

九州地区国立大学教育系・文系研究論文集 第1巻第1号 2013年

歩行とステップ運動を中心とした在宅個別運動と集団運動教室併用プログラムの有効性
：地域在住高齢者の脳血管疾患危険因子に及ぼす影響

山津幸司¹，東保子²，中江悟司³，千葉仁志⁴，石井好二郎⁵¹佐賀大学文化教育学部 ²北海道大学大学院教育学院³独立行政法人国立健康栄養研究所 ⁴北海道大学大学院保健科学研究院 ⁵同志社大学 スポーツ健康科学部

(Received June 28, 2013 ; accepted for publication October 3, 2013)

**Efficacy of Group- and Home- based physical activity intervention on
cerebrovascular risk factors in Japanese community-dwelling elderly**

Koji Yamatsu¹, Yasuko Azuma², Satoshi Nakae³, Hitoshi Chiba⁴, Kojiro Ishii⁵¹ Faculty of Culture and Education, Saga University, ² Graduate School of Education, Hokkaido University³ National Institute of Health and Nutrition, ⁴ Faculty of Health Sciences, Hokkaido University, ⁵ Faculty of Health & Sports Science, Doshisha University

Abstract

Main causal factors in need of nursing care in Japan were cerebrovascular disease and fall. The purpose of this study was to examine the effects of Group- and Home-based physical activity intervention on cerebrovascular risk factors. Seventy two subjects were randomly assigned to intervention group (N=53) or waiting list control group (N=19). Finally, the results were analyzed for 67 subjects (intervention group: n=48 [female: 81.3%], Control: n=19 [female:84.2%]; age 70.9±5.8 years) as data from 5 subjects were incomplete. The intervention had 24 week duration. The behavioral goals in the home-based intervention were daily walking step and step exercise. Group-based intervention conducted for 90 minutes every week and included 10 min step exercise, health and exercise information, and some recreations. The main outcome measures were body weight, body mass index (BMI), blood pressure (BP), glucose and lipid metabolism, and physical fitness. Participants in both groups lost their weight and BMI and improved systolic and diastolic BP, total cholesterol, triglyceride, HbA1c, and atherosclerotic indices. But weight loss and BP reduction in the intervention group was superior. Participants in the intervention group increased walking steps (P<0.05) and step exercise adherence was 85.4%. Participants in the intervention group improved the physical fitness (10 m maximum gait, Timed Up and Go test, Reaction Time, 30-second Chair-Stand Test, Functional Reach Test, Single-leg balance with eyes open test, step exercise test). These results suggested that home- and group-based physical activity intervention had beneficial effects on cerebrovascular risk factors.

Key words: group-based intervention, home-based intervention, physical activity, care prevention

I. 緒言

我国の高齢化は急速に進行し、介護を要する高齢者は 2005 年に 400 万人を超え¹⁾、今後もさらなる増加が予想されている。このため、厚生労働省は「健康フロンティア戦略」の中で介護予防対策を推進している。高齢者が要介護にいたる原因の第一位は脳血管疾患であり、ついで老衰、転倒の順が続いている²⁾。脳血管疾患は機能障害などの後遺症を残すことが多く、認知症やねたきを招く。また、転倒は骨折などの外傷を引き起こす他、転倒後の恐怖感から日常生活が制限され、活動範囲を狭めることも問題視されている^{3,4)}。今後超高齢化社会を迎える日本において、脳血管疾患および転倒の予防に対する社会的意義はより増している。

脳血管疾患の危険因子として高血圧症および肥満などの生活習慣病があげられる⁵⁾。生活習慣病の予防には身体活動量の増加が有効とされており⁶⁾、その動機づけツールとして歩数計が多用されている⁷⁾。一方、転倒に関しては、ストレッチングや有酸素運動の単独実施ではほとんど効果が無く、バランス訓練、筋力増強運動、歩行指導などを含む複合的な運動が効果的と報告されている⁸⁾。よって転倒予防には、身体活動量の増加だけでなく、それに特化した運動を行う必要がある。本研究で注目したステップ運動は、天候に左右されないなどの利点に加え、前後左右への移動動作と上下の振幅運動がバランス訓練となり、転倒予防に有効とされる運動条件を満たしている⁹⁾。

