

一輪車演技種目女子選手の下肢筋力に関する研究

原 著

Lower limb muscle strength in a group of female freestyle unicyclists

津山 薫*, 中嶋寛之*

キー・ワード：isokinetic leg strength, isometric plantar flexor strength, unicycle activity
等速性脚筋力, 等尺性足関節底屈筋力, 一輪車運動

【要旨】 本研究の目的は一輪車演技種目女子選手の下肢筋力について検討することである。

対象は一輪車演技種目女子選手 17 名（一輪車群）と定期的な運動習慣の無い女子 10 名（コントロール群）であった。測定項目は身長, 体重, 等速性脚筋力, 足底屈筋力, 反復横とび, 垂直とび, 立ち幅とびとした。

1. 一輪車群の高速回転中での等速性脚筋力 (70, 90r/min.) および足底屈筋力はコントロール群よりも有意に高かった。

2. 一輪車群の反復横とびはコントロール群に比べて有意に高かったが, 立ち幅とび, 垂直とびでは両者の間に有意差は認められなかった。

以上より一輪車演技種目女子選手の下肢筋力の特徴が示され, 高速回転中での等速性脚筋力, 足底屈筋力, 反復横とびが優れていることが分かった。

1. はじめに

日本における一輪車競技者の人口は約 1 万人と言われ, 小学生から成人まで幅広い年齢の選手が一輪車競技に取り組んでいる (日本一輪車協会)。

一輪車競技には, スピードを競うレース種目と演技の美しさを争う演技種目とがある¹⁾。レース種目には 100m, 400m, 1500m などの短距離種目や中距離種目のほかに, 20km や 42.195km の長距離種目があり¹⁾, より速く走ることを目標に競技が行われる。一方, 演技種目は音楽に併せてスピンや Y 字バランス等の様々な一輪車の乗り方を組み合わせて行う種目であり, 演技の美しさを競い合う¹⁾。

一輪車は車輪と地面の接する一点を支点とするため, 移動する支点の鉛直上に身体重心を保持しなければならない²⁾。そのため, 一輪車運動では体幹や下肢を中心にあらゆる筋を動員し一輪車に乗

車することから²⁾, バランス能力だけでなく, 筋力が重要となる。

しかしながら, 一輪車に関する研究は少なく²⁻⁵⁾, とりわけ一輪車競技者を対象とした研究⁶⁾ はほとんどないのが現状である。

先行研究において一輪車演技種目に取り組んでいる小学 3 年生と運動習慣の無い児童を対象として等尺性膝伸展筋力を測定・比較しているが, その結果をみると両者の間に有意差は認められていない⁶⁾。その要因の一つとして, 一輪車ではペダルを漕ぎながら下肢筋力を発揮するため, 等尺性筋力では一輪車の競技特性を十分に把握できなかった可能性が指摘されている⁶⁾。さらに, 一輪車では大腿だけでなく下腿の筋群を積極的に使うことが考えられるが, 一輪車競技者の下腿の筋力に関する研究はほとんどない。

そこで本研究では, 一輪車演技種目女子選手の等速性脚筋力や等尺性足関節底屈筋力を中心に測定・比較し, 一輪車演技種目女子選手の下肢筋力の特徴を明らかにすることを目的とした。

* 日本体育大学

表 1 被験者の身体的特徴

	年齢 (年)	身長 (cm)	体重 (kg)	一輪車競技歴 (年)
一輪車群 (n=17)	19.1±2.9	159.9±5.5	52.4±4.6	10.9±3.1
コントロール群 (n=10)	20.3±0.9	156.4±3.7	48.8±5.2	—

