

座位行動・身体活動時間の置き換えと日本人オフィスワーカーのメンタルヘルスの関係：
isotemporal substitution モデルを用いた検討

小野寺 由美子^{1,2}, 北濃 成樹¹, 朽木 勤³, 甲斐 裕子¹, 永松 俊哉¹, 町田 修一²

Isotemporal substitution of sedentary time with physical activity and its associations with mental health of Japanese office workers

Yumiko Onodera^{1,2}, Naruki Kitano¹, Tsutomu Kuchiki³, Yuko Kai¹,
Toshiya Nagamatsu¹ and Shuichi Machida²

¹公益財団法人明治安田厚生事業団体力医学研究所, 〒192-0001 東京都八王子市戸吹町150 (*Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, 150 Tobuki, Hachioji, Tokyo 192-0001, Japan*)

²順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科, 〒270-1695 千葉県印西市平賀学園台1-1 (*Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University, 1-1 Hiraka-Gakuendai, Inzai, Chiba 270-1695, Japan*)

³兵庫大学健康科学部, 〒675-0195 兵庫県加古川市平岡町新在家2301 (*Department of Health Science, Hyogo University, 2301 Shinzaike, Hiraoka-Chou, Kakogawa, Hyogo 675-0195, Japan*)

Received: November 29, 2018 / Accepted: May 13, 2019

Abstract In this study, we performed isotemporal substitution analysis to examine potential associations of sedentary time and physical activity with mental health of Japanese office workers. This study employed a cross-sectional study design. We analyzed data on 108 Japanese office workers (mean age 46.4 ± 9.8 years; 64.8% women) in the study. Sedentary behavior (SB; ≤ 1.5 metabolic equivalents [METs]), light-intensity physical activity (LPA; 1.6–2.9 METs), and moderate-to-vigorous physical activity (MVPA; ≥ 3 METs) were measured with a triaxial accelerometer. Two kinds of self-administered questionnaires, the mental stress (K6) and work engagement (Utrecht Work Engagement Scale), were used to assess negative/positive mental health. A cut-off score of 5 or higher on the K6 was used to define persons with mental stress. Logistic and multiple regression analyses using an isotemporal substitution model was applied to demonstrate the association between replacing 30 min/d of SB with an equal amount of time spent on LPA or MVPA and mental stress and work engagement; the studied covariates were age, sex, body mass index, economic status, education, and overtime hours. The results showed that replacing SB with MVPA for 30 min/d was significantly decreased odds ratio (OR) of mental stress (OR = 0.38, 95% confidence interval 0.15–0.92), whereas the replacement was not associated with work engagement (B = 0.16, P = 0.38). In contrast, substitution of SB with LPA was not associated with mental stress and work engagement. These results indicate that substituting sedentary time with MVPA could be associated with mental stress of Japanese office workers.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 68(4): 261-268 (2019)

Keywords : mental health, sedentary behavior, isotemporal substitution model, office worker, accelerometer

緒 言

世界保健機関は、職場でのヘルスプロモーションを21世紀の優先課題と位置づけており、勤労者におけるストレスの低減や士気向上の取組が期待されている¹⁾。わが国では勤労者のメンタルヘルスが社会問題となっており、その対策の一環として2015年12月に従業員に対するストレスチェック制度²⁾が義務化されるなど、働く世代のメンタルヘルスへの関心が高まっている。その一方

で、仕事や職業生活に関する強い不安、悩み、ストレスを感じている勤労者が半数以上を占め、2013年以降増加傾向にあり³⁾、業務による精神障害の労働災害認定件数が増加⁴⁾していることがわかっている。そのため、勤労者のメンタルヘルス対策は喫緊の課題であり、日々生き活きと過ごし、活力を持って仕事に従事するための戦略や支援策の開発が求められている。

これまで、システムティックレビューやメタアナリシスにより、身体活動 (physical activity; PA) が将来の抑

うつ度の悪化を予防することや⁵⁾, 職場でのPA促進がメンタルヘルスの改善に効果的⁶⁾であることが示されてきた。一方, 一般成人において長時間の座位行動 (sedentary behavior; SB) がうつ病の発症と関連することがメタアナリシス⁷⁾によって明らかになっている。最近の公衆衛生のガイドラインでも, SBを減らし, 中高強度身体活動 (moderate-to-vigorous-intensity physical activity; MVPA) を増加させることが提唱されており⁸⁻¹⁰⁾, 職場においても勤労者のメンタルヘルス対策の一環として対策を講じる必要がある。