自宅近辺で行う在宅個別運動は施設にて集団で行う運動に比べ実施が容易であり、適切に実行させれば効果も期待できる^{10,11)}。しかし、在宅個別運動のみの提供でその他の支援を行わなければ、継続的な運動実施は難しいとされている。そこで本研究で

は、高齢者から比較的好まれ¹²⁾、運動介入で広く採用されている集団での運動教室を在宅個別運動と同時に導入した。在宅個別運動と集団教室による運動は、これまでその効果を比較する研究が行われてきた¹⁰⁾が、それを併用した場合の試みは少ない。

本研究の目的は、歩行とステップ運動を促進するための在宅および集団での運動教室併用プログラムが高齢者の身体活動量、脳血管疾患および転倒の危険因子に及ぼす影響を検討することであった。

II. 方法

A. 対象者 (Fig. 1)

札幌市とその近郊に在住する高齢者に募集を行い、研究の趣旨・内容を十分に説明した上で、参加への同意が得られた72名が研究に参加した。参加者は人数と男女比がおおよそ3対1の比率になるように無作為に運動介入の提供を受ける介入群53名と研究終了後に運動介入を受ける対照群19名に分けられた。このうち完全にデータの得られた介入群48名(年齢70.5±5.3歳;男性9名,女性39名)と対照群19名(年齢72.2±6.9歳;男性3名,女性16名)の計67名を分析対象とした。介入群の途中脱落理由は、介入とは直接関係のない体調不良1名、転居2名、測定当日の不慮の出来事2名であった。本研究は北海道大学大学院教育学研究科研究倫理委員会の承認を得て実施した。

B. 研究手順

本研究は、2006年4月から24週間の運動介入研究であった。介入前指標の測定後、

介入群には歩数計（Walking style HJ-700IT,オムロンヘルスケア社製）を用いた日常歩数の増加および在宅でのステップ運動（ステップウェル2, COMBI WELLNESS 社製）に加え、週1回の集団運動教室を実施し、講和や配布物により運動や健康に関する知識を与え、運動に対する動機づけを行った。さらに、介入群には歩数計およびステップ台を貸与し、ステップ運動を含めた運動実施状況を把握するために記録表を6週毎に配布・回収した。歩数計は就寝時および入浴などの浸水時を除く終日腰部に装着した。介入前と同様の測定項目を12週目と24週目（体重は24週目のみ）にも測定した。

C. 介入方法

1. 在宅個別運動

介入の標的とした行動目標は歩数とステップ運動であった。

歩数は、6週毎のデータをもとに、1日あたりの平均歩数が10000歩以上の場合は維持、10000歩以下の場合は健康日本21¹³⁾や先行研究¹⁴⁾を根拠に1日あたり1000歩増加の目標値を用いた。

ステップ運動は、音楽に合わせて、ステップ台を昇り降りする運動を1回10分1日3回、週5日以上行うことを目標とした。運動強度に影響する台高と昇降頻度は、Ayabe et al のプロトコル¹⁵⁾を用いて個々に設定した。

2. 集団運動教室

週1回、約90分の集団での運動教室を24週間にわたり開催した。参加は任意としたが、月に1度は必ず参加するよう指示した。内容は、運動や健康に関する知識を増

加させ運動への意欲を高めることを意図した健康講話、在宅運動と同様式での 10 分間のステップ運動、および対象者との交流を深めるための軽運動やレクリエーションであった。健康講話の内容は歩行やステップ運動の意義や近隣のスポーツイベントの紹介などの約 10 分の情報提供であり、軽運動やレクリエーションの内容はダンス、よさこい、ヨガ、後出しじゃんけん、風船バレー、合唱、玉入れなど約 70 分の活動であった。

D. 測定項目

1. 身体活動

本研究で評価した身体活動指標は歩数、ステップ運動、および総身体活動量の 3 項目であった。歩数は、歩数計のメモリ機能により装着時間が 12 時間以上と認められた日の歩数のみを用い、全介入期間を 6 週毎に 4 期に分けそれぞれの期の 1 日当たりの平均値を求めた。ステップ運動の実施時間は記録表の記載内容（回数と 1 回あたりの時間、ステップ運動以外の実施時間）から求め、さらに本研究で指示した週 150 分を完全に実施した場合を 100% として換算するステップ運動実施率を算出した。また、一週間あたりの総身体活動量（METs*時/週）はアンケートに介入前一週間の身体活動の種類と時間の回答内容からから介入前の値を、回収した記録表から介入中の値を求めた。以上の身体活動指標の測定は対照群では実施できなかった。