N.S. : not significant

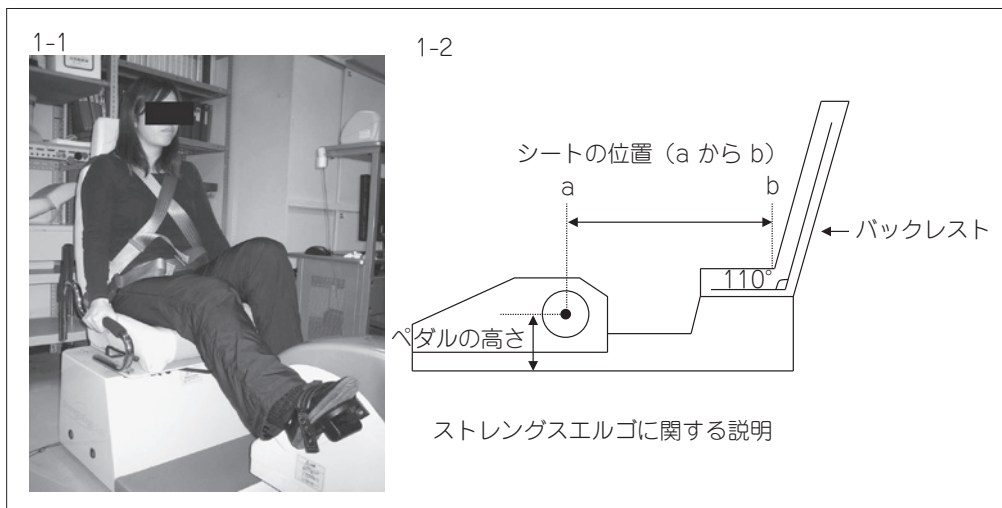


図 1 等速性脚筋力の測定

等速性脚筋力の測定はストレングスエルゴ（三菱電機エンジニアリング社製，図 1-1）を用いて 4 つの回転速度（30r/min., 50r/min., 70r/min., 90r/min.）でおこなった。バックレストの角度は 110 度とした（図 1-2）。なお，ペダルの高さとしシートは被験者ごとに調整した（図 1-2）。

2. 対象および方法

A. 対象

対象は一輪車演技種目に取り組んできた女子 17 名（一輪車群）と運動習慣の無い女子 10 名（コントロール群）であった。一輪車群の練習は週に 5 回の頻度で実施しており，1 回あたりの練習時間は約 2 時間である。

被験者の年齢，身長，体重，一輪車競技歴はそれぞれ表 1 に示した。なお本研究は日本体育大学倫理委員会の規定に従い，被験者に測定内容を十分に説明し承諾を得た。

B. 測定項目および測定方法

測定項目は身長，体重，反復横とび，垂直とび，立ち幅とび，等速性脚筋力，等尺性足関節底屈筋力とした。

1. 身長，体重，反復横とび，垂直とび，立ち幅とびの測定

測定は新・日本人の体力標準値 II⁷⁾ の測定方法に準じておこなった。

2. 等速性脚筋力

測定はストレングスエルゴ（三菱電機エンジニアリング社製）を用いておこなった（図 1-1）。測定は被験者を座位とし胸部および腰部をシートベルトでしっかりと固定し，両手はグリップを握った状態で実施した（図 1-1）。また，バックレストの角度は 110°（図 1-2）とし，シートの位置は膝関節角度が 30° 屈曲位になるように調節した⁸⁾（図 1-1）。さらにペダルの高さをリフターで調節し，大腿部と床面が平行になるように設定した（図 1-1，図 1-2）。体幹はシートベルトでしっかりと固定し，さらに足部も専用のベルトで固定した状態で測定を実施した（図 1-1）。

測定には筋力測定モードを選択し，回転速度は 30, 50, 70, 90r/min.とした。筋力測定はそれぞれの回転速度において 5 回転ずつ最大努力でおこなった。分析には各回転速度で得られた最大値を用いた。なお，測定は 30r/min.から開始し，50, 70, 90 r/min.の順に実施した。各測定間の休息は 3 分間とした。

