
身体活動が睡眠時間および睡眠の質に与える影響： 縦断研究に基づく検討

角田憲治¹⁾ 甲斐裕子¹⁾ 北濃成樹^{2,3)} 内田 賢⁴⁾
朽木 勤⁵⁾ 大藏倫博⁶⁾ 永松俊哉¹⁾

Influence of physical activity on sleep duration and quality: a prospective cohort study

Kenji Tsunoda, Yuko Kai, Naruki Kitano, Ken Uchida, Tsutomu Kuchiki,
Tomohiro Okura, and Toshiya Nagamatsu

SUMMARY

Insufficient sleep is a known risk factor for obesity related-diseases, depression and mortality, and it can cause socioeconomic damage by decreasing daytime production. Although some studies reported a positive association between habitual physical activity and better sleep, there have been few prospective cohort studies examining this relationship. The purpose of this study is to investigate whether physical activity prevents the future development of short sleep duration and poor sleep quality. We collected survey data from annual health check-ups conducted in 2008 in Tokyo, Japan. After excluding participants who reported short sleep duration and/or poor sleep quality at baseline, there were 6185 analysis participants. Our study followed participants until short sleep duration or poor sleep quality had been reported or until the end of 2012. We followed participants an average of 2.8 years (17194 person-years) in which 1632 of 6185 people reported short sleep duration and/or poor sleep quality. A multivariable-adjusted Cox proportional hazards model showed that low-intensity (HR=0.86, 95% CI=0.75–0.97) or vigorous-intensity (HR=0.81, 95% CI=0.67–0.97) physical activity performed at least once per week significantly reduced incident short sleep duration compared with no physical activity. Engaging in moderate-intensity physical activity (HR=0.87, 95% CI=0.70–1.07) also decreased risk of short sleep duration, but this was not significant. Low-intensity (HR=0.80, 95% CI=0.70–0.91), moderate-intensity (HR=0.80, 95% CI=0.64–1.00) and vigorous-intensity (HR=0.74, 95% CI=0.61–0.90) physical activity also significantly reduced incident poor sleep quality. When looking at the combination variable of short sleep duration and poor sleep quality, people who engaged in low-intensity (HR=0.84, 95% CI=0.76–0.93), moderate-intensity (HR=0.85, 95% CI=0.72–1.00) and vigorous-intensity (HR=0.79, 95% CI=0.68–0.91) physical activity had a significantly decreased risk of insufficient sleep. Our results

-
- | | |
|-----------------------------|---|
| 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) 筑波大学大学院人間総合科学研究科 | Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan. |
| 3) 日本学術振興会 | Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo, Japan. |
| 4) 公益財団法人 明治安田厚生事業団新宿健診センター | Meiji Yasuda Shinjuku Medical Center, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan. |
| 5) 公益財団法人 明治安田厚生事業団ウェルネス開発室 | Meiji Yasuda Wellness Development Office, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan. |
| 6) 筑波大学体育系 | Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan. |

suggest that physical activity, regardless of intensity levels, can reduce future incident short sleep duration and poor sleep quality.

Key words: exercise, longitudinal study, insomnia, epidemiology.

緒言

我が国は、睡眠に問題を抱える者が多いことが知られている^{6,18)}。睡眠評価尺度 (Pittsburgh Sleep Quality Index) を用いた我が国の疫学研究⁶⁾では、睡眠に問題を抱えていると判定された者の割合は、男性で26.4%、女性で31.1%に上ることを報告している。

短時間睡眠や主観的な睡眠の質の低下などの不良な睡眠は、肥満や循環器系疾患^{15,20,33)}と関連するだけでなく、抑うつ^{9,26)}や、寿命^{2,11)}にも影響することが分かっている。更に、不良な睡眠は、日中の覚醒を妨げることで生産性を低下させ、社会経済的にも大きな損失を与えるといわれている^{5,34)}。内山³⁴⁾の試算によると、不良な睡眠が引き起こす経済的損失は約3.5兆円にも上る。個人の健康および社会経済的利益の両面から良好な睡眠を保持することは極めて重要な課題である。

