

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 6 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24510215

研究課題名(和文)女性における荷物取り扱い作業時の身体的負担に関する研究

研究課題名(英文)Physiological load during the manual handling task in females

研究代表者

佐藤 望 (SATO, Nozomi)

近畿大学・総合社会学部・准教授

研究者番号：60268472

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、女性における単独および複数で荷物取り扱い作業時の身体的負担を、筋電図、心電図、負担感により評価した。その結果、単独作業条件下では男性と比較すると女性の方が、肩部の筋負担が高まっていることが明らかになった。しかし、荷物の重量が異なる条件下において結果に十分な再現性が得られなかったため、再検証が必要である。

単独作業条件と2人作業条件の比較では、2人作業条件の方が、一般的に筋負担が高まる傾向が認められた。また、女性よりも男性の方が、筋負担が高まる傾向も一部認められた。この理由として、作業者間の指先端高差、筋力差、荷物取扱い動作のタイミングの差などが影響している可能性が考えられる。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to examine the sex differences in physiological and psychological load with manual handling task by conducting two experiments and a systematic literature review. In the experiment 1, twelve males and eleven females performed 4 different manual handling tasks (lifting, lowering, twisting and carrying). The results showed that the EMG value on trapezius muscle in females were significantly higher than that of males for all tasks. In the experiment 2, fourteen males and ten females performed 3 different manual handling tasks (lifting, lowering, and carrying) by alone and a team (two persons). The results showed that the EMG value on trapezius muscle during tasks by conducting two persons were significantly higher than by conducting one person. By reviewing selected articles, it was found that there are very few studies that investigated workload of manual handling tasks in females.

研究分野：人間工学

キーワード：荷物取扱い作業 性差 生体負担

1. 研究開始当初の背景

今日、我が国では高学歴化や施行後 25 年を経過した男女雇用機会均等法の波及効果などにより、女性の社会進出が促進され、女性の就業人口は概ね増加の途を辿ってきた。総務省統計局の「労働力調査」[1]によると平成 22 年の女性労働力人口は 2,768 万人となっており、労働力率は 15~19 歳および 60 歳以上を除く全ての年齢階層で 60%以上となっている。また、労働力率を平成 12 年の値と比較すると、15~19 歳、20~24 歳、65 歳以上の階層を除き、全て増加している。このような女性就業人口・率の増加や、女性が就労可能な職域・職務の拡大化は、男女共同参画社会の実現にあたり望ましい方向に社会が成熟してきたものと考えられる。

しかし、この状況にともなって新たに発生した就労女性の作業管理・健康管理上の問題への対策は遅れている。したがって、就労女性における作業負担を軽減するための研究を推進し、知見を蓄積することは就労女性にとって安全で快適な職場環境整備を行っていく上で喫緊の課題である。

国内の作業負担に関する研究動向をみると、精神的作業の負担軽減化に関心が向いており、身体的作業負担に関わる問題は見逃されがちである。その中でも、特に就労女性における荷物取り扱い作業に関する研究は十分には検討されていない。したがって、女性を対象として、荷物取り扱い作業時の身体的負担の問題に取り組むことは作業関連性の筋骨格系障害を未然に防ぐ上で重要な課題である。

また、荷物取り扱い作業は単独で行う場合だけでなく複数の作業者が協力して行う場合も多いが、複数で作業を行う場合の作業負担は、単に荷物の重量を作業者の数で割ったものには一致しないことが想定されるが、過去の国内外の研究においてこの問題について検証している研究は僅かである。したがって、複数の作業による荷物取り扱い作業時における身体的負担の問題についても、性差に着目して検討する必要がある。

以上のように、女性における荷物取り扱い作業に関わる健康問題は、社会情勢の変化にともなって新たに発生している問題であり、就労女性の身体的負担軽減のために取り組むべき課題と考え、本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究の申請当初の目的は以下のとおりであった。

(1) 単独で荷物取り扱い作業を行う際の身体的負担における性差を明らかにするために、荷物の持ち上げ、持ち下げ、移動、運搬作業を行った時の身体的負担の性差を明らかにする。

