海外研修レポート

**SAHM (Society for Adolescent Health and Medicine) 2018 Annual Meetingに参加して**

神藤隆志 33

2017年度 体力医学研究所活動報告 35

2018  
APRIL  
No.  
**116**

公益財団法人 明治安田厚生事業団

## Relationship of athletic sports with sense of coherence and mood states in male senior high school students: comparing athletes from a school soccer club and J-League youth teams

Takashi Jindo<sup>1)</sup>, Naruki Kitano<sup>1)</sup>, Kazuhiro Suzukawa<sup>2)</sup>, Shota Sakamoto<sup>2)</sup>,  
Shin Osawa<sup>3)</sup>, Yuichi Nakahara-Gondoh<sup>4)</sup>, Takeru Gushiken<sup>2)</sup>,  
Koki Nagata<sup>2)</sup>, and Toshiya Nagamatsu<sup>1)</sup>

### SUMMARY

Both school and public sports clubs play an important role in the development of athletes in Japan. Although some studies have investigated the relationship of mental health and numerous factors, including level of athletic performance, and years of experience with sports, limited studies have examined the differences among athletic organizations for adolescents. Focusing on soccer, the most popular sport among Japanese adolescents, we conducted the present investigation with participants from a school soccer club and J-League youth teams. This study aimed to reveal the relationship of athletic sports with coping skills and psychological distress in male high school students, with special reference to differences among athletic organizations.

This study was conducted in a boys' senior high school and 4 J-League youth teams, from April to June 2017. The high school has a strong soccer club that has regularly won a national level tournament. We selected students who belonged to the school soccer club ( $n = 108$ ) and those who did not belong to a school or public sports club (the do not belong to a sports club group,  $n = 333$ ). Moreover, students who belonged to school soccer club were divided into 2 groups based on whether they had won a prize or not in a previous tournament larger than a prefecture level competition (school soccer club without a winning experience,  $n = 50$ ; school soccer club with a winning experience,  $n = 58$ ). For the J-League youth team, we used 51 students' data for the analysis.

To evaluate the participants' ability to cope with stress, we used the three-item sense of coherence (SOC) scale. For psychological distress, we used the Japanese version of the profile of mood states (POMS) short form, and we calculated the total mood disturbance (TMD) score. To compare SOC and TMD scores between the groups, we used the Kruskal-Wallis test and Bonferroni post hoc tests.

The analysis revealed significant group differences in the SOC score. Specifically, the school soccer club with a winning experience group and the J-League youth group had higher scores than those of the group that did not belong to a sports club. There was no significant difference between the scores of the school soccer club without a winning experience group and the other groups. Further, there were significant group differences in the TMD score, with the J-League youth group exhibiting lower score as compared to all other groups.

This study indicated that, regardless of athletic organization, male senior high school students who played soccer at a high level had higher scores related to coping skills as compared to students who did not belong to a sports club. Meanwhile, psychological distress scores differed across athletic organizations, with students in the J-League youth team exhibiting favorable mood states.

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

2) Nippon Sport Science University, Tokyo, Japan.

3) Urawa Red Diamonds Corporation, Saitama, Japan.

4) Fukuoka Prefectural University, Fukuoka, Japan.

Key words: extracurricular activities, exercise, psychological distress, mental health, adolescents, athletes.

## Introduction

A previous systematic review reported that sports activity is effective in maintaining mental health among adolescents, and that it facilitates their psychological development<sup>1)</sup>. Some studies based in Japan also reported a positive association between participation in sports activity and the ability to cope with stress<sup>2,21)</sup>, and found that senior high school students who belonged to a sports club had better mood states than those who did not belong to a sports club<sup>14)</sup>. Although sports activity comprises valuable experiences, a previous study cautioned that students' involvement in a sports activity may have negative experience such as pressurizing students to do something that they are unwilling to do, as compared to other activities such as performance and fine arts<sup>4)</sup>. Moreover, athletic sports have been found to induce specific stressors such as physical load caused by difficult training, performance anxiety, and so on. Previous data have indicated that athletes tend to have undesirable mood states as compared to those who are not involved in competitive sports<sup>16)</sup>. Therefore, it is important to enhance the coping skills and maintain mental health among adolescents who engage in athletic sports.

Considering the participation in athletic sports in Japan, school sports clubs have played an important role in the development of athletes since the Meiji era to around the 1960s. After the Tokyo Olympic Games was hosted in 1964, public sports clubs began to develop high level athletes independent from school activities. The appearance of public sports clubs provided the opportunity for school and public sports clubs to bridge into athletic organizations. School sports clubs provide students with an opportunity to play athletic sports apart from being engaged in educational activities, while public sports club aim to improve competitive skills separately from schools.

Although some studies have investigated the differences between school and public sports clubs from the sociological perspective<sup>9,12)</sup>, no study has focused on their relationship with psychological development or psychological distress.

Soccer is the most popular sport in Japan, as evidenced by the highest number of adolescent players<sup>15)</sup>. Moreover, in the past 3 decades, soccer has been gaining popularity as a professional sport in Japan, with an increase in the number of J-League professional teams since its establishment in 1991. For the most part, this increase has been at high level school soccer clubs or J-League youth teams, which are public sports clubs managed by J-League team<sup>8)</sup>. Considering that both school and public sports clubs play a role in the development of athletes, it is important to clarify the relationship of belonging to an athletic organization with psychological development and psychological distress. Currently, as both students and teachers are limited by time constraints in school sports clubs, it is entails that activities be efficient and effective<sup>6)</sup>. In contrast, as professional organizations manage J-League youth teams, they may provide efficient training and favorable support. Indeed, a previous study reported that the number of activity days are fewer in J-League youth teams than school sports club<sup>20)</sup>. With this background in mind, this study investigated the differences in the psychological development and psychological distress of adolescents between these 2 organizations considering various associated factors such as activity characteristics or activity related social support. This information may contribute to the creation of future pathways for the development of athletic sports in Japan. The purpose of the present study was to reveal the association between athletic sports, and sense of coherence and mood states in male senior high school students, focusing on the differences between a strong school

soccer club and J-League youth teams.

## Methods

### A. Participants and procedure

This study was conducted for all 1st grade students in a boys' senior high school and 4 J-League youth teams from April to June 2017. The flow of the participants' selection process has been shown in Figure 1. We conducted the investigation in a physical education class, using a self-reported questionnaire. The high school has a strong soccer club that has regularly won a prize at a national level tournament. We targeted all the 1st grade students ( $n = 928$ ); of these, 22 students were absent from the class and 63 students had missing data. Therefore, we used 843 students' data for the analysis (valid response rate: 90.8%). In this survey, we investigated whether the student belonged to a school or public sports club. Specifically, we used data on students who did not belong to a school or public sports club (the do not belong to a sports club group,  $n = 333$ ), and those who belonged to the school

soccer club ( $n = 108$ ). Further, students who belonged to the school soccer club were divided into 2 groups based on whether they had won a prize or not in a previous tournament that was larger than or equal to a prefecture level competition (school soccer club without a winning experience,  $n = 50$ ; school soccer club with a winning experience,  $n = 58$ ).

For the J-League youth, we used same procedure as that for the high school investigation, and data were collected at a convenient time at each club house. For the survey, we requested the attendance of all 1st grade students in a senior high school in each team. As a result, 53 students from 4 teams (12 to 15 students in each team) took part in the survey. Since 2 of the 53 students had missing data, we used 51 students' data for the analysis. Both school and J-League youth surveys were conducted by a professor and researcher of sports science, supervised by a teacher or coach. Since the questionnaire included private content, participants were warned not to talk to other students while filling out the questionnaire. The questionnaires

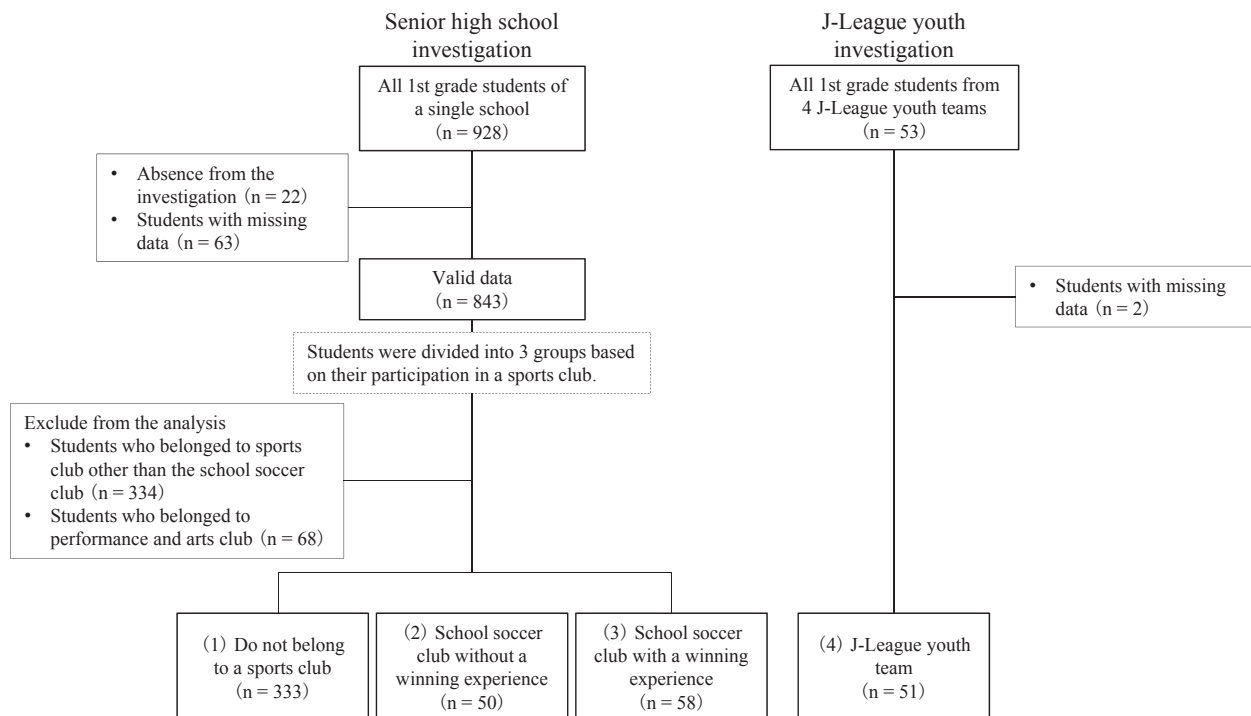


Figure 1. Flow of the process of selection of the study participants.

Winning experience indicates that students won a prize in a previous tournament that was bigger than a prefecture level competition.

were collected by survey the staff who were undergraduate or graduate school students majoring sports science.

## B. Measures

### 1. Sense of coherence

We assessed sense of coherence (SOC) using the three-item SOC scale (the University of Tokyo Health Sociology version of the SOC scale<sup>18)</sup>). This scale evaluates subordinate concepts of SOC (i.e., manageability, meaningfulness, and comprehensibility) using 3 questions with 7 response options. The scores on this tool range from 3 to 21, with higher scores indicating a higher ability to cope with stress. The scale had a good internal consistency reliability, and has confirmed convergent validity with the longer version of the SOC scale and criterion-related validity of self-rated health in Japanese individuals aged over 20 years<sup>17)</sup>.

### 2. Profile of mood state

We evaluated psychological distress using the profile of mood state (POMS)<sup>13)</sup> short form Japanese version<sup>23)</sup>. The scale comprises 30 items on participants' mood in the last 1 week. We used the total mood disturbance (TMD) score for the analysis, which is computed by subtracting the vigor score from the summed score on the other 5 subscales. The TMD score ranges from -20 to 76, with lower scores indicating lower psychological distress. The scale has confirmed convergent validity with the 65 items version POMS scale which was positively related to mood states evaluated by a psychiatrist<sup>24)</sup>. Five subscales of the POMS short form have good internal consistency reliability in Japanese individuals under 19 years old<sup>23)</sup>. For the TMD score, although the reliability and validity of the scale has not yet been confirmed, previous studies reported that it might be useful to detect clinical problems<sup>23)</sup> or overtraining in athletes<sup>5)</sup>.

### 3. Participants' characteristics

As SOC reflects past experiences<sup>22)</sup>, we investigated success and negative experience in junior high school

using the tool developed by Kimura et al.<sup>11)</sup>. The scale consists of 6 questions regarding studies, sports, art, club activities, and friendship experiences.

For participants who belonged to the school soccer club and the J-League youth team, we collected data on years of participation in soccer, number of activity days per week, and perceived physical exertion of daily practice. The perceived physical exertion of daily practice was assessed using 5 response options ranging from "nothing at all" to "extremely hard." Additionally, we used the athletic social support scale<sup>19)</sup> to assess participants' perceived social support related to sports activities.

## C. Statistical analysis

Descriptive statistics included the mean  $\pm$  standard deviation for the continuous variable, years of participation in soccer, and median and interquartile (IQR) for other ordinal variables. To compare SOC and TMD scores between the groups, we used the Kruskal-Wallis test and Bonferroni post hoc tests. We used the EZR on R commander 1.35<sup>7)</sup> for the analysis. The level of statistical significance was set at  $P < 0.05$ .

## D. Ethical considerations

For the high school investigation, we obtained consent from the principal of the school prior to the investigation. The participants were explained the purpose of the study and the usage of personal information, and we informed them that the investigation results would never affect their academic attainment. We asked participants to mark specific box if they did not consent to participate. For the J-League youth, after obtaining consent from the team coach or staff, we conducted the investigation following the same process as that used in the high school investigation. The ethics committee of Nippon Sport Science University approved this study (Approval number: 017-H003).

## Results

Characteristics of participants in each group have



been presented in Table 1. There was a significant group difference in the success and negative experiences in junior high school; the school soccer club with a winning experience and J-League youth team groups showed higher scores as compared to the group that did not belong to a sports club. In the analysis, except for the group that did not belong to a sports club, there was a significant difference in the years of participation in soccer among the other groups. Specifically, the school soccer club with a winning experience and J-League youth team groups had participated in soccer for longer than the school soccer club without a winning experience group. In addition, the frequency of activity days was lesser among those in the J-League youth team group, as compared to both school soccer club groups. There were no significant differences in the perceived physical exertion of daily practice and the sports activity related social support.

Figure 2 shows the findings on the comparison of SOC and TMD scores between the groups. There were significant group differences in SOC score; the school soccer club with a winning experience (median: 16.0, IQR: 4.0-21.0) and J-League youth team (15.0, 6.0-

21.0) groups had higher scores than the group that did not belong to a sports club (14.0, 3.0-21.0). However, there were no significant differences between the school soccer club without a winning experience group (15.0, 9.0-21.0) and the other groups.

Similarly, there were significant group differences in TMD score; the J-League youth group (10.0, -8.0-33.0) had a lower score than all other groups (do not belong to a sports club: 22.0, -16.0-77.0; school soccer club without a winning experience: 22.0, -2-57.0; and school soccer club with a winning experience: 17.5, -20.0-74.0). The subscale scores on the SOC and POMS are shown in Appendix 1.

## Discussion

We investigated the relationship of athletic sports with SOC and mood states in senior male high school students by comparing a strong school soccer club and 4 J-League youth teams. Findings revealed that, regardless of the athletic organization, male senior high school students who played soccer at a high level possessed higher SOC than did students who did not belong to a sports club. Meanwhile, J-League youth participants exhibited lower psychological distress

Table 1. Characteristics of participants in each group.

Variables	(1) Do not belong to a sports club (n = 333)	(2) School soccer club without a winning experience (n = 50)	(3) School soccer club with a winning experience (n = 58)	(4) J-League youth team (n = 51)	P value	Post-hoc test
Success and negative experience in junior high school (point), median (Q1, Q3)	17.0 (14.0, 19.0)	18.0 (17.0, 20.0)	19.0 (18.0, 21.0)	19.0 (18.0, 21.0)	< 0.001	1 < 3,4
Years of participating in soccer, mean $\pm$ standard deviation	Not applicable	6.2 $\pm$ 3.3	9.2 $\pm$ 2.1	10.3 $\pm$ 2.2	< 0.001	2 < 3,4
Activity days per week, median (Q1, Q3)		6.8 (6.0, 7.0)	7.0 (6.0, 7.0)	6.0 (6.0, 6.0)	< 0.001	4 < 2,3
Perceived physical exertion of daily practice (point), median (Q1, Q3)		5.0 (5.0, 6.0)	5.0 (5.0, 6.0)	5.0 (4.5, 6.0)	0.618	
Athlete social support (point), median (Q1, Q3)		19.0 (17.0, 20.0)	20.0 (18.0, 21.0)	20.0 (19.0, 21.0)	0.060	

Q1: Quartile 1; Q3: Quartile 3.

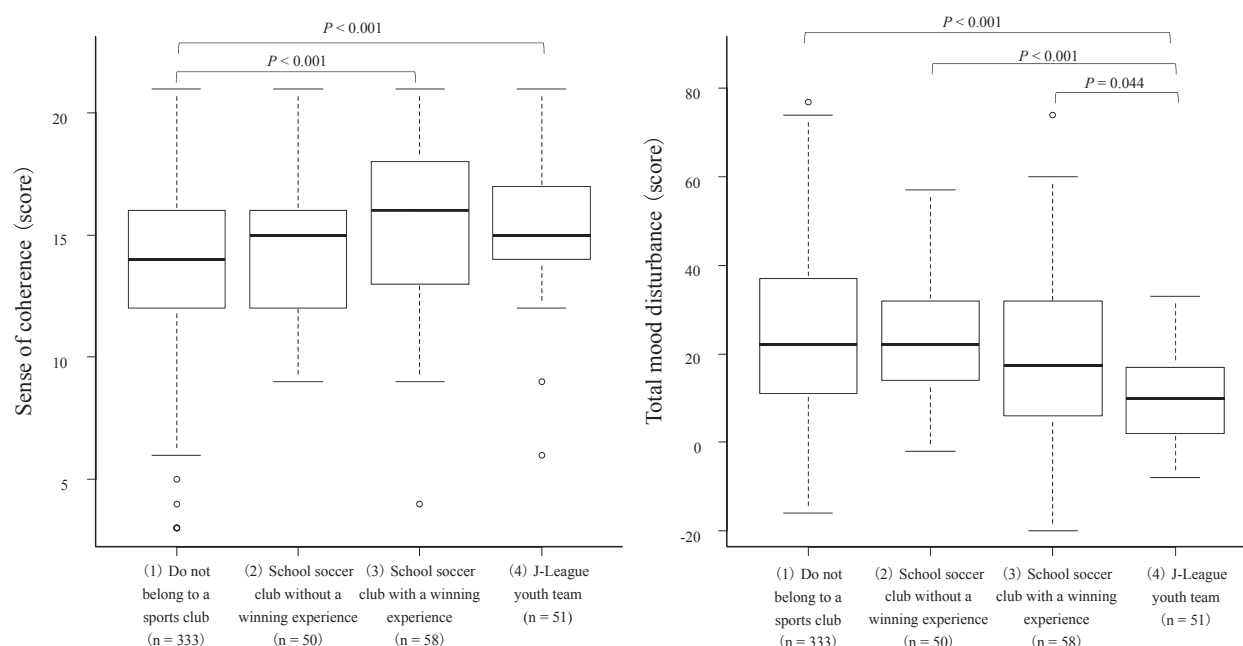


Figure 2. Comparison of sense of coherence and total mood disturbance scores between groups.