いくつかの介入研究によって、身体活動は睡眠を改善させる有効な手段であることが報告されており^{12,13,19,28)}、比較的大規模の疫学研究によってもその関連性が認められている^{24,29,36)}。しかし、これまでの疫学研究の多くは横断的検討に留まっており、縦断的関連性を検討した報告はわずかである^{4,38)}。我が国における大規模な縦断研究には、Inoue et al.¹⁶⁾の高齢者を対象にした研究があり、身体活動が不眠の発症を抑制することを報告しているが、この知見が成人全般においても同様に当てはまるかは定かではない。また、Inoue et al.¹⁶⁾の研究は、身体活動の頻度に応じて不眠の危険率を検討した点では優れているが、身体活動の強度によって睡眠に与える影響が異なるかは明らかにしていない。睡眠の改善を認めた介入研究では、比較的高い強度の身体活動 (60%~85% HR max 程度) を用いた研究^{19,22,28)}が多い一方で、太極拳などの低強度活動^{8,17)}を用いた研究の両方があり、

どの程度の強度の身体活動が良好な睡眠の維持に効果的なのかは依然として不明である。良好な睡眠の維持に必要な身体活動強度を明らかにすることは、睡眠の改善を意図した介入 (支援) を行ううえで、また、ポピュレーションアプローチを行ううえで貴重な資料となることが期待される。

そこで本研究では、数千名規模の縦断調査に基づき、身体活動が数年後の良好な睡眠の維持に貢献するかを身体活動の強度別に検討することを目的とした。

方法

A. 対象者

2008年度に東京都内の健診機関にて人間ドックもしくは健診を受診した16267名を調査対象とした。図1に分析対象が確定するまでの手順を示した。第一に本研究で用いる項目において欠損があった2847名を除外した。次に、睡眠に影響を与えられ、うつ病などの精神疾患³¹⁾の診断歴を有する272名を除外した。また、本研究では良好な睡眠の維持に着目するため、調査開始時点で「短時間睡眠」もしくは「不良な睡眠の質」を報告した4411名を除外した。更に、少なくとも1年以上追跡できなかった2552名を除外し、分析対象には6185名を用いた。追跡は2012年度末まで行い、「短時間睡眠」もしくは「不良な睡眠の質」が報告されるか、追跡終了時まで年単位で追跡した。追跡期間中に対象者が健診を欠席した場合は、利用可能なすべてのデータを用い追跡した。

本研究は公益財団法人 明治安田厚生事業団倫理審査委員会の承認の下で実施し (承認番号: 25005)、対象者には文書による説明を行ったうえで、同意を得た。

B. 調査項目

基本的情報 (年齢, 性) および下記の質問項目

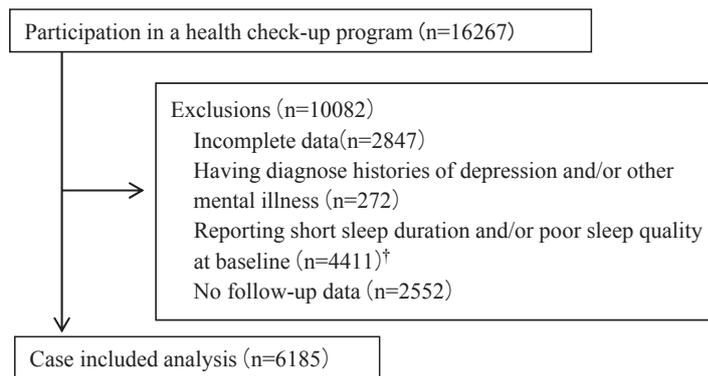


図 1. 分析対象者が選定されるまでの手順

Figure 1. Flow of participants through the study.

† At this stage, 4411 of 13148 participants (33.5%) reported short sleep duration and/or poor sleep quality. When looking at each item, 2999 participants (22.8%) reported short sleep, and 2673 participants (20.3%) reported poor sleep quality at baseline.

に関する調査紙は受診日の約 2 週間前に郵送し、健診当日に回収した。

1. 睡眠項目

1) 睡眠時間

日常における平均的な睡眠時間を尋ねた。先行研究において 6 時間未満の睡眠は、肥満および循環器系疾患の高い罹患率³³⁾ ならびに高い死亡リスク^{2,11)} と関連することから、本研究では睡眠時間が 6 時間未満の場合を短時間睡眠と定義した。

2) 睡眠の質

厚生労働省「標準的な健診・保健指導に関するプログラム」²¹⁾ に沿い、「睡眠で休養が得られている (はい, いいえ)」を尋ねた。本研究では当質問に対し、「いいえ」と答えた場合に睡眠の質が不良であると定義した。

