

COVID-19 感染拡大による身体活動量の変化とサルコペニア/フレイルの関連

—COVID-19 感染拡大前後の縦断研究—

代表研究者 奈良県立医科大学 疫学・予防医学講座 助教 山上優紀
 共同研究者 奈良県立医科大学 疫学・予防医学講座 特任准教授 大林賢史
 奈良県立医科大学 疫学・予防医学講座 講師 田井義彬
 奈良県立医科大学 疫学・予防医学講座 教授 佐伯圭吾

【抄録】本研究は高齢者 483 名の COVID-19 流行後の日常生活の身体活動をアクチグラフで客観的に測定し、COVID-19 流行前からの変化を調査した。さらに、COVID-19 流行後のフレイル・プレフレイル発生割合を明らかにし、身体活動との関連を調査した。COVID-19 流行前と比較し流行後の身体活動指標（消費 kcal、METs、歩数、中強度身体活動時間、Vector Magnitude Counts Per Minute）は有意に減少し、軽強度身体活動時間は増加した。全対象者の解析において、プレフレイル、プレフレイル or フレイルの割合は COVID-19 流行前と比較し、流行後に有意に増加した。COVID-19 流行後のプレフレイル発生割合は 19.1%、フレイル発生割合は 6.8%であった。COVID-19 流行後のフレイル発生群と未発生/現状維持群の比較において、流行後の身体活動指標や流行前後の身体活動指標の変化割合に有意な差はみられなかった。

1. 研究の目的

1-1 身体活動量低下はサルコペニア・フレイルのリスクになる

フレイルは心不全などの心疾患発症や死亡の危険因子であることが報告されており（Fried, 2001; Newman, 2001）、老年人口割合が 29%を超える我が国の重要な問題である。身体的フレイルにはサルコペニアが強く関連し、身体活動低下量の低下は、重要な危険因子である（Lee, 2018）。身体活動量を維持し、フレイルの発生および進行を食い止めることは、介護予防や健康寿命の延伸のために重要である。

1-2 COVID-19 流行による身体活動減少、フレイル有病割合増加の懸念

COVID-19 の流行によって高齢者の身体活動低下が危惧される。アメリカ、日本の調査で主観的身体活動量が COVID-19 の流行前よりも 30%以上減という報告がある（Meyer, 2020, Yamada, 2019）。不十分な身体活動は死亡率の上昇やがん、心血管疾患、うつ、睡眠障害など様々なリスクの増加に関係し、高齢者において特に注意が必要なのはフレイルの発症・増悪である。先行研究では COVID-19 流行前のプレフレイル・フレイルの割合はそれぞれ 25.7%・11.5%、流行後のプレフレイル・フレイルの割合は 31.8%・17.4%という日本の報告がある（Hirose, 2023）。しかし、COVID-19 による身体活動の変化とフレイルの関係を調査した研究はみられない。COVID-19 の感染拡大による具体的な身体活動の変化とフレイルの有病割合、発生割合を把握することは、with コロナ時代における高齢者の健康維持のために重要である。

1-3 本研究の目的

本研究の目的は 60 歳以上の平城京スタディの参加者を対象に COVID-19 流行後の日常生活の身体活動をアクチグラフで客観的に測定し、流行前の身体活動と比較することである。また、流行後のフレイルおよびプレフレイル発生割合を明らかにし、身体活動との関連を調査する。

2. 研究方法と経過

2-1 対象者

前向きコホート研究（平城京スタディ）の参加者で COVID-19 流行直前にあたる 2017-2019 年にベースライン調査を行った 1005 名の中から、COVID-19 流行後の 2021-2022 年にフォローアップ調査に参加した 483 名を分析対象とした。本研究のプロトコールは、奈良県立医科大学の医の倫理委員会で承認済みである。

2-2 測定方法

身体活動量

三軸加速度センサーを搭載したアクチグラフィ（GT3X, Actigraph 社, 米国）を対象者の非利き腕に装着し 1 週間測定した。測定項目は、歩数、強度別身体活動時間、Vector Magnitude Counts Per Minute (VMCPM) とした。強度別身体活動時間の分析は、軽強度 [Light]・中高強度 [Moderate to Vigorous physical activity] と分類することが一般的であるが、高強度 (Vigorous) の身体活動は全対象者で見られなかったため、中強度 [Moderate] の身体活動時間を評価した。VMCPM は 1 分あたりのベクトルカウント

