

## ボールつぶし運動は0脚傾向の軽減に有効か

—女子学生の膝間距離の変化に注目して—

石橋 健司\*<sup>1</sup>・田中 賢治\*<sup>2</sup>・村江 史年\*<sup>3</sup>

**【要 旨】** 本研究の目的は、手軽で簡単なボールつぶし運動を4週間実施することが健康な女子学生の股関節の筋力強化につながるのか、また、0脚傾向を軽減するのかを明らかにすることである。

結果は以下の通りである。

- 1) 4週後の内転及び外転筋力、内外比は、初期と比べて有意に増加していた。
- 2) 4週のトレーニング期間での内外比と膝間距離の変化率の間には、中程度の相関関係が認められ、内外比が上昇するほど膝間距離が縮小していた。

以上のことから、本研究で考案した手軽で簡単なボールつぶし運動（膝間に挟んだボールの押しつぶし運動を最大努力5秒間、1日に9回）を4週間実施すると、内転及び外転筋力が強化され内外比が上昇して、膝間距離はわずかであるが縮小され女子学生の0脚傾向の軽減が期待できる。

**【キーワード】** ボールつぶし運動 0脚傾向 膝間距離

### 目的

0脚とは立位姿勢のエックス線像で大腿骨長軸と脛骨長軸のつくる角度（大腿脛骨角）が正常値以上に増加した状態を指し<sup>1)</sup>、その正常値は、日本人成人男性では平均178度、女性では176度とされている<sup>2)</sup>。しかし、通常は左右膝関節内側上顆間の距離が、2横指以上の場合を0脚としている<sup>3)</sup>。これは、立位姿勢で左右の膝間に指2本を入れた際、指と膝の間に隙間があれば2横指以上（約3cm）ということになり、0脚と判定される。

三原<sup>4)</sup>は中年女性が乗馬型筋力訓練機で24週間のトレーニングを行うと股関節内転筋力は有意に増強して、膝の間隔が狭くなり0脚の改善が見られたと報告している。膝を露出する機会が多い若い女性にとって、過度な0脚傾向を軽減するためのより手軽で簡単なトレーニング方法が提示できれば朗報となる。

そこで、本研究において考案した手軽で簡単なボールつぶし運動を4週間実施することが、健康な女子学生の股関節の筋力強化につながるのか、また、0脚傾向を軽減するのかを追跡調査したので報告する。

---

平成23年5月31日受理

\*1 いしばし・けんじ 大分大学教育福祉科学部スポーツ健康教室

\*2 たなか・けんじ 広島県立熊野高等学校

\*3 むらえ・ふみとし 福岡YMCA/ウエルネス事業部

## 方法

### 1. 被験者

日頃大学のスポーツ部に所属し活動を継続している女子学生の中から無作為に抽出した 33 人の内、左右の膝内側面が密着している者、また、膝間距離（後述）が 1 cm 未満の者 10 人を除外し、残る 23 人の学生を対象に、研究の概要やトレーニングの種類、実施の時間帯や頻度について説明した後、4 週間のトレーニングを開始した。トレーニング開始後に事故や病気等でトレーニングを継続できなくなった者が 8 人となり、最終的に 15 人のデータを収集した。

15 人の被験者の年齢は  $20.3 \pm 1.4$  歳（平均±標準偏差）、身長は  $160.3 \pm 4.6$  cm、体重は  $53.6 \pm 4.9$  kg、BMI は  $20.8 \pm 1.4$ 、膝間距離は  $1.7 \pm 1.0$  cm である。

被験者には 0 脚傾向の者（膝間距離が 1 cm 以上で 3 cm 未満）13 人、また、膝間距離が 3 cm 以上で 0 脚と判定<sup>3)</sup>される者（3.6 cm, 3.3 cm）2 人が含まれる。

### 2. 0 脚傾向

#### 1) 膝間距離の定義

0 脚は立位での膝関節内側上顆間の距離が指標<sup>3)</sup>とされることから、本研究においては、基本肢位<sup>5)</sup>を参考にして、左右足部の母趾球及び内果を密着させて直立した立位姿勢（以後、立位姿勢という）における膝蓋骨中央点を通る水平線位での左右膝部皮膚表面間を膝間距離として計測した。

