

## 歩行運動におけるウォーキングポール使用の効果に関する研究 A Study of Effect of Walking Pole on the Walking Exercise

加藤麻樹\* Macky KATO, 下平佳江\*\* Yoshie SHIMODAIRA, 佐藤 健\*\*\* Takeshi SATO

**Abstract:** So-called metabolic syndrome is one of the medical problems in our country, because many of people have difficulty at lack of exercises. Ministry of Health, Labor and Welfare suggest healthy life by exercise and moderate foods. Walking is one of the effective exercises to keep health in everyday life. Walking with poles, the exercise method of cross country skiing, is noticed as the effective exercise nowadays. Some studies show the effect of the pole walking exercise from view points of circulation, medical rehabilitation, and so on. In this study, we investigate the effect from view points of muscle load and balance keeping function. Experiment of comparing the normal walking and the pole walking has shown the effect of fitness, comfort, and safety.

### 1. 目的

高齢社会における問題点の一つとして高齢者が関連する事故の発生があげられる。特に身体機能の低下により、日常生活における動作一つ一つが緩慢になった結果、転倒や転落などといった身近な事故が多発するようになった。加齢による身体機能の低下は、自分の体重を支えることを困難にするとともに、立位または歩行中の姿勢を維持することも困難にするため、転倒リスクは若年者に比べてきわめて高い<sup>1)</sup>。転倒事故を防止する方法の一つとしては、いわゆる「転ばぬ先の杖」の使用があげられる。しかしながら杖を使った歩行は、高齢者自身にとってはあまり好まれるものではない。これは「杖をつく」というイメージが、直接的に「加齢」を想起させることによると考えられる。

一方いわゆる生活習慣病を防ぎ、健康を維持するためには適切な運動と食事が必要であることが従来から指摘されている。特にメタボリック症候群等への対策として2004年度以降、その指導方針が明確化されてきた。2006年には「健康づくりのための運動指針2006」が作成され、運動は昨今の保健・医療における重要な位置づけを担っている<sup>2)</sup>。しかし高齢者にとって可能な運動の種類は限られており、過度の運動は上記の転倒リスクを増大させることもある。従って、より簡単に実施することができる運動を推奨することが望ましい。

一般的に日常生活において簡単に実施することができる運動として、ウォーキングやジョギングがあげられる。高齢者に限らず過度の負荷をかけないためにはウォーキング程度の運動を継続的に実施することが望ましい。ウォーキングの運動効果を高める方法として、近年、ノルディックウォーキングが着目されている。ノルディックウォーキングは、スキー競技の一種、クロスカントリーの夏季トレーニング用ストック2本を、歩行時にも使用することで、ウォーキングの運動効果を高めるという趣旨で実施されているスポーツの一種である。ストックを使用することによる健康上の効果としては、まずエネルギー消費が通常歩行よりも23%大きいとされている<sup>3)</sup>。その他、有酸素運動の一つとして、体力の維持・向上に役立つ種目であるとされている<sup>4)</sup>。また通常の歩行と比べて心拍出量に差がなく、エネルギー消費が多くても心臓血管系への負担が増えるわけではない<sup>5)</sup>。さらに末梢血管障害で歩行困難な患者に対してポールを使用した歩行訓練を行なった結果、劇的に歩行距離が延びたとされている<sup>6)</sup>。

このような効果が得られるポールを用いたウォーキングを日常生活に積極的に取り入れることで、特に高齢者等の歩行中の転倒事故の防止効果を高め、一人一人の健康維持はもちろんのこと、高齢社会における保健・医療の社会的負担を軽減させることが可能になると思われる。本研究では、このようなノルディックウォーキングの効果のうち、これまで研究対象となる機会があまりなかった筋肉の負担および身体のバランス維持機能に対する効果について検討し、ノルディックポールの保健・医療分野への適用を図る資料を構築することを目的として、ポール

所属

\* 長野県短期大学 (准教授) (Nagano Prefectural College)