2. 脳血管疾患の危険因子

身長と体重を測定し、肥満指標として Body Mass Index（BMI）を算出した。血圧測

定および血液検査は午前 9～11 時の間に空腹状態で実施した。血圧は座位安静の後、自動血圧計 (HEM-770A ファジィ, オムロンヘルスケア社製)により測定した。また、脂質代謝指標として総コレステロール(T-C), HDL-コレステロール(HDL-C), LDL-コレステロール(LDL-C), 中性脂肪(TG)を, 糖代謝指標として血糖(BS), HbA1c (NGSP 値) を測定し, 動脈硬化指数として T-C/HDL-C, LDL-C/HDL-C を求めた。

3. 体力指標

体力指標として, 次の 7 項目を測定した。すなわち, 歩行能力は「10m歩行テスト¹⁶⁾」, 動的バランス能力と歩行能力は「Timed Up and Go テスト(以下 TUG)¹⁷⁾」, 敏捷性は「全身反応時間(Reaction Time:以下 RT) 」(全身反応測定器 II 型, 竹井機器工業製), 下肢筋力は「30 秒椅子立ち上がりテスト(以下 CS-30)¹⁸⁾」, 動的バランス能力は「Functional Reach Test(以下 FRT)¹⁹⁾」, 静的バランス能力は「開眼片足立ち」, 全身持久力は「ステップ運動を用いた間欠式多段階漸増運動負荷試験 (ステップテスト)¹⁵⁾」を用いて評価した。以上の体力指標の測定は対照群では実施できなかった。

E. 統計処理

介入群と対照群における介入前の年齢, 体重, および BMI の比較には student' s *t*-test を用いた。介入群と対照群の介入前, 12 週後および 24 週後の間の体重, BMI, 血液検査, 血圧の平均値の比較には 2 要因分散分析を用いた。また上記の指標については, 介入群と対照群それぞれ群内でも 1 要因分散分析を用い検討した。なお, 血液検査および血圧指標の分析においては, 全ての服薬者を除外し分析を行った。体力テスト項

目と歩数の変化は 1 要因分散分析を用いて検討した。介入前と介入期間中の平均身体活動量の比較には Paired t-test を用いた。分散分析後の平均値の多重比較では Bonferoni の修正を行った。得られた値は平均値±標準偏差で示し、有意水準は 5%未満とした。

Ⅲ. 結果

A. 介入前特性とプログラムの終了率

介入群と対照群における介入前の年齢、体重、BMI の平均値には有意な差は認められなかった。

また、介入群の 53 名のうち 48 名がプログラムを終了し、終了率は 90.6%であった。

B. 身体活動量

介入中のステップ運動の実施時間は 128.0±58.7 分/週であり、ステップ運動実施率は 85.4±39.1%であった。

歩数は 1-6 週が 7666±3493 歩/日に対し、7-12 週に 8109±3345 歩/日へと有意に増加し ($P<0.05$)、13-18 週の 8781±3854 歩/日、19-24 週の 8375±4146 歩/日と維持されていた。

ステップ運動・歩行を含めた総身体活動量は介入前の 9.9±12.5METs・時/週から介入中の 30.2±20.3METs・時/週へと有意に増加した ($P<0.05$)。

C. 脳血管疾患の危険因子の変化 (Table 1)

体重および BMI は全体では介入前に対し 24 週目に有意に減少したが、介入群の減少は対照群より有意に大きかった。SBP および DBP は全体では 24 週目に有意に低下した。しかし、群別での分析では、介入群では血圧値は低下していたものの、対照群では変化が認められなかった。HbA1c、T-C/HDL-C、および LDL-C/HDL-C は全体では介入前に対し 12 週目に有意に低下し、そのうち HbA1c と T-C/HDL-C の改善は 24 週目まで維持されていた。群別での分析では、介入群の HbA1c のみが有意に改善していた。上記以外に、LDL-C と TG は 12 週目に低下したが 24 週目には元に戻り、T-C は 12 週目のみに有意な低下を認めた。

