

# 競技特有の足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力

松本 揚<sup>1)</sup>, 岡田 隆<sup>1)</sup>, 岡田 尚之<sup>2)</sup>, 橋本 俊彦<sup>2)</sup>

了徳寺大学・健康科学部整復医療・トレーナー学科<sup>1)</sup>

了徳寺大学・健康科学部医学教育センター<sup>2)</sup>

## 要旨

足部内在屈筋および足関節周囲筋の重要性を明らかにし、新たなトレーニングやリハビリテーションの立案につなげるために、本研究では様々な競技における競技者の足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力を比較検討した。

対象は男子大学生53名。競技はアイスホッケー、柔道、サッカー、野球、ビーチバレーの4競技を選択した。測定項目は足部内在屈筋筋力、足関節背屈・底屈・内反・外反筋筋力の5項目とした。

各競技間ではビーチバレー群の足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力が有意に高かった。これは砂浜において裸足で行う競技であることから長時間にわたって足部内在屈筋および足関節周囲筋に高い筋活動が生じる結果と考える。

本研究から砂浜で行うトレーニングが足部内在屈筋および足関節周囲筋筋力の増強に効果があることが示唆された。

キーワード：足部内在屈筋，足関節周囲筋，砂浜

## Characteristics of Foot Region Muscular Force in Various Sports Activities

Yo Matsumoto<sup>1)</sup>, Takashi Okada<sup>1)</sup>, Naoyuki Okada<sup>2)</sup>, Toshihiko Hashimoto<sup>2)</sup>

Department of Judothrapy and Sports Medicine, Faculty of Health Science, Ryotokuji University<sup>1)</sup>

Medical Education Center, Faculty of Health Science, Ryotokuji University<sup>2)</sup>

## Abstract

**Purpose:** Performing exercises such as towel gathering during foot muscle training is essential in maintaining or improving toe function for athletic performance; however, few investigations have been made on the foot muscle in athletes. The purpose of the present study was to measure and clarify the characteristics of foot region muscular force in athletes from various sports.

**Subjects and Methods:** Subjects were 53 male university student who were divided into 5 game groups (ice hockey, n = 11; judo, n = 8; soccer, n = 10; baseball, n = 10; baseball, n = 9; beach volleyball, n = 5). Measurement were taken of maximum isometric strength of ankle dorsiflexion, plantarflexion, inversion and eversion and intrinsic flexor' strength.

**Results and Discussion:** The beach volleyball players had a significantly higher foot and ankle strength than the players of the other sports. We think that, playing on a sandy beach, they need higher muscle force in the foot and ankle region than in other sports. Thus, it is suggested that barefoot exercises on sandy ground is effective in strengthening the foot and ankle muscular strength.

**Key-words :** intrinsic flexor' strength, foot region muscle, beach

## I. 緒言

タオルギャザーや足趾ジャンケンなどの運動療法に代表される足部内在屈筋のトレーニングや足関節底背屈および内外反筋のトレーニングは下肢の外傷・障害後のリハビリテーションにおいて早期の競技復帰に必要不可欠とされている<sup>1)2)3)</sup>。また、足関節捻挫経験者の足関節外反筋筋力<sup>4)</sup>や足関節底屈筋筋力<sup>5)</sup>が非経験者に比べて有意に低かったと報告がなされており、足関節周囲筋の筋力と外傷・障害との関係が示唆されている。

足部内在屈筋および足関節周囲筋のトレーニング効果についてもいくつかの報告がなされている。Reberioら<sup>6)</sup>は足関節底屈および背屈筋のトレーニングがバランス能力の向上につながったと述べている。橋本<sup>7)</sup>は50m走のタイムが足部内在屈筋のトレーニング後に有意に向上したと述べている。同様に福田ら<sup>8)</sup>も歩行速度の向上についての報告をしている。このようにバランス能力や歩行および疾走速度の向上に足部内在屈筋および足関節周囲筋のトレーニングが有効であることが示されている。

