

〔二次出版〕

日本のオフィスワーカーにおける座位行動の減少と身体活動の増加に対する短時間の活動的休憩の効果：1年間の準実験的研究 －Scandinavian Journal of Work, Environment & Health に掲載された英語論文の日本語による二次出版－

北濃成樹¹⁾, 神藤隆志^{1,2)}, 吉葉かおり¹⁾, 山口大輔¹⁾, 藤井悠也¹⁾,
若葉京良³⁾, 丸尾和司^{1,4)}, 甲斐裕子¹⁾, 荒尾 孝¹⁾

SUMMARY

目的：我々は、長時間の座位からの短時間の活動的休憩を導入する1年間の複合的職場介入が、日本のオフィスワーカーにおける勤務中の身体行動と健康に及ぼす影響を検討した。

方法：この準実験的研究は東京で実施された(2019～2020年)。介入群($n = 172$)では、座位行動を中断するための活動的休憩を勤務スケジュールに導入し(約10分/勤務時間)、参加を奨励する支援戦略(例：ソーシャルサポート、情報提供)を併せて実施した。介入群と同じ企業グループで働く対照群($n = 323$)の勤労者は、いかなる介入も受けなかった。主要アウトカムとして、加速度計測定による勤務中の座位行動と身体活動を、副次アウトカムとして、メンタルヘルスと主観的職務遂行能力を評価した。1年後のアウトカムにおける群間差を検討するため、overlap weightを用いた傾向スコア重み付けを実施した。

結果：1年後のフォローアップ評価において、介入群の勤務中の座位行動は24.4分減少し(95% 信頼区間31.6-17.3)、身体活動は同程度増加した(群間差の $P < 0.05$)。しかし、1年後のフォローアップでは、ベースラインと比較して、介入群において心理的苦痛が悪化し、ワークエンゲイジメントが低下した(群間差の $P < 0.05$)。

結論：我々の知見は、このプログラムがオフィスワーカーの勤務中の座位行動を減らし身体活動を促進する実行可能なアプローチであることを示唆している。しかし、方法論的な限界から、観察された効果が介入によるものと断定することはできない。広範な社会実装を推奨する前に、その有効性と外的妥当性を評価するための更に厳密な研究が必要である。

Key words: 加速度計, 日本, 職業保健, プレゼンティズム, 傾向スコア, 心理的苦痛, ワークエンゲイジメント

- | | |
|-----------------------------|--|
| 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) 大阪教育大学 表現活動教育系 | Division of Art, Music, and Physical Education, Osaka Kyoiku University, Osaka, Japan. |
| 3) 十文字学園大学 人間生活学部 | Faculty of Human Life, Jumonji University, Niiza, Saitama, Japan. |
| 4) 筑波大学 医学医療系 生物統計学 | Department of Biostatistics, Institute of Medicine, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan. |

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

Kitano N, Jindo T, Yoshida K, Yamaguchi D, Fujii Y, Wakaba K, Maruo K, Kai Y, Arai T. Effectiveness of short active breaks for reducing sedentary behavior and increasing physical activity among Japanese office workers: one-year quasi-experimental study. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 2025; 51 (4): 312-22. doi: 10.5271/sjweh.4224

原著論文は Creative Commons Attribution License(CC BY 4.0)の下で公開されており、本翻訳は当該ライセンスの条件に従って作成されています。原著論文の著者と本論文の著者は同一です。また原典に付随する補足資料は翻訳・掲載していませんので、原典をご参照ください。

背 景

現代の労働力の相当な割合を占めるオフィスワーカーは、他の職業の勤労者よりも座位行動に費やす時間が長い¹⁾。彼らの日常的な座位行動のほとんどは職場で発生し²⁾、長時間の中断のないもので構成されている³⁾。過度の座位行動はさまざまな健康上の悪影響(例：慢性疾患、精神疾患、早期死亡)を引き起こすため⁴⁻⁶⁾、研究者たちはオフィスワーカーにおける勤務中の座位行動を減らし身体活動を増加させる戦略について研究してきた。

系統的レビューでは、物理的な職場環境の変更を伴う介入(例：スタンディングデスクやアクティブワークステーションの導入)、または物理的変更と教育的・行動的介入の組み合わせにより、勤務中の座位行動がより大きく減少することが明らかになった⁷⁾。しかし、座位行動を減らすこれらの環境介入の有効性は、実施後3か月で減少する可能性がある⁸⁾。その費用対効果が未確定であることは、雇用主がこうした介入の導入をためらう要因にもなりえる⁹⁾。オフィスワーカーの過度の座位行動という社会的課題に対処するためには、その有効性が最大化されなくても、実装コストの低い職場での健康増進プログラムの開発が重要である。

1つの代替案は、組織のスケジュールに座位行動からの、短時間の活動的休憩を組み込むように職場の方針を変更することである。しかし、短時間の活動的休憩の導入が勤務中の座位行動に及ぼす影響は、2つのランダム化比較試験(randomized controlled trial: RCT)でしか検討されていない^{10,11)}。更に、結果は一貫しておらず、一方は勤務日の座位行動の減少を明らかにし¹⁰⁾、他方は1日合計または勤務中の座位行動を減らすための強いエビデンスを見いだせなかった¹¹⁾。その結果、系統的レビューでは、座位行動を減らすことを目的としたこのような職場における方針変更の有効性を判断できず、更なる研究が推奨された⁸⁾。この研究テーマには更に3つの限界が存在する。第一に、

これまでの介入研究の期間は6か月以下であり、現実世界でのより長期的な効果は不明確なままである。第二に、社会規範と組織文化^{12,13)}は座位行動を減らすための職場戦略の決定要因であり、国や地域によって異なる¹⁴⁾。したがって、この種の介入の外的妥当性と有効性を確立するには、複数の地域にわたる研究が必要である。第三に、系統的レビューでは、身体活動促進を含む職場での健康増進が、メンタルヘルスとワークエンゲイジメントに肯定的な影響を与えることが明らかになっている^{15,16)}。特に同僚と一緒に取られる短時間の活動的休憩は、気分を改善し、職場の人間関係を強化し、集団凝集性を促進し、最終的に心理的苦痛の軽減とワークエンゲイジメントの増加につながる可能性がある。しかし、我々の知る限り、このような休憩を導入することが現代の労働人口にとって不可欠なアウトカムに及ぼす影響は未検討のままである^{17,18)}。

したがって、我々は、勤務スケジュール内に短時間の活動的休憩を導入する1年間の複合的介入が、日本のオフィスワーカーにおける勤務中の座位行動と身体活動に及ぼす影響、ならびにメンタルヘルスと仕事関連のアウトカムへの潜在的な影響を評価した。