D. 体力指標の変化 (Table 2)

FRT を除く 6 項目 (10m 歩行テスト、TUG、RT、CS-30、開眼片足立ち、全身持久力) は 12 週目に有意に改善していた。そのうち、10m 歩行テストと RT の改善は 24 週目まで維持されていたが、TUG、CS-30、開眼片足立ち、および全身持久力は 24 週目にさらに改善していた。

IV. 考察

本研究では、歩行とステップ運動を中心とした在宅および集団での運動教室併用プログラムを実施し、高齢者の身体活動量、脳血管疾患および転倒の危険因子に及ぼす影響を検討した。その結果、介入群においてはステップ運動の週当たりの実施時間は平均で 128.0 分、その実施率は 85.4% と良好であり、歩数の有意な増加を認めたほか、

ステップ運動と歩行運動を含めた総身体活動量は介入前の約3倍に増加した。以上の結果から、本プログラムは高齢者の日常の身体活動量の増加に有効であると考えられた。

本研究で認められた効果は、本プログラムが1) 実施しやすい在宅個別運動を取り入れ、2) 在宅個別運動のモチベーションの維持に週1回の集団運動教室が貢献できたからではないかと考えられる。特に、本研究で行動目標の一つとして採用したステップ運動は、室内でできるため天候に左右されない、強度設定が容易であり無理なく個人に合った強度で実施できる、運動実施時に利用する音楽が運動に付随する不快感と苦痛を和らげ定期的参加を促す²⁰⁾、などの利点を有する。これらの利点が良好なステップ運動実施率と身体活動量の大幅な増加に貢献した可能性が大きいと考えられた。また、身体活動の増加には、週一回の集団での運動教室の影響も少なくないと考えられる。集団での教室形式はこれまでの運動介入でも頻繁に採用されており^{10,11)}、高齢者が比較的好む形態のひとつとされている¹²⁾。集団での教室の利点は、同じ目標を持った対象者同士の相互作用や、支援者からの励まし、新しい知識の提供による動機づけ効果などである。本研究の介入終了率が90.6%と高いものであったことから、本プログラムが参加者にとって比較的受入れやすいものであったと考えられた。以上のような取組みのすべてにより、身体活動量の増加と良好なプログラム終了率が得られたものと推察された。しかしながら、本研究では対照群において歩数などの身体活動量を評価できていないため、運動介入により歩数などの身体活動量が増加したのかを断定することができない。

脳血管疾患の危険因子では、介入群の体重、BMI、SBP、およびDBPへの介入効果が対照群より良好であり、本プログラムが脳血管疾患の危険因子を軽減させうると考えられた。特にSBPの平均値は152.3mmHgから132.8mmHgへ、DBPは86.9mmHgから78.3mmHgへと有意に低下し、日本高血圧学会²¹⁾の治療ガイドラインの目標値よりも低い値となった。運動介入を受けない対照群では変化が認められなかったことから、本プログラムは脳血管疾患危険因子を単に低下させただけでなく、医学的に望ましい範囲まで達した可能性がある。

本プログラムが脳血管疾患の危険因子を軽減できた理由は、身体活動量が28.0METs・時/週に増し、厚生労働省が2006年に生活習慣病予防の目標とした23METs・時/週²²⁾を超えたことの影響が考えられる。しかし、本研究では食行動を測定できていないため、季節変動に伴う食行動の変化や集団健康教室による意図しない食行動の改善が脳血管疾患の危険因子に影響を及ぼした可能性は否定できない。今後、食行動を適切に評価し、本介入効果が運動効果といえるのかを検証すべきである。

本研究では、体力指標6項目に有意な改善がみられ、本プログラムは歩行能力、バランス能力、脚筋力、敏捷性、全身持久力を向上させることに成功した可能性が大きいと考えられた。以上の体力指標の改善効果についても、ステップ運動と歩数の増加による影響が大きいと考えている。その理由は、ステップ運動と歩行の促進により、Nevitt²³⁾が高齢者における転倒の危険因子として挙げているバランス能力の低下、歩行速度の遅延、身体パフォーマンス（椅子からの立ち上がり、階段の昇り降りなど）の低下、脚筋力低下、敏捷性を今回実際に改善させることができた点である。また、転