\*\* 長野県短期大学 (助手) (Nagano Prefectural College)

\*\*\* 実践女子大学 (准教授) (Jissen Women's University)

使用時と不使用時の筋負担ならびに身体動揺を測定する実験を行う。

## 2. 方法

健康な女子大学生4名の被験者（平均年齢20歳）に対して、ウォーキングの負荷を課し、ウォーキングポールを使用した場合と使用しなかった場合の身体負担の変化を比較する。使用器材として、ウォーキングポール（キザキ）、スニーカー（シューマート）を用い、4名の被験者にはそれぞれ、傾斜を伴った歩道（長野県軽井沢町旧中山道）、平坦な屋外グラウンド外周（長野県短期大学）、屋内体育館（同短大）の歩行課題を与えている。歩行時間は約30分を1セットとし、十分なインターバルをおい

てからポール条件を変更して実施し、測定値の比較を行う。歩行中、心拍計（POLAR）による心拍数変化を5秒のインターバルで測定する。またデータロガー（DKH）により上肢、下肢を含む筋電図（前脛骨筋、腓腹筋、大腿直筋、大腿二頭筋、脊柱起立筋、僧帽筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、）を1kHzの速度で測定する。さらに、1被験者については、下肢の測定の代わりに加速度センサー（DKH）による身体動揺（頭頂点におけるX-Y平面方向の加速度変化）を50Hzの速度で測定する。

