

原 著

筋発揮張力スロー法によるスクワット運動の継続が中高年勤労者の主観的な健康観に与える影響

加藤 剛平¹⁾²⁾, 橋 智弘³⁾⁴⁾, 豊永 敏宏¹⁾, 岩本 幸英³⁾⁴⁾¹⁾前・独立行政法人労働者健康安全機構九州労災病院治療就労両立支援センター²⁾東京保健医療専門職大学リハビリテーション学部理学療法学科³⁾独立行政法人労働者健康安全機構九州労災病院治療就労両立支援センター⁴⁾独立行政法人労働者健康安全機構九州労災病院

(2020年3月18日受付)

要旨：【目的】本研究は筋発揮張力スロー法によるスクワット運動(以下, スロースクワット運動)の継続が中高年勤労者の主観的な健康観に与える影響について検証することを目的とした。【方法】地域に在住する50歳以上68歳以下の中高年勤労者52名を研究対象者とした。このうち29名を非介入群, 23名を介入群へ割り付けた。介入群にはスロースクワット運動について説明し, それを3カ月間実践するように依頼した。非介入群には通常どおりの生活を継続するように依頼した。研究対象者全員に自記式質問票を配付し, 性別や年齢などの基本属性に加えて, 仕事における1日の歩数の多少, 1日の勤務時間などの勤務状況に関する情報を収集した。さらに主観的な健康観として, 椅子からの立ち上がることの困難度(以下, 運動困難度)とそれに伴う疲労度(運動疲労度)について4段階のフェイススケールを用いて1カ月おきに計4回評価した。【結果】52名の研究対象者のうち49名から質問票を回収し, 分析対象者とした。介入群に割り付けた者で脱落した者は1名いたが, 介入運動の実施とは関係ない疾病の発症による脱落であった。分析対象者の平均年齢±標準偏差は61±5歳であった。介入群におけるスロースクワット運動の平均実施頻度は平均3日/週で, 多くが介入期間である3カ月間それを継続できた。マルチレベル重回帰分析の結果, 非介入群に比して介入群は月数の経過に従って, 運動困難度と運動疲労度が有意に減少した。【結論】スロースクワット運動の継続は中高年勤労者の主観的な健康観の改善に結びつく可能性が高いことが示唆された。

(日職災医誌, 68:315-320, 2020)

キーワード

スクワット運動, 主観的健康観, 中高年勤労者

はじめに

労働力人口の減少に伴って, 中高年勤労者ができるだけ長く就労を継続することは, 本邦が抱える近年の課題である¹⁾²⁾。下肢筋肉量の減少を身体的特徴とする中高年勤労者にとって³⁾, 下肢筋肉量の減少予防や増加を目的とした継続しやすい運動プランは, できるだけ長い就労の継続につながる可能性がある⁴⁾。

筋発揮張力スロー法によるスクワット運動(以下, スロースクワット運動)⁵⁾⁶⁾は, 筋力トレーニングマシン等の器具を用いず, 自身の体重を負荷として利用する筋力増強運動であるため, 簡便かつ低負荷で安全に実施することができ, 中高年勤労者が継続するのに適している。こ