2. 身体活動項目

日常的に行っている身体活動について、活動時間、活動頻度、活動強度を尋ねた。全く活動をしていない者については、あらかじめ「全くしない」を選択するよう指示した。活動時間は「9 分以下, 10~19 分, 20~29 分, 30 分以上」の 4 択、活動頻度は「月 1~3 回, 週 1 回, 週 2 回, 週 3 回以上」の 4 択、活動強度は metabolic equivalents (METs)¹⁾ が併記された 4 択、すなわち①軽から中強度: 3~5 METs, ②中から高強度: 5~7 METs, ③高から極強度: 7~9 METs, ④極強

度以上: 9 METs 以上より回答を求めた。なお、各強度に対応する身体活動の例として、軽から中強度の活動には、歩行、体操、ゴルフ、卓球、屋内掃除、軽い荷物運びを挙げ、中から高強度の活動には、野球、バスケットボール、ハイキング、軽い大工仕事・農作業、荷物運びを挙げた。高から極強度では、ジョギング、サイクリング、テニス、大工仕事・農作業、重い荷物運びを挙げ、極強度以上の活動には、ランニング、ラグビー、水泳、柔道、重い荷物の荷揚げを挙げた。なお、本研究の対象者では、極強度以上の活動をしている者が少数であったため、高から極強度の回答者と合算し、高強度以上として集計した。本研究ではより広く用いられている用語として、軽から中強度の活動を低強度活動、中から高強度の活動を中強度活動、高強度以上の活動を高強度活動と表記する。

World Health Organization³⁷⁾ では 1 回当たりの身体活動の実践時間について少なくとも 10 分以上行うことを推奨している。そのため、1 回当たりの身体活動の実践時間が 10 分以上の場合のみを「実践あり」として集計した。最終的な身体活動の変数は、低強度活動、中強度活動、高強度活動の 3 変数を用い、「週 1 回未満の実践もしくは非実践 = 0」と「週 1 回以上の実践 = 1」にダミー変数化した。

3. その他の項目

睡眠および身体活動と関連すると予想される因子として、喫煙習慣（なし = 0，禁煙中 = 1，喫煙中 = 2），アルコール摂取量（なし = 0，1日20 g 未満 = 1，1日20 g 以上 = 2），うつ病や他の精神疾患の診断歴（なし = 0，あり = 1）を用いた。また，body mass index (kg/m²) を健診時の身長と体重によって算出した。

C. 統計解析

記述統計量の身体活動の実践状況ごとの比較には，間隔尺度は t 検定，名義尺度は χ^2 検定を用いた。身体活動と睡眠尺度との縦断的関連性の検討には，Cox 回帰分析を用いた。エンドポイントは，①短時間睡眠，②不良な睡眠の質，③短時間睡眠もしくは不良な睡眠の質の報告があった場合の3点とし，各々にハザード比を算出した。本研究では共変量の異なる多変量モデルを2つ作成した。モデル1の共変量には，年齢，性，飲酒習慣，喫煙習慣，body mass index を投入し，不良な睡眠の質の分析においてのみ睡眠時間を加えた。モデ

ル2では，モデル1の共変量に加え，身体活動3変数を同時に投入し，各身体活動の相互の影響を補正した。

すべての統計処理には SPSS® 21.0J for Windows® を使用し，有意水準はいずれも5%とした。

結果

対象者の平均年齢は51.2 ± 11.7歳（範囲：19～91歳）であり，男性の割合は55.7%であった。表1に対象者の特徴を身体活動の実践状況ごとに示した。高強度活動の実践者は，低強度活動，中強度活動と比べて，男性の割合が高かった。低強度活動の実践者は非実践者に比して中強度活動および高強度活動を実践する者が少なかったが，中強度活動の実践者は非実践者に比べて，高強度活動を多く実践していた。

短時間睡眠に対する平均追跡年数は2.9年（18192人年）であり，1004名（16.2%）が新たに短時間睡眠を報告した。不良な睡眠に対する平均追跡年数は2.9年（18217人年）であり，955名

表1. 対象者の特徴
Table1. Baseline characteristics of participants by physical activity levels.