膝間距離は、トレーニング開始時（以後、初期）と終了時（以後、4 週後）の 2 回計測した。

#### 2) 膝間距離の変化率の算出

4 週後の膝間距離を初期のそれで除して膝間距離の変化率（以後、膝間変化率）を算出した。膝間変化率が 1 より大きい場合は、膝間距離が大きくなったことを示す。

#### 3) 膝部の撮影と膝間距離の計測

立位姿勢での膝部周辺の撮影を次のような手順で行った。

立位姿勢のまま両腕で支柱を握って身体を支え、つま先が床面から離れるくらいまで身体を空中に持ち上げた後着地させる。その時立位姿勢が保持されているかを確認し、膝部周辺を正面からデジタルカメラ（IXYDIJITAL 7.1, Canon）で撮影した。この手順は、膝部周辺の過度な緊張をとるためのものである。

また、膝間距離の計測は、次のような手順で行った。

前述の膝部周辺のデジタル画像をパソコン上に表示し（Mathmatica6, Wolfram Research）、右膝蓋骨中央点にあらかじめ付けた目印を通る水平線 H を描き、水平線 H と膝部内側皮膚表面との交点、点 A と点 B を膝間距離として計測した（写真 1）。

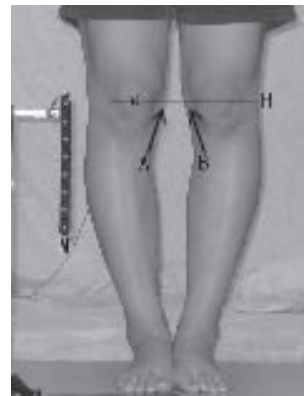


写真 1 膝部周辺のデジタル写真画像と膝間距離計測のための補助線

点 x は撮影前にあらかじめ皮膚上に付けた右膝蓋骨中央点。点 x をとおる水平線 H と皮膚表面の交点 AB 間が膝間距離。M は長さ 20cm の鉛直の定規。

### 3. 脚筋力

#### 1) 脚筋力計

脚筋力計は、握力計 (TKK5101, 竹井機器工業株式会社) の手の母指球に当たる取手部を取り外し、測定アームを直接ワイヤで引っ張ることができるように改造して、支柱に取り付けられた木製板に固定した (写真 2)。大腿部に巻かれたベルトと脚筋力計とをワイヤで連結し、大腿部の内転及び外転運動の際にワイヤを引っ張る力が筋力として表示される。

#### 2) 脚筋力の測定手順

内転筋群筋力 (以後、内転筋力) を測定する場合は、左脚を例示して手順を説明する (写真 3)。

まず測定脚 (左脚) の膝蓋骨上端に巻かれたベルトに脚筋力計からのワイヤをはめ (写真 2, 3), ワイヤがピンと引っ張られた状態を保ちながら、両脚に体重を均等に乘せた立位姿勢をとる。この姿勢でパッドを腸骨稜に密着するよう当てる。つぎに支持脚 (右脚) に体重を乗せ、測定脚 (左脚) の足底を床面から浮かせて、内転運動を最大努力で行った際の脚筋力計を読み取る。

腰部に当てるパッドは支柱に固定されており、筋力発揮時に腰部の水平方向への移動を制限するもので、腰部を移動させてワイヤを引かせない効果がある (写真 3, 4)。また、両手で支柱をつかんで上体を引いたりしないよう両手を腹部におくこと、測定脚が内外旋しないようつま先方向を変えないこと等を指示した。

右外転筋群筋力 (以後、外転筋力) を測定する場合も同様な方法で行った (写真 4)。左脚外転, 右脚内転の筋力測定は、身体の向きを背面側に向かせて行った。

本文中または図表中に内転筋力と表記しているものは、左右脚の内転筋力の平均であり、外転筋力も同様である。脚筋力測定は、膝間距離の計測と同様に、初期と 4 週後の 2 回である。

#### 3) 脚筋力測定値の信頼性

本研究においては、握力計を改造して脚筋力計として使用し、立位姿勢における内外転運動時の筋力を求めた。本測定器を用いて得られる測定値の信頼性を握力計の改造及び測定時の姿勢の二点から検討した。

脚筋力計は、握力計の測定アームを直接ワイヤで引っ張ることができるように改造したもので、手指でグリップする測定アームの張力を筋力として表示する構造的なしくみを変更していない (写真 2)。従って、握力計の機能は維持されてい