倒予防に対する介入効果を運動の種類別に検討した FICSIT 研究でも、ストレッチングや有酸素運動の単独実施ではほとんど効果が認められないが、バランス訓練で 25%、複合的な運動で 13%の転倒減少を示しており、「バランス訓練、筋力増強運動、歩行指導などを含む複合的な運動内容が効果的である」と報告されており⁸⁾、具体的には 1) 立位で行い、自重のかかる運動であること、2) 水平方向への移動動作を含んでいること、3) 垂直方向への振幅の大きい動作であること、の3点を転倒予防に有効な運動の特徴としている²⁴⁾。特に、水平方向への移動動作は前後左右方向への移動動作であり、もっとも転倒の多い前方向、および重篤な障害をきたしやすい側方や後方へのとっさの一步を踏み出す訓練となる。さらに垂直方向への運動は、立位姿勢の保持に関わる抗重力筋群の支持力を高める。本研究で用いたステップ運動は立位での自重のかかる運動であり、前後および垂直方向への移動動作を含んでいる。介入期間中に高い頻度で継続してステップ運動を行ったことが、バランス能力を向上させたものと考えられる。以上の理由から、本プログラムは高齢者の転倒の危険因子を軽減できると考えられた。

歩行能力は生活機能の関連要因であり、その加齢に伴う低下は著しく自立度の悪化をもたらす²⁵⁾。よって、歩行能力の低下防止は、転倒予防だけでなく、QOL や ADL を高い状態で維持させるのに有効である。歩行能力の維持には歩数の増加に加えて、下肢筋力の維持が必要である。しかし、歩行だけで下肢筋力を維持することは難しい²⁶⁾。そこで本研究では、歩行とステップ運動による介入を同時に行うことで歩行と脚筋力を増加させ、歩行能力を向上させることを目指した。その結果、転倒と密接に関

連する歩行能力指標²⁷⁾である 10m 歩行テストや TUG の有意な改善がみられたものと考えられる。

以上のことをまとめると、本プログラムの実施は肥満指標、血圧、糖・脂質代謝指標を明らかに改善させ、転倒に関連する体力指標の改善にも貢献しうる可能性が高いことから、脳血管疾患や転倒の予防に有効である可能性が示された。これは、在宅運動に加え集団での運動教室を併用したことにより、良好なステップ実施率が得られ、かつ歩数などの日常の身体活動量も有意に増加させたことの影響と推測された。今後の研究では食行動を適切に評価し、脳血管疾患の危険因子への効果が運動単体のものか、それとも食行動の季節変動の影響が影響しているのかを明らかにすべきでと考えられた。

参考文献

- 1) 厚生労働省：平成 17 年度 介護給付費実態調査, 2005.
- 2) 厚生労働省：平成 16 年度 国民生活基礎調査, 2004.
- 3) Arfken CL, Lach HW, Birge SJ, et al.: The prevalence and correlates of fear of falling in elderly persons living in the community. *Am J Public Health* 1994, 84: 565-570.
- 4) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF: Risk factors of falls among elderly persons living in the community. *N Eng J Med* 1988, 319: 1701-1706.
- 5) Zou M, Offer A, Yang G, et al.: Body mass index, blood pressure, and mortality from stroke; A nationally representative prospective study of 212000 Chinese men. *Stroke* 2008; 39:

753-759.

- 6) Sallis JF, Owen N.: Physical activity & Behavioral Medicine. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1999, 14-40.
- 7) Norman GJ, Mills PJ.: Keeping it simple : encouraging walking as a means to active living. Ann Behav Med 2004, 28: 149-151.
- 8) Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, et al.: The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. JAMA 1995, 273: 1341-1347.
- 9) Iwata T, Ishii K, Kishimoto N, et al.: The Effect of Bench Stepping exercise at Nursing Home in Snowy Area. International Journal of Sport and Health Science 2005, 3: 1-6.
- 10) King AC, Haskell WL, Taylor CB, et al.: Group- vs home-based exercise training in healthy older men and women. A community-based clinical trial. JAMA. 1991, 266: 1535-1542.
- 11) Ashworth NL, Chad KE, Harrison EL, et al.: Home versus center based physical activity programs in older adults. Cochrane Database Syst Rev 2005: 25:CD004017.
- 12) Beauchamp MR, Carron AV, McCutcheon S, et al.: Older adults' preferences for exercising alone versus in groups: Considering contextual congruence. Ann Behav Med 2007, 33: 200-206.
- 13) 健康・体力づくり事業財団：健康日本 21(21 世紀における国民健康づくり運動について)。東京：健康・体力づくり事業財団，2000，2・3-2・4。
- 14) 石井好二郎：歩数計を用いた歩数増加への運動介入効果。治療 2006，88: 2610-2614.