We used the Kruskal-Wallis test and Bonferroni post hoc tests to compare SOC and TMD scores between the groups.

compared to participants who belonged to a school soccer club and did not belong to a sports club.

With regard to sports activity characteristics, participants of the J-League youth team or the school soccer club with a winning experience had participated in soccer for longer than those who belonged to the school soccer club without a winning experience. This result indicated that longer experience of soccer may be related to winning a prize in a tournament. In addition, the activity days per week in the J-League youth team group were lower than the school soccer club groups.

Further, participants with high athletic levels tended to possess higher SOC than those who did not belong to a sports club. Similarly, the measures of success and negative experiences in junior high school showed the same tendency with SOC. Since SOC reflects past experiences, successful experiences related to engagement with sports at a high athletic level may contribute to the development of SOC. For example, they may be often involved in an important occasion which influences the result of a game. These experiences contribute to shape SOC in adolescence as “participa-

tion in shaping outcome.” Moreover, performance in these difficult situations may strengthen SOC as “successful tension management”<sup>22)</sup>. A previous study reported that high SOC is positively associated with high mental skills, which may relate to athletic performance among athletes<sup>3)</sup>. Another study reported that the number of years of experience with sports is positively associated with SOC in college students<sup>2)</sup>. Similarly, in the present study, the students belonging to the J-League youth team or the school soccer club with winning experience were found to have participated in sports for a longer period, such that they could derive valuable experiences that enhanced their SOC.

On the other hand, the TMD score of the J-League youth team group was better than that of the other 3 groups. These results are consistent with the prior reported systematic review that indicated the various psychological health benefits of sports activities<sup>1)</sup>. Indeed, this previous study supports the present result pertaining to the difference between the J-League youth team group and the group that did not belong to a sports club. The J-League youth team group also

showed favorable mood states as compared to those in the school soccer club groups. This may be related to the fewer activity days observed in the J-League youth team group than that in the school soccer club groups. From the result of the perceived physical exertion in the J-League youth team and the school soccer club, we can see the training load were comparable between organizations. However, the school soccer club groups engaged in the activity almost every day, which might cause psychological distress due to the lack of recovery time. Moreover, overall, the J-League youth team students possessed high SOC and longer experience of soccer, indicating that they may have been better at coping with the possible difficult situations they may face in athletic activities. On the other hand, it is known that Japanese school sports clubs involve a specific culture, such as being forced to behave politely in the activity. Since the present investigation was conducted in the early part of the high school year, the students in the school soccer club may have been affected by the cultural differences in the sports activity. As increased mood disturbance is a useful indicator to monitor over-training or under-recovery in athletes<sup>5,10)</sup>, we need to be careful and mindful about the high TMD scores in the school soccer club groups which might relate to the aforementioned reasons.

Since this study revealed differences in SOC scores and mood states between high athletic level students participating in school and public sports clubs, we expect that this result will help with the implementation of effective athletic sports activities based on the characteristics of the students involved in these organizations. However, this study had several limitations. First, since this was a cross-sectional study, we could only grasp the characteristics of school soccer clubs and the J-League youth teams. Moreover, we made assumptions about the reason for the differences between the two organizations in terms of activity days, years of experience with sports, and past

successful experiences. Future studies should take into account other confounders, and longitudinal studies should reveal the causal relationships of these factors in terms of psychological development and psychological distress. To further differentiate the overall influence of the school sports club and J-League youth teams, measures of student socioeconomic status, cost of activities, and number of members in a single team should be included as related factors. In addition, since the present study was conducted only in 1 boys' high school and 4 J-League youth teams, it is unclear if the results could be generalized to other populations. Therefore, it is necessary to investigate the differences between school and public sports clubs in various single-sex and co-educational schools or to focusing on other sports, in order to generate more generalizable knowledge about adolescent participation in athletic sports.

## Conclusions

This study indicated that, regardless of the athletic organization, male senior high school students who played soccer at a high level possess higher SOC than students who did not belong to a sports club. Meanwhile, we observed differences in measures of psychological distress by athletic organizations, such that students in the J-League youth team had favorable mood states. In contrast, since less rest was one of the possible reasons for the comparably bad reported mood states in the school sports club, a review of the number of activity days in school sports club might be needed in order to the alleviate the psychological distress in senior high school students. Further longitudinal investigations will reveal the causal relationship of athletic organizations with psychological development and psychological distress in adolescents.

## Acknowledgments

The authors thank the chief director Mr. Mitsuhiro Tokuno, and teacher Mr. Takayori Ueki, from Higashi-Fukuoka-Gakuen. We also appreciate the staffs and members of Omiya Ardija,



Tokyo Verdi, F.C. Tokyo and other J-League youth team for their contributions.

## References

- 1) Eime, R.M., Young, J.A., Harvey, J.T., Charity, M.J., and Payne, W.R. (2013): A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, **10**, 98.
- 2) Endo, S., Kanou, H., and Oishi, K. (2012): Sports activities and sense of coherence (SOC) among college students. *Int. J. Sport Health Sci.*, **10**, 1–11.
- 3) Fallby, J., Hassmén, P., Kenttä, G., and Durand-Bush, N. (2006): Relationship between locus of control, sense of coherence, and mental skills in Swedish elite athletes. *Int. J. Sport Exerc. Psychol.*, **4**, 111–120.
- 4) Hansen, D.M., Larson, R.W., and Dworkin, J.B. (2003): What adolescents learn in organized youth activities: a survey of self-reported developmental experiences. *J. Res. Adolesc.*, **13**, 25–55.
- 5) Hooper, S.L. and Mackinnon, L.T. (1995): Monitoring overtraining in athletes. *Sports Med.*, **20**, 321–327.
- 6) Japan Sports Agency (2018): 運動部活動の在り方に関する総合的なガイドライン.  
[http://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/shingi/013\\_index/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2018/03/19/1402624\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/sports/b_menu/shingi/013_index/toushin/_icsFiles/afieldfile/2018/03/19/1402624_1.pdf)
- 7) Kanda, Y. (2013): Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZ' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.*, **48**, 452–458.
- 8) Kanekiyo, F. and Hirata, T. (2012): Research on players from youth academy in J-League clubs. *Journal of Japan Society of Sports Industry*, **22**, 91–96.
- 9) Kasano, H. (2012): A new theory of sports organizations based on analysis of their impact on sports practitioners. *Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences*, **57**, 83–101.
- 10) Kellmann, M. (2010): Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, **20** (Suppl. 2), 95–102.
- 11) Kimura, C., Yamazaki, Y., Ishikawa, H., Endo, Y., Mandai, Y., Ozawa, M., Shimizu, J., Tominaga, M., Fujimura, K., Kakishima, A., Kato, R., Tamura, M., Doi, K., Yamaguchi, T., and Yoshino, T. (2001): Sense of coherence in the university students and its related factors. *Japanese Journal of Health Education and Promotion*, **9**, 37–48.
- 12) Kurosu, M. (1987): A study of junior class in commercialized tennis club (I) - Difference in tennis involvement between commercialized club and school club. *Nagasaki University Bulletins*, **27**, 61–77.
- 13) McNair, D.M., Lorr, M., and Droppleman, L.F. (1992): Profile of mood states. Educational and Industrial Testing Service, San Diego, CA.
- 14) Nagamatsu, T., Suzukawa, K., Kai, Y., Suyama, Y., Matsubara, I., Ueki, T., Osanai, H., Ochi, E., Wakamatsu, K., and Aoyama, K. (2010): Influence of organized sport activity on stress response and mental health in adolescents: a 15-month cohort study in high school students. *Bulletin of the Physical Fitness Research Institute*, **108**, 1–7.
- 15) Sasakawa Sports Foundation The 2015 SSF National Sports-Life Survey of Young People.  
<http://www.ssf.or.jp/research/sldata/tabid/328/Default.aspx>
- 16) Terry, P.C. and Lane, A.M. (2000): Normative values for the Profile of Mood States for use with athletic samples. *Journal of Applied Sport Psychology*, **12**, 93–109.
- 17) Togari, T. (2008): Development of the useful SOC3 scale (University of Tokyo Health Sociology version of the SOC3 scale: SOC3-UTHS) for the large population survey. Discussion Paper Series: University of Tokyo Institute of Social Science Panel Survey.
- 18) Togari, T., Yamazaki, Y., Nakayama, K., and Shimizu, J. (2007): Development of a short version of the sense of coherence scale for population survey. *J. Epidemiol. Community Health*, **61**, 921–922.
- 19) Tsuchiya, H., Katsura, K., and Nakagomi, S. (1995): The promoting effect of social support on varsity athletes' feelings adjustment to their sport activities. *Bulletin of Institute of Health and Sport Science, the University of Tsukuba*, **18**, 75–83.
- 20) Tsuiki, H. (2014): The relationship between youth sports clubs and extracurricular activities in school: comparison of consciousness formation between J youth club and a high school soccer club. *Journal of Kyushu University of Health and Welfare*, **15**, 13–22.
- 21) Tsuji, T., Sasagawa, O., Nakamura, S., Kodaira, H., Kondo, K., and Yamazaki, Y. (2017): Longitudinal relationship of participation in sports club activities with a sense of coherence and psychological distress in university students: an analysis of three data points over a period of 2 years. *Research in Exercise Epidemiology*, **19**, 24–35.
- 22) Yamazaki, Y. and Yoshii, K. (2001): Unraveling the mystery of health. How people manage stress and stay well by Aaron Antonovsky [translated in Japanese], UNI Agency, Tokyo.
- 23) Yokoyama, K. (2005): POMS-short form handbook and

case study. Kaneko Shobo, Tokyo.  
 24) Yokoyama, K., Araki, S., Kawakami, N., and Takeshita, T. (1990): Production of the Japanese edition of profile of

mood states (POMS): assessment of reliability and validity. Jpn. J. Public Health, **37**, 913–918.

# Appendix 1.

Subscale scores on sense of coherence and profile of mood states.

Variables	(1) Do not belong to a sports club (n = 333)	(2) School soccer club without a winning experience (n = 50)	(3) School soccer club with a winning experience (n = 58)	(4) J-League youth team (n = 51)	P value	Post-hoc test
<b>SOC subscale, median (Q1, Q3)</b>						
Maneageability	4.0 (1.0, 7.0)	5.0 (3.0, 7.0)	5.0 (1.0, 7.0)	5.0 (2.0, 7.0)	0.006	1 < 4
Meaningfulness	5.0 (1.0, 7.0)	5.0 (3.0, 7.0)	5.5 (2.0, 7.0)	6.0 (2.0, 7.0)	< 0.001	1 < 3,4; 2 < 4
Comprehensibility	4.0 (1.0, 8.0)	5.0 (2.0, 7.0)	5.0 (1.0, 7.0)	5.0 (2.0, 7.0)	< 0.001	1 < 3
<b>POMS subscale, median (Q1, Q3)</b>						
Tension-Anxiety	6.0 (0.0, 20.0)	6.0 (0.0, 14.0)	5.0 (0.0, 17.0)	4.0 (0.0, 15.0)	0.023	4 < 1
Depression	4.0 (0.0, 20.0)	3.0 (0.0, 16.0)	2.0 (0.0, 14.0)	2.0 (0.0, 9.0)	0.002	4 < 1,2
Anger-Hostility	3.0 (0.0, 18.0)	3.0 (0.0, 17.0)	2.5 (0.0, 17.0)	1.0 (0.0, 9.0)	0.001	4 < 1,2
Vigor	6.0 (0.0, 20.0)	7.0 (0.0, 19.0)	8.0 (0.0, 20.0)	10.0 (0.0, 18.0)	0.003	1 < 4
Fatigue	8.0 (0.0, 20.0)	10.0 (0.0, 20.0)	18.5 (0.0, 20.0)	4.0 (0.0, 15.0)	< 0.001	4 < 1,2,3
Confusion	7.0 (–1.0, 19.0)	6.0 (2.0, 18.0)	5.5 (0.0, 19.0)	5.0 (1.0, 12.0)	< 0.001	4 < 1,2

SOC; sense of coherence, POMS; profile of mood states, Q1; Quartile 1, Q3; Quartile 3.

## 勤労者における客観的身体活動強度および 実践時間帯と主観的睡眠の質との関連

北濃成樹<sup>1)</sup> 小野寺由美子<sup>2)</sup> 角田憲治<sup>1,3)</sup> 甲斐裕子<sup>1)</sup>  
神藤隆志<sup>1)</sup> 朽木 勤<sup>4)</sup> 永松俊哉<sup>1)</sup>

## The association of objectively measured physical activity intensity and time-of-day with subjective sleep quality in Japanese employees

Naruki Kitano, Yumiko Onodera, Kenji Tsunoda, Yuko Kai,  
Takashi Jindo, Tsutomu Kuchiki, and Toshiya Nagamatsu

### SUMMARY

It is still unclear what timing and intensity of physical activity (PA) is effective to promote good sleep for workers. This study investigates associations of objectively measured timing and intensity of PA with subjective sleep quality in Japanese employees.

Data were gathered from 104 Japanese employees (age  $46.1 \pm 10.0$  years; women 64.4%) who mainly engaged in desk work. Participants wore an accelerometer (HJA-750C, Omron Healthcare Co.) for a month, and we calculated average daily low-intensity PA (LPA, 1.6–2.9 METs), moderate-intensity PA (MPA, 3.0–5.9 METs), and vigorous-intensity PA (VPA,  $\geq 6.0$  METs) in the morning (05:00–11:59), afternoon (12:00–17:59) and evening (18:00–24:00), respectively. We used the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) to assess subjective sleep quality, and calculated sleep efficiency, daytime dysfunction score and PSQI global score. Adjusted multiple regression models revealed that LPA in the afternoon have significant favorable associations with daytime dysfunction score ( $\beta = -0.353$ ) and PSQI global score ( $\beta = -0.333$ ). In the evening, VPA was significantly associated with higher sleep efficiency ( $\beta = 0.261$ ). To maintain a good sleep quality for employees, our findings are the first pointing at LPA in the afternoon, and at VPA after office hours would be effective.

Key words: exercise, accelerometer, insomnia.

### 緒 言

短時間睡眠や主観的睡眠の質の低下は、心身の健康状態を左右するリスクファクターであり<sup>25)</sup>、不眠症状を有する勤労者は、骨格筋系障害や精神障害によって早期退職しやすいこともわかってい

る<sup>19)</sup>。また、睡眠不足に代表される睡眠の問題は日中の覚醒度や認知機能の低下をもたらすため<sup>29)</sup>、労働生産性の低下の原因となる。勤労者は睡眠に問題を抱えやすいことが知られているが<sup>6)</sup>、一般的にヒトは人生の多くの時間を勤労者として過ごすため、生涯を通じて心身を健やかな状態に保ち、

1) 公益財団法人 明治安田厚生事業団体力医学研究所  
2) 公益財団法人 明治安田厚生事業団ウェルネス開発室  
3) 山口県立大学社会福祉学部  
4) 兵庫大学

Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan.  
Wellness Development Office, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan.  
Faculty of Social Welfare, Yamaguchi Prefectural University, Yamaguchi, Japan.  
Hyogo University, Hyogo, Japan.

