

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：37109

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K13035

研究課題名(和文) ストレス軽減と快眠を喚起する職場身体活動の可能性を探る：座位・歩行活動変容の効果

研究課題名(英文) Potential effects of sitting- and walking-related worksite physical activity changes on psychological stress and sleep quality

研究代表者

熊原 秀晃 (KUMAHARA, Hideaki)

中村学園大学・栄養科学部・准教授

研究者番号：40389367

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：職場身体活動のうち座位と歩行活動に着目し、エネルギー代謝やメンタルストレス、睡眠に及ぼす影響を検討した。

- ・バランスボール椅子は一般的なオフィスチェアに比べ安静エネルギー消費量を高めるが、座位中の主観的負荷度に差を認めなかった。椅子をスタビリティボールで代用することは、顕著な心理的ストレスを誘引することなく座位エネルギー消費量を亢進し得ると考えられた。
- ・活動量計を応用することで、任意の強度を標的として活動時間を延伸させる歩行活動の質の変容が可能と考えられた。さらに、血中乳酸閾値強度を標的とした介入でもストレス状態や睡眠にネガティブな影響を及ぼすことなく活動の質を変容できることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to examine the effect of modifying sitting- and walking-related worksite physical activities on the energy metabolism, mental stress, and sleep quality in adults. Small but significant increase in energy expenditure was observed when the subjects sat on the stability ball compared with when they sat on an office chair. However, no apparent positive/negative feeling of comfort level on sitting was observed. Therefore, the use of stability ball for prolonged sitting may be advantageous to prevent obesity. Furthermore, our results indicated that an activity monitor-based intervention is suitable for increasing the time duration at a certain intensity of walking-related activities, such as the lactate threshold intensity, which could modify the quality of daily physical activity without inducing any negative mental stress or sleep quality degradation.

研究分野：応用健康科学

キーワード：身体活動 座位活動 エネルギー消費量

1. 研究開始当初の背景

就労に関する身体活動 (Worksite Physical Activity; 職場身体活動: WPA) の改善は、不眠や精神的疾患および欠勤を減少させることが期待されている。オフィスワーカーの WPA の中でも特に座位活動は業務時間の 7 割程度を占め、そのうち座位活動の継続を必要とする業務は 5 割以上も占めることが報告されている (Buckley JP et al. Br J Sports Med, 2015)。座位活動時間の増加は、心血管疾患や総死亡の危険因子であることが示唆されており (Rezende F et al. Am J Prev Med, 2016; Healy GN et al. Eur Heart J, 2011; Owen N et al. Exer Sport Sci Rev, 2010)、オフィスワーカーの座位活動時間を減少する試みが推奨されている (Buckley JP et al. Br J Sports Med, 2015)。しかし、一方で座位活動を中断することは仕事の中断に繋がる可能性も否めない。したがって、従来の座位活動「時間」に固執しない別の切り口からの行動変容アプローチが必要となる。すなわち、座ったままで疾病予防に寄与できる座位活動の可能性を検証することは、オフィスワークにおける長時間の座位活動に対する生活習慣病予防策の開発に繋がるものと考えられる。ところで、スタビリティボール (SB; バランスボールとも呼称される) は、オフィスチェアの代用として職場で採用されている事例が既にある。先行研究にて、骨格筋や姿勢のコンディショニングに関連し腰痛などの身体症状の解決に有効となる可能性が示唆されている (Jackson JA et al. Hum Factors, 2013; Kingma I et al. Appl Ergon, 2009; McGill SM et al. Clin Biomech 2006; Gregory DE et al. Hum Factors 2006)。しかし、SB の使用が座位エネルギー代謝や主観的負担度に及ぼす影響については明らかでない。

一方、仕事上の細かな移動や通勤などの歩行関連 WPA は、オフィスワーカーの希少な動的活動の主要素である。我々は、活動量計に表示させる目標指標を歩数から任意の運動強度にかえることで、同等の歩数に対する身体活動の質を高め得ることを報告している。しかし、このような歩行活動の質の変容が自律神経日内変動ひいてはメンタルストレスや睡眠へ及ぼす実質的影響は明らかでない。身体活動の促進は良質な睡眠を促すことを示唆する先行研究が散見されるが、多くは実験室内等にてコントロールされた限定的な成果であり、自由生活下の身体活動が睡眠へ及ぼす影響を調べた研究は少なく、コンセンサスは得られていない。