しかし, PAやSBとメンタルヘルスの関連性を報告した多くの先行研究の問題点として, 行動の相互依存性を十分に考慮できていない点が挙げられる。1日は24時間と有限であり, ある行動 (例: 運動) を行うには, 別のある行動時間 (例: 座位行動) を減らす必要がある。しかし, 先行研究では, PAの好影響 (SBの悪影響) はどのような行動から置き換えられたかによって異なることが想定されるにも関わらず, こうした行動の相互依存性を考慮できていない。近年, 「isotemporal substitution (IS) モデル」という統計手法を用いた行動の置き換え効果を検討した研究が増えており, 体重や腹囲等の身体組成関連, 冠危険因子, 体力, 死亡リスク等に対して, SBからPAへの置き換え効果が示されてきた¹¹⁻¹³⁾。しかし, SBからPAへの置き換えとメンタルヘルスとの関連性を検討した研究¹⁴⁻¹⁹⁾は乏しい。特に, 日本人の勤労者を対象とした研究はなく, 勤労者がSBからどのようなPAに置き換えると, 心理的により健康な状態につながるのかは明らかではない。集団によって生活習慣は異なり, オフィスワーカーか否かは1日のSBやPAを規定する大きな要因といえる。よって, それぞれの集団ごとに研究を実施し, 知見を蓄積していくことが望まれる。

そこで本研究は, 勤労者の心理的ストレスの軽減や活力に満ちた勤労を支援するための戦略の開発に資する知見提供を目指し, デスクワークに従事する日本人オフィスワーカーを対象に客観的評価によるSBからPAへの置き換えとメンタルヘルスの関連性を検討することを目的とした。

方 法

対象者 本研究は, 2016年11-12月に実施した職場体操介入研究²⁰⁾のベースライン時調査のデータを使用した。対象は, 東京都内の生命保険会社および関連組織の2事業場に勤務するオフィスワーカー363名のうち, 各事業場の担当者が加速度計を用いた調査対象136名をアトラダムに選定し, これを本研究の対象者とした。そのうち, 加速度計と自記式質問紙調査に欠損がある28名 (加速度計データの欠損14名, 質問紙調査データの欠損14名) を除外し, 108名を最終分析対象者とした。対象者

はおおむね8時30分頃に出勤し, 17時30分頃に退勤しており, 勤務形態を各事業場の担当者に問い合わせたところデスクワークを中心に行う事務従事者であった。なお, 最終分析対象者に占める管理的職業従事者の割合は17% (18名) であった。

本研究は, 公益財団法人明治安田厚生事業団倫理審査委員会の承認を得て実施し (承認番号28004), 対象者には, 説明書を一読させたうえで参加の同意を得た。

調査項目

1) 座位行動と身体活動

対象者のSBとPAは, epoch lengthを60秒に設定した3軸加速度計 (Active style Pro HJA-750C, オムロンヘルスケア株式会社) で評価した。先行研究より, 本機器は, ダイナミックレンジが大きいため感度が良く, 歩行 (走行) 活動とその他の生活活動それぞれの活動強度 (metabolic equivalents; METs) が推定されるため^{21,22)} SBや低強度身体活動 (light-intensity physical activity: LPA) の測定に適しているといえる。対象者には, 加速度計を就寝時と水中活動時 (入浴や水泳) を除き, 起床から就床まで装着するよう指示し, 連続して最低26日間から最大46日間装着させた。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日以上あるもののみを分析に使用した²³⁾。装着時間およびSB, PAの解析には, Microsoft Excel VBAで独自に開発したマクロを用いた。MVPAについては中断時間は考慮せず, 3METs以上のすべての活動の合計時間とした。なお, 1.5 METs以下の強度をSB, 1.6~2.9 METsをLPA, 3METs以上をMVPAと定義し^{24,25)}, SB, LPA, MVPAおよび, 加速度計の装着時間について1日の平均値を求めた。