仕事で十分な能力を発揮するためにも、睡眠の質を高く保持することは重要な課題といえる。

運動などの身体活動の実践は心身の健康だけでなく、睡眠にも好影響を与える。これまでに疫学および実験的研究の双方から、運動が主観的・客観的睡眠の質に与える影響が検討されており、システマティックレビューによって、一定の有効性が報告されている<sup>18,31,32)</sup>。しかし、現在までに多岐にわたる条件(強度、量、様式など)の身体活動と睡眠との関連が検討されてきたが<sup>3,10)</sup>、依然として、効果を最大化するために最適な身体活動条件は不明である。

身体活動の睡眠への効果を規定する要因の1つに活動の実践時間帯がある。かねてより、夜間、特に就寝直前の高強度身体活動は覚醒水準の上昇<sup>3,28)</sup>による入眠障害や過度な体温上昇による中途覚醒の増加<sup>11)</sup>につながると考えられてきた。一方で、夜間の身体活動でも主観的・客観的入眠潜時や中途覚醒時間、主観的睡眠の質に悪影響を及ぼさないという運動介入研究<sup>24,33)</sup>や観察研究<sup>4)</sup>もあり、一貫した見解が得られていない。各研究間で、対象者の特性や身体活動強度の定義が曖昧であることが結果の一貫性や一般化を妨げていると考えられており、対象集団に沿った質の高い研究が求められている。

その点、勤労者を対象とした研究は不足しており、運動と主観的睡眠の横断的関連を検討した研究<sup>1,8)</sup>は存在するものの、著者の知る限り、身体活動の実践時間帯に着目した研究はない。現代社会で日々多忙な職務をこなす働く人々にとって、時間的制約は運動実践の主たる阻害要因であり<sup>16)</sup>、活発に体を動かす時間帯は勤務時間の前後や休日に限られるだろう。以上より、睡眠との関連について、勤労者では夜の高強度身体活動が負の関連を示すのか、また、1日のどのタイミングでどれくらいの強度の身体活動を行うと効果的・効率的であるのかを明らかにする意義は大きい。

そこで、本研究は勤労者を対象に、3軸加速度計により客観的に評価した身体活動と主観的睡眠の質の横断的関連性について、活動強度と実践時

間帯の側面から検討することを目的とした。

## 方 法

### A. 対象者

研究は2016年11～12月に東京都内の生命保険会社およびその関連企業の従業員122名を対象に行われた運動介入研究のベースライン時調査のデータを使用した。このうち、1)調査票のデータに欠損のある14名、2)睡眠薬を服用している3名、3)加速度計のデータに欠損のある1名を除外した、104名を最終的な分析対象とした。研究対象企業の勤労者の多くは8時30分頃に出社し、日中はデスクワークに従事し、17時30分頃に退社する一般的なオフィスワーカーである。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て実施し(承認番号:28004号)、対象者には研究についての説明書を一読させたうえで、参加の同意を得た。

### B. 調査項目

#### 1. 身体活動量

身体活動量の評価には epoch length を10秒に設定した3軸加速度計(HJA-750C, オムロンヘルスケア社製)を用いた。本機器で測定した日常生活下(free-living)における metabolic equivalents (METs)は、その他多くの加速度計やウェアラブル端末のなかでも二重標識水法による評価との相関が強いとされている<sup>23)</sup>。対象者には加速度計を腰部に1か月間、睡眠時や水中活動(入浴や水泳)時を除き、1日中装着するよう指示した。先行研究に準じて、機器の非装着時間は検出閾値以下の活動強度でゼロカウントとみなされた活動が20分間以上継続した時間の合計とし、1日10時間以上装着した日が4日以上ある場合のみ分析に使用した<sup>22)</sup>。なお、対象者の身体活動量は、低強度(low-intensity physical activity; LPA, 1.6 ~ 2.9 METs)、中強度(moderate-intensity physical activity; MPA, 3.0 ~ 5.9 METs)、高強度(vigorous-intensity physical activity; VPA, 6.0 METs 以上)およびそれらの合計である総身体活動量(total physical activity; TPA)について、午前(5時～11時59分)、午後(12



時～17時59分)、夜(18時～24時)の3つの時間帯に分けて平均身体活動量(METs・h/日)を算出し分析に使用した。なお、本研究対象者は首都圏在住勤労者であり、彼ら/彼女らの起床・通勤時刻を鑑み、午前の行動は5時から記録することとした。

## 2. 主観的睡眠の質

主観的睡眠の質の調査には日本語版 Pittsburgh Sleep Quality Index(PSQI)を用いた<sup>7)</sup>。PSQIは研究と臨床の双方の場面で世界的に汎用される睡眠障害スクリーニング尺度であり、過去1か月間の①睡眠の質、②入眠時間、③睡眠時間、④睡眠効率(総就床時間に占める睡眠時間の割合)、⑤睡眠困難、⑥眠剤の使用、⑦日中の覚醒困難を評価し、合計得点が5.5点以上の場合は睡眠障害と診断される<sup>9)</sup>。勤労者に多い睡眠の問題は、入眠障害と中途覚醒障害による睡眠効率の低下、日中の過度な眠気であり、身体活動の実践時間帯と睡眠との関連性を検討した先行研究でも、これらをアウトカムにしている。そこで本研究でも、睡眠効率、日中の覚醒困難、PSQI総合得点の3つの変数を選定して分析に使用した。なお、夜間の身体活動による入眠障害を報告する先行研究<sup>4,28)</sup>も見受けられる。ただし、本研究は時間帯ごとに分析を実施し、アウトカムも複数設定していたことから、検定の多重性の問題を考慮し、入眠は睡眠効率の一部としてとらえた。

## 3. その他の項目

対象者の基本属性として、年齢、性、body mass index(BMI)、教育年数、平均的な1週間の残業時間、心理的ストレスを自記式質問法により調査した。BMIは各対象者が直近の健診等で測定した身長と体重を想起して回答させた値から算出した。心理的ストレスの評価には日本語版K6<sup>12)</sup>を使用した。

## C. 統計解析

従来の研究で行われてきた代表的解析手法と比較するために、主観的睡眠の質について、まずは強度別の身体活動量との関連を分析し、その後、実践時間帯ごとの強度別身体活動量との関連を分析した。統計解析には、従属変数に主観的睡眠の

質(睡眠効率、日中の覚醒困難、PSQI総合得点)、独立変数に実践時間帯ごとの強度別身体活動量を投入した重回帰分析を用いた。共変量には年齢、性、BMI、教育年数、平均的な1週間の残業時間、心理的ストレス、独立変数に投入していない実践時間帯ごとの強度別身体活動量を使用した。また、投入した変数間の多重共線性を確認するため、variance inflation factor(VIF)を算出した。VIFが5を超える場合には中程度以上の多重共線性の存在が疑われるが<sup>26)</sup>、本研究の全モデルでVIFは5未満であった。すべての統計解析にはIBM SPSS Statistics 21.0 for Windowsを用い、有意水準はいずれも5%とした。

## 結 果

表1に最終分析対象104名の特徴を示した。対象者の基本属性は、年齢46.1±10.0歳、女性64.4%、BMI 22.5±2.8 kg/m<sup>2</sup>、教育歴15.0±1.7年、週の残業時間6.0±6.3時間、PSQI総合得点5.5±2.2点であった。また、表1および図1に加速度計で評価

表1. 対象者の特性

Table1. Characteristics of study participants.

	n = 104
	Mean ± SD
Age, years	46.1 ± 10.0
Female, n (%)	67.0 (64.4)
Education, years	15.0 ± 1.7
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	22.5 ± 2.8
Overtime work, h/wk	6.0 ± 6.3
K6 score, points	3.3 ± 4.0
Accelerometer data	
Wear day, days	24.3 ± 9.2
Wear time, h/day	15.3 ± 1.8
TPA, MET・h/day	12.9 ± 3.1
PSQI global score, points	5.5 ± 2.2
Bedtime	23.9 ± 0.9
Wake up time	6.3 ± 0.8
Sleep duration, h	6.0 ± 0.8
Sleep efficiency, %	93.9 ± 7.2
Daytime dysfunction, points	0.3 ± 0.4

TPA; total physical activity, PSQI; Pittsburgh Sleep Quality Index.

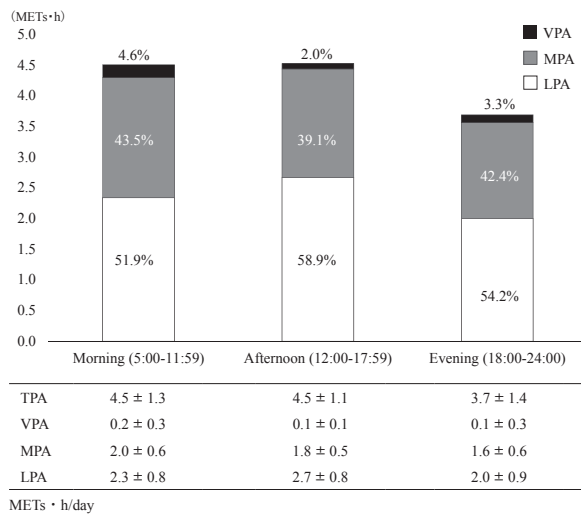


図1. 対象者の各時間帯の身体活動量

Figure1. Physical activity at each time-of-day in study participants.

TPA; total physical activity, LPA; low-intensity physical activity, MPA; moderate-intensity physical activity, VPA; vigorous-intensity physical activity.

した対象者の身体活動量を示した。対象者の1日のTPAは12.9±3.1 METs·hであった。

表2に身体活動強度と主観的睡眠の質の関連性を示した。重回帰分析の結果、1日のVPAが睡眠効率の高さと有意に関連した( $\beta = 0.273$ ,  $VIF = 1.223$ ,  $P < 0.05$ )。TPA, LPA, MPAはいずれの睡眠変数とも有意な関連を示さなかった。

表3に身体活動強度および実践時間帯と主観的睡眠の質との関連を示した。重回帰分析の結果、夜間(18時以降)のVPAが睡眠効率の高さと有意

に関連した( $\beta = 0.261$ ,  $VIF = 1.179$ ,  $P < 0.05$ )。また、午後(12時から17時59分まで)のLPAは日中の覚醒困難感の低さ( $\beta = -0.353$ ,  $VIF = 2.035$ ,  $P < 0.05$ )や、PSQI総合得点の低さ( $\beta = -0.333$ ,  $VIF = 2.035$ ,  $P < 0.05$ )と有意に関連した。いずれの身体活動強度においても午前の活動量と主観的睡眠の質と間に有意な関連はみられなかった。

## 考察

本研究は勤労者を対象に3軸加速度計により客観的に評価した身体活動と主観的睡眠の質との横断的関連性について、活動強度と実践時間帯の側面から検討した。その結果、午後のLPAが多いほど日中の覚醒困難感が低く、総合的な主観的睡眠の質が高いことや、1日のVPAが多いほど睡眠効率が高く、特に夜間の実践と良好な関連を示すことを確認した。

一般的にヒトは昼食後の午後の時間帯に強い眠気が訪れ<sup>5)</sup>、認知機能の低下<sup>30)</sup>や業務上のミスが起きると考えられている。運動などの身体活動<sup>14)</sup>や座位から立位への姿勢変化<sup>17)</sup>により眠気が解消されることが知られている一方で、1日の行動時間についてLPAと座位行動は負相関し<sup>21)</sup>、長時間の座位行動は日中の眠気の強さと関連することも示唆されている<sup>20)</sup>。すなわち、本研究結果は先行研究の結果を支持し、勤労者の午後の眠気をLPAによって解消できる可能性を示したが、

表2. 身体活動強度と主観的睡眠状況との関連

Table2. The association of objectively measured physical activity intensity with subjective sleep variables.

	n = 104								
	Sleep efficiency (%)			Daytime dysfunction (range: 0-6) <sup>†</sup>			PSQI global score (range: 0-21) <sup>†</sup>		
	$\beta$	P value	VIF	$\beta$	P value	VIF	$\beta$	P value	VIF
TPA, MET · h/day	-0.013	0.903	1.225	0.004	0.969	1.225	0.038	0.698	1.225
LPA, MET · h/day <sup>‡</sup>	0.044	0.717	1.564	-0.054	0.648	1.564	-0.059	0.598	1.564
MPA, MET · h/day <sup>‡</sup>	-0.159	0.194	1.558	0.058	0.622	1.558	0.137	0.222	1.558
VPA, MET · h/day <sup>‡</sup>	<b>0.273</b>	<b>0.013</b>	<b>1.223</b>	0.024	0.815	1.223	-0.060	0.545	1.223

TPA; total physical activity, LPA; low-intensity physical activity, MPA; moderate-intensity physical activity, VPA; vigorous-intensity physical activity, PSQI; Pittsburgh Sleep Quality Index, VIF; variance inflation factor. All models are adjusted for age, gender, education, BMI, overtime work, and K6 score. <sup>†</sup>Higher scores indicate poorer states. <sup>‡</sup>Models additionally adjusted for other physical activity intensity.



表3. 身体活動強度および実践時間帯と主観的睡眠状況との関連

Table3. The association of objectively measured physical activity intensity and time of day with subjective sleep variables.

	n = 104								
	Sleep efficiency (%)			Daytime dysfunction (range: 0-6) †			PSQI global score (range: 0-21) †		
	$\beta$	P value	VIF	$\beta$	P value	VIF	$\beta$	P value	VIF
Morning (5:00-11:59)									
LPA, METs · h/day	0.071	0.596	1.832	-0.111	0.384	1.832	-0.085	0.487	1.832
MPA, METs · h/day	-0.165	0.173	1.469	-0.083	0.468	1.469	0.088	0.422	1.469
VPA, METs · h/day	0.171	0.108	1.131	-0.015	0.879	1.131	-0.084	0.382	1.131
Afternoon (12:00-17:59)									
LPA, METs · h/day	-0.033	0.816	2.035	<b>-0.353</b>	<b>0.008</b>	<b>2.035</b>	<b>-0.333</b>	<b>0.008</b>	<b>2.035</b>
MPA, METs · h/day	-0.110	0.399	1.669	0.060	0.610	1.669	0.120	0.285	1.669
VPA, METs · h/day	0.122	0.281	1.266	-0.043	0.678	1.266	-0.125	0.202	1.266
Evening (18:00-24:00)									
LPA, METs · h/day	-0.014	0.924	2.296	0.228	0.101	2.296	0.176	0.194	2.296
MPA, METs · h/day	-0.080	0.553	1.882	0.113	0.365	1.882	0.057	0.641	1.882
VPA, METs · h/day	<b>0.261</b>	<b>0.016</b>	<b>1.179</b>	0.026	0.790	1.179	0.003	0.979	1.179

LPA; low-intensity physical activity, MPA; moderate-intensity physical activity, VPA; vigorous-intensity physical activity, PSQI; Pittsburgh Sleep Quality Index, VIF; variance inflation factor. Models are adjusted for age, gender, education, BMI, overtime work, K6 score, and other physical activity. †Higher scores indicate poorer states.

その背景には LPA 増加による直接的な効果だけではなく、座位行動の低下を介した間接的な眠気解消があったものと推察される。「働き方改革」や「健康経営」などの取り組みが普及し始め、勤労者の労働生産性を高めることに注目が集まる昨今、午後に椅子から立ち上がりデスク周りを歩くことや軽いストレッチを実践することが、眠気の解消に効果的であることを示唆した本研究の意義は大きいと考える。また、この時間帯の LPA が入眠潜時や中途覚醒時間を反映する睡眠効率と関連しなかったことを鑑みると、PSQI 総合得点との関連は下位概念である日中の眠気によって、いくらか説明できるだろう。

本研究では、これまでの運動介入研究<sup>28)</sup>や米国睡眠医学会の指針<sup>2)</sup>で主張されてきた夜間の MPA や VPA の睡眠とのネガティブな関連は確認されず、反対に VPA が睡眠効率の高さと関連した。当該領域の代表的な観察研究に Buman et al.<sup>4)</sup>のものがある。Buman et al. は1000名の米国一般成人を対象に調査票による横断研究を実施し、朝(就床の8時間以上前)に高強度運動(例：ランニング

やサイクリングなど)を実践している者は、主観的睡眠の質が高く、一方で、午後(就床4～8時間前)や夜(就床の4時間以内)の運動はいずれの強度でも主観的睡眠の質と関連しなかったことから、朝が運動に最適な時間帯であると報告した。本研究とこれらの先行研究の結果の差異は、1)対象者の特性、2)身体活動の評価方法、3)身体活動の実践時間帯の分類方法、などの違いによるものと推察される。特に、対象者が勤労者か否かで、生活リズムや各時間帯の行動が大きく変わってくるため、身体活動強度や実践時間帯と睡眠との関連も異なるだろう。

本研究は横断的観察研究であり、夜の VPA と睡眠効率の高さが関連した明確な作用機序は不明であるが、就寝前の深部体温の適度な上昇<sup>15)</sup>や、不安感情の低下とそれと関連する身体的指標(血圧や筋緊張)の改善<sup>13)</sup>が寄与している可能性がある。また、この時間帯では VPA のみが睡眠効率の高さと関連したことを考えると、ある程度の強度やそれに付随する疲労感<sup>10)</sup>が伴う活動が必要であることが推察される。本研究の対象者における

平均的な退社時刻が17時30分前後であることを考慮すると、退社後に高強度の運動やスポーツ活動を行うこともまとまった睡眠を得るための1つの手段であるかもしれない。

身体活動の強度や実践時間帯と睡眠との関連については、研究ごとに対象が異なること、睡眠が良好な者や運動習慣のある者に限った研究であること、身体活動強度の定義が曖昧であることが、結果の一般化や解釈を妨げており<sup>4)</sup>、対象者の背景因子や、体力水準、睡眠状況で層別化した質の高い研究が必要とされている。また、勤労者は仕事の量(残業)や人間関係により睡眠に問題を有しやすいといわれ<sup>6,8)</sup>、働く人々が良質な睡眠を得るための最適な身体活動条件の探索・解明が求められている。そうしたなか、本研究は著者の知る限り、勤労者を対象に、客観的に評価した身体活動強度や実践時間帯と主観的睡眠の質との関連を検討し、午後のLPAや夜のVPAの有効性を示した初めての研究であり、一定の意義を有す。

しかし、こうした強みがある一方で、本研究にはいくつかの限界が存在する。第一に、本研究は横断研究であり、因果関係に言及することはできない。特に、午後のLPAと覚醒困難感の低さの関連については、日中の眠気が低いために頻繁に立ち上がり、オフィス内で活動的に過ごしていることや、その職場特性として午後に身体活動を伴う行動が多かったことが寄与しているとも考えられる。次に、睡眠の質を主観的に評価している点である。PSQIは妥当性と信頼性が確認された尺度である<sup>7,9)</sup>が、主観的評価では睡眠時間や入眠潜時を過大/過小評価する恐れがあるため<sup>27)</sup>、今後はアクチグラフなどによる客観的評価と併用することが求められる。最後に、本研究結果の一般化についてである。分析対象者のPSQI総合得点の平均値は睡眠障害のカットオフ<sup>9)</sup>と同等の5.5点であった。そのため、本研究結果は、睡眠にある程度の問題を有するデスクワーカーのデータから得られたものであり、特に睡眠に問題がない集団や重篤な睡眠障害を有する集団への知見の一般化には慎重を期す必要がある。

## 総 括

本研究は勤労者を対象に3軸加速度計で評価した客観的身体活動の強度や実践時間帯と主観的睡眠の質との横断的関連を検討した。その結果、12時から17時59分までのLPAが日中の眠気の低さや総合的な主観的睡眠の質の高さと関連し、18時以降のVPAが睡眠効率の高さと関連することを明らかにした。本研究は勤労者が午後の時間帯に立ち上がりデスク周りを歩いたりすることが過度の眠気を防ぎ、就業後や休日の夜の高強度の運動やスポーツ活動がまとまった睡眠の獲得に寄与する可能性を初めて示した。

## 参 考 文 献

- 1) Akerstedt, T., Knutsson, A., Westerholm, P., Theorell, T., Alfredsson, L., and Kecklund, G. (2002): Sleep disturbances, work stress and work hours: a cross-sectional study. *J. Psychosom. Res.*, **53**, 741–748.
- 2) American Academy of Sleep Medicine (2001): International classification of sleep disorders, revised: diagnostic and coding manual. Academy of Sleep Medicine, Chicago.
- 3) Buman, M.P. and King, A.C. (2010): Exercise as a treatment to enhance sleep. *Am. J. Lifestyle Med.*, **4**, 500–514.
- 4) Buman, M.P., Phillips, B.A., Youngstedt, S.D., Kline, C.E., and Hirshkowitz, M. (2014): Does nighttime exercise really disturb sleep? Results from the 2013 National Sleep Foundation Sleep in America Poll. *Sleep Med.*, **15**, 755–761.
- 5) Carskadon, M.A. and Dement, W.C. (1992): Multiple sleep latency tests during the constant routine. *Sleep*, **15**, 396–399.
- 6) Doi, Y. (2005): An epidemiologic review on occupational sleep research among Japanese workers. *Ind. Health*, **43**, 3–10.
- 7) Doi, Y., Minowa, M., Okawa, M., and Uchiyama, M. (1998): Development of the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Jpn. J. Psychiatry Treat.*, **13**, 755–763 (in Japanese).
- 8) Doi, Y., Minowa, M., and Tango, T. (2003): Impact and correlates of poor sleep quality in Japanese white-collar employees. *Sleep*, **26**, 467–471.
- 9) Doi, Y., Minowa, M., Uchiyama, M., Okawa, M., Kim, K., Shibui, K., and Kamei, Y. (2000): Psychometric assessment of subjective sleep quality using the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-J) in psychiatric

