

老化予防に対する全身振動機器の有用性の検討

(研究助成金 40万円)

大阪医科大学 内科学 I

代表研究者 谷 本 啓 爾

共同研究者 花 房 俊 昭

共同研究者 寺 前 純 吾

共同研究者 谷 本 芳 美

共同研究者 穴 倉 佳名子

共同研究者 酒 井 聡 至

I はじめに

我が国の平均寿命は男性 80.2歳，女性 86.6歳であり（平成25年），世界トップクラスの長寿国である。一方，平成12年より始まった介護保険サービス利用者数は149万人から平成26年には580万人と約4倍に増え，社会的ケアを必要とする高齢者の増加が著しい。このような状況において，筋肉量の減少や筋力の低下，さらには認知症等，老化に起因する要介護移行関連因子に対する予防は，我が国において対応すべき喫緊の課題である。

減少した筋肉量や筋力を増加させるためにはレジスタンストレーニングが必要であることが先行研究から知られているが，高齢者は関節疾患や痛みを有する者が多く，負荷をかける運動を行うことが難しい場合が多い。

近年開発された全身振動機器（加速度トレーニング機器）は3次元に振動することから，高速振動により生じる加速度と緊張性振動反射により，静的ポーズのままレジスタンストレーニングを行うことができる有用な機器である。そのため，高齢者においても，関節の痛みや機能低下の有無に関わらずトレーニングを行うことができる。さらに全身振動機器は，筋力増加，全身の血流増加，柔軟性の改善，さらには骨密度の改善効果が報告されている。しかし，我が国では高齢期の介護予防に対する本機器の長期的な効果については未だ報告がない。

そこで，我々は地域高齢者を対象とし，全身振動機器の老化防止に対する有効性を検討することを目的として研究を行うこととした。

II 研究方法

1. 対象者

大都市近郊の高槻市にある老人福祉センターを利用している60歳以上の高齢者に対して本調査の参加を募り、承諾の得られた111人（男性28人、女性83人）を対象者とした。市内5か所にある老人福祉センターのうち、3か所の利用者については初回、3か月後、6か月後の計3回の測定をする対照群、残り2か所の利用者は6か月間運動介入を行い、初回、3か月後、6か月後と計3回の測定を行う運動介入群とした。本研究は大阪医科大学の倫理委員会の許可を得て実施した。対象者には調査への参加は強制ではなく、中断の申し出があった場合は承諾したうえでデータは消去すること、また、研究得られたデータは研究以外の目的には使用しないことを説明し、書面にて同意を得た。

図1に示すように、対象者111人のうち、対照群は女性2人、介入群は6人（男性2人、女性4人）が中断したため、計103人を解析対象者とした。

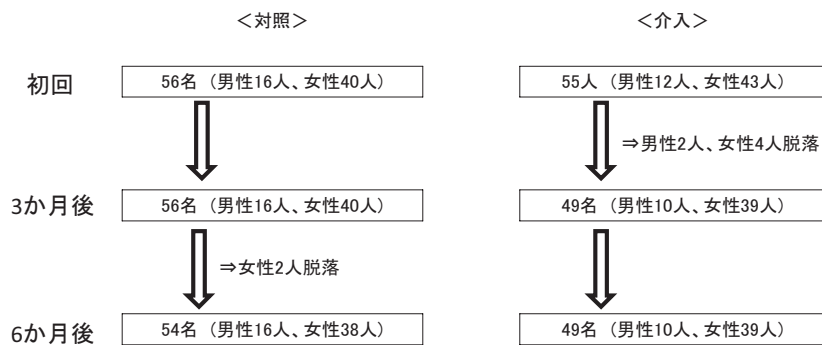


図1 対象者について

2. 運動介入方法

全身振動機器（加速度トレーニング機器）を用いて6か月間の運動を行った。運動介入のメニューは表1に示すように、3か月まではストレッチは片足ハムストリング（30秒×2）、両足カーフストレッチ（30秒）、トレーニングはカーフレイズ（30秒×2）、スクワット（30秒×2）、マッサージは後面と全面のマッサージを各60秒ずつの1人あたり計5分30秒とした。また、4か月以降はトレ

表1 運動介入メニュー

	1～3か月	時間	4～6ヶ月	時間
ストレッチ	片足ハムストリング	30秒×2	片足ハムストリング	30秒×2
	両足カーフストレッチ	30秒×1	両足カーフストレッチ	30秒×1
トレーニング	カーフレイズ	30秒×2	カーフレイズ	30秒×2
	スクワット	30秒×2	スクワット	30秒×2
			ワイドスクワット	30秒×2
			ランジ	30秒×2
マッサージ	後面マッサージ	60秒	後面マッサージ	60秒
	前面マッサージ	60秒	前面マッサージ	60秒

