

【原 著】

太極拳ゆったり体操の3か月継続は心臓足首血管指数を
改善するか？ 無作為化比較試験

森 耕平^{1,2)} 野村 卓生^{1,2)} 明崎 禎輝^{1,2)}
片岡紳一郎³⁾ 中俣 恵美^{1,2)} 浅田 史成⁴⁾
森 禎章¹⁾ 甲斐 悟^{1,2)} 渡辺 正仁¹⁾

1) 関西福祉科学大学保健医療学部 2) 関西福祉科学大学スポーツリハビリテーション研究室
3) 笹生病院リハビリテーション科 4) 大阪労災病院勤労者予防医療センター

【要約】目的：太極拳ゆったり体操は、虚弱高齢者の身体機能改善に効果が認められた体操である。しかしながら、本体操の動脈硬化性疾患への予防効果は明らかではない。本研究の目的は、太極拳ゆったり体操の継続が、動脈スティフネスに及ぼす影響を検証し、動脈硬化性疾患に対する予防効果を検討することである。

方法：対象は60歳以上の高齢者47名である。対象者を介入群24名と対照群23名に無作為に割り付けた。介入群に対して3か月間、週1回の頻度で太極拳ゆったり体操教室の提供を行った。また、自宅でも体操を行うことを指導した。一方、対照群には何の介入も行わなかった。介入前後には、心臓足首血管指数(CAVI)、身体組成および身体機能の測定を行った。解析対象は、3か月後まで追跡調査が行えた介入群24名、対照群22名であった。介入前後の比較には繰り返しのある二元配置分散分析を用い解析を行った。

結果：介入群の体操実施回数の平均は 2.9 ± 1.3 回/週であった。3か月間の介入前後で、CAVIおよび握力に交互作用を認め(それぞれ、 $F = 4.41, P = 0.04$; $F = 8.33, P < 0.01$)、介入群においてCAVIは 8.52 ± 0.93 から 8.24 ± 0.89 へ有意に低下した。握力は 27.5 ± 5.8 kgfから 28.7 ± 6.2 kgfへ有意に向上した。一方、対照群では有意な変化を認める項目はなかった。

結論：太極拳ゆったり体操は高齢者に適した低強度運動であり、1週間に約3回、3か月間の継続は動脈伸展性の改善に効果的である(UMIN試験ID: UMIN000006991)。

Key words : 太極拳ゆったり体操, 動脈硬化, CAVI, 高齢者

1. 緒 言

日本において、動脈硬化が主な病因となる心疾患や脳血管疾患による死亡は全死因の25.4%を占め¹⁾、また、これら動脈硬化性疾患が原因で要介護状態となるものも全要介護者の27.3%と多くの割合を占めている²⁾。加齢に伴い動脈硬化性疾患の発症率が高くなることは明白であり、高齢者の健康寿命を伸ばし、生活の質を高めていくためには、介護予防とともに動脈硬化性疾患の予防を総合的に展開していくことが必要であると考

えられる。

従来より、動脈硬化性疾患のリスク評価には、血圧、糖・脂質代謝などの指標が用いられているが、近年、動脈の硬さをより直接的に評価する指標として脈波伝播速度(pulse wave velocity; PWV)も広く用いられている。しかしながら、PWVは測定時の血圧に依存して変動することなどから、真の動脈の硬さを反映しているかについては議論が多い。このことを踏まえ、血圧に依存しない動脈硬化指標として心臓足首血管指数(cardio-ankle vascular index; CAVI)が開発された³⁾。CAVIは、冠動脈病変⁴⁾・脳血管疾患⁵⁾の有無を強く反映し、またメタボリックシンドロームを構成する動脈硬化の危険因子保有数が増えるにつれ有意に上昇する⁶⁾ことが明らかにされている。また、脂質降下薬、インスリン治療などの薬物療法や、減量、運

連絡先：野村卓生，関西福祉科学大学保健医療学部，〒582-0026 大阪府柏原市旭ヶ丘 3-11-1，tnomura@fukusi-kagk-u.ac.jp

投稿日：2013年2月10日，受理日：2013年8月22日

動、禁煙などの生活習慣の改善により CAVI が低下することが報告されており⁷⁾、運動療法・食事療法・薬物療法などのより鋭敏な治療評価指標としても期待されている。

身体活動量は心疾患⁸⁾や脳血管疾患⁹⁾などの罹患率と関連することから、動脈硬化進展のリスクを軽減するうえで、運動を中心とした生活習慣改善の必要性が頻繁に提唱されている。中高齢者に適した運動と考えられている太極拳は、1950年代に中国政府が主要な型を統合した「簡化太極拳24式」を制定以降、世界的に普及しており¹⁰⁾、バランス能力の向上、最大筋力や筋持久力の向上、有酸素運動能力の向上、骨塩量減少の予防、転倒予防など、多様な効果が示されている¹¹⁻¹⁵⁾。一方、太極拳の一部の型では最大筋力の100%を要求される動きもあり、身体機能・能力が低下した虚弱高齢者には、安全性の面からも適応が困難であった。そこで、福島県喜多方市では、福島県立医科大学医学部公衆衛生学講座等と共同で、太極拳の要素を取り入れつつ、身体機能の低下した虚弱高齢者にも適応可能なものとして「太極拳ゆったり体操」を開発し、科学的に介護予防効果の検証を進めてきた。これまでに、身体機能・能力の向上¹⁶⁾、新規要介護認定発生の抑制¹⁷⁾などの効果が検討され、介護予防に有効な運動として効果が実証されたものである。

