

## 報告

## 重錘負荷が立位バランスに与える影響

山崎 裕司<sup>1)</sup>, 片山 訓博<sup>1)</sup>, 重島 晃史<sup>1)</sup>, 稲岡 忠勝<sup>1)</sup>, 柏 智之<sup>1)</sup>, 平賀 康嗣<sup>1)</sup>,  
宮崎登美子<sup>1)</sup>, 清岡 学<sup>1)</sup>, 栗山 裕司<sup>1)</sup>, 竹村 拓人<sup>2)</sup>, 橋本 竜弥<sup>3)</sup>

## Effect of the weight load on the human body on the standing balance

Hiroshi Yamasaki<sup>1)</sup>, Kunihiro Katayama<sup>1)</sup>, Koji Shigeshima<sup>1)</sup>, Tadakatsu Inaoka<sup>1)</sup>, Tomoyuki Kashiwa<sup>1)</sup>, Yasushi Hiraga<sup>1)</sup>,  
Tomiko Miyazaki<sup>1)</sup>, Manabu Kiyooka<sup>1)</sup>, Hiroshi Kuriyama<sup>1)</sup>, Takuto Takemura<sup>2)</sup>, Tatsuya Hashimoto<sup>3)</sup>

## 要 旨

本研究では、重錘負荷が立位バランス能力に与える影響について検討した。

## 〈実験1〉

対象は健常学生20名で、年齢 $21.8 \pm 5.0$ 歳、身長 $166.1 \pm 8.6$ cm、体重 $61.4 \pm 9.6$ kgであった。無負荷、重錘ベルトを用いた15kg負荷、30kg負荷の3条件で、開眼安静立位条件で30秒間の重心動揺を計測した。

単位時間軌跡長、矩形面積、外周面積は重錘負荷によって有意に増加した。しかし、30kg負荷条件における重心動揺データは70歳代高齢者の平均値よりも良好であった。

## 〈実験2〉

対象は健常学生15名で、年齢は21歳、身長 $166.8 \pm 7.2$ cm、体重 $61.0 \pm 8.0$ kgであった。片脚起立動作は、開眼・閉眼の2条件で実施した。両手を腰につけた状態からゆっくり利き足を挙上させ、30秒を上限として起立時間を測定した。重錘負荷は実験1と同様の方法で行った。

開眼片脚起立時間は無負荷、15kg負荷、30kg負荷の順に、 $29.2 \pm 2.8$ 秒、 $27.2 \pm 7.4$ 秒、 $22.5 \pm 9.8$ 秒であり、重錘負荷によって起立時間は有意に短縮した( $p < 0.01$ )。しかし、起立時間が5秒未満の対象者は、いずれの条件でも認めなかった。

重錘負荷によって、重心動揺データは増悪、片脚起立能力は低下した。しかし、立位バランス能力の低下は移動動作を障害する水準ではなかった。

キーワード：重錘負荷、片脚起立、バランス

## 【はじめに】

移動動作の自立には最低限の下肢筋力が必要であり、筋力がある水準を下回ると動作障害が出現する<sup>1,2)</sup>。しかし、これらの知見を縦断的研究によっ

て確認した報告はほとんどない<sup>3,4)</sup>。これは筋力低下の進行が緩除であること、人為的に筋力低下を生じさせることが困難なことなどに起因すると考えられる。

1) 高知リハビリテーション学院 理学療法学科  
Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute

2) 南国病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Nankoku Hospital

3) 清和病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Seiwa Hospital

我々は<sup>5)</sup>は、重錘を負荷して体重を増加させる方法で、筋力と片脚起立能力の関連について検討した。その結果、横断的研究によって見出された動作自立に必要な筋力値と近似した結果が得られたことを報告した。この重錘負荷方法が確立されれば、動作能力と筋力の関係に関する縦断的研究が容易に実施できる。

しかし、急速に重錘を負荷していくこの方法では、身体重心のずれがバランスに悪影響を与える可能性が高い。動作能力に影響を与えるようなバランスの障害を生じるようであれば、筋力と動作能力の関連を分析することは困難となる。

本研究では、重錘負荷方法が立位バランス能力に与える影響について検討した。

### <実験1>

#### 【方法】

対象は健常学生20名で、年齢は $21.8 \pm 5.0$ 歳、身長は $166.1 \pm 8.6$ cm、体重は $61.4 \pm 9.6$ kg、Body Mass Index (以下、BMI)  $22.1 \pm 1.3$ であった。対象者には本研究の目的と内容について説明し、同意を得た後に測定を開始した。