ニングにワイドスクワット（30秒×2）、ランジ（30秒×2）を追加して1人あたり7分30秒とし、3人から4人を1グループとしてグループ全体で30分の運動介入を週に2回行った。

3. 調査方法

1) 身体計測

① 筋肉量の測定

筋肉量の測定にはバイオインピーダンス法を使用したマルチ周波数体組成計 MC-190（タニタ社）¹⁴⁾を用いた。体組成計の測定周波数は5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHzの4種類を使用しており、電極の構成は四肢の遠位端の電極から電流を供給して近位端にて電圧を測定する8電極法である。上肢と下肢筋肉量の総和を四肢筋肉量（kg）とした。さらに、四肢筋肉量は身長補正を行い補正四肢筋肉量＝四肢筋肉量/身長²（kg/m²）とした。

② 身体機能測定項目

開眼片足立ち：両手を腰に当てた状態で最大60秒まで片足立ち時間を2回測定し、大きい値を代表値とした（秒）。

椅子の立ち上がり：肘掛のない椅子から5回立ち上がるのに要する時間を測定した（秒）。

握力：スメドレー式握力計を用いて2回測定を行い、その最大値を測定値とした。その他、長座体前屈、SPPB（Short Physical Performance Battery）を測定した。

骨密度の測定には超音波踵骨測定装置 A-1000（GEヘルスケアジャパン）を用い、踵骨の骨密度を測定し、超音波骨密度値（スティフネス値）を使用した。

③ 咀嚼・口腔に関する測定

咀嚼ガムはロツテキシリトールガム咀嚼力判定用[®]（ロツテ社）を用いた。咀嚼ガムは咀嚼前には黄緑色を呈しているが、咀嚼の進行に伴い、ガムが唾液と混和されると、黄緑色から赤色へと変化する。対象者に「普段の食事をするようにガムをかんでください」と指示し、機能歯の状態を2分間咀嚼させた。その際、機能歯とは残存歯とブリッジのポンテック、義歯の人工歯などの補綴歯をあわせたものとした。咀嚼後直ちにガムを回収し、市販のサララップでガムを覆い、厚さ3mmのテフロン製の型にはめ、色彩色差計（CR-13, コニカミノルタセンシング）によりガムの「赤み」を示すa*値を測定した。ガムがよく噛めているほどガムは赤みを増し、a*値は高くなることになる。a*値の測定に色彩色差計を用いており、その際、測定が一樣かつ容易に行える色差計スタンド（ラクセイカガク社、著者らが開発）を使用した。また、口腔内水分量はBIA法により口腔粘膜の水分をそくていする口腔水分計ムーカス[®]（ライフ社）を使用して測定した。

2) 自記式質問紙調査項目

対象者の生活状況などに関する調査にはわが国で使用されている介護予防のチェックリストを使用した。

口腔・栄養の状況は米国で開発された低栄養リスク評価スケール（NSI）と食の多様性に関する

得点評価法を使用した。NSIは普段の食生活に関する10項目の質問についてそれぞれ点数配分されており21点満点のスコアである。高得点となるほど栄養リスクが高くなり、本研究では5点以下を栄養リスクなし、6点以上を栄養リスク有とした。また、食品摂取の多様性については、熊谷らが開発した魚介類・肉類・卵類・牛乳・大豆製品・緑黄色野菜・海藻類・果物・イモ類・油脂類の10食品群について一週間の食品摂取頻度を把握した食の多様性に関する得点評価法を用いた¹⁷⁾。各食品群について「ほぼ毎日食べる」に1点、「2日に1回食べる」・「週に1, 2回食べる」・「ほとんど食べない」は0点を与え10点満点としている。熊谷らの解析は3点以下の群、4～8点の群、9点以上の群の3群で行っており、3点以下の群を基準とすると4～8点の群と9点以上の群はともに生活機能の自立度が高いという結果を報告していることから、本研究においては食品摂取の多様性4点以上を食品摂取の多様性有とした。

4. 解析方法

3回の調査を全て受けた103人を解析対象者とし、身体計測についての解析は男女別に行った。また、自記式質問紙調査項目についてはすでに男女差がないことが報告されているため、男女一緒に解析した。

III 結 果

対照群と運動介入群別に3か月ごとの身体計測値を男女別にそれぞれ表2と表3に示した。男女ともに初回調査時において対照群と運動介入群の値は有意差を認めなかった。身長、体重、体脂肪、BMI