- disordered and control subjects. *Psychiatry Res.*, **97**, 165–172.
- 10) Driver, H.S. and Taylor, S.R. (2000): Exercise and sleep. *Sleep Med. Rev.*, **4**, 387–402.
- 11) Edinger, J.D., Morey, M.C., Sullivan, R.J., Higginbotham, M.B., Marsh, G.R., Dailey, D.S., and McCall, W.V. (1993): Aerobic fitness, acute exercise and sleep in older men. *Sleep*, **16**, 351–359.
- 12) 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 K 6 and K10 in the World Mental Health Survey Japan. *Int. J. Methods Psychiatr. Res.*, **17**, 152–158.
- 13) Herring, M.P., O'Connor, P.J., and Dishman, R.K. (2010): The effect of exercise training on anxiety symptoms among patients: a systematic review. *Arch. Intern. Med.*, **170**, 321–331.
- 14) Hori, H., Ikenouchi-Sugita, A., Yoshimura, R., and Nakamura, J. (2016): Does subjective sleep quality improve by a walking intervention? A real-world study in a Japanese workplace. *BMJ Open*, **6**, e011055.
- 15) Horne, J.A. and Staff, L.H. (1983): Exercise and sleep: body-heating effects. *Sleep*, **6**, 36–46.
- 16) Ishii, K., Inoue, S., Ohya, Y., Odagiri, Y., Takamiya, T., Suijo, K., Owen, N., and Shimomitsu, T. (2009): Sociodemographic variation in the perception of barriers to exercise among Japanese adults. *J. Epidemiol.*, **19**, 161–168.
- 17) Karakolis, T. and Callaghan, J.P. (2014): The impact of sit-stand office workstations on worker discomfort and productivity: a review. *Appl. Ergon.*, **45**, 799–806.
- 18) Kubitz, K.A., Landers, D.M., Petruzzello, S.J., and Han, M. (1996): The effects of acute and chronic exercise on sleep. A meta-analytic review. *Sports Med.*, **21**, 277–291.
- 19) Lallukka, T., Haaramo, P., Lahelma, E., and Rahkonen, O. (2011): Sleep problems and disability retirement: a register-based follow-up study. *Am. J. Epidemiol.*, **173**, 871–881.
- 20) Loprinzi, P., Nalley, C., and Selk, A. (2014): Objectively-measured sedentary behavior with sleep duration and daytime sleepiness among U.S. adults. *J. Behav. Health*, **3**, 141–144.
- 21) Mansoubi, M., Pearson, N., Biddle, S.J., and Clemes, S. (2014): The relationship between sedentary behaviour and physical activity in adults: a systematic review. *Prev. Med.*, **69**, 28–35.
- 22) Masse, L.C., Fuemmeler, B.F., Anderson, C.B., Matthews, C.E., Trost, S.G., Catellier, D.J., and Treuth, M. (2005): Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **37**, S544–S554.
- 23) Murakami, H., Kawakami, R., Nakae, S., Nakata, Y., Ishikawa-Takata, K., Tanaka, S., and Miyachi, M. (2016): Accuracy of wearable devices for estimating total energy expenditure: comparison with metabolic chamber and doubly labeled water method. *JAMA Intern. Med.*, **176**, 702–703.
- 24) O'Connor, P.J., Breus, M.J., and Youngstedt, S.D. (1998): Exercise-induced increase in core temperature does not disrupt a behavioral measure of sleep. *Physiol. Behav.*, **64**, 213–217.
- 25) Ohayon, M.M. (2002): Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to learn. *Sleep Med. Rev.*, **6**, 97–111.
- 26) Rogerson, P. (2001): Statistical methods for geography. SAGE Publications, Thousand Oaks.
- 27) Silva, G.E., Goodwin, J.L., Sherrill, D.L., Arnold, J.L., Bootzin, R.R., Smith, T., Walsleben, J.A., Baldwin, C.M., and Quan, S.F. (2007): Relationship between reported and measured sleep times: the sleep heart health study (SHHS). *J. Clin. Sleep. Med.*, **3**, 622–630.
- 28) Twoogor, S.S., Yasui, Y., Vitiello, M.V., Schwartz, R.S., Ulrich, C.M., Aiello, E.J., Irwin, M.L., Bowen, D., Potter, J.D., and McTiernan, A. (2003): Effects of a yearlong moderate-intensity exercise and a stretching intervention on sleep quality in postmenopausal women. *Sleep*, **26**, 830–836.
- 29) Van Dongen, H.P., Maislin, G., Mullington, J.M., and Dinges, D.F. (2003): The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep*, **26**, 117–126.
- 30) Wertz, A.T., Ronda, J.M., Czeisler, C.A., and Wright, K.P.Jr. (2006): Effects of sleep inertia on cognition. *JAMA*, **295**, 163–164.
- 31) Yang, P.-Y., Ho, K.-H., Chen, H.-C., and Chien, M.-Y. (2012): Exercise training improves sleep quality in middle-aged and older adults with sleep problems: a systematic review. *J. Physiother.*, **58**, 157–163.
- 32) Youngstedt, S.D., Connor, P.J.O., and Dishman, R.K. (1997): The effects of acute exercise on sleep: a quantitative synthesis. *Sleep*, **20**, 203–214.
- 33) Youngstedt, S.D., Kripke, D.F., and Elliott, J.A. (1999): Is sleep disturbed by vigorous late-night exercise? *Med. Sci. Sports Exerc.*, **31**, 864–869.

〔短 報〕

## 高血圧勤労者における高強度インターバル運動中の心血管反応： 「Office-HIIT」の開発と予備的検討

甲斐裕子<sup>1)</sup> 兵頭和樹<sup>1)</sup> 神藤隆志<sup>1)</sup> 北濃成樹<sup>1)</sup>  
永松俊哉<sup>1)</sup> 内田 賢<sup>2)</sup>

### Cardiovascular response of workers with hypertension during high-intensity interval training: preliminary study on “Office-HIIT”

Yuko Kai, Kazuki Hyodo, Takashi Jindo, Naruki Kitano,  
Toshiya Nagamatsu, and Ken Uchida

Key words: HIIT, workplace health promotion, occupational health, mental health, exercise blood pressure.

#### 緒 言

近年、我が国では、勤労者のメンタルヘルスが社会問題となっている。精神障害による労災請求件数および支給件数は年々増加<sup>6)</sup>している。勤労者のメンタルヘルス対策のためのエビデンス蓄積やプログラム開発は急務である。

運動はメンタルヘルス悪化を予防<sup>8)</sup>し、改善<sup>2)</sup>する。例えば、抑うつ改善に関するレビューでは、運動は抗うつ剤と遜色ない効果があると報告されている<sup>7)</sup>。なお、このレビューで採択された論文では、1回30～90分の運動を週に数回～毎日行うという介入プログラムがほとんどであった。

一方、勤労者世代の運動の実施率は、その他の世代よりも低く、その理由は「仕事や家事が忙しいから」が挙げられている<sup>13)</sup>。多忙な勤労者が運動を行う1つの手段として職場で運動を行うことが考えられる。実際、職場体操やラジオ体操を行っている企業もある。しかし、上場企業を対象

とした調査<sup>5)</sup>でも職場で運動を取り入れているのは35%に過ぎない。多忙な職場では、メンタルヘルスに良いとされる30分以上の運動の実施はハードルが高い可能性があり、より短時間でできる運動プログラムが必要である。特に、仕事中に座っている時間が長いとメンタルヘルスが悪化しやすいため<sup>4)</sup>、オフィスワーカー向けの運動プログラムを開発することは、社会的意義が高い。

短時間で効率の良い運動法として高強度インターバルトレーニング(high-intensity interval training; HIIT)が注目されている。HIITは、一般的な中強度運動と比較して、効率的に心肺持久力を高め、心血管病リスクを改善すると報告されている<sup>1)</sup>。更に、メンタルヘルスへの効果も検証され始めている<sup>12)</sup>。オフィスで継続的にHIITを行えば、実用的なメンタルヘルス対策になる可能性がある。

しかし、HIITのオフィスでの実施には課題もある。1つは安全性の問題である。高強度の運動

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) 一般財団法人 明治安田健康開発財団新宿健診センター

Shinjuku Medical Center, Meiji Yasuda Health Development Foundation, Tokyo, Japan.



は身体的負荷が高く、特に高血圧者では過度な血圧上昇のリスクがある。高血圧の総患者数は1010万人とされており、ほとんどの職場に高血圧者が存在するため、高血圧者でも安全にできる必要がある。もう1つは器具の問題である。これまでの勤労者を対象にした HIIT の研究では、自転車エルゴメータが使用されてきた<sup>3,9)</sup>。しかし、器具を用いないほうが実社会で普及しやすい。これらの問題を解決するプログラムを開発することが、HIIT を活用した勤労者のメンタルヘルス対策の第一歩になると考えられる。

以上のような背景から、我々は、勤労者のメンタルヘルス対策を目指して、オフィスにおいて安全で実施しやすい HIIT のプログラムを開発することとした。本研究では、プログラム開発の基礎

的データを得るために、高血圧勤労者の運動中および運動後の心血管反応の安全性を検討した。

## 方 法

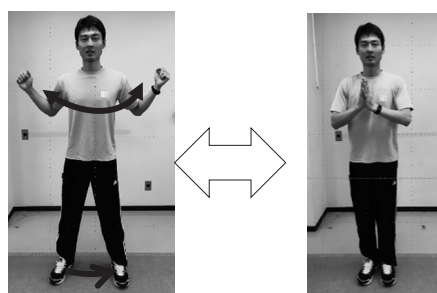
### A. 手順

最初に、オフィスで実施しやすい HIIT プログラム「Office-HIIT」を開発した。次に、高血圧者における Office-HIIT とラジオ体操時の心血管反応を比較した。ラジオ体操は一般に広く知られており、またオフィスで実施されていることも多いため、比較群として採用した。

### B. Office-HIIT

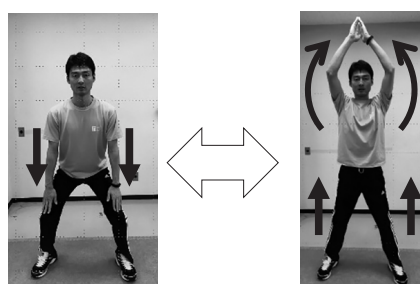
プログラム開発には、体力科学の研究者5名（健康運動指導士の有資格者を含む）が参加した。開発に先立ち、企業のニーズをヒアリングしたと

Set 1 : Butterfly



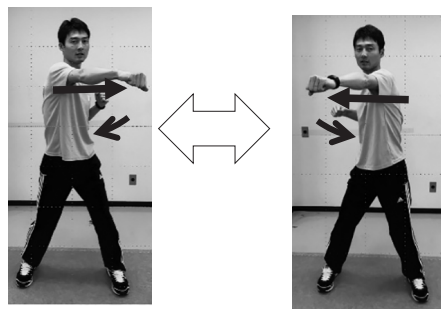
Step one foot to the side and spread your arms apart, then quickly bring your feet together and clap your hands in front of your chest

Set 2,3: Squat



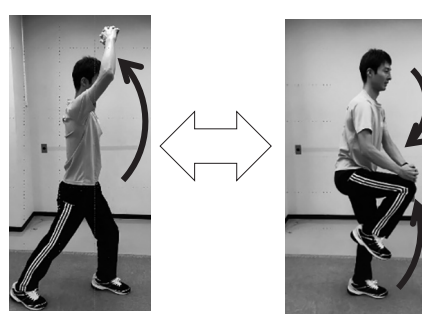
Squat and then stand up and clap your hands above your head

Set 4 : Punching



Stand with the feet hip-width apart, then punch with your right arm first and then with your left

Set 5,6 : Knee strike



Keep your left foot forward with your knees slightly. Raise both your arms and then quickly pull them down while raising your right knee and slap your hands on your knee. For Set 6, switch your feet and repeat.

図1. Office-HIIT を構成する基本動作

Figure 1. Illustration of the basic four component of the Office HIIT program.

ころ、勤務時間内に運動に充てられる時間は3分程度と判断された。そこで先行研究<sup>14)</sup>を参考に、Office-HIITは運動期(20秒)と休息期(10秒)を1セットとし、6セット実施する3分間の運動プログラムとした。また、オフィスのデスク周辺での実施を前提に、①用具を使わない、②省スペースで行える、③寝転がったりせずに立ったまま行える、④全身運動である、⑤複数人での実施を前提とするが1名でも行える、という5点を考慮した。また、テンポを一定に保つために、メトロノームのリズムに合わせて実施することとした。Office-HIITの概要を図1に示す。

### C. 対象者

対象者は、①血圧が正常高値もしくはI度高血圧、②35～64歳、③男性勤労者の条件を満たす16名であった。正常高値もしくはI度高血圧とは、収縮期血圧130～159 mmHgもしくは拡張期血圧85～99 mmHgである。なお、安全を考慮し、重篤な既往(心筋梗塞、脳血管疾患など)がある者は対象から除外した。対象者の募集は、明治安田新宿健診センター(東京都新宿区)で行った。人間ドック受診時に、医師の問診、心電図、直前の血圧測定などから医師がOffice-HIITの実施に医学的問題がないと判断した受診者に研究募集のチラシを配布した。研究に同意した16名をOffice-HIITを行うHIIT群(8名)と、ラジオ体操を行うRADIO群(8名)にランダムに割り付けた。

### D. 測定項目

問診にて、身長、体重、服薬、既往歴、生活習慣(喫煙、飲酒、運動)、整形外科的な問題(腰痛、膝痛等)を聞き取った。運動強度の客観的指標として心拍数法(%HRmax)、主観的指標としてBorg式自覚的運動強度スケール(rate of perceived exertion; RPE)を採用した。%HRmaxは最大心拍数(220-年齢)と運動中の平均心拍数および最大心拍数から算出した。RPEは運動後に問診にて測定した。

心血管反応に関する測定項目は、心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧、およびダブルプロダクトであった。ダブルプロダクトは「心拍数×収縮期血

圧」から算出され、心筋の酸素消費量と関連し、運動中の心臓の負担度を推測する指標とされている<sup>11)</sup>。15分間の安静後に座位にてベースラインデータを測定した。測定機器を装着し、立位にて運動前の測定を行った後、インストラクターと一緒にメトロノーム(140 bpm)に合わせてOffice-HIITもしくはラジオ体操を行った。ラジオ体操は、Office-HIITに合わせてラジオ体操の代表的な動きを選択し、運動期(20秒)と休息期(20秒)を1セットとし6セット行った。血圧は休息期に測定した。なお、予備実験にて休息期が10秒では血圧を測定できなかったため、各セットの休息期は20秒に設定した。運動終了5分後、10分後、15分後にも測定を行った。測定機器は、心拍数はベッドサイドモニタBSM-3400(日本光電製)、ベースライン血圧(座位)および運動後血圧は自動血圧計HEM-6220(オムロンヘルスケア製)、運動前血圧(立位)および運動時血圧は医用電子血圧計EBP-330(ミナト医科学製)であった。運動中止基準として、アメリカスポーツ医学会が提唱する運動中止基準「収縮期血圧250 mmHg以上、または2回以上連続して10 mmHg以上血圧が低下し、かつ負荷前値より下がった場合」を採用した。また、運動習慣のない対象者や体に痛みを有する対象者には、無理のない範囲で動作を行うよう指示をし、整形外科的問題に配慮した。

### E. 統計解析

対象者特性および運動強度の比較には、連続変数は対応のないt検定、カテゴリカル変数は $\chi^2$ 検定を行った。心拍数、収縮期血圧および拡張期血圧の比較には、一般化線形モデルを用い、交互作用が認められた場合はBonferroni法による多重比較を行った。測定データの一部に欠損がある対象者6名(HIIT群3名、RADIO群3名)については、平均値を代入して解析に用いた。解析には、統計解析ソフトSPSS Statistics ver. 22.0 for Windowsを用い、統計学的有意水準は危険率5%未満とした。

### F. 倫理的配慮

すべての測定は、医師もしくは看護師が立ち会うとともに、医学的な緊急事態に備え、自動体外



式除細動器(AED)を設置し、循環器専門医が迅速に対応できる医療機関内において実施された。

対象者は、研究目的、調査内容、個人情報保護、データ利用などについて文書で説明され、同意した者のみ調査に参加した。血圧等の測定値および記入済みの問診票は、個人が特定されないIDで管理された。なお、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の下で実施された(承認番号：28005号)。

## 結 果

### A. 対象者特性

対象者16名の平均年齢は、 $49.3 \pm 7.2$ 歳(37～62歳)であった。仕事の形態は、14名(HIIT群7名、RADIO群7名)がデスクワーカーであった。拡張期血圧はHIIT群で有意に高値であったが、それ以外の対象者特性は、HIIT群とRADIO群で有意差はなかった(表1)。HIIT群において、腰痛(2名)、膝痛(1名)が認められた。睡眠薬や向精神

表1. 対象者特性および運動強度の比較

Table 1. Comparison of subject characteristics and exercise intensity in HIIT and RADIO groups.

	RADIO n = 8	HIIT n = 8	P
Age (year)	50.9 ( 7.4)	47.6 ( 7.1)	0.38
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	25.6 ( 3.9)	26.4 ( 2.7)	0.67
≥ 25 (%)	75.0	62.5	1.00
Systolic blood pressure (mmHg)	137.0 (14.8)	145.6 (10.7)	0.20
Diastolic blood pressure (mmHg)	88.3 (11.0)	102.5 (12.0)	0.03
Heart rate (bpm)	75.5 (11.3)	78.5 (12.6)	0.62
Medication (%)			
Hypertension	25.0	12.5	1.00
Dyslipidemia	25.0	0.0	0.47
Diabetes	12.5	0.0	1.00
Other	12.5	12.5	1.00
No medication	62.5	75.0	1.00
Smoking status (%)			0.47
Never	62.5	37.5	
Former	25.0	25.0	
Current	12.5	37.5	
Daily alcohol consumption (%)			0.16
1 day or less per month	12.5	0.0	
2-3 days per month	25.0	0.0	
1 day or more per week	62.5	100.0	
Leisure-time physical activity (%)			0.26
1 day or less per month	50.0	50.0	
2-3 days per month	25.0	0.0	
1 day or more per week	25.0	50.0	
Exercise intensity			
%HRmax (average)	56.2 ( 9.1)	70.8 ( 8.4)	0.01
%HRmax (max)	67.7 ( 6.8)	79.1 (10.3)	0.02
RPE	11.8 ( 0.9)	14.0 ( 2.2)	0.02

Values are mean (SD), except categorical data. RPE; rate of perceived exertion.