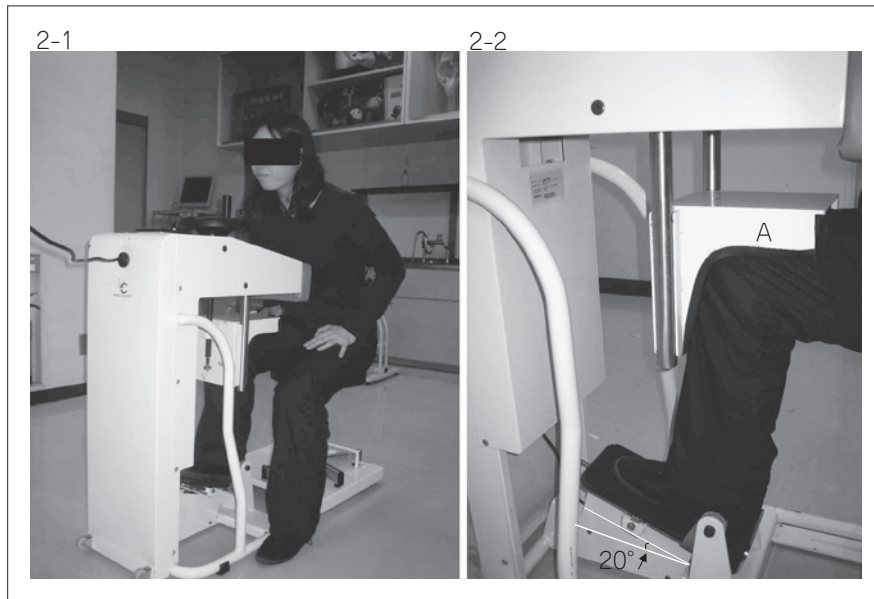


図2 等尺性足関節底屈筋力（足底屈筋力）の測定

図2-1は足底屈筋力の測定を示している。足部は床面に対して足関節背屈20度の位置にセットし測定をおこなった。また被験者の大腿部は図2-2に示すようにパッド(A)でしっかりと固定し、膝関節角度は90度で測定を実施した(図2-2)。

3. 等尺性足関節底屈筋力(以下、足底屈筋力とする)

測定は足底屈筋力測定器(ユニケア社製)を用いておこなった(図2-1)。測定は座位姿勢で行い膝関節は90度とし、専用のパッドで大腿部をしっかりと固定した状態で実施した(図2-1, 図2-2)。足部は足関節背屈位で足部プレート上(プレートの傾き: 水平面に対して20度)とし、右足から測定を行い、次に左足の測定を実施した(図2-2)。測定回数は左右それぞれ2回ずつ行い、分析には平均値を用いた。

D. 統計処理

すべての測定データは平均値±標準偏差で示した。表1および図3～図7の平均値間の統計的有意差検定には平均値の差の検定(対応のないt-test)を用いた。なお、有意性はいずれも5%水準以下で判定した。

3. 結果

図3は一輪車群とコントロール群で等速性脚筋力を比較したものである。結果をみると、いずれの回転速度でも一輪車群はコントロール群よりも高い傾向を示した。特に回転速度が70, 90r/min.では、一輪車群の等速性脚筋力はコントロール群よりも右脚では16.4%, 18.2%, 左脚では

15.0%, 20.7% 大きい値を示し、両者の間に有意差が認められた(各回転速度の筋力値は図3の下部に示した)。

図4は一輪車群とコントロール群において足底屈筋力を比べたものである。結果をみると、一輪車群はコントロール群よりも左足では33.2%大きく、右足では31.1%大きい値を示し、それぞれ両者の間に有意差がみられた(左足: 一輪車群; $97.2 \pm 14.0\text{kg}$, コントロール群; $73.0 \pm 15.2\text{kg}$, 右足: 一輪車群; $98.6 \pm 14.0\text{kg}$, コントロール群; $75.2 \pm 17.0\text{kg}$)。

図5は反復横とびを一輪車群とコントロール群で比較したものである。一輪車群はコントロール群よりも12.1%大きい値を示し、両者の間に有意差が認められた(一輪車群; 50.9 ± 4.0 回, コントロール群; 45.4 ± 2.9 回)。

図6は一輪車群とコントロール群で垂直とびを比較したものである。結果をみると、一輪車群の垂直とびはコントロール群よりも大きい傾向を示したが、両者の間に有意差は認められなかった(一輪車群; $44.3 \pm 4.9\text{cm}$, コントロール群; $40.3 \pm 4.1\text{cm}$)。