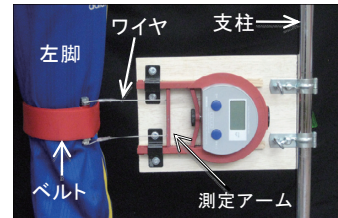


写真 2 脚筋力計  
板に固定された握力計からのびるワイヤが膝に巻いたベルトに連結。

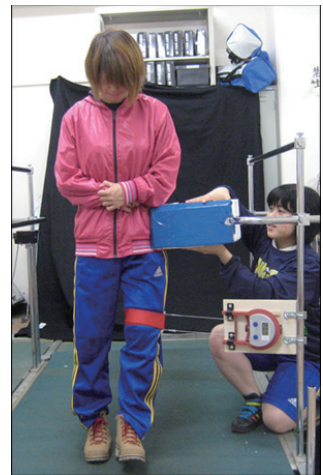


写真 3 左脚内転筋力の測定  
パッドを当て腰部の移動を制限。

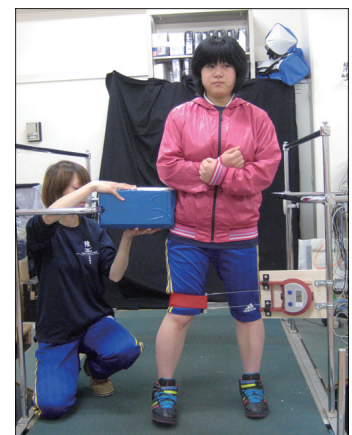


写真 4 右脚外転筋力の測定  
パッドを当て腰部の移動を制限。

ると考えている。

予備実験において、立位でワイヤを引っ張る際、上体を傾け腰部を移動させて筋力を発揮する様子が見られたので、腰部に当てるパッドを設置して腰部の移動を制限した。これにより腰部を移動させてワイヤを引っ張ることはなくなり、また、パッドを腰部に当てるので立位姿勢のバランス保持にも役立っている。さらに、両手で支柱をつかみ上体を引いたりしないことで、内外転運動時の筋力を精度よく測定できると考えている(写真3, 4)。

このようにして得られた測定値に信頼性があるのかを見るために試験を行った。

表1に、連続する2日間における被験者1人の内転及び外転筋力の測定結果を示す。内転及び外転筋力の測定を各々5回、休憩を挟んで行ったところ、得られた変動係数は最大7.48、最小2.38であった。

そこで、5人の被験者に同じ機種 of 握力計を使用し、最大努力時の握力測定を5回ずつ(右手のみ)休憩を挟みながら行ったところ、5人の握力の平均(標準偏差)は27.2(1.96), 29.9(1.34), 29.3(1.15), 26.4(1.22), 26.8(0.46)であった。

この握力値の変動係数は7.18から1.70であり、内外転筋力値のそれは7.48から2.38であることから、握力と内外転筋力の測定値のばらつきに大きな差はないと判断した。また、測定日1と2の平均値は同じ被験者の測定値であり同等であるので、有意差は認められていない。

以上のことから、本研究における脚筋力測定は、規定された測定手順に従って行えば再現性のある測定方法であり、得られた測定値は信頼できる。

#### 4) 内外比の変化率の算出

内転及び外転筋力の強弱バランスの指標として、内転筋力を外転筋力で除した内外比、及び4週後の内外比を初期のそれで除した内外比の変化率(以後、内外変化率)を算出した。

#### 4. トレーニング

トレーニングは、椅子座位において両膝に挟んだボールをつぶす動作を繰り返すもので(以後、ボールつぶし運動)、内転筋群を主に使う運動であり、被験者が手軽に簡単に行えるものとして設定した。

1日に実施するトレーニング内容は以下のとおりである。

被験者は、椅子に座って両足を着床し、左右膝の内側に挟まれたボール(ソフトゴムニク20~26cm)をゆっくり押しつぶし、最大努力で押しつぶしたままの状態を5秒間カウントした後、またゆっくりと緩める動作を3回繰り返す(これを1セットとする)。この1セットを以下の両足の接

表1 被験者1人の筋力測定結果

	内転筋力		外転筋力	
	測定日1	測定日2	測定日1	測定日2
回数	5	5	5	5
平均	18.3	18.1	17.1	17.4
SD	1.23	0.55	0.41	1.30
変動係数	6.71	3.01	2.38	7.48



写真5 ボールつぶし運動  
両足を肩幅以上に開いて膝間にはさんだボールを押しつぶしている。

地位置によって3種に分けたが、その1は両足の内果を密着して、その2は両足を肩幅に開いて、その3は両足を肩幅以上に開いて実施するものである(写真5)。

トレーニングは、各被験者が実施可能な日程、時間帯を選択して4週間実施するものである。15人の被験者に実施日程や時間帯を記入させた記録用紙の集計では、トレーニングの実施日数は、 $20.4 \pm 5.0$ 日であった。