重心動揺検査には、アニマ社製グラビコーダGS-10を用いた。足位は閉脚位とし、裸足で実施した。両上肢は下垂位とし、目線の高さに設定した2m前方の印を注視させた。重錘の負荷には重錘ベルトを用いた(図1)。15kg負荷では、腰部に10kg、頸部に5kgの重錘ベルトを装着した。30kg負荷では腰部に10kg、頸部に10kg、両前腕にそれぞれ5kgの重錘ベルトを装着した。無負荷、15kg負荷、30kg負荷の順序はランダムに変化させ、開眼安静立位条件で30秒間の重心動揺を計測した。

加藤ら<sup>6)</sup>の方法に従って、椅子座位下腿下垂位での等尺性膝伸筋力をアニマ社製 $\mu$ TasF-1を用いて計測し、膝伸筋力体重比を求めた。

重錘負荷が単位時間軌跡長、重心動揺面積、矩形面積に与える影響について一元配置分散分析と多重比較検定を用いて検討した。いずれも危険率5%未満を有意水準とした。

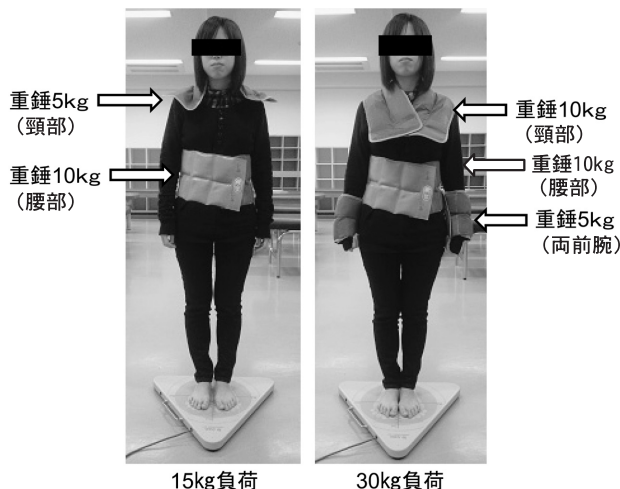


図1. 重錘負荷方法

#### 【結果】

15kg負荷、30kg負荷によって体重は平均でそれぞれ25%、50%増加した。

膝伸筋力体重比は、 $0.89 \pm 0.26$ kgf/kgであった。15kg負荷、30kg負荷によって、それぞれ $0.71 \pm 0.20$  kgf/kg、 $0.59 \pm 0.17$  kgf/kgへ低下した。

単位時間軌跡長は、無負荷、15kg負荷、30kg負荷の順に、 $1.0 \pm 0.3$ cm/sec、 $1.4 \pm 0.5$ cm/sec、 $1.5 \pm 0.5$ cm/secであり、重錘負荷によって有意に増加した。矩形面積は、同様に $4.0 \pm 2.3$ cm<sup>2</sup>、 $8.0 \pm 7.4$ cm<sup>2</sup>、 $11.7 \pm 11.5$ cm<sup>2</sup>であり、重錘負荷によって有意に増加した。外周面積は $1.5 \pm 0.9$ cm<sup>2</sup>、 $2.8 \pm 2.2$ cm<sup>2</sup>、 $4.0 \pm 3.6$ cm<sup>2</sup>であり、重錘負荷によって有意に増加した。

30kg負荷時の膝伸筋力体重比と単位時間軌跡長の間には有意な相関を認めなかった( $r=0.06$ ,  $p > 0.05$ )。一方、無負荷、15kg負荷の単位時間軌跡長の間には、それぞれ $r=0.77$ 有意な相関を認めた( $p < 0.01$ )。同様に、無負荷と30kg負荷、15kg負荷と30kg負荷の単位時間軌跡長の間にも、それぞれ $r=0.46$  ( $p < 0.05$ )、 $0.74$  ( $p < 0.01$ )の有意な相関を認めた。

### <実験2>

#### 【方法】

対象は健常学生15名で、年齢は21歳、身長は166.8

±7.2cm, 体重は61.0±8.0kg, BMIは21.8±2.1であった。対象者には本研究の目的と内容について説明し、同意を得た後に測定を開始した。

片脚起立動作は、開眼・閉眼の2条件の順に実施した。両手を腰につけた状態からゆっくり利き足を挙上させ、30秒を上限として起立時間を測定した。測定値は、2回の最小値を採用した。重錘ベルトは、実験1と同様の方法で装着した。無負荷、15kg負荷、30kg負荷の順序はランダムに変化させた。開眼・閉眼の2条件を2回実施するため、計12回の片脚起立時間を測定した。疲労の影響を考慮して、3条件の測定間には3分の休息を挟んだ。

