

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：32692

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25750226

研究課題名(和文) 骨粗鬆症を予防・改善させるノルディックウォーキング実施方法の開発と介入効果の検証

研究課題名(英文) Verification of Nordic Walking to prevent and improve the osteoporosis

## 研究代表者

地神 裕史 (JIGAMI, Hirofumi)

東京工科大学・医療保健学部・講師

研究者番号：30468970

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：研究代表者らは3次元動作解析機器と推定緊張力算出ソフトを用いて、骨粗鬆症を予防・改善させるための新しいノルディックウォーキング実施方法を開発した。この実施方法の介入効果を検証するために実際に介入研究を行った。その結果、我々の開発した新しいノルディックウォーキングの実施方法は地域在住の女性中高齢者の骨密度を有意に改善させる効果があることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：We developed new Nordic Walking exercise to prevent and improve the osteoporosis by three dimensional motion analysis system. In addition, we verified the actual Nordic Walking effect in community dwelling adult women. Finally, we clarified that new Nordic Walking exercise improved bone mineral density.

研究分野：健康・スポーツ科学

キーワード：ノルディックウォーキング 骨粗鬆症 骨密度 DXA

### 1. 研究開始当初の背景

研究代表者はリハビリテーションの分野で注目され、運動療法としての介入効果が多数報告されているノルディックウォーキング（以下、NW）の安全な実施方法を開発するための研究を2011～2012年度の文科省・科研費（若手B）の助成により実施した（課題番号：23700636「関節痛を有する高齢者のノルディックウォーキング実施方法の開発と介入効果の検証」）。その結果、NWの実施方法の違いが、体幹や下肢の筋や関節に異なる影響を与えることを明らかにし、関節痛を有する患者が安全かつ効果的に実施できる方法を開発した。また、実際の介入研究によりその効果の検証を行った（Jigamiら, 2012）。特にポールを押す力は下肢や体幹の筋活動に大きな影響を与えることを明らかにし、対象者の状態に合わせた実施方法を指導する上で重要な研究成果を得ることができた。このようにNWは安全に配慮した実施方法で行うことで、ウォーキングよりも運動療法としての効果が高まることが期待され、今後も様々な疾患を有する患者のリハビリテーションツールとして広がりを見ることが予想される。

その中でも高齢社会である本邦で大きな問題になっている疾患の一つに骨粗鬆症がある。骨粗鬆症に伴う骨折はその後のQOLや生命予後に影響を与えるため、様々な職種が連携して予防していくことが重要な疾患と位置づけられている。骨の長軸方向への適度なメカニカルストレス（以下、MS）により骨形成が促進されるという研究結果から、ウォーキングを中心とした運動療法もその重要な予防手段として推奨されている。研究代表者らの先行研究（地神ら, 2012）により、NWは実施方法によってはウォーキングよりも体幹を直立位に維持しやすく、さらにポールを地面に垂直につくことで脊柱起立筋や腹直筋の筋収縮を増大させることを明らかにした。このような正しい立位姿勢を保持した状態で、脊柱起立筋や腹直筋が収縮と弛緩を繰り返す歩行様式は、脊椎の長軸方向の圧縮と離間を繰り返す作用になると考えた。このようなMSにより、NWは通常のウォーキングよりも椎体の骨形成を促進する可能性があるが、このような観点からNWの効果を検証している研究は皆無である。



NWと筋活動

### 2. 研究の目的

椎体に加わるMSの定量化は容易ではないが、研究代表者は3次元動作解析と筋電図解析装置を同期させ、筋の張力と変位量、筋活動量から関節に加わる圧縮力や剪断力を推定する解析手法を用いた研究を実施した（地神ら, 2009）。今回はこのような手法を応用して、脊椎に加わるMSを定量化し、ウォーキングとの比較やより効果的なNW実施方法を開発し、この方法を用いて骨粗鬆症予備群や骨粗鬆症患者を対象としたNW介入研究を行い、その効果の検証を行うことを目的に研究を行った。

### 3. 研究の方法

本研究の遂行に要する期間は3年間であった。初年度は3次元動作解析装置と筋電図解析装置、推定緊張力算出ソフトを同期させ、脊椎に加わるMSの算出方法を開発検証した。2年目、3年目は新潟県胎内市にて地域在住の中高齢者に対して実際にNWを実施し、身体機能や骨密度の変化を検証した。身体機能、骨密度ともに2年目は介入前、介入直後のみで、3年目は介入前、介入直後、介入後6ヵ月を計測時期とした。身体機能の計測項目は膝の屈曲・伸展筋力、体幹の屈曲・伸展筋力、片脚立位時間、椅子からの反復起立回数、歩行能力（Timed Up & Go Test）であった。骨密度はGEヘルスケア社製のPRODIGY Cを用いて腰椎・大腿骨の骨密度を二重エネルギーX線吸収測定法（DXA法）を用いて計測した。介入後の運動習慣をアンケートにより聴取した。