2) 質問紙調査

(1) 基本情報

自記式質問紙を用いて対象者の年齢, 性, body mass index (BMI), 暮らし向き, 教育年数, 1週間の残業時間を調査した。質問紙は, 加速度計と同時に配付し, BMIについては直近の身長と体重を各自が回答した値から算出した。暮らし向きについては, リッカート尺度4件法 (大変ゆとりがある, ややゆとりがある, やや苦しい, 大変苦しい) で確認した。教育年数については, 小学校以降に受けた学校教育の年数 (例: 高校卒12年, 大学卒16年など) を確認した。残業時間については, 基本的な始業と終業時間を調査し, 加速度計装着日から1週間, 1日ごとの出退勤時間を回答させ, 1週間の勤務日の残業時間を求めた。

(2) ネガティブメンタルヘルス

ネガティブメンタルヘルスの指標として心理的ストレス評価は、うつ病を含む気分・不安障害のスクリーニングとして妥当性(感度76~100%, 特異度69~80%)が報告されているK6質問票日本語版²⁶⁾を用いた。本尺度は6項目で構成され、リッカート尺度5件法で回答するものである。その合計得点(0~24点の範囲)をK6得点として分析に用いた。K6得点が高いほど抑うつ度や不安感情が高い心理状態であり、先行研究²⁷⁾に基づきK6得点が5点以上を心理的ストレスありと定義した。

(3) ポジティブメンタルヘルス

ポジティブメンタルヘルスの指標としてワークエンゲイジメント(WE)の評価は、日本語版ユトレイトワークエンゲイジメント尺度短縮版(UWES-J短縮版)²⁸⁾を用いた。WEは仕事に関連するポジティブで充実した心理状態であり、活力、熱意、没頭によって位置づけられる²⁹⁾。UWES-J短縮版²⁷⁾は9項目で構成され、リッカート尺度7件法で回答するものである。合計得点(0~54点の範囲)を項目数で除し、1項目あたりの平均得点をWE得点として評価³⁰⁾した。WE得点が高いほど仕事に対してポジティブで充実した心理状態であることを意味する。

統計解析 SB, PAおよびその置き換えとメンタルヘルスの関連性を検討するにあたって、single factorモデル、partitionモデル、ISモデルの3つのモデルによる多変量回帰分析を実施した^{11,12)}。心理的ストレスに関する分析の際は、従属変数に心理的ストレスの有無を投入したロジスティック回帰分析を実施し、WEに関する分析の際は、従属変数にWE得点(連続変数)を投入した重回帰分析を行った。なお、両分析において、独立変数には、結果の解釈を促すために30分1単位とした各行動変数を投入した。共変量は各モデルに共通して、先行研究と健康科学や産業衛生学の知見に基づき、座位・身体活動とメンタルヘルスとの関連に影響を与えると考えられる年齢(連続変数)^{14,16,17,19)}、性(男/女の名義変数)^{14,16-19)}、BMI(連続変数)^{16,19,31)}、暮らし向き(1.大変ゆとりがある/2.ややゆとりがある/3.やや苦しい/4.大変苦しいの順序変数)^{15,16)}、教育年数(連続変数)¹⁴⁻¹⁹⁾、残業時間(連続変数)³²⁾を用いた。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が発生していると疑われるが³³⁾、本研究で当該閾値を超えるものはなかった。すべての統計解析にはIBM SPSS Statistics ver.24 for Windowsを用い、有意水準はいずれも5%とした。single factorモデル、partitionモデル、ISモデルの説明を以下に示した。

1) Single factorモデル

Single factorモデルでは、SB, LPA, MVPAのいずれか1つの行動時間、加速度計の装着時間、共変量をモデルに投入し、各行動の総合的な関連性を検討した。