重錘負荷が起立時間に与える影響について一元配置分散分析と $\chi^2$ 検定を用いて検討した。いずれも危険率5%未満を有意水準とした。

### 【結果】

15kg負荷、30kg負荷によって体重は平均でそれぞれ27%、52%増加した。

開眼片脚起立時間は無負荷、15kg負荷、30kg負荷の順に、29.2±2.8秒、27.2±7.4秒、22.5±9.8秒であり、重錘負荷によって起立時間は有意に短縮した( $p < 0.01$ )。起立時間が5秒未満の対象者は、いずれの条件でも認めなかった。

閉眼片脚起立時間は無負荷、15kg負荷、30kg負荷の順に、17.1±11.6秒、10.0±8.8秒、8.1±7.7秒であり、重錘負荷によって起立時間は有意に短縮した( $p < 0.01$ )。起立時間が5秒未満の対象者は、無負荷で2名、15kg負荷で5名、30kg負荷で8名であり、重錘負荷によって有意に増加した( $p < 0.05$ )。

### 【考察】

重錘負荷が立位バランス能力に与える影響について検討した。

重錘負荷によって重心動揺指標は増悪した。また、開眼・閉眼片脚起立時間ともに短縮した。このことから重錘負荷方法は、立位バランスを増悪させるものと考えられた。

60歳から80歳高齢者の単位時間軌跡長の平均値は13.9mm/secから20.8mm/secと報告されている<sup>7)</sup>。今回の30kg負荷時の単位時間軌跡長は、15mm/secであり、これらの値と大差なかった。同様に、70歳代高齢者の平均的な片脚起立時間は、開眼で14.2秒、閉眼で4.3秒と報告されている<sup>8)</sup>。今回の30kg負荷時の片脚起立時間は、開眼で22.5秒、閉眼で8.1秒であり、これらの値よりも良好であった。転倒を経験した高齢障害者の90%以上は片脚起立時間が2秒未満であったことが報告されている<sup>9)</sup>。今回、開眼条件では、5秒未満に起立時間が短縮した対象者はなく、開眼条件については、30kgの負荷まではバランスの増悪が動作能力に与える影響は小さいものと考えられた。

30kg負荷時の膝伸展筋力体重比と単位時間軌跡長の間には有意な相関を認めなかった。一方、無負荷、15kg負荷、30kg負荷での単位時間軌跡長の間には、いずれにも有意な相関を認めた。これらのことは、重錘負荷によって筋力体重比が減少して重心動揺が大きくなるというよりも、もともと重心動揺が大きな対象者で、より重心動揺が大きくなったことを示している。したがって、バランスの不良な対象者を除くことで重錘負荷がバランスに与える影響はかなり除外できるものと推察された。

重錘負荷は、立位バランスを増悪させるものの、その程度は健常高齢者の立位バランス能力と同程度であり、歩行や立ち上がりなど移動動作に与える影響は小さいものと考えられた。重錘負荷方法によって筋力体重比を減少させて筋力と動作能力の関連について検討することは、バランスの点から見て大きな問題はないであろう。

### 文 献

- 1) 山崎裕司, 長谷川輝美・他: 等尺性膝伸展筋力と移動動作の関連. 総合リハ30: 747-752, 2002.
- 2) Judge JO, Underwood M, et al.: Exercise to improve gait velocity in the older persons. Arch Phys Med Rehabil 74: 400-406, 1993.
- 3) 小西由里子, 熊野宏昭・他: 大腿四頭筋の筋疲

- 労による筋力低下が歩容に及ぼす影響. *Jpn J Biomech Sports Exerc* 1 : 30-40, 1997.
- 4) 田井中幸司, 船倉麻衣子・他: 在宅高齢女性の脚筋力および歩行能力の加齢変化. *理学療法学* 31 : 385-390, 2004.
- 5) 山崎裕司, 野口隆太郎・他: 片脚起立動作と脚筋力の関連—重錘負荷法による検討—. *高知県理学療法*17 : 33-37, 2010.
- 6) 加藤宗規, 山崎裕司・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定. *総合リハ29* : 1047-1050, 2001.
- 7) 今岡 薫, 村瀬 仁・他: 重心動揺検査における健常者データの集計. *Equilibrium Res (Suppl)* 12 : 1-84, 1997.
- 8) Bohannon RW, Larkin PA, et al: Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys Ther* 64: 1067-1070, 1984.
- 9) 今泉 寛: 高齢障害者の移動能力における簡易評価法の開発とその有効性. *昭和医会誌*59 : 73-86, 1999.