| Baseline variables | Low-intensity PA | | Moderate-intensity PA | | Vigorous-intensity PA | |
|----------------------------------|------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|-------------|
| | < 1x/w | ≥ 1x/w | < 1x/w | ≥ 1x/w | < 1x/w | ≥ 1x/w |
| Number | 3116 | 3069 | 5464 | 721 | 5176 | 1009 |
| Mean (SD) age, years | 48.9 (11.4) | 53.4 (11.6)* | 51.0 (11.7) | 52.8 (11.8)* | 51.1 (11.7) | 51.4 (11.7) |
| Male Gender, % | 58.2 | 53.2* | 56.4 | 50.8* | 54.5 | 61.8* |
| Mean (SD) BMI, kg/m ² | 22.5 (3.1) | 22.4 (3.1) | 22.4 (3.1) | 22.3 (2.7) | 22.5 (3.2) | 22.3 (2.6) |
| Smoking status, % | | | | | | |
| Never | 50.3 | 54.7* | 52.0 | 56.3* | 52.6 | 51.8* |
| Former | 25.0 | 29.3 | 27.0 | 28.4 | 25.9 | 33.8 |
| Current | 24.7 | 15.9 | 21.0 | 15.3 | 21.5 | 14.4 |
| Alcohol consumption, % | | | | | | |
| Never | 13.5 | 16.3* | 15.0 | 14.1 | 15.5 | 11.7* |
| < 20 g/day of alcohol | 58.4 | 58.7 | 58.9 | 56.6 | 58.8 | 57.5 |
| ≥ 20 g/day of alcohol | 28.0 | 25.0 | 26.2 | 29.3 | 25.7 | 30.8 |
| Low-intensity PA | — | — | 51.2 | 37.7* | 52.5 | 35.1* |
| Once a week or more | | | | | | |
| Moderate-intensity PA | 14.4 | 8.9* | — | — | 10.8 | 16.2* |
| Once a week or more | | | | | | |
| Vigorous-intensity PA | 21.0 | 11.5* | 15.5 | 22.6* | — | — |
| Once a week or more | | | | | | |

* P < 0.05. PA; physical activity, BMI; body mass index.

表 2. 短時間睡眠に対する身体活動のハザード比
Table 2. Hazard ratios of incident *short sleep duration* by physical activity levels.

| | Hazard ratio (95% CI) | |
|---|-----------------------|---------------------------|
| | Less than once a week | Once a week or more |
| <i>Low-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 9042 | 9150 |
| No. of cases for short sleep duration | 568 | 436 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 63 | 48 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.76 (0.67 – 0.86) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.87 (0.77 – 0.99) |
| Model 1 † | 1.00 | 0.88 (0.77 – 1.00) |
| Model 2 ‡ | 1.00 | 0.86 (0.75 – 0.97) |
| <i>Moderate-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 16033 | 2159 |
| No. of cases for short sleep duration | 905 | 99 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 56 | 46 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.81 (0.66 – 1.00) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.86 (0.70 – 1.06) |
| Model 1 † | 1.00 | 0.88 (0.71 – 1.08) |
| Model 2 ‡ | 1.00 | 0.87 (0.70 – 1.07) |
| <i>Vigorous-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 15200 | 2992 |
| No. of cases for short sleep duration | 869 | 135 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 57 | 45 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.79 (0.66 – 0.95) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.80 (0.66 – 0.95) |
| Model 1 † | 1.00 | 0.83 (0.69 – 0.99) |
| Model 2 ‡ | 1.00 | 0.81 (0.67 – 0.97) |

Bold numbers indicate $P < 0.05$.

† Adjusted for age, gender, body mass index, smoking, and alcohol consumption.

‡ Additional adjustment of model 1 for other intensity types of physical activity.

(15.4%) が新たに不良な睡眠の質を報告した。なお、短時間睡眠もしくは不良な睡眠の報告に着目した場合の平均追跡年数は2.8年(17194人年)であり、新たに1632名(26.4%)が、そのどちらか(もしくは両方)を報告した。

表 2 に短時間睡眠の新たな報告に対する身体活動のハザード比を示した。モデル 2 において、低強度活動 (HR = 0.86, 95% CI = 0.75–0.97), 高強度活動 (HR = 0.81, 95% CI = 0.67–0.97) は、短時間睡眠の新たな報告を有意に抑制していた。中強度活動 (HR = 0.87, 95% CI = 0.70–1.07) についても、低強度活動と同程度のハザード比が確認され

たが有意性は確認できなかった。

表 3 に不良な睡眠の質の新たな報告に対する身体活動のハザード比を示した。低強度活動 (HR = 0.80, 95% CI = 0.70–0.91), 中強度活動 (HR = 0.80, 95% CI = 0.64–1.00), 高強度活動 (HR = 0.74, 95% CI = 0.61–0.90) のすべてで、不良な睡眠の質に対する抑制効果が認められた。

表 4 に短時間睡眠もしくは不良な睡眠の質の新たな報告に対する身体活動のハザード比を示した。低強度活動 (HR = 0.84, 95% CI = 0.76–0.93), 中強度活動 (HR = 0.85, 95% CI = 0.72–1.00), 高強度活動 (HR = 0.79, 95% CI = 0.68–0.91) のすべて