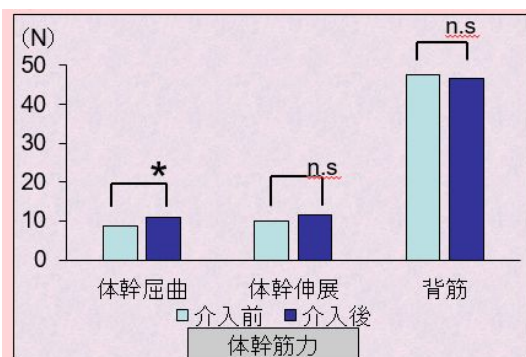
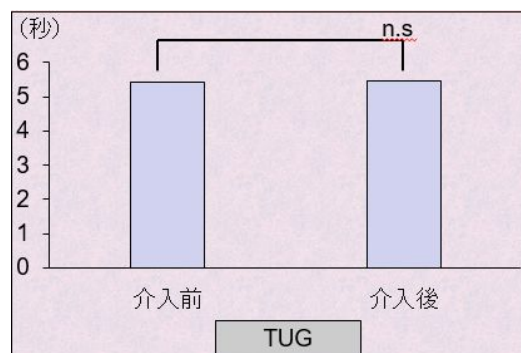
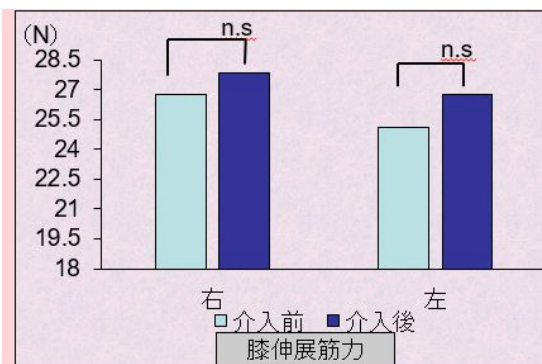
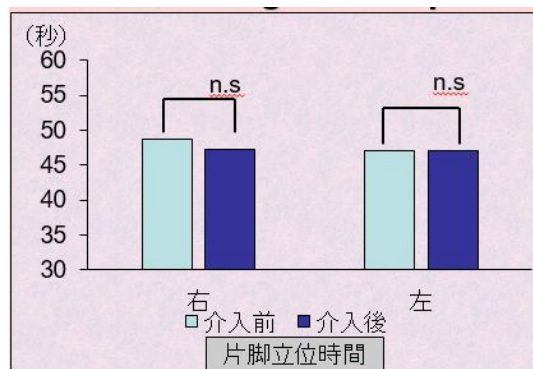
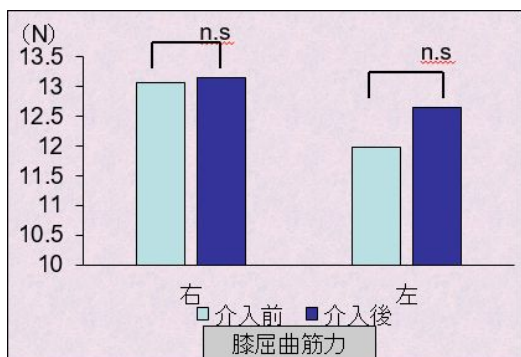
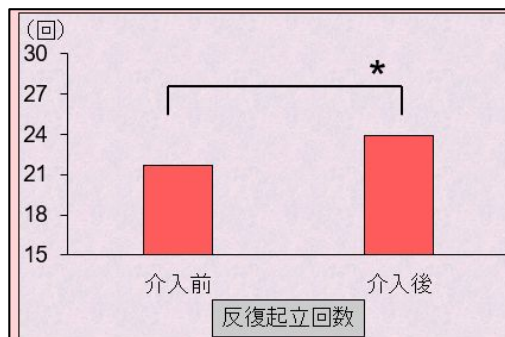
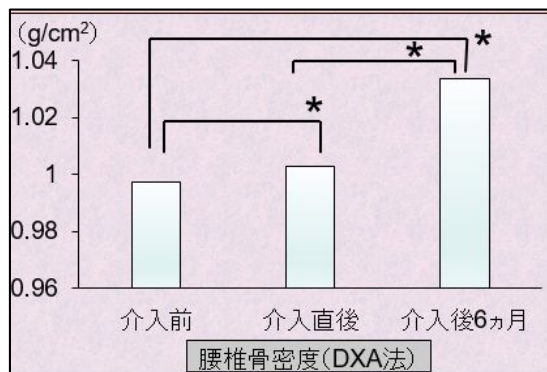
### 4. 研究成果