(2) 複数で荷物取り扱い作業を行う際の身体的負担における性差を明らかにするために、荷物の持ち上げ、持ち下げ、運搬作業を行っ

た時の身体的負担の性差を明らかにする。

(3) 荷物取り扱い作業時の身体的負担に関する過去の研究についてメタアナリシスを行い、複数の研究結果を集約する。

3. 研究の方法

(1) 平成 24 年度の方法

単独で荷物取り扱い作業を行う際の身体的負担における性差を明らかにするために、以下の方法で実験を遂行した。

実験参加者は筋骨格系に障害や痛みを有さず、循環器系疾患の既往歴がない成人男性 12 名 (平均年齢 22.6±1.1 歳、平均身長 175±6.7cm)、成人女性 11 名 (平均年齢 20.7±0.6 歳、平均身長 156±4.7cm) であった。実験前に実験内容について説明を行い、書面により同意を得た上で実験に参加してもらった。

参加者には、縦 32.5cm、横 43cm、高さ 23.5cm、重さ 6 kg の箱を用いて持ち上げ作業、持ち下げ作業、移動作業、運搬作業を行ってもらった。

持ち上げ作業では床面に設置された箱を持ち上げ、2 歩前進し、前方 50cm に設置された高さ 70cm の台上に置いてもらった。持ち下げ作業では高さ 70cm の台上に置かれた箱を持ち、2 歩後退し、箱を床面に置いてもらった。移動作業 (体幹の捻りを伴う作業) では対象者の正面から右に 30°、および左に 30°の方向に高さ 70cm の台を 2 つ設置し、左右いずれかの台上に箱を置いた。参加者は箱を持ち、体幹を捻ってもう一方の作業台に移動させた。運搬作業では床面に置かれた箱を持ち上げ、上肢を伸ばした姿勢で保持し、5m 直進し、高さ 70cm の台上に置いてもらった。作業は各 2 回行ってもらった。

負担評価のため、表面筋電図 (僧帽筋、上腕二頭筋、脊柱起立筋、大腿直筋の %MVC を算出)、心拍数 (胸部 CM5 誘導) および負担感 (Borg scale [2]) を測定した。

(2) 平成 25~26 年度の方法

平成 25~26 年度は平成 24 年度の実験プロトコルの見直しを行った後、複数で荷物取り扱い作業を行う際の身体的負担における性差を明らかにするために、以下の方法で実験を遂行した。

対象者は同性同士で身長差 5cm 以内の 2 名を 1 組とした成人男性 7 組、計 14 名 (平均年齢 21.1 歳、平均身長 171.4cm)、成人女性 5 組、計 10 名 (平均年齢 20.6 歳、平均身長 159.5cm)、合計 24 名であり、書面により同意を得た上で実験に参加してもらった。

単独作業では、縦 33cm、横 45cm、高さ 30cm、重さ 10 kg の箱を用い、参加者に持ち上げ作業、持ち下げ作業、移動作業、運搬作業を行ってもらった。持ち上げ作業では床面に設置された高さ 6cm の板上に置かれた箱を持ち上げ、高さ 70cm の台上に置いてもらった。持ち下げ作業では高さ 70cm の台上に置かれた箱を持ち、上記の板上に置いてもらった。

運搬作業では上記の板上に置かれた箱を持ち上げ、上肢を伸ばした姿勢で保持し、3m直進し、高さ70cmの台上に置いてもらった。

複数作業では、単独作業で用いた箱と同一の寸法、重量を2倍の20kgにした箱を用い、1人作業と同様の条件で作業を行ってもらった。但し、2人作業の場合、移動方向ではなく、横移動とした。作業は各2回行ってもらった。

負担評価のため、表面筋電図（平成24年度と同一）、心拍数（平成24年度と同一）、指、肩、腕、背中、足、全身の負担感について7件法（1点：非常に楽～7点：非常にきつい）で回答を求めた。

(3)平成27年度の方法

当初の計画では、平成27年度は単独および複数の作業による荷物取扱い作業時の身体的負担に関する論文についてメタアナリシスを実施する予定であったが、収集した論文を精査した結果、統合化に適う論文が著しく少なくなった。したがって、代替法として系統的レビュー (Tranfield et al., 2003) [3] を適用することにより女性における当該研究領域における研究動向および今後の課題について考察を行った。

レビュー対象とする論文の選定基準は査読システムのある学術雑誌に公表されていること、英文であること、過去20年以内に発行されていること等とした。論文検索のキーワードは manual handling, lifting, workload, team lifting, female, women, gender, sex differences 等とした。データベースは Pubmed, Google Scholar 等を使用した。キーワード検索により選定された論文のうち、データベース間で重複する論文、選定基準に適合しない論文等を除外し、最終的に18編の論文を抽出した。

