

## バスケットボール、サッカーおよび陸上競技短距離選手の

### 足関節筋力および関節可動域から見た競技特性

祁 聖傑

キーワード：競技特性，足関節筋力，足関節可動域

## Characteristics of muscular strength and range of motion of ankle joint in basketball player, soccer player and sprinter

Shengjie Qi

### Abstract

The purpose of this study was to examine characteristics of muscular strength and range of motion (ROM) of ankle joint in basketball player, soccer player and sprinter. Subjects were thirty college athletes include with basketball player, soccer player, and sprinter (10 subjects of each event). We measured isometric and isokinetic (60deg/sec,180 deg/sec) strength of ankle joint by isokinetic dynamometer (BIODEX SystemIII) and the ROM of ankle joint. Also, to evaluate the ability of power and agility as performance, vertical jump and repeated side steps were measured. There was no significant difference in the ROM between three sports event. However, soccer players showed a low value (basketball; $63.3 \pm 7.6^\circ$  ,sprint; $64.5 \pm 7.2^\circ$  ;soccer; $57.4 \pm 10.5^\circ$  ) on plantar flexion compare to other events. In addition, planter inversion of sprinter shows to tendency to lower compared to other competitions (basketball; $32.5 \pm 7.1^\circ$  , sprint; $26.8 \pm 3.7^\circ$  ;soccer; $30.7 \pm 6.45^\circ$  ). vertical jump of soccer player was significantly lower ( $p < 0.05$ ). repeated side steps of basketball player showed a high value in comparison with sprinter and soccer player( $p < 0.05$ ). It was suggested that repetition of the specific movement in the each event might affect range of motion and muscle strength in ankle joint.

Key words : competition characteristic, strength of ankle joint, range of motion(ROM) of ankle joint

## I. 緒 言

競技選手は障害を抱えながら競技を行う傾向が多くなってきている今日、特に足関節での障害発生率は極めて高く、一般にスポーツにおける障害の予防や再発予防のためにはテーピング等を使用することの他に、筋力や柔軟性を高めることが有効な手段であると考えられ、足関節の筋力や関節可動域についての理解を深めておくことが必要であると考えられる。

各種競技選手の筋力特性について、多くの報告がある。陸上競技における短距離種目や跳躍種目での競技力を考えた場合、特に下肢の筋力が注目される。山本(1991)は競技力と密接な関係があることを報告しており、短距離種目での疾走速度や、走幅跳、三段跳での助走速度を高めるためには、下肢の三関節(股関節、膝関節、足関節)まわりの、より高い筋出力と、より早い動きが重要といえる。また、競技種目別の運動様式の違いにより、筋力発揮に種目毎の特異性が見られることも報告されている。短距離および跳躍の大学陸上競技選手を対象として、膝関節の伸展および屈曲時の等速性筋力を測定したところ、伸展および屈曲時ともに種目間の違いはほとんど見られないものの、屈曲・伸展比では、速い角度で種目間の違いが認められた。

しかしながら、足関節の筋力等に関する報告は少ないのが現状である。郭新明(2005)は、足関節に不安定感がある被験者、回復した被験者および障害を持たない被験者の可動域を測定し、足関節可動域範囲には影響を及ぼさないことを報告している。また、捻挫経験者における足関節の筋力についても競技復帰後には有意な低下は見られないという報告がある一方で、足関節捻挫の既往歴者は競技復帰後も自覚的不安定感などの機能障害感じているものが多いということもいわれている。これまでの研究では、足関節の可動域と筋力の両方の指標について、検討されたものはほとんど見られない。しかしながら、足関節の筋力および関節可動域は、競技者の運動パフォーマンス

に大きく影響を及ぼすこと、スポーツ障害の発生の防止や予防という観点から考えると、これらの関連性について、競技種目毎の特性を検討することは非常に意義があるものと考えられる。

## II. 研究目的

本研究では、バスケットボール、サッカーおよび陸上競技短距離選手の足関節筋力および関節可動域を測定・評価し、競技種目特性を明らかにすることを目的とした。

## III. 研究方法

### 1. 被験者

被験者は、S大学に在籍する。バスケットボール選手、陸上短距離選手およびサッカー選手男性各10名であった。全被験者の利き足は右足であった。被験者の身体特徴を表1に示す。被験者にはあらかじめ足関節の整形外科的疾患や関節痛の有無を確認した。また、被験者には本研究の目的、内容を説明し、参加することの同意を得た。