図7は立ち幅とびを一輪車群とコントロール群で比べたものである。一輪車群の立ち幅とびはコントロール群よりも大きい傾向を示したが、両

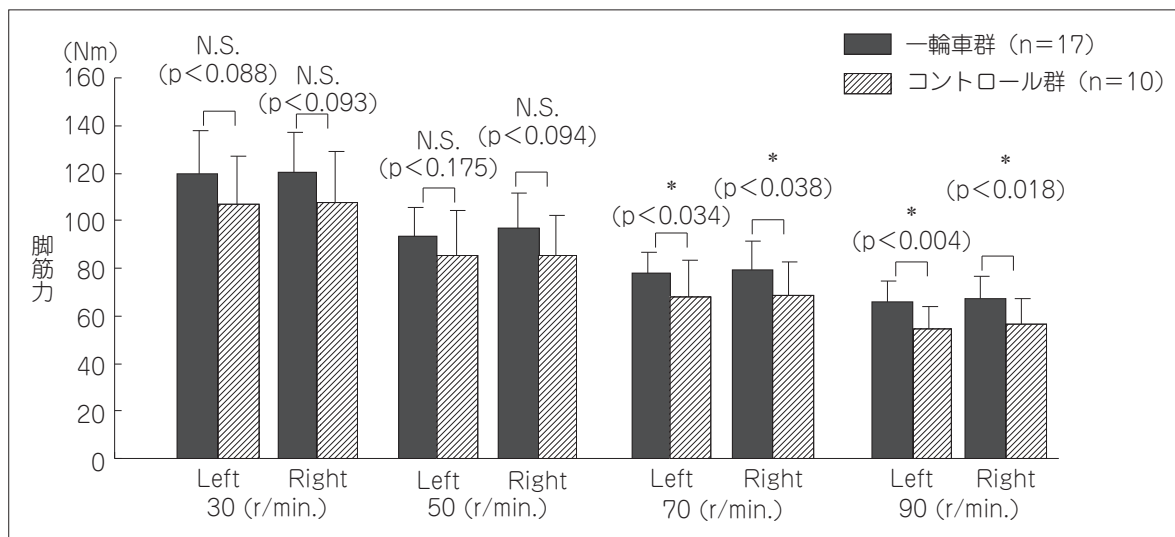


図3 一輪車群とコントロール群における等速性脚筋力の比較

* : p < 0.05, N.S. : not significant

一輪車群 : 30r/min. Left : 120.0 ± 17.7Nm, Right : 120.4 ± 16.7Nm, 50r/min. Left : 93.5 ± 12.2Nm, Right : 96.5 ± 15.2Nm, 70r/min. Left : 78.1 ± 8.4Nm, Right : 79.6 ± 11.9Nm, 90r/min. Left : 65.8 ± 8.5Nm, Right : 66.9 ± 10.0Nm.

コントロール群 : 30r/min. Left : 106.9 ± 20.0Nm, Right : 107.6 ± 21.2Nm, 50r/min. Left : 85.1 ± 19.0Nm, Right : 85.7 ± 16.3Nm, 70r/min. Left : 67.9 ± 15.4Nm, Right : 68.4 ± 14.1Nm, 90r/min. Left : 54.5 ± 9.7Nm, Right : 56.6 ± 10.6Nm.