足部内在屈筋および足関節周囲筋のトレーニングによってバランス能力や疾走速度などの基本的な体力要素の向上が見込めることや、敏捷性との関連性が見いだせることから、様々な競技においても足部内在屈筋および足関節周囲筋が重要となることが考えられる。

様々な競技の特性によって、重要となる足関節の動作や、必要とされる筋力、筋力発揮の持続時間、筋収縮様式は異なる。そのため、競技によって競技者の足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力に相違がみられる可能性がある。東山ら<sup>9)</sup>は、直線走の多い競技と比べ曲線走の多い競技で足関節内反および外反筋筋力が高かったとしている。しかし、競技と足部内在屈筋および足関節周囲筋について報告は少なく、不明な点も多い。

以上のことから足部内在屈筋および足関節周囲筋の重要性を明らかにし、新たなトレーニングやリハビリテーションの立案につなげるために、様々な競技における競技者の足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力を比較検討した。

## II. 対象および方法

### (1) 対象

対象は男子大学生53名。競技群と人数はアイスホッケー群11名、柔道群8名、サッカー群10名、土のグラウンドを使用している野球群（以下、土野球群）10名、人工芝のグラウンドを使用している野球群（以下、芝野球群）9名、ビーチバレー群5名であった。全体の平均年齢、平均身長および体重はそれぞれ、 $20.1 \pm 1.1$ 歳、 $172.6 \pm 6.1$ cm、 $71.2 \pm 7.8$ kgであった。群ごとの平均身長および体重は（表1）に示す。

表1 群ごとの平均身長と体重

|    | アイス<br>ホッケー     | 柔道              | サッカー            | 土野球             | 芝野球             | ビーチバレー          |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 身長 | $171.5 \pm 5.7$ | $168.9 \pm 6.0$ | $170.0 \pm 4.4$ | $173.3 \pm 4.7$ | $175.4 \pm 4.0$ | $180.1 \pm 6.3$ |
| 体重 | $73.4 \pm 6.0$  | $73.6 \pm 8.7$  | $67.1 \pm 5.9$  | $67.7 \pm 4.6$  | $72.4 \pm 10.4$ | $75.8 \pm 5.3$  |

なお本研究は順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科倫理委員会の承認を得て、対象チームの監督および選手全員に本研究の目的および研究方法を口頭ならびに文章にて説明し、本人の意思により本研究に参加する旨の同意書を得て行った。

## (2) 測定筋力

測定筋力は足部内在屈筋筋力，足関節背屈筋筋力，足関節底屈筋筋力，足関節内反筋筋力，足関節外反筋筋力の5項目とした。

## (3) 測定項目

足部内在屈筋筋力の測定は0.05kg単位で測定可能なデジタルはかり（BONSO社製393-50）を縦1m横18cm高さ4cmの木製の板に固定した。膝関節屈曲の動作が生じないように踵を固定するために，縦18cm横15cm高さ4cmの木製の板を被験者の足長に合わせて調節できるように踵側に取り付けた（図1）。

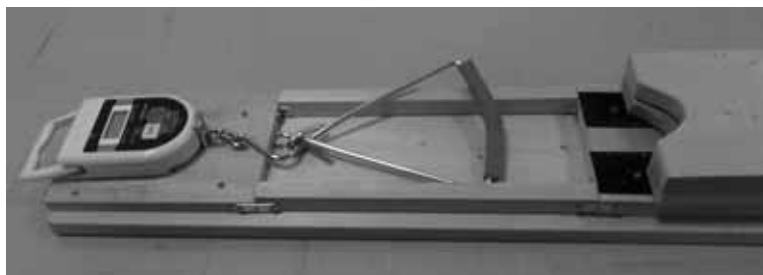


図1 足部内在屈筋筋力計

測定肢位は先行研究に従い<sup>10)</sup>，椅子座位で膝関節90°屈曲位，足関節底屈背屈中間位で腕を胸の前に組ませた姿勢で1回の練習を行った後に左右交互に3回ずつ測定をした。