を示す。身体活動指標の算出ソフトは ActiLife (Actigraph 社) を用いた。推定式は、消費 kcal は Freedson VM3 combination (Sasaki JE, et al, 2011)、強度別身体活動時間は Freedson Adult VM3 (Sasaki JE, et al, 2011)、METs は Swartz Adult Overground & Lifestyle (Swartz AM, et al, 2000) を選択した。

フレイル指標

・簡易フレイルインデックス (Yamada & Arai, 2015) を用いてスクリーニングを行った。1-2 点をプレフレイル、3 点以上をフレイルとした。

その他の変数

- ・BMI：体重と身長を測定し算出。
- ・年齢、性別、新型コロナワクチン接種の有無：自記式アンケートから聴取した。
- ・COVID-19 流行前のデータ：年齢、性別、身長・体重、身体活動量は 2016-2019 年、簡易フレイルインデックスは 2019 年に取得した。
- ・COVID-19 流行後のデータ：身体活動量は 2021-2022 年、簡易フレイルインデックスは 2021 年、新型コロナワクチン接種の有無は 2021 年に取得した。

2-3 分析方法

正規分布する変数は平均 (標準偏差, 以後 SD) で示し、二値変数は、人数 (%) で示した。

COVID-19 流行前後の比較は、二値変数はマクネマー検定、連続変数は対応のある t 検定を用いた。年齢別のフレイルと身体活動指標の変化を調査するために 70 歳以上と 70 歳未満に層化し、検定を行った。

フレイルと身体活動指標の関連を調査するために、COVID-19 流行後の調査でプレフレイル or フレイル発生群と、未発生 or 現状維持群に層化して比較した。流行前に既にフレイルである対象者は分析から除外した。

(プレフレイルは分析に含めた)。二値変数はカイ二乗検定、連続変数は t 検定を用いた。

3. 研究の結果

3-1 対象者の基本特性とフレイル・身体活動 (表 1)

3-1-1 対象者の基本特性

対象者の平均年齢は 69.6 歳 (SD : 6.5)、男性が 34% (165 人) であった。COVID-19 流行前調査から流行

Table.1 COVID-19流行前後の対象者の基本的特性、フレイル指標と身体活動指標

変数	COVID-19流行時期		P*
	前 (2017-2019)	後 (2021-2022)	
人数	483	483	
流行前調査からの経過, 月 (SD)		56.0 (2.6)	
基本特性			
年齢, 平均 (SD), 歳	69.6 (6.5)	-	
男性, 人 (%)	165 (34%)	-	
BMI, 平均 (SD), kg/m ²	22.9 (2.9)	-	
新型コロナワクチン接種, 人 (%) (2021-22年時点で1回以上)	-	478 (99.0%)	
簡易フレイルインデックス指標			
プレフレイル, 人 (%)	227 (47.0%)	257 (53.2%)	0.035
フレイル, 人 (%)	29 (6.0%)	43 (8.9%)	0.070
プレフレイル or フレイル, 人 (%)	256 (53.0%)	300 (62.1%)	<0.001
COVID-19流行後			
プレフレイル発生, 人 (%)	-	92 (19.1%)	
フレイル発生, 人 (%)	-	33 (6.8%)	
プレフレイル or フレイル発生, 人 (%)	-	125 (25.9%)	
身体活動指標			
消費kcal, 平均 (SD)	1444.8 (427.0)	1347.5 (429.5)	<0.001
METs, 平均 (SD)	2.28 (0.22)	2.22 (0.24)	<0.001
軽強度身体活動時間, 平均 (SD), 分	1064.5 (114.7)	1090.7 (119.2)	<0.001
中強度身体活動時間, 平均 (SD), 分	372.4 (113.5)	346.5 (118.6)	<0.001
歩数, 平均 (SD), count/day	13195 (3386)	12056 (3641)	<0.001
VMCPM, 平均 (SD)	1803.2 (504.8)	1679.2 (518.9)	<0.001
COVID-19流行前後の変化割合			
消費kcal, 平均 (SD)		0.94 (0.18)	
METs, 平均 (SD)		0.97 (0.07)	
軽強度身体活動時間, 平均 (SD)		1.03 (0.07)	
中強度身体活動時間, 平均 (SD)		0.94 (0.24)	
歩数, 平均 (SD)		0.92 (0.21)	
VMCPM, 平均 (SD)		0.94 (0.18)	