方 法

本研究は、非ランダム化デザインによる評価の透明性のある報告(Transparent Reporting of Evaluations with Non-randomized Designs: TREND)声明に従った(補足表S1)。

A. 参加者と研究デザイン

この1年間の準実験的研究は、2019年から2020年の間に実施された。介入群と対照群の包含基準は、(i)オフィスワーカーであること、(ii)スタンディングデスクを使用していないこと、(iii)会社の就業規則に従って9時～17時の時間帯に勤務していること(フレックスタイム勤務でないこと)であった。介入群の勤労者は、東京や大阪など日本の都市部にオフィスをもつ、保険事務管理サービスを提供する企業で働いていた。介入は、同社の

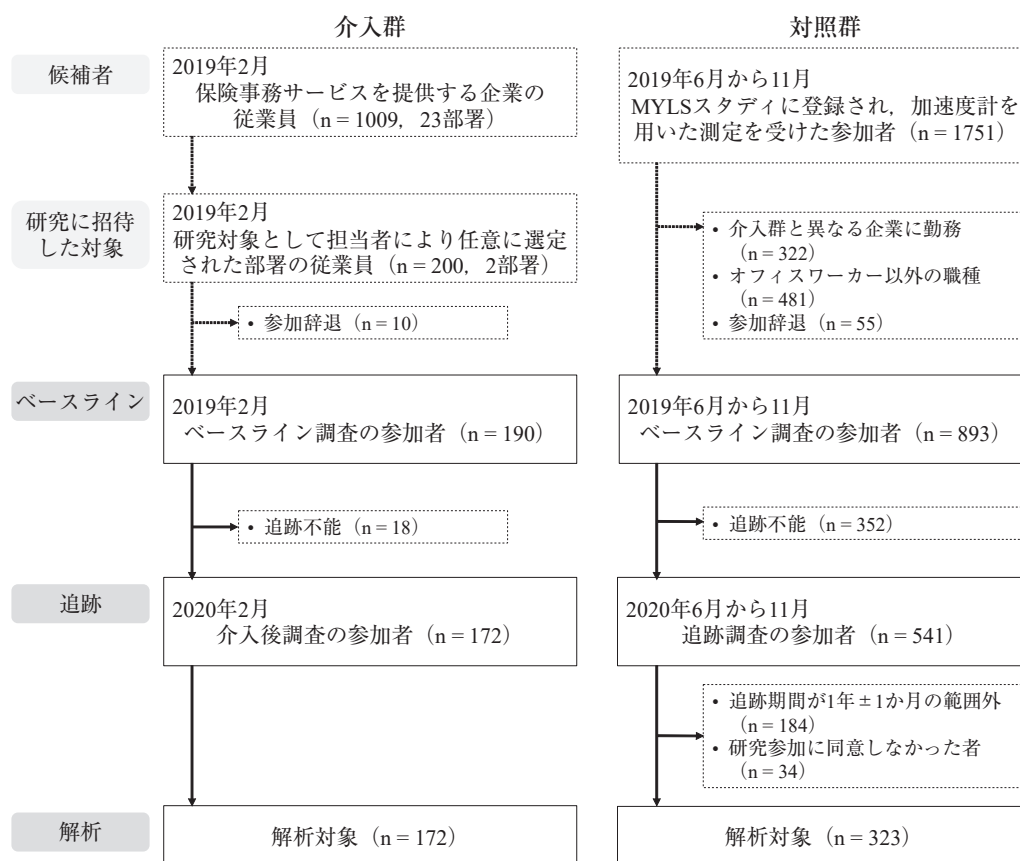


図1. 参加者選定のフロー図

すべての部署およびすべての勤労者(23部署, 1009名のオフィスワーカー)を対象に実施された。しかし, 企業とその従業員への負担を軽減するため, 試験は, 人事担当者によって任意に選択された2部署200名の従業員にのみ実施された。これらのうち, 190名の勤労者がベースライン調査に同意し, 完了した。最終的に, 介入開始から1年後の調査に参加した172名の勤労者のデータを分析に使用した。

対照群には, コホート研究である明治安田ライフスタイル研究(Meiji Yasuda LifeStyle study: MYLSスタディ)¹⁹⁾の参加者を割り当てた。MYLSスタディは, 東京都とその周辺地域(すなわち, 介入群参加者のオフィスと同じ地域)に住む従業員の年次健康診断のデータを使用した。介入群との比較可能性を高めるため, 以下の基準を満たす参加者のみを含めた: (i) 介入群の参加者と同じ企業グループで働いていること, (ii) オフィスワーカーとして働いていること, (iii) 2019年(介入開

始時)と2020年(介入終了時)のデータをもっていること, (iv) 365日[標準偏差(standard deviation: SD)30日]のフォローアップ期間(介入期間に近似)をもっていること。最終的に, 323名の勤労者がこれらの基準を満たし, 分析に含まれた(図1)。

フォローアップ調査は, 新型コロナウイルス感染症(Coronavirus disease 2019: COVID-19)パンデミックの時期に実施された(介入群: 2020年2月, 対照群: 2020年6~11月)。日本では, ロックダウンのような厳格な政策は実施されなかった代わりに, ソーシャルディスタンス戦略が採用された。両群の測定後の期間には, 人々の身体行動に大きな影響を与えるような厳格な措置は実施されなかった(補足図S1)。対照群の企業では, 在宅勤務制度が採用されたが, インフラが不十分であったため, 従業員の80%以上がオフィスで勤務した。感染対策として, 出勤に制限は設けられなかった。

B. 介入

座位行動を中断する短時間の活動的休憩を含む

1年間の複合的介入プログラムは、社会生態学的モデル²⁰⁾とCOM-Bモデル²¹⁾に基づいて開発された。補足図S2に介入のタイムラインを示す。対照群の勤労者は、研究チームからいかなる介入も受けず、1年間通常どおり勤務を続けた。

C. 支援戦略

これまでの研究により、職場での健康増進における成功の鍵が明らかになっている：経営陣の理解、従業員のニーズ、そしてプログラムの実施への経営陣と従業員の早期関与である^{12,13,22,23)}。したがって、短時間の休憩を実装する前に、企業の経営陣は研究者と協力して好適な環境・風土を構築した(2018年2月から2019年1月)。これらの取り組みには、従業員の健康問題を探る調査とその結果のフィードバック、社長による活動的休憩の奨励、オフィスでの長時間の座位行動を中断するための情報提供と教育、そして各部署におけるプログラムを促進・開発するリーダーの配置が含まれた。補足資料S1に、各部署と従業員に配布された教育資料の詳細を示す。