表3. 不良な睡眠の質に対する身体活動のハザード比
Table3. Hazard ratios of incident *poor sleep quality* by physical activity levels.

| | Hazard ratio (95% CI) | |
|---|-----------------------|---------------------------|
| | Less than once a week | Once a week or more |
| <i>Low-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 9074 | 9143 |
| No. of cases for poor sleep quality | 551 | 404 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 61 | 44 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.73 (0.64 – 0.83) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.81 (0.71 – 0.92) |
| Model 1 [†] | 1.00 | 0.83 (0.73 – 0.95) |
| Model 2 [‡] | 1.00 | 0.80 (0.70 – 0.91) |
| <i>Moderate-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 16045 | 2172 |
| No. of cases for poor sleep quality | 865 | 90 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 54 | 41 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.77 (0.62 – 0.96) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.81 (0.65 – 1.00) |
| Model 1 [†] | 1.00 | 0.81 (0.65 – 1.01) |
| Model 2 [‡] | 1.00 | 0.80 (0.64 – 1.00) |
| <i>Vigorous-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 15190 | 3027 |
| No. of cases for poor sleep quality | 834 | 121 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 55 | 40 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.73 (0.60 – 0.88) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.74 (0.61 – 0.90) |
| Model 1 [†] | 1.00 | 0.77 (0.63 – 0.93) |
| Model 2 [‡] | 1.00 | 0.74 (0.61 – 0.90) |

Bold numbers indicate $P < 0.05$.

[†] Adjusted for age, gender, body mass index, smoking, alcohol consumption, and sleep duration.

[‡] Additional adjustment of model 1 for other intensity types of physical activity.

で、短時間睡眠もしくは不良な睡眠の質に対する抑制効果が確認された。

考 察

本研究は、身体活動と睡眠時間、睡眠の質との縦断的関連性を検討し、週に1回以上の身体活動の実践は、将来的に短時間睡眠、睡眠の質低下に陥る危険性を有意に低下させることを見いだした。これらの結果は、先行研究^{4,22,38)}を支持するものであったが、縦断研究が限られている当該分野において、数千名規模の縦断研究によって身体活動が睡眠に与える効能を明らかにした本研究の意義

は大きいといえる。更に、本研究では、短時間睡眠もしくは不良な睡眠の質の新たな報告に対する身体活動の抑制効果は、高強度活動が最も大きい。他の活動と顕著な差はみられず、低強度活動、中強度活動を含むすべての活動において得られる可能性を示した。先行の介入研究では、睡眠障害の「改善」を目的に高強度活動^{19,22,28)}や低強度活動^{8,17)}を用い、その効果を確認している。本研究では、良好な睡眠の「維持」という観点からこれらの報告を支持した。ただし、就寝前の高強度活動に関しては、覚醒水準を向上させることで睡眠を阻害するといわれている³⁾。今後は睡眠に対し

表 4. 短時間睡眠もしくは不良な睡眠の質に対する身体活動のハザード比
Table 4. Hazard ratios of incident *short sleep duration and/or poor sleep quality* by physical activity levels.

| | Hazard ratio (95% CI) | |
|---|-----------------------|---------------------------|
| | Less than once a week | Once a week or more |
| <i>Low-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 8476 | 8718 |
| No. of cases for short sleep duration and/or poor sleep quality | 929 | 703 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 110 | 81 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.74 (0.67 – 0.81) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.83 (0.75 – 0.92) |
| Model 1 † | 1.00 | 0.81 (0.73 – 0.90) |
| Model 2 ‡ | 1.00 | 0.84 (0.76 – 0.93) |
| <i>Moderate-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 15125 | 2069 |
| No. of cases for short sleep duration and/or poor sleep quality | 1473 | 159 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 97 | 77 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.79 (0.67 – 0.93) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.84 (0.71 – 0.98) |
| Model 1 † | 1.00 | 0.83 (0.71 – 0.98) |
| Model 2 ‡ | 1.00 | 0.85 (0.72 – 1.00) |
| <i>Vigorous-intensity physical activity</i> | | |
| No. of person-years | 14318 | 2876 |
| No. of cases for short sleep duration and/or poor sleep quality | 1417 | 215 |
| Incidence rates per 1000 person-years | 99 | 75 |
| Unadjusted | 1.00 | 0.76 (0.66 – 0.87) |
| Adjusted for age and gender | 1.00 | 0.77 (0.66 – 0.89) |
| Model 1 † | 1.00 | 0.76 (0.66 – 0.88) |
| Model 2 ‡ | 1.00 | 0.79 (0.68 – 0.91) |

Bold numbers indicate $P < 0.05$.