## 3. 結果

### 1) 心拍数変化の比較

歩行条件が被験者ごとに異なることから、それぞ

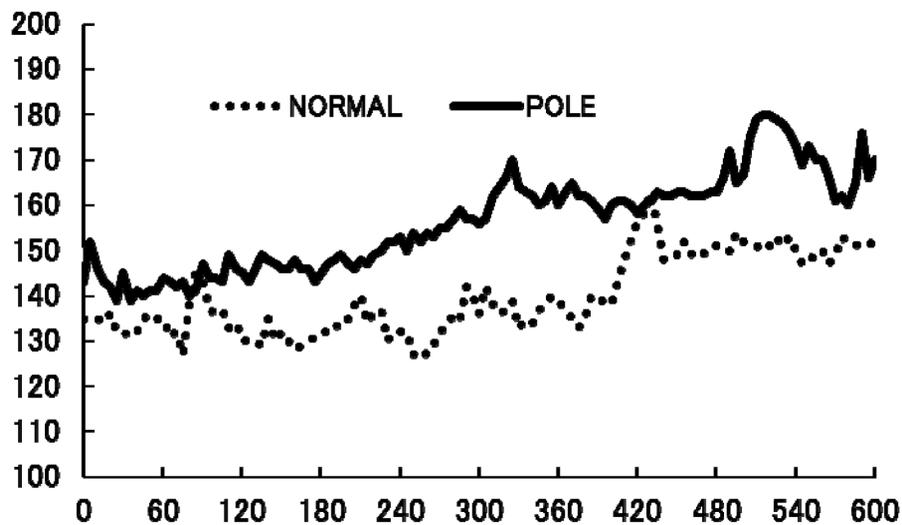


図1 通常歩行時とポール歩行時の心拍数変化（被験者A）

Fig.1 Heart Rate variation through normal walking and pole walking of subject A

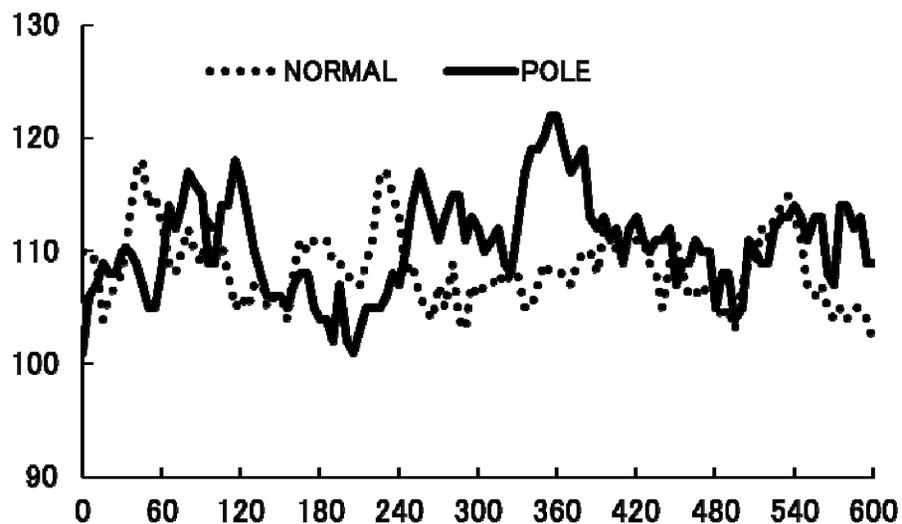


図2 通常歩行時とポール歩行時の心拍数変化（被験者B）

Fig.2 Heart Rate variation through normal walking and pole walking of subject B

れ歩行開始より10分経過後から10分間の変動を抽出し、条件間の個体内変動について比較を行った。図1ないし図3に被験者4名中、3名の心拍数変化を示す。図1と図3で示した結果からはポールを使用した場合の心拍数が若干高くなる傾向を示している。図2の被験者の場合はグラフ上では差異が少ないように見えるが、平均値の差の検定をしたところ、3名の被験者のいずれについても有意差が認められた (A:  $t=13.05$ ,  $df=240$ ,  $p<0.01$ , B:  $t=4.12$ ,  $df=240$ ,  $p<0.01$ , C:  $t=25.46$ ,  $df=240$ ,  $p<0.01$ )。ただし個体間の差については安静時心拍数が異なることから今回は比較対象とはしていない。

## 2) 筋電図測定と比較

歩行中の10分間を抽出して、その間の筋電図の積分値について、通常歩行に対するポール使用歩行の割合を、表1に示すとともに、差異が生じた原因を測定部位別に以下に示す。

### i) 前脛骨筋

つま先を屈曲させて上方方向に持ち上げる筋肉、いわゆる向こう脛にあたる部分である。3試行において測定をした結果、2試行についてポールウォーキングが通常歩行を上回る結果を示した。従って明確な差が示されたとはいえないが、ウォーキングにお

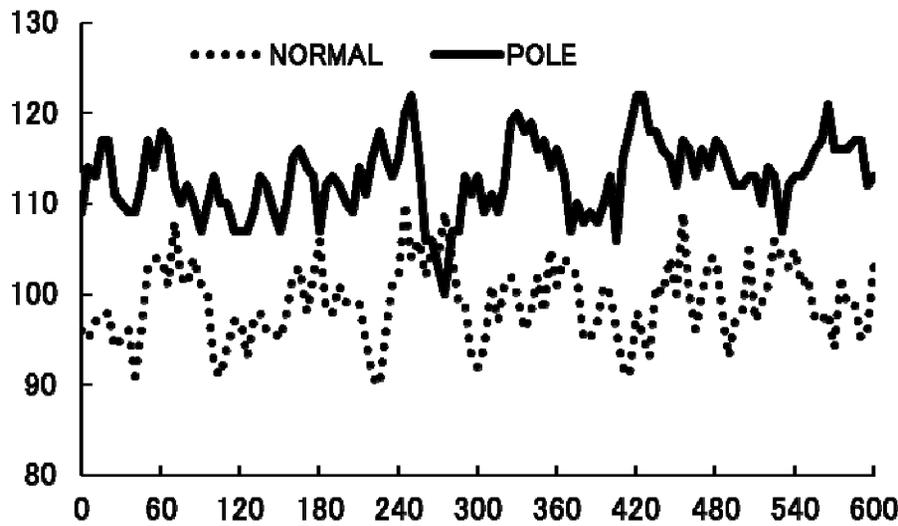


図3 通常歩行時とポール歩行時の心拍数変化 (被験者 C)