D. 座位行動を中断する短時間の活動的休憩の導入

活動的休憩は、毎日約10分間の座位行動を減らすことを目的とした。各部署のリーダーは、自身の部署の勤務スケジュールとニーズに基づいて休憩プログラムを開発した。プログラムに関して、参加者が休憩中に行う活動は自由であったが、立ち上がる/歩き回ることが求められ、1日当たり合計10分間の座位行動を減らし、身体活動を増やすことを目標にするように求められた。つまり、参加者は活動的休憩を取ることを強制されなかった。例えば、ある部署は、個人/グループの都合に応じて10～11時の間に5分間のストレッチ/ウォーキングを行い、14時に5分間の低強度有酸素運動を実施する10分間のプログラムを開発した(補足表S2)。各部署が開発した休憩プログラムは、すべての従業員が実施し、2019年2月から「健活★タイム」という名称で全部署に実装された。介入期間中、経営陣と研究者は、長期的な持続可能性を確保するため、各部署によるプログラムの

定期的な見直しを推奨した。例えば、ある部署では、活動の種類(例：ストレッチ、軽体操)、開始の合図、活動を行う集団単位が介入開始から1年後にわずかに変更された。しかし、フォローアップ調査の時点では、1日当たり少なくとも10分間座位行動を減らすという目標は維持されていた。

E. 測定項目

介入群については、介入開始の1週間前(2019年1月)と介入開始から1年後(2020年2月)の2時点でデータを収集した。対照群については、2019年6月から11月と2020年6月から11月にデータを収集した。

F. 主要アウトカム

主要アウトカムは、妥当性が検証された三軸加速度計(Active style Pro HJA750-C, オムロンヘルスケア株式会社, 京都, 日本)²⁴⁻²⁶⁾を用いて評価した、勤務中の座位行動と身体活動の変化であった。介入群と対照群の参加者は、それぞれ勤務日の始まりから終わりまで、または覚醒時間中にデバイスを腰に装着するよう指示された。装着期間は10日間以上とした。対照群については、勤務中(9～17時)の活動データを次のとおり抽出した。非装着時間は、活動カウントが検出限界を下回る60分連続の間隔と定義した。有効日は、参加者が勤務時間の75%以上の間デバイスを装着した日と定義した²⁷⁾。有効日のデータを4日以上有する勤労者のデータを分析に使用し²⁸⁾、この基準を満たさなかった者のデータは、統計解析に記載する手順を用いて補完した。各60秒エポックを、座位行動[≤ 1.5 メッツ (metabolic equivalents: METs)], 低強度身体活動(1.6～2.9 METs), または中高強度身体活動(≥ 3.0 METs)に分類した^{29,30)}。また、短時間の活動的休憩に関連する指標として、継続した座位行動の頻度と時間(≥ 30 分の長時間の中断のない座位行動で蓄積された時間), およびバウト身体活動[3分(典型的な1回の休憩セッション)から10分(1日の目標)まで続く身体活動と定義]を算出した。各調査時点で、1日値のこれらの指標を集計し、8時間の勤務時間に標準化し[標準化分 = 各行動の観察時間/装着分 $\times 480$], す

すべての有効日にわたって平均した。

G. 副次アウトカム

副次アウトカムは、自己記入式質問票を用いて評価した、心理的苦痛、ワークエンゲイジメント、および主観的職務遂行能力であった。心理的苦痛を評価するためにK6調査票³¹⁾を使用した(0～24点、高得点はより悪い心理的苦痛を示す)。ワークエンゲイジメント、すなわち仕事に関する肯定的な心理状態を評価するために、ユトレヒト・ワーク・エンゲイジメント尺度³²⁾を使用した(0～6点、高得点はより良いエンゲイジメントを示す)。主観的職務遂行能力を評価するために、世界保健機関が公開している健康と労働パフォーマンスに関する質問紙³³⁾の絶対的プレゼンティーズムに関する質問を使用した(0～10点、高得点はより良いパフォーマンスを示す)。補足表S3に各指標の詳細情報を示す。

H. 短時間の休憩プログラムへの参加

短時間の活動的休憩への参加状況は、フォローアップ調査において評価した。参加者は、以下の3つの時点での参加状況を想起するよう求められた：(i)各部署で休憩が最初に実装されたとき、(ii)実装から6か月後、(iii)実装から1年後。回答選択肢は、「ほとんどない」「ときどき」「ほとんど」「ほぼ常に」であった。

I. その他の変数

対照群の勤労者は介入群と同じ企業グループから選択されたが、参加者の特性が群間で異なる可能性があった。したがって、2群の比較可能性を高めるため、以下のデータを調査し、群間の特性をバランスさせる変数として統計解析に使用した：年齢、性別、体格指数(body mass index: BMI)、および職位。

J. 統計解析

非RCTでは、傾向スコア(propensity score: PS)マッチングや逆確率重み付けなどの統計的方法が、因果推論のための有用なツールと考えられている。しかし、これらの方法には、極端なPSと極端な重み付け(例：サポート外観測値および極端に小さい/大きい重み)に関する限界がある。

したがって、我々の複合的介入プログラムのアウトカムへの効果を検討するため、overlap weights(対照群：PS，介入群：1-PS)を用いたPS重み付けを適用し、オーバーラップ集団における平均処置効果(average treatment effect for the overlapping population: ATO)を推定した³⁴⁾。計算された重みは極端なPSに対して小さくなり、外れ値(すなわち、ほぼ常に処置される/決して処置されない者)が結果を大きく左右しないことを保証する。したがって、これらの外れ値は推定値への寄与が比較的小さく、一方でどちらの群の特性とも一致する参加者はより多く寄与する。結果として得られる対象集団は、利用可能なサンプルから研究参加者を除外せず、臨床的均衡状態にある対象者の比較を重視する、包括性の高いpragmatic RCTの特性を模倣する³⁵⁾。分析にはPSweightパッケージを使用した³⁶⁾。ATOの推定では、モデルの従属変数をベースラインからフォローアップ調査までの各アウトカムの変化とし、サンドイッチ分散推定量を使用した。PSを計算するために、群を従属変数とし、年齢、性別、BMI、職位、および各アウトカムのベースライン値を独立変数としてロジスティック回帰分析を使用した。

miceパッケージ³⁷⁾を使用し、予測平均マッチングを用いた連鎖方程式による多重補完法を実施し、すべての欠損データを補完した。20の補完データセットを生成し、個別に分析した。各データセットからの結果は、ルービンのルールに従って統合した。感度分析として、前述のモデルを、完全ケースを用いて再分析した。すべての統計解析は、Rバージョン4.2.2(R Foundation for Statistical Computing, ウィーン, オーストリア)を用いて実施した。統計的有意性は $P < 0.05$ とした。