しかしながら、運動器の機能向上を中心とする介護予防効果を示す報告はあるが、その効果をCAVIなどの動脈硬化関連指標の変化から示した報告はない。介護予防だけでなく、動脈硬化性疾患の予防にも効果的な介入手段を確立することができれば、高齢者の健康維持・増進に大きく寄与するものと考えられる。

本研究の目的は、太極拳ゆったり体操の継続が動脈硬化関連指標であるCAVIに及ぼす影響を検証し、太極拳ゆったり体操の動脈硬化性疾患に対する予防効果を検討することである。

2. 方 法

2-1. 対象

大阪府柏原市および柏原市旭ヶ丘区長会を通して、関西福祉科学大学近辺に居住する60歳以上の高齢者を募集し、2011年12月に事前説明会を実施して口頭と文書で本研究に関する説明を行った。本研究の対象の除外基準は、1) 医師から運

動を実施することについて適応外と判断された者、2) 独歩が不可能な者、3) 日常生活に著しい制限を有する者、4) 重篤な循環器・呼吸器疾患を有する者、5) 急性および慢性の運動器疾患を有し加療中の者、6) 上・下肢の重篤な運動機能障害を有する者、7) 心筋梗塞、脳卒中を最近6か月以内に起こした者、8) 重篤な感染症に罹患した者、9) その他、研究者が対象として不相当と判断した者とした。

対象の除外基準に該当しなかった説明会参加者に対して、更に本研究の詳細を説明し、同意書の提出をもって同意の得られた47名(女性37名、年齢 69.2 ± 4.8 歳(60~81歳)、body mass index (BMI) 24.2 ± 3.9 kg/m²(16.6~33.6 kg/m²))を研究対象とした。対象を性別で層別化した後、コンピュータによる乱数発生プログラムを用いて介入群と対照群に無作為に割り付けた。対象者の割り付けは介入および評価を担当しない共同研究者が行った。

2-2. 研究デザイン

本研究は、試験名「地域在住高齢者に対する太極拳ゆったり体操プログラムの介護予防効果」(UMIN 試験ID: UMIN000006991)で、3か月間の介入の効果を無作為化比較デザインで検証した報告である。

本研究デザインは太極拳ゆったり体操の介入効果を多角的に検証した探索的研究であり、主要評価項目を事前に設定して行った検証的研究ではない。ただし、本報告を行うにあたり、CAVIを主要評価項目とした場合のサンプル数の妥当性は以下のように検討した。運動とCAVIの関係を検討した研究¹⁸⁾を参考に、CAVIの低下量を介入群で0.3、対照群で0と仮定した。更にCAVI低下量の標準偏差を0.4、 α エラーを両側5%、検出力80%でサンプル数は各群28名ずつと算出され、本研究のサンプル数はCAVIを主要評価項目として検証するためにおおよそ十分なサンプル数であると考えられた。

なお、本研究の盲検化に関しては、介入者および被介入者(対象者)については盲検化を行わず、評価者についてのみ盲検化を行った単盲検無作為化比較試験である。評価は、測定マニュアルを作成し測定方法を統一したうえで、介入の有無を知らない研究協力者によって実施された。

2-3. 介入プログラム

介入群に対して、2012年1月～3月までの3か月間にわたり週1回の頻度で計12回の太極拳ゆったり体操教室の提供を行った。太極拳ゆったり体操は座位バージョンと立位バージョンからなり、椅子を用いて転倒を防止し、虚弱高齢者にも適応可能なように作成されている。運動の特徴は、太極拳の特徴ともいえる「連続した動作」「ゆっくりとした動作」という有酸素運動の特徴と、中腰姿勢の保持といった下肢に対するレジスタンス運動の特徴をもっている。体操教室は、始めの約10分間を準備運動、次の約20分間を座位バージョン、約10分間の休憩の後、約20分間の立位バージョンを行う計60分を標準とした。教室では太極拳ゆったり体操の映像を流しながら、参加者が体操の動作を模倣できるように、理学療法士1名が動作の説明・指導を行い、2～3名の理学療法士が教室内を回り指導を行った。また、太極拳ゆったり体操を撮影したDVDあるいはVHS-video、およびパンフレットを参加者に配布し、1日1回、自宅でも体操を行うことを指導した。1回の体操実施は30分以上とするよう指導し、座位バージョン・立位バージョンの体操種類の選択は本人の自由とした。自宅での体操の実施の支援に関しては体操の実施を促すため、先行研究¹⁹⁾を参考に行動科学的理論に基づき、いつも目につく個所に体操の実施を促すポスターを掲示させた。なお、介入期間中は対照群には何の介入も行わなかったが、2012年4月から同様の介入を実施した。本研究は、関西福祉科学大学研究倫理委員会の承認(11-07, 2011年12月26日)を得て実施した。

2-4. 調査および評価項目

主要評価項目をCAVIとし、副次評価項目を身体組成、身体機能・能力とした。評価は介入前および介入3か月後に行った。また、介入前の基本属性の調査、介入群に対して介入期間中の自宅での体操実施状況およびリスクイベントの調査を行った。

