

令和 2 年 9 月 7 日現在

機関番号：31304

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12415

研究課題名（和文）より簡易な足趾把持力向上方法の模索 - 介入効果検証とその維持方法の構築 -

研究課題名（英文）The search for a simpler toe grip strength improvement method - Construction of verification and maintenance methods for interventions

研究代表者

相馬 正之（Soma, Masayuki）

東北福祉大学・健康科学部・准教授

研究者番号：40554994

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、地域在住高齢者に対する縦断研究から足趾把持力の特性の知見を得ること、高齢者を対象に足趾筋力トレーニングではなく、足趾、足部ストレッチで足趾把持力向上が得られるか検証すること、向上した足趾把持力を維持する方策の1つとしてフットケアと助言・指導を行い、維持効果を検証することを目的とした。

縦断研究の結果からは、足趾把持力が維持されている高齢者ではTUGが保たれているが明らかになった。介入研究の結果からは、3か月間の足趾、足部へのストレッチ介入により、足趾把持力は、有意に向上すること、フットケアや助言・指導の継続は、6か月後においても足趾把持力を維持することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでは、主として筋力トレーニングをすることで足趾把持力増強が得られていたが、本研究からは、足趾、足部のストレッチを行うことで、足部柔軟性が向上することで足趾把持力が増強することが示された。また、足趾把持力を増強させても維持する方法がなく、効果的に使用しなければ一度、増強した足趾把持力が低下することが見受けられていた。本結果からは、フットケアなどを継続は、足趾把持力を維持させることが示された。

足趾把持力への介入が転倒予防などに効果的であることから、足趾把持力を簡易に増強する方法と維持する手段を示した本研究により、転倒予防などに貢献できるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we obtained the characteristics of toe grip strength from a longitudinal study of community-dwelling elderly people and verified if toe grip strength could be improved by toe and foot stretches instead of toe muscle strength training. The purpose was to verify the maintenance effects by providing foot care and advice/instruction as one of the measures to improve toe grip strength.

The results of the longitudinal study revealed that elderly who maintain their toe grip strength keep TUG time. From the results of the intervention study, we concluded that 3 months of toe stretching exercises significantly improve toe grip strength, and continued foot care and advice/instruction maintains the toe grip strength even after 6 months.

研究分野：理学療法

キーワード：足趾把持力 高齢者 筋力トレーニング ストレッチ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、足趾に焦点をあてた転倒予防が注目を集めている。先行研究によると足趾把持力は転倒経験者では低下し、筋力トレーニングによって強化が可能であり、強化することで足趾把持力の向上に伴いバランスなどの身体機能が向上することが示されている。しかし、高齢者に対して足趾把持力の向上は難しい。この理由として、足趾把持筋力トレーニングは、対象者に最大筋力の40~60%の負荷をかけ実施するため、相当の努力を要することが挙げられる。

若年者において足趾把持力は、筋力トレーニングを行わずに、足趾、足部ストレッチを実施することで柔軟性が増加し、向上することが報告されている。しかし、これらの効果は、高齢者では検証されていない。さらに、足趾把持力が一時的に向上したとしても、ストレッチの介入を終了することにより、廃用が生じ、元の状態に戻ることを推測される。そのため、一度、向上させた足趾把持力を維持することが重要であるが、その方策は構築されていない。

2. 研究の目的

本研究では、より簡易な足趾把持力向上方法を検証するとともに、向上した足趾把持力を維持する方策を検討することを目的とした。

具体的には、地域在住高齢者を対象に足趾把持力などの身体機能を縦断的に評価し、(1) 足趾把持力が維持されている人の運動習慣などの特性を把握する、(2) 足趾把持力が維持されている人とされていない人の身体機能の特性を検証するとした。また、(3) 高齢者を対象に足趾把持筋力トレーニングではなく、足趾、足部のストレッチを行い、足趾把持力の向上効果を検証する、(4) 研究(3)の結果に基づき、足趾把持力向上のメカニズムを検証する、(5) 一度、向上させた足趾把持力を維持する方策の1つとしてフットケアの導入および研究(1)、(2)の結果に基づき、運動習慣などを具体的に助言・指導し、その維持効果を検証する、とした。