結 果

A. 参加者の特性

分析サンプルは、介入群172名と対照群323名であった。勤務中の中高強度身体活動時間と歩数を除き、ベースラインの人口統計学的変数とアウトカム変数に有意な群間差が認められた(表1)。介

表 1. 研究参加者の特性

特性	介入群 (n = 172)		対照群 (n = 323)		P 値
	平均 (SD)	n (%)	平均 (SD)	n (%)	
年齢 (歳)	45.3 (11.6)	—	51.6 (7.2)	—	< 0.01
欠損	6	—	0	—	
女性	—	157 (92.4)	—	182 (56.3)	< 0.01
欠損	—	2	—	0	
BMI (kg/m ²)	21.9 (3.3)	—	23.3 (4.4)	—	< 0.01
欠損	17	—	0	—	
管理職	—	24 (14.1)	—	91 (28.2)	< 0.01
欠損	—	2	—	0	
加速度計データ					
装着日数 (日)	4.7 (0.5)	—	12.2 (4.5)	—	< 0.01
欠損	28	—	17	—	
装着時間 (分/8時間)	442.8 (30.8)	—	478.9 (6.1)	—	< 0.01
欠損	28	—	17	—	
座位行動 (分/8時間)	308.1 (62.7)	—	341.4 (56.7)	—	< 0.01
欠損	28	—	17	—	
長時間座位行動 (分/8時間) ^a	64.2 (67.7)	—	115.3 (83.0)	—	< 0.01
欠損	28	—	17	—	
長時間座位行動 (回数/8時間) ^a	1.5 (1.4)	—	2.4 (1.5)	—	< 0.01
欠損	28	—	17	—	
低強度身体活動 (分/8時間)	149.8 (56.7)	—	116.0 (53.0)	—	< 0.01
欠損	28	—	17	—	
中高強度身体活動 (分/8時間)	23.1 (13.1)	—	23.7 (13.5)	—	0.691
欠損	28	—	17	—	
バウト身体活動 (分/8時間) ^b	75.8 (34.2)	—	57.6 (33.1)	—	< 0.01
欠損	28	—	17	—	
バウト身体活動 (回数/8時間) ^b	17.1 (7.0)	—	13.2 (6.9)	—	< 0.01
欠損	28	—	17	—	
歩数 (歩/8時間)	3834.5 (1313.6)	—	3597.2 (1385.8)	—	0.080
欠損	28	—	17	—	
心理的苦痛 (点)	5.1 (5.2)	—	3.1 (4.0)	—	< 0.01
欠損	3	—	2	—	
ワークエンゲイジメント (点)	2.2 (0.9)	—	2.9 (1.5)	—	< 0.01
欠損	3	—	8	—	
職務遂行能力 (点)	5.0 (1.3)	—	6.1 (1.6)	—	< 0.01
欠損	4	—	1	—	

a 30分以上の中断のない座位

b 3～10分間継続する身体活動

SB = 座位行動, SD = 標準偏差, LPA = 低強度身体活動, MVPA = 中高強度身体活動

入群と対照群の年齢と勤務中の座位行動時間の平均値 (SD) は、それぞれ45.3 (11.6) 歳と51.6 (7.2) 歳、308.1 (62.7) 分と341.4 (56.7) 分であった。補足図 S3に各群の PS 分布を示す。overlap weights を用

いた PS 重み付け後、これらの変数は群間でバランスがとれた (補足図 S4)。

B. 短時間の休憩プログラムへの参加状況

図 2 に、1 年間にわたる短時間の活動的休憩へ

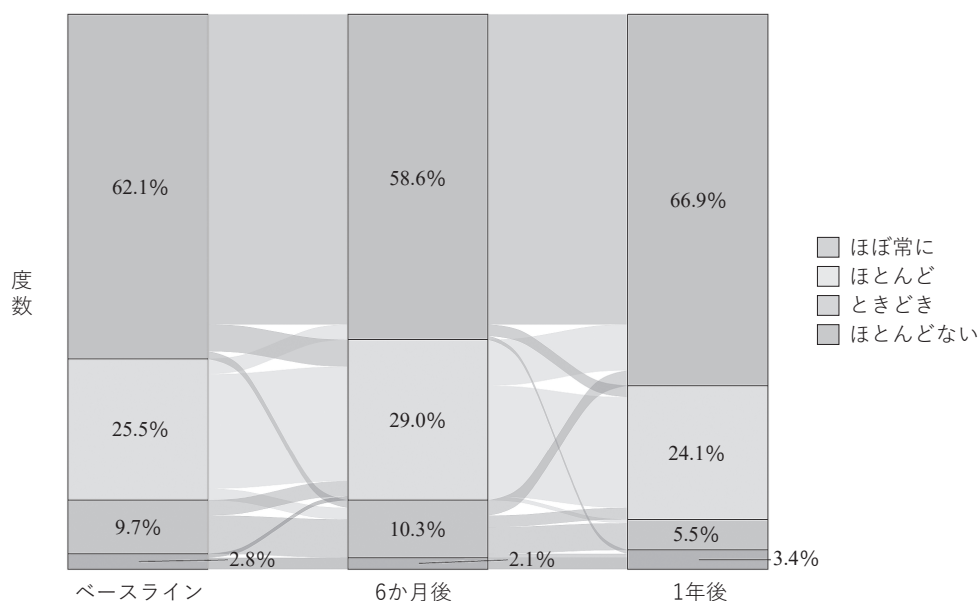


図2. 介入群における短時間の活動的休憩への参加状況
3時点すべてに欠測のない145名のデータを用いて作成した。

の参加状況を示す。半数以上の勤労者がほぼ常に休憩に参加し、介入の後期段階で増加がみられた：プログラム実施直後62.1%，6か月後58.6%，1年後66.9%。

C. 介入効果

表2に、勤務中の座位行動と身体活動に対する介入の効果を示す。1年後のフォローアップ時点で、介入群の勤労者は勤務中の座位行動を減少させ、身体活動を増加させた(群間差の $P < 0.05$)。介入群は座位行動時間が24.4分減少し[95%信頼区間(CI)31.6 – 17.3]、低強度身体活動が12.6分増加し(95% CI 6.3 – 18.9)、中高強度身体活動が10.1分増加した(95% CI 8.0 – 12.2)。介入群において、継続した座位行動の頻度と時間は有意ではないものの減少し($P = 0.050 - 0.059$)、短時間の継続した身体活動は増加した($P < 0.001$)。対照群はいずれの主要アウトカムにも有意な変化を示さなかった。

表3に、副次アウトカムに対する介入の効果を示す。1年後のフォローアップ評価時点で、介入群の心理的苦痛[1.6点(95% CI 0.9 – 2.2)]とワークエンゲイジメント[-0.1点(95% CI -0.2 – -0.01)]はベースラインから有意に悪化した(群間

