

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 1 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K10850

研究課題名（和文）運動器不安定症高齢者の骨折を予防するデバイスフリーシステム構築に向けた基礎的研究

研究課題名（英文）Basic Research on the Development of a Device-Free System to Prevent Fractures in Elderly People with Musculoskeletal Instability

研究代表者

福録 恵子（Fukuroku, Keiko）

三重大学・医学系研究科・教授

研究者番号：90363994

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：運動器不安定症高齢者のサルコペニア発症・悪化を予測するデバイスフリーセンサーシステムを開発するうえでの基盤情報となる身体機能、身体活動量、環境関連要因、主観的日常生活動作状況に関するデータを収集し、相関分析による妥当性を検証することを目的に研究を進めた。当初、長期間にわたる縦断的研究を予定していたが、コロナ禍において十分なデータ分析には至らなかったものの、5名の参加者はパンデミック以前と比較して、1年間での身体機能、身体活動量、睡眠状態に大きい変化を認めなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

COVID-19の影響によりコロナフレイルが問題視される中、本研究対象者においても、身体機能、身体活動量の低下が予測されたが、各項目の変化に有意差を認めず、活動日誌の記載内容からも通常とかわらぬ日常生活を送っていることがわかった。また、睡眠状態や精神面への影響についても大きい変化を認めず良好であった。限られた地域ではあるが、健康教室に積極的に参加している健康意識の高い対象であったことがその要因と考えられる。今後、大規模前向きコホート研究で得た各種データの統合や関連性分析を行い、活用することにより、効果のある自立支援の促進や、グローバルスタンダードな介入方法の確立と普及につながると考える。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to collect data on (1) physical function, (2) physical activity, (3) environment-related factors, and (4) subjective activities of daily living status, which are fundamental information in developing a device-free sensor system to predict the onset and deterioration of sarcopenia in elderly people with motor instability, and to verify its validity through correlation analysis. Although we initially planned to conduct a longitudinal study over a long period of time, we were unable to conduct sufficient data analysis due to the coronary disaster, but five participants showed no significant changes in physical function, physical activity, or sleep status over a one-year period compared to the pre-pandemic period.

研究分野：リハビリテーション看護

キーワード：サルコペニア 骨折予防 運動器不安定症 高齢者 デバイスフリーシステム

#### 1. 研究開始当初の背景

高齢化が深刻化する現代社会において、筋肉減少症（サルコペニア）は世界的な健康課題である。世界のサルコペニア罹患率は70歳以上の人口の20-80%、日本では約270万人と言われており、今後もその急増が予測される。サルコペニアについては病態解明が十分に進んでおらず、費用対効果の観点からも、その予防による健康寿命の延伸は重要課題であるが、エビデンスの高い疫学研究は少ない。

これまで、運動器不安定症（MADS）高齢者に低負荷長期運動介入を実施し、身体機能の維持や日常生活動作の改善を示してきた。これらの取り組みにおいて、身体活動量に対する影響要因を考慮した個別支援は重要であるものの、心理的状态（Burton 1999）や気候（Togo 2005）など、多様かつ複合的な影響要因に関する縦断的な研究報告例は極めて少ない。一方、センサを用いた日常生活行動の観測技術は進歩しており、大量のデータ収集や分析の実現化は「高齢者見守りシステム」等への広がりを見せている。しかしながら、コスト面、センサ装着に対する身体的・精神的負担が継続利用の困難さにつながっており、モニタリング項目の厳選やデバイスフリー化など、負担の少ないシステムが熱望されている。MADS 高齢者のサルコペニア発症、悪化予測、骨折予防の基盤情報として、いつ、どこで、どのようなデータをモニタリングし、何を基準に判断すべきか、という影響要因の明確化は必要不可欠である。様々な影響要因の見極めが重要視される中、各種センシング機器の発達やコストダウンの実現化によって、モニタリング項目が厳選できれば、対象者の心身に負担をかけず、リアルタイムな日常行動センシングの充実が飛躍的に向上する段階にある。

#### 2. 研究の目的

本研究は、看工連携型で MADS 高齢者のサルコペニア発症・悪化を予測するデバイスフリーセンサシステム開発の基盤情報となるよう、身体機能、身体活動量、環境関連要因、主観的日常生活動作状況に関する相関分析と妥当性検証を目的とする縦断的研究である。

#### 3. 研究の方法

プレテストを実施したうえで、三重県内でリエゾンサービスを展開しているクリニックにて、MADS と診断された65歳以上の患者のうち、AWGS の診断基準によりサルコペニア該当者と非該当者を各25名選定し、身体機能データ（3項目・1回/月）と身体活動データ（8項目・2週間毎）、主観的な生活行動状況（3項目）の変化、環境要因データ（13項目）をモニタリングする。1年間の統合データを元に、モニタリング項目の採否検討を行ったうえで、厳選された相関関係の高いデータ項目のみを用いて、再度モニタリングを実施する。1年間の統合データをもとに、モニタリング項目の妥当性を検証、確定し、デバイスフリーセンサシステム構築に不可欠なパラメータ、および実現性の高い活用方法を検討する。また、リエゾンサービスに関わる多職種間で、サービス拡充に貢献するガイドラインのエビデンスについて検討する。