3. 研究の方法

(1) 地域在住高齢者における足趾把持力と活動や参加状況との関係について

対象は、2018年および2019年の9月に行われたS県Y市の健康支援事業に2年連続で参加した65歳以上の地域在住中高齢者148名(女性120名、男性28名、2018年時点の年齢 74.3 ± 5.3 歳、身長 154.0 ± 7.5 cm、体重 52.5 ± 8.5 kg)とした。

測定項目は、足趾把持力およびアンケート調査とした。足趾把持力は、足指把持力測定器(T.K.K.3362、竹井機器工業)を用い測定した。測定肢位は端座位とし、上肢を胸の前で組ませ、体幹垂直位、股関節、膝関節90度屈曲位、足関節中間位で測定した。測定は、左右下肢で2回ずつ実施し、左右の最大値の平均値を代表値(kg)として用いた。

アンケートは、現在所属しているサークル、軽い運動・体操および定期的なスポーツの有無、3/週回の継続した運動の有無について調査をした。

2018年、1年後の2019年の健康支援事業における足趾把持力の結果から、足趾把持力が維持している群(以下、維持群)と低下した群(以下、低下群)とに分類した。また、アンケート結果からは、所属サークルについて運動系および非運動系・所属なしに分類、軽い運動・体操および定期的なスポーツについて実施しているか否かに分類、3回/週の継続した運動について実施しているか否かに分類し、カイニ乗検定(Fisherの直接確率法)を用いて解析した。解析には、統計解析ソフトSPSS 26.0(IBM社)を用い、有意水準を5%とした。

(2) 1年後に足趾把持力が維持されている人とされていない人の身体機能の特性について

対象は、研究(1)と同様であるが男性の対象者が28名と少なかったため、女性のみを解析の対象とした。測定項目は、研究(1)で測定した足趾把持力に加え、握力、長座体前屈距離、片足立ち時間、TUG(Timed up and go test)、最大歩行速度、大腿四頭筋力とした。

握力は、デジタル式握力計(T.K.K.5401 竹井機器工業)を使用し、示指の近位指節間関節が90度屈曲位になるように握り幅を調整した。直立姿勢で両足を肩幅に開き、上肢を体側に下垂させ、最大努力で把持するように指示した。測定は左右2回ずつ行い、左右の最大値の平均値を代表値と(kg)した。

長座体前屈距離の測定には、デジタル長座体前屈計(T.K.K.5412、竹井機器工業)を用いた。開始肢位は長座位で壁に背部と後頭部を接触させ、測定器の手前端に手掌の中央部分を置いた姿勢とした。測定は、膝関節伸展位を保持した状態でゆっくりと体幹を前屈していき、最大に前屈した距離を2回測定し、その最長距離(cm)を代表値とした。

片足立ち時間は、開眼にて実施、120秒を上限としてデジタルストップウォッチを用い測定した。対象者には、両上肢を軽く体幹につけ、2m前方の視線と同じ高さの点を注視することを伝え行った。測定は、左右下肢で2回実施し、最大値(sec)を代表値として用いた。

TUGは、椅子から立ち上がり、3m先の目標物まで歩行し、180°方向転換し、もとの椅子の位置まで戻り着座する、という一連の動作に要する時間を計測した。測定は、デジタルストップウォッチを用いた。測定は、2回実施し、最速値(sec)を代表値とした。

最速歩行は、11m平地直線走行路を対象者自身の最大限の速度で歩行した。予備路3mずつを除外した中間の5mを測定区間とし、ストップウォッチを用い測定した。測定は、2回測定して所要時間(sec)が短い方を採用した。

大腿四頭筋筋力は、HHD (μTas F-1, アニマ社) を用い、測定肢位をプラットホーム台上での端座位、膝関節90度屈曲位の姿勢から、ベルトの長さを下腿が下垂位になるように調整センサーパッドを下腿遠位部に固定し、測定した。測定は、左右下肢で2回ずつ実施し、左右の最大値の平均値を代表値 (kg) として用いた。