Fig.3 Heart Rate variation through normal walking and pole walking of subject C

表1 通常歩行に対するポール歩行の筋電図積分値の割合

Table 1. Ratio of EMG through the pole walking against the normal walking

試行	前脛骨筋	腓腹筋内側	大腿直筋	大腿二頭筋
1	5.45	0.53	9.26	12.85
2	0.88	0.20	2.79	3.37
3	1.34	NG	1.13	0.89
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
試行	脊柱起立筋	僧帽筋	上腕二頭筋	上腕三頭筋
1	NG	2.14	8.10	5.37
2	NG	1.25	7.87	7.79
3	0.81	0.92	3.04	8.41
4	0.56	0.19	1.56	1.52
5	0.89	0.98	0.90	2.04

いてはポールの有無に関わらず、路面の斜度などの影響が大きいことをうかがうことができる。

#### ii) 腓腹筋

前脛骨筋と逆に、つま先を伸ばすための筋肉で、いわゆる脛脛にあたる部分である。歩行においては前方へ進むために地面を蹴るために屈曲する。3試行中、1試行は測定に失敗したが、2試行においては通常歩行に比べて、ポールウォーキングにおいては筋負担が減少する傾向にあった。腓腹筋にかかる運動負荷がポールの使用により分散されることが明らかとなり、疲労が少なく、長距離の運動が可能となるとする先行研究の見解に一致している。

#### iv) 大腿直筋

大腿部を体幹に近づけ、膝を持ち上げる骨格筋であり、いわゆる太ももにあたる部分である。3試行のうちすべてにおいてポールウォーキングでの負担増加が認められた。つまり、大腿直筋のように比較的大きな筋肉の動作が大きいということは、エネルギー消費が多くなることを示している。

#### v) 大腿二頭筋

収縮により膝を屈曲させるための筋肉であり、太ももの裏の骨格筋である。3試行中、2試行で負担が増加する傾向を示した。地面を蹴った後、足を前に送り出すときに大腿直筋とともに膝を動かすために用いられるが、主に路面斜度や歩行スピードに影響を受けている。

#### vi) 脊柱起立筋

腰椎周辺の筋肉で、直立姿勢を維持する骨格筋である。正常にデータが取得できた3試行中すべてにおいて、ポールウォーキング中の方が減少傾向にある。脊柱起立筋は抗重力筋であり、これが疲労しない場合は、直立の正しい姿勢が維持できる。この筋が疲労しなければ、長時間の運動が可能となるため、ポールウォーキングは通常歩行よりも長時間継続できる運動であるということが出来る。

#### vii) 僧帽筋

肩甲骨から首筋にかけて広がる骨格筋であり、肩から上腕にかけての動作に用いられる筋肉である。ポール使用の効果については個人差が大きく、活動が増加傾向を示す場合と減少傾向を示す場合とがあるため、歩行時の腕の使い方に影響を受けることがわかった。低速歩行においては上肢の運動量が少ないことから差は小さくなる傾向を示している。

#### viii) 上腕二頭筋

いわゆる力こぶができるように収縮して前腕を屈曲させる骨格筋である。5試行のうち、1試行のみ減少が見られたが、他の4試行については大幅に増

加する傾向が示された。これは一度ついて後方へ押し出したポールをもう一度身体の前方へ戻すために引き寄せる動作によって生じている。

#### ix) 上腕三頭筋

屈曲した前腕を前方向に伸ばすための骨格筋であり、いわゆる二の腕の裏側にあたる部分である。5試行中すべての試行において運動量が増加する傾向を示した。ポールを地面につき、後方へ押し出す動作において前腕が伸展するために生じた筋負担によるものである。通常歩行においても上肢を前後に振る動作が行なわれるが、運動効果をもたらすことは通常困難であり、筋肉の使用量はポールを用いたときのほうがはるかに大きい。

