

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：34104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350739

研究課題名(和文) 中高年の骨折頻発箇所である橈骨遠位端部骨強度を高めるノルディックウォーキング

研究課題名(英文) Nordic walking is effective for improving a common fracture site distal radius bone strength in middle-aged women

研究代表者

加藤 尊 (Kato, Takeru)

鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部・教授

研究者番号：00329913

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：健康な若年成人女性19名に対して23週間に渡り1日30分、週2回のNWを課した。NWトレーニング期間終了時に、橈骨遠位端部1/10にて骨塩量、骨密度共に、コントロール群(18名)と比べ有意な上昇が認められた。しかしながら上腕中位部と大腿中位部筋横断面積には有意な増加は見られなかった。

次に、40名の中高年が行った4か月間のNW教室後、橈骨遠位端部の骨塩量、骨密度とも増加傾向にあったが統計学的には有意な上昇ではなかった。特に頭骨遠位部1/10では骨面積は統計的に有意ではなかったものの($p=0.069$)上昇傾向がみられた。また、NWによる体脂肪率の有意な低下、骨格筋量の有意な増加が認められた。

研究成果の概要(英文)：Healthy female college students were randomly divided into two groups, Nordic-walkers ($n=19$) and controls ($n=18$). The NW group walked at least 30 min with Nordic Walking (NW) poles three times weekly for 23 weeks. BMC and aBMD at 1/10 the distance from the distal radius were significantly increased in the NW group after intervention. There were, however, no significant changes in muscle CSA at the mid-humerus and mid-femur between the two groups or between baseline and after intervention. NW pole push-off movement provides effective loading to enhance the osteogenic response at the ultradistal radius.

Forty middle aged participants were attended the 4 months of NW class. Although, the effects of NW class was not significant, the value of BMC and aBMD were higher than the baseline values. % fat of whole body was significantly reduced and lean body mass was significantly increased by the NW class.

研究分野：運動生理学

キーワード：骨塩量 骨密度 ノルディックウォーキング 筋横断面積 中高年 若年女性

1. 研究開始当初の背景

高齢化が急激に進む我が国では、骨粗鬆症対策は急務である。骨折頻発箇所として知られる大腿骨頸部や腰椎、橈骨遠位部は、骨粗鬆症判定をする際の DXA 装置による測定部位 (日本骨粗鬆症学会) である。腰椎や大腿骨頸部に比べ、橈骨遠位部 (手首) についてのトレーニングスタディは我々が知る限り未だ少ない。Beverly(1989)の最大努力でのテニスボール握りによる、橈骨遠位部の骨塩量が有意に増加したとの報告、硬式テニスの若年女子エリートプレイヤーの利き手は非利き手と比べ骨塩量、骨密度が高いなどの報告がある (Bass 2002)。

ノルディックウォーキングには手に持ったストックによって地面を後方へ押し出し、その地面反力として進行方向への推進力を得るといった独特の動作特徴がある。つまり、ストックを歩行中に使用することで、日常生活にはないストレスが手首に加わることになる。ノーマルウォーキングに対して歩幅が広がる (Kleindienst 2006)、同じ歩行速度の場合ノルディックウォーキングはノーマルウォーキングに対しておおよそ 1.2 倍のエネルギー消費があるとの報告もある (Church 2002)。すなわち、適切な時間と頻度を設定することで最大酸素摂取量に代表される全身持久性能の向上も期待できる (Kukkonen-Harjula 2007)。また、中高年者を対象とするのであれば、歩幅を広げることで歩行能力に大きく貢献する大腿四頭筋、ハムストリングスなどの筋群を増加させるのに適切な負荷となる可能性もある。

日常生活で起こる負荷を越えるメカニカルストレスが骨を撓ませ、その撓みに適応して骨は強くなる (メカノスタット理論: Frost 1997)。骨塩量増加に効果的な負荷様式にはいくつかの基本原則がある。例えば、動的負荷の方が静的負荷よりも骨塩量増加に効果的である (Lanyon 1984) というものである。これらの原則を基本に大腿骨や腰椎に対するトレーニングスタディは進められてきた。しかしながら橈骨遠位部に関するトレーニングスタディは腰椎や大腿骨頸部に対する研究に比し、骨折の頻度を考えれば圧倒的に少ないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の 1) ~ 3) とする。

1) 5 か月間の若年女性によるノルディックウォーキングトレーニングで、橈骨の骨塩量、骨密度、上腕中位部の組成変化、大腿中位部の組成変化を明らかにする。

2) 閉経後中高齢女性のノルディックウォーキングによる橈骨への負荷が骨塩量、骨密度に及ぼす影響を明らかにする。

3) ノルディックウォーキングにより閉経後中高齢女性歩行能力に關与する大腿筋群が増加するかを明らかにする。

3. 研究の方法

1) 若年女性の NW トレーニングが頭骨遠位端部を強くするか

若年女性計 37 名

NW = 19 名

160.4±5.0cm, 51.3±4.6kg

Control = 18 名

157.7±6.9cm, 51.5±6.1kg

5 か月間、週に 3 回、1 回最低 30 分以上 (RPE:10-11、THR:120b/min)