1年目（2013）は脊椎へのMSを3次元動作解析装置、表面筋電図、筋骨格モデルを元にした筋張力推定ソフトウェア（n-motion）を同期させることでNW実施時の脊椎の筋に加わる推定筋張力を算出した。その結果、腰部の深層にある多裂筋や前面にある腹横筋といった筋はNWポールの押す強さによって活動が異なり、体重の10%程度で地面を押すことで活性化されることが明らかになった。また、ポールを押すタイミングは踵接地よりも少し早い方が活動が安定することや、体幹の傾き（角度）によって体幹筋の活動が変化することを明らかにした。

2年目（2014）は1年目の結果を踏まえ、効果的と思われる実施方法で実際に骨粗鬆症予備軍に対して介入研究を行った。対象は新潟県胎内市在住で、骨密度が低下していた中高齢者8名は介入前後で骨密度が1.5%増加した。

3年目は対象者数を増やすと同時に、短期的な効果と中期的な効果を検証するために、介入前・後・介入後6ヵ月の3回、身体機能の測定を行った。その結果、介入前後で体幹屈曲（前；8.7N、後；10.9N）と反復起立回数

(前; 21.7回、後; 23.9回)が有意に改善した。また骨密度は介入前後では有意な差は認められなかったが、介入後6ヵ月で有意に改善が認められた(前; 0.997g/cm<sup>2</sup>、後; 1.003g/cm<sup>2</sup>、6ヵ月後; 1.033g/cm<sup>2</sup> (p<0.05))



## 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 3 件)

Daisuke Homma, Hirofumi Jigami, Naritoshi Sato: Effects of Nordic walking on pelvis motion and muscle activities around the hip joints of adults with hip osteoarthritis. J Phys Ther Sci. 28(4): 1213-1218.2016 (査読あり)

Tsubaki A, Kubo M, Kobayashi R, Jigami H, Sugawara K, Takahashi HE.: Maximum Power During Vertical Jump and Isometric Knee Extension Torque Alter Mobility Performance: A Cross-Sectional Study of Healthy Individuals. PM R.8(1):19-27. 2016 (査読あり)

佐藤成登志, 地神裕史, 島田雄司, 山本智章: MRI を用いた女性腰部疾患例におけ

る大腰筋特性．新潟医福誌 13(2)：2-7.  
2014 (査読あり)

[学会発表](計 8 件)

Jigami H, Sato N, Kaneko C, Kurihara T, Iga T, Wada T: Does the Nordic Walking improve bone mineral density in Japanese Community-dwelling Adults? ACSMs 62th Annual Meeting and 6th World Congress on Exercise is Medicine, 2016 年 6 月 1 日 (Boston, USA)

地神裕史、佐藤成登志、石川知志、山本智章、遠藤直人：ポールを用いた片脚立位エクササイズが体幹深層筋に与える影響．第 50 回日本理学療法士学会大会，2015 年 6 月 5 日 (東国際フォーラム・東京都千代田区)

Jigami H, Sato N, Honma D, Endo N: Nordic Walking improve the Quality of Life and physical function in subjects with hip osteoarthritis. ACSMs 61th Annual Meeting and 5th World Congress on Exercise is Medicine, 2015 年 5 月 27 日 (San Diego, USA)

Jigami H, Sato N, Honma D, Shimoyama Y, Wada T, Endo N: Effects of Nordic walking in the community dwelling subjects with hip osteoarthritis. Australian Conference of Science and Medicine in Sports, 2013 年 10 月 22 日-25 日 (Phuket, Thailand)

Naritoshi Sato, Ryouzaku Kobayashi, Hirofumi Jigami, Harumi Takada: Study of age-related spinal alignment. 12<sup>th</sup> International congress of Asia Confederation for physical therapy, 2013 年 9 月 5 日-9 日 (Taichung, Taiwan)

Daisuke Homma, Hirofumi Jigami, Naritoshi Sato: Effects of Nordic walking on pelvic movement and muscle activity around the hip joints. 12<sup>th</sup> International congress of Asia Confederation for physical therapy, 2013 年 9 月 5 日-9 日 (Taichung, Taiwan)

地神裕史：運動器疾患に対するノルディックウォーキングの可能性．生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 (招待講演)，2013 年 9 月 2 日 (山梨大学・山梨県山梨市)

Jigami H, Sato N, Honma D, Ishikawa T, Yamamoto N, Endo N: Local and Global Trunk Muscle Activity During Single-Leg Standing Exercise. ACSMs 60<sup>th</sup> Annual Meeting and 4<sup>th</sup> World Congress on Exercise is Medicine, 2013 年 5 月 28 日-6 月 1 日 (Indianapolis, USA)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

地神 裕史 (JIGAMI, Hirofumi)

東京工科大学・医療保健学部・講師

研究者番号：30468970

(3) 連携研究者

佐藤 成登志 (SATO, Naritoshi)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授

研究者番号：00440470