### 3) 加速度変化による身体動揺

上述した被験者B、Cの身体動揺について、歩行開始後10分経過した時点から10分間の頭頂点におけるX-Y平面上の加速度変化を測定した。図4と図5に、被験者B、Cの通常歩行時およびポール使用時の加速度の1分ごとの値の変化を、X、Y平面状の変化として示す。

被験者Bの場合、通常歩行の場合と比較するとポールを使用したときのほうが左右方向の加速度変化が少なく、左右の身体動揺が低減していることがわかる。また被験者Cの結果からは、前後方向の加速度変化がポール使用時のほうが大きくなっていることから、前後の身体移動動作が速くなる傾向が示されている。

## 4. 考察

循環系の指標として、歩行中10分間の心拍数がポールを使用しているときのほうが大きい値を示していることについては、心拍出量には変化が生じないとする知見<sup>5)</sup>とは異なっているようではあるが、知見でも心拍数については上昇傾向を示している。これは下肢に加えて上肢の積極的な運動が生じたことによるものと考えられる。つまり有酸素運動としては全身の筋肉を用いた有効な方法であるということが出来る。

筋肉へかかる負荷については、約500gのポールを保持することに加え、これを前方向に運び、後ろ方向へ押し出す動作を繰り返すことから、上肢に関して言えば増加傾向を示しているといえる。しかしながら歩行における推進力を、ポールをもった上肢が担うことにより、下肢の筋肉に依拠している通常歩行に比べ、下肢の筋肉にかかる負担は低減されているということが出来る。さらに脊柱起立筋の筋負

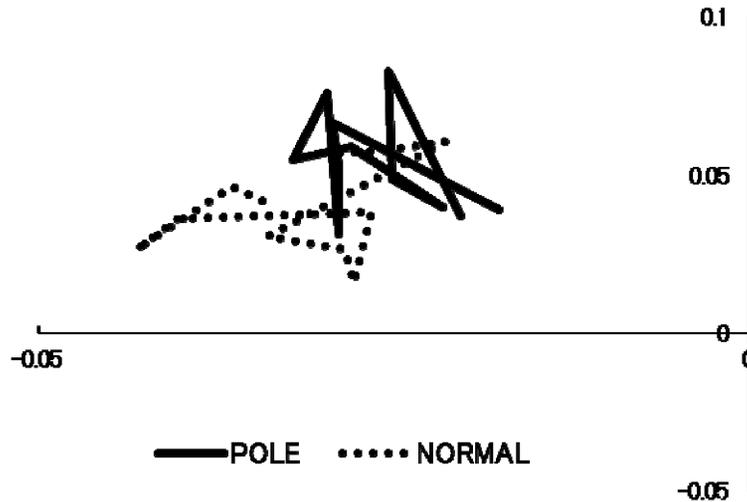


図4 被験者 B の歩行中の XY 平面状における加速度変化  
Fig.4 Acceleration variation on XY plane through the walking trial of Subject B

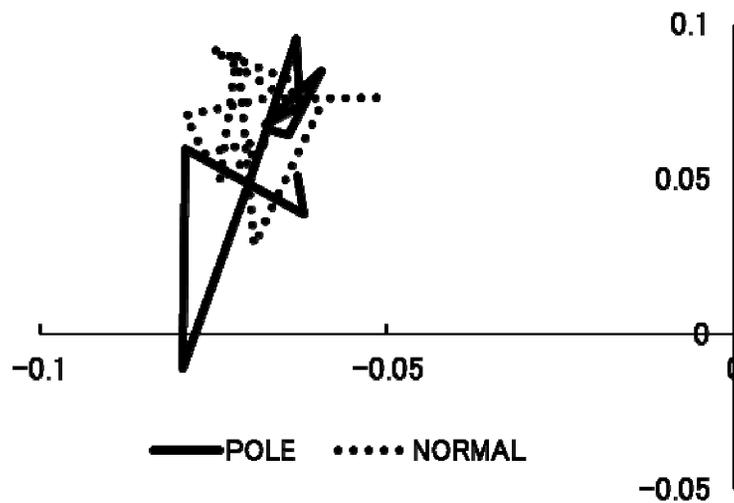


図5 被験者 C の歩行中の XY 平面状における加速度変化  
Fig.5 Acceleration variation on XY plane through the walking trial of Subject C