4. 研究成果

(1)平成24年度の成果

筋電図の結果より、男性と比較して女性では全ての作業において、肩部（僧帽筋）の負担が有意に高いことが明らかになった（図1）。また、男性と比較して女性では持ち上げ作業、運搬作業において腕部（上腕二頭筋）の負担が高いこと（図2）、背部の負担が高くなる傾向が認められた。

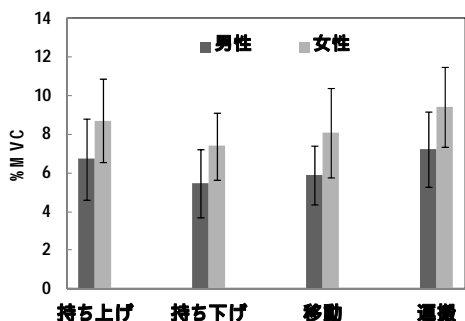


図1 各作業における%MVC（僧帽筋）
（平均±標準偏差）

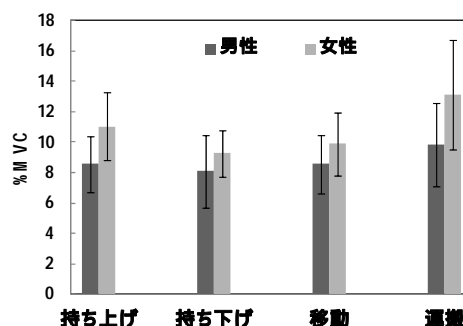


図2 各作業における%MVC（上腕二頭筋）
（平均±標準偏差）

心拍数については各作業全てにおいて有意な性差は認められなかった（図3）。

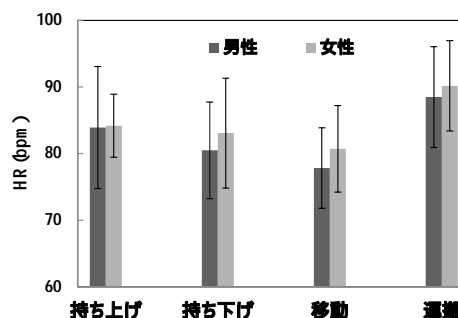


図3 各作業における心拍数
（平均±標準偏差）

また負担感は移動作業以外で女性の方が有意に高いことが明らかになった（表1）。

表1 各作業における負担感の平均

| | 男性 (n=12) | 女性 (n=11) |
|--------|------------|------------|
| 持ち上げ作業 | 1.8 (0.49) | 3.5 (0.74) |
| 持ち下げ作業 | 1.8 (0.85) | 3.0 (1.33) |
| 移動作業 | 2.7 (1.32) | 3.3 (0.77) |
| 運搬作業 | 1.9 (0.98) | 3.4 (1.00) |

()内は標準偏差

全ての作業において女性の方が肩部の筋負担が高くなった理由の一つとして、女性は男性に比して身長が低いいため、箱を台上に置く際や箱を台上から降ろすために把持する際に、肩部を男性よりも挙上させる姿勢を強いられていることが推察された。

(2)平成25～26年度の成果

性差：筋電図の結果は男性と比較すると女性の方が高値を示す作業条件、測定部位が認められた。しかし、全ての作業条件、測定部位を通して一貫した傾向は認められなかった。心拍数については各作業全てにおいて有意な性差は認められなかった。

単独作業条件と2人作業条件間の比較：筋電図の結果では、単独作業条件と比較すると2人作業条件の方が肩部（僧帽筋）の負担が有意に高いことが示された（図4）。また、上腕二頭筋においても同様の傾向が認められた（図5）。また、男性よりも女性の方が

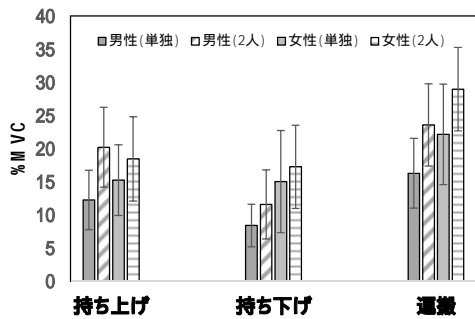


図 4 各作業における%MVC (僧帽筋)
(平均±標準偏差)