† Adjusted for age, gender, body mass index, smoking, and alcohol consumption.

‡ Additional adjustment of model 1 for other intensity types of physical activity.

て、より効果が得られやすい活動時間帯を検討する必要がある。

本研究では、短時間睡眠ならびに不良な睡眠の質の新たな報告のそれぞれをアウトカムに検討を行った。この両アウトカムに対する身体活動の抑制効果を比較した場合では、どの身体活動強度においても短時間睡眠より不良な睡眠の質に対して抑制効果が大きい傾向がみられた。睡眠時間は個人間の幅が大きく、仕事の状況²⁵⁾などによって影響されやすいため、身体活動単独では予測が難

しいと推察される。ただし、そのような状況を踏まえても、種々の疾病と関連がある短時間睡眠^{2,11,20,33)}に対し、低強度活動ならびに高強度活動が有意な抑制効果を示したことは、身体活動の優れた効能といえよう。なお、中強度活動のみが短時間睡眠に対して有意な効果を示さなかった理由としては、低強度活動や高強度活動に比して、実践者の割合が少なかった（検出力が弱かった）ことが挙げられる。今後は、より大きなサンプルサイズを用いることで、安定した結果を示すこと

や、身体活動の実践頻度や総量などを細かく設定した検討が求められる。

身体活動が睡眠に良い影響を与えるメカニズムとしては未だ不明な点が多いが、いくつかの示唆がなされている^{4,7)}。それらによると、1) 身体活動後の回復の過程で睡眠が必要であり眠気が誘発されること、2) 身体活動に伴う日照曝露が概日リズムを整えること、3) 身体活動によってストレスが軽減され寝つきが良くなること、4) 身体活動後の熱放散が深部体温を下げることなどが挙げられている。本研究からはメカニズムにせまる知見は示すことができないが、先行研究で示唆されている効能の複合的な作用によって身体活動が睡眠に良い影響を与えていると推察される。

本研究は、数千名の対象を用い、身体活動が睡眠に与える影響を縦断的に明らかにした点に利点があるが、いくつかの限界がある。第一に、身体活動および睡眠に関する調査項目が質問紙によって評価された点である。自己申告に基づく睡眠の質の評価では、睡眠の深さや中途覚醒などを考慮できない。また、睡眠時間の主観的な評価はポリグラフによる客観的な評価と比べて睡眠時間を過大評価することが指摘されている³⁰⁾。よって今後は、より評価の妥当性を上げるために、ポリグラフ²⁷⁾や高精度の加速度計²³⁾を用いた客観的な睡眠の評価が求められる。更に、本研究ではさまざまな疾病の影響を鑑み、短時間睡眠を6時間未満と設定したが^{2,11,33)}、個人にとって適切な睡眠時間は異なることが予想される。今後は、一部の研究¹⁴⁾で使用されている実際の睡眠時間と理想の睡眠時間との差分を評価するなどの工夫が必要である。次に、本研究の対象は、定期健康診断の受診者であり、無作為抽出によって選ばれた対象ではない。対象者の多くが首都圏近郊の勤労者またはその配偶者であると予想され、本研究の一般化可能性は定かではない。更に、教育年数や経済状況、勤労状況に関する情報を考慮できていない点にも限界がある。経済状況や勤労状況に余裕がある者が身体活動を行いやすく^{10,32)}、良好な睡眠も維持しやすい³⁵⁾という交絡の影響を否定できない。

今後は対象者の特徴をより明らかにし、さまざまな交絡を考慮した検討が求められる。

結 語

本研究では、縦断調査に基づき、身体活動が良好な睡眠の維持に貢献するかを検討した。その結果、高強度活動に限らず、低強度活動や中強度活動においても良好な睡眠の維持に貢献することを明らかにした。また、身体活動による効能は、睡眠時間よりも、睡眠の質に対して大きいことが示唆された。良好な睡眠の維持という観点からは、個人が取り組みやすい身体活動を実践することが推奨される。