2) Partitionモデル

Partitionモデルでは、SB, LPA, MVPAのすべての行動時間と共変量をモデルに投入し、各行動変数の独立した関連性を検討した。

3) ISモデル

ISモデルでは、SB, LPA, MVPAの各行動時間のうち、どれか1つを除いて回帰モデルに投入し、さらに、加速度計の装着時間と共変量をモデルに投入した^{11,12)}。例えば、SBからLPAへの置き換えとメンタルヘルスとの関連性を検証する際には、LPA, MVPA, 加速度計の装着時間、共変量をモデルに投入した。これにより、1日30分のSBを30分のLPAに置き換えた場合のメンタルヘルスとの関連性を検討した。

結 果

Table1に、本研究の対象者108名の特性を示した。対象者の平均年齢は46.4±9.8歳で、70名(64.8%)が女性であった。対象者の加速度計の平均装着日数は22.0±7.5日で、1日の装着時間に占めるSB, LPA, MVPAの割合はそれぞれ、65.0%, 27.5%, 7.5%であった。K6得点の平均値は3.7±4.1点、心理的ストレスありの者は34名(31.2%)であった。WE得点の平均値は2.7±1.1点であった。

ネガティブメンタルヘルス(心理的ストレス)の指標であるK6得点と各行動時間との関連をTable 2に示した。ロジスティック回帰分析の結果、Partitionモデルでは、各行動との間に有意な関連はみられなかったが、Single factorモデルにおいてMVPAのみが心理的ストレスを有する割合が少ないことと関連した(odds ratio [OR]=0.36, 95% confidence interval [CI] 0.15-0.88)。また、ISモデルでは、1日30分のSBを等時間のMVPAに置き換えることで心理的ストレスを有するオッズ比が0.38と低値だった(OR=0.38, 95%CI 0.15-0.92)。

ポジティブメンタルヘルス(WE)の指標であるWE得点と各行動時間との関連をTable 3に示した。分析の結果、Single factorモデルおよびPartitionモデルでは、SBやPAとWE得点の間に有意な関連はみられなかった。また、ISモデルでも同様に、いずれの行動の置き換えもWE得点と有意な関連はみられなかった。

考 察

本研究では、デスクワークに従事する日本人オフィスワーカーを対象に、3軸加速度計を用いてSB, LPA,

Table 1. Characteristics of participants in this study

	Mean \pm SD or number (%)
Age, years	46.4 \pm 9.8
Gender	
Male, n (%)	38 (35.2%)
Female, n (%)	70 (64.8%)
Body mass index, kg/m ²	22.5 \pm 2.7
Economic status, n (%)	
Very good	9 (8.3%)
Good	50 (46.3%)
Poor	40 (37.0%)
Very Poor	9 (8.3%)
Education, years	15.1 \pm 1.7
Overtime work, hours/wk	6.1 \pm 6.3
Accelerometer data	
Valid day, days	22.0 \pm 7.5
Wear time, min/day	883.1 \pm 88.1
SB time, min/day	573.8 \pm 78.7
LPA time, min/day	243.2 \pm 79.8
MVPA time, min/day	66.2 \pm 18.7
K6	
Score, points	3.7 \pm 4.1
≥ 5 , n (%)	34 (31.2%)
Work engagement score, points	2.7 \pm 1.1

n=108

SB: Sedentary behavior.

LPA: Light-intensity physical activity.

MVPA: Moderate-to vigorous-intensity physical activity.

MVPAを客観的に評価し、SBからPAへの置き換えとメンタルヘルスとの関連性を検討した。その結果、30分のSBを等時間のMVPAに置き換えると、心理的ストレスを有する可能性が有意に低値を示した。また、こうした恩恵は、SBをLPAへ置き換えた際には認められなかった。

これまでに、ISモデルを用いて行動の置き換えとメンタルヘルスとの関連性を検討した研究は少なく、本研究と同様に勤労者を対象とした研究は、筆者が知る限りMekaryら¹⁵⁾の報告のみである。Mekaryら¹⁵⁾は、46-71歳の米国女性看護師32,900人を対象に10年間追跡したコホート研究において、質問紙によって調査した60分のテレビ視聴を等時間の活発な歩行に置き換えるとうつ病の発症リスクが有意に低値を示し、通常速度の歩行への置き換えではこうした関連性がみられなかったことを報告した。また、3軸加速度計を用いた研究に、Rethorstら¹⁶⁾の研究があげられる。Rethorstら¹⁶⁾は、18-74歳の米国在住の男女11,116人を対象とした横断研究において、60分のSBを等時間の高強度PAに置き換えた場合のみ、抑うつが有意に低値を示したことを報告している。いずれの研究も、SBを強度の低いPAではなく、比較的