のスロースクワット運動の継続が中高年勤労者の主観的な健康観の改善につながれば, ひいては, 就労継続につながるのではないかと我々は考えた。

そこで, 本研究は, スロースクワット運動の継続が中高年勤労者の主観的な健康観に与える影響について検証することを目的とした。

方 法

本研究はヘルシンキ宣言を遵守するとともに, 本人へ書面による説明をして同意を得て実施した。また, 九州労災病院倫理委員会の承認(16-6)を得て実施した。

筆者らが所属するセンターの近隣に在住する50歳から68歳までの中高年勤労者で, 研究に参加することに同

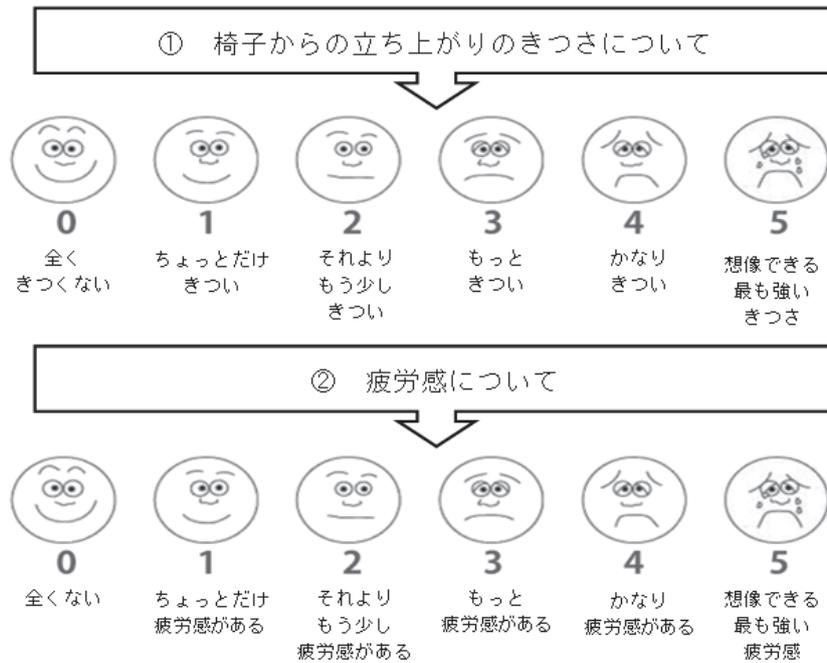


図1 フェイススケール

意を得ることのできた52名を研究対象者とした。このうち29名を非介入群, 23名を介入群へ割り付けた。介入群にはスロースクワット運動について説明し, それを3カ月間実践するように依頼した。非介入群には通常どおりの生活を継続するように依頼した。

自記式質問票を研究対象者へ配布し, 3カ月間にわたって情報を収集した。まず, 情報収集を開始した時点(以下, 開始時点)の性別, 年齢, 身長, 体重といった基本属性とともに, 仕事における1日の歩数の多少を両群の対象者に質問した。また, 1日の勤務時間を7時間程度, 8時間程度, 9時間程度以上の3つから選択してもらい, これらを勤務状況に関する情報として収集した。なお, 本研究では開始時点を観察時点における原点として扱った。

介入群にはスロースクワット運動を開始する前の留意事項として, 1)運動開始前に体調を確認し, 体調不良がある場合は運動を控えること, 2)トレーニング前, トレーニング後に水分補給を行うこと, 3)痛みが出ない範囲で実施すること, を説明した。そして, スロースクワット運動を開始する前に, 準備運動として足踏み運動を40回実施するように指導した。スロースクワット運動を1回実施する手順は, 椅子を後ろに設置した環境で, 1)両手を頭の後ろで組み, 両脚を肩幅程度に広げ, 背筋を伸ばした状態で両膝関節を軽度屈曲させて起立する, 2)椅子の座面の間際まで臀部を近づけることを目標とし, 3秒かけて可能な範囲まで両膝を屈曲した姿勢をとる, 3)息を吐くように呼吸しながら, 両膝関節を完全に伸展させる直前までゆっくりと3秒かけて起立する, とした。スロースクワット運動をする際には, ボルグスケールの

「ややきつい程度」を強度の上限とし, 1日に5~10回, 1週間に2~3日間隔で実施するように指示した。なお, このスロースクワット運動の実施方法は, 筆者が作成したリーフレットを個別に配布して, それを参照してもらいながら口頭で説明した。また, 開始時点, 1カ月, 2カ月, 3カ月が経過した各時点で, 1週間に実際にスロースクワット運動を実施した日数(以下, 週間実施頻度)を確認した。開始時点から3カ月が経過した時点で, 実際に運動を継続した期間(以下, 運動継続期間)を5段階(1点:ほとんどしていない, 2点:1~2週間, 3点:1カ月, 4点:2カ月, 5:3カ月)で確認した。

両群の対象者から開始時点, 1カ月, 2カ月, 3カ月が経過した各時点で, Wong-Barkerのフェイススケール⁷⁾を参考に作成した, 点数が高いほどこれらが高くなるような6段階のフェイススケール(0~5点:図1)を用いて, 椅子から立ち上がることの困難さ(以下, 運動困難度)とそれに伴う疲労度(以下, 運動疲労度)を自記式質問票で調査し, これを主観的な健康観として評価した。