- 15) Ayabe M, Yahiro T, Mori Y, et al.: Simple assessment of lactate threshold by means of the bench stepping in older population. *International Journal of Sport and Health Science* 2003, 48: 207-215.
- 16) 武藤芳照, 上野勝則, 黒柳律雄ほか: 転倒予防教室第 2 版. 東京: 日本医事新報, 2002, p89.
- 17) Podsiadlo D, Richardson S.: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991, 39: 142-148.
- 18) 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一ほか: 日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する 30 秒椅子立ち上がりテストの妥当性. *体育学研究* 2002, 47: 451-461.
- 19) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J. et al.: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990, 45: 192-197.
- 20) Clair AA.: *Therapeutic Uses of Music with Other Adults*. Baltimore: Health Professions Press, Inc., 1996, 157-172.
- 21) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会: 高血圧ガイドライン 2004 年版. 日本高血圧学会, 2004.
- 22) 運動所要量・運動指針の策定検討会: 健康づくりのための運動指針 2006- 生活習慣病予防のために, 厚生労働省, 2006, 1-46.
- 23) Nevitt MC.: Falls in the elderly : Risk factors and prevention. In : Masedeu JC. et al, eds., *Gait Disorders of Aging*, Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997, 13-36.
- 24) Whipple RH.: Improving balance in older adults: Identifying the significant training stimuli,

In: Masdeu JC, et al. Gait Disorders of Aging, Philadelphia : Lippincott-Raven, 1997,
355-379.

25) 芳賀博, 柴田博, 松崎俊久ほか: 地域老人の日常生活動作能力に関する追跡研究.
民族衛生 1988, 54: 217-233.

26) 高橋康輝, 久野譜也: 高齢期における筋収縮とトレーニング. 体育の科学 2005,
55: 608-613.

27) 大井直住: 高齢者の運動機能評価. 臨床スポーツ医学 2006, 23: 979-986.