強度の高いPAに置き換えることでのみ、うつ病や抑うつ度に関連することを示唆しており、本研究結果を支持するものである。本研究は100名程度の横断研究であり、上記2つの先行研究に比べてサンプルサイズが小さい。しかし、本研究は加速度計によりオフィスワーカーの行動を客観的に評価し、行動の置き換えとメンタルヘルスとの関連性を検討した本邦初の研究である。そして、先行研究と同様の結果を確認し、こうした知見が立ち・歩き仕事の多い看護師だけでなくデスクワークに従事するオフィスワーカーにおいても適応できる可能性を一部示した点で、一定の意義を有していると考えられる。

本研究では、メンタルヘルスをネガティブな側面（心理的ストレス）からだけではなく、ポジティブな側面（WE）からも評価した。WEが高いと心身の健康度が高く、高い生産性を示すことが検証されている³⁴⁾。北アイルランドの勤労者を対象とした疫学研究では、勤務中のSBが短い者はWEが高いこと³⁵⁾を報告しており、SBを減らしてPAを増やすことがWE向上につながることを示唆されている。筆者の知る限り、行動の置き換えとWEの関連性を検討した研究は見当たらず、本研究は当該仮説

Table 2. Associations between K6 score and SB, LPA and MVPA using single, partition, and isotemporal substitution models by logistic regression analysis

Models	SB			LPA			MVPA		
	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P
Single	1.23	(0.96, 1.57)	0.10	0.86	(0.67, 1.12)	0.27	0.36	(0.15, 0.88)	0.02
Partition	1.15	(0.93, 1.42)	0.20	1.03	(0.83, 1.28)	0.79	0.43	(0.18, 1.04)	0.06
Isotemporal substitution									
Replace SB	Dropped			0.90	(0.69, 1.17)	0.42	0.38	(0.15, 0.92)	0.03
Replace LPA	1.12	(0.86, 1.46)	0.42	Dropped			0.42	(0.16, 1.10)	0.08

n = 108

SB: Sedentary behavior.

LPA: Light-intensity physical activity.

MVPA: Moderate-to vigorous-intensity physical activity.

OR: Odds ratio, 95%CI: 95% confidence interval.

All models were adjusted for age, gender, body mass index, economic status, education and overtime work.

Prior to the regression models, all physical activity variables were divided by a constant of 30 so that a unit increase in the behavior represented an increase of 30 min/day within the given behavior.

Table 3. Associations between UWES score and SB, LPA and MVPA using single, partition, and isotemporal substitution models by multiple regression analysis

Models	SB			LPA			MVPA		
	B	95%CI	P	B	95%CI	P	B	95%CI	P
Single	-0.05	(-0.16, 0.05)	0.32	0.04	(-0.07, 0.16)	0.45	0.17	(-0.18, 0.53)	0.33
Partition	-0.03	(-0.12, 0.06)	0.52	0.01	(-0.08, 0.10)	0.85	0.13	(-0.23, 0.49)	0.47
Isotemporal substitution									
Replace SB	Dropped			0.04	(-0.08, 0.15)	0.52	0.16	(-0.20, 0.52)	0.38
Replace LPA	-0.04	(-0.15, 0.08)	0.52	Dropped			0.12	(-0.27, 0.51)	0.54

n = 108

SB: Sedentary behavior.

LPA: Light-intensity physical activity.

MVPA: Moderate-to vigorous-intensity physical activity.

UWES: Utrecht Work Engagement Scale

All models were adjusted for age, gender, body mass index, economic status, education and overtime work.

Prior to the regression models, all physical activity variables were divided by a constant of 30 so that a unit increase in the behavior represented an increase of 30 min/day within the given behavior.