### 5. 統計処理

統計処理は、spss11.0Jを使用して、統計解析(対応のあるサンプルの平均値の差の検定、2変量間のピアソンの相関分析)を行った。相関係数は0.2未満の場合は相関関係がほとんどない、0.2以上0.4未満は低い、0.4以上0.6未満は中程度、0.6以上は高いと判定した。有意水準は5%未満とした。

## 結果

### 1. 筋力及び内外比の変化

表2に初期と4週後の内転筋力及び外転筋力(kg)と内外比、また、内外変化率を示す。内転及び外転筋力、内外比は、ともに4週後には有意に増加した。

### 2. 膝間距離の変化

表3に初期と4週後の膝間距離(cm)と4週後の膝間変化率を示す。

膝間距離は、4週後には有意に縮小した。

表2 初期と4週後の内転筋力及び外転筋力(kg)と内外比 (\*:p<0.05, n=15)。

	内転筋力		外転筋力		内外比		
	初期	4週後	初期	4週後	初期	4週後	内外変化率
平均	18.1 *	21.9	18.8 *	20.9	0.97 *	1.05	1.09
SD	3.9	3.9	3.7	2.6	0.12	0.13	0.12

### 3. 内外変化率と膝間変化率の関係

図1に内外変化率(x)と膝間変化率(y)の関係を示す。

内外変化率と膝間変化率の相関係数は-0.539で、有意な中程度の相関関係が認められた。

表3 初期と4週後の膝間距離(cm)と膝間変化率 (\*:p<0.05, n=15)。

	初期	4週後	膝間変化率
平均	1.7 *	1.5	0.91
SD	1.0	1.0	0.15

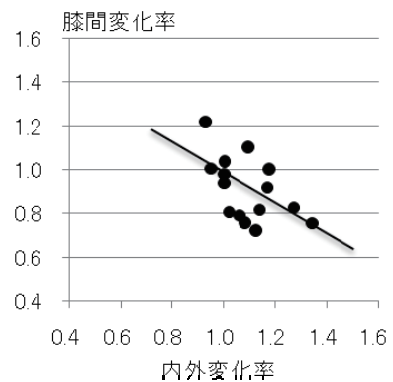


図1 内外変化率と膝間変化率との関係  
相関係数:-0.539(p<0.05), 図中直線回帰式:y=-0.67x + 1.6

## 考察

### 1. 各種指標と膝間距離の関係

初期及び4週後の内転筋力(kg)と膝間距離(cm)との相関係数は各々0.076, 0.036で、ほとんど相関関係は認められなかった。従って、内転筋力が膝間距離に及ぼす影響はないと考えられる。

また、初期及び4週後の内外比と膝間距離(cm)との相関係数は-0.001, -0.118で、これもほとんど相関関係は認められなかった。初期及び4週後の時点での内転外転筋力の強弱バランスが膝間距離に及ぼす影響もないと言える。

一方、内外変化率と膝間変化率との相関係数は-0.539 ( $p < 0.05$ )で、有意な中程度の相関関係が認められた(図1)。これは、内外比が上昇した者ほど、膝間距離が小さくなる傾向にあることを示している。すなわち、4週のトレーニング実施による内転外転筋力の強弱バランスの変化は膝間距離の変化と連動する可能性を示唆する。

しかし、被験者の中に内外比が上昇しても膝間距離が変化しない者1人、大きくなる者2人がおり、この被験者の膝間距離を内外比だけで説明することはできなかった。膝間距離は、内転外転筋力の強弱バランスの外にも、股関節の屈伸・内外旋運動に関わる筋肉や体幹の筋肉のはたらきなどが影響していること<sup>4)</sup>が想像できる。

### 2. ボールつぶし運動のトレーニング効果

トレーニングを実施すると、4週後には内転及び外転筋力、内外比は有意に増加した(表2)。また、4週後の内転及び外転筋力の伸び率を見ると、それぞれ約23%、13%で内転筋力の方が伸び率は大きい有意な差は認められなかった。

本研究のトレーニングは、内転筋群を主に使いボールを押しつぶす運動で、最も少ない者でも2週に7日、平均的には1週に5日トレーニングを実施していた。Ohmori<sup>6)</sup>は、高度な筋力トレーニング経験のない学生が脚伸展運動を最大努力で5秒間3セットを実施して8週で筋力向上を得るためには、2週に1日の頻度が最低限必要と述べている。本研究のトレーニング頻度は効果を得るためには十分と考えられるが、ボールつぶし運動を行っていない外転筋力にも4週後に有意な増加が見られるのは、筋肥大による筋力増加<sup>7)</sup>とは異なる要因が存在すると思われる。