なお，本研究に先立って計測方法の信頼性を確認した。5名（男子4名，女子1名，平均年齢22.6±4.2歳）の対象者にて週1回の測定を計3回，時間を特定せずに施行した。その結果，級内相関係数は0.97と高い信頼性が得られた。

その他の筋力についてはリハビリテーション現場での検査として実用性の高いハンドヘルドダイナモメーターを使用した。足関節背屈筋筋力の測定方法は坂上ら<sup>11)</sup>の測定方法に従い，長座位（股関節90°屈曲位，膝関節伸展位），足関節底屈背屈中間位で腕を胸の前に組ませた肢位にて測定を行った。足関節底屈筋筋力の測定方法は杉本ら<sup>12)</sup>の測定方法に従い，長座位（股関節90°屈曲位，膝関節伸展位），足関節底屈背屈中間位で腕を胸の前に組ませた肢位にて測定を行った。足関節内反筋および外反筋筋力の測定方法はSpinkら<sup>13)</sup>の測定方法に従い，長座位（股関節90°屈曲位，膝関節伸展位），足関節底屈背屈中間位で腕を胸の前に組ませた肢位にて測定を行った。全ての測定において1回の練習を行った後に左右交互3回ずつ等尺性収縮筋力の測定をした。

## (4) 統計処理

データの解析にはマイクロソフト社のExcel統計を用い，対象群間の運動機能の比較については一元配置分散分析，多重比較検定としてScheffe法を用いて行った。統計上の有意水準は $p < 0.05$ とした。

## Ⅲ. 結果

### (1) 足部内在屈筋筋力

足部内在屈筋筋力の平均値を（表2）に示す。右足ではビーチバレー群が $18.9 \pm 2.1 \text{ kgf}$ であり，柔道群 $11.2 \pm 2.1 \text{ kgf}$ （ $p = 0.01$ ）に比べて有意に高かった。左足ではビーチバレー群が $19.1 \pm 2.9 \text{ kgf}$ であり，アイスホッケー群 $13.1 \pm 3.0 \text{ kgf}$ （ $p = 0.047$ ），柔道群 $11.5 \pm 2.5 \text{ kgf}$ （ $p = 0.01$ ）に比べて有意に高かった。

### (2) 足関節背屈筋筋力

足関節背屈筋筋力の平均値を（表2）に示す。右足ではビーチバレー群が $36.9 \pm 1.9 \text{ kgf}$ であり，アイス

ホッケー群 $27.6\pm 3.9\text{kgf}$  ( $p=0.039$ ), 柔道群 $24.3\pm 4.2\text{kgf}$  ( $p=0.003$ ), サッカー群 $26.7\pm 4.4\text{kgf}$  ( $p=0.019$ ) に比べて有意に高かった。左足ではビーチバレー群が $40.2\pm 1.5\text{kgf}$ であり, アイスホッケー群 $27.3\pm 4.1\text{kgf}$  ( $p=0.003$ ), 柔道群 $24.2\pm 4.8\text{kgf}$  ( $p<0.001$ ), サッカー群 $27.6\pm 5.5\text{kgf}$  ( $p=0.005$ ), 土野球群 $27.8\pm 5.1\text{kgf}$  ( $p=0.007$ ) に比べて有意に高かった。