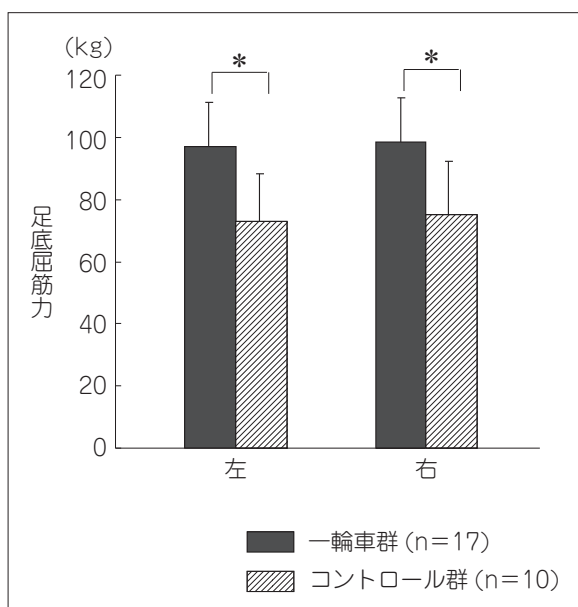


図4 一輪車群とコントロール群における等尺性足関節底屈筋力(足底屈筋力)の比較

* : p < 0.05

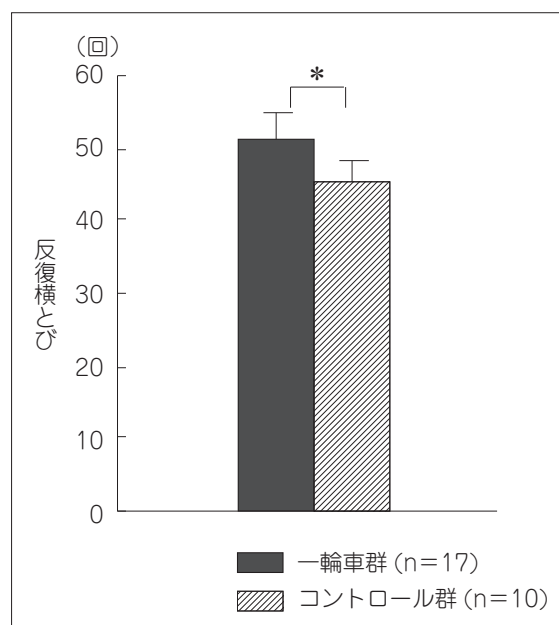


図5 一輪車群とコントロール群における反復横とびの比較

* : p < 0.05

者の中に有意差はみられなかった(一輪車群 ; 180.9 ± 15.2cm, コントロール群 ; 175.6 ± 10.8cm).

4. 考察

一輪車群の等速性脚筋力はコントロール群に比

べて、いずれの回転速度においても大きい傾向を示したが、30, 50r/min.では両者の間に有意差はみられず、回転速度が最大の90r/min.と70r/min.で両者の間に有意差が認められた。

一輪車は車輪を高速度で回転させながら演技や

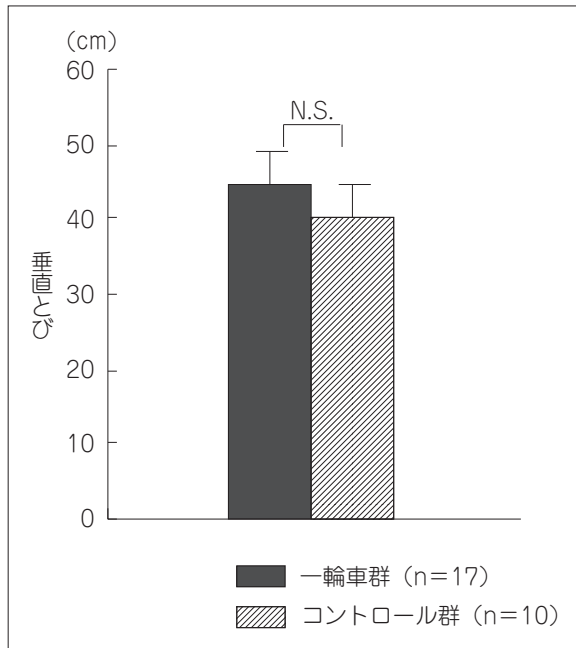


図6 一輪車群とコントロール群における垂直とびの比較
N.S. : not significant

レースを繰り返し行うが、一輪車の走行速度をみると、一輪車レース選手(女子 100m, 20 インチ)の日本記録は 15 秒 28 であり、速度に換算すると 23.4km/h となる。一方、一輪車演技種目女子選手では一輪車に乗車しながら様々な演技を行うため、一輪車レース女子選手よりも走行速度が落ち、15~20km/h 程度で演技を行う(日本一輪車協会)。

さらに一輪車演技種目女子選手が使用する車輪のサイズは 20 インチ (50.80cm) であり、一般の車輪サイズ (26 インチ : 66.04cm) よりも小さく、速度を上げるためには車輪を、より高速度で回転させる必要がある。仮に、26 インチの車輪の一輪車で 100m を 20 秒で走行した場合、車輪を 1 分間あたり 143 回転させる必要があるが、車輪が 20 インチの場合、1 分間あたりの回転数は 188 回転であり、26 インチの車輪よりも 1.3 倍多く車輪を回転させることになる。このように一輪車演技種目選手の場合、車輪のサイズが小さいため、スピードを維持するために車輪をより高速度で回転させる必要がある。

一輪車演技種目ではペダルを高速度で回転させ演技練習を繰り返し行うため、一輪車群はコントロール群に比べて膝関節を伸展、屈曲する際に、大腿伸筋群と大腿屈筋群の協調性が高まったことや中枢神経の活性が高まるなどの神経系の改善⁹⁾