P by unpaired t-test for continuous data,  $\chi^2$  test for categorical data.

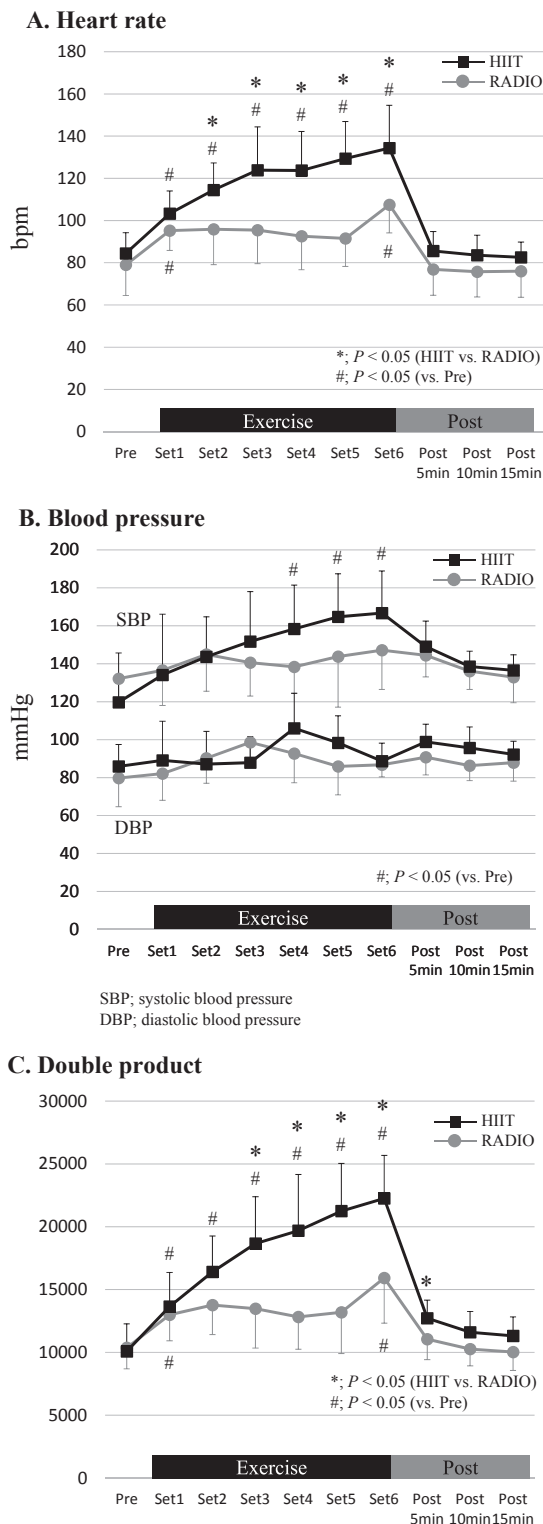


図2. HIIT群とRADIO群の心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧、およびダブルプロダクト  
Figure 2. Heart rate, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and double product in HIIT and RADIO groups.

薬の服薬者はいなかった。

## B. 運動強度

運動中の心拍数から算出した %HRmax, および RPE は HIIT 群で有意に高かった(表1)。

## C. 心血管反応

心拍数、血圧、およびダブルプロダクトを HIIT 群と RADIO 群で比較したところ、拡張期血圧では時間の主効果のみ認められたが、それ以外では交互作用が認められたため、多重比較検定を行った。その結果、運動中の心拍数およびダブルプロダクトは HIIT 群が有意に高値であり、更にダブルプロダクトは運動終了5分後までその影響が残っていた。一方、収縮期血圧ではいずれの測定時期でも群間差は認められなかった(図2)。

運動前と比較すると、心拍数およびダブルプロダクトは両群ともに運動中に有意に高くなり、収縮期血圧は HIIT 群のみ有意に上昇した。運動終了5分後には運動前との有意差は消失した。両群ともに運動中止基準に達した対象者はおらず、運動中や運動後に不快な症状を訴えたり、整形外科的な問題が生じた者もいなかった。

## 考 察

本研究では、勤労者のメンタルヘルス対策を目指して、オフィスで実施しやすい3分間の HIIT プログラム「Office-HIIT」を開発し、高血圧者の心血管反応の安全性を検証するためにラジオ体操と比較した。その結果、血圧には群間差は認められなかったが、心拍数およびダブルプロダクトでは Office-HIIT 群で有意に高値であった。しかし、いずれの指標も運動終了5分以内に安静時の水準まで低下した。運動中止基準に達したり、体調が悪化する対象者はいなかった。以上の結果より、本研究で開発した Office-HIIT は、高血圧者でも血圧上昇はラジオ体操と同等の範囲内ではあるが、一時的に心臓への負担度が高まる可能性があると推察された。

HIIT のプロトコルは、スプリント系と有酸素系の2タイプに分けられる。運動期の継続時間はスプリント系が15~30秒、有酸素系は数分間であ

ることが多い。本研究では、より短時間のスプリント系のプロトコルを参考に Office-HIIT を開発した。Office-HIIT 中の心拍数は平均71%HRmax, 最大79%HRmax であった。70%HRmax 以上は高強度運動とされており<sup>10)</sup>, Office-HIIT は高強度運動プログラムに分類される。しかし、本来のスプリント系の HIIT は、Tabata プロトコル<sup>14)</sup>に代表されるように最大もしくはそれ以上という極めて高い運動負荷で行われている。Office-HIIT の運動強度が低くなった原因の1つは器具を用いなかったことと考えられる。しかし、最大強度の運動をオフィスで実施するのは安全上の問題もあり、現実的ではない。Eguchi らは、最大酸素摂取量の75%強度の運動を30秒間、9回繰り返す方法でも低体力者の心肺持久力と肥満や糖代謝を改善したと報告している<sup>3)</sup>。メンタルヘルスへの影響は不明であるが、やや強度を下げたプロトコルでも効果が期待でき、現実的ではないかと考えられた。

本研究の結果から、Office-HIIT は一時的に心臓への負担度が増す可能性が推察された。また、本研究で開発した Office-HIIT は、単一のプロプログラムであるため、従業員が飽きてしまう可能性があり、長期間の継続には課題がある。以上のことを鑑み、職場で Office-HIIT を導入する際には、シンプルな動作でテンポを遅くしたプログラムから開始し、徐々に複雑な動作かつテンポを速くしていくなど、安全面および継続に配慮した工夫が必要であると考えられた。また、プログラム導入前には、職場健診等を活用し、従業員の運動習慣の有無や疾患のチェックも必要である。特に心疾患の既往があるなど心臓に不安を抱える従業員に対しては、主治医等と十分に相談のうえ、プログラムに参加させる等の仕組みづくりも必須であろう。

本研究にはいくつかの限界がある。1つは対象者が少ない点である。Office-HIIT はラジオ体操と比較して運動中の最高収縮期血圧が約10%高かったにもかかわらず、群間差が検出されなかったのは対象者数が影響している可能性は否定できない。また服薬者が少なく、薬剤の影響について

は検証できなかった。加えて、本研究では被験者の都合から HIIT 群とラジオ体操群の2群に分けて検討したが、無作為割り付けとはいえ、運動耐容能等、個人特性に由来する血圧、心拍応答の個人差が、各群の結果に影響している可能性がある。今後、クロスオーバーデザインを採用できれば、より明確な結果が得られると考えられる。更に、Office-HIIT の休息期は10秒の予定で開発したが、血圧測定のため実際は20秒になってしまった。そのため、Office-HIIT もラジオ体操もやや運動強度が低くなった可能性がある。また、本研究では測定機器の関係で1名ずつ運動を実施したが、実際のオフィスでは複数人で Office-HIIT を行うことを前提としている。その場合、インストラクターの目が行き届かなくなるため、怪我や体調不良が起きやすくなるかもしれない。ただ、複数人で実施すると運動強度が低くなりがちであるため、心血管反応は抑えられる可能性がある。今後は、より多くの人数に対して、複数人で Office-HIIT を行った場合の怪我等も含めた身体的負荷を明らかにし、安全性を更に検討する必要がある。

## 総 括

本研究では、勤労者のメンタルヘルス対策を目指して、オフィスで実施しやすい3分間の HIIT プログラム「Office-HIIT」を開発し、高血圧勤労者の心血管反応の安全性を検証した。その結果、Office-HIIT は、高血圧者でも血圧上昇はラジオ体操と同等の範囲内ではあるが、一時的に心臓への負担度が高まる可能性があるとして推察された。今後は、より安全なプログラムを開発するとともに、Office-HIIT のメンタルヘルスへの影響を検証する必要がある。

## 参 考 文 献

- 1) Batacan, R.B. Jr., Duncan, M.J., Dalbo, V.J., Tucker, P.S., and Fenning, A.S. (2017): Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br. J. Sports Med.*, **51**, 494–503.
- 2) Cooney, G.M., Dwan, K., Greig, C.A., Lawlor, D.A.,

- Rimer, J., Waugh, F.R., McMurdo, M., and Mead, G.E.(2013): Exercise for depression. *Cochrane Database Syst. Rev.*, **9**, Cd004366.
- 3) Eguchi, Y., Ohta, M., Inoue, T., Honda, T., Morita, Y., Konno, Y., and Yamato, H.(2012): Effects of transitory stimulation interval exercise on physical function: a randomized controlled pilot study among Japanese Subjects. *J. UOEH*, **34**, 297–308.
- 4) Kai, Y., Kitano, N., Tsunoda, K., Kuchiki, T., Uchida, K., and Nagamatsu, T.(2017): Prospective study of sedentary behavior and mental health among Japanese workers: the MYLS Study. *J. Phys. Fit. Sports Med.*, **6**, 543.
- 5) 金森 悟, 甲斐裕子, 楠本真理, 川又華代(2018): 「運動の取り組み」を組織として実践するためには? 江口泰正, 中田由夫編著, 職場における身体活動・運動指導の進め方, 初版, 194–196, 大修館書店, 東京.
- 6) 厚生労働省労働基準局(2016): 平成27年度「過労死等の労災補償状況」. 厚生労働省, 東京.
- 7) Kvam, S., Kleppe, C.L., Nordhus, I.H., and Hovland, A.(2016): Exercise as a treatment for depression: a meta-analysis. *J. Affect. Disord.*, **202**, 67–86.
- 8) Mammen, G. and Faulkner, G.(2013): Physical activity and the prevention of depression: a systematic review of prospective studies. *Am. J. Prev. Med.*, **45**, 649–657.
- 9) Matsuo, T., So, R., Shimojo, N., and Tanaka, K.(2015): Effect of aerobic exercise training followed by a low-calorie diet on metabolic syndrome risk factors in men. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, **25**, 832–838.
- 10) Norton, K., Norton, L., and Sadgrove, D.(2010): Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *J. Sci. Med. Sport*, **13**, 496–502.
- 11) Riley, M., Maehara, K., Pórszász, J., Engelen, M.P., Bartstow, T.J., Tanaka, H., and Wasserman, K.(1997): Association between the anaerobic threshold and the break-point in the double product/work rate relationship. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, **75**, 14–21.
- 12) Shepherd, S.O., Wilson, O.J., Taylor, A.S., Thøgersen-Ntoumani, C., Adlan, A.M., Wagenmakers, A.J., and Shaw, C.S.(2015): Low-volume high-intensity interval training in a gym setting improves cardio-metabolic and psychological health. *PLoS One*, **10**, e0139056.
- 13) スポーツ庁健康スポーツ課(2017): スポーツの実施状況等に関する世論調査. 世論調査報告書(平成28年11月調査). スポーツ庁, 東京.
- 14) Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., and Yamamoto, K.(1996): Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and  $\dot{V}O_{2max}$ . *Med. Sci. Sports Exerc.*, **28**, 1327–1330.

【Brief Communication】

## The acute effect of practical three-minute high-intensity interval training on office workers' mood: application in the office environment

Kazuki Hyodo<sup>1)</sup>, Yuko Kai<sup>1)</sup>, Takashi Jindo<sup>1)</sup>,  
and Toshiya Nagamatsu<sup>1)</sup>

Key words: office worker, high-intensity interval training, the Two Dimensional Mood Scale.

### Introduction

The increasing number of working people with mental disorders is a major social problem in industrial countries, including Japan. Since many studies have revealed that physical activity has a positive effect on mental health, the introduction of active workstations, such as standing, treadmill, and cycling desks, has been attracting much attention<sup>8)</sup>. However, although it has promising benefits, it is difficult for most offices to introduce active workstations due to their high cost.

Aside from active workstations, recent studies have also focused on the effect of exercise during work breaks on employees' mood<sup>1,11)</sup>. However, what type of exercise could enhance mood and be feasible for office workers is still being debated. Since there are limited resources, such as time and space, in an office environment, time-efficient exercise that can be performed without any equipment could be adopted in offices. Therefore, we focused on high-intensity interval training (HIIT), which is characterized by repetition of short high-intensity exercise followed by a brief period of rest. HIIT has recently attracted much attention because of its time-efficiency and numerous health benefits<sup>4)</sup>. Moreover, HIIT could be perceived

as enjoyable even by inactive individuals<sup>5)</sup>. Our recent study also showed that 10-min HIIT (two-min warm-up and eight sets of 30-s cycling exercise at 60% of maximal aerobic power with 30-s rest) increased arousal level and cognitive function in young adults<sup>7)</sup>. HIIT could thus be adopted in an office environment as a tool for enhancing office workers' mood.

Although most previous studies on HIIT used cycle ergometer, its use is impractical in most offices. To apply HIIT to practical settings, we recently developed a three-min HIIT program without any equipment named "Office HIIT." The program consists of six bouts of 20-s quick full-body workout with a 10-s recovery period. We have already confirmed that the exercise intensity is high and that people with hypertension could perform it safely<sup>6)</sup>. In this study, we aim to reveal the immediate and delayed effects of Office HIIT on mood and sleepiness in a real office environment.

### Methods

#### A. Participants

Twenty office workers of an insurance company in Japan voluntarily participated in this study. Four participants were excluded from the analysis because

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



Table 1. Demographic characteristics.

Variables	Male (n = 11)		Female (n = 5)	
	Mean	SD	Mean	SD
Age (years)	46.3	10.6	39.6	13.4
Height (cm)	171.8	4.0	156.7	7.6
Weight (kg)	67.8	10.8	48.1	7.0
K6 (scores)	1.1	2.2	2.4	1.5

they smoked during the experiment. All participants were Japanese-speaking individuals. They were psychologically normal (screened using the Kessler Screening Scale for Psychological Distress; K6, score less than 7) and had no contraindications to high-intensity exercise (screened using the Physical Activity Readiness Questionnaire; PAR-Q). Written informed consent was obtained from all participants prior to the experiment. This study was approved by the institutional review board of the Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Japan (Approval number: 28005). Participants' characteristics are presented in Table 1.

### B. Experimental procedure

The study was conducted over a three-day period in a meeting room at the insurance company's office. On the first day, participants filled out self-reported questionnaires to determine their height, weight, contraindications to high-intensity exercise (PAR-Q), and psychological condition (K6). After completing the questionnaires, they practiced Office HIIT to familiarize themselves with the exercise. On the second and third days, they participated in either the REST or HIIT condition. The order of the two conditions was randomized for each participant.

Participants were asked to come to the meeting room at 14:00 p.m. or 14:30 p.m., and their subjective sleepiness and mood were assessed using a visual analogue scale (VAS) and the Two Dimensional Mood Scale (TDMS), respectively (pre-session). Subsequently, they performed the three-min Office HIIT (HIIT condition) or sat on a chair for three min

(REST condition). At the end of the exercise, perceived exertion was measured using Borg's Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. In twenty to thirty seconds after completion of the exercise, their sleepiness and mood were measured again (post-session). They then returned to their work. After one hour (1-hr post-session) and two hours (2-hrs post-session), they were asked to come back to the meeting room and their sleepiness and mood were measured again. Three to five participants were simultaneously involved in one session. On the days of the experiments, participants were instructed to refrain from caffeine and smoking after 10:00 a.m. and were asked to drink only water during the experiments.

### C. Office HIIT

Figure 1 shows the procedure of Office HIIT. This program consists of six bouts of 20-s exercise with a 10-s recovery period. It includes four movements: 1) Butterfly, 2) Squat, 3) Punching, and 4) Knee Strike (Figure 1). Participants repeated one of these movements in one set. The exercise was performed while listening to 140 bpm music.

### D. Sleepiness

To evaluate subjective sleepiness, we used a 100-mm VAS. Participants rated their sleepiness by making a slash on the 100-mm line, anchored at the left end with "not at all" and at the right end with "very much."

### E. Mood

To evaluate mood states, we used the TDMS<sup>10)</sup>. The TDMS consisted of eight questions about present psychological state, and participants responded on a six-point Likert scale. By calculating these points, their pleasure, arousal, vitality, and stability levels were determined.