SD, 標準偏差; VMCPM, vector magnitude count per minutes

*対応のある t 検定もしくはマクネマー検定

プレフレイル発生は COVID-19 流行前はフレイル・プレフレイルでなかったが流行後にプレフレイルになった対象者。フレイル発生は COVID-19 流行前はフレイルでなかったが流行後にフレイルになった対象者。フレイル・プレフレイル発生が COVID-19 流行後から流行前の数値を差し引いた値と同数にならないことがあるのは、フレイル・プレフレイルが改善した対象者がいるため。

後調査の経過月数は平均 56.0 か月 (SD : 2.6 か月)、流行後の新型コロナワクチン接種割合は 99.0% だった。

3-1-2 COVID-19 流行によるフレイル指標の変化

簡易フレイルインデックスによる調査では COVID-19 流行前はプレフレイル 227 人 (47.0%)、フレイル 29 人 (6.0%)、プレフレイル or フレイル 256 人 (53.0%)、流行後はプレフレイル 257 人 (53.2%)、フレイル 43 人 (8.9%)、プレフレイル or フレイル 300 人 (62.1%) であった

COVID-19 流行前後の比較で有意な差がみられたのはプレフレイルの割合 ($p = 0.035$) およびプレフレイル or フレイルの割合 ($p < 0.001$) であった。

3-1-3 身体活動指標の変化

COVID-19 流行前後の比較では、全ての身体活動指標項目で有意な差がみられた ($p < 0.001$)。

Table.2 年齢で層別したCOVID-19流行前後のフレイル指標と身体活動指標

変数	70歳未満			70歳以上		
	COVID-19 流行前 (2017-2019)	COVID-19 流行後 (2021-2022)	P*	COVID-19 流行前 (2017-2019)	COVID-19 流行後 (2021-2022)	P*
人数	259	259		224	224	
流行前調査からの経過, 月 (SD)		56.3 (2.4)			55.8 (2.8)	
簡易フレイルインデックス指標						
プレフレイル, 人 (%)	110 (44.5%)	127 (51.4%)	0.125	117 (56.5%)	130 (62.8%)	0.182
フレイル, 人 (%)	12 (4.9%)	20 (8.1%)	0.152	17 (8.2%)	23 (11.1%)	0.345
プレフレイルorフレイル, 人 (%)	122 (49.4%)	147 (59.5%)	0.001	134 (64.7%)	153 (73.9%)	0.023
プレフレイル発生, 人 (%)	-	55 (22.3%)		-	37 (17.8%)	
フレイル発生, 人 (%)	-	16 (6.5%)		-	17 (8.2%)	
プレフレイルorフレイル発生, 人 (%)	-	71 (28.7%)		-	54 (26.1%)	
身体活動指標						
消費kcal, 平均 (SD)	1536.3 (461.8)	1448.9 (453.8)	<0.001	1339.0 (356.6)	1230.3 (367.4)	<0.001
METs, 平均 (SD)	2.33 (0.21)	2.27 (0.24)	<0.001	2.23 (0.22)	2.17 (0.23)	<0.001
軽強度身体活動時間, 平均 (SD), 分	1044.1 (117.0)	1066.7 (120.2)	<0.001	1087.9 (107.4)	1118.3 (112.2)	<0.001
中強度身体活動時間, 平均 (SD), 分	392.8 (115.9)	370.9 (119.1)	<0.001	348.8 (106.0)	318.4 (111.8)	<0.001
歩数, 平均 (SD), count/day	13723 (3414)	12700 (3752)	<0.001	12584 (254)	11310 (3366)	<0.001
VMCPM, 平均 (SD)	1908.6 (517.2)	1798.1 (525.0)	<0.001	1681.3 (462.0)	1541.6 (477.2)	<0.001
COVID-19流行前後の変化割合						
消費kcal, 平均 (SD)		0.95 (0.18)			0.93 (0.19)	
METs, 平均 (SD)		0.98 (0.07)			0.97 (0.08)	
軽強度身体活動時間, 平均 (SD)		1.02 (0.07)			1.03 (0.07)	
中強度身体活動時間, 平均 (SD)		0.96 (0.25)			0.92 (0.23)	
歩数, 平均 (SD)		0.93 (0.18)			0.92 (0.24)	
VMCPM, 平均 (SD)		0.96 (0.19)			0.93 (0.18)	