差の $P < 0.05$)。主観的職務遂行能力に対する介入効果の証拠はほとんどみられなかった。

完全ケース分析(補足表S4およびS5)では、推定値の大きさと分散にいくつかの違いがみられたものの、同様の結果が得られた。

考 察

我々は、短時間の活動的休憩を勤務スケジュールに組み込んだ1年間の複合的介入が、日本のオフィスワーカーにおける勤務中の身体行動、メンタルヘルス、および仕事関連のアウトカムに及ぼす影響を検討した。半数以上の勤労者が、1年間を通じてほぼ常に休憩セッションに参加した。1年後のフォローアップ評価時点で、介入群参加者の勤務中の座位行動が約20分減少し、身体活動が同程度増加した。更に、1年後のフォローアップ評価時点での心理的苦痛とワークエンゲイジメントは、介入群でベースラインから悪化した。

1年間を通じての高い参加状況は、短時間の休憩プログラムが現実世界において実行可能かつ持続可能であることを示唆している。以前実施された8週間の研究では、勤務中30分ごとに1～2分間の立つ/動く休憩の有効性を評価し、研究終了

表2. 長時間座位からの短時間の活動的休憩を組み込んだ複合的介入の主要アウトカムへの効果

アウトカム	群	事前 平均(SD)	事後 平均(SD)	事後 - 事前の差 推定値(95% CI)	群間差 推定値(95% CI)	群間差の P 値
座位行動(分/8時間)	介入群	309.2(64.5)	291.1(62.5)	-24.4(-31.6 - -17.3)	-25.9(-34.2 - -17.5)	< 0.001
	対照群	341.5(56.9)	342.9(53.2)	1.4(-3.0 - 5.9)		
長時間座位行動 ^a (分/8時間)	介入群	66.5(68.5)	65(58.8)	-4.8(-13.8 - 4.2)	-10.3(-21.1 - 0.4)	0.059
	対照群	114.8(82.8)	119.9(81.5)	5.6(-0.3 - 11.4)		
長時間座位行動 ^a (回数/8時間)	介入群	1.6(1.5)	1.5(1.2)	-0.1(-0.3 - 0.0)	-0.21(-0.4 - 0.0)	0.050
	対照群	2.4(1.5)	2.5(1.6)	0.1(-0.0 - 0.2)		
低強度身体活動(分/8時間)	介入群	148.2(56.9)	155.7(54.7)	12.6(6.3 - 18.9)	14.7(7.2 - 22.3)	< 0.001
	対照群	115.9(52.9)	114(50.7)	-2.1(-6.2 - 2.0)		
中高強度身体活動(分/8時間)	介入群	23.7(13.7)	33.4(16.1)	10.1(8.0 - 12.2)	9.7(7.2 - 12.1)	< 0.001
	対照群	23.5(13.4)	23.5(12.7)	0.5(-0.9 - 1.8)		
バウト身体活動 ^b (分/8時間)	介入群	72.88(34.5)	80.3(32.9)	10.2(6.0 - 14.3)	12.1(7.2 - 17.1)	< 0.001
	対照群	58.0(33.2)	57.1(31.0)	-2.0(-4.7 - 0.7)		
バウト身体活動 ^b (回数/8時間)	介入群	16.5(7.1)	17.9(6.5)	1.9(1.0 - 2.8)	2.5(1.4 - 3.5)	< 0.001
	対照群	13.3(6.9)	13.0(6.4)	-0.6(-1.1 - 0.0)		
歩数(歩/8時間)	介入群	3902.6(1403.7)	4933.2(1710.3)	1179.8(948.7 - 1410.9)	1171.5(884.0 - 1459.0)	< 0.001
	対照群	3589.1(1372.8)	3630.9(1373.2)	8.3(-163.4 - 180.0)		

a 30分以上の中断のない座位

b 3～10分間継続する身体活動

SB = 座位行動, LPA = 低強度身体活動, MVPA = 中高強度身体活動, SD = 標準偏差, CI = 信頼区間

表3. 長時間座位からの短時間の活動的休憩を組み込んだ複合的介入の副次アウトカムへの効果

アウトカム ^a	群	事前 平均(SD)	事後 平均(SD)	事後－事前の差 推定値(95% CI) ^b	群間差 推定値(95% CI)	群間差の P 値
心理的苦痛(点)	介入群	5.1(5.2)	6.7(5.6)	1.6(0.9－2.2)	1.4(0.6－2.3)	0.001
	対照群	3.1(4.0)	3.5(4.2)	0.1(－0.4－0.7)		
ワークエンゲイジメント(点)	介入群	2.2(0.9)	2.1(1.0)	－0.1(－0.2－0.0)	－0.2(－0.4－0.1)	0.012
	対照群	2.8(1.5)	2.9(1.5)	0.1(－0.0－0.2)		
職務遂行能力(点)	介入群	5.0(1.3)	5.3(1.5)	0.2(－0.1－0.5)	－0.2(－0.6－0.2)	0.276
	対照群	6.0(1.6)	6.1(1.5)	0.4(0.2－0.6)		

a 高い値はより高いレベルの心理的苦痛，ワークエンゲイジメント，職務遂行能力を示す

b これらの値は共変量で調整されているため，事前と事後の列の値の差と正確には一致しない(算術平均)

SD = 標準偏差，CI = 信頼区間

時に勤労者の55.9%が参加した³⁸⁾。別の研究では、複合的な短時間休憩プログラムがオフィスに実装され(≥4分/セッション，1日4回)，参加者は6か月間のプログラム全体を通じてセッションの31.5%に出席した¹¹⁾。本研究における参加状況(1年後に参加者の66.9%がほぼすべての休憩セッションに参加)は，以前の研究と同等またはそれ以上であり，我々の複合的プログラムが長期にわたって(少なくとも1年以上)現実世界のオフィスで持続できることを示唆している。本研究での参加状況が以前の研究よりも高かった理由は，短時間の休憩導入前に実施された支援戦略によって説明できる可能性がある。経営陣/同僚からのソーシャルサポートや情報提供を含むこれらの戦略は，職場での長時間の座位行動を中断することに対する障壁(例：活動的休憩を取ることを支援しない組織文化)を軽減した可能性がある^{12,13)}。

我々の複合的介入は，勤務中の座位行動を減少させ，身体活動を8時間の勤務中に24.3分間増加させた。短時間の休憩を実装することの効果を検討した研究は2件のみで，結果は一貫していない：Mailey ら³⁸⁾は勤務中の座位行動の減少を報告したが，Akksilp ら¹¹⁾は統計的に有意な効果を報告しなかった。我々の結果は，8週間の短時間の活動的休憩の実装が，9時間の勤務中に座位行動を35.5分(8時間当たり31.61分に相当)減少させたと報告した Mailey ら³⁸⁾の知見を支持している。これらの類似性は，ベースラインにおける我々の参