参 考 文 献

- 1) Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D., Meckes, N., Bassett, D.R., Jr., Tudor-Locke, C., Greer, J.L., Vezina, J., Whitt-Glover, M.C., and Leon, A.S. (2011): 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, **43**, 1575 – 1581.
- 2) Amagai, Y., Ishikawa, S., Gotoh, T., Doi, Y., Kayaba, K., Nakamura, Y., and Kajii, E. (2004): Sleep duration and mortality in Japan: the Jichi Medical School Cohort Study. *J. Epidemiol.*, **14**, 124 – 128.
- 3) American Academy of Sleep Medicine (2001): International classification of sleep disorders, revised: diagnostic and coding manual. <http://www.esst.org/adds/ICSD.pdf>
- 4) Buman, M.P. and King, A.C. (2010): Exercise as a treatment to enhance sleep. *Am. J. Lifestyle Med.*, **4**, 500 – 514.
- 5) Daley, M., Morin, C.M., LeBlanc, M., Gregoire, J.P., and Savard, J. (2009): The economic burden of insomnia: direct and indirect costs for individuals with insomnia syndrome, insomnia symptoms, and good sleepers. *Sleep*, **32**, 55 – 64.
- 6) Doi, Y., Minowa, M., Uchiyama, M., and Okawa, M. (2001): Subjective sleep quality and sleep problems in the general Japanese adult population. *Psychiatry Clin. Neurosci.*, **55**, 213 – 215.
- 7) Driver, H.S. and Taylor, S.R. (2000): Exercise and sleep. *Sleep Med. Rev.*, **4**, 387 – 402.
- 8) 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.

- 9) Ford, D.E. and Kamerow, D.B. (1989): Epidemiologic study of sleep disturbances and psychiatric disorders. An opportunity for prevention? *JAMA*, **262**, 1479 – 1484.
- 10) Fransson, E.I., Heikkila, K., Nyberg, S.T., Zins, M., Westerlund, H., Westerholm, P., Vaananen, A., Virtanen, M., Vahtera, J., Theorell, T., Suominen, S., Singh-Manoux, A., Siegrist, J., Sabia, S., Rugulies, R., Pentti, J., Oksanen, T., Nordin, M., Nielsen, M.L., Marmot, M.G., Magnusson Hanson, L.L., Madsen, I.E., Lunau, T., Leineweber, C., Kumari, M., Kouvonen, A., Koskinen, A., Koskenvuo, M., Knutsson, A., Kittel, F., Jockel, K.H., Joensuu, M., Houtman, I.L., Hoofman, W.E., Goldberg, M., Geuskens, G.A., Ferrie, J.E., Erbel, R., Dragano, N., De Bacquer, D., Clays, E., Casini, A., Burr, H., Borritz, M., Bonenfant, S., Bjorner, J.B., Alfredsson, L., Hamer, M., Batty, G.D., and Kivimaki, M. (2012): Job strain as a risk factor for leisure-time physical inactivity: an individual-participant meta-analysis of up to 170,000 men and women: the IPD-Work Consortium. *Am. J. Epidemiol.*, **176**, 1078 – 1089.
- 11) Gallicchio, L. and Kalesan, B. (2009): Sleep duration and mortality: a systematic review and meta-analysis. *J. Sleep Res.*, **18**, 148 – 158.
- 12) Guilleminault, C., Clerk, A., Black, J., Labanowski, M., Pelayo, R., and Claman, D. (1995): Non-drug treatment trials in psychophysiological insomnia. *Arch. Intern. Med.*, **155**, 838 – 844.
- 13) Horne, J.A. and Staff, L.H. (1983): Exercise and sleep: body-heating effects. *Sleep*, **6**, 36 – 46.
- 14) Hublin, C., Kaprio, J., Partinen, M., and Koskenvuo, M. (2001): Insufficient sleep: a population-based study in adults. *Sleep*, **24**, 392 – 400.
- 15) Hung, H.C., Yang, Y.C., Ou, H.Y., Wu, J.S., Lu, F.H., and Chang, C.J. (2013): The association between self-reported sleep quality and overweight in a Chinese population. *Obesity*, **21**, 486 – 492.
- 16) Inoue, S., Yorifuji, T., Sugiyama, M., Ohta, T., Ishikawa-Takata, K., and Doi, H. (2013): Does habitual physical activity prevent insomnia? A cross-sectional and longitudinal study of elderly Japanese. *J. Aging Phys. Act.*, **21**, 119 – 139.
- 17) Irwin, M.R., Olmstead, R., and Motivala, S.J. (2008): Improving sleep quality in older adults with moderate sleep complaints: A randomized controlled trial of Tai Chi Chih. *Sleep*, **31**, 1001 – 1008.
- 18) Kim, K., Uchiyama, M., Okawa, M., Liu, X., and Ogihara, R. (2000): An epidemiological study of insomnia among the Japanese general population. *Sleep*, **23**, 41 – 47.
- 19) King, A.C., Oman, R.F., Brassington, G.S., Bliwise, D.L., and Haskell, W.L. (1997): Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults. A randomized controlled trial. *JAMA*, **277**, 32 – 37.
- 20) King, C.R., Knutson, K.L., Rathouz, P.J., Sidney, S., Liu, K., and Lauderdale, D.S. (2008): Short sleep duration and incident coronary artery calcification. *JAMA*, **300**, 2859 – 2866.
- 21) 厚生労働省 (2007): 標準的な健診・保健指導に関するプログラム . <http://www.mhlw.go.jp/bunya/shakaiho-sho/iryouseido01/info03a.html>
- 22) 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.
- 23) Lichstein, K.L., Stone, K.C., Donaldson, J., Nau, S.D., Soeffing, J.P., Murray, D., Lester, K.W., and Aguillard, R.N. (2006): Actigraphy validation with insomnia. *Sleep*, **29**, 232 – 239.
- 24) Morgan, K. (2003): Daytime activity and risk factors for late-life insomnia. *J. Sleep Res.*, **12**, 231 – 238.
- 25) Nakashima, M., Morikawa, Y., Sakurai, M., Nakamura, K., Miura, K., Ishizaki, M., Kido, T., Naruse, Y., Suwazono, Y., and Nakagawa, H. (2011): Association between long working hours and sleep problems in white-collar workers. *J. Sleep Res.*, **20**, 110 – 116.
- 26) Okajima, I., Komada, Y., Nomura, T., Nakashima, K., and Inoue, Y. (2012): Insomnia as a risk for depression: a longitudinal epidemiologic study on a Japanese rural cohort. *J. Clin. Psychiatry*, **73**, 377 – 383.
- 27) Redline, S., Sanders, M.H., Lind, B.K., Quan, S.F., Iber, C., Gottlieb, D.J., Bonekat, W.H., Rapoport, D.M., Smith, P.L., and Kiley, J.P. (1998): Methods for obtaining and analyzing unattended polysomnography data for a multi-center study. Sleep Heart Health Research Group. *Sleep*, **21**, 759 – 767.
- 28) Reid, K.J., Baron, K.G., Lu, B., Naylor, E., Wolfe, L., and Zee, P.C. (2010): Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep Med.*, **11**, 934 – 940.
- 29) Sherrill, D.L., Kotchou, K., and Quan, S.F. (1998): Association of physical activity and human sleep disorders. *Arch. Intern. Med.*, **158**, 1894 – 1898.
- 30) 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.
- 31) Taylor, D.J., Lichstein, K.L., Durrence, H.H., Reid, B.W., and Bush, A.J. (2005): Epidemiology of insomnia, depres-