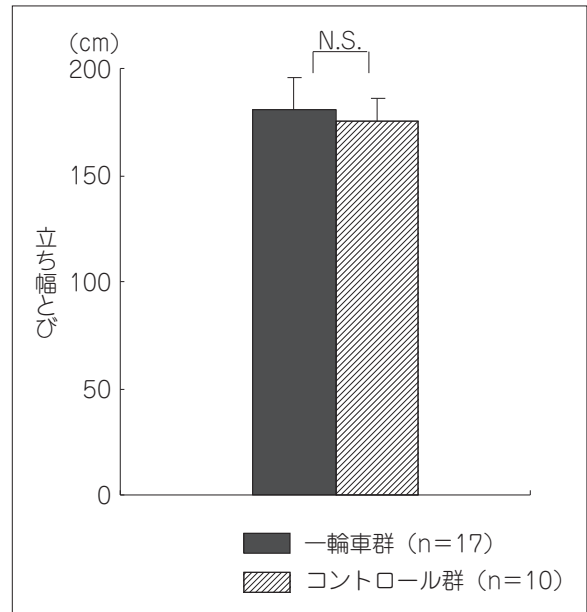


図7 一輪車群とコントロール群における立幅とびの比較
N.S. : not significant

がより多く起きたことが考えられる。したがって、低速度回転中 (30, 50r/min.) よりも高速度回転中 (70, 90r/min.) で発揮された脚筋力において、一輪車群はコントロール群よりも高い値を示したものと思われた。

しかし、他の回転速度 (30, 50r/min.) では一輪車群とコントロール群との間に有意差は認められなかった。一輪車演技種目では、高速度でペダルを回転させながら演技を行うため、低速度で大きな筋力を発揮することがほとんどない。さらに本研究で等速性脚筋力の測定に用いたストレングスエルゴは股関節の屈曲動作を十分に使い下肢全体でペダルを漕ぐ動作を行いながら脚筋力を発揮するが、一輪車演技種目では特に熟練者になるほど股関節の動きを最小限にし、大腿よりも下腿の筋群を十分に使い一輪車の演技を行う傾向があるため、低速度回転中の等速性脚筋力では、一輪車群とコントロール群との間に有意差がみられなかったものと考えられた。

足底屈筋力を一輪車群とコントロール群で比較したが、一輪車群の足底屈筋力はコントロール群よりも有意に大きかった。一輪車乗車時には、足関節を底屈した状態でペダルを漕ぐため、下腿三頭筋は積極的に活動している²⁾。さらに、一輪車の速度が上がるにつれて、下腿三頭筋がより多く動員されることが先行研究で報告されている¹⁰⁾。

本研究の対象者は一輪車演技種目の熟練者で

あったため、一輪車の走行速度の強弱や走行方向の切り替えおよび回転やジャンプの際に、大腿よりも下腿の筋群を十分に使い演技を行う傾向があり、下腿三頭筋の活動はより大きいことが推測できる。

したがって、一輪車競技を10年以上にわたり実施してきた一輪車群の足底屈筋力はコントロール群に比べて大きい値を示したものと思われた。

加えて、一輪車群の反復横とびの回数はコントロール群よりも有意に多かった。一輪車演技種目では、一輪車に乗車した状態でスピンをしたり、Y字バランスを行うなど身体を巧みに操作する動作を繰り返すため、一輪車演技種目を長期間にわたって実践してきた一輪車群ではコントロール群に比べて神経系がより発達し、敏捷性を示す反復横とびの結果が優れていたものと考えられた。さらに、一輪車の技能レベルと体力との関係を検討した結果をみても、敏捷性を示す反復横とびが優れている者は一輪車の上達が早いことが報告されている²⁾。

次に垂直とびや立ち幅とびを一輪車群とコントロール群で比較したが、両者の間に有意差はみられなかった。

先行研究において、一輪車群とコントロール群(運動習慣の無い者)の等尺性膝伸展筋力を比較した結果をみても、両者の間に有意差は認められていない⁶⁾。さらに本研究の結果をみても、高速度回転中(90r/min.)の等速性脚筋力では一輪車群とコントロール群の間に有意差が認められたものの、低速度回転中(30r/min.)では両者の間に有意差はみられなかった。

これらの結果を考慮すると、一輪車運動は低速度での脚筋力を高めるよりもむしろ、高速度での脚筋力を高める運動であることが考えられる。

したがって、最大脚伸展筋力やレッグプレスの1RM(最大挙上重量)と相関の高い垂直とびや立ち幅とび^{11,12)}においては、一輪車群とコントロール群との間に有意差が認められなかったものと思われた。

5. まとめ

本研究では、一輪車群とコントロール群を対象に、身長、体重、等速性脚筋力、足関節底屈筋力(足底屈筋力)、反復横とび、垂直とび、立ち幅とびを測定・比較し、一輪車演技種目女子選手の下

