

氏名	曹 振波
学位の種類	博士(体育学)
学位記番号	第3号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与年月日	平成 19 年 9 月 28 日
学位論文題目	Effects of Exercise and Nutritional Intervention to Improve Physical Fitness and Gait Performance in Community-dwelling older Women
論文審査委員	主査 教授 西藺 秀嗣 副査 教授 志村 正子 副査 教授 前田 明

論 文 概 要

加齢に伴う生理的機能、特に筋力、バランス能力などの体力低下及び骨強度の低下は日常生活活動（ADL）に直接影響する。高齢者の体力低下に伴った転倒による骨折は寝たきりの原因となり、社会的な問題となっている。高齢者が元気でいきいきした生活が送れるように生活習慣を改善し、転倒、骨折を効果的に予防するための介入研究が必要である。そこで、本研究では、1) 高齢女性の総合的な運動介入によって、体力指標及び歩行動作(特に下肢関節角度)にどう改善みられるか検討し、高齢者が体力及び歩行能力を向上するための基礎的資料を得ること、2) 中高齢女性に対する転倒や骨折予防のため、1年間の運動及び栄養介入を実施し、骨強度と体力指標の両面から、その効果を検証し、特に、運動と栄養介入は運動のみ介入より効果的である仮説を検証すること、及び3) 高齢女性の総合的な運動介入がすべり転倒に関係する歩行変数(踵接地速度：HCV)に及ぼす影響を検討することを目的とした。

研究1：被験者は、65～79歳の健康な高齢者女性20名とし、12週間の総合的な運動介入を実施することにより、その有効性を介入の前後で測定した。形態測定として身長、体重、体脂肪率、BMI等を、体力指標としてCS-30テスト(30秒間の椅子から立ち上がり回数)、開眼片足立ち時間、10m全力歩行、10m障害物歩行及び全身反応時間を測定した。歩行動作は、自由歩行とし、左側方からハイスピードビデオシステムで撮影した。動作の解析で選択した変数は、下肢関節角度、歩行速度、歩幅及びケイデンスとした。運動介入の実施は、3ヶ月間にわたり週に2回、1回当たり約2時間の運動プログラムを実施した。運動内容は、下肢筋力、バランス能力、姿勢調整能力及び歩行能力を高める運動であった。

その結果、運動介入前後における被験者の形態には有意な変化は認められなかった。全身反応時間が有意に減少し、CS-30テストは有意に増加した。また、10m障害物歩行時間は有意に短縮した。運動介入により歩行速度、歩幅、ケイデンスの変化については、いずれも減少の傾向であったが、有意性は認められなかった。運動介入後MID-SW期の膝関節がより屈曲位となり、同時に足関節がより底曲位になった。これは、つま先がswing期に歩行床面から上がる要因となり、転倒予防の観点から有効な改善点と考えられる。また、つま先離地時の足関節がより底曲位で、足関節の可動域が有意に増加した。すなわち、つま先離地時に足が大きく足底屈がなされ、強く踏み蹴っていると考えられる。以上の結果により、高齢女性は12週間の総合的な運動介入によって歩行動作、体力指標に改善が認められた。

研究2：本研究は、126名の閉経後の骨粗鬆症要指導の中高齢女性を対象とした。被験者は運動栄養介入群40名(平均年齢63.5±4.4歳)、運動介入群48名(63.9±5.0歳)と対照群を38名(68.0±4.6歳)とした。運動介入は有酸素運動と抗重力運動を実施した。運動実施は最初の3ヶ月間の強介入期にグループ指導は、週に1回行い、在宅での運動を含む個別実践は週に2回を目標とした。その後、9ヶ月間の一般介入期にグループ指導は月に1回のみ行い、個別実践は週に3回を目標とした。栄養介入はカルシウムを1日800mg、タンパク質を1日最低65g摂取することを目標とした。測定項目は、形態測定として身長、体重、体脂肪率等を測定し、骨強度は超音波骨評価装置を用いて、右踵部に骨内伝播速度(SOS値)を超音波パルス透過法によって測定した。体力測定は、開眼片足立ち時間、握力、10m障害物歩行、全身反応時間、CS-30テストを行った。アンケート調査は、ライフスタイル・栄養摂取状況・運動習慣等の聞き取り調査を行った。

その結果、体重、体脂肪率及びBMIは、運動介入群のみ1年後有意に減少した。骨強度については、運動栄養群は1年後有意に増加したが、運動介入群は有意に減少した。カルシウム摂取量については、運動栄養群は1年後有意に増加した。CS-30テストはすべての群で1年後有意に増加した。10m障害物歩行時間、全身反応時間は運動栄養群、運動群は、1年後有意に減少したが、対照群は有意な変化は認められなかった。