### (3) 足関節底屈筋筋力

足関節底屈筋筋力の平均値を(表2)に示す。競技間に有意な差はみられなかった。

### (4) 足関節内反筋筋力

足関節内反筋筋力の平均値を(表2)に示す。右足ではビーチバレー群が $28.3\pm 2.8\text{kgf}$ であり, サッカー群 $20.6\pm 3.3\text{kgf}$  ( $p=0.03$ ) に比べて有意に高かった。左足ではビーチバレー群が $32.5\pm 6.7\text{kgf}$ であり, アイスホッケー群 $22.4\pm 5.4\text{kgf}$  ( $p=0.013$ ), サッカー群 $21.1\pm 3.4\text{kgf}$  ( $p=0.004$ ), 土野球群 $20.9\pm 2.6\text{kgf}$  ( $p=0.003$ ), 芝野球群 $22.1\pm 3.1\text{kgf}$  ( $p=0.013$ ) に比べて有意に高かった。

### (5) 足関節外反筋筋力

足関節外反筋筋力の平均値を(表2)に示す。右足ではビーチバレー群が $34.2\pm 3.2\text{kgf}$ であり, アイスホッケー群 $25.0\pm 4.7\text{kgf}$  ( $p=0.018$ ), サッカー群 $21.2\pm 5.0\text{kgf}$  ( $p<0.001$ ), 土野球群 $22.6\pm 3.3\text{kgf}$  ( $p=0.002$ ), 草野球群 $20.9\pm 2.3\text{kgf}$  ( $p<0.001$ ) に比べて有意に高かった。左足ではビーチバレー群が $34.3\pm 2.5\text{kgf}$ であり, アイスホッケー群 $24.9\pm 4.4\text{kgf}$  ( $p=0.017$ ), 柔道群 $23.9\pm 6.0\text{kgf}$  ( $p=0.01$ ), サッカー群 $20.5\pm 4.5\text{kgf}$  ( $p<0.001$ ), 土野球群 $22.7\pm 3.1\text{kgf}$  ( $p=0.002$ ), 芝野球群 $21.8\pm 2.8\text{kgf}$  ( $p<0.001$ ) に比べて有意に高かった。

表2 群ごとの平均筋力

|         | 足 | 足部内在<br>屈曲    | 背屈            | 底屈             | 内反            | 外反            |
|---------|---|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| アイスホッケー | 右 | $13.6\pm 2.7$ | $27.6\pm 3.9$ | $34.3\pm 7.1$  | $23.9\pm 4.4$ | $25.0\pm 4.7$ |
|         | 左 | $13.1\pm 3.0$ | $27.3\pm 4.1$ | $33.4\pm 7.4$  | $22.4\pm 5.4$ | $24.9\pm 4.4$ |
| 柔道      | 右 | $11.2\pm 2.1$ | $24.3\pm 4.2$ | $33.6\pm 10.6$ | $21.6\pm 4.3$ | $25.7\pm 5.1$ |
|         | 左 | $11.5\pm 2.5$ | $24.2\pm 4.8$ | $34.0\pm 10.6$ | $23.4\pm 4.8$ | $23.9\pm 6.0$ |
| サッカー    | 右 | $13.8\pm 2.9$ | $26.7\pm 4.4$ | $36.4\pm 6.9$  | $20.6\pm 3.3$ | $21.2\pm 5.0$ |
|         | 左 | $13.9\pm 2.3$ | $27.6\pm 5.5$ | $35.6\pm 7.9$  | $21.1\pm 3.4$ | $20.5\pm 4.5$ |
| 土野球     | 右 | $14.2\pm 3.4$ | $29.3\pm 6.1$ | $29.8\pm 4.8$  | $22.5\pm 3.3$ | $22.6\pm 3.3$ |
|         | 左 | $14.8\pm 3.1$ | $27.8\pm 5.1$ | $29.4\pm 3.5$  | $20.9\pm 2.6$ | $22.7\pm 3.1$ |
| 芝野球     | 右 | $16.7\pm 4.1$ | $31.8\pm 4.8$ | $37.8\pm 9.5$  | $22.1\pm 2.8$ | $20.9\pm 2.3$ |
|         | 左 | $16.5\pm 3.9$ | $30.7\pm 6.1$ | $35.2\pm 8.2$  | $22.1\pm 3.1$ | $21.8\pm 2.8$ |
| ビーチバレー  | 右 | $18.9\pm 2.1$ | $36.9\pm 1.9$ | $40.3\pm 1.3$  | $28.3\pm 2.8$ | $34.2\pm 3.2$ |
|         | 左 | $19.1\pm 2.9$ | $40.2\pm 1.5$ | $42.9\pm 3.1$  | $32.5\pm 6.7$ | $34.3\pm 2.5$ |