2018年および2019年における身体機能の比較には、対応のあるt検定を用いた。また、2018年、1年後の2019年の健康支援事業の結果から、足趾把持力が維持している群 (以下、維持群) と低下した群 (以下、低下群) とに分類し、身体機能の比較を群 (維持・向上群, 低下群) および年度 (2018, 2019) の二元配置分散分析で検討した。なお、有意水準を5%未満とした (IBM社, SPSS ver26.0)。

(3) 高齢者における足趾、足部のストレッチの介入が足趾把持力に及ぼす影響について

対象は某クリニックに通所リハビリテーションおよび通院をしている在宅障害者 44 名 (男性 20 名, 女性 24 名) とした (表 1)。さらに対象者は、足趾、足部ストレッチの介入をする群 22 名 (以下、介入群)、特別な介入を行わないコントロール群 22 名に割り振った。分析対象者は、ベースラインにおける分析は 44 名で行なったが、効果判定の分析には、介入後の調査が行えた 35 名 (介入群 18 名, コントロール群 17 名) とした (図 1)。

表1 対象者のプロフィール

	全体	介入群	コントロール群
人数 (名)	44 (男20, 女性24)	22 (男10, 女性14)	22 (男10, 女性14)
年齢 (歳)	68.1 ± 9.6	67.5 ± 8.6	68.7 ± 10.7
身長 (cm)	158.7 ± 10.1	159.5 ± 10.1	158.6 ± 11.1
体重 (kg)	62.3 ± 12.8	61.7 ± 12.8	61.1 ± 12.8
要介護認定区分 (名)			
要支援1	3	2	1
要支援2	7	5	1
要介護1	4	3	1
要介護2	1	0	2
要介護3	1	0	1
なし	28	12	16
疾患名 (名)			
運動器疾患	15	6	9
中枢神経疾患	28	15	13
その他	1	1	0

(平均 ± 標準偏差)

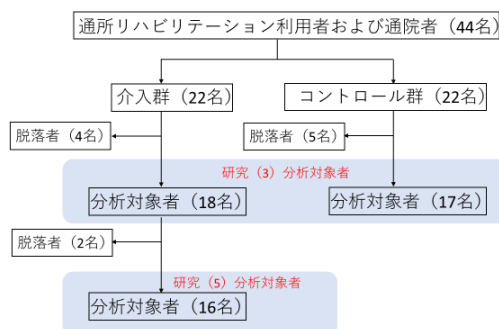


図1 トライアルフローチャート

介入群については、通常のリハビリテーションに加え、足趾把持力を発揮すると考えられている足趾・足部の筋肉に対する6種類のストレッチやマッサージを実施した (図 2)。ストレッチは、対象者が痛みを感じる直前の伸張強度とし、一方向に対して 20~30 秒間の伸張を行った。介入群には 12 週間、週 1 回の頻度で実施した。コントロール群は、通常のリハビリテーションのみを実施した。測定項目は、両側の足趾把持力とし、左右下肢で 2 回ずつ実施し、左右の最大値の平均値を代表値 (kg) として用いた。



図2 6種類のストレッチ肢位について

統計処理は、介入前後の比較には時期要因 (介入前, 介入後) および群 (介入群, コントロール群) による二元配置分散分析を用い、危険率 5% 未満を有意差ありと判断した。

(4) 足趾把持向上のメカニズムの検証

対象者は、研究 (3) 同様である。測定項目は、研究 (3) で測定した足趾把持力に加え、足趾把持力発揮に関連する因子と報告されている足部柔軟性と足部アーチ高率とした。

足部柔軟性は、30cm 定規をプラスチックシートに取り付けた専用シート上に安静座位をとり、踵後面を後壁にしっかりと接触させ、足長を測定した。次に踵部を後壁から離れないことを条件に足趾および前足部を最大限に屈曲してもらい、踵部から母指先端までの距離を測定し、足長からその距離を引いた値を足部柔軟性 (cm) とした (図 3)。