表2 男性対象者における対照群と運動介入群別に見た測定値の3か月ごとの特徴

	対照群 (n=16)			運動介入群 (n=10)		
	初回	3か月	6か月	初回	3か月	6か月
身長 cm	161.8± 3.9	161.6± 4.1	161.7± 4.0	160.8± 3.6	160.6± 3.2	160.7± 3.2
体重 kg	55.8±10.4	55.5±10.4	56.6±10.2	58.1± 9.7	58.1± 9.8	59.2± 9.3
体脂肪率 %	16.7± 8.6	16.8± 8.3	18.0± 8.2	21.1± 6.8	22.1± 7.5	21.9± 7.2
BMI kg/m ²	21.3±10.4	21.3± 4.0	21.7± 3.8	22.6± 4.1	22.6± 4.1	23.0± 4.1
腹囲 cm	81.2±11.0	80.6±10.8	81.9±10.9	85.1± 9.4	85.9±10.8	84.5±10.3
上肢筋肉量 kg	4.5± 0.5	4.5± 0.5	4.4± 0.5	4.4± 0.5	4.3± 0.5	4.3± 0.5
下肢筋肉量 kg	14.6± 2.1	14.5± 2.3	14.1± 1.8	14.4± 2.5	14.2± 2.3	14.2± 2.7
四肢筋肉量 kg	19.2± 2.5	19.0± 2.7	18.5± 2.3	18.8± 3.0	18.5± 2.8	18.5± 3.1
補正四肢筋肉量 kg/m ²	7.3± 0.9	7.3± 1.0	7.1± 0.8	7.3± 1.2	7.2± 1.1	7.2± 1.3
握力 kg	30.6± 5.7	31.7± 4.9	31.3± 5.2	31.6± 6.8	30.4± 5.8	32.7± 6.6
長座体前屈 cm	24.8± 9.5	23.9± 8.4	22.8± 8.4	25.3± 8.2	22.9± 7.5	25.6± 6.6
開眼片足立ち 秒	41.7±49.7	43.5±49.4	34.7±43.6	23.9±38.1	22.7±24.6	31.6±41.7
反復立ち座り 秒	9.5± 2.2	8.2± 2.0	8.1± 2.1	9.1± 2.9	8.6± 2.3	8.7± 1.7
SPPB 点	11.7± 0.6	11.8± 0.6	11.8± 0.4	11.3± 1.9	11.7± 0.7	11.8± 0.6
スティフネス値	82.1±18	85.4±19.4	87.3±20.4	80.0±14.1	82±12.6	83.7±13.4
唾液水分量	29.8± 1.7	29.6± 2.2	30.4± 1.6	29.0± 2.0	28.8± 3.1	31.0± 1.3
咀嚼ガム a*	25.1± 2.7	26.3± 3.6	29.7± 3.1	25.1± 6.4	27.0± 6.8	30.3± 4.6

表3 女性対象者における対照群と運動介入群別に見た3か月ごとの測定値の特徴

	対照群 (n=38)			運動介入群 (n=39)		
	初回	3か月	6か月	初回	3か月	6か月
身長 cm	149.9± 5.5	149.8± 5.4	149.7± 5.4	152.2± 5.3	152.2± 5.3	152.4± 5.3
体重 kg	49.0± 8.6	49.3± 8.3	49.2± 8.3	51.5± 6.9	51.5± 6.7	51.5± 6.9
体脂肪率 %	27.1± 9.2	28.1± 8.9	27.8± 8.4	28.3± 6.6	28.9± 6.4	29.2± 6.2
BMI kg/m ²	21.8± 3.5	22.0± 3.4	22.0± 3.4	22.3± 2.8	22.2± 2.7	22.2± 2.7
腹囲 cm	82.8±10.8	83.7±10.1	83.2±10.7	84.9± 8.2	85.6± 7.5	84.3± 7.9
上肢筋肉量 kg	3.1± 0.5	3.0± 0.4	3.0± 0.5	3.2± 0.4	3.1± 0.4	3.1± 0.4
下肢筋肉量 kg	10.9± 1.3	10.5± 1.3	10.3± 1.3	11.4± 1.4	10.9± 1.2	10.6± 1.3
四肢筋肉量 kg	13.9± 1.7	13.4± 1.7	13.3± 1.8	14.6± 1.7	14.0± 1.5	13.7± 1.6
補正四肢筋肉量 kg/m ²	6.2± 0.6	6.0± 0.6	5.9± 0.6	6.3± 0.7	6.1± 0.6	5.9± 0.6
握力 kg	22.1± 4.1	22.1± 3.8	22.3± 3.9	21.7± 3.8	23.2± 3.2	23.4± 3.4
長座体前屈 cm	32.2± 8.0	34.1± 8.8	33.9± 8.3	34.3± 8.6	35.5±10.2	37.3± 9.5
開眼片足立ち 秒	34.5±39.9	32.0±39.2	29.5±32.5	37.8±39.2	29.6±32.8	30.2± 9.5
反復立ち座り 秒	8.7± 1.9	7.8± 1.9	8.4± 2.2	9.4± 2.6	8.5± 2.2	8.1± 1.8
SPPB 点	11.7± 0.6	11.8± 0.4	11.9± 0.4	11.6± 0.8	11.8± 0.7	11.9± 0.6
スティフネス値	72.2±14.1	73.1±12.9	73.0±11.0	73.9±13.0	76.3±13.7	75.8±15.2
唾液水分量	29.3± 2.2	29.6± 3.2	29.4± 1.8	29.6± 1.9	27.9± 3.7	30.4± 2.5
咀嚼ガム a*	24.0± 3.6	27.0± 3.9	29.8± 3.3	22.6± 4.9	25.2± 5.8	28.7± 4.2