### F. Statistical analyses

The VAS and TDMS scores were analyzed using repeated measures two-way analysis of variance (ANOVA) with condition (REST/HIIT) and session (pre/post/1-hr post/2-hrs post) as factors. When the



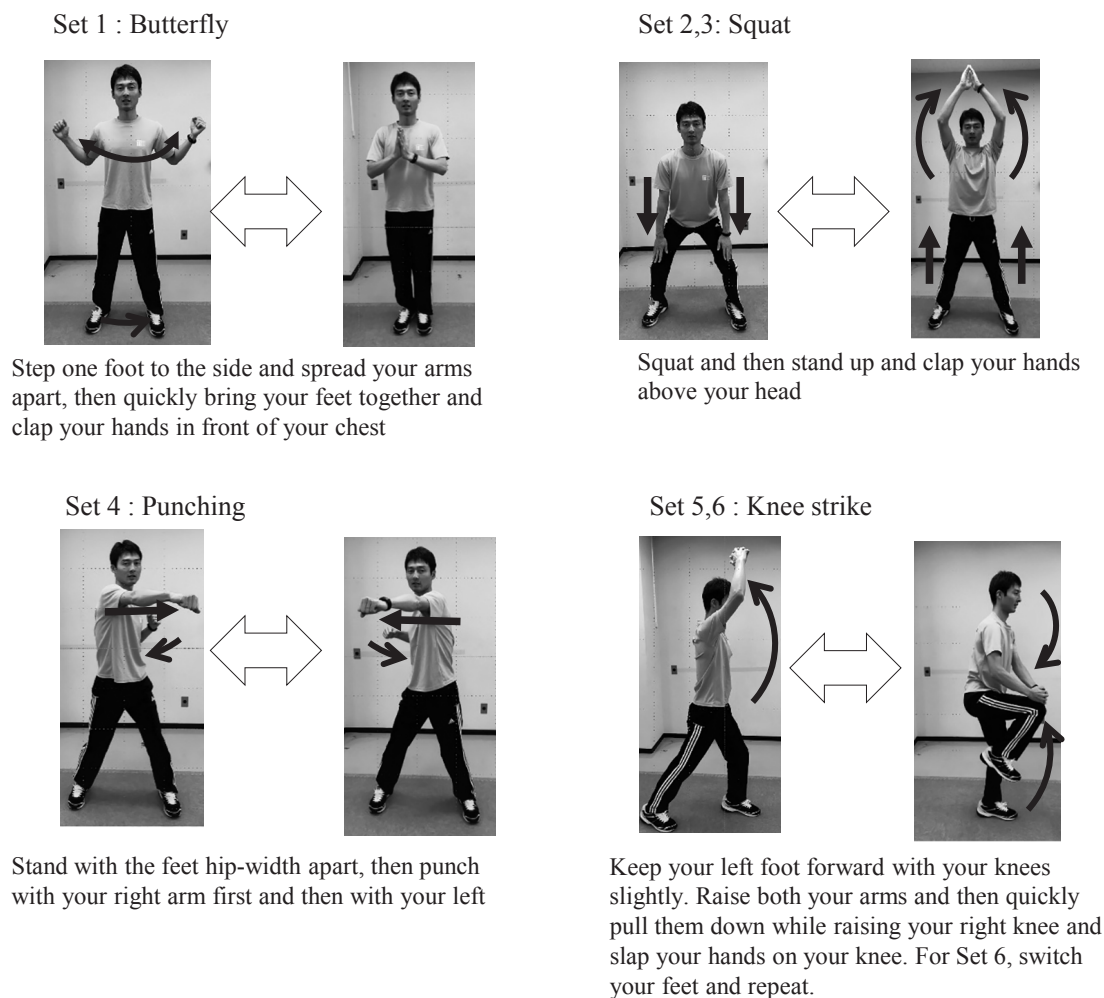


Figure 1. Illustration of the basic four component of the Office HIIT program (refer to Kai et al.)<sup>6)</sup>

interaction effect was significant, a post hoc analysis was performed with Bonferroni correction to compare the differences between conditions in each session. All statistical analyses were performed using SPSS version 24 (SPSS, Inc., USA). The significance level was set to  $P < .05$  for all analyses.

## Results

### A. RPE

RPE at the end of the exercise was  $13.0 \pm 2.2$  (10–18), which corresponds to moderate intensity<sup>9)</sup>.

### B. Sleepiness

There was a significant interaction between condition and session for sleepiness ( $F(3, 45) = 5.2, P < .05$ ). Post hoc analyses revealed that sleepiness was lower in the HIIT condition than in the REST condi-

tion in post-session ( $t(15) = 3.0, P < .05$ , Bonferroni corrected).

### C. Mood

We observed a significant interaction between condition and session for vitality ( $F(3, 45) = 5.5, P < .01$ ), stability ( $F(3, 45) = 5.4, P < .01$ ), and arousal levels ( $F(3, 45) = 10.8, P < .01$ ), based on TDMS scores. Post hoc analyses revealed that vitality and arousal levels for the HIIT condition were greater than those for the REST condition in post-session ( $t(15) = 3.0, P < .01$ ;  $t(15) = 4.1, P < .01$ , respectively, Bonferroni corrected). The stability level for the HIIT condition was lower than that for the REST condition in post-session ( $t(15) = 3.2, P < .01$ , Bonferroni corrected). Regarding the pleasure level, no significant interaction or main effects were observed.

Table 2. Changes in subjective sleepiness and mood (n = 16).

			Pre	Post	1-hr post	2-hrs post
			Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
VAS for sleepiness (cm)	REST		4.6 (2.4)	4.9 (2.8)	4.7 (2.7)	4.4 (2.6)
	HIIT		4.3 (2.0)	2.8 (2.2)*	4.1 (2.3)	4.4 (2.6)
The Two Dimensional Mood Scale						
Arousal (points)	REST		-0.5 (3.1)	-3.2 (4.1)	-1.9 (3.4)	-1.9 (3.5)
	HIIT		-1.1 (3.7)	1.4 (2.7)*	-2.4 (3.1)	-2.3 (3.3)
Pleasure (points)	REST		6.6 (4.9)	6.9 (5.0)	6.7 (4.2)	7.3 (4.6)
	HIIT		7.1 (4.7)	7.9 (4.5)	7.7 (4.0)	7.9 (4.1)
Vitality (points)	REST		2.9 (2.6)	1.7 (3.5)	2.3 (2.5)	2.5 (2.4)
	HIIT		2.9 (2.9)	4.4 (2.7)*	2.5 (2.3)	2.6 (2.4)
Stability (points)	REST		3.8 (2.9)	5.2 (2.6)	4.4 (2.7)	4.8 (3.0)
	HIIT		4.2 (2.9)	3.4 (2.4)*	5.2 (2.3)	5.3 (2.4)

VAS; visual analogue scale. REST = sitting rest condition, HIIT = Office-HIIT condition.

\*;  $P < .05$  vs. REST.

## Discussion

This study examined the immediate and delayed effects of one bout of the three-min Office HIIT on subjective sleepiness and mood in office workers in a real office environment. We found that subjective sleepiness decreased immediately after performing Office HIIT. A previous study in a simulated office environment reported that the standing position did not affect sleepiness<sup>2)</sup>. The results of this study suggest that Office HIIT could be useful for reducing daytime sleepiness compared to just standing.

Further, Office HIIT immediately increased vitality and arousal levels of participants, while it decreased their stability level. These results suggest that just a three-min Office HIIT could energize office workers. However, the immediate effect on subjective sleepiness and mood did not last for an hour. In a simulated working environment, a previous study revealed that while one bout of 30-min moderate-intensity treadmill walking has only an immediate effect on vigor level, six hourly 5-min moderate-intensity treadmill walking can maintain vigor level throughout work hours<sup>1)</sup>. Thus, in order to maintain mood throughout a working day, it is necessary to perform short exercises several

times during the day.

This study has some limitations. First, contrary to the result of our prior validation test, the average subjective exercise intensity of the Office HIIT program was found to be moderate in this study, with significant individual differences. This is probably due to participants' fitness level and exercise proficiency. Since exercise intensity and proficiency are important factors for mood<sup>3)</sup>, more practice prior to the experiment and changes in exercise speed according to each participants' fitness level are needed to control relative intensity. Second, since this experiment was conducted in a real office environment, we could not control physical activities and any work-related intellectual activities in working hours during the experiment. Thus, in the 1-hr and 2-hrs post-sessions, activities other than Office HIIT might have affected participants' sleepiness and mood.

In summary, our findings indicate that one bout of a three-min practical HIIT program, Office HIIT, can immediately improve sleepiness and vitality and arousal levels of workers in a real office environment. Although a lasting effect was not observed, there was no negative effect at least after two hrs. This study applied an original practical HIIT program without

any equipment to a real office environment. The results of this study support the possibility of introducing Office HIIT to office workers. Future studies should examine its long-term effect as well as its effects on productivity or other health outcomes to obtain additional information to support the application of this exercise program in offices.

### References

- 1) Bergouignan, A., Legget, K.T., De Jong, N., Kealey, E., Nikolovski, J., Groppe, J.L., Jordan, C., O'Day, R., Hill, J.O., and Bessesen, D.H. (2016): Effect of frequent interruptions of prolonged sitting on self-perceived levels of energy, mood, food cravings and cognitive function. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, **13**, 113.
- 2) Ebara, T., Kubo, T., Inoue, T., Murasaki, G.I., Takeyama, H., Sato, T., Suzumura, H., Niwa, S., Takanishi, T., Tachi, N., and Itani, T. (2008): Effects of adjustable sit-stand VDT workstations on workers' musculoskeletal discomfort, alertness and performance. *Ind. Health*, **46**, 497–505.
- 3) Ekkekakis, P., Parfitt, G., and Petruzzello, S.J. (2011): 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 Med.*, **41**, 641–671.
- 4) Gibala, M.J., Little, J.P., Macdonald, M.J., and Hawley, J.A. (2012): Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J. Physiol.*, **590**, 1077–1084.
- 5) Jung, M.E., Bourne, J.E., and Little, J.P. (2014): 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*, **9**, e114541.
- 6) Kai, Y., Hyodo, K., Jindo, T., Kitano, N., Nagamatsu, T., and Uchida, K. (2018): 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*, **116**, 17–23.
- 7) Kujach, S., Byun, K., Hyodo, K., Suwabe, K., Fukuie, T., Laskowski, R., Dan, I., and Soya, H. (2018): A transferable high-intensity intermittent exercise improves executive performance in association with dorsolateral prefrontal activation in young adults. *Neuroimage*, **169**, 117–125.
- 8) MacEwen, B.T., MacDonald, D.J., and Burr, J.F. (2015): A systematic review of standing and treadmill desks in the workplace. *Prev. Med.*, **70**, 50–58.
- 9) Norton, K., Norton, L., and Sadgrove, D. (2010): Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *J. Sci. Med. Sport*, **13**, 496–502.
- 10) Sakairi, Y., Nakatsuka, K., and Shimizu, T. (2013): Development of the Two-Dimensional Mood Scale for self-monitoring and self-regulation of momentary mood states. *Jpn. Psychol. Res.*, **55**, 338–349.
- 11) Wennberg, P., Boraxbekk, C.J., Wheeler, M., Howard, B., Dempsey, P.C., Lambert, G., Eikelis, N., Larsen, R., Sethi, P., Occleston, J., Hernestal-Boman, J., Ellis, K.A., Owen, N., and Dunstan, D.W. (2016): Acute effects of breaking up prolonged sitting on fatigue and cognition: a pilot study. *BMJ Open*, **6**, e009630.

【Report】

## Does environmental enrichment increase locomotor activity in rats? Evidence from an implanted sensor device

Mizuki Sudo<sup>1)</sup>, Toshiya Nagamatsu<sup>1)</sup>, and Soichi Ando<sup>2)</sup>

Key words: environmental enrichment, locomotive activity, anxiety.

### Introduction

Environmental enrichment (EE) involves housing conditions that facilitate enhanced sensory, cognitive and motor stimulation relative to standard housing conditions<sup>7)</sup>. Previous studies have suggested that EE can enhance exploration, social interaction, cognitive function and physical exercise in animals, leading to improvements in depression and anxiety-like behavior<sup>1,2,4,5,8)</sup>. Based on these findings, it is widely accepted that EE conditions have neuroprotective effects on a range of brain functions.

The beneficial effects of EE on brain function are, at least in part, associated with increases in locomotor activity. However, to the best of our knowledge, actual locomotor activity has not been directly examined using an EE paradigm because of the technical difficulties involved in housing rats in groups. In the present study, we used a recently developed device to quantitatively assess locomotor activity in rats. With this device, it is feasible to assess locomotor activity accurately, even when rats are housed in groups. Hence, we measured locomotor activity of each rat housed under EE conditions during dark and light periods. Furthermore, because animals were exposed to motor stimulation in EE<sup>7)</sup>, we expected that skeletal

muscles may be affected (i.e., muscle hypertrophy) by EE.

The purpose of the current study was to assess actual locomotor activity of each rat in EE conditions using a small three-axis accelerometer. In addition, we also examined whether skeletal muscles exhibited hypertrophy when rats were housed in EE conditions.

### Materials and Methods

#### A. Experimental animals and environmental housing conditions

All animal care and protocols were approved by the Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare Animal Care and Use Committee (Approval number: 2014002). Male Wistar rats (6 weeks of age; Japan SLC, Shizuoka, Japan) were housed in a temperature-controlled room ( $22 \pm 2$  °C) with a 12-h/12-h light/dark cycle, and received standard rat chow and water *ad libitum*. Rats were randomly assigned to standard environment (SE) and EE groups. In the SE group ( $n = 7$ ), rats were housed in groups of two rats per cage in standard laboratory cages (length  $\times$  width  $\times$  height:  $40 \times 25 \times 20$  cm). In the EE group, ( $n = 7$ ) rats were housed in groups of two rats/cage in large cages ( $60 \times 40 \times 40$  cm) containing a slope, a small hut, three tunnels,

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

2) Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems, Control Systems Program, University of Electro-Communications, Tokyo, Japan.

and a running wheel. These housing supplements were moved to different locations within the cage every week. After 32 days of exposure in each group, the animals were anesthetized by isoflurane inhalation (2%). The tibialis anterior (TA), extensor digitorum longus (EDL), soleus (Sol), plantaris (Pla), and gastrocnemius (Gas) muscles, adrenal gland (AG), and thymus were removed and immediately weighed.

### B. Measurement of locomotive activity

Locomotor activity was continuously recorded using three-axis accelerometers (Nano-Tag:  $15 \times 14.2 \times 7.1$  mm, 2.5 g, Kissei Comtec Co. Ltd., Nagano, Japan). The accelerometers were subcutaneously implanted in the back under anesthesia. The accelerometer counted the number of movements above the threshold that was determined based on the preliminary experiments. In this study, we determined movements during feeding behavior as the threshold, which allowed detection of movements in the cage as locomotor activity.

### C. Statistics

All experimental data are expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Comparisons were performed using t-tests. The level of significance was set at  $P < 0.05$ .

## Results

### A. Skeletal muscle, adrenal gland, and thymus weights

TA, Sol, and Pla muscle wet weights per body weight (BW) were greater in the EE group (TA:  $1.56 \pm 0.03$  mg/g, Sol:  $0.40 \pm 0.02$  mg/g, Pla:  $0.93 \pm 0.02$  mg/g) compared with the SE group (TA:  $1.50 \pm 0.07$  mg/g, Sol:  $0.37 \pm 0.02$  mg/g, Pla:  $0.90 \pm 0.03$  mg/g) ( $P = 0.03$ ,  $P = 0.02$ ,  $P = 0.02$ , respectively). In contrast, EDL and Gas muscle wet weight and per BW were no different between the EE and the SE (EDL:  $0.40 \pm 0.02$  mg/g, Gas:  $4.52 \pm 0.21$  mg/g) groups ( $P = 0.45$ ,  $P = 0.07$ , respectively). There were no differences in AG and thymus weights between the EE (AG:  $0.09 \pm 0.01$  mg/g, thymus:  $1.27 \pm 0.15$  mg/g) and SE (AG:  $0.08 \pm 0.01$  mg/g, thymus:  $1.13 \pm 0.12$

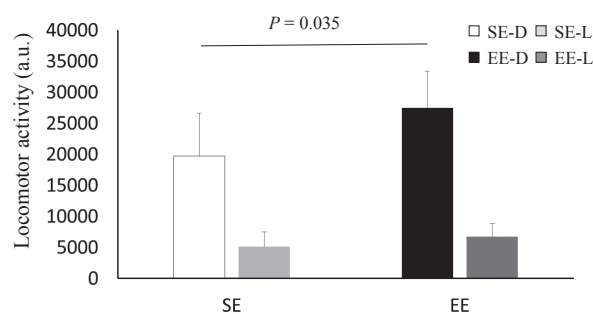


Figure 1. Locomotor activity.  
Activity during the dark (D) or light (L) periods.  
Values are expressed as mean  $\pm$  SD.

mg/g) groups ( $P = 0.22$ ,  $P = 0.38$ , respectively).

### B. Locomotor activity in dark and light periods in SE and EE

Figure 1 shows locomotor activity during dark and light periods in the EE and SE groups. Locomotor activity was greater in the EE group compared with the SE group during the dark period (EE:  $28194 \pm 6087$  a.u., SE:  $19757 \pm 6909$  a.u.,  $P = 0.03$ ). In contrast, locomotor activity during the light period was no different between the EE and SE groups (EE:  $6704 \pm 2313$  a.u., SE:  $5132 \pm 2381$  a.u.,  $P = 0.23$ ).

## Discussion

The major findings of this study were that: 1) locomotor activity was greater in the EE group than in the SE group; 2) skeletal muscle (TA, Sol, and Pla) hypertrophy was observed in the EE group; and 3) adrenal gland and thymus weights were not affected in the EE group. These results suggest that EE enhances locomotor activity and leads to muscle hypertrophy without inducing a physiological stress response in rats.

In previous studies, locomotor activity was indirectly assessed using an infrared sensor<sup>6,9)</sup>. However, although these methods are useful when an animal is housed alone, they are not suitable for measurements when animals are housed in groups.

To the best of our knowledge, this is the first study to directly examine the effects of EE on locomotor

activity using an implanted accelerometer when rats are housed in groups. As expected, we observed greater locomotor activity in the EE group during the dark period. In contrast, there were no differences in locomotor activity during the light period between groups. These results clearly indicate that the present EE was effective for enhancing locomotor activity during the dark period.

In the present study, the TA, Sol, and Pla muscles exhibited hypertrophy 32 days after exposure to EE. Given the greater locomotor activity in the EE group, we can assume that muscle hypertrophy was caused by enhanced locomotor activity. Nevertheless, it remains unclear how enhanced locomotor activity induced skeletal muscle hypertrophy. This point should be further investigated in future studies. However, muscle hypertrophy was not observed in the EDL and Gas muscles<sup>3)</sup>, indicating that the Sol and Pla muscles increased after resistance wheel running, while only the Sol muscle increased after free-spinning running. These findings suggest that the occurrence of muscle hypertrophy is dependent on the type of muscle activity. In the present study, the EE contained a slope, hut, tunnels, and a wheel. The present results suggest that motor stimulation induced by locomotor activity through these objects led to skeletal muscle hypertrophy. The differential effects of muscle hypertrophy indicate that muscle stimulation and resultant muscle activation might be specific to the TA, Sol, and Pla muscles.

Finally, the EE condition used in the present study did not affect adrenal gland and thymus weights, indicating that rats in the EE group did not exhibit physiological stress responses. The present results suggest that this type of EE may provide an appropriate model for inducing muscle hypertrophy without inducing stress responses.

## Conclusion

The current study examined locomotor activity among rats housed in EE conditions. The results

revealed that locomotor activity was greater under EE during the dark period relative to standard housing conditions. The current findings also indicated that the EE used in the present study induced skeletal muscle hypertrophy in rats. These results suggest that enhanced locomotor activity in EE conditions induces muscle hypertrophy.

## Acknowledgments

This study was supported by a grant from the Grant-in-Aid for Young Scientists (A) (JP16H05919) and a Grant-in-Aid for Exploratory Research (JP26560336) from JSPS KAKENHI.