開眼片足立ち時間については、両介入群ともに有意に増加したが、対照群は有意な変化は認められなかった。両介入群ともに改善が認められたが、運動介入群よりも運動栄養介入群のほうが、改善は大きかった。その改善率について、最も改善が認められたのはCS-30テストと開眼片足立ち時間においては、運動介入群は29.7%と15.7%の増加であったが、運動栄養介入群は46.7%と58%の増加であった。また、Effect Sizeにおいても運動介入群よりも運動栄養介入群の方がより高い値を示した。骨強度の改善も考慮すると、運動介入だけではなく、栄養介入を加えたほうがより効果的であると考えられる。以上の結果により、本研究の1年間にわたる栄養介入を含んだ運動プログラムによって、骨折予防の観点から骨強度、バランス能力、反応時間、下肢筋力、歩行能力などの骨折リスク要因の改善が認められた。

研究3: 被験者は、平均年齢 68.9 ± 4.7 歳の健康な高齢者女性 17 名とし、12 週間の総合的な運動介入を実施することにより、介入の有効性を前後で測定した。形態測定として身長、体重、体脂肪率、BMI などを、体力指標として CS-30 テストを測定した。歩行動作は、自由歩行とし、左側方からハイスピードビデオシステムで撮影した。動作の解析で選択した変数は、歩行速度、歩幅、ケイデンス、踵接地速度 HCV 及び HCV/Cadence 比であった。運動介入の実施は、3 ヶ月間にわたり週に 2 回、1 回当たり約 2 時間の運動プログラムを実施した。運動内容は、下肢筋力、バランス能力、姿勢調整能力及び歩行能力を高める運動を実施した。

その結果、HCV とケイデンスとの間には有意な正相関関係が認められた ($R = 0.68$ $p < 0.01$)。HCV と歩幅との間には有意な負相関関係が認められた ($R = -0.59$ $p < 0.05$)。運動介入前後における被験者の形態には有意な変化は認められなかった。CS-30 テストは有意に増加した (12.8%)。運動介入により歩行速度、歩幅、ケイデンスの変化については、いずれも有意な変化を認められなかった。運動介入後踵接地速度 HCV は有意に減少し (29.9%)、HCV/Cadence 比も有意に減少した (27.0%)。高齢者の SW 終期における HCV の大きいことが滑り転倒事故に関与すると指摘され、HCV の改善は、運動介入による歩行動作の改善によって、滑り転倒のリスクが軽減されたと考えられる。以上の結果により、高齢女性は 12 週間の総合的な運動介入によって下肢筋力の増加に伴い、歩行動作が改善したと考えられる。

以上、まとめると、本研究は、健康な高齢者に対する運動介入の効果を評価する際に、歩行機能を改善するかどうか検討するために、歩行速度の評価だけではなく、下肢関節角度や HCV を取り入れて評価したほうがより効果的であることを示唆した。また、閉経後の中高齢女性に対する運動介入を実施する際に、栄養介入も同時に実施すべきであることが示唆された。

論 文 審 査 の 要 旨

加齢に伴う生理的機能、特に筋力、バランス能力などの体力低下及び骨強度の低下は日常生活活動 (ADL) に直接影響する。高齢者の体力低下に伴った転倒による骨折は寝たきりの原因となり、社会的な問題となっている。高齢者が元気でいきいきした生活を送れるように生活習慣を改善し、転倒や骨折を効果的に予防するための介入研究が必要である。本研究では、1) 高齢女性の総合的な運動介入によって、体力指標及び歩行動作(特に下肢関節角度)に改善がみられるか検討し、2) 中高齢女性に対する転倒・骨折予防のため、特に運動と栄養の両面介入は運動のみの介入より効果的であるという仮説を検証するため、1年にわたり骨強度と体力指標等を測定した。3) 高齢女性の総合的な運動介入がすべり転倒に関係する歩行変数(踵接地速度:HCV)に及ぼす影響を検討した。

研究1では以下の成績が得られた。65~79歳の健康な高齢者女性20名を対象とし、12週間の総合的な運動介入を実施することにより、その有効性を介入の前後で測定した。形態測定として身長、体重、体脂肪率、BMI等を、体力指標としてCS-30(30秒間の椅子から立ち上がり回数)テスト、開眼片足立ち時間、10m全力歩行、10m障害物歩行及び全身反応時間を測定した。歩行動作は、自由歩行とし、左側方からHigh speed video systemにより撮影した。動作の解析は、下肢関節角度、歩行速度、歩幅及びCadenceとした。運動は、3ヶ月間にわたり週に2回、1回当たり約2時間の運動プログラムで、下肢筋力、バランス能力、姿勢調整能力及び歩行能力を高める運動であった。その結果、運動介入前後における被験者の形態には有意な変化は認められなかったが、全身反応時間は有意に減少し、CS-30テストが有意に増加した。また、10m障害物歩行時間は有意に短縮した。運動介入により歩行速度、歩幅、Cadenceの変化については、いずれも減少の傾向であったが、有意性は認められなかった。運動介入後MID-SW期の膝関節がより屈曲位となり、同時に足関節がより底曲位になった。これは、つま先がSwing期に歩行床面から上がる要因となり、転倒予防の観点から有効な改善点と考えられる。また、つま先離地時の足関節がより底曲位で、足関節の可動域が有意に増加した。すなわち、つま先離地時に足が大きく足底屈がなされ、強く踏み蹴っていると考えられる。以上より、高齢女性は12週間の総合的な運動介入によって歩行動作、体力指標に改善が認められた。