#### 4. 研究成果

予備調査期間を1ヶ月間として、MADS5名を対象に、身体機能、身体活動量、環境関連要因について、体組成計(In Body@)、活動量計(Motion Watch@)、環境センサ

(Omron 環境センサ@)を用いて測定し、データ分析を行った。月 1 回開催される健康教室の参加者のうち、運動器不安定症に該当する 65 歳以上の 5 名を選定した。使用した機器は防水対応であるため、24 時間装着を依頼したところ、全員が 1 ヶ月間 24 時間継続して活動量計を装着でき、欠損データはなかった。また 1 週間の日誌についても、詳細な記録を得ることができた。平均年齢  $74.8 \pm 4.2$  歳で、2 名は骨格筋指数でサルコペニアの基準をみたしていたが、歩行速度や握力を含めた判定項目ではサルコペニアとは判定されなかった。参加者全員が活発な活動はほとんどなく、中等度レベルの活動が 1 日平均 2 時間 24 分 46 秒であった (Table3,4)。また、実覚醒率、睡眠効率、無体動時間等の指標による睡眠状況は良好であると判断された (Table5)。

**Table 3. Activity level**

NO	total Vig	total Mod	total Low	total Sed
1	0:47:53	3:01:41	7:10:26	12:59:59
2	0:21:23	2:10:58	8:05:51	13:21:48
3	0:19:50	2:19:07	9:17:00	12:04:03
4	0:43:48	2:54:57	7:21:38	12:59:37
5	0:26:58	1:37:10	7:10:30	14:45:22
Mean	0:31:58	2:24:46	7:49:05	13:14:09

time(hh:mm:ss)

**Table 4. Daily activity record**

NO	leave-out	leave-out	indoor	indoor
	time/week	time/day(range)	time/week	time/day(range)
1	41.5	3.0-10.5	37.5	1.0-10.5
2	15.5	0-3.5	69.5	7.0-12.5
3	20.5	1.5-7.0	54.5	3.0-11.0
4	30.5	1.0-7.0	29.5	1.5-7.5
5	19.0	1.0-5.5	55.0	5.5-10.0
Mean $\pm$ SD	25.4 $\pm$ 10.6		49.2 $\pm$ 15.8	

time(h)

**Table 5. Sleep analysis**

NO	actual sleep	sleep	immobile time	Fragmentation
	(%)	efficiency (%)	(%)	index
1	89.1	86.4	92.2	34.2
2	86.1	84.2	88.5	35.6
3	93.1	89.8	94.2	26.0
4	89.6	86.1	91.9	30.8
5	84.2	76.7	86.5	52.4
Mean $\pm$ SD	88.4 $\pm$ 3.4	84.6 $\pm$ 4.9	90.7 $\pm$ 3.1	35.8 $\pm$ 10.0

予備調査の結果をもとに、本調査の実施を開始した。当初、3 ヶ月毎の測定を予定していたが、COVID-19 感染拡大の影響をうけ 8 ヶ月間にわたり、測定中止を余儀なくされたため、開始時と 1 年後の各項目を比較することとした。三重県内でリエゾンサービスを展開しているクリニックでの選定を予定していたが、健康教室を委託された病院に変更し、パンデミック以前における研究開始時点での研究対象者として 10 名の同意が得られていた。しかしながら、その後、教室事業の休止や再開後の人数制限が生じたことから新たな研究参加者の募集が長期間難航した。そのため、5 名の参加者に関する 1 年間の身体機能、身体活動量の変化について比較することとした。また、パンデミックによる気分状態を評価するため、潜在的な気分障害の包括的評価に用いられる POMS2 をアンケート調査項目に加えた。

対象者の平均年齢は  $77.4 \pm 3.4$  歳であった。1 年間の間に入院手術を受けた 1 名は、

全ての測定値で低下がみられた。別の1名は、両時点でBMI値が最も低く、サルコペニア予備軍と考えられた。上肢、下肢、体幹の筋肉量は「低い」と判定されたが、SMIはカットオフ値を下回った(Table1)。

**Table 1. Changes in BMI, SMI, and physical function**

	baseline	1 year later	P value
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.2±5.1	25.7±4.6	0.28
SMI(kg/m <sup>2</sup> )	6.5±0.3	6.4±0.3	0.28
grip(kg)	24.9±5.7	24.1±4.2	0.6
5m walking speed(m/s)	1.3±0.2	1.1±0.2	0.28