開始時点から3カ月が経過した後に自記式質問票を回収することのできた者を分析対象者として解析した。まず, 非介入群, 介入群間における基本情報の分布の差について χ^2 乗検定, t検定, Wilcoxonの順位和検定, Fisherの正確検定を用いて分析した。次に, 運動困難度と運動疲労度を連続変数として扱い, それぞれ従属変数としたマルチレベル重回帰モデルを構築して, 介入効果を判定した。同一の分析対象者のデータ, および, それとは異なる分析対象者のデータを区別して扱うため, 各分析対象者を識別する番号を作成して, それを変量効果としてモデルに投入した。介入効果を判定するために,

表1 対象者の属性の分布, および, 非介入群と介入群との比較

項目	単位/カテゴリ	統計量	全体 (n=49)	非介入群 (n=27)	介入群 (n=22)	p 値
性別 [†]	男性	n (%)	31 (63.3)	15 (55.6)	16 (72.7)	0.346
年齢 ^{††}	歳	平均 (標準偏差)	61.0 (6.0)	59.9 (6.4)	62.4 (5.3)	0.149
身長 ^{††}	cm	平均 (標準偏差)	164.2 (7.2)	163.2 (8.3)	165.5 (5.5)	0.271
体重 ^{††}	kg	平均 (標準偏差)	61.9 (9.8)	63.3 (10.5)	60.2 (8.9)	0.268
仕事における1日の歩数の多少 [‡]	多い	n (%)	16 (33)	9 (33.3)	7 (31.8)	1.000
勤務時間 [‡]	7時間程度	n (%)	18 (36.7)	11 (40.7)	7 (31.8)	0.342
	8時間程度	n (%)	26 (53.1)	12 (44.4)	14 (63.6)	
	9時間程度	n (%)	5 (10.2)	4 (14.8)	1 (4.5)	
運動困難度 (開始時点) ^{‡‡}	点	平均 (標準偏差)	0.37 (0.64)	0.22 (0.51)	0.55 (0.74)	0.051
運動困難度 (1カ月経過時点) ^{‡‡}	点	平均 (標準偏差)	0.35 (0.56)	0.26 (0.53)	0.45 (0.60)	0.177
運動困難度 (2カ月経過時点) ^{‡‡}	点	平均 (標準偏差)	0.42 (0.61)	0.35 (0.63)	0.50 (0.60)	0.252
運動困難度 (3カ月経過時点) ^{‡‡}	点	平均 (標準偏差)	0.38 (0.61)	0.35 (0.65)	0.41 (0.59)	0.557
運動疲労度 (開始時点) ^{‡‡}	点	平均 (標準偏差)	0.76 (0.66)	0.78 (0.70)	0.73 (0.63)	0.841
運動疲労度 (1カ月経過時点) ^{‡‡}	点	平均 (標準偏差)	0.79 (0.71)	0.88 (0.71)	0.68 (0.72)	0.312
運動疲労度 (2カ月経過時点) ^{‡‡}	点	平均 (標準偏差)	0.71 (0.68)	0.74 (0.71)	0.68 (0.65)	0.816
運動疲労度 (3カ月経過時点) ^{‡‡}	点	平均 (標準偏差)	0.69 (0.73)	0.83 (0.78)	0.55 (0.67)	0.202

[†] χ²検定 ^{††} t検定 [‡] Fisherの正確検定 ^{‡‡} Wilcoxonの順位和検定

表2 マルチレベル重回帰モデルを分析した結果

1次レベル独立変数	基準カテゴリ	比較カテゴリ	運動困難度			運動疲労度		
			偏回帰係数	F 値	p 値	偏回帰係数	F 値	p 値
年齢	—	1歳上昇	0.03	4.30	0.043	-0.02	1.45	0.235
性別	女性	男性	-0.04	0.05	0.825	-0.18	0.96	0.331
仕事における1日の歩数の多少	少ない	多い	-0.20	1.60	0.212	-0.29	2.80	0.101
勤務時間	—	1時間上昇	0.17	1.92	0.172	0.28	4.08	0.049
介入状況	非介入	介入	0.32	3.38	0.070	0.13	0.44	0.507
観察時点	—	1カ月経過	0.04	0.02	0.062	0.03	0.17	0.233
スロースクワット運動継続効果	非介入で1カ月経過	介入で1カ月経過	-0.08	5.96	0.016	-0.08	4.25	0.041
定数	—	—	-2.86	—	0.063	-0.13	—	0.939
条件付き R ² 乗	—	—	0.84	—	—	0.84	—	—