## References

- 1) Hosseiny, S., Pietri, M., Petit-Paitel, A., Zarif, H., Heurteaux, C., Chabry, J., and Guyon, A. (2015): Differential neuronal plasticity in mouse hippocampus associated with various periods of enriched environment during post-natal development. *Brain Struct. Funct.*, **220**, 3435–3448.
- 2) Kempermann, G., Gast, D., and Gage, F.H. (2002): Neuroplasticity in old age: sustained fivefold induction of hippocampal neurogenesis by long-term environmental enrichment. *Ann. Neurol.*, **52**, 135–143.
- 3) Legerlotz, K., Elliott, B., Guillemin, B., and Smith, H.K. (2008): Voluntary resistance running wheel activity pattern and skeletal muscle growth in rats. *Exp. Physiol.*, **93**, 754–762.
- 4) Li, G., Gan, Y., Fan, Y., Wu, Y., Lin, H., Song, Y., Cai, X., Yu, X., Pan, W., Yao, M., Gu, J., and Tu, H. (2015): Enriched environment inhibits mouse pancreatic cancer growth and down-regulates the expression of mitochondria-related genes in cancer cells. *Sci. Rep.*, **5**, 7856.
- 5) Mahati, K., Bhagya, V., Christofer, T., Sneha, A., and Shankaranarayana Rao, B.S. (2016): Enriched environment ameliorates depression-induced cognitive deficits and restores abnormal hippocampal synaptic plasticity. *Neurobiol. Learn. Mem.*, **134** Pt B, 379–391.
- 6) Morimoto, M., Amano, Y., Oka, M., Harada, A., Fujita, H., Hikichi, Y., Tozawa, R., Yamaoka, M., and Hara, T. (2017): Amelioration of sexual behavior and motor activity deficits in a castrated rodent model with a selective androgen receptor modulator SARM-2f. *PLoS One*, **12**, e0189480.
- 7) Nithianantharajah, J. and Hannan, A.J. (2006): Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. *Nat. Rev. Neurosci.*, **7**, 697–709.
- 8) Tomiga, Y., Ito, A., Sudo, M., Ando, S., Maruyama, A., Nakashima, S., Kawanaka, K., Uehara, Y., Kiyonaga, A.,



Tanaka, H., and Higaki, Y. (2016): Effects of environmental enrichment in aged mice on anxiety-like behaviors and neuronal nitric oxide synthase expression in the brain. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **476**, 635–640.

9) Yamada, C., Saegusa, Y., Nahata, M., Sadakane, C., Hattori, T., and Takeda, H. (2015): Influence of aging and gender differences on feeding behavior and ghrelin-related factors during social isolation in mice. *PLoS One*, **10**, e0140094.

## 海外研修レポート

# SAHM (Society for Adolescent Health and Medicine) 2018 Annual Meeting に参加して

神藤隆志<sup>1)</sup>

## ■はじめに

2018年3月14日～17日にアメリカ・シアトルで開催された青年期健康医学会 (Society for Adolescent Health and Medicine; SAHM) に参加し、研究成果を発表した。本レポートでは学会参加によって得られた成果等について報告する。

## ■大会概要

SAHM 2018 Annual Meeting は、「Journal of Adolescent Health」を発行する学術団体が開催する年次集会である。会場は、シアトル・タコマ空港から電車で約40分のシアトル市街地にある The Westin Seattle で、大会事務局によると、学会の参加者数は1000名程度であり、口頭およびポスター発表の演題数は合わせて278題であった。今大会ではスマートフォンのイベントアプリ「Whova」が導入されており、参加者は各セッションの概要の閲覧や、興味のあるセッションを保存して自身の学会参加スケジュールを作成するといった機能を利用できた。また、アプリ上で参加者同士のメッセージのやり取りも可能であり、コミュニケーションの促進につながっていた。

## ■大会のテーマ

1968年に発足した SAHM は今大会で50周年を迎えた。大会のテーマは「Global Adolescent Health Equity」であった。世界各国から多職種かつ幅広い領域の専門家が集まり、青年期の子どもや若者



学会会場 (The Westin Seattle)



会場入り口

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.

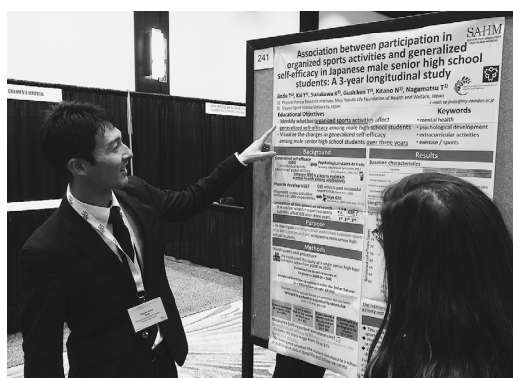
が平等に健康的かつ生産的、そして意義深い人生を送るための解決策について意見交換を行った。

## ■研究発表

発表は大会第3日目のポスターセッションⅡに割り当てられた。演題名は「Association between participation in organized sports activities and generalized self-efficacy in Japanese male senior high school students: a 3-year longitudinal study」であり、高校生における運動部やスポーツクラブなどの組織的なスポーツ活動への参加と心理的発達（自己効力感）の関係を3年間の縦断研究により検討した。その結果、スポーツクラブに所属している者は所属していない者と比べて1年生時点で自己効力感が高かったが、スポーツクラブ所属者の自己効力感が2年生、3年生で向上する様子はみられなかった。これを踏まえて、心理的発達に有効なスポーツ活動の行い方や、より多くの生徒が参加できるスポーツ活動の展開の仕方などについて意見交換を行った。



基調講演



発表の様子

## ■おわりに

今大会への参加を通して、青年期における健康課題は社会的・文化的要因の影響を強く受けるため、各国で大きく異なることを改めて認識した。運動やスポーツがそれらの健康課題の改善に果たす役割は大きいと考えられることから、より多くの青少年が運動・スポーツに親しむことができる環境づくりに向けて、引き続き成果発信に取り組んでいきたいと思う。

なお、次回の SAHM 2019 Annual Meeting は 2019 年 3 月 6 日～9 日、ワシントン DC にて開催予定である。



次回大会の告知

---

# 2017年度 体力医学研究所活動報告

---

## I. 研究活動

1. 研究課題
    - (1) コアスタディー「運動とメンタルヘルス」
      - ・基礎研究：認知機能，ストレスに及ぼす運動の影響
      - ・実践研究：身体活動状況と心身の健康  
座位行動と健康リスク
    - (2) 研究室別研究
      - ・運動と骨格筋機能
      - ・身体活動量と睡眠
    - (3) 外部との共同研究
      - ・運動を活用した地域健康づくり
      - ・高齢者の地域活動への参加と健康
  2. その他の活動
    - (1) 「体力研究」115号刊行（平成29年4月30日）
    - (2) ホームページ運営
- 

## II. 健康啓発活動

1. 講演および講義 対象：自治体，非営利法人，民間企業，大学等
  2. 学術成果に基づいた健康情報の発信 メディア掲載，ウェブサイト
- 

## III. 研究助成

1. 公募 第34回健康科学研究助成公募（平成29年6月1日～8月24日）
2. 贈呈式開催 第34回健康科学研究助成贈呈式開催（平成29年12月15日）
3. 成果報告書刊行 「第32回若手研究者のための健康科学研究助成成果報告書」刊行  
（平成29年4月30日）

## Ⅳ．研究業績一覧

### 1 総説

著者名	題名	掲載誌名・発行年
永松俊哉	職域メンタルヘルス対策としての運動の効用	体力研究 115, 1－7(2017)
甲斐裕子	地域における健康づくり集団戦略の実践とその評価 —身体活動の促進を目指して—	日本健康教育学会誌 26(1), 54－58(2018)
甲斐裕子	低強度運動のメンタルヘルスへの効果	体育の科学 68, 195－200(2018)

### 2 原著論文

著者名	題名	掲載誌名・発行年
神藤隆志, 鈴川一宏, 甲斐裕子, 北濃成樹, 松原 功, 植木貴頼, 小山内弘和, 越智英輔, 青山健太, 永松俊哉	青年期男子における特性的自己効力感と関連する スポーツ活動の特徴	体力研究 115, 8－14(2017)
北濃成樹, 角田憲治, 甲斐裕子, 神藤隆志, 内田 賢, 小野寺由美子, 朽木 勤, 永松俊哉	勤労者における余暇身体活動の実践パターンの違いが1年後の主観的睡眠感に及ぼす影響	体力研究 115, 15－22(2017)
Abe, T., Soma, Y., Kitano, N., Jindo, T., Sato, A., Tsunoda, K., Tsuji, T., Okura, T.	Change in hand dexterity and habitual gait speed reflects cognitive decline over time in healthy older adults: a longitudinal study.	Journal of Physical Therapy Science 29(10), 1737－1741(2017)
Suwabe, K., Hyodo, K., Byun, K., Ochi, G., Fukuie, T., Shimizu, T., Kato, M., Yassa, M., Soya, H.	Aerobic fitness associates with mnemonic discrimination as a mediator of physical activity effects: evidence for memory flexibility in young adults.	Scientific Reports 7, 5140(2017)
Komiyama, T., Katayama, K., Sudo, M., Ishida, K., Higaki, Y., Ando, S.	Cognitive function during exercise under severe hypoxia.	Scientific Reports 7, 10000(2017)
佐藤文音, 藤井啓介, 辻 大士, 神藤隆志, 北濃成樹, 金 美珍, 堀田和司, 大藏倫博	高齢ボランティアが運営する運動サークルへの参加が地域在住女性高齢者の下肢機能に与える影響	教育医学 63(2), 186－194(2017)
Sudo, M., Komiyama, T., Aoyagi, R., Nagamatsu, T., Higaki, Y., Ando, S.	Cognitive function after exhaustive exercise.	European Journal of Applied Physiology 117, 2029－2038(2017)



著 者 名	題 名	掲載誌名・発行年
薛 載勲, 藤井悠也, 北濃成樹, 大須賀洋祐, 田中喜代次, 大藏倫博	高齢者における身体活動の実践時間帯と主観的な睡眠との関連性	体力科学 66(6), 417–426(2017)
Sylwester, K., Byun, K., Hyodo, K., Suwabe, K., Fukuie, T., Radoslaw, L., Dan, I., Soya, H.	A transferable high-intensity intermittent exercise improves executive performance in association with dorsolateral prefrontal activation in young adults.	Neuroimage 169, 117–125(2017)
Ochi, G., Yamada, Y., Hyodo, K., Suwabe, K., Fukuie, T., Byun, K., Dan, I., Soya, H.	Neural basis for reduced executive performance with hypoxic exercise.	Neuroimage 171, 75–83(2018)
Abe, T., Fujii, K., Hyodo, K., Kitano, N., Okura, T.	Effects of acute exercise in the sitting position on executive function evaluated by the Stroop task in healthy older adults.	Journal of Physical Therapy Science 30(4), 609–613(2018)
神藤隆志, 鈴川一宏, 甲斐裕子, 北濃成樹, 小山内弘和, 越智英輔, 永松俊哉	男子高校生における継続的な運動・スポーツ活動と特性的自己効力感の関連性： スポーツクラブへの所属に着目して	発育発達研究 15(78), 35–42(2018)
Ochi, G., Kanazawa, Y., Hyodo, K., Suwabe, K., Shimizu, T., Fukuie, T., Byun, K., Soya, H.	Hypoxia-induced lowered executive function depends on arterial oxygen desaturation.	Journal of Physiological Sciences [Epub ahead of print] (2018)

### 3 短報

著 者 名	題 名	掲載誌名・発行年
Kai, Y., Kitano, N., Nagamatsu, T., Kuchiki, T., Onodera, Y.	Reliability and validity of the Sedentary Lifestyle Questionnaire for Japanese (SLQ-J).	体力研究 115, 23–29(2017)
Sudo, M., Ando, S., Nakanishi, Y., Nagamatsu, T.	Effects of an enriched environment on rat skeletal muscles and plasma concentrations of noradrenalin and cortisol.	体力研究 115, 30–34(2017)
Hyodo, K., Suwabe, K., Soya, H., Nagamatsu, T.	The effect of an acute bout of slow aerobic dance on mood and executive function in older adults: a pilot study.	体力研究 115, 35–41(2017)

## 4 解説, 資料, 報告書, 出版物, その他

著 者 名	題 名	掲載誌名・発行年
兵頭和樹, 征矢英昭	運動は脳のアンチエイジングに有効か?	講談社 もっとなっとく使えるス ポーツサイエンス 156-158(2017)
永松俊哉	高齢者の心の健康 —運動を活用した対策—	一般社団法人 中高年齢雇 用福祉協会 ないすらいふ情報 5月1日号, 184-188(2017)
大藏倫博, 辻 大士, 角田憲治, 北濃成樹, 尹 智暎, サガザデマシド, 相馬優樹, 尹 之恩, 金 美珍, 神藤隆志, 慎 少帥, 阿部 巧, 佐藤文音, 國香想子, 藤井啓介, 菅原明香, 矢野未来, 三ツ石泰大	「かさまスタディ」の研究プロトコルと概要: 介護予防とサクセスフルエイジング支援に向けた 地域に根づく包括的システムの構築 —The Journal of Physical Fitness and Sports Medi- cine に掲載された英語論文の日本語による二次出 版	運動疫学研究 19(2), 118-128(2017)
甲斐裕子	第8章: 身体活動とメンタルヘルス	大修館書店 産業保健スタッフ必携 職場における身体活動・運 動指導の進め方 91-101(2018)
永松俊哉	高学歴・高収入「引きこもり老人」の悲劇	講談社 週刊現代 3月3日号, 170-173(2018)

## 5 学会・研究会発表

著 者 名	題 名	学会・研究会・ 開催地・月	掲載誌名・発行年
甲斐裕子, 北濃成樹, 永松俊哉, 内田 賢	身体活動が1年後の presenteeism (プレゼンティーズム)に及ぼす影 響	第90回日本産業衛 生学会 東京 5月	産業衛生学雑誌 59(臨時増刊号) 328(2017)
Sudo, M., Ando, S., Tomiga, Y., Nagamatsu, T.	Acute stretching improves affective states and cognitive function in physically inactive people.	64th American College of Sports Medicine (ACSM) Denver May	ACSM's 64th Annual Meeting 49(5), S227(2017)
Ando, S., Sudo, M., Komiya, T., Higaki, Y.	Cognitive function after exhaustive exercise: effects of cerebral oxygenation.	64th American College of Sports Medicine (ACSM) Denver May	ACSM's 64th Annual Meeting 49(5), S521(2017)

著 者 名	題 名	学会・研究会・ 開催地・月	掲載誌名・発行年
Komiyama, T., Ando, K., Sudo, M., Takigawa, R., Ohkawara, K., Uehara, Y., Tanaka, H., Higaki, Y., Ando, S.	Effects of aerobic and resistance exercise on cognitive function.	64th American College of Sports Medicine (ACSM) Denver May	ACSM's 64th Annual Meeting 49(5), S523 (2017)
甲斐裕子	シンポジウム I : 社会的成果をも たらず健康づくりの戦略と実践 地域における健康づくり集団戦略 の実践とその評価 —身体活動の促進を目指して—	第26回日本健康教 育学会学術大会 東京 6月	日本健康教育学会誌 25(特別号)47(2017)
川又華代, 甲斐裕子, 金森 悟, 楠本真理	事業場での運動の取り組みに関連 する要因 組織の運動ステージに合わせた働 きかけ	第26回日本健康教 育学会学術大会 東京 6月	日本健康教育学会誌 25(特別号)82(2017)
北濃成樹, 角田憲治, 甲斐裕子, 神藤隆志, 内田 賢, 朽木 勤, 小野寺由美子, 永松俊哉	歩行の目的によって主観的睡眠の 質に及ぼす影響は異なるのか? —勤労者を対象にした3年間の縦 断研究—	第20回日本運動疫 学会学術総会 兵庫 6月	第20回日本運動疫学 学会学術総会抄録集 37(2017)
神藤隆志, 鈴川一宏, 甲斐裕子, 北濃成樹, 植木貴頼, 永松俊哉	男子高校生における継続的な運 動・スポーツ実践と特性的自己効 力感の関連性 —組織への所属に着目して—	第20回日本運動疫 学会学術総会 兵庫 6月	第20回日本運動疫学 学会学術総会抄録集 48(2017)
Kim, M., Abe, T., Jindo, T., Shen, S., Sato, A., Fujii, K., Okura, T.	Combined low muscle mass and strength affect mobility limitation in the elderly: a 4-year follow-up.	The 21st IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics San Francisco Jul.	Innovating in Aging 1(suppl. 1), 436(2017)
Abe, T., Soma, Y., Kitano, N., Jindo, T., Sato, A., Tsunoda, K., Tsuji, T., Okura, T.	Physical sign for detecting cognitive decline in community-dwelling older adults.	The 21st IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics San Francisco Jul.	Innovating in Aging 1(suppl. 1), 560(2017)
Fujii, Y., Jindo, T., Kitano, N., Fujii, K., Seol, J., Joho, K., Okura, T.	Gender differences in an ideal exercise partner for the mental health of older Japanese adults.	The 21st IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics San Francisco Jul.	Innovating in Aging 1(suppl. 1), 585(2017)
Sudo, M., Komiyama, T., Nagamatsu, T., Higaki, Y., Ando, S.	Relationship between affective states and physiological stress after moderate and exhaustive exercise.	22nd Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS) Essen Jul.	22nd Annual Congress of the European College of Sport Science Book of Abstract (2017)