2-4-1. 基本属性

性別、年齢、身長、体重、BMI、運動習慣の有無を調査した。ここでいう運動習慣とは、国民健康・栄養調査で定義される「1回30分以上の運動を週2日以上実施し、1年以上継続している者」とし、質問紙を用い調査を行った。

2-4-2. CAVI

動脈硬化関連指標の評価には、血圧脈波検査装置 VeSeraVS-1500(フクダ電子社製)を用い、CAVIを測定した。同時に足関節上腕血圧比(ankle brachial pressure index; ABI)、収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数を測定した。

CAVIは心臓-足首間PWVをstiffness parameter β 理論^{20,21)}を基にBramwell-Hillの式²²⁾を応用することで血管の硬さを定量化した動脈硬化指標である。その測定は簡便で非侵襲的であり、健康人22名(平均年齢41歳)を対象に各々5回計測した検証により、変動係数が平均3.8%と再現性に優れた指標である³⁾。8未満を正常、8以上9未満を境界域、9以上を動脈硬化の疑いとする。

測定は、両上腕部および足関節部に血圧測定カフ、第2肋骨胸骨上に心音マイク、両手関節部に心電電極を装着し、左右両側で記録した。室温は22度前後に設定し、静かな環境で背臥位姿勢にて5分以上の安静の後に測定を行い、また、測定誤差を最小限とするため、介入前後の測定は同一測定者が実施し、測定の時間帯も同一とした。CAVIおよびABIは左右で得られた結果より平均値を算出し、収縮期血圧、拡張期血圧は右上腕部での測定値を採用した。

2-4-3. 身体組成

身体組成評価はデュアル周波数体組成計DC-320(タニタ社製)を用い、体重、体脂肪率、脂肪量、筋肉量、BMIを測定した。また腹囲の測定も行った。

2-4-4. 身体機能・能力

身体機能・能力の評価は、筋力(握力、膝伸展筋力)、柔軟性(長座体前屈)、バランス(開眼片脚立位時間、functional reach test; FR)、身体能力(timed up and go test; TUG、10m最大歩行速度)を測定した。

握力(kgf)は、GRIP-D(竹井機器工業社製)を用い、利き手にて測定した。膝伸展筋力は軸足側での測定とし、 μ -TasMF-01(アニマ社製)を使用し、加藤ら²³⁾が報告した固定用ベルトを用いた測定方法に準じて行った。測定は30秒以上の間隔をあけて2回測定し、最大値(kgf)を体重(kg)で除した値を膝伸展筋力値(kgf/kg)とした。なお、軸足とはボールを蹴る際の支持側下肢とした。長座体前屈(cm)は、EKJ09(エバニュー社製)を使用し、文部科学省新体力テストの測定方法に準じて測定した。開眼片脚立位時間(秒)は軸足側での測定とし、裸足にて両手を腰部に当てて片脚を挙上した

姿勢で 120 秒を上限として測定した。測定終了基準は、挙上側下肢が床に接地した時点、支持脚の位置が動いた時点、腰部に当てた手が離れた時点とした。FR (cm) は、對馬ら²⁴⁾が報告した両手での測定方法に準じ、リーチ測定器(オージ技研社製)を使用して測定した。TUG(秒)は、椅子座位から起立し、3 m 先にある目印を回り椅子に着座するという一連の動作をできるだけ速く行い、その所要時間を測定した。測定の開始は、対象者の背中が背もたれから離れた時点、測定の終了は再び座った時点とした。10 m 最大歩行速度は、測定区間 10 m に、予備路 2 m ずつを設けた 14 m の歩行路を用い、10 m の測定区間を最大速度で歩行するのに要する時間を測定した。教示は「走らずにできるだけ速く歩いてください」に統一し、遊脚相にある足部が測定区間始まりのテープ(2 m 地点)を越えた時点から、測定区間終わりのテープ(12 m 地点)を越えるまでの所要時間を計測した。各項目は 2 回測定し、最高値を代表値とした。

2-4-5. 自宅での体操実施状況およびリスクイベントの調査

介入群における自宅での体操実施回数は、自記式の記録用紙を用い、1 週間ごとの体操実施回数を記録させた。介入期間中の転倒の有無、体調変

化の有無は、体操教室参加時に問診にて聴取を行った。

2-5. 解析方法

対象者の基本属性および介入前の各評価項目の群間比較には、名義変数の検定はカイ 2 乗検定あるいは Fisher の正確確率検定を用い、連続変数の検定は Shapiro-Wilk の正規性の検定に基づき、t 検定あるいは Mann-Whitney の U 検定を用いた。

また、介入群と対照群の介入前後の比較には、介入が各評価項目に与える影響を検討するために、各評価項目を従属変数とした繰り返しのある二元配置分散分析を行い、群の要因(介入群、対照群)と時間の要因(介入前後)での交互作用の有無を検討した。交互作用を認めた項目においては、介入前後の変化を検討するため、対応のある t 検定を用い解析を行った。解析には統計解析ソフト IBM SPSS Statistics ver. 19.0 を用い、有意水準は危険率 5%未満で判定した。