スロースクワット運動継続効果：介入状況と観察時点を掛け合わせた交互作用項

介入状況と観察時点(開始時点, 1カ月経過時点, 2カ月経過時点, 3カ月経過時点)を掛け合わせた交互作用項を作成した。この交互作用項の偏回帰係数が有意に負の値であれば, スロースクワット運動の継続に伴って運動困難度, あるいは, 運動疲労度が改善したと解釈した。モデルには交絡因子の影響を考慮するために性別, 年齢, 勤務状況を調整変数として強制的に投入した。Variance Inflation Factor (以下, VIF)を算出し, 10未満の値であれば構築したモデルにおいて多重共線性が生じた可能性は低いと判定した。解析には R version 3.6.2 を用いた。統計的有意水準は5%未満とした。

結 果

1) 対象者の基本属性, 勤務状況, 運動困難度, および, 運動疲労度

本研究を実施した結果, 研究対象者52名のうち49名(94%)より質問票を回収し, 分析対象者とした。介入群における脱落者は1名いたが, その理由はスロースクワット運動の実施によるものではなく, スロースクワッ

ト運動と関係ない疾病の発症によるものであった。

49名の分析対象者の平均年齢±標準偏差は61.0±6.0歳で, 27名の非介入群においては59.9±6.4歳, 22名の介入群においては62.4歳±5.3歳であった(表1)。

介入群におけるスロースクワット運動の週間実施頻度は平均3±2日, 運動継続期間の中央値は5点(3カ月間程度)であった。

性別, 年齢, 身長, 体重といった基本属性, そして仕事における1日の歩数の多少, 1日の勤務時間といった勤務状況において, 非介入群と介入群との間で有意差は無かった(表1)。また, 各時点における運動困難度と運動疲労度の平均値は1点未満を示し, 両群間で有意差は無かった(表1)。

2) スロースクワット運動の継続が運動困難度, および, 運動疲労度へ与える影響

2つのマルチレベル重回帰モデルを分析した結果, 非介入群に比して介入群における運動困難度, そして運動疲労度は, 月数の経過に従って有意に減少した(表2)。

運動困難度に正に関連した交絡因子は年齢が高いこ

と、そして運動疲労度に正に関連した交絡因子は勤務時間が長いことであった(表2)。なお、いずれの独立変数においても VIF 値は 10 未満を示した。

考 察

本研究は、中高年勤労者におけるスロースクワット運動の継続が主観的な健康観に与える影響について検証することを目的とした。

本研究の対象者の平均年齢は 61 歳と本邦における一般的な定年退職前後の勤労者を含んでいることを示した。また、介入群においてスロースクワット運動が理由で脱落した者はいなかったことから、介入群の多くは 1 週間に 3 日の頻度で 3 カ月にわたり有害事象を生じることなく、スロースクワット運動を継続できたと考えた。これらから、本研究はスロースクワット運動の継続が中高年勤労者の主観的な健康観に与える影響について検証できたと考えた。

主観的な健康観は運動機能⁸⁾と関連し、そして疲労の概念を包含するもの⁹⁾とされている。このため、我々は主観的な健康観として運動困難度と運動疲労度に着目して研究を実施した。各時点における運動困難度と運動疲労度について両群間に有意差はなかったものの、マルチレベル重回帰分析の結果、非介入群に比して介入群は月数の経過に従って、運動困難度と運動疲労度が減少したことを確認した。これによって、スロースクワット運動の継続は中高年勤労者の主観的な健康観を改善に結び付く可能性があるかと推察した。

一般的に、高齢者の筋力を増強させるには、週 3 回以上の筋力増強運動を 2 カ月から 3 カ月間にわたって実施する必要があるとされている¹⁰⁾。また、過去の高齢者を対象とした研究においては、筋力増強運動を 6 カ月間継続するよりも 12 カ月間継続した方が筋力は改善したことを認めており¹¹⁾、長く継続するほど、より改善するとしている¹²⁾。本研究においては筋力増強運動であるスロースクワット運動を 3 カ月間にわたり継続したことが、運動困難度と運動疲労度の改善につながった。すなわち、スロースクワット運動をより長く継続することは、筋力の改善のみならず、運動困難度と運動疲労度といった主観的な健康観の改善においても、重要であると推察した。