加者の勤務中の座位行動時間が，Akksilp らよりも Mailey らの報告と一致していることに起因する可能性がある。一方，我々の研究でみられた座位行動の変化が Mailey らの研究と比較して小さかったことは，研究期間(1年 vs 8週間)と介入に含まれる構成要素によって説明できる可能性がある。この仮説は，研究期間が長くなるにつれて座位行動の減少が小さくなることを示唆した系統的レビューの知見によって部分的に支持されている⁸⁾。

我々は，短時間の休憩プログラムが勤務中の低強度身体活動と中高強度身体活動の両方を増加させることを確認し，介入が参加者自身の作業スペース周辺の活動(低強度身体活動)と，オフィスへの出入りの歩行(中高強度身体活動)を増加させたことを示唆している。更に，観察された座位行動の変化(約20分/勤務日)は目標値，すなわち勤務中の1日当たり合計約10分間の減少よりも大きかった。これらの予想外の結果の考えられる理由には，オフィスでの座位行動の軽減と身体活動の増加に向けた従業員のリテラシーの向上が含まれ，これが活動的な組織文化を育み，活動的休憩を取る際に他の用事も完了しようとした可能性がある(例：水分補給，トイレ休憩，同僚訪問)¹³⁾。これらの仮説は，短時間の継続した身体活動が増加したという我々の知見によって部分的に支持されている。

我々の結果はいくつかの示唆を含んでいる。以

前のメタ分析では、環境的職場介入(例：スタンディングデスクの設置)を実施した後、勤務中の座位行動時間が72.8分/8時間減少し、教育的/行動的介入(例：カウンセリング、情報提供、コンピュータプロンプト)を実施した後は15.5分/8時間減少し、これらの介入の組み合わせを実施した後は88.8分/8時間減少することが明らかになった⁷⁾。研究方法論が異なるため直接比較は困難であるが、短時間の活動的休憩を含む複合的介入の勤務中の座位行動への効果は、教育的/行動的介入に匹敵するが、環境介入ほど効果的ではないことが示唆された。一方、系統的レビューでは、座位行動を減らし身体活動を増加させるように設計された多くの職場介入が短期的な性質であり、数週間から数か月の範囲であることが強調されている⁸⁾。我々の研究は、短時間の休憩を組み込んだ複合的プログラムが長期にわたって(少なくとも1年は)勤務中の座位行動を減らし身体活動を増加させるのに効果的である可能性を示すことで、これらの知見を拡大している。更に厳密な研究が必要であるが、スタンディングデスクやアクティブワークステーションの導入を伴わない我々の介入プログラムは、特に従業員の健康増進のためのリソースが限られている中小企業において、座位行動を減らし身体活動を増加させる集団アプローチとして考慮されるべきである³⁹⁾。

我々は、介入が健康を促進したという証拠を見いだせず、更に介入群では1年後に心理的苦痛とワークエンゲイジメントが悪化した。これは介入に関連した変化である可能性がある。介入による身体活動は短時間で軽度であったが、特に疲労した、または意欲の低い従業員の間で身体的または精神的な負担を引き起こした可能性がある。休憩を取ることは、集中した作業を中断した可能性もある。しかし、身体活動促進を含む職場介入のレビューでは、メンタルヘルスアウトカムへの負の効果は明らかになっていない¹⁵⁾。心理的苦痛とワークエンゲイジメントは、仕事の要求(例：残業)とコントロール、努力－報酬の不均衡、ソーシャルサポート、組織変更など、さまざまな要因

によって影響を受ける^{40,41)}。我々のフォローアップ調査時点では、介入群の企業のみが繁忙期で、従業員への仕事の要求が増加していた可能性がある。我々は同じ企業グループの従業員を各群に割り当て、PS重み付けを用いて特性をバランスさせようと試みた。しかし、これらのアウトカム決定要因の分布は十分にバランスがとれていなかった可能性がある。将来のRCTで、観察された潜在的な負の効果を検証すべきである。

我々は各群で異なる時点で測定が行われたことが、観察と推定に影響を与えた可能性があることを認識しなければならない。特に、介入後測定はCOVID-19パンデミックの影響を受けた可能性がある。例えば、日本の主な感染制御措置であるソーシャルディスタンス拡大戦略は、職場での交流と休憩を減らし、身体活動の低下と座位行動の増加につながった可能性がある。逆に、閉鎖空間(例：エレベーター)を避けるための階段の使用や、感染制御のためのオフィスの導線の調整が身体活動を促進した可能性がある。これらの潜在的な効果の大きさと方向を判断することはできないが、観察された値が測定タイミングの違いによって影響を受けた可能性を除外することもできない。しかし、この影響は、レジャー時の座位行動と身体活動よりもパンデミックに対する感受性が低い可能性がある主要アウトカム(職場での座位行動と身体活動)に関して、結果を覆すほど重要ではなかった可能性がある。更に、日本では、介入後調査の時点で、人々の身体行動に大きな影響を与えるような厳格な措置は実施されていなかった。更に、パンデミックとその対策(例：テレワーク)は人々の身体活動^{42,43)}とメンタルヘルス⁴⁴⁾を悪化させる可能性があると報告されている。しかし、介入群の副次アウトカムを除いて、そのような悪化傾向は確認されなかった。一方、介入群における心理的苦痛とワークエンゲイジメントの悪化は、前例のないパンデミックの発生に対する不安によって影響を受けた可能性がある。我々の知見は、パンデミック後に実施される更なるRCTで検証