SD, 標準偏差; VMCPM, vector magnitude count per minutes

*対応のあるt検定もしくは マクネマー検定

プレフレイル発生はCOVID-19流行前ではフレイル・プレフレイルでなかったが流行後にプレフレイルになった対象者。フレイル発生はCOVID-19流行前ではフレイルでなかったが流行後にフレイルになった対象者。フレイル・プレフレイルの数がCOVID-19流行後から流行前の数値を差し引いた値と同数にならないことがあるのはフレイル・プレフレイルが改善した対象者がいるため。

3-2 年齢別のフレイルの割合と身体活動指標 (表2)

3-2-1 70歳未満

COVID-19 流行前後でプレフレイル or フレイルの割合 ($p = 0.001$) と全ての身体活動指標項目で有意な差がみられた ($p < 0.001$)。

3-2-2 70歳以上

COVID-19 流行前後でプレフレイル or フレイルの割合 ($p = 0.023$) と全ての身体活動指標項目で有意な差がみられた ($p < 0.001$)。

3-3 プレフレイル or フレイルと身体活動指標の関連 (表3)

COVID-19 流行後のプレフレイル or フレイル発生群と未発生 or 現状維持群の比較において、COVID-19 流行後の身体活動指標、COVID-19 流行前後の身体活動指標の変化割合は全て有意な差はなかった。

4. 今後の課題

本研究は全体の傾向を見るために単変量分析を行ったが、他の交絡の影響を考慮するために今後、多変量解析を行う予定である。本研究におけるCOVID-19 流行前調査から流行後調査の経過年数は平均4-5年であった。日本人約1000人を対象とした観察研究ではフレイルの発生割合は1.2%/年という報告があり (Yoshimura,2018) 加齢に伴うフレイル発症と、COVID-19 流行によって生じたものとの違いを踏まえて結果の解釈を行う必要がある。

5. 研究成果の公表方法

本研究に関連する研究成果は原著論文として国際雑誌に投稿予定である。

Table 3. COVID-19流行後のフレイル/プレフレイル発生の有無と身体活動の関連

変数		プレフレイルorフレイル 未発生or現状維持	プレフレイルorフレイル 発生	P*
人数		329	125	
身体活動関連指標				
COVID-19流行後				
消費kcal, 平均 (SD)	平均 (95% CI)	1352.9 (1307.0, 1398.8)	1363.6 (1289.0, 1438.1)	0.25
METs, 平均 (SD)	平均 (95% CI)	2.2 (2.2, 2.3)	2.2 (2.2, 2.3)	0.94
軽強度身体活動, 平均 (SD), 分	平均 (95% CI)	1087.6 (1074.8, 1100.3)	1089.4 (1068.7, 1110.1)	0.88
中強度身体活動, 平均 (SD), 分	平均 (95% CI)	349.8 (337.0, 362.5)	347.4 (326.8, 368.1)	0.85
歩数, 平均 (SD), count/day	平均 (96% CI)	12209 (11817, 12607)	12063 (11426, 12700)	0.70
VMCPM, 平均 (SD)	平均 (95% CI)	1693.2 (1637.3, 1749.1)	1680.3 (1589.6, 1771.0)	0.81
COVID-19流行前後の変化割合				
消費kcal, 平均 (SD)	平均 (95% CI)	0.95 (0.93, 0.97)	0.93 (0.90, 0.96)	0.22
METs, 平均 (SD)	平均 (95% CI)	0.98 (0.97, 0.98)	0.97 (0.96, 0.98)	0.41
軽強度身体活動時間, 平均 (SD)	平均 (95% CI)	1.03 (1.02, 1.03)	1.03 (1.01, 1.04)	0.89
中強度身体活動時間, 平均 (SD)	平均 (95% CI)	0.95 (0.93, 0.97)	0.92 (0.89, 0.96)	0.27
歩数, 平均 (SD)	平均 (96% CI)	0.93 (0.91, 0.96)	0.91 (0.87, 0.95)	0.26
VMCPM, 平均 (SD)	平均 (95% CI)	0.95 (0.91, 0.97)	0.92 (0.89, 0.95)	0.09

