

# 空手道の定期的な実施が高齢者の重心動揺に及ぼす影響について

## Effect of elderly Karate-do Practice on Center of Gravity

体育学部健康科学科

飯出 一秀

IIDE, Kazuhide

Department of Health Science

Faculty of Physical Education

体育学部体育学科

廣重 陽介

HIROSHIGE, Yosuke

Department of Physical Education

Faculty of Physical Education

**Abstract** : The purpose of this study was to investigate comparison of center-of-gravity sway between elderly karate group and control group. The figure of the center of gravity shake was small in the karate group. karate group and control group difference was found between the total locus length of the body sway meter and the longitudinal direction. The karate group had stable center of gravity.

**Keywords** : karate-do, center of gravity, elderly, fall prevention, Open-eye upright

**要約** : この研究の目的は空手道を習慣的に行っている高齢者の空手グループ（空手群）と高齢の運動習慣の無いグループ（一般群）の両足直立位での重心動揺を調査することである。両群間で差が認められたのは軌跡長とY方向動揺中心偏移平均（前後）の2項目であった。また、重心動揺図の観察では明らかに一般群と比較して空手群での振幅が小さかった。これらの結果から高齢者の空手群は一般群と比較して開眼・両足立位の姿勢では重心動揺図は安定性が高い傾向を示し、軌跡長とY方向動揺中心偏移平均で有意差が認められた。

**キーワード** : 空手道, 重心動揺, 高齢者, 転倒予防, 開眼直立位

### 【はじめに】

内閣府の統計によると我が国の総人口は1億2671万人で、65歳以上の人口は3515万人であり、65歳以上は総人口の27.7%と超高齢化社会となっている。さらに65歳以上を男女別に分類すると男性は1526万人で女性は1989万人となり、その比は3対4となっている。また、高齢化率は我が国では1998年代までは下位で1990年代は中位であったが、2005年には最も高い水準となり、今後も高齢化率は高水準を維持していくと見込まれている<sup>5)</sup>。このため、介護予防は重要な社会問題となっている。

介護予防とは「要介護状態の発生をできる限り防ぐ（遅らせる）こと、そして要介護状態にあってもその悪化をできる限り防ぐこと、さらには軽減を目指すこと」と定義されており、その意味は「要介護状態になることを抑制・防止するための取り組み」と考えられている<sup>7)</sup>。

介護予防で大きな問題が転倒である。その転倒で65歳以上では年間で30%の高齢者が1度以上の転倒経験

を有し、80歳を超えるとその割合は50%へと上昇している<sup>10)</sup>。転倒が要介護状態をもたらす主な原因では骨折後の不活動、転倒後の恐怖心からの不活動、転倒後の身体的、心理的な生活の質（QOL）の低下が関与すると報告されている<sup>1)</sup>。転倒リスクを高める要因として筋力低下、歩行障害、バランス障害の3つを挙げ、転倒のリスクが無いものに比較し、1.2~2.4倍高いことが分かっている<sup>8)</sup>

一方、空手道は、琉球王国（琉球國）時代の沖縄で発祥した拳足による打撃技を特徴とする武道、格闘技である<sup>12)</sup>。現在ではオリンピック競技となり、スポーツ色が強くなっている。競技には「形」と「組手」に分かれており、形は仮想の相手に対し、攻防の技を一人で行い、技の緩急、力強さ、正確性を競い合う競技となる。組手は一人の対戦相手と向かい合い、技の攻防を行い、ポイントを多く取得した選手の勝ちとなる。

この空手道の動きや技は多種多彩に富んでおり、その中で基本的な動作や基本技を抽出し、介護予防や転倒予防に結びつくのではないかと考えた。しかし、空手

の動きは素早く動くことの特徴が、介護予防、転倒予防に有効かは不明である。ゆえに介護予防・転倒予防に空手道を用いた報告は見当たらない。

【目的】

本研究の目的は空手経験者と運動習慣のない高齢者の両足立位重心動揺を計測し、両者の重心動揺にどのような差が認められるかを検証することとした。

【対象】

対象は本研究の目的についての説明後に同意を得られた高齢者、16名（一般群：男性6名、女性10名、年齢：76.1±6.0歳、身長：155.6±7.9cm、体重：53.8±11.1kg）と空手経験があり、継続して練習を行っている高齢者12名（空手群：男性12名、年齢：66.6±5.4歳、身長：167.7±4.5cm、体重：66.0±9.1kg）である。一般群ならびに空手群の対象者は全員が在宅で自立した生活を送っており、職業についている者やボランティアなどを行っている者も多く、活動的な生活を送っている対象者である。特に空手群は何らかの形で空手の練習を週1回以上行っているグループである（表-1）。