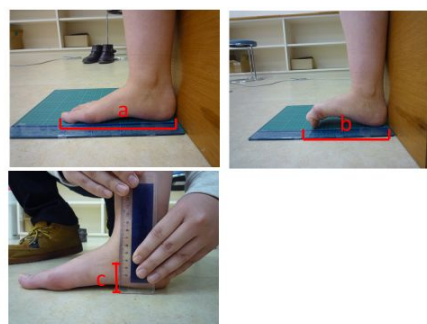


図3 足部柔軟性と足部アーチ高率の算出方法
 足部柔軟性 (cm) = 足長 (a) - 前足部屈曲時足長 (b)
 足部アーチ高率 (%) = 舟状骨高 (c) / 足長 (a) × 100

足部アーチ高率は、安静座位で舟状骨粗面から床面までの距離と足長を計測し、舟状骨粗面から床面までの距離を足長で除した値 (%) を用いた。 (図 3)

統計処理は、介入前後の比較には時期要因 (介入前, 介入後) および群 (介入群, コントロール群) による二元配置分散分析を用い、危険率 5% 未満を有意差ありと判断した。

(5) 高齢者における足趾把持力維持を目指したフットケアの効果

分析対象者は、研究(2)の介入群であり、介入後の調査が行えた18名であるが、効果判定の分析には、6か月後まで追跡できた16名とした(図1)。

対象者には、通常のリハビリテーションに加え、下肢に対しメドマー、マッサージ、ストレッチなどのフットケアを週1回の頻度で6か月間、実施した。また、リハビリテーション中に、足趾把持力の重要性や意義、研究(2)で得られた知見である“足趾把持力維持のためには歩行だけでなく、立ち上がり、着座、方向転換などの際のバランス能力が重要である”ことを助言・指導をした。統計処理は、対応のあるt検定を用い、危険率5%未満を有意差ありと判断した。

4. 研究成果

(1) 地域在住高齢者における足趾把持力と活動や参加状況との関係について

表2に性別による足趾把持力維持群および低下群別のアンケート調査について示す。カイ二乗検定の結果、足趾把持力維持群および低下群別における所属サークル、軽い体操実施の有無、定期的なスポーツ実施の有無、3/W回以上の運動の継続についての割合に有意差が認められなかった。

足趾把持力は、身体活動量によって影響を受けることが示唆されているため、運動習慣に着目したが、アンケート結果からは割合に有意な差が認められなかった。この要因の1つとして本研究の対象者は、9割以上に運動習慣を認めることや75%以上が運動系サークルに所属しているなど、運動や健康について積極的な集団であったことから、差が生じなかった可能性がある。

表2 性別による足趾把持力維持群・低下群別の運動習慣について

女性について			男性について		
Q1 所属サークルについて	所属サークルについて		Q1 所属サークルについて	所属サークルについて	
	運動系	非運動系・所属なし		運動系	非運動系・所属なし
維持群	43	17	維持群	11	4
低下群	48	12	低下群	8	5
Q2 軽い運動・体操をしていますか	軽い運動・体操をしていますか		Q2 軽い運動・体操をしていますか	軽い運動・体操をしていますか	
	はい	いいえ		はい	いいえ
維持群	59	1	維持群	15	0
低下群	56	4	低下群	13	0
Q3 定期的にスポーツをしていますか	定期的にスポーツをしていますか		Q3 定期的にスポーツをしていますか	定期的にスポーツをしていますか	
	はい	いいえ		はい	いいえ
維持群	58	2	維持群	15	0
低下群	53	7	低下群	12	1
Q4 3/W以上の運動について	3/W以上の運動について		Q4 3/W以上の運動について	3/W以上の運動について	
	半年以上続けている	続けていない		半年以上続けている	続けていない
維持群	38	22	維持群	13	2
低下群	45	15	低下群	13	0

(2) 1年後に足趾把持力が維持されている人とされていない人の身体機能の特性について

表3に2018年度および2019年度における身体機能の実測値を示す。対応のあるt検定の結果、長坐体前屈および最大歩行に有意な差が認められた($p < 0.05$)。