3. 結 果

対象者選定のフロー図を図 1 に示す。対象 47 名のうち、本体操プログラムを実施していない対

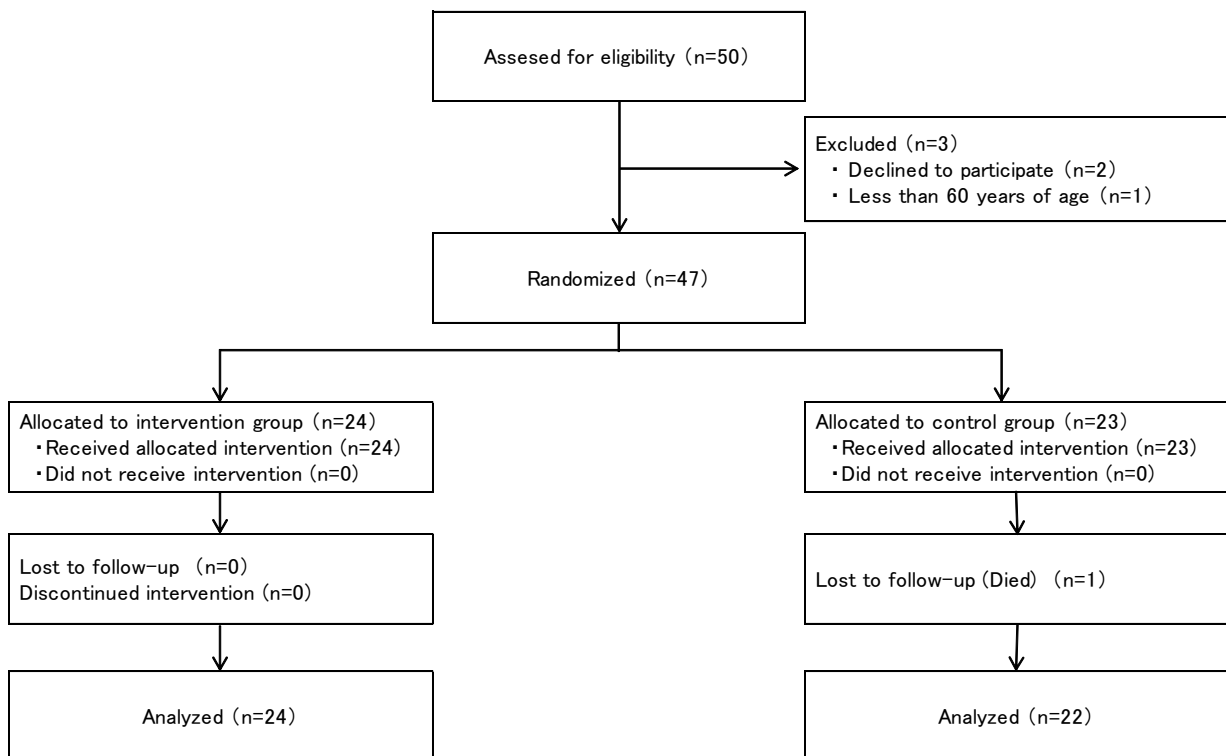


図 1 対象者選定の流れ

表 1 介入群と対照群の基本属性

項目		介入群 (n = 24)	対照群 (n = 22)	P 値
性別 (男 / 女)	(人)	4 / 20	5 / 17	0.71
年齢 (平均 ± 標準偏差)	(歳)	69.8 ± 5.0	68.7 ± 4.7	0.42
身長 (平均 ± 標準偏差)	(cm)	155.5 ± 8.8	152.6 ± 9.6	0.30
体重 (中央値 (最小 - 最大))	(kg)	53.5 (45.6 - 74.7)	54.4 (40.4 - 85.4)	0.37
BMI (中央値 (最小 - 最大))	(kg/m ²)	22.6 (19.2 - 33.6)	23.1 (16.6 - 33.2)	0.88
運動習慣	あり (人)	11	12	0.76

BMI; body mass index

運動習慣あり: 1回30分以上の運動を週2日以上実施し, 1年以上持続している者

照群において急性心不全による死亡例を1名認めため, 介入群24名, 対照群22名の計46名を本研究の解析対象とした。

解析対象者の基本属性を表1に示す。介入前における両群間の性別, 年齢, 身長, 体重, BMI, 運動習慣などの基本属性に有意な差は認めなかった。また, 動脈硬化関連指標等, 身体組成等および身体機能・能力についても, 両群間で有意な差は認めなかった。

介入群において, 介入期間中の体操教室参加回数(全12回)は10.0 ± 2.0回(3~12回), 自宅での体操実施回数は2.1 ± 1.4回/週(0~6回/週)であり, 体操教室と自宅での体操実施回数の合計は2.9 ± 1.3回/週であった。また, 介入期間中, 体操実施中の転倒や心血管イベントの発生は認めなかった。

介入前後の各評価項目の変化を表2に示す。介入前後の検討について, 二元配置分散分析の結果, CAVI および握力に交互作用を認めた(それぞれ, $F = 4.41, P = 0.04$; $F = 8.33, P < 0.01$)。介入群において CAVI は 8.52 ± 0.93 から 8.24 ± 0.89 へ有意に低下, 握力は 27.5 ± 5.8 kgf から 28.7 ± 6.2 kgf へ有意に向上した。また, これらは時間の要因による主効果を認めなかった。一方, 対照群では有意な変化は認めなかった。

4. 考 察

高齢者を対象に太極拳ゆったり体操を用いた3か月間の運動介入が CAVI に及ぼす影響を無作為化比較デザインで検討した。結果, 介入群においてのみ介入3か月後に CAVI の有意な低下が認められた。CAVI の改善は動脈壁の伸展性増大を示しており, 太極拳ゆったり体操を用いた3か月間の運動介入は動脈伸展性の改善に有効であるものと考えられる。