研究2では以下の成績が得られた。126名の閉経後の骨粗鬆症要指導の中高齢女性を対象とし、運動栄養

介入群 40 名（平均年齢 63.5 ± 4.4 歳）、運動介入群 48 名（ 63.9 ± 5.0 歳）と対照群を 38 名（ 68.0 ± 4.6 歳）に分けた。運動は有酸素運動と抗重力運動とした。運動実施は最初の 3 ヶ月間の強介入期にグループ指導は、週に 1 回行い、在宅での運動を含む個別実践は週に 2 回を目標とした。その後、9 ヶ月間の一般介入期にグループ指導は月に 1 回のみ行い、個別実践は週に 3 回を目標とした。栄養介入はカルシウムを 1 日 800mg、タンパク質を 1 日最低 65g 摂取することを目標とした。形態測定を行い、骨強度は超音波骨評価装置を用いて、右踵部に骨内伝播速度(SOS 値)を超音波パルス透過法によって測定した。体力測定は、開眼片足立ち時間、握力、10m 障害物歩行、全身反応時間、CS-30 テストを行った。アンケート調査は、Life style・栄養摂取状況・運動習慣等の聞き取り調査を行った。その結果、体重、体脂肪率及び BMI は、運動介入群のみ 1 年後有意に減少した。骨強度については、運動栄養群は 1 年後有意に増加した。CS-30 テストはすべての群で 1 年後有意に増加した。10m障害物歩行時間、全身反応時間は運動栄養群、運動群は、1 年後有意に減少したが、対照群は有意な変化は認められなかった。開眼片足立ち時間については、両介入群ともに有意に増加したが、対照群は有意な変化は認められなかった。両介入群ともに改善が認められたが、運動介入群よりも運動栄養介入群のほうが、改善は大きかった。その改善率について、最も改善が認められたのは CS-30 テストと開眼片足立ち時間で、運動介入群は 29.7%と 15.7%の増加であったが、運動栄養介入群は 46.7%と 58%の増加であった。また、Effect Size においても運動介入群よりも運動栄養介入群の方がより高い値を示した。以上より、本研究の 1 年間にわたる栄養介入を含んだ運動プログラムにより、骨強度、バランス能力、反応時間、下肢筋力、歩行能力等の骨折リスク要因の改善が認められた。

研究 3 では 被験者を平均年齢 68.9 ± 4.7 歳の健康な高齢者女性 17 名とし、12 週間の総合的な運動介入の有効性を検討した。形態、体力指標、歩行動作を測定し、動作解析の変数は、歩行速度、歩幅、Cadence、踵接地速度 HCV 及び HCV/Cadence 比であった。運動は、3 ヶ月間、週に 2 回、1 回当たり約 2 時間とし、下肢筋力、バランス能力、姿勢調整能力及び歩行能力を高めるものである。その結果、HCV と Cadence との間には有意な正相関関係が認められ、HCV と歩幅の間には有意な負相関関係が認められた。運動介入前後における被験者の形態には有意な変化は認められなかった。CS-30 テストは有意に増加した。運動介入により歩行速度、歩幅、ケイデンスの変化については、いずれも有意な変化を認められなかった。運動介入後踵接地速度 HCV は有意に減少し、HCV/Cadence 比も有意に減少した。高齢者の SW 終期における HCV の大きいことが滑り転倒事故に関与すると指摘され、HCV の改善によって、滑り転倒のリスクが軽減されたと考えられる。以上より、高齢女性は 12 週間の総合的運動介入によって下肢筋力の増加に伴い、歩行動作が改善したと考えられる。

以上の成績を通覧すると、健康な高齢者に対する運動介入の効果を歩行機能で評価する際、歩行速度の評価だけではなく、下肢関節角度や HCV を採用することの重要性を指摘した。また、閉経後の中高齢女性に対する運動介入を実施する時、同時に栄養介入で食生活を改善しカルシウム摂取量を向上させることで、骨強度、下肢筋力、平衡能力に大きな改善が得られることが示唆された。これらは極めて独創的で重要な研究であり、博士論文としてふさわしいものであると認められた。