【方法】

一般的身体状況として身長、体重を計測し、その他に係る情報を取得した。その後、重心動揺計（メディキャプチャーズ社製Win Pod: Win pod）を用いて姿勢制御の観点から重心動揺を定量的に測定した。被験者は開眼、両足立位で左右足間を10cmの間隔で、直立位とした。両手は対側に自然にたらし楽な姿勢を保持するように指示した。重心動揺計の最後尾と足趾の方向・位置を規定したテープを張り、被験者全員がほぼ同様の指定場所（Pod: Win pod上）での計測を60秒間で行った（図-1）。

測定項目は 1) 重心動揺図、2) 軌跡長 (mm)、3) 矩形エリア (mm<sup>2</sup>)、4) X軸方向動揺中心偏移平均 (mm)、5) Y軸方向動揺中心偏移平均 (mm)、6) 面積 (cm<sup>2</sup>) の6項目である。1) 重心動揺図は直立における重心動揺の全体像を観察するものである（図-2、3）。2) 軌跡長は測定時間内に重心点の移動した全長であり、約60秒における水平面上における動揺軌跡距離であり、身体動揺の不安定さの指標となる。3) 矩形エリアは動揺の最大幅で囲まれる長方形の面積である。4) X平均は「X軸方向動揺中心偏移」で左右方向の動揺の程度である。5) Y平均は、Y軸方向動揺中心偏移で前後方向の動揺の程度を表すものである。6) 面積は外周面積による評価で、最も外側の部分を評価する。

表-1 被検者身体特性

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	空手段位(段)	空手歴(年)
一般群	76.1	155.6	53.8	—	—
(n=16)	6.0	7.9	11.1	—	—
空手群	66.6	167.7	66.0	4.8	41.0
(n=12)	5.4	4.5	9.1	2.0	13.7

上段: mean, 下段: SD ※ 空手群のみ取得段位・空手歴を記載 ※、※※=p<0.05

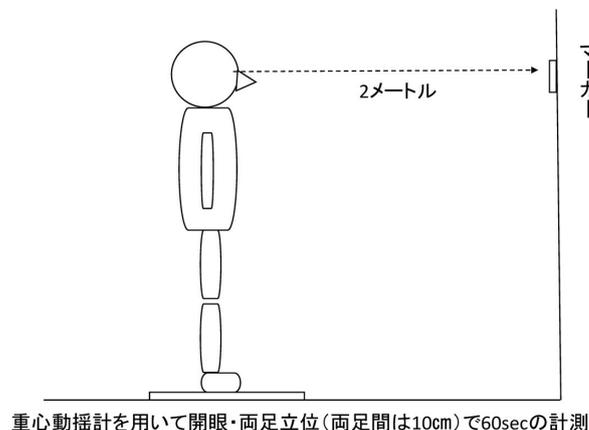


図-1 重心動揺計測方法

【統計処理】

統計処理にはStudent's t testを用いて重心動揺図を除き、空手群と一般群での重心動揺の2)~6)の5項目の記録を比較した。有意水準は5%未満とした。

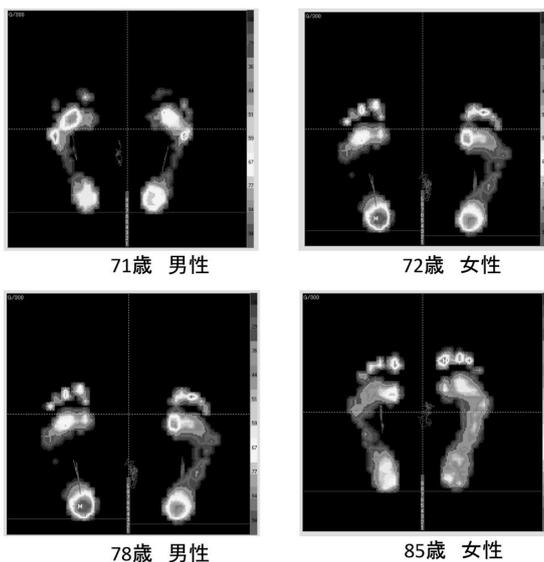
【結果】

1) 直立における重心動揺図では空手群に比べ、一般群では前後の振幅が大きいのが確認できる(図-2, 3, 各群4名ずつの代表的な動揺図)。2) 軌跡長では一般群は $435.9 \pm 697.5\text{mm}$ であったのに対し、空手群では $61.8 \pm 741.4\text{mm}$ と有意差が認