これまでの先行研究により, 運動習慣は加齢に伴う中心動脈伸展性の低下を抑制する効果をもつことが報告されている²⁵⁻²⁸⁾。また, 縦断的な検討においては, 2~6か月程度の比較的短期間の有酸素運動で動脈伸展性の改善が認められると報告されている²⁹⁻³¹⁾。太極拳はバランス能力の改善効果や転倒予防効果のみでなく, その実施により冠動脈バイパス術後患者の最高酸素摂取量の増加³²⁾, 心不全患者の運動耐容能を改善³³⁾させるといった有酸素運動としての効果も報告されており, 太極拳ゆったり体操の実施により動脈伸展性の改善が認められたのは, このような有酸素運動の特性を反映したものと思われる。一方で, 若年者における高強度のレジスタンス運動は動脈伸展性を低下させることが示されてきた³⁴⁾。しかしながら近年, 中強度以下のレジスタンス運動や, 中高齢者に対するレジスタンス運動は動脈伸展性を低下させないことも明らかにされており³⁵⁾, 太極拳ゆったり体操に含まれる中腰姿勢の保持といったレジスタンス運動の特性が動脈伸展性の改善に抑制的に作用することはなかったものと考えられた。

高齢者における動脈壁伸展性の低下は, 動脈の器質的変化(弾性線維の減少や変性, カルシウムや膠原線維の増加), 形態的変化(動脈壁の肥厚), および機能的変化(平滑筋の緊張)などに起因すると考えられている。太極拳ゆったり体操による動脈伸展性改善の機序として, 動脈中膜の器質的あるいは形態的な硬化病変を改善させる可能性はあるが, 本研究のように3か月間という比較的短期間の介入であることを考慮すると, 血管平滑筋の緊張度の変化といった機能的な面での変化を想定することが妥当であると思われる。若年男性を対象とした2か月間の有酸素運動を用いた介入研究³⁶⁾では, 運動に伴う循環血液量の増加が血管壁への適度な力学的刺激(shear stress)となり, 中心動脈

表 2 介入前後の評価項目の変化

評価項目	群	介入前		介入後		交互作用	
		平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差	F 値	P 値
動脈硬化 関連指標 等	CAVI	介入群	8.52 ± 0.93	8.24 ± 0.89*	4.41	0.04	
		対照群	8.29 ± 0.92	8.38 ± 0.95			
	ABI	介入群	1.13 ± 0.07	1.13 ± 0.10	1.93	0.17	
		対照群	1.15 ± 0.07	1.13 ± 0.06			
	収縮期血圧 (mmHg)	介入群	135.7 ± 19.4	137.0 ± 18.6	< 0.01	0.97	
		対照群	138.3 ± 17.3	139.7 ± 19.2			
	拡張期血圧 (mmHg)	介入群	84.7 ± 7.3	85.3 ± 10.8	< 0.01	0.92	
		対照群	85.8 ± 11.4	86.7 ± 10.6			
	心拍数 (回/分)	介入群	72.9 ± 9.1	72.4 ± 6.5	0.05	0.82	
		対照群	72.3 ± 11.0	71.3 ± 12.5			
	身体組成 等	体重 (kg)	介入群	57.9 ± 9.4	57.7 ± 9.2	0.29	0.58
			対照群	57.0 ± 12.4	56.6 ± 12.5		
体脂肪率 (%)		介入群	32.7 ± 7.4	32.0 ± 7.5	0.91	0.34	
		対照群	32.6 ± 8.1	32.3 ± 8.0			
脂肪量 (kg)		介入群	19.1 ± 6.2	18.6 ± 6.0	0.38	0.53	
		対照群	18.9 ± 7.7	18.6 ± 7.7			
筋肉量 (kg)		介入群	36.7 ± 6.6	36.9 ± 6.6	2.04	0.16	
		対照群	36.1 ± 7.9	36.0 ± 7.8			
BMI (kg/m ²)		介入群	24.0 ± 3.7	23.9 ± 3.6	0.38	0.54	
		対照群	24.4 ± 4.4	24.2 ± 4.4			
腹囲 (cm)		介入群	87.4 ± 9.1	86.6 ± 9.4	< 0.01	0.93	
		対照群	87.2 ± 11.3	86.3 ± 10.6			
身体機能・ 能力	握力 (kgf)	介入群	27.5 ± 5.8	28.7 ± 6.2*	8.33	< 0.01	
		対照群	26.8 ± 8.2	26.5 ± 8.5			
	膝伸展筋力 (kgf/kg)	介入群	0.48 ± 0.13	0.50 ± 0.14	0.62	0.43	
		対照群	0.46 ± 0.10	0.49 ± 0.11			
	長座体前屈 (cm)	介入群	37.4 ± 10.1	37.7 ± 9.3	1.38	0.24	
		対照群	34.5 ± 10.7	33.0 ± 12.7			
	開眼片脚立位時間 (秒)	介入群	52.4 ± 45.9	46.8 ± 43.6	< 0.01	0.94	
		対照群	39.3 ± 41.7	29.9 ± 32.7			
	FR (cm)	介入群	29.6 ± 3.8	30.6 ± 3.5	< 0.01	0.92	
		対照群	28.3 ± 5.2	29.0 ± 4.9			
	10 m 最大歩行速度 (秒)	介入群	5.2 ± 1.4	5.0 ± 1.5	0.10	0.74	
		対照群	5.4 ± 1.1	5.1 ± 1.0			
TUG (秒)	介入群	5.5 ± 1.7	5.4 ± 1.9	0.28	0.59		
	対照群	5.5 ± 1.0	5.3 ± 1.0				