担が低下しているということから、ポールを前方に突くために上腕を持ち上げたことで、自然と体幹の姿勢が整うようになったと考えることができる。従って体幹にかかる負担はポールを用いて上肢を使うことにより低減したと考えられる。これは身体の特定位位にかかる負担を全身に分担して長時間の運動を可能にすることにつながるといえる。

今回 2 名の被験者のみを対象として測定した頭頂点の XY 平面上の加速度変化については、過去の知見<sup>1)</sup>でも示されているように、姿勢の維持が困難な被験者の場合はその値が極端に分散する傾向を示す。本研究において得られた結果では、特に左右方向の加速度変化がポール使用により低減することが示されており、身体動揺が少なくなったことで転倒リス

クが低減したと考えられる。逆に前後方向の同様がなくなったことについては上肢を効果的に使って歩行速度をあげることができたと考えることができる。同時にポールを持つことで、常に 3 点による体重支持が可能となったことから、歩行速度をあげながら身体姿勢の安定を図ることができる道具として、ポールが効果を発揮したと考えることができる。

以上のことから考えられるポール使用の効果としては、運動効果、快適性効果、および安全性効果の 3 点をあげることができると考えられる。すなわち、上腕三頭筋に見られるように、日常的に積極的に使うことが少なく、鍛えることが困難な筋肉についてはその運動量が飛躍的に増えたことから、フィットネス等の効果を得ることが可能となると思われる。

いわゆる二の腕のフィットネスについては多くの女性が意識をするため、ポールウォーキングのダイエット等への適用を図ることが検討される。また普段使わない上腕、前腕の筋肉を用いたことにより、通常歩行においては最も重要な筋肉の一つである下腿の筋肉の負担が軽減したことと、脊柱起立筋のような姿勢を維持するための筋肉の負担が軽減したことから、長時間の快適な運動が可能になったといえることができる。さらに加速度センサーが示した結果からは、左右のバランスが向上したことで転倒リスクを低減させ、安全な運動を可能にするといえることができる。従って、本研究からは、日常生活における運動にポールウォーキングを積極的に取り入れることが、保健・医療の負担軽減に一定の効果をもたらすといえることができる。

## 謝 辞

本研究に当たり、(株)シューマート、(株)キザキ、(株)DKHより機材提供を受けた。また実践女子大学の七山杏子氏、古屋聡美氏、長野県短期大学の越川裕

衣氏、栗原優氏の協力を得た。記して謝する。

## 参考文献

- 1) Macky Kato, Yoshie Shimodaira, Takeshi Sato, A Study on Comparison of Three Generations' Ability of Keeping a Standing Posture by Measurement of Acceleration, International Conference for the 40th anniversary of Human Ergology Society, 2010
- 2) 健康づくりのための運動指針 2006, 厚生労働省, 2006
- 3) Porcari j.p., et. al., The physiological responses to walking with and without Power Poles on treadmill exercise., Res Q Exerc Sport 68: 161-166, 1997
- 4) Church t.s., et. al., Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. Res Q Exerc Sport 73: 296-300, 2002
- 5) Schiffer, Physiological responses to Nordic walking, walking and jogging, Eur J Appl Physiol, 98, 56-61, 2006
- 6) Oakely, et. al., Nordic Poles Immediately Improve Walking Distance in Patients with Intermittent Claudication, Eur J Vasc Endovasc Surg, 36, 689-694, 2008