- sion, and anxiety. *Sleep*, **28**, 1457 – 1464.
- 32) Trost, S.G., Owen, N., Bauman, A.E., Sallis, J.F., and Brown, W. (2002): Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, **34**, 1996 – 2001.
- 33) Tu, X., Cai, H., Gao, Y.T., Wu, X., Ji, B.T., Yang, G., Li, H., Zheng, W., and Shu, X.O. (2012): Sleep duration and its correlates in middle-aged and elderly Chinese women: the Shanghai Women's Health Study. *Sleep Med.*, **13**, 1138 – 1145.
- 34) 内山 真 (2012): 睡眠障害の社会生活に及ぼす影響と経済損失. *日本精神科病院協会雑誌*, **31**, 1163 – 1169.
- 35) Virtanen, M., Ferrie, J.E., Gimeno, D., Vahtera, J., Elovainio, M., Singh-Manoux, A., Marmot, M.G., and Kivimaki, M. (2009): Long working hours and sleep disturbances: the Whitehall II prospective cohort study. *Sleep*, **32**, 737 – 745.
- 36) Wennman, H., Kronholm, E., Partonen, T., Tolvanen, A., Peltonen, M., Vasankari, T., and Borodulin, K. (2014): Physical activity and sleep profiles in Finnish men and women. *BMC Public Health*, **14**, 82.
- 37) World Health Organization (2010): Global recommendations on physical activity for health. http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/
- 38) Youngstedt, S.D. and Kline, C.E. (2006): Epidemiology of exercise and sleep. *Sleep Biol. Rhythms.*, **4**, 215 – 221.