肢筋力の特徴について検討した。結果は以下に示す通りである。

1. 等速性脚筋力をみると、30, 50r/min.の回転速度では両者の間に有意差はみられなかったが、回転速度が最大の90r/min.と70r/min.では、一輪車群の等速性脚筋力はコントロール群よりも有意に大きい値を示した。

2. 一輪車群の足底屈筋力はコントロール群に比べて31.1~33.2%大きく、両者の間に有意差が認められた。

3. 反復横とびをみると、一輪車群はコントロール群よりも12.1%大きく、両者の間に有意差がみられた。

4. 一輪車群とコントロール群で垂直とびと立ち幅とびを比較したが、いずれも両者の間に有意差は認められなかった。

以上より、一輪車演技種目女子選手の下肢筋力の特徴が示され、特に高速度での脚筋力や足底屈筋力が優れていることが分かった。さらに敏捷性を示す反復横とびの能力も高いことが示された。

文 献

- 1) 日本一輪車協会：一輪車パーフェクトブック。東京印書、東京、2009。
- 2) 伊藤太郎：一輪車の前進運動についての基礎的研究 一筋電図を用いた動作解析を中心として。英知大学一般教育 27: 77-95, 1993。
- 3) 金子公宥, 淵本隆文, 松本美裕紀：一輪車運動の動作学的・筋電図学的分析。体育科学 20: 44-51, 1992。
- 4) 津山 薫, 大和 眞, 榎本静香ほか：一輪車実施校と非実施校における50m走、握力、筋量の比較。日本体育大学紀要 34: 83-90, 2004。
- 5) 金子公宥, 淵本隆文, 沖野 創：小学生における一輪車運動の実践と平衡性に関する研究第1報：一輪車の経験の有無と体力(特に平衡機能)との関係について。体育科学 22: 20-24, 1994。
- 6) 津山 薫：一輪車乗り運動が女子児童の筋力、柔軟性、敏捷性、平衡性に及ぼす影響 ——一輪車演技種目の児童を対象として——。運動・健康教育研究 22: 39-44, 2014。
- 7) 首都大学東京体力標準値研究会編：新・日本人の体力標準値II。不昧堂出版、東京、第1版、2007。
- 8) 立石圭祐, 山田純生, 大森 豊ほか：Strength Ergo 240による脚伸展筋力測定の信頼性について。理学療法学 28: 329-331, 2001。

- 9) Blimkie, C. J. R.: Resistance training during pre- and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Can. J. Spt. Sci.* 17: 264-279, 1992.
- 10) 伊藤太郎, 西島吉典, 東 隆史ほか: 一輪車運動の動作ならびに筋電図学的研究. *日本体育学会大会号*, 395, 1993.
- 11) Milliken, L. A., Faigenbaum, A. D., Loud, R. L. et al: Correlates of upper and lower body muscular strength in children. *J. Strength Cond. Res.* 22: 1339-1346, 2008.
- 12) Taylor, M. J. D., Cohen, D., Voss, C. et al.: Vertical jumping and leg power normative data for English school children aged 10-15 years. *Journal of Sports Sciences* 28: 867-872, 2010.
-
- (受付: 2015年2月19日, 受理: 2015年8月17日)

Lower limb muscle strength in a group of female freestyle unicyclists

Tsuyama, K. *, Nakajima, H. *

* Nippon Sport Science University

Key words: isokinetic leg strength, isometric plantar flexor strength, unicycle activity

[Abstract] This study examined the characteristics of lower limb muscle strength in a group of female freestyle unicyclists.

The subjects were 17 females who regularly participate in practice exercises of a unicycle club, the unicycle group, and 10 females who do not perform regular exercise, the control group. We measured the height, body weight, isokinetic leg strength (ILS), isometric plantar flexor strength (IPFS), side step, standing jump, and standing long jump.

1. ILS at 70 and 90 r/min. and IPFS of the unicycle group were significantly greater than those of the control group.

2. Side step of the unicycle group was significantly higher than that of the control group, but there was no significant difference in the standing long jump or standing jump between the groups.

The characteristics of lower limb muscle strength in the female freestyle group unicyclists was demonstrated by this study, especially ILS at 70 and 90 r/min., IPFS, and side step, which showed outstanding results in the female freestyle unicyclist group.