3 カ月間にわたるスロースクワット運動の継続は膝関節伸展・屈曲筋における筋力の改善につながり⁶⁾、そして膝関節伸展・屈曲筋における筋力の改善は椅子からの立ち上がり動作の改善につながる¹³⁾が明らかになっている。したがって、本研究の介入群において月数の経過に従って運動困難度が改善したのは、スロースクワット運動の継続による膝関節伸展・屈筋筋力の増強が関与したからだと推察した。

さらに、スロースクワット運動を含む筋力増強運動の継続は筋力の改善に加えて、運動耐用能を改善させる¹⁴⁾。

運動耐用能の改善は運動時のエネルギー消費量を抑制し¹⁵⁾、運動に伴う疲労度の軽減につながり得る¹⁶⁾。こうした機序があって、3 カ月間にわたるスロートレーニングの継続によって本研究の介入群における運動疲労度が改善したのではないかと推察した。また、介入群において、観察を開始して 1 カ月が経過した時点から 2 カ月が経過した時点までの運動疲労度の平均値の変化幅は 0.00 と、その改善を示さなかった。一方で、2 カ月が経過した時点から 3 カ月が経過した時点までの変化幅は -0.13 と、改善を示した。これは、スロースクワット運動の継続時間に比例して運動疲労度が改善したというよりも、運動疲労度において改善が生じ始めるには、ある程度スロースクワット運動を継続する期間、本研究においてはおよそ 3 カ月間、が必要である可能性を示唆する結果だと考察した。

以上のことから、3 カ月間にわたるスロースクワット運動の継続は、運動困難度と運動疲労度の改善にもなっており、中高年勤労者の主観的な健康観を改善に結び付く可能性が高いこと、が示唆された。中高年勤労者の早期退職には主観的な健康観の低下が関連するため¹⁷⁾、スロースクワット運動の継続は中高年勤労者の就労継続を促す運動方法の一つとして有意義なものである、と我々は考える。

本研究にはいくつかの限界がある。まず、本研究は介入群と非介入群に無作為に割り付できなかった。このため、群間で対象者の属性などに偏りが生じた可能性がある。但し、両群の基本属性と勤務状況の分布に差は無く、多変量解析によって交絡因子である基本属性と勤務状況を調整して得た結果であることから、本研究の結果が大きく変わる可能性は低いと考える。次に、両群ともに運動困難度と運動疲労度の平均値はいずれの時点においても 1 点未満であった。これは、本研究の分析対象者は主観的な健康観が比較的高い集団であったことを示唆しており、本研究の結果を解釈する際には注意を要す。また、本研究の介入期間は 3 カ月と短期間であった。今後、スロースクワット運動の継続が中高年勤労者の主観的な健康観に与える長期的な影響を検証し、スロースクワット運動が真に就労継続に結び付くかについて明らかにする必要がある。

結 論

筋発揮張力スロー法によるスロースクワット運動の継続は、中高年勤労者の主観的な健康観の改善に結びつく可能性が高いことが示唆された。

謝辞：本研究の実施にあたり、北九州市生涯現役夢追塾 12 期生および特定非営利活動法人里山を考える会、北九州市シルバー人材センターの皆様、その他関係者の皆様より、多大なご協力をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