CAVI; cardio-ankle vascular index, ABI; ankle brachial pressure index, BMI; body mass index

FR; functional reach test, TUG; timed up and go test

* P < 0.05 介入前後の比較(対応のあるt検定)

伸展性の増大とともに、血管内皮細胞からの血管弛緩物質である一酸化窒素(NO)の放出を高めたり、血管収縮物質であるエンドセリン-1の放出を低下させることが示されている。また、60歳代の中高齢女性においても3か月間の有酸素運動で同様の効果が観察されており^{37,38)}、有酸素運動の性質をもつ太極拳ゆったり体操を用いた運動介入によりCAVIが改善したのは、以上のような血管内皮機能の改善による動脈の機能的変化が関与している可能性が考えられた。

一方、身体機能・能力においては、介入群の握力のみ有意な改善を認めたが、本体操を用いた先行研究^{16,17)}にみられた開眼片脚立位時間・FRなどのバランス能力や10m最大歩行速度などの項目には明らかな改善は認められなかった。本研究の対象者は介入群24名中11名(45.8%)が運動習慣をもつ集団であった。このことは、平成23年国民健康・栄養調査³⁹⁾で示された我が国における運動習慣者の割合(男性:35.0%,女性:29.2%)と比べても高い割合を示しており、また、自ら積極的に体操教室に参加するような活動性の高い集団であったことが推察される。このような集団に対して、座位バージョン・立位バージョンを約20分ずつとした3か月間の本体操プログラムでは、身体機能・能力を向上させるには十分な期間や負荷量でなかった可能性が考えられた。今後、どのような集団に、どれくらいの期間、どの種類の体操を行うことがより効果的であるのかといった、対象者の属性に応じたプログラム内容の検討が必要であると考えられた。

しかしながら、このような低強度の運動介入で動脈伸展性の改善が認められたことは注目すべき結果であると考えられる。動脈伸展性の改善に必要な運動強度に関して、これまで中等強度から比較的高強度の有酸素運動により増大することが、若年者⁴⁰⁾や中高齢者³⁰⁾を対象にした研究により明らかにされている。また、健康の維持・増進、生活習慣病の予防を目的とした厚生労働省の「エクササイズガイド2006」⁴¹⁾においても、3メッツ以上の中等強度以上の身体活動・運動を推奨している。しかし、高齢者の生活習慣病予防・介護予防における運動指導では、運動習慣の乏しいものや身体機能の低下したものを対象にした運動であることを考慮する必要がある。そのため、心肺機能への過負荷や転倒などのリスクを軽減し、また、長期間の運動継続を図るうえでは、運動介入の効

果を維持しながら、低強度の運動であることの意義は大きいと考えられる。

近年、健常成人を対象とした身体活動量計を用いた横断研究⁴²⁾において、若年者や中年者では3メッツ未満の低強度身体活動時間の多寡は動脈スティフネスに関係しないが、60歳以上の高齢者では、低強度活動時間が多い者の動脈スティフネスは少ない者に比べ有意に低いことが示された。また、中高齢女性を対象にした介入研究³¹⁾においても、低強度の運動レーニング(有酸素トレーニングとレジスタンストレーニングの複合)により動脈伸展性が改善される可能性が示唆されており、高齢者を対象とした運動介入においては、低強度の運動負荷でも動脈伸展性の改善に一定の効果を期待することが可能であると考えられる。今回介入に用いた太極拳ゆったり体操の運動強度は、呼吸代謝測定装置を用いた我々の予備的検証では、立位バージョンでも約2.0~2.8メッツと比較的低強度の運動であった。このように、太極拳ゆったり体操という、虚弱高齢者に適応可能なレベルの低強度な運動負荷量を用い、無作為化比較デザインで検証した本研究において、動脈伸展性の改善効果が認められたことは、高齢者における動脈硬化性疾患の発症予防といった生活習慣病予防事業の介入手段を検討するうえで有用な示唆を与える結果と考える。

本研究の限界としては、介入を契機とした運動習慣の変化や食事摂取量の変化といった、介入以外の要因による影響が除外できないことである。運動とともに栄養摂取の状況は動脈硬化の進展に関連する重要な要素であり、今後、日常的な身体活動量の定量的評価および食事等による摂取エネルギー量の評価も踏まえ、太極拳ゆったり体操による介入効果の検討が必要であると考えられる。

5. 結 論

本研究により、太極拳ゆったり体操は高齢者にとって安全かつ積極的に実施しやすい低強度運動であり、1週間に約3回、3か月間の継続により動脈伸展性の改善に効果的であることが示された。