全対象者483名のうち、COVID-19流行前に既にフレイルを発生している29名は分析から除外した。
プレフレイルからフレイルへ進行したものは発生群とした。

95%CI, 95%信頼区間; VMCPM, vector magnitude count per minutes

*t検定もしくはカイニ乗検定

6. 参考文献

Fried LP, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences. 56:M146-56; 2001.

Hirose T, et al. Frailty under COVID-19 pandemic in Japan: Changes in prevalence of frailty from 2017 to 2021. J Am Geriatr Soc. 71:1603-1609; 2023 May.

Lee S-Y, et al. Physical Activity and Sarcopenia in the Geriatric Population: A Systematic Review. Journal of the American Medical Directors Association. 19:378-383; 2018.

Lim WS, et al. COVID-19 and older people in Asia: Asian Working Group for Sarcopenia calls to actions. Geriatr Gerontol Int. 20(547-558); 2020.

Meyer J, et al. Changes in physical activity and sedentary behavior in response to covid-19 and their associations with mental health in 3052 us adults. International Journal of Environmental Research and Public Health. 17:1-13; 2020.

Newman AB, et al. Associations of Subclinical Cardiovascular Disease With Frailty. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 56:M158-M166; 2001.

Yamada M, et al. Effect of the COVID-19 Epidemic on Physical Activity in Community-Dwelling Older Adults in

Japan: A Cross-Sectional Online Survey.

Journal of Nutrition, Health and Aging. 1-1; 2020.

Sasaki JE, et al. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. J Sci Med Sport. 14:411-6; 2011.

Swartz AM, et al. Estimation of energy expenditure using CSA accelerometers at hip and wrist sites. Med Sci Sports Exerc. 32:S450-6; 2000.

Yamada M, Arai H. Predictive Value of Frailty Scores for Healthy Life Expectancy in Community-Dwelling Older Japanese Adults. Journal of the American Medical Directors Association. 16:1002.e7-1002.e11; 2015.

Yoshimura N, et al. Do sarcopenia and/or osteoporosis increase the risk of frailty?. Osteoporos Int. 29:2181-2190; 2018 Oct.

7. 謝辞

本研究を実施するにあたり、研究補助業務を献身的に行ってくださった研究補助員の竹中直美さん、蘓我原幸子さん、中島圭伊子さん、夏秋恵美さんに感謝いたします。また本研究は公益財団法人 三井住友海上福祉財団研究助成の支援を賜ったことをここに記し深謝いたします。

Association between Changes in Physical Activity and Frailty due to COVID-19 pandemic

Primary Researcher: Yuki Yamagami, Assistant professor, Department of Epidemiology, Nara Medical University School of Medicine

Co-researchers:

Kenji Obayashi, Specially Appointed Associate Professor, Department of Epidemiology, Nara Medical University School of Medicine

Yoshiaki Tai, lecture, Department of Epidemiology, Nara Medical University School of Medicine

Keigo Saeki, Professor, Department of Epidemiology, Nara Medical University School of Medicine

The aim of this study is to evaluate the changes in physical activity before and during the COVID-19 pandemic. In 483 older individuals, daytime physical activity and frailty were measured using actigraphy and questionnaire, respectively.

We analyzed the association between the incidence proportion of frailty and pre-frailty and physical activity during COVID-19 pandemic (mean observed period: 56.0 months).

Physical activity levels after the pandemic were significantly associated with lower energy expenditure, lower METs, higher time of light physical activity, lower time of moderate physical activity, and lower vector magnitude counts per minute compared to the levels before the pandemic. The prevalence of frailty and pre-frailty was significantly higher during the pandemic than that before the pandemic. The incidence proportion of frailty and pre-frailty during the observation was 19.1% and 6.8%, respectively.