表1. 被験者の身体的特徴

競技種目	年齢 (歳)		身長 (cm)		体重 (kg)		足長左 (cm)		足長右 (cm)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
バスケットボール	19.3	1.3	172.7	6.7	68.4	1.5	26.1	1.5	26.0	1.5
陸上競技	20.5	1.1	173.3	9.0	66.9	1.5	26.3	1.5	26.3	1.4
サッカー	19.0	0.7	173.6	5.5	67.9	0.9	25.9	0.9	25.9	1.0

### 2. 測定内容・方法

#### 1) 足関節可動域(ROM)の測定

##### ①背 屈

まず被験者は座位にて、膝関節90度屈曲位にし、足部は内反、外反0度とする。次に検者は膝関節の遊びやズレを防ぐため、下腿の遠位部を保持しながら足底面を上方に押し、背屈させた。背屈測定の開始肢位、角度計の近位アームは腓骨小頭を目安に腓骨外側中央線に当て、また角度計の遠位アームは第5中足骨に平行に当て、足関節は角度計90度を指す肢位にする。背屈の最終肢位、検者は右

手で角度計の近位アームを当て、左手で背屈させながら、遠位アームを当て計測した（木村1992）。

#### ②底屈

測定肢位、角度計の当て方は足関節の背屈位測定場合と同様である。底屈の最終肢位、検者は底屈を維持しながら角度計の遠位アームを当てる。検者は足指への圧迫を避けるため、足部の背部と側部を握り計測した（木村1992）。

#### ③内がえし

被験者に坐位をとらせ、膝関節90度屈曲位にする。下腿は支持面の端より出るようにする。股関節は回旋、内転、外転が0度になるようにする。内がえし測定の開始肢位、角度計の本体を両果部間の midpoint に当てる。角度計の近位アームを脛骨に沿って当て、遠位アームは第2中足骨に当てる。内がえしの最終肢位、検者は左手で内がえしを保ち、角度計の遠位アームを当て計測した。

#### ④外がえし

基本的な測定肢位測定肢位は内がえし位測定の場合と同様である。外がえしの最終肢位では、検者は外がえしの状態を保たせながら遠位アームを被験者の第2中足骨に当てる。遠位アームは脛骨に当て計測した（木村1992）。

### 2) 足関節の等尺性筋力および等速性筋力の測定

まず、被験者は、等尺性および等速性筋力測定装置（Biodex-System3; Biodex 社製）にて足底面と台が垂直になるように、長座姿勢で座らせた。その際、膝の動きを制限するために大腿と下腿部をベルトで固定した。さらに、前後の動きを制限するために、腰と踵をベルトで固定した。次に、5秒間全力発揮にて、足関節角度が90度になるように固定し、等尺性底屈力および背屈力を測定した。

等速性筋力は角速度60deg/secおよび180deg/secの二つ条件にて等尺性筋力測定

と同じく足、膝関節位置を調整して、体幹をベルトで固定した時に測定した。最大底屈位から、最大背屈位までの可動範囲で、片脚二回ずつ測定した。60 deg/secの試行は5秒間で5回連続の最大努力を行い、180 deg/secの試行は10秒間で10回連続の最大努力を行った。

### 3) 体力テスト

運動能力を評価するために、瞬発力は立ち幅跳び、敏捷性は反復横跳びを測定した。測定方法は新体力テスト実施要項に準拠して行った。

### 3. 統計処理

測定値は平均値±標準偏差として示した。各競技種目選手間の測定項目の比較においては繰り返しのない1要因の分散分析を用いて分析し、post-hoc test は turkey テストを用いた。両足の左右差についての比較には、対応のあるt検定を用いて分析を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。

## IV. 結果

### 1. 足関節可動域

図1に各種目選手の底屈位および背屈位のROMを示した。陸上選手の底屈範囲は、右足(66.8±6.9度)が左足(62.2±7.5度)より有意に広いことが認められた( $p < 0.05$ )。底屈位のROMは、サッカー選手が最も低い値を示した。バスケットボール選手およびサッカー選手は足関節底屈位でのROMには有意な左右