の検証に挑んだ最初の研究であった。しかし、本研究結果ではSBからLPAやMVPAへの置き換えとWEと有意な関連は認められなかった。先行研究³⁶⁾では、仕事に関する感情であるWEは勤務時間外の活動からの影響を受けにくい可能性があることを指摘している。今回、行動の置き換えとWEの関連がみられなかったひとつの要因として、本研究では余暇時間のSBやPAも含めて測定・分析したことが考えられる。今後は、SBやPAのドメインを考慮した研究による知見を積み重ねていくことが望まれる。

SBをMVPAに置き換えることと心理的ストレスが関連することのメカニズムは不明であるが、先行研究では、SBが社会的な孤立につながる³⁷⁾ことが考えられている。一方、運動が気晴らしや脳内神経伝達物質（セロトニン、ドーパミン、ノルアドレナリンなど）に関与し気分高揚に関わることなど³⁸⁾が仮説として提示されており、マイナス要因（SB）をプラス要因（PA）に変えることで、ポジティブな関連性がより強まるのかもしれない。今後は、SBをPAに置き換えることと心理的ストレスが関連するメカニズムを解明する研究が必要である。

本研究の限界として、第一にサンプルサイズが小さいことがあげられる。本研究では解析にあたり、各行動変数に加え結果に影響を与えられようと考えられる必要最低限の変数をモデルに投入したが、その数に対してサンプルサイズが小さいため、過剰適合が起きている可能性も否定できない。今後はサンプルサイズを増やして検討する必要があると考える。第二に、残差交絡の存在の可能性である。先行研究では、婚姻状況^{14,15,18,19)}、雇用形態や職位³⁹⁾などの交絡要因を考慮しているが、本研究ではサンプルサイズが小さく、それらを調整することができなかった。第三に、本研究は横断研究であるため因果関係に言及することはできず、この限界に対処するためには、本研究を踏まえた介入研究や縦断研究が必要である。最後に、本研究は東京都内の生命保険会社および関連組織に勤務する一部のオフィスワーカーを対象としており、list-wise 削除によって最終分析対象者を決定したため、選択バイアスを含んでいる可能性がある。また、比較的メンタルヘルスが良好な集団であったことから、本研究結果の一般化には慎重を期す必要がある。

しかしながら、本研究から得られた知見は、オフィスワーカーの行動変容を促すメッセージとなるだけでなく、従業員の健康管理を経営的視点から戦略的に実践する「健康経営」にも有意義であると考えられる。本研究結果は、雇用者や経営陣がオフィスワーカーの心理的ストレスを軽減させるための戦略を練る一助となることが期待される。さらに、「健康経営」に興味を示さない企業にとっては、従業員の健康管理を担う者が、雇用者や経営陣に働きかけるツールとして貢献できる可能性も考えら

れる。今後は、勤務日と休日、勤務時間内と勤務時間外、年代や性別ごとの検討や、他の職種やメンタルヘルスが不良な勤労者のみを対象とした研究に発展させることで職場でのヘルスプロモーションに活用できる基礎資料が得られるであろう。ISモデルによる行動の置き換えは、介入することなく、心理面、身体面、労働生産性などさまざまな指標と健康行動との関連を検討できることが利点であり、職場でのヘルスプロモーションだけでなく、さらに幅広く公衆衛生施策の立案などにも活用できると考える。

結 語

本研究では、デスクワークに従事する日本人オフィスワーカーを対象に、3軸加速度計を用いて客観的に評価した座位行動および身体活動時間の置き換えとメンタルヘルスの関連性を検討した。その結果、座位行動を等時間の中強度の身体活動に置き換えることにより、心理的ストレスと関連する可能性が示された。

謝 辞

本研究は、職場の健康づくり事業の一環として実施した介入研究のデータを活用させていただきました。ご協力いただいた生命保険会社および関連会社の職員の皆さまに感謝いたします。