されるべきである。

強みと限界

本研究の強みは、環境介入を実施することなく勤務中の座位行動の軽減に効果的であると期待される、短時間の活動的休憩を組み込んだ複合的介入の長期的効果を検討したことである。更に、我々は加速度計を用いて座位行動と身体活動を測定し、PS 重み付けを用いて群の特性をバランスさせた。しかし、本研究にはいくつかの限界もある。第一に内的妥当性に関するものである。PS 重み付けを用いて交絡バイアスを減らそうと試みたが、利用可能なデータが限られていたため、PS モデルに含めることができた共変量のセットは限定的であった。したがって、我々の結果は、未測定・未知の交絡因子(例：職場文化、対人関係、健康増進への意識)によって影響を受けた可能性がある。群間の調査期間の違いとそれに関連する要因も、我々の結果に影響を与えた可能性がある。第二の限界は測定誤差に関するものである。我々が使用した加速度計は、身体活動と座位行動の測定において妥当性が検証されている²⁴⁻²⁶⁾。しかし、腰装着型加速度計は実際の姿勢変化を評価できず、座位行動と低強度身体活動を誤分類する可能性がある²⁶⁾。更に、介入群での座位行動の減少は観察された休憩への参加状況の妥当性を部分的に支持しているが、短時間休憩への自己報告による参加状況評価は情報バイアス(例：想起バイアスと社会的望ましきバイアス)の影響を受けた可能性がある。第三に、我々は日本の単一企業のオフィスワーカーを対象とした。参加者は主に女性(介入群の92.4%)であり、以前の系統的レビューに含まれたオフィスワーカーよりも勤務中の座位行動が少なかった(職場での座位行動%：62.9% vs 72.5%)¹⁾。更に、職場での健康増進プログラムの有効性は、国によって異なる組織規範と風土に依存する可能性がある¹²⁻¹⁴⁾。したがって、我々の結果の一般化可能性は限られている可能性がある。将来の研究では、欧米・発展途上国のオフィスワーカーや、より座位行動が多い者など、他の集団における短時間の休憩実施の効果を検討

すべきである。

結 論

座位行動の中断を意図した短時間の活動的休憩を組み込んだ複合的な職場健康増進プログラムは、オフィスワーカーの勤務中の座位行動を減らし、身体活動を増加させることに対して長期的な有効性をもつ可能性がある。しかし、心理的苦痛とワークエンゲイジメントへの潜在的な悪影響には留意すべきである。方法論的な限界から、観察された効果が介入によるものと断定することはできないが、我々の知見は、このプログラムがオフィスワーカーの勤務中の座位行動を減らし、身体活動を促進する実行可能なアプローチであることを示唆している。広範な実装を推奨する前に、その有効性と外的妥当性を評価するための更に厳密な研究が必要である。

謝 辞

我々は、1年にわたって介入の運営に協力していただいた参加企業のスタッフ、および本研究に参加した従業員に感謝する。我々はまた、研究の運営、プログラムの開発、データ収集における多大な協力に対し、小川将司氏、西村裕介氏、中村有里氏、河原賢二氏、小林勇氏、野田隆行氏に感謝する。最後に、MYLS スタディのスタッフとその参加者に感謝する。

資金提供

本研究は、JSPS 科研費若手研究(18K17930, 20K19701)および基盤研究(19K11569)により部分的に支援された。いずれの資金提供機関も、研究デザイン、データ収集、解析、解釈、論文執筆、または出版のための論文提出の決定において役割を果たしていない。

利益相反

著者らは利益相反がないことを宣言する。

研究参加者の保護

すべての研究参加者から、参加と収集されたデータの使用に対する同意が得られた。明治安田厚生事業団倫理審査委員会がすべてのプロトコルを承認した(承認番号：28006および30001)。

参考文献

- 1) Prince SA, Elliott CG, Scott K, Visintini S, Reed JL. Device-measured physical activity, sedentary behaviour and cardiometabolic health and fitness across occupational groups: a systematic review and meta-analysis. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2019; 16(1): 30.
- 2) Jans MP, Proper KI, Hildebrandt VH. Sedentary behavior in Dutch workers: differences between occupations and business sectors. *American Journal of Preventive Medicine*. 2007; 33(6): 450-4.
- 3) Thorp AA, Healy GN, Winkler E, Clark BK, Gardiner PA, Owen N, Dunstan DW. Prolonged sedentary time and physical activity in workplace and non-work contexts: a cross-sectional study of office, customer service and call centre employees. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2012; 9: 128.
- 4) Grgic J, Dumuid D, Garcia Bengoechea E, Shrestha N, Bauman A, Olds T, Pedisic Z. Health outcomes associated with reallocations of time between sleep, sedentary behaviour, and physical activity: a systematic scoping review of isotemporal substitution studies. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2018; 15(1): 69.
- 5) de Rezende LFM, Rodrigues Lopes M, Rey-López JP, Matsudo VKR, Luiz OC. Sedentary behavior and health outcomes: an overview of systematic reviews. *PloS One*. 2014; 9(8): e105620.
- 6) Huang Y, Li L, Gan Y, Wang C, Jiang H, Cao S, Lu Z. Sedentary behaviors and risk of depression: a meta-analysis of prospective studies. *Translational Psychiatry*. 2020; 10(1): 26.
- 7) Chu AH, Ng SHX, Tan CS, Win AM, Koh D, Müller-Riemenschneider F. A systematic review and meta-analysis of workplace intervention strategies to reduce sedentary time in white-collar workers. *Obesity Reviews*. 2016; 17(5): 467-81.
- 8) Shrestha N, Kukkonen-Harjula KT, Verbeek JH, Ijaz S, Hermans V, Pedisic Z. Workplace interventions for reducing sitting at work. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2018; 12(12): CD010912.
- 9) Tudor-Locke C, Schuna JM Jr, Frensham LJ, Proenca M. Changing the way we work: elevating energy expenditure with workstation alternatives. *International Journal of Obesity*. 2014; 38(6): 755-65.
- 10) Mailey EL, Rosenkranz SK, Casey K, Swank A. Comparing the effects of two different break strategies on occupational sedentary behavior in a real world setting: a randomized trial. *Preventive Medicine Reports*. 2016; 4: 423-8.
- 11) Akksilp K, Koh JJE, Tan V, Tong EH, Budtarad N, Xueying G, Dieterich AV, Tai BC, Müller AM, Isaranuwatthai W, Rouyard T, Nakamura R, Müller-Riemenschneider F, Teerawattananon Y, Chen C. The physical activity at work (PAW) study: a cluster randomised trial of a multicomponent short-break intervention to reduce sitting time and increase physical activity among office workers in Thailand. *The Lancet Regional Health - Southeast Asia*. 2022; 8: 100086.
- 12) Hadgraft NT, Brakenridge CL, Dunstan DW, Owen N, Healy GN, Lawler SP. Perceptions of the acceptability and feasibility of reducing occupational sitting: review and thematic synthesis. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2018; 15(1): 90.
- 13) Ojo SO, Bailey DP, Brierley ML, Hewson DJ, Chater AM. Breaking barriers: using the behavior change wheel to develop a tailored intervention to overcome workplace inhibitors to breaking up sitting time. *BMC Public Health*. 2019; 19(1): 1126.
- 14) Hong PC, Chennattuserry JC, Kureethara JV. Organization culture and work values of global firms: merging Eastern and Western perspectives. *IBA Journal of Management & Leadership*. 2019; 10: 82-92.
- 15) Proper KI, van Oostrom SH. The effectiveness of workplace health promotion interventions on physical and mental health outcomes: a systematic review of reviews. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 2019; 45(6): 546-59.
- 16) Knight C, Patterson M, Dawson J. Building work engagement: a systematic review and meta-analysis investigating the effectiveness of work engagement interventions. *Journal of Organizational Behavior*. 2017; 38(6): 792-812.
- 17) Halbesleben JR. A meta-analysis of work engagement: relationships with burnout, demands, resources, and consequences. In: Bakker AB, Leiter MP. (eds), *Work engagement: a handbook of essential theory and research*. Psychology Press, London, 2010; 102-17.
- 18) World Health Organization. *World mental health report: transforming mental health for all*. World Health Organization, Geneva, 2022.
- 19) Kitano N, Kai Y, Jindo T, Fujii Y, Tsunoda K, Arao T. Association of domain-specific physical activity and sedentary behavior with cardiometabolic health among office workers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2022; 32(8): 1224-35.
- 20) Sallis JF, Owen N, Fisher EB. Ecological models of health behavior. In: Glanz K, Rimer BK, Viswanath K. (eds),