以上のように、オフィスワーカーの WPA のうち占有時間が最も長いと考えられる座位活動と希少な動的活動の重要な構成要素である歩行活動に対する 2 側面へのアプローチは生活習慣病ならびに精神的ストレス性疾患等の予防のための WPA 変容の鍵となると考えられる。したがって、本研究は、座位活動と歩行活動の各々の視座より、これまで着目

されてきた「時間」でなく「質」を変えることがエネルギー消費量およびメンタルストレスや睡眠に及ぼす影響の検討を試みた。具体的には次に示す 2 つの課題を検証した。

2. 研究の目的

(1) 椅子の種類を変えることが主観的負担 (ストレス) および骨格筋活動とエネルギー消費量に及ぼす影響を検討した。

(2) 歩数または至適運動強度の日常活動の増加による歩行活動の質の変容が日内メンタルストレス変動と睡眠に及ぼす影響を検討した。

3. 研究の方法

(1) 健常成人男性 8 名 (25.1±5.7 歳、BMI: 21.7±3.8 kg/m²) と女性 8 名 (26.4±7.9 歳、BMI: 21.4±1.5 kg/m²) を対象とした。一般的なオフィスチェアの背もたれ使用時 (背あり C)、背もたれ未使用時 (背なし C)、座位姿勢改善機能を謳った市販のクッションをオフィスチェア座面に使用時 (クッション) および SB を椅子として代用時 (ボール C) の 4 種の椅子を使用し、座位安静測定を各 10 分間ランダムオーダーで連続試行した。筋電図 (EMG)、呼気ガス、心拍数を測定した。EMG は表面電極 (SS-WS1221, Sports Sensing 社) を腹直筋 (RA)、腹斜筋 (IO)、腰部脊柱起立筋 (LES)、腰部多裂筋 (M)、大腿直筋 (RF) および腓腹筋 (MG) に添付し、7~10 分目間に 10 秒間×5 回の計測を行い、筋電図積分値 (iEMG) を算出し、それらを平均化し筋活動として評価した。さらに、各測定筋群それぞれの等尺性随意最大筋収縮 (MVC) 測定を行い、各椅子使用中の iEMG を MVC を基準に正規化した %MVC を算出した。各椅子の主観的な負担度 (腰、背中、臀部、脚への痛みや疲れを含む) や座り心地、およびどれだけの時間続けて座ることができそうかに関して Visual Analog Scale (VAS) 法にて評価した。

(2) 健常成人女性 27 名 (21.4±0.5 歳、BMI: 20.5±1.7 kg/m²) を対象とした。歩数の増加または至適運動強度の活動を増加させる異なる 1 日単位の介入方法にてメンタルストレス関連尺度の日内変動および睡眠に及ぼす影響を検討した。3 種の介入方法は、活動量計を応用し、ベースライン (日常) に対して同等に歩数を向上させるが、中等度強度以上 (MVPA) あるいは血中乳酸閾値強度以上 (LT) の活動時間の増加の程度が異なるような仕組みを無作為化クロスオーバーにて実施した: ①LT 介入: LT 活動時間をベースライン+30 分以上を日中に積算するよう教示、②歩数介入: ベースラインの歩数に LT 介入で想定される歩数の増加分 (Ayabe M et al. Jpn J Phys Fitness Sports Med, 2009 の METs-歩行率関係式を用いて推定) 以上をプラスし日中に積算するよう教示、③MVPA 介入: ベー