利益相反自己申告：著者全員が利益相反はない。

引用文献

- 1) World Health Organization. Workplace health promotion. https://www.who.int/occupational_health/topics/workplace/en/ (accessed: 2018. 8. 13).
- 2) 厚生労働省労働基準局. 労働安全衛生法の改正について, 2015.
- 3) 厚生労働省政策統括官. 平成28年労働安全衛生調査(実態調査), 2017.
- 4) 厚生労働省労働基準局. 平成28年度「過労死等の労災補償状況」, 2017.
- 5) Mammen G, Faulkner G. Physical activity and the prevention of depression: a systematic review of prospective studies. *Am J Prev Med* 45: 649-657, 2013. doi: 10.1016/j.amepre.2013.08.001.
- 6) Joyce S, Modini M, Christensen H, Mykletun A, Bryant R, Mitchell PB, Harvey SB. Workplace interventions for common mental disorders: a systematic meta-review. *Psychol Med* 46: 683-697, 2016. doi: 10.1017/S0033291715002408.
- 7) Zhai L, Zhang Y, Zhang D. Sedentary behaviour and the risk of depression: a meta-analysis. *Br J Sports Med* 49: 705-709, 2015. doi: 10.1136/bjsports-2014-093613.
- 8) Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan D. Too much sitting: the population-health science of seden-

- tary behavior. *Exerc Sport Sci Rev* 38: 105-113, 2010. doi: 10.1097/JES.0b013e3181e373a2.
- 9) 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 Health Association. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1423-1434, 2007. doi: 10.1249/mss.0b013e3180616b27.
 - 10) 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical activity guidelines for Americans 2nd edition. http://health.gov/paguidelines/second-edition/pdf/Physical_activity_Guidelines_2nd_edition.pdf (accessed: 2019. 1. 13).
 - 11) Mekary RA, Willett WC, Hu FB, Ding EL. Isotemporal substitution paradigm for physical activity epidemiology and weight change. *Am J Epidemiol* 170: 519-527, 2009. doi: 10.1093/aje/kwp163.
 - 12) 笹井浩行, 中田由夫: 運動疫学研究に活用可能な新しい解析アプローチ~Isotemporal Substitution Model~, 運動疫学研究, 17: 104-112, 2015.
 - 13) Grgic J, Dumuid D, Bengoechea EG, 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. *Int J Behav Nutr Phys Act* 15: 69, 2018. doi: 10.1186/s12966-018-0691-3.
 - 14) Buman MP, Hekler EB, Haskell WL, Pruitt L, Conway TL, Cain KL, Sallis JF, Saelens BE, Frank LD, King AC. Objective light-intensity physical activity associations with rated health in older adults. *Am J Epidemiol* 172: 1155-1165, 2010. doi: 10.1093/aje/kwq249.
 - 15) Mekary RA, Lucas M, Pan A, Okereke OI, Willett WC, Hu FB, Ding EL. Isotemporal substitution analysis for physical activity, television watching, and risk of depression. *Am J Epidemiol* 178: 474-483, 2013. doi: 10.1093/aje/kws590.
 - 16) Rethorst CD, Moncrieff AE, Gellman MD, Arredondo EM, Buelna C, Castañeda SF, Daviglius ML, Khan UI, Perreira KM, Sotres-Alvarez D, Stoutenberg M. Isotemporal analysis of the association of objectively measured physical activity with depressive symptoms: results from Hispanic Community Health Study/ Study of Latinos (HCHS/SOL). *J Phys Act Health* 14: 733-739, 2017. doi: 10.1123/jpah.2016-0648.
 - 17) van Roekel EH, Bours MJ, Breedveld-Peters JJ, Willems PJ, Meijer K, Kant I, van den Brandt PA, Beets GL, Sanduleanu S, Weijenberg MP. Modeling how substitution of sedentary behavior with standing or physical activity is associated with health-related quality of life in colorectal cancer survivors. *Cancer Causes Control* 27: 513-525, 2016. doi: 10.1007/s10552-016-0725-6.
 - 18) Dillon CB, McMahan E, O'Regan G, Perry IJ. Associations between physical behaviour patterns and levels of depressive symptoms, anxiety and well-being in middle-aged adults: a cross-sectional study using isotemporal substitution models. *BMJ Open* 8: e018978, 2018. doi: 10.1136/bmjopen-2017-018978.
 - 19) Yasunaga A, Shibata A, Ishii K, Koohsari MJ, Oka K. Cross-sectional associations of sedentary behaviour and physical activity on depression in Japanese older adults: an isotemporal substitution approach. *BMJ Open* 8: e022282, 2018. doi: 10.1136/bmjopen-2018-022282.
 - 20) 小野寺由美子, 埜 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はばす効果: リラックスおよびリフレッシュ体操の比較, 人間ドック, 32: 207, 2017.
 - 21) 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. *Br J Nutr* 105: 1681-1691, 2011. doi: 10.1017/S0007114510005441.
 - 22) 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* 31: 370-374, 2010. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.01.005.
 - 23) Masse LC, Fuemmeler BF, Anderson CB, Matthews CE, Trost SG, Catellier DJ, Treuth M. Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Med Sci Sports Exerc* 37: S544-S554, 2005. doi: 10.1249/01.mss.0000185674.09066.8a.
 - 24) Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, Chastin SFM, Altenburg TM, Chinapaw MJM. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - terminology consensus project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act* 14: 75, 2017. doi: 10.1186/s12966-017-0525-8.
 - 25) Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *J Sci Med Sport* 13: 496-502, 2010. doi: 10.1016/j.jsams.2009.09.008.
 - 26) 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. *Int J Methods Psychiatr Res* 17: 152-158, 2008. doi: 10.1002/mpr.257.
 - 27) Sakurai K, Nishi A, Kondo K, Yanagida K, Kawakami N. Screening performance of K6/K10 and other screening instruments for mood and anxiety disorders in Japan. *Psychiatry Clin Neurosci* 65: 434-441, 2011. doi: 10.1111/j.1440-1819.2011.02236.x.
 - 28) 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. *App*