図4に、維持群と低下群における各測定項目の値を示す。二元配置分散分析の結果、長坐体前屈では、年度要因で主効果が認められた($F(1, 116) = 5.8, p < 0.05$)。また、TUGにおいては、群×年度の交互作用が認められた($F(1, 116) = 4.1, p < 0.05$)。多重比較の結果、低下群のTUGは、2018年に比べ2019年が有意に高値を示したが、維持群では有意差が認めなかった。さらに、最速歩行において年度要因で主効果が認められた($F(1, 116) = 4.2, p < 0.05$)。

この結果から、足趾把持力が維持されている人の身体的特性は、TUG 遂行能力が維持されている(低下していない)ことが示された。TUGは、立ち上がり、歩行、方向転換、着座などの動作を含む総合的な移動能力の指標である。本研究からは、歩行という共通した因子がある最速歩行ではなく、立ち上がり、着座の際に重心の上下移動を伴い、さらに方向転換をするというのが特徴であるTUGとの間に交互作用を認めた。

先行研究からは足趾把持力がバランス機能との間に関連があることが示唆されている。これらの知見から、足趾把持力は、歩行ではなく、立ち上がり、着座の際や方向転換時にバランス保持のために重要な役割を果たしている可能性が示唆された。

表3 2018年度および2019年度における身体機能について

	2018	2019
握力 (kg)	23.1 ± 4.1	22.7 ± 4.3
長坐体前屈 (cm)	38.3 ± 8.2 *	37.0 ± 9.5
片足立ち時間 (sec)	39.1 ± 37.4	42.4 ± 37.4
TUG (sec)	5.6 ± 0.8	5.7 ± 1.0
最大歩行 (sec)	2.6 ± 0.4 *	2.7 ± 0.4
大腿四頭筋 (kg)	19.1 ± 4.3	19.7 ± 4.6
足趾把持力 (kg)	7.5 ± 2.6	7.5 ± 3.2

(平均値 ± 標準偏差) $p < 0.05$

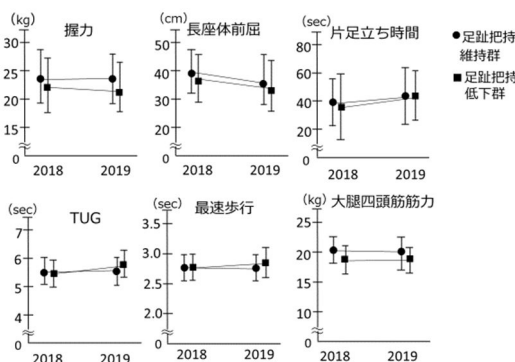


図4 足趾把持力における維持群と低下群の身体機能の比較

(3) 高齢者における足趾、足部のストレッチの介入が足趾把持力に及ぼす影響について

表4に足趾把持力の実測値を示す。二元配置分散分析の結果、介入群では、時期要因で主効果が認められた($F(1, 1) = 5.9, p < 0.01$)。さらに、時期×群の交互作用が認められた($F(1, 1) = 19.7, p < 0.01$)。これについて単純主効果の検定を行うと介入群における介入後は、介入前に比べ有意に大きかった(表4)。

表4 各群の介入前後における足趾把持力について

	介入群		コントロール群		主効果	交互作用	多重比較
	介入前	介入後	介入前	介入後			
足趾把持力 (kg)	9.2 ± 4.9	11.2 ± 5.1	8.8 ± 5.1	8.6 ± 4.5	*	*	介入群における介入前<介入後

(平均値 ± 標準偏差)

本結果からは、在宅障害者に対して 3 か月の静的ストレッチの介入を行うことにより足趾把持力が増強できることが示された。これは、静的ストレッチの効果により、主動作筋である足趾屈筋群の張力を有効に働かせることが可能になったことや主動作筋、拮抗筋、共同筋および固定筋が協調して働きやすくなったことが考えられた。

(4) 足趾把持向上のメカニズムの検証

表 5 に足趾把持力の実測値を示す。二元配置分散分析の結果、介入群では、時期要因で主効果が認められた ($F(1, 1)=4.1, p<0.05$)。さらに、時期×群の交互作用が認められた ($F(1, 1)=4.8, p<0.05$)。これについて単純主効果の検定を行うと介入群における介入後は、介入前に比べ有意に大きかった (表 5)。