## IV. 考察

今回の結果から砂浜でおこなうビーチバレー競技において足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力が高くなる傾向にあることが示唆された。金井ら<sup>14)</sup>は, 砂浜での裸足歩行を筋電図で評価した研究で平地歩行とは異なる筋活動が確認され, 砂浜上での歩行には特異的な運動負荷がみられたとしている。本研究でも, 砂浜上で競技や練習を行うビーチバレー群の足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力が最も高かった。試



合だけでなく練習時も砂浜にてジョギングや全力疾走などの基礎体力トレーニングを行うために長時間にわたって足部内在屈筋および足関節周囲筋に高い筋活動が生じることから本結果が得られたと考える。

足部内在屈筋筋力について金井ら<sup>14)</sup>は砂浜での歩行時に母趾外転筋の活動量が平地歩行よりも高かったと報告している。母趾外転筋は足部内在屈筋筋力に大きく貢献する。本研究においてもビーチバレー群の足部内在屈筋筋力は高かった。清水ら<sup>15)</sup>は、足部内在屈筋筋力が柔道やハンドボールにおいて高く、水泳・バスケットボール・体操では低値を示した結果から柔道では裸足で行うことや技をかけるまたはかけられる時に踏ん張ることが多く、ハンドボールではジャンプする方向を瞬時にコントロールする動作を行うことから、他競技よりも足部内在屈筋筋力が高くなっていたと考察している。また、立位時に足趾が地面に接していない浮き足では正常趾に比べ足部内在屈筋筋力が低いと報告<sup>16)</sup>がある。これは前述した清水ら<sup>15)</sup>が述べているとおり、足趾を地面に接地させて自重をコントロールする事が多い競技で足部内在屈筋筋力が高いことを支持するものと考えられる。しかし本研究では先行研究とは異なり、裸足で行う柔道群の足部内在屈筋筋力がビーチバレー群よりも有意に低かった。これはビーチバレー群の足部内在屈筋が非常に強く発達した結果に加えて、選手によって多様な動きを行う柔道競技の特徴も関係していると考察する。一瞬の隙をついて足部、足趾に体重を大きくかけて瞬発的に投げることを得意としている選手や、筋力を全面にだして粘り強く戦う選手など様々なタイプがいる。また体重階級によっても競技動作の特徴は異なる。このように同じ柔道とひとくくりにできない部分もあり詳細に群分けして検討していないことが本研究の結果につながったと考えている。今後は対象者を増やし、より詳細な群分けを実施して検討することを研究課題の一つとする。

先行研究では、足関節背屈筋筋力と体重の間に相関関係がみられたと報告<sup>17)</sup>がある。本研究では全群で体重に有意な差がみられなかったため、砂浜で鍛えられたビーチバレー群が強く、金井ら<sup>14)</sup>の報告を支持するものであった。足関節底屈筋筋力についても、体重と足関節底屈筋筋力に正の相関関係がみられ<sup>9)</sup>、砂地ジャンプにおける足関節底屈の貢献率は、硬い床でのジャンプと変わらないと報告が<sup>18)</sup>あり、本研究でも全対象において有意な差がみられなかった。

## V. 結語

本研究から砂浜で行う競技であるビーチバレーにおいて足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力が高い傾向にあることがわかった。このことから砂浜でのトレーニングが足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力増強に効果があることが示唆され、リハビリテーションなどにおける足部内在屈筋および足関節周囲筋力の早期回復の手段となることが予測される。