- Psychol Int Rev* 57: 510–523, 2008. doi: 10.1111/j.1464-0597.2008.00333.x.
- 29) Schaufeli WB, Salanova M, González-Romá V, Bakker AB. The measurement of engagement and burnout: a two sample confirmatory factor analytic approach. *J Happiness Stud* 3: 71–92, 2002.
- 30) Schaufeli WB, Bakker AB, Salanova M. The measurement of work engagement with a short questionnaire: a cross-national study. *Educ Psychol Meas* 66: 701–716, 2006. doi: 10.1177/0013164405282471.
- 31) Luppino FS, de Wit LM, Bouvy PF, Stijnen T, Cuijpers P, Penninx BW, Zitman FG. Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch Gen Psychiatry* 67: 220–229, 2010. doi: 10.1001/archgenpsychiatry.2010.2.
- 32) Kleppa E, Sanne B, Tell GS. Working overtime is associated with anxiety and depression: the Hordaland health study. *J Occup Environ Med* 50: 658–666, 2008. doi: 10.1097/JOM.0b013e3181734330.
- 33) Rogerson PA. Statistical methods for geography. SAGE Publications Ltd, London, UK, 2001.
- 34) Halbesleben JRB. A meta-analysis of work engagement: relationships with burnout, demands, resources, and consequences. In: *Work engagement: A handbook of essential theory and research* Vol. 8 (Bakker AB, Leiter MP, eds.), Physiology press, NY, USA, 102–117, 2010.
- 35) Munir F, Houdmont J, Clemes S, Wilson K, Kerr R, Addley K. Work engagement and its association with occupational sitting time: results from the Stormont study. *BMC Public Health* 15: 30, 2015. doi: 10.1186/s12889-015-1427-9.
- 36) van Berkel J, Proper KI, van Dam A, Boot CRL, Bongers PM, van der Beek AJ. An exploratory study of associations of physical activity with mental health and work engagement. *BMC Public Health* 13: 558, 2013. doi: 10.1186/1471-2458-13-558.
- 37) Hamer M, Coombs N, Stamatakis E. Associations between objectively assessed and self-reported sedentary time with mental health in adults: an analysis of data from the health survey for England. *BMJ Open* 4: e004580, 2014. doi: 10.1136/bmjopen-2013-004580.
- 38) Craft LL, Perna FM. The benefits of exercise for the clinically depressed. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry* 6: 104–111, 2004.
- 39) Inoue A, Kawakami N, Tsuchiya M, Sakurai K, Hashimoto H. Association of occupation, employment contract, and company size with mental health in a national representative sample of employees in Japan. *J Occup Health* 52: 227–240, 2010.