Rutherford<sup>8)</sup>は、電気刺激によって測定された大腿四頭筋の最大筋力は低下しても、座位での脚伸展時の最大筋力が低下しない理由を、測定時の姿勢を安定させる筋群が脚伸展動作に協調して最大筋力の低下を補っていると述べている。本研究においてはトレーニングの繰り返しがボールつぶし動作に関わる筋群への意識集中を高め内外転運動の習熟度を上昇させると同時に、より安定した立位姿勢での筋力発揮が行われて、筋力が増加した部分も含まれると推測される。

本研究で考案した手軽で簡単なボールつぶし運動(膝間に挟んだボールの押しつぶし運動を最大努力5秒間、1日に9回、1週に5回以上)を4週間実施すれば、内転及び外転筋力が強化され、膝間距離が縮小し、女子学生の0脚傾向の軽減が期待できる。ただし、その膝間距離の縮小は平均0.2cmとわずかで、すべての女子学生が0脚傾向は軽減された実感できるまでには至っていない。

なお、0脚と判定された2人の内、膝間距離3.6cmの被験者は4週後に2.9cmと改善したが、3.3cmの者は3.2cmであった。

## まとめ

本研究は、手軽で簡単なボールつぶし運動を4週間実施することが、健康な女子学生の股関節の筋力強化につながるのか、また、0脚傾向を軽減するのかを明らかにするため、内転及び外転筋力、内外比（内転及び外転筋力の強弱バランス）と膝間距離の変化率について検討した。

結果は以下の通りである。

- 1) 4週後における内転及び外転筋力、内外比は、初期と比較して有意に増加していた。
- 2) 4週のトレーニング期間での内外比と膝間距離の変化率の間には、有意な中程度の相関関係が認められ、内外比が上昇するほど膝間距離が縮小していた。

以上のことから、本研究で考案した手軽で簡単なボールつぶし運動を4週間実施すると、膝間距離はわずかであるが縮小され、女子学生の0脚傾向の軽減が期待できる。

## 参考文献

- 1) 星野星一（1984）臨床に役立つ生体の観察。医歯薬出版株式会社，10 下肢の部位：388.
- 2) 鳥巢岳彦編（2006）標準整形外科学第9版。医学書院。5. 関節症と関連疾患：587-590.
- 3) 黒田善雄編（1999）臨床スポーツ医学・スポーツ医科学キーワード。文光堂：584.
- 4) 三原いづみら（2006）乗馬型他動訓練機の訓練による0脚と姿勢改善効果のデジタル写真撮影による検討。体力科学。55（6）：778.
- 5) 中村隆一ら（1978）基礎運動学第1版。医歯薬出版株式会社，4) 関節の運動：41-42，2) 大腿骨：166-168.
- 6) Ohmori H, Kume T, Sasaki K, Ohyama Byon K, Takahashi H, and Kubota T (2010) Low-frequency isometric Training, 1-day training every 2 weeks, increases muscle strength in untrained subjects. Exercise and Sports Physiology 16(1): 1-5.
- 7) 山田茂ら編（2003）骨格筋に対するトレーニング効果第2版。ナッパ，II. ヒトの発揮することができる随意最大筋力：12-23.
- 8) O.M. Rutherford and D.A. Jones. (1986) The role of learning and coordination in strength training. Eur. J. Physiol. 55, 100-105.

# Effect of Strength Training of the Femoris Adductors to Reduce the Tendency of Bowlegs

— on the distance between knees of the female students —

ISHIBASHI,K., TANAKA,K. and MURAE,H.

## Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of a muscle strength training program of the femoris adductors to reduce the tendency of bowlegs among female students. We measured the balance between adductors and abductors (the in/out rate) and the distance between knees after the 4 weeks' muscle strength training program. The results are as follows.

- 1) The muscle strength of adductors and abductors increased significantly after the 4 weeks' training program.
- 2) The relationship between the in/out rate and the distance between the knees was significant after the 4 weeks' training program. The more the in/out rate increased, the more the distance between the knees was reduced.

The muscle strength training program in this study may reduce the tendency of bowlegs, as the distance between the knees decreases even a little with the increase in the in/out rate increasing.

**【Key words】** the femoris adductors the tendency of bowlegs the distance between knees