謝 辞

本研究は日本理学療法士協会平成23年度助成研究費および平成23年度学内共同研究費の助成を受けて実施された。本研究を実施するにあたり、

ご指導ご支援頂きました福島県立医科大学公衆衛生学講座の安村誠司教授に深謝いたします。

文献

- 1) 厚生労働省. 平成 23 年人口動態統計月報年計(概数)の概況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai11/kekka03.html> (2013 年 2 月 8 日)
- 2) 厚生労働省. 平成 22 年国民生活基礎調査の概況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/4-2.html> (2013 年 2 月 8 日)
- 3) Shirai K, Otsuki J, Takata M. A novel blood pressure-independent arterial wall stiffness parameter; cardio-ankle vascular index (CAVI). *J Atheroscler Thromb*. 2006; 13: 101-7.
- 4) Horinaka S, Yabe A, Yagi H, et al. Comparison of atherosclerotic indicators between cardio ankle vascular index and brachial ankle pulse wave velocity. *Angiology*. 2009; 60(4): 468-76.
- 5) Suzuki J, Sakakibara R, Tomaru T, et al. Stroke and cardio-ankle vascular stiffness index. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2013; 22(2): 171-5.
- 6) Satoh N, Shimatsu A, Kato Y, et al. Evaluation of the cardio-ankle vascular index, a new indicator of arterial stiffness independent of blood pressure, in obesity and metabolic syndrome. *Hypertens Res*. 2008; 31(10): 1921-30.
- 7) 白井厚治. CAVI が拓く新たな血管機能学. 折茂 肇, 齋藤 康(監), 新しい動脈硬化指標 CAVI のすべて. 日経メディカル開発, 東京, 2009.
- 8) Hsieh S, Yoshinaga H, Muto T, Sakurai, et al. Regular physical activity and coronary risk factors in Japanese men. *Circulation*. 1998; 24: 661-5.
- 9) Lee C, Folsom A, Blair S. Physical activity and stroke risk: a meta-analysis. *Stroke*. 2003; 34: 2475-81.
- 10) 高杉紳一郎, 河野一郎, 上島隆秀, 他. 太極拳~現代に活かす東洋伝統武術. *臨床リハ*. 2006; 15: 878-81.
- 11) Wu G. Evaluation of the effectiveness of Tai Chi for improving balance and preventing falls in the older population--a review. *J Am Geriatr Soc*. 2002; 50: 746-54.
- 12) Verhagen AP, Immink M, van der Meulen A, et al. The efficacy of Tai Chi Chuan in older adults: a systematic review. *Fam Pract*. 2004; 21: 107-13.
- 13) Wang C, Collet JP, Lau J. The effect of Tai Chi on health outcomes in patients with chronic conditions: a systematic review. *Arch Intern Med*. 2004; 164: 493-501.
- 14) Kuramoto AM. Therapeutic benefits of Tai Chi exercise: research review. *WMJ*. 2006; 105: 42-6.
- 15) Adler PA, Roberts BL. The use of Tai Chi to improve health in older adults. *Orthop Nurs*. 2006; 25: 122-6.
- 16) Nomura T, Nagano K, Takato J, et al. The development of a Tai Chi exercise regimen for the prevention of conditions requiring long-term care Japan. *Arch Gerontol Geriatr*. 2011; 52: e198-203.
- 17) 藤本 聡, 山崎幸子, 若林章都, 他. 虚弱高齢者に対する「太極拳ゆったり体操」の介護予防効果—新規要介護認定および生命予後との関連—. *日老医誌*. 2011; 48: 699-706.
- 18) 朽木 勤. 運動と CAVI. 折茂 肇, 齋藤 康(監). 新しい動脈硬化指標 CAVI のすべて. 日経メディカル開発, 東京, 2009.
- 19) Nomura T, Akezaki Y, Tomita Y, et al. Promoting exercise in elderly Japanese people with motivational signs: Does short-term intervention influence exercise habits and HQOL? *J Rehabil Health Sci*. 2008; 6: 5-10.
- 20) Hayashi K, Handa H, Nagasawa S, et al. Stiffness and elastic behavior of human intracranial and extracranial arteries. *J Biomech*. 1980; 13(2): 175-84.
- 21) Kawasaki T, Sasayama S, Yagi S, et al. Non invasive assessment of the age related changes in stiffness of major branches of the human arteries. *Cardiovasc Res*. 1987; 21(9): 678-87.
- 22) Bramwell J, Hill A. The velocity of the pulse wave in man. *Proceeding Royal Soc*. 1922; 93: 298-306.
- 23) 加藤宗規, 山崎裕司, 終 幸伸. ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定—固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響—. *総合リハビリテーション*. 2001; 29(11): 1047-50.
- 24) 對馬 均, 對馬栄輝, 對馬 圭, 他. ファンクショナルリーチの値は加齢によってどう