骨密度と骨塩量の定量 (DXA 法)

3 次元的な筋横断面分析 (MRI 分析)

2) 閉経後の中高年女性は NW トレーニングで頭骨遠位端部骨強度増強ができるか

中高年男女 40 名

アンケート調査 (小学校、中学校、高校、大学での運動歴、運動の種類、継続年数、1 回の運動時間など)

骨密度と骨塩量の定量 (DXA 法)

形態計測、体力測定

食事調査

3) NW トレーニングにより、中高年女性の大腿部筋量が増えるか

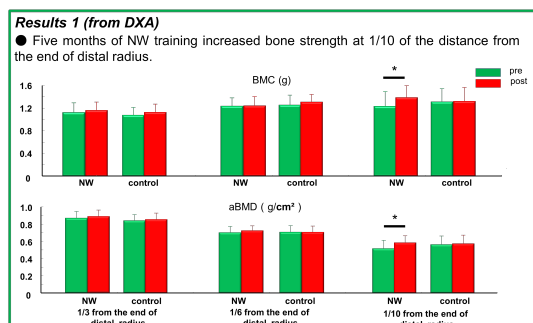
中高年男女 40 名

3 次元的な横断面分析 (MRI 分析)

4. 研究成果

1) 健康な若年成人女性 19 名に対して 23 週間に渡り 1 日 30 分、週 2 回の NW を課した。NW トレーニング期間終了時に、橈骨遠位端部 1/10 の部位にて DXA 装置により測定した骨塩量、骨密度共に、コントロール群 (18 名) と比べ有意な上昇が認められた。しかしながら他の部位、並びに上腕中位部と大腿中位部筋横断面積には有意な増加は見られなかった。若年者での NW トレーニング実験では、筋量が増えるようなトレーニング = 骨塩量、骨密度が上昇するトレーニングと言う訳ではなかった。

NW のポールを押し出す動作が、特に局所的に橈骨遠位端部への有効なストレスになっていたのではないかと考えられる。



Results 2 (from MRI)

●MRI determined muscle cross-sectional area.

There are no significant difference at mid-humeri and mid-femur between the pre and post intervention periods.

	Muscle CSA of mid-femur (cm ²)		Muscle CSA of mid-humeri (cm ²)	
	pre	post	pre	post
NW group (n=19)	103.6±12.6	104.7±12.5	22.3±3.9	22.7±3.8
Control group (n=18)	101.8±12.5	97.6±9.8	22.0±2.6	21.3±3.4

Mean ± S.D. ANOVA with repeated measures revealed that there was no significant interaction found in mid-femur (p=0.068) and mid-humeri (p=0.162).

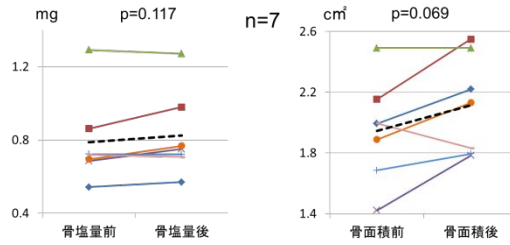


図4.骨塩量・骨面積の前後比較（左手橈骨 1/10）

2)「広報すずか」にて参加募集をし、我々が主催したNW教室に参加した男女40名(女性31名、男性9名)を対象とした。NW有資格者講師による指導のもと、1回1時間、週2回(火・木曜日)の初心者を対象としたNW教室を6月から9月終わりまでの4ヶ月間行った。測定はNW教室開始前の6月と、終了時である9月終わりに行った。

その結果、体脂肪率の有意な低下、骨格筋量の有意な増加がみられた。骨塩量、骨密度も増加傾向にあったが統計学的には有意な上昇とは言えなかった。しかしながら特に、橈骨遠位端部 1/10 左手にて統計的に有意ではなかったものの p=0.069 であり、今後の研究に期待が持てる結果が得られた。若年女性時と同様に、橈骨遠位端部 1/10 にて最も低い p 値を得たことは、NW のポールプッシュオフ動作が、特に局所的に手に近い部位により大きなストレスを加えていることが推察できる。なお、体力測定値も同様の傾向であり、平均値は運動期間後で向上するものの、統計的にその差は有意であるとは言えなかった。昨年度は雨が非常に多く、教室の実施率が低かったことも原因の一つと考えられよう。また、参加前に被検者によっては全ての測定が実施できず、測定項目により人数の増減が大きかったこともあろう。トレーニング実験の難しさでもある。