表-2 重心動揺計測結果

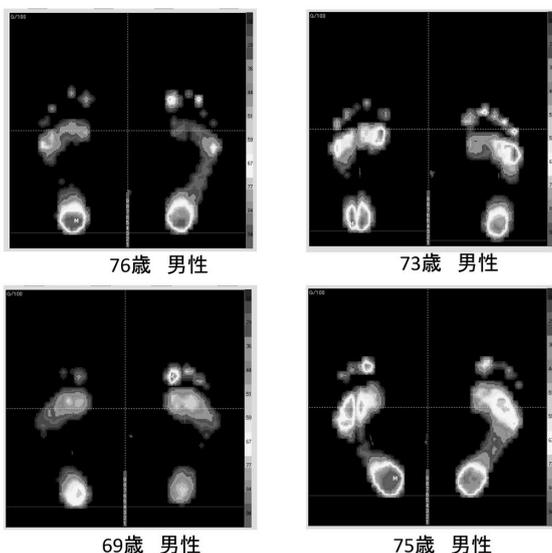
	軌跡長(mm)	矩形エリア(mm <sup>2</sup> )	X平均(mm)	Y平均(mm)	面積(cm <sup>2</sup> )
一般群	435.9	7984.0	2.1	-67.6	161.3
(n=16)	697.5	12774.3	33	-1082	2581
空手群	61.8	75.9	11.8	-104.6	177.0
(n=12)	741.4	910.9	141.8	-1255.1	2124.0

軌跡長=測定時間内に重心点の移動した全長、矩形エリア=動揺の最大幅で囲まれる長方形の面、X平均=左右方向の動揺、Y平均=前後方向の動揺、面積=外周面積で最も外側の部分評価  
 上段:mean,下段:SD ※、※※=p<0.05



開眼・両足立位、1分間での重心動揺図。足底部中心および左右足底部に重心動揺を示す。空手群に比較して前後動揺が見られる。

図-2 一般群 重心動揺図



開眼・両足立位、1分間での重心動揺図。足底部中心および左右足底部に重心動揺を示す。一般群に比較して動揺は少ない。

図-3 空手群 重心動揺図

められた ( $p < 0.01$ )。3) 矩形エリアでは一般群で  $7984.0 \pm 127743 \text{mm}^2$  で空手群では  $75.9 \pm 910.9 \text{mm}^2$  と差は認められなかった。4) X方向動揺中心偏移平均 (mm) では一般群で  $2.1 \pm 33 \text{mm}$ , 空手群では  $11.8 \pm 141.8 \text{mm}$  で差は認められなかった。5) Y方向動揺中心偏移平均 (mm) では一般群で  $-67.6 \pm 1082 \text{mm}$  で空手群では  $-104.6 \pm -1255.1 \text{mm}$  と有意差が認められた ( $p < 0.01$ )。6) 面積では一般群で  $161.3 \pm 2581 \text{cm}^2$  で、空手群では  $177.0 \pm 2124.0 \text{cm}^2$  と差は認められなかった (表-2, 図-2・3)。両群間で差が認められたのは2) 軌跡長と5) Y方向動揺中心偏移平均の2項目であった。

### 【考察】

Gillespieらは運動別による転倒予防効果の違いを報告している<sup>3)</sup>。運動の種類を1) 歩行, バランスと機能訓練, 2) 筋力増強/抵抗運動, 3) 3D訓練 (3次元方向の一定した繰り返しの運動: 太極拳, スクエアステップなど), 4) 一般的な身体運動, 5) 柔軟, 6) 持久力訓練に分類した場合, 複数の要素を複合したプログラムが有効であるとしており, 単独のプログラムでは効果が期待できないとしている。また, 単一のプログラム効果を認めるのは太極拳のみであるとしている。