- 変化するか?。弘前大学医学部保健学科紀要. 2006; 5: 166-72.
- 25) Kakiyama T, Matsuda M, Koseki S, et al. Effect of physical activity on the distensibility of the aortic wall in healthy males. *Angiology*. 1998; 49: 749-57.
- 26) 柿山哲治, 時松陽介, 大沢清二, 他. 成人男性における運動習慣および大動脈伸展性が収縮期血圧に及ぼす影響: 大動脈脈波速度による検討. *体力科学*. 1998; 47: 313-26.
- 27) 田辺 匠, 前田清司, 菅原 順, 他. 高齢者における日常の身体活動量が収縮期血圧に及ぼす影響: 動脈系コンプライアンスとの関連. *体力科学*. 2003; 52: 167-76.
- 28) 田辺 匠, 前田清司, 菅原 順, 他. 中高齢者における身体活動が動脈系コンプライアンスおよび収縮期高血圧に及ぼす影響. *体育学研究*. 2004; 49: 135-46.
- 29) Kakiyama T, Sugawara J, Murakami H, et al. Effects of short-term endurance training on aortic distensibility in young males. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37: 267-71.
- 30) Tanaka H, Dinunno FA, Monahan KD, et al. Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation*. 2000; 102: 1270-5.
- 31) 柿山哲治, 横山典子, 前田清司, 他. 6 か月間の低強度トレーニングが中高年女性の動脈伸展性に及ぼす影響. *日臨スポーツ医学会誌*. 2001; 9: 226-33.
- 32) Lan C, Chen SY, Lai J, et al. The effect of Tai Chi on cardiorespiratory function in patients with coronary artery bypass surgery. *Med Sci Sports Exerc*. 1999; 31(5): 634-8.
- 33) Fontana JA, Colella C, Baas LS, et al. Tai Chi Chih as an intervention for heart failure. *Nurs Clin North Am*. 2000; 35(4): 1031-46.
- 34) Miyachi M, Kawano H, Sugawara J, et al. Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance a randomized intervention study. *Circulation*. 2004; 110(18): 2858-63.
- 35) Miyachi M. Effects of resistance training on arterial stiffness: a meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2013; 47(6): 393-6.
- 36) Maeda S, Miyauchi T, Kakiyama T, et al. Effects of exercise training of 8 weeks and detraining on plasma levels of endothelium-derived factors, endothelin-1 and nitric oxide, in healthy young humans. *Life Sci*. 2001; 69: 1005-16.
- 37) Maeda S, Tanabe T, Miyauchi T, et al. Aerobic exercise training reduces plasma endothelin-1 concentration in older women. *J Appl Physiol*. 2003; 95: 336-41.
- 38) Maeda S, Tanabe T, Otsuki T, et al. Moderate regular exercise increases basal production of nitric oxide in elderly women. *Hypertens Res*. 2004; 27: 947-53.
- 39) 厚生労働省. 平成 23 年国民健康・栄養調査結果の概要. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002q1st.html> (2013 年 6 月 5 日)
- 40) Cameron JD, Dart AM. Exercise training increases total systemic arterial compliance in humans. *Am J Physiol*. 1994; 266: H698-701.
- 41) 厚生労働省. 健康づくりのための運動指針 2006. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou01/pdf/data.pdf> (2013 年 2 月 8 日)
- 42) Gando Y, Yamamoto K, Murakami H, et al. Longer time spent in light physical activity is associated with reduced arterial stiffness in older adults. *Hypertension*. 2010; 56: 540-6.

【Original Article】

Does Three Months of Tai Chi Yuttari-exercise Improve the Cardio-ankle Vascular Index? Randomized Controlled Trial

Kohei Mori ^{1,2)}, Takuo Nomura ^{1,2)}, Yoshiteru Akezaki ^{1,2)}, Shinichiro Kataoka ³⁾,
Emi Nakamata ^{1,2)}, Fuminari Asada ⁴⁾, Yoshiaki Mori ¹⁾,
Satoru Kai ^{1,2)}, Masahito Watanabe ¹⁾

Abstract

Objective: Several investigators have observed that Tai chi Yuttari-exercise improves the physical function in frail elderly people. However, the effect of Tai chi Yuttari-exercise in preventing arteriosclerotic disease has been unclear. The purpose of this study was to examine the effects of a three-month program of Tai chi Yuttari-exercise on the arterial stiffness.

Methods: Forty-seven elderly people 60 years of age and over were randomized to either an intervention group (n = 24) or a control group (n = 23). The intervention program performed Tai chi Yuttari-exercise once a week for three months. They were also instructed to perform the same exercise at home. The control group was not given any intervention. The cardio-ankle vascular index (CAVI), as an indicator of the arterial stiffness, physical compositions and physical functions were evaluated before and after the intervention period. We analyzed 46 people (24 people in the intervention group and 22 people in the control group) who could be followed up after three-month intervention. A two-way repeated measures of analysis of variance was used to compare the outcome variables.

Results: In the intervention group, subjects exercised for 2.9 ± 1.3 times per week. In the intervention group, a statistically significant improvement was observed in CAVI ($F = 4.41$, $P = 0.04$; pre: 8.52 ± 0.93 , post: 8.24 ± 0.89) and the grip strength ($F = 8.33$, $P < 0.01$; pre: 27.5 ± 5.8 kgf, post: 28.7 ± 6.2 kgf). There were no significant changes in the control group.

Conclusion: Tai chi Yuttari-exercise is a low-intensity exercise suitable for elderly people, and our findings suggest that performing Tai chi Yuttari-exercise approximately 3 times a week for 3 months leads to an improvement in arterial stiffness in elderly people. (UMIN Clinical Trials Registry number, UMIN000006991).

Key words: Tai chi Yuttari-exercise, arteriosclerosis, CAVI, elderly

1) Faculty of Allied Health Sciences, Kansai University of Welfare Sciences, Osaka, Japan

2) Therapeutic Exercise Research Laboratory, Kansai University of Welfare Sciences, Osaka, Japan

3) Department of Rehabilitation, Saso Hospital, Hyogo, Japan

4) Osaka Rosai Hospital Center for Preventive Medicine, Osaka, Japan