スラインの MVPA 時間+30 分以上を日中に積算するよう教示。LT 介入と MVPA 介入は任意の強度以上の活動時間を表示可能な活動量計 (NL-1000, New-Lifestyle 社) を使用し、歩数介入では歩数のみを表示可能な活動量計 (NL-800, New-Lifestyle 社) を使用した。なお、各試験は平日に 3 日以上の間隔を空けて実施した。対象者は、事前に平日 5 日間の日常身体活動 (ベースライン) を腰部装着の加速度計内蔵歩数計 (Lifecorder EX4 秒版, Suzuken 社) (Kumahara H et al. Br J Nutr, 2004) を用いて評価すると共に、ベンチステップを用いた最大下の間欠式多段階漸増運動負荷試験にて血中乳酸閾値を評価した (6.4 ± 1.0 METs)。心拍 R-R 間隔変動 (HRV) は、心拍数計測装置 (Polar RS800, Polar 社) を用い日中連続して測定し自律神経活動を評価すると共に、Profile of Mood States 短縮版 (POMS-Brief) を試験日起床時、就寝前、試験日翌朝起床時の主観的気分感情を評価した。睡眠の質は、試験日翌朝の起床時に OSA 睡眠調査票 MA 版 (山本ら。脳と精神の医学, 1999) にて評価した。

なお、本研究の全てのプロトコルは、中村学園大学倫理審査委員会の承認を受けたものであり、被験者の募集にあたっては、書面ならびに口頭にて研究内容を説明すると共に、書面にてインフォームドコンセントを得た。

4. 研究成果

(1) ボール C は背あり C と比較して心拍数および酸素摂取量 ($13 \pm 2\%$) が有意に高値を示した (図 1)。図 2 に 4 種の椅子に座位安静中の各筋群 iEMG 値を示した。ボール C の筋電図積分値の全 6 筋群合計値は、背あり C と比較して $55 \pm 46\%$ 有意に高値を示した。また、ステップワイズ重回帰分析にてボール C 使用時の酸素摂取量増加に影響した活動筋群を検討した結果、大腿直筋活動が有意な説明変数として採用された ($r^2=0.531, p<0.05$)。なお、このボール C 使用時の大腿直筋活動は約 5%MVC であった。主観的負荷に関して、SB およびクッションの主観的負担度や座り心地は背なし C と比較して有意な差を認めなかった (図 3)。本結果より、オフィスワークにおいて椅子を SB にかえることは、顕著な心理的負担を誘引することなくエネルギー消費量の亢進を促すことが期待された。それは、一般的なオフィスチェアの背もたれ使用時と比較して酸素摂取量で僅か 13% の増加分であるが、体重 80kg の人の場合では 1 ヶ月 (8 時間/日 \times 22 日間/月勤務) で約 1920kcal のエネルギー消費量の増加と換算され、年間で約 3.3kg の体脂肪燃焼に相当する無視できない影響と考えられた。また、このボール C 座位中の酸素摂取量の増加は、大腿直筋の筋活動の増大と関連することが示唆された。た

だし、5%MVC 程度の負荷であり、この程度の筋発揮を比較的長時間に亘る座位時間に継続することが骨格筋に及ぼす影響については不明である。

実際のオフィスワーク作業時間に応じたより長時間の測定を含めた追検討および実際の職場において導入した際の健康効果の検証が今後の課題である。

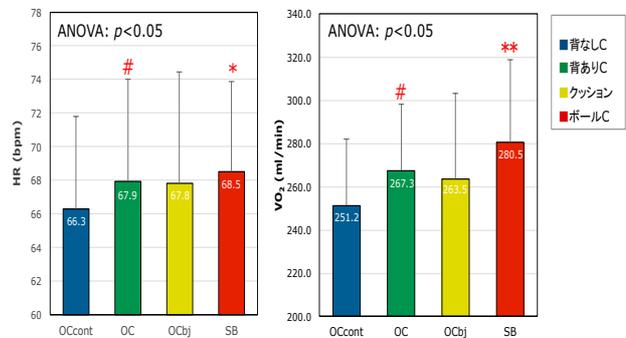


図1. 4種の椅子の座位中の心拍数 (HR) および酸素摂取量 (VO₂)。データは平均±標準偏差。* $p<0.05$, # $p<0.1$; 背なしCを基準としたDunnett's post hocテストにて比較。