3)4 か月間の NW トレーニング機関前後にて、上腕並びに大腿筋横断面積は、平均値としてはトレーニングの値が大きくなったものの統計学的にはその差は有意なものではなかった。これは、若年女性の5 か月間のトレーニング結果と同様でもあった。しかし、バイオインピーダンス法を用いたインボディのデータから得られた骨格筋量の前後比較(図1)にも示したように、全身の筋量自体は増加していた。今回は、被検者の都合により、ベースライン測定と運動期間終了後の2度の測定が完遂できない数も多く、今後は被検者数の確保が重要な課題となる。また、トレーニング期間の延長、雨による順延期間を設けるなど、十分なトレーニング機会の確保が重要となる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

1. Honda A, Matumoto M, Kato T, Umemura Y. Exercise characteristics influence femoral cross sectional geometry: a magnetic resonance imaging study in elite female athletes, Osteoporosis International, 2014, 26:1093-1098. [査読有]
2. Kato T, Niwa M, Yamashita T, Matumoto M, Umemura Y. Past sports activity during growth induces bone mineral content and enhances in bone geometry in young men and women. Journal of Bone and Mineral Metabolisms, 2015, 33(5):569-576. [査読有]

[学会発表](計9件)

1. Kato T, Yamashita T, Matumoto M, Honda A, Takami K, Umemura Y. Past sports activities during growth induces bone mineral contents and changes in bone geometry in young men and women. ECSS 18th, European College of Sports Science, (Barcelona, EP) 2013
2. Kato T, Yamashita T, Tomioka T,

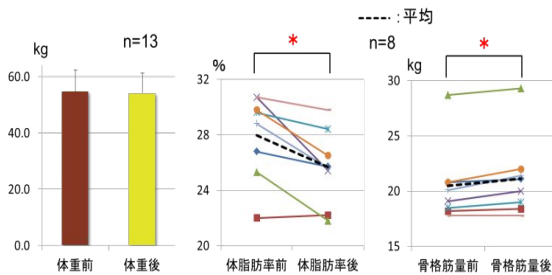


図1.体重・体脂肪率・骨格筋量の前後比較

(* p<0.05)

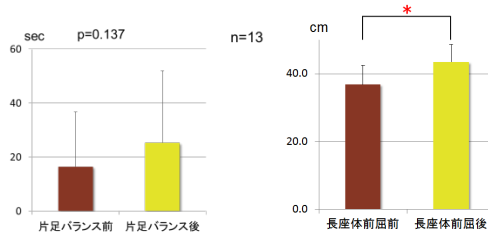


図2.片足バランス・長座体前屈の前後比較

(* p<0.05)

Terashima T, Onishi N. Does Nordic-walking increase distal radius bone strength in young women? ACSM 61st, American College of sports medicine (Orlando, USA), 2014

3. Kato T, Matumoto M, Yamashita T, Takami K. High-impact, low-repetition jump training is effective for preventing bone loss in postmenopausal regular swimmers. Sports Medicine Australia 2015 conference, (Sanctuary Cove, Queensland, Australia), 2015

4. 加藤 尊, 森 博康, 山下 剛範, 寺島 徹, 梅村 義久, 体育館のスポーツ教室に通う中高年女性の骨は、スイミングスクールや料理教室に通う同年代の中高年女性の骨より強いのか、日本体力医学会(東京) 2013

5. 稲垣美里, 酒井香江, 山下剛範, 寺島徹, 原正之, 加藤 尊, 若年女性のリン、カルシウム摂取量と骨強度, 第3回日本栄養改善学会東海支部学術総会(鈴鹿) 2014

6. 加藤 尊, 山下 剛範, 松本 実, 寺島 徹, 梅村 義久, 若年女性と中高年女性の大腿中位部筋横断面積と骨塩量、骨密度, 日本体力医学会(長崎) 2014

7. 加藤 尊, 酒井香江, 山下剛範, 松本実, 梅村義久, 上腕中位部筋横断面積と橈骨遠位端部の骨塩量、骨密度との関係 若年女性と中高年女性の比較, 日本体力医学会(和歌山) 2015

8. 山本純子, 酒井香江, 奥森晴香, 菊池太郎, 大西敦子, 山下剛範, 加藤 尊, 若年女性の骨強度は局所的に影響を受ける, 日本人間工学会東海支部会(名古屋) 2015

9. 大西敦子, 大西範和, 奥森晴香, 菊池太郎, 山本純子, 山下剛範, 加藤 尊, 筋横断面積と骨塩量・骨密度との関係, 日本人間工学会東海支部会(名古屋) 2015

〔図書〕(計1件)

1. 高松薫, 加藤 尊ら, 運動生理学: 栄養学 第2版, 第1章健康・体力づくりの意義と運動の効用, 第3章トレーニングと食生活, 競技者, 建帛社, P5-13, 134-141, 2015

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 尊 (KATO TAKERU)
鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部・教授
研究者番号: 00329913

(2) 研究分担者

大西 範和 (ONISHI NORIKAZU)
三重県立看護大学・看護学部・教授
研究者番号: 20176952

(3) 研究分担者

山下 剛範 (YAMASHITA TAKENORI)
鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部・准教授
研究者番号: 10410937