[COI 開示] 本論文に関して開示すべき COI 状態はない

文 献

- 1) 厚生労働省ホームページ：平成 28 年版厚生労働白書—人口高齢化を乗り越える社会モデルを考える—。 <https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/16/dl/all.pdf>, (参照 2019-8-10).
- 2) Datta Gupta N, Larsen M: The impact of health on individual retirement plans: self-reported versus diagnostic measures. *Health Econ* 19 (7): 792—813, 2010.
- 3) 加藤剛平, 岩本幸英, 豊永敏宏：高年勤労者に特徴的な身体状況と勤務状況の検討. *日本職業・災害医学会会誌. Jpn J Occup Med Traumatol* 67 (1) : 73—79, 2019.
- 4) 加藤剛平, 豊永敏宏, 岩本幸英：中高年勤労者の下肢筋肉量に関連する因子とその減少に対する予防策. *日本職業・災害医学会会誌* 67 (6) : 487—494, 2019.
- 5) 石井直方：健康づくりのためのスロートレーニング (第 2 回) 高齢者の介護予防のための応用. *プラクティス* 30 (5) : 553—556, 2013.
- 6) Watanabe Y, Tanimoto M, Ohgane A, et al: Increased muscle size and strength from slow-movement, low-intensity resistance exercise and tonic force generation. *J Aging Phys Act* 21 (1): 71—84, 2013.
- 7) 飯村直子, 檜木野裕美, 二宮啓子, 他：Wong-Baker のフェイススケールの日本における妥当性と信頼性. *日本小児看護学会誌* 11 (2) : 21—27, 2002.
- 8) 三徳和子, 高橋俊彦, 星 且二：高齢者の健康関連要因と主観的健康感. *川崎医療福祉学会誌* 15 (2) : 411—421, 2006.
- 9) Cheng J, Wang T, Li F, et al: Self-rated health status and subjective health complaints associated with health-promoting lifestyles among urban Chinese women: a cross-sectional study. *PloS One* 10 (2): e0117940, 2015.
- 10) Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, et al: The intensity and effects of strength training in the elderly. *Dtsch Arztebl Int* 108 (21): 359—364, 2011.
- 11) Morganti CM, Nelson ME, Fiatarone MA, et al: Strength improvements with 1 yr of progressive resistance training in older women. *Med Sci Sports Exerc* 27 (6): 906—912, 1995.
- 12) 久野譜也, 村上晴香, 馬場紫乃, 他：高齢者の筋特性と筋力トレーニング. *体力科学* 52 (Supplement) : 17—29, 2003.
- 13) 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一, 伊藤 稔：日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する 30 秒椅子立ち上がりテストの妥当性. *体育学研究* 47 (5) : 451—461, 2002.
- 14) Larew K, Hunter GR, Larson-Meyer DE, et al: Muscle metabolic function, exercise performance, and weight gain. *Med Sci Sports Exerc* 35 (2): 230—236, 2003.
- 15) Hunter G, Blackman L, Dunnam L, Flemming G: Bench press metabolic rate as a function of exercise intensity. *J Strength Cond Res* 2 (1): 1—6, 1988.
- 16) Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM: Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 34 (5): 329—348, 2004.
- 17) Nilsson K, Hydbom AR, Rylander L: How are self-rated health and diagnosed disease related to early or deferred retirement? A cross-sectional study of employees aged 55-64. *BMC Public Health* 16: 886, 2016.

別刷請求先 〒135-0043 東京都江東区塩浜 2—22—10
東京保健医療専門職大学リハビリテーション学部理学療法学科
加藤 剛平

Reprint request:

Gohei Kato
Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation,
Tokyo Professional University of Health Sciences, 22-10, Shiohama 2-chome, Koto-ku, Tokyo, 135-0043, Japan

Effects of a Squatting Exercise Continuation Using Low-intensity Resistance Training with Slow Movement and Tonic Force Generation on Subjective Health in Middle-older Workers

Gohei Kato^{1,2)}, Tomohiro Tachibana^{3,4)}, Toshihiro Toyonaga¹⁾ and Yukihide Iwamoto^{3,4)}

¹⁾former Kyushu Rosai Hospital, Research Center for the Promotion of Health and Employment Support

²⁾Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation, Tokyo Professional University of Health Sciences

³⁾Kyushu Rosai Hospital, Research Center for the Promotion of Health and Employment Support

⁴⁾Kyushu Rosai Hospital

Objectives: We tested the effects of self squatting exercise continuation using low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation (LST) on subjective health in middle-aged and older workers. **Methods:** Fifty-two participants aged 50 to 68 were recruited. They were divided into two groups, Exercise Group (EG) and Control Group (CG). EG was instructed to do self squatting exercises using LST for three months. CG had a usual life for three months. Basic attributes such as gender and age, working conditions such as amount of walking during work and working hours per day were collected with a self-administered questionnaire. Furthermore, as a subjective view of health, the degree of difficulty for getting up from the chair and tiredness was evaluated using a four-stage face scale for each month. Multilevel linear regression model was conducted for the analysis.

Results: Forty nine out of 52 subjects were analyzed. One subject dropped from the EG because of causing illness not related to the exercise. Age was 61 ± 5 (mean \pm standard deviation) years old. EG continued the exercise for an average of 3 months. A month passed, EG showed significantly more decrease in the degree of tiredness for standing up from chairs and fatigues than CG over time.

Conclusion: The findings suggest that self squatting exercises using LST might improve subjective health in middle-aged and older workers.

(JJOMT, 68: 315—320, 2020)

—Key words—

squatting exercise, subjective health, middle-aged and older worker