表5 各群の介入前後における足部柔軟性、足部アーチ高率の比較

	介入群		コントロール群		主効果	交互作用	多重比較
	介入前	介入後	介入前	介入後			
足部柔軟性 (cm)	1.7±0.9	2.1±1.0	1.8±1.0	1.9±1.0	*		* 介入群における介入前<介入後
足部アーチ高率 (%)	19.8±2.9	19.5±2.1	19.5±3.4	19.2±2.0			

(平均値±標準偏差)

本研究結果からは、研究 (3) において足趾把持力が向上した要因として、足部柔軟性が寄与していることが示唆された。若年者を対象に静的ストレッチを一定期間、継続することにより、長期的な可塑性、つまり関節可動域の増加が報告されており、本研究では、高齢者において追認した。

足趾把持力は、足趾のみならず、前足部を屈曲することで測定される。そのため、足部の柔軟性が大きければ大きいほど、足趾の移動距離が増加する。その結果、「筋力×距離 = 仕事量」が増えることで足趾把持力が増強したことが考えられた。

(5) 高齢者における足趾把持力維持を目指したフットケアの効果

表 6 に足趾把持力、足部柔軟性と足部アーチ高率の実測値を示す。対応のある t 検定の結果、いずれの項目も有意な差が見られなかった。

本結果からは、在宅障害者に対して 6 か月のメドマー、マッサージ、ストレッチなどのフットケアの介入を実施することで、足趾把持力、足部柔軟性、足部アーチ高率が維持できることが示された。これらの知見から、フットケアや足趾に対する助言・指導は、足趾把持力維持のために有効であると考えられた。

以上より、本研究では高齢者を対象に、より簡易な足趾把持力増強方法、つまりストレッチのみ介入で足趾把持力増強効果を検証するとともに、向上した足趾把持力を維持する方策として、フットケアや足趾に対する助言・指導が有効であることが示されたものとする。

表6 介入前後における足趾把持力、足部柔軟性、足部アーチ高率

	介入前	介入後
足趾把持力 (kg)	9.9±3.4	9.1±3.5
足部柔軟性 (cm)	1.8±0.9	1.7±0.7
足部アーチ高率 (%)	19.3±3.4	18.4±3.5

(平均値±標準偏差)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 相馬正之, 村田伸, 大田尾浩, 甲斐義浩, 中江秀幸, 佐藤洋介, 村田潤	4. 巻 8
2. 論文標題 足趾把持力および足趾圧迫力の比較および身体機能との関係について 足関節固定ベルト使用の有無による検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 13~18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.9759/hppt.8.13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 相馬正之, 中江秀幸	4. 巻 9
2. 論文標題 在宅パーキンソン病患者における足趾把持力と歩行機能およびバランス機能との関係について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 91~94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.9759/hppt.9.91	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 相馬正之, 村田伸, 大田尾浩, 甲斐義浩, 中江秀幸, 佐藤洋介	4. 巻 10
2. 論文標題 足趾把持力と歩行時の足角との関係について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 41~44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.9759/hppt.10.41	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 相馬正之, 村田伸, 甲斐義浩, 中江秀幸, 佐藤洋介, 太田尾浩, 村田潤
2. 発表標題 足関節固定ベルトの有無による足趾把持力および足趾圧迫力と身体機能との関係について
3. 学会等名 第52回日本理学療法学会大会
4. 発表年 2017年~2018年

1. 発表者名 相馬正之、村田伸、 堀江淳、 白岩加代子、安彦鉄平
2. 発表標題 地域在住高齢者における1年後の手段的日常生活動作低下と身体機能との関連
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会学術大会 令和元年11月
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Soma M Murata S Nakano H
2. 発表標題 One-year predictors of decline in instrumental activities of daily living function among community-living elderly adults.
3. 学会等名 International conference on nursing& health care 2020 (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	村田 伸 (Murata Shin) (00389503)	京都橘大学・健康科学部・教授 (34309)	
研究分担者	中江 秀幸 (Nakae Hideyuki) (70550169)	東北福祉大学・健康科学部・准教授 (31304)	