しかし、本研究では競技数と人数が少なく、競技間の人数も異なっていた。さらには非競技者の群も必要であったと考える。これらを今後の課題とし、グラウンドやシューズ環境などによる影響も考えて詳細に検討していく必要がある。

## 引用文献

- 1) 松永郁男, 福安喜, 河村将通ほか (2010) 運動訓練トレーニング効果. 鹿児島大学教育学部研究紀要 教育科学編. 61, 35-45.
- 2) 野崎健治, 高尾昌人, 蓼沼拓ほか (2006) 正常足部筋における足ゆび運動がもたらす筋収縮に関する研究. 中部日本整形外科災害外科学会雑誌. 49 (5), 845-846.

- 3) 竹井和人, 村田伸, 甲斐義浩ほか (2011) 足把持力トレーニング効果. 理学療法科学. 26 (1), 79-81.
- 4) 本田有一 (2002) 足関節捻挫患者における片脚立位時の重心動揺及び足関節外反筋力. 掖済会長崎病院会報. 4, 26-28.
- 5) 鈴木朱美, 村成幸, 高原政利 (2008) 大学女子サッカー選手の足関節不安定性と身体特性との関係. 日本臨床スポーツ医学会誌. 16 (1), 12-16.
- 6) Reberio F, Teixeira F, Brochado G (2009) Impact of low cost strength training of dorsi-and planter flexors on balance and functional mobility in institutionalized elderly people. Geriatrics & Gerontology International. 9 (1), 75-80.
- 7) 橋本貴幸 (2009) 足部内在屈筋の筋力トレーニング効果について. 順天堂大学スポーツ研究科学研究科修士論文. 1-32.
- 8) 福田泉, 小林量作 (2008) 若年健常者に対する足把持筋力トレーニングの効果. 理学療法学. 35 (5), 261-265.
- 9) 東山真, 大道等 (1998) 競技選手の足関節筋力一足関節内反捻挫に既往歴及び競技種目特性が足関節筋力に及ぼす影響一. 国武大紀要. 14, 53-61.
- 10) 半田幸子, 堀内邦雄, 青木和夫 (2004) 足趾把握筋力の測定と立位姿勢調節に及ぼす影響の研究. 人間工学. 40 (3), 139-147.
- 11) 坂上昇, 栗山裕司, 山崎裕司 (2003) ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性足背屈筋力の測定-検者間及び検者内再現性の検討-. 高知リハビリテーション学院紀要. 4, 13-17.
- 12) 杉本諭, 細井俊希, 山下美歌子ほか (2005) ハンドヘルドダイナモメーターを用いた足関節底屈筋力測定の信頼性とMMTと関連. 理学療法学. 32 (6), 380-383.
- 13) Spink MJ, Fotoohabadi MR, Menz HB (2010) Foot and Ankle Strength Assessment Using Hand-Held Dynamometry : Reliability and Age-Related Differences. Gerontology. 56 (6) 525-532.
- 14) 金井秀作, 島谷康司, 長谷川正哉 (2008) 砂浜裸足歩行の動作筋電図評価. 理学療法学. 35 (2), 248.
- 15) 清水正輝, 森北育宏, 三谷保弘 (2010) 足趾屈筋力とスポーツ競技の関係性. 体力科学. 59 (6), 781.
- 16) 福山勝彦, 小山内正博, 丸山仁司 (2009) 成人における足趾接地の実態と浮き趾例の足趾機能. 理学療法科学. 24, 683 - 687.
- 17) 新井恒雄, 佐藤昭彦, 岡本高志 (2004) 足関節背屈筋力と体重の関係. 埼玉理学療法. 11, 19-22.
- 18) 村松茂, 有本守男 (2009) 砂地ジャンプにおける足底屈動作の貢献率. 日本生理人類学会誌. 14 (3), 139-142.

(平成25年11月15日稿)

査読終了年月日 平成26年1月6日