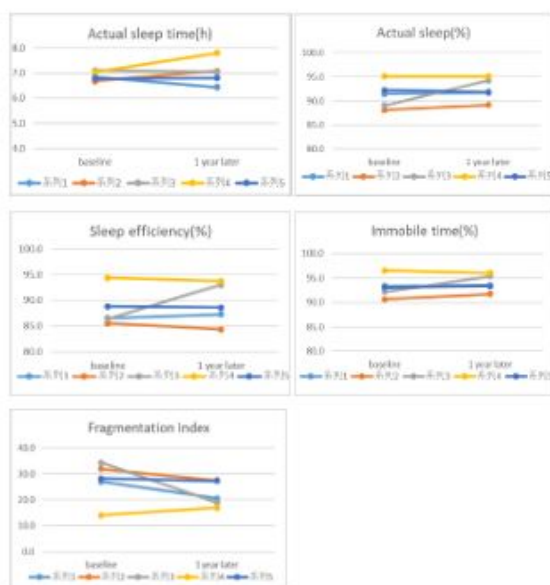
活動レベルは、全対象者において両時点で1日における最も高い活動レベルが1時間に満たなかった(Table2)。睡眠状況はいずれの時点においても良好であり、5つの分析項目において、両時点での有意差は認められなかった(Figure1)。

**Table 2. Changes in physical activity level**

(hh:mm:ss/24h)				
baseline				
NO	Total Vig.	Total Mod.	Total Low	Total Sed.
1	0:47:53	3:01:41	7:10:26	12:59:59
2	0:21:23	2:10:58	8:05:51	13:21:48
3	0:43:48	2:54:57	7:21:38	12:59:37
4	0:24:20	2:12:39	9:33:19	11:49:42
5	0:14:11	1:59:47	6:57:44	14:48:18

1 year later				
NO	Total Vig.	Total Mod.	Total Low	Total Sed.
1	0:50:32	3:26:15	8:28:54	11:14:19
2	0:22:54	2:33:30	8:13:49	12:49:47
3	0:53:54	3:47:11	7:32:00	11:46:56
4	0:21:19	2:28:21	8:31:00	12:39:19
5	0:18:13	2:13:17	7:57:36	13:30:54



**Figure 1. Change in sleep analysis**

Covid-19 パンデミックにおける POMS2 の 7 下位尺度平均 T-score を 70 歳以上の女性サンプル集団を比較したところ、全ての項目で標準的であると判定された(Figure2)。

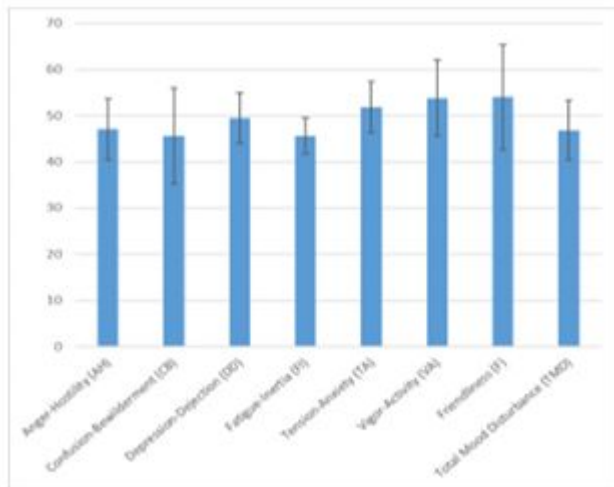


Figure2. POMS T score

COVID-19の影響によりコロナフレイルが問題視される中、本研究対象者においても、身体機能、身体活動量の低下が予測されたが、各項目の変化に有意差を認めず、活動日誌の記載内容からも通常とかわらぬ日常生活を送っていることがわかった。また、睡眠状態や精神面への影響についても大きい変化を認めず良好であった。

本研究結果は、対象者数が少なく限定的なものであり、健康教室への参加継続を希望しなかった方はサルコペニアの発症リスクが高い可能性がある。研究開始当初は、季節の変化に伴う温度や湿度等の環境要因が身体活動量に影響することを考慮し、3か月毎に測定を実施しデータを蓄積する予定であったが困難であった。

今後 MADS 高齢者の主観的・客観的データを長期的に取得し分析を進め、サルコペニア発症・悪化を予測するデバイスフリーセンサシステム開発を目指す。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1 . 発表者名 Keiko Fukuroku, Yugo Narita, Hiroharu Kawanaka, Kanako Takekoshi, Ayako Matsushima, Junko Nakamura
2 . 発表標題 Longitudinal observational study to prevent fractures in older individuals with musculoskeletal ambulatory disability symptom complex: the first-year data and effects in the COVID-19 pandemic
3 . 学会等名 International Symposium on Affective Science and Engineering 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 福録恵子, 成田有吾, 竹腰加奈子, 松嶋文子
2 . 発表標題 運動器不安定症 (MADS) を対象とした転倒・骨折予防システムの開発に向けた予備的調査
3 . 学会等名 第22回日本骨粗鬆症学会
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Keiko Fukuroku, Yugo Narita, Hiroharu Kawanaka
2 . 発表標題 Building a device-free system to prevent fractures in older people with musculoskeletal ambulatory disability symptom complex
3 . 学会等名 International Society of Affective Science and Engineering 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

健康寿命を延ばすための取り組み - 転倒・骨折予防システムの開発 -  
<https://emr.gecer.mie-u.ac.jp/2022/6-3/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	川中 普晴  (Kawanaka Hiroharu)  (30437115)	三重大学・工学研究科・教授   (14101)	
研究 分 担 者	成田 有吾  (Narita Yugo)  (50242954)	三重大学・医学系研究科・リサーチアソシエイト   (14101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------