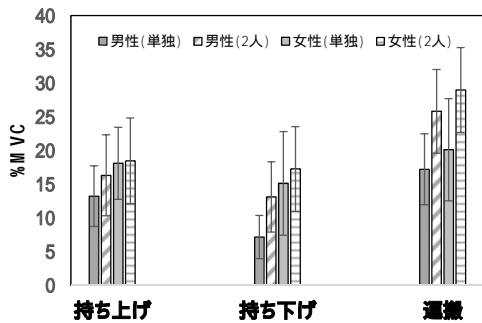


図 5 各作業における%MVC (上腕二頭筋)
(平均±標準偏差)

筋負担が高まる傾向も一部で認められた。これらの結果が得られた理由として、作業員間の指先端高差、筋力差、荷物取扱い動作のタイミングの差などが影響している可能性が考えられる。心拍数は、単独作業条件と比較すると、2人作業条件の方が増加する傾向が認められたものの、有意差には至らなかった。

負担感は単独作業条件よりも2人作業条件の方が低くなる傾向が認められた(表2)

表 2 各作業の負担感の平均(単独・2人)

| | 男性 (n=14) | | 女性 (n=10) | |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| | 単独 | 2人 | 単独 | 2人 |
| 持ち上げ作業 | 3.7 (1.05) | 3.4 (1.12) | 4.2 (0.96) | 3.8 (0.78) |
| 持ち下げ作業 | 3.7 (1.06) | 3.3 (1.06) | 3.9 (1.05) | 3.5 (0.92) |
| 運搬作業 | 3.5 (1.08) | 3.4 (1.18) | 3.9 (1.06) | 3.4 (0.93) |

()内は標準偏差

(3) 平成 27 年度の成果

方法に示した手続きにより抽出した 18 編の論文をレビューした結果、以下の点が明らかになった。

単独の作業者を対象とした研究では、体系的に性差を検討している研究は極めて少ない、包括的数理モデルを構築し身体的負担に関わる要因について多角的に検討がなされている研究が認められるものの、実験室実験により性差を検討しているものは極めて少ない、取扱う荷物の寸法、持ち手の位置などについて女性を対象として検討を行っているものは僅かであることが明らかになった。また、複数作業者を対象とした研究では、過去 15 年間で当該研究領域の研究数は徐々に増加しているものの、複数の作

業者による荷物取扱い作業特有の危険因子(作業員間の身長差、荷物の重心位置など)について女性、あるいは性差を対象として検討しているものは僅かであることが明らかになった。以上より、当該研究領域では、対象者に男性、女性を共に含み性差を検討すること、女性特有の生理学的危険因子にも焦点を当て早急に検討を行うことが必要であることが示唆された。

(4) まとめ

本研究の結果から、女性は男性と比較すると作業台が高い場合に、肩部に顕著な筋負担がもたらされる可能性が示唆された。したがって、女性における荷物取扱い作業時に配慮すべき事項として、高さの調節が可能な作業台の設置を促進することが望まれる。また、荷物を複数の作業員によって取り扱う場合には、作業員間の指先端高差、筋力差、荷物取扱い動作のタイミングの差等の要因如何によっては女性よりも男性の方が、筋負担が高まる可能性も示唆された。この点については未だ知見が不足しているため、今後当該領域の研究を推進することが望まれる。

参考文献

- [1] 総務庁統計局:平成 21 年労働力調査年報, 総務庁統計局ホームページ, <http://www.stat.go.jp/data/roudou/report/2010/index.htm>
- [2] Borg G, Borg E. (2001). A new generation of scaling methods: levelanchored ratio scaling. *Psychologica*, **28**, 15-45.
- [3] Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, **14**, 207-222

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1件)

N. Sato, Manual handling workload of individual and team in females: literature review, 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics 2015 年 7 月 29 日 Las Vegas, U.S.A.

[その他](計1件)

N. Sato, Sex differences in physiological and psychological load during manual handling task, Proceedings of Asia Pacific Industrial Engineering and Management System, CD-ROM

6. 研究組織

(1)研究代表者

佐藤 望 (SATO Nozomi)

近畿大学・総合社会学部・准教授

研究者番号: 60268472