については男女とも対照群も運動介入群も経時的な有意差を認めなかった。腹囲においては有意ではないが、男女とも運動介入群において減少傾向であることが伺えた。筋肉量は男女ともにどちらの群も減少する傾向が示唆された。身体機能に関しては握力において有意に (P=0.01) 運動介入群の方が増加することを認めた。その他は長座体前屈において運動介入群の方が値は増加する傾向を示した程度で、有意差は認めなかった。

次に、表4において介護予防チェックリストを用いた要介護関連因子との関係について対照群と運動介入群別に示した。初回調査時において介護予防対象者に該当する者の割合はうつ、栄養、閉じこもりにおいて非常に少ないことが明らかとなった。また、運動については、初回介護予防対象者であった者のうち、6か月後に介護予防対象者から外れた者の割合が高いことを示した。その他口腔、認知症については6か月後の介護予防対象者から外れた割合は対照群と運動介入群で有意差は認めなかった。

表5には老研式活動能力指標を用いた生活機能と栄養・食習慣との関係について対照群と運動介入群別に示した。対照群において知的能動性障害有に該当する者は初回19人だったが6か月後には14人に減少した。同様に運動介入群でも8人から5人に減少した。社会的役割障害有の者は対照群では初回20人で6か月後に変化は認めなかったが、運動介入群では13人から7人と有意に減少した (p<0.05)。栄養・食習慣については食品摂取の多様性無の者が運動介入群では初回23人から18人に減少した。

表 4 対照群と運動介入群別にみた介護予防チェックリストの各項目該当者の6か月後の経過

質問項目	初回介護予防対象者	6か月後介護予防対象から外れた者
うつ		
対照群 n = 54	1	0
運動介入群 n = 49	0	0
運動		
対照群 n = 54	11	5 (45.5%)
運動介入群 n = 49	9	6 (66.7%)
口腔		
対照群 n = 54	12	6 (50.0%)
運動介入群 n = 49	10	4 (40.0%)
栄養		
対照群 n = 54	6	6 (100%)
運動介入群 n = 49	1	1 (100%)
閉じこもり		
対照群 n = 54	2	1 (50%)
運動介入群 n = 49	0	0
認知症		
対照群 n = 54	18	6 (33.3%)
運動介入群 n = 49	14	5 (35.7%)
総合		
対照群 n = 54	1	1 (100%)
運動介入群 n = 49	0	0

表 5 対照群と運動介入群別に見た老研式活動能力指標と栄養・食習慣の変化

	対照群 n = 54		運動介入群 n = 49	
	初回	6か月後	初回	6か月後
老研式活動能力指標				
手段的自立障害有	1	2	0	0
知的能動性障害有	19	14	8	5
社会的役割障害有	20	20	13	7
生活機能総合障害有	29	27	16	10
栄養・食習慣				
NSI 栄養リスク有	14	15	12	12
食品摂取の多様性無	22	24	23	18

IV 結 論

本研究では全身振動機器による運動効果を検討し、握力以外の身体計測値には介入効果は認められなかった。一人当たりの運動時間が週2日5-8分であり、運動負荷が少なかったことが原因として考えられる。また、参加した老人福祉センターを利用している高齢者は介護予防対象者に該当する者の割合が少なく、運動介入による介護予防への効果を十分に検討するには至らなかった。本研究の結果を踏まえ、対象者の募集および運動介入の方法を今後の検討課題としたい。

本研究に助成を賜りました総合健康推進財団に深謝いたします。