空手道の動きの特徴を分析してみると, 空手道の練習は3つに大きく分類することができる。1) 基本, 2) 組手, 3) 形であり, 1) 基本は①その場基本 (その場で突き・蹴り・受けを行う) と②移動基本 (その場基本での技を移動しながら行う) の2つがある。2) 組手は①約束組手 (2人で向かい合い, 攻防条件を指定して技の攻防を行う) と②自由組手 (条件の指定なしに自由に技の攻防を行う) の2つがあり, 3) 形は技の攻防を仮想の敵に対して1人で行う練習法である。組手練習の特徴は前後動作が多く, スピードも速い。形練習の特徴は四方の仮想敵に対して技の攻防を行う1人での練習であり, 前後左右の動作となり, スピードは緩急が混在している。空手道の形の動きは太極拳に類似しているところもあり, 前後左右や回転, ジャンプの動きを展開する。大きな違いとすると太極拳はゆっくりとした動作が中心となるが, 空手道の形は緩急を織り交ぜた動きとなる。さらにProvinceらはバランス能力向上に有効な運動の条件として3つの条件をあげている。1) 自分の体重がかかる (立位での) 運動であること。2) 水平方向 (前

後左右) への素早い運動を含み, 身体と頭部 (眼球運動) の相互作用があること。3) 垂直方向 (上下) の振幅運動を含み, 大腿部と股関節周辺の筋群が働くこと<sup>9)</sup> である。空手道は1) 立位で行う運動であり, 様々な動きで抗重力筋を使って外乱刺激に対する姿勢制御の反応を高めることが可能であるといえる。2) 水平方向 (前後左右) への素早い運動では, 格闘技の基本である四方の敵を想定しており, 特に太極拳には無い素早い動きが前後左右に含まれている。転倒で特に多い前方方向には前屈立ちが含まれており, 重篤な障害を引き起こす側方や後方へ, とっさに一步を踏み出す運動では, 「四股立ち」や「猫足立ち」, 「鷺足立ち」などが含まれている。3) 垂直方向 (上下) の振幅運動も空手道の基本立ちで, 前述した前屈立ち, 四股立ち, 猫足立などその代表例である。このように空手道は転倒予防に有効な運動の条件をすべて満たしているといえる。

今回の研究は定期的に空手の練習を行っている高齢者空手グループと特に運動習慣はないが, 在宅で自立した生活を送る一般高齢者グループの重心動揺の比較を行った。結果として軌跡長とY方向動揺中心偏移平均 (前後方向) で有意差が見られた ( $p < 0.01$ )。これは重心動揺の動揺軌跡の長さと同様前後方向の動揺に差が見られたことになる。若年者と高齢者の重心動揺を比較した研究<sup>4) 13)</sup> や, 健常高齢者の重心動揺の研究<sup>6) 11)</sup> では, 軌跡長での距離が大きくなり, 前後方向の成績では高齢者は大きくなるが, 左右方向にはあまり変化が見られないとの報告がある。本研究における結果も同様な結果が得られていることから, 空手群は一般群に比較して重心動揺が少なく, 安定しているといえる。また, 高齢者は前後方向より, 左右方向の成績が優秀である。その理由として高齢者は膝の屈伸による重心調節が上手く行えないからであり, 高齢者と若年者の前後方向のバランス保持の傾向を調べた研究では<sup>13)</sup>, 高齢者は体幹を用いたバランス保持に対し, 若年者は膝の屈伸により調節していることが分かった。よって前後方向の成績が左右方向の成績に対して悪い結果になったと考えられている。このように重心動揺に影響を及ぼすものとして膝屈伸の使い方が影響しているとの報告から, 重心動揺を抑えていると考えられ, 空手群の重心動揺の少ない理由として膝屈伸を使い, 動揺を抑えているものと思われる。

重心動揺の年齢変化では60歳前後を境にして明らかな変化を認めることが多い。重心動揺軌跡長では幼児・児童期に比べ, 20歳~50歳代で著しく短縮した

後、加齢とともに再び増加する<sup>6)</sup>。このように60歳以上では顕著に増加するとしている<sup>2)</sup>。

本研究において空手群では平均年齢66.6歳であり、一般群では76.1歳と一般群のほうが高齢であること認められ、今回の計測結果に影響した可能性がある。また体重に関しても両群間で差が認められた。今回の実験では年齢、体重の両群間での違いが結果に影響した可能性がある。体重に関しては一般群で女性被検者が入っており、分離せずに検定を行った結果ではないかと推察する。被検者の身体特性をある程度揃える必要があった。しかし、両群の直立における重心動揺の全体像の観察での重心動揺図で、ほぼ同年代の被検者を揃えて比較したところ、明らかに同年代での空手群の重心動揺の全体像の振幅が少ないのが観察される(図-2, 3)。