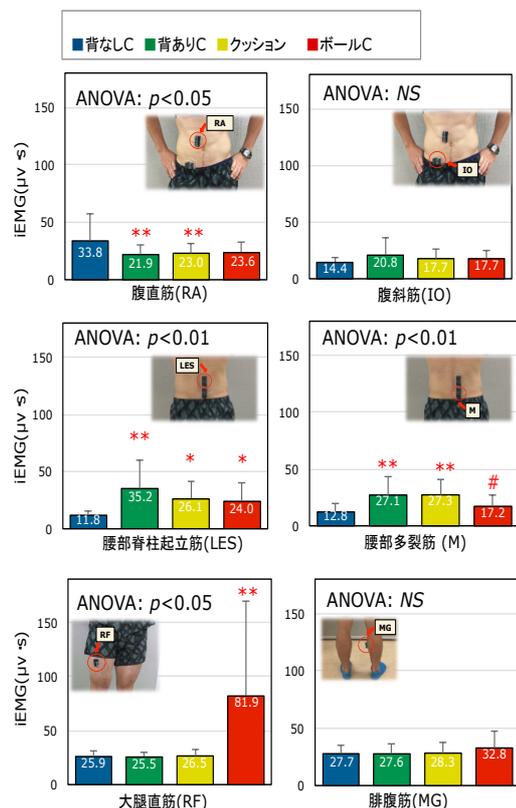


図2. 4種の椅子の座位中の筋電図積分値 (iEMG)。データは平均±標準偏差。** $p<0.01$, * $p<0.05$, # $p<0.1$; 背なしCを基準としたDunnett's post hocテストにて比較。

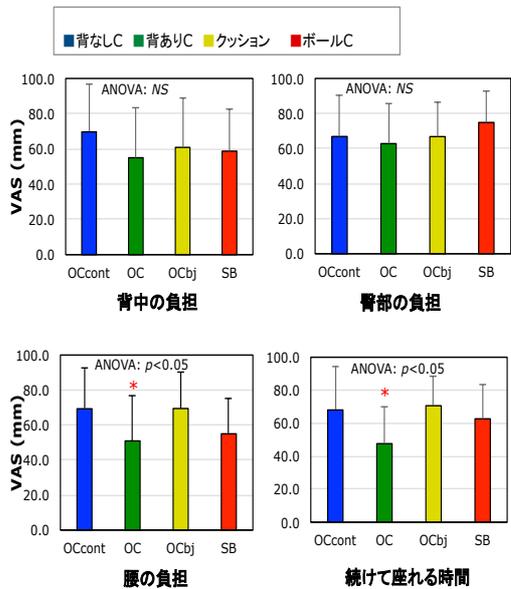


図3. 4種の椅子の座位中の主観的負担度
データは平均±標準偏差。* $p<0.05$; 背なしCを基準としたDunnett's post hocテストにて比較。

(2) 1日の歩数は3種の介入方法で同等水準に向上したが、MVPAおよびLTの活動時間は介入方法間に有意な差が認められ、歩行活動の質の変容が確認された(図4)。しかし、3種類の介入法のうちLT介入時のHRVの高周波成分が低値、低周波/高周波比が高値を示したものの、介入方法間に統計学的な有意差は認められなかった。経時的に評価したPOMS-Briefの主観的感情尺度6項目およびTotal Mood Disturbance得点も同様に特筆すべき顕著な群間差を認めなかった(図5)。また、介入翌日起床時に評価した主観的睡眠感の「疲労回復」因子に介入方法間に差の傾向が認められたものの、他の因子を含め全5因子に有意な介入方法間の差異は認められなかった。以上のように、歩行活動の質の変容によるストレスおよび睡眠への明確な影響は認められなかったが、一方で、本研究で施した程度のマイルドな運動強度の範囲であれば両者にネガティブな影響を及ぼすことなく日常身体活動の質を変容できるとも考えられた。