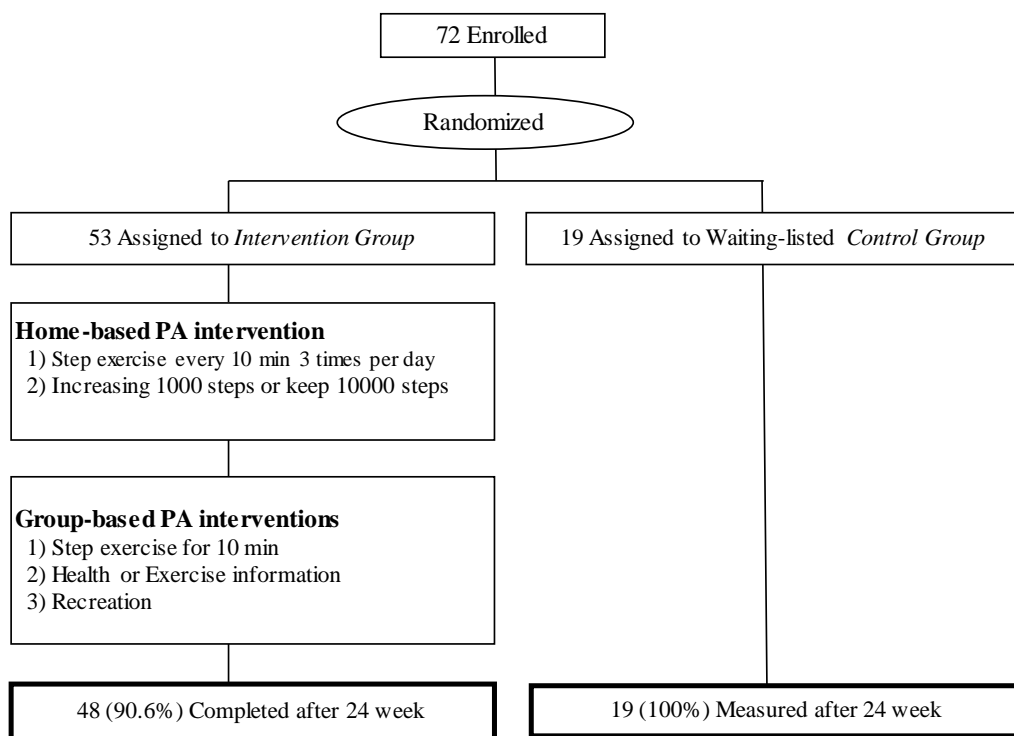


Fig. 1 Participant flow

Table 1. Cerebrovascular risk factors in Intervention and Control Groups

	<i>Intervention Group</i>			<i>Control Group</i>			ANOVA	
	Baseline	12 week	24 week	Baseline	12 week	24 week	<i>P</i> ^c	<i>P</i> ^d
Weight (kg)	56.7±8.1		55.1±8.4 ^a	54.6±7.9		53.7±7.8 ^a	<0.001	0.027
BMI (kg/m ²)	24.2±2.9		23.5±2.9 ^a	23.5±2.8		23.2±2.6 ^a	<0.001	0.032
SBP (mmHg)	152.3±21.8	133.8±22.1 ^a	132.8±19.2 ^a	131.8±13.2	140.2±18.8	135.3±22.7	0.005	<0.001
DBP (mmHg)	86.9±13.0	77.4±11.4 ^a	78.3±10.3 ^a	75.4±8.3	78.3±10.7	75.8±9.6	0.003	<0.001
T-C (mg/dl)	224.2±32.5	212.6±32.5 ^a	212.6±28.5 ^a	231.5±34.0	223.6±35.0	229.4±38.8	0.006	0.292
HDL-C (mg/dl)	67.4±11.6	67.5±12.5	67.3±12.0	71.1±15.3	71.8±14.8	73.9±15.5	0.481	0.404
LDL-C (mg/dl)	126.1±26.1	110.9±26.6 ^a	122.1±24.8 ^b	131.6±28.1	125.2±26.5	127.0±28.1	0.000	0.102
TG (mg/dl)	93.8±42.1	76.0±29.1 ^a	83.9±31.1	87.2±26.3	84.6±24.7	84.3±20.1	0.040	0.169
BS (mg/dl)	90.6±10.0	93.5±12.1	91.1±11.1	93.5±16.5	94.8±14.7	97.9±17.9	0.100	0.077
HbA1c (%)	5.80±0.37	5.73±0.35 ^a	5.63±0.39 ^{ab}	5.75±0.42	5.63±0.41 ^a	5.65±0.46	<0.001	0.267
T-C/HDL-C	3.4±0.8	3.3±0.8 ^a	3.2±0.7	3.4±0.7	3.2±0.6	3.2±0.7	0.002	0.986
LDL-C/HDL-C	1.9±0.6	1.7±0.6 ^a	1.9±0.6 ^b	1.9±0.6	1.8±0.5	1.8±0.5	<0.001	0.093

a: vs Baseline (*P*<0.05), *b*: vs 12 week (*P*<0.05), *c*: Time main effect *P* value, *d*: Time×Group interaction *P* value

mean±SD

Table 2. Fall-related physical fitness in intervention group

	Baseline	12 week	24 week
10 m maximum gait (sec)	4.7±0.6	4.3±0.6 ^a	4.2±0.7 ^a
Timed Up and Go (sec)	6.0±1.0	5.7±0.7 ^a	5.3±0.7 ^{a,b}
Reaction Time (msec)	453.0±62.2	368.5±47.8 ^a	366.1±64.3 ^a
30-second Chair-Stand Test (times)	24.6±6.2	27.8±5.8 ^a	29.1±6.3 ^{a,b}
Functional Reach Test (cm)	35.2±6.2	36.6±4.5	36.7±5.0
Single-leg balance with eyes open (sec)	66.5±46.0	79.3±41.2 ^a	84.4±40.5 ^{a,b}
Aerobic fitness by step test (METs)	5.2±0.6	5.9±0.9 ^a	6.3±0.9 ^{a,b}
			mean±SD

a: vs Baseline ($P < 0.05$), *b*: vs 12 week ($P < 0.05$)