#### 【今後の課題】

今回は開眼による静的両足立位の重心動揺に着目したが、差は見られたものの大きな差は認められなかった。重心動揺計での計測姿勢をさらに難しい開眼(閉眼)片足立位で行うことによりその差が明確になるものと考えられる。また、一般群では男女の被検者を分離せずに検定を行ったが、さらに被検者数を増やし、空手群、一般群の男女別で行う必要がある。被検者数の問題は今後さらにデータを収集していくもので解決できると考えている。空手群の高齢者は70歳以上になるとほとんどが練習を行っておらず、空手群の被検者探しに時間を要す。年齢を60歳代にすることで解決できるのではないかとと思われる。重心動揺計でのデータ収集だけでなく、重心動揺に関係するFunctional Reach TestやTimed Up & Go Testなどのバランスや歩行能力に関わるテストの追加が必要であると考えられる。また、静的バランスでの重心動揺だけでなく、動的重心動揺の測定も必要と考える。今後、転倒予防と空手道を結び付けて考えるにはさらなる多くの検討が必要である。

#### 【まとめ】

高齢者の空手群と一般群の重心動揺の比較を重心動揺計で計測を行った。両群間で差が認められたのは②軌跡長と⑤Y方向動揺中心偏移平均(前後)の2項目であった。①重心動揺図の観察では明らかに一般群と比較して空手群での振幅が小さかった。

これらの結果から高齢者の空手群は一般群と比較して開眼・両足立位の姿勢では重心動揺図から安定性が高い傾向を示し、軌跡長とY方向動揺中心偏移平均で差が認められた。

#### 参考文献

- 1) Centers for Disease Control and prevention. Falls among older adults: An overview. 2013. Available at: <http://cdc.gov/homeandrecreationsafety/falls/adultfalls.html>. Accessed August 16, 2019.
- 2) 藤原勝男, 池上晴夫 立位姿勢における身体動揺の周波数成分の加齢変化 姿勢研究 4 : 81-149, 1984.
- 3) Gillespie LD, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. Coghance Database of Systematic Reviews 2012.
- 4) 後藤昭信, 宮下善和, 平林千春, 田口喜一郎 高齢者の直立重心動揺の特徴について - 身体動揺の研究 第27報 - Equilibrium Res Vol. 48 (2) pp138-143, 1988.
- 5) 平成30年版高齢社会白書(概要版) 第1節 高齢化の状況 - 内閣府 [www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w.../1s1s\\_01.pdf](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w.../1s1s_01.pdf)
- 6) 今岡 薫, 村瀬 仁, 福原美穂 重心動揺検査における健常者のデータ集計 Equilibrium Res Vol. 56 (suppl 12) : 1-84, 1997.
- 7) 介護予防マニュアル改訂委員会(平成24年3月) 介護予防マニュアル改定場第1章 1-37.
- 8) Parry SW, Deary V, Finch T, Bamford C, Sabin N, McMeekin P, O'Brien J, Caldwell A, Steen N, Whitney SL, Macdonald C, McColl E, The STRIDE (Strategies to Increase confidence, Independence and Energy) study: cognitive behavioural therapy-based intervention to reduce fear of falling in older falls living in the community-study protocol for a randomised controlled trias 15: 210, 2014. doi: 10.1186/1745-6215-15-210.
- 9) Province MA, Hadlly EC, Hornbrook MC, et al Theeffects of exercise on falls in elderly patients: aprepalanned meta-analysis of the FICSIT trials. JAMA, 273: 1341-1347, 1995.
- 10) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med 319: 1701-1707, 1988.

土井：10.1056/ NEJM198812293192604.

- 11) 時田 喬, 宮田英雄, 青木光広 高齢者の重心動揺—ピーク面積—周波数スペクトルによる検討—  
Equilibrium Res Vol. 73 (3) pp127-138, 2014.
- 12) ウィキペディア 空手道 (2019年12月3日現在)  
<https://ja.wikipedia.org/wiki/>
- 13) 好川鉄平 重心動揺計を用いた静的動的立位  
バランスの変化 Biomedical Fuzzy Systems  
Association Vol. 6, No. 1, pp85-89, 2004.