著 者 名	題 名	学会・研究会・ 開催地・月	掲載誌名・発行年
Komiyama, T., Tanoue, Y., Sudo, M., Uehara, Y., Tanaka, H., Higaki, Y., Ando, S.	Does cerebral blood flow and oxygenation affect impairment in cognitive function during exercise?	22nd Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS) Essen Jul.	22nd Annual Congress of the European College of Sport Science Book of Abstract (2017)
須藤みず紀, 安藤創一, 永松俊哉	豊かな環境が骨格筋と生理的ストレス応答に及ぼす影響	第25回日本運動生理学会大会 神奈川 7月	Advances in Exercise and Sports Physiology (2017)
兵頭和樹	気分に着目した高齢者の実行機能を高める軽運動プログラムの開発	文科省科研費 新学術領域研究「意志動力学(ウィルダイナミクス)の創成と推進」第1回領域会議 茨城 7月	「意志動力学(ウィルダイナミクス)の創成と推進」第1回領域会議プログラム 3 (2017)
小野寺由美子, 塙 智史, 北川瑛梨子, 甲斐裕子, 北濃成樹, 永松俊哉, 朽木 勤, 町田修一	就業時間内の短時間の軽体操が勤労者の気分にあぼす効果: リラックスおよびリフレッシュ体操の比較	第58回日本人間ドック学会学術大会 埼玉 8月	人間ドック 32(2), 207(2017)
塙 智史, 小野寺由美子, 北川瑛梨子, 甲斐裕子, 北濃成樹, 永松俊哉, 朽木 勤	就業時間内における短時間の軽体操実践が勤労者の身体的・心理的疲労度に及ぼす効果	第58回日本人間ドック学会学術大会 埼玉 8月	人間ドック 32(2), 207(2017)
永松俊哉	運動とメンタルヘルス—ライフステージに応じた運動の活用策を探る—	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	体力科学 67(1), 1 (2017)
兵頭和樹, 征矢英昭	運動は高齢者の意志力を高めるか—実行機能に着目して—	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	体力科学 67(1), 60(2017)
邊ギョンホ, クヤック シルベスター, 兵頭和樹, 諏訪部和也, 福家健宗, 征矢英昭	一過性高強度間欠的運動で高まる実行機能の神経基盤: fNIRS を用いたニューロイメージング研究	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 399(2017)
諏訪部和也, 邊ギョンホ, 兵頭和樹, マイケルヤッサ, 征矢英昭	一過性超低強度運動で高まる海馬の記憶能とその神経基盤: 機能的 MRI 研究	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 404(2017)
須藤みず紀, 安藤創一, 永松俊哉	自発的な運動を促す豊かな環境は不安感情様の低下と骨格筋量の増加を惹起する	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 408(2017)

著 者 名	題 名	学会・研究会・ 開催地・月	掲載誌名・発行年
神藤隆志, 鈴川一宏, 具志堅武, 甲斐裕子, 北濃成樹, 永松俊哉	男子高校生における過去および現在の運動・スポーツ活動と気分の関連	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 477 (2017)
兵頭和樹, 神藤隆志, 永松俊哉	高齢者の最大下有酸素能力と作業記憶能力の関係	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 490 (2017)
角田憲治, 北濃成樹, 相馬優樹, 甲斐裕子, 内田 賢, 朽木 勤, 小野寺由美子, 永松俊哉	首都圏在住高齢者における歩行移動と地理的環境との縦断的関連	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 491 (2017)
北濃成樹, 小野寺由美子, 朽木 勤, 甲斐裕子, 塙 智史, 神藤隆志, 角田憲治, 永松俊哉	勤労者における身体活動強度や実践時間帯と主観的睡眠の質の関連性	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 526 (2017)
小野寺由美子, 朽木 勤, 北濃成樹, 塙 智史, 甲斐裕子, 永松俊哉, 町田修一	高齢者における座位行動時間とストレスとの関連	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 538 (2017)
甲斐裕子, 北濃成樹, 角田憲治, 朽木 勤, 内田 賢, 永松俊哉	座位行動は勤労者のメンタルヘルスに影響するか?	第72回日本体力医学会 愛媛 9月	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 6 (6), 543 (2017)
小野寺由美子, 朽木 勤, 北濃成樹, 塙 智史, 甲斐裕子, 永松俊哉, 町田修一	座位・身体活動の置き換えと体格との関連	第36回日本臨床運動療法学会学術集会 大阪 9月	第36回日本運動療法学会学術集会プログラム・抄録集 82 (2017)
須藤みず紀	豊かな環境は心身の健康を促進する? —環境がもたらす筋と脳の関係—	第1回スポーツニューロサイエンス研究会 愛媛 9月	
須藤みず紀	運動はメンタルヘルスと認知機能の向上に貢献できるのか?	小の月の会 東京 9月	
小野寺由美子, 朽木 勤, 北濃成樹, 塙 智史, 甲斐裕子, 永松俊哉, 町田修一	座位行動・身体活動時間の置き換えが勤労者のメンタルヘルス, 労働生産性, 集団的効力感に及ぼす影響	第15回日本運動処方学会大会 兵庫 10月	第15回日本運動処方学会大会予稿集 22 (2017)
甲斐裕子	地域で運動スポーツ実践者を増やすには? —ポピュレーションアプローチへの挑戦—	東洋大学ライフイノベーション研究所シンポジウム 東京 11月	



著 者 名	題 名	学会・研究会・ 開催地・月	掲載誌名・発行年
兵頭和樹	運動が高齢者の実行機能に与える影響 —fNIRS 脳機能イメージング研究—	WINGs 1st Meeting 愛知 11月	WINGs 1st Meeting 当日プログラム 2 (2017)
甲斐裕子	シンポジウム 4：座位行動研究の最新動向 勤労者の座位行動とメンタルヘルス	第24回日本行動医学会 東京 12月	第24回日本行動医学会抄録集 36 (2017)
北濃成樹, 甲斐裕子, 角田憲治, 朽木 勤, 内田 賢, 永松俊哉	座位行動と身体活動の置き換えによる Cardiometabolic Risk Factor への影響： 健診センターでの 3 軸加速度計の導入	日本総合健診医学会第46回大会 愛知 1月	総合健診 45 (1), 231 (2018)
Hyodo, K.	Development of mood-enhancing mild exercise program for improving executive function in older adults.	KAKENHI Program Research on New Scientific Area: Creation and Promotion of WILLDYNAMICS 2nd General Meeting Tokyo Feb.	KAKENHI Program Research on New Scientific Area: Creation and Promotion of WILLDYNAMICS 2nd General Meeting Program 10 (2018)
神藤隆志, 北濃成樹, 鈴川一宏, 酒本勝太, 大澤 真, 中原(権藤)雄一, 具志堅武, 永田康喜, 永松俊哉	男子高校生における競技スポーツとストレス対処力, 気分の関連性—学校サッカー部とJリーグユースチームの比較—	第19回日本健康支援学会年次学術大会 京都 3月	健康支援 20 (1), 112 (2018)
Hyodo, K., Nagamatsu, T., Soya, H.	The effects of transcranial direct current stimulation over DLPFC on Stroop task performance: a pilot study.	ARIHHP Human High Performance International Forum 2018 Ibaraki Mar.	ARIHHP Human High Performance International Forum 2018 Program 2 (2018)
Jindo, T., Kai, Y., Suzukawa, K., Gushiken, T., Kitano, N., Nagamatsu, T.	Association between participation in organized sports activity and generalized self-efficacy in Japanese male high school students: a 2-year longitudinal study.	Society of Adolescent Health and Medicine 2018 Annual Meeting Seattle Mar.	Journal of Adolescent Health 62, S122-123 (2018)
Kitano, N., Jindo, T., Nakahara-Gondoh, Y., Sakamoto, S., Gushiken, T., Suzukawa, K., Nagamatsu, T.	Building grit in Japanese male high-school students: examining the role of belonging to an organized sports activity.	Society of Adolescent Health and Medicine 2018 Annual Meeting Seattle Mar.	Journal of Adolescent Health 62, S123-124 (2018)

## 6 その他の実績

氏 名	課 題	期 間
須藤みず紀(研究代表)	筋収縮は脳の健康に貢献するか？筋から脳への情報伝達機構の解明と運動処方への応用(科学研究費助成事業(科学研究費補助金)若手研究(A))	平成28～31年度
兵頭和樹(研究代表)	気分に着目した高齢者の実行機能を高める軽運動プログラムの開発(科学研究費助成事業(科学研究費補助金)新学術領域研究)	平成29～30年度
北濃成樹(研究代表)	勤労者の睡眠と労働生産性を高めるための運動の在り方：最適な運動頻度・時間帯の追及(科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金)若手研究(B))	平成29～31年度
北濃成樹(研究代表)	勤労者の快眠・就労支援を目的とした牛乳乳製品摂取と身体活動の在り方の研究：疫学的検討(牛乳乳製品健康学会議)学術研究	平成29年度
須藤みず紀(分担研究)	エピジェネティック修飾を介する骨格筋糖代謝の分子適応機構の解明(科学研究費助成事業(科学研究費補助金)基盤研究 B(一般))	平成27～30年度
須藤みず紀(分担研究)	運動中の認知課題遂行における認知・運動・呼吸循環機能の相互関連性(科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金)基盤研究 C(一般))	平成29～31年度

## V. 健康啓発活動業績一覧

### 1 講演および講義

テ ー マ	主 催	対 象 者	月
生活習慣病予防セミナー 生活習慣を変えるコツ	横浜市戸塚福祉保健センター	一般市民	9月
疲労回復と睡眠	(株)YKKap	職員	10月
産業保健研修会 生活習慣病の予防について —脱・三日坊主の行動変容—	神奈川労務安全衛生協会	企業健康づくり担当者	10月
快眠でストレスケア	横須賀市薬剤師会	一般市民	11月
スローエアロビックによる脳フィットネス効果 の可能性	スローエアロビック中央研修会・東京 スローエアロビック連盟	エアロビック指導者	11月
平成29年度産業保健指導・産業栄養指導専門研修 行動科学理論を活かした健康支援	中央労働災害防止協会	保健師・管理栄養士	12月
認知機能低下予防運動コース 運動と脳フィットネス	公益財団法人 健康・体力づくり事業財団	健康運動指導士・健康運動実践指導士、他	12月
認知機能低下予防運動コース 運動と脳フィットネス	公益財団法人 健康・体力づくり事業財団	健康運動指導士・健康運動実践指導士、他	1月
認知機能低下への対策	総務省統計局	総務省職員	1月
ラインケアの進め方	明治安田ライフプランセンター	職員	1月
平成29年度特定保健指導実践者育成研修 行動変容に関する理論	中央労働災害防止協会	保健師・管理栄養士	2月
Exercise effect on executive function in older adults: a functional neuroimaging study	自然科学研究機構生理学研究所 筑波大学体育系 ARIHHP	大学教員・研究者・大学院生	2月
メンタルヘルスとスポーツ・運動の関係	羽村市教育委員会	スポーツリーダー、他	2月
軽運動の魅力と可能性	公益社団法人 日本エアロビック連盟	エアロビック指導者	2月
セルフケアとラインケア	明治安田システム・テクノロジー	職員	2月
平成29年度特定保健指導実践者育成研修 日本郵政特別コース 行動変容に関する理論 保健指導の展開と評価	中央労働災害防止協会	保健師・管理栄養士	3月

お知らせ

第34回(2017年度)若手研究者のための健康科学研究助成受贈者一覧

a. 指定課題 (10件, 一律100万円を助成)

(五十音順・敬称略, 所属は応募時のものを記載)

氏 名	所 属	研究テーマ
梅沢 侑実	国立障害者リハビリテーションセンター 脳機能系障害研究部	自閉スペクトラム症者にみる運動のぎこちなさとその基盤となる皮質内抑制機能の低下
江本 美穂	札幌医科大学 医学部	運動習慣により抑うつと軽度認知障害は予防できるか？ —脳内酸化ストレス動態を指標とした評価について—
黒澤 彩	早稲田大学大学院 スポーツ科学研究科	時間運動学に基づくうつ予防のために最適な座位行動・身体活動パターンの解明
相良 郁子	長崎大学 保健・医療推進センター	運動を習慣化する動機付け方法の探索 —2015年12月義務化ストレスチェックから見えるストレス状況と運動習慣—
笹井 浩行	東京大学大学院 総合文化研究科	大学生の体力と卒後のメンタルヘルスの関連 —50年以上追跡する大規模コホート研究—
根本 裕太	早稲田大学大学院 スポーツ科学研究科	地域在住高齢者を対象とした複合的認知機能低下予防プログラムの効果検証 —無作為化比較対照試験—
福家 健宗	筑波大学大学院 人間総合科学研究科	メンタルヘルスを高める豊かな運動環境の開発 —高グルーヴ音楽の効果—
本田 貴紀	九州大学大学院 医学研究院	地域住民における中年期から高齢期にかけての長期の運動歴と認知機能低下に関する研究 —前向きコホート研究—
牧野圭太郎	国立長寿医療研究センター 予防老年学研究部	抑うつ高齢者の身体活動量とBDNFおよび脳容量との関連 —慢性疼痛の有無に着目した縦断観察研究—
森 雅樹	滋賀医科大学 神経難病研究センター	運動が脳の若さを維持し認知症を予防する分子生理機序の解明

b. 一般課題 (10件, 一律50万円を助成)

氏 名	所 属	研究テーマ
天野 達郎	新潟大学 教育学部	運動トレーニングに伴う発汗機能の改善機序 —アドレナリン機構の役割—
及川 哲志	筑波大学大学院 人間総合科学研究科	分泌型マイクロRNAを介した毛細血管と骨格筋の組織間相互作用
木村 剛英	つくば国際大学 医療保健学部	運動学習を促進させる新たな介入方法の探究 —背外側前頭前野を動員する認知課題の可能性—
清原 康介	東京女子医科大学 医学部	健康的に運動を行うための救急搬送ビッグデータを用いた疫学研究 —運動中の事故防止に向けて—
瀬古 大暉	長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科	性特異的な骨格筋量制御メカニズムの解明 —筋力維持に重要なエストロゲンに着目して—
坪井 大和	神戸大学大学院 保健学研究科	職場におけるアクティブレスト導入がオフィスワーカーの慢性腰痛に及ぼす効果 —ランダム化比較試験による Stand Up per 1 hour & Workout Program (Super Workout Program) の効果検証—
中島 康貴	九州大学大学院 工学研究院	後方への滑り転倒現象を再現したトレッドミル歩行時の転倒回避動作に基づいた転倒リスク評価システム
棗 寿喜	順天堂大学 スポーツ健康医科学研究所	運動が大腸がんの発症を抑制するメカニズムをエピジェネティクスから紐解く
森嶋 琢真	法政大学 スポーツ研究センター	高負荷・低反復回数の筋運動が血管内皮機能に及ぼす影響
渡邊 龍憲	名古屋大学大学院 医学系研究科	二重課題条件下における発揮筋力調整機能の加齢変化とその神経生理学的機序の解明

<選考委員奨励枠> (3件, 一律30万円を助成) ※受贈課題以外から選考委員推薦による特別枠

氏 名	所 属	研究テーマ
大野 善隆	豊橋創造大学 保健医療学部	乳酸刺激による運動代替効果 —骨格筋肥大に乳酸刺激は有効か？—
黒坂 志穂	広島大学 教育学研究科	骨形成促進プログラムが閉経後女性の骨粗鬆症改善に及ぼす効果
中木 直子	京都光華女子大学 健康科学部	女子大学生を対象とした月経周期に伴う味覚・食行動の変化と月経前症候群との関連

---

公益財団法人 明治安田厚生事業団

## 第35回 若手研究者のための健康科学研究助成

---

### 研究テーマ

- a. 指定課題：運動とメンタルヘルス
  - b. 一般課題：健康増進に寄与する学術研究
- ※いずれか1件のみ応募可

### 助成の金額

- 総額 1,500万円
- a. 指定課題(10件程度)：1件につき100万円
  - b. 一般課題(10件程度)：1件につき50万円

### 選考委員奨励枠

受贈課題以外から、選考委員推薦による特別枠  
総額90万円（1件につき30万円 3件程度）

### 応募資格

- ・健康科学研究に従事し、修士以上の学位を有する方（医学・歯学の学士などを含む）
- ・40歳未満かつ所属長または指導教官の推薦を受けた方
- ・第34回（前年度）受贈者は除外

### 応募締切

2018年8月23日（木）必着

---

主 催：公益財団法人 明治安田厚生事業団

後 援：日本体力医学会

明治安田生命保険相互会社

選 考 委 員：委員長 福永哲夫（鹿屋体育大学名誉教授）

（五十音順・敬称略） 委 員 井澤鉄也（同志社大学大学院スポーツ健康科学研究科教授）

委 員 小熊祐子（慶應義塾大学スポーツ医学研究センター准教授）

委 員 定本朋子（日本女子体育大学教授）

委 員 新開省二（東京都健康長寿医療センター研究所副所長）

委 員 永松俊哉（公益財団法人 明治安田厚生事業団理事）

※応募方法：申請書を研究助成ホームページからダウンロードして作成してください。

作成した「申請者情報ファイル（エクセル形式）」と「研究計画ファイル（ワード形式）」を事務局宛にメールでお送りください。

※パスワードが設定されたファイルや圧縮されたファイルは受理できません。

※申請書ダウンロード：URL: <http://www.my-zaidan.or.jp/josei/entry/>

※申請書送付：E-mail: [josei@my-zaidan.or.jp](mailto:josei@my-zaidan.or.jp)

※お問合せ：公益財団法人 明治安田厚生事業団体力医学研究所 研究助成事務局

〒192-0001 東京都八王子市戸吹町150

TEL 042-691-1163 FAX 042-691-5559



---

Bulletin of the Physical Fitness Research Institute  
published by  
Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare,  
150, Tobuki, Hachioji, Tokyo

---

平成30年 4 月30日

発行者	中熊一仁
編集者	甲斐裕子
発行所	公益財団法人 明治安田厚生事業団 体力医学研究所 東京都八王子市戸吹町150 〒192-0001 電話 (042) 691-1163番 (代表)
編集協力	東京六法出版株式会社
印刷製本	亜細亜印刷株式会社

---

# Bulletin of the Physical Fitness Research Institute

Number 116 April 2018

---

## Original Articles (with English Summary)

**Relationship of athletic sports with sense of coherence and mood states in male senior high school students: comparing athletes from a school soccer club and J-League youth teams**

Takashi Jindo, Naruki Kitano, Kazuhiro Suzukawa, Shota Sakamoto, Shin Osawa, Yuichi Nakahara-Gondoh, Takeru Gushiken, Koki Nagata, and Toshiya Nagamatsu 1

**The association of objectively measured physical activity intensity and time-of-day with subjective sleep quality in Japanese employees**

Naruki Kitano, Yumiko Onodera, Kenji Tsunoda, Yuko Kai, Takashi Jindo, Tsutomu Kuchiki, and Toshiya Nagamatsu 10

## Brief Communications

**Cardiovascular response of workers with hypertension during high-intensity interval training: preliminary study on "Office-HIIT"**

Yuko Kai, Kazuki Hyodo, Takashi Jindo, Naruki Kitano, Toshiya Nagamatsu, and Ken Uchida 17

**The acute effect of practical three-minute high-intensity interval training on office workers' mood: application in the office environment**

Kazuki Hyodo, Yuko Kai, Takashi Jindo, and Toshiya Nagamatsu 24

## Report

**Does environmental enrichment increase locomotor activity in rats? Evidence from an implanted sensor device**

Mizuki Sudo, Toshiya Nagamatsu, and Soichi Ando 29

## Topic

**Brief report of SAHM (Society for Adolescent Health and Medicine) 2018 Annual Meeting**

Takashi Jindo 33