- Health behavior and health education: theory, research, and practice. Jossey-Bass, San Francisco (CA), 2008; 465-85.
- 21) Michie S, van Stralen MM, West R. The behaviour change wheel: a new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Science*. 2011; 6: 42.
- 22) De Cocker K, Veldeman C, De Bacquer D, Braeckman L, Owen N, Cardon G, De Bourdeaudhuij I. Acceptability and feasibility of potential intervention strategies for influencing sedentary time at work: focus group interviews in executives and employees. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2015; 12: 22.
- 23) Holtermann A, Straker L, Lee IM, Stamatakis E, van der Beek AJ. Workplace physical activity promotion: why so many failures and few successes? The need for new thinking. *British Journal of Sports Medicine*. 2021; 55(12): 650-1.
- 24) Ohkawara K, Oshima Y, Hikiyama Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I, Tanaka S. Real-time estimation of daily physical activity intensity by a triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm. *The British Journal of Nutrition*. 2011; 105(11): 1681-91.
- 25) Oshima Y, Kawaguchi K, Tanaka S, Ohkawara K, Hikiyama Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. *Gait & Posture*. 2010; 31(3): 370-4.
- 26) Kurita S, Yano S, Ishii K, Shibata A, Sasai H, Nakata Y, Fukushima N, Inoue S, Tanaka S, Sugiyama T, Owen N, Oka K. Comparability of activity monitors used in Asian and Western-country studies for assessing free-living sedentary behaviour. *PLoS One*. 2017; 12(10): e0186523.
- 27) Healy GN, Eakin EG, LaMontagne AD, Owen N, Winkler EAH, Wiesner G, Gunning L, Neuhaus M, Lawler S, Fjeldsoe BS, Dunstan DW. Reducing sitting time in office workers: short-term efficacy of a multicomponent intervention. *Preventive Medicine*. 2013; 57(1): 43-8.
- 28) Mâsse LC, Fuemmeler BF, Anderson CB, Matthews CE, Trost SG, Catellier DJ, Treuth M. Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005; 37(11 Suppl): S544-54.
- 29) Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007; 116(9): 1081-93.
- 30) Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary." *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008; 36(4): 173-8.
- 31) Furukawa TA, 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, Kikkawa T. The performance of the Japanese version of the K6 and K10 in the World Mental Health Survey Japan. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*. 2008; 17(3): 152-8.
- 32) Shimazu A, Schaufeli WB, Kosugi S, Suzuki A, Nashiwa H, Kato A, Sakamoto M, Irimajiri H, Amano S, Hirohata K, Goto R, Kitaoka-Higashiguchi K. Work engagement in Japan: validation of the Japanese version of the Utrecht Work Engagement Scale. *Applied Psychology*. 2008; 57(3): 510-23.
- 33) Kessler RC, Barber C, Beck A, Berglund P, Cleary PD, McKenas D, Pronk N, Simon G, Stang P, Üstün TB, Wang P. The World Health Organization Health and Work Performance Questionnaire (HPQ). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2003; 45(2): 156-74.
- 34) Li F, Thomas LE, Li F. Addressing extreme propensity scores via the overlap weights. *American Journal of Epidemiology*. 2019; 188(1): 250-7.
- 35) Thomas LE, Li F, Pencina MJ. Overlap weighting: a propensity score method that mimics attributes of a randomized clinical trial. *JAMA*. 2020; 323(23): 2417-8.
- 36) Zhou T, Tong G, Li F, Thomas LE, Li F. PSweight: propensity score weighting for causal inference with observational studies and randomized trials. R package version 1.2.0 [software]. 2020 [cited 2024 Dec 5]. Available from: CRAN.
- 37) van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. mice: multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software*. 2011; 45(3): 1-67.
- 38) Mailey EL, Rosenkranz SK, Ablah E, Swank A, Casey K. Effects of an intervention to reduce sitting at work on arousal, fatigue, and mood among sedentary female employees: a parallel-group randomized trial. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2017; 59(12): 1166-71.
- 39) Harris JR, Hannon PA, Beresford SAA, Linnan LA, McLellan DL. Health promotion in smaller workplaces in the United States. *Annual Review of Public Health*. 2014; 35: 327-42.
- 40) Harvey SB, Modini M, Joyce S, Milligan-Saville JS, Tan L, Mykletun A, Bryant RA, Christensen H, Mitchell PB. Can work make you mentally ill? A systematic meta-review

- of work-related risk factors for common mental health problems. *Occupational and Environmental Medicine*. 2017; 74(4): 301-10.
- 41) Mazzetti G, Robledo E, Vignoli M, Topa G, Guglielmi D, Schaufeli WB. Work engagement: a meta-analysis using the job demands-resources model. *Psychological Reports*. 2023; 126(3): 1069-107.
- 42) Wells J, Scheibin F, Pais L, Rebelo dos Santos N, Dalluege CA, Czakert JP, Berger R. A systematic review of the impact of remote working referenced to the concept of work-life flow on physical and psychological health. *Workplace Health & Safety*. 2023; 71(11): 507-21.
- 43) Kitano N, Fujii Y, Wada A, Kawakami R, Yoshida K, Yamaguchi D, Kai Y, Arao T. Associations of working from home frequency with accelerometer-measured physical activity and sedentary behavior in Japanese white-collar workers: a cross-sectional analysis of the Meiji Yasuda LifeStyle study. *Journal of Physical Activity & Health*. 2024; 21(11): 1150-7.
- 44) Oakman J, Kinsman N, Stuckey R, Graham M, Weale V. A rapid review of mental and physical health effects of working at home: how do we optimise health? *BMC Public Health*. 2020; 20(1): 1825.