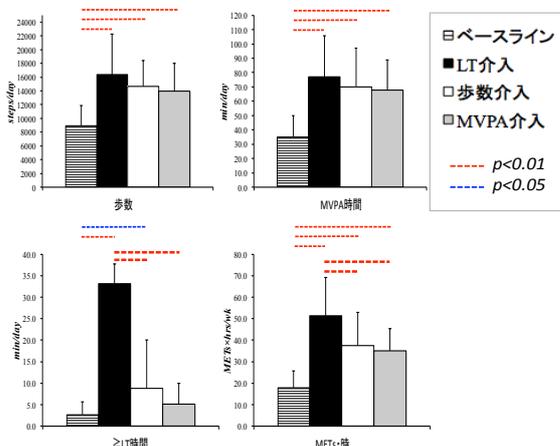


図4. ベースラインおよび3種の介入における身体活動尺度の比較
一元配置分散分析にて全尺度において有意な群間差が認められた為($p<0.001$), Scheffe's F post hocテストを施した。

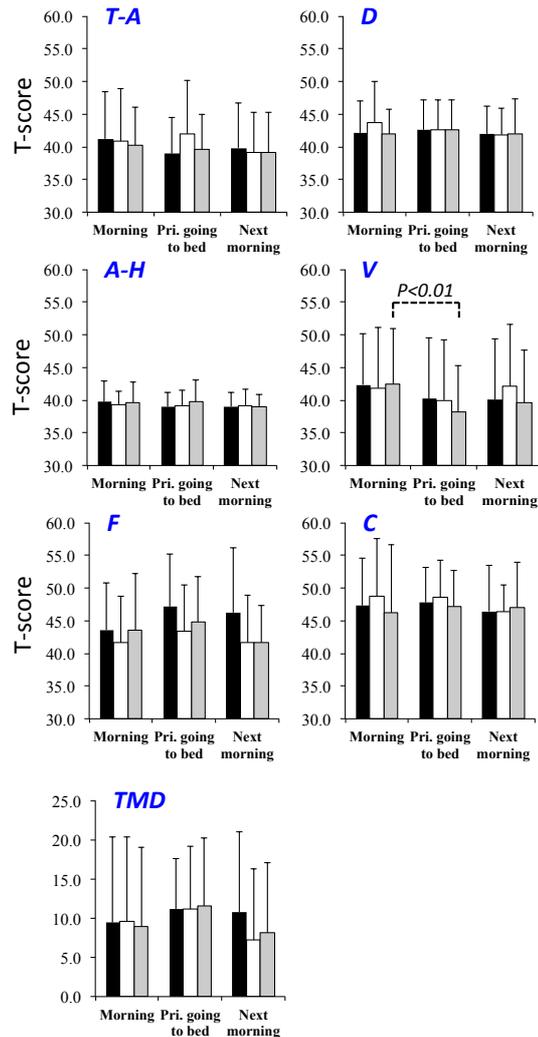


図5. 3種の介入における主観的ストレスの比較
T-A: 緊張-不安, D: 抑うつ-落込み, A-H: 怒り-敵意, V: 活力, F: 疲労, C: 混乱
Total mood disturbance (TMD)はTA, D, AH, F, Cの5項目の合計値からVの値を減じて算出した。二元配置分散分析にてV尺度に有意な群間差が認められた為($p<0.05$), Dunnett's testを施した。

以上のような成果より、座位活動および歩行活動を主体とするWPA変容法の開発に繋げ得る知見を得た。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計2件)

- ① 熊原秀晃, 異なる種類の椅子による座位安静時の心理・生理的応答、九州体育・スポーツ学会第67回大会、2018年
- ② Kumahara H, Goryozono N, Hirayama M, Morimoto R, Ayabe M, Comparison of energy expenditure and muscular activity while sitting on a stability ball versus office chairs, 22th Annual

Congress of the European College of
Sport Science、2017年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

熊原 秀晃 (KUMAHARA, Hideaki)
中村学園大学・栄養科学部・准教授
研究者番号：40389367

(2) 研究分担者

綾部 誠也 (AYABE, Makoto)
岡山県立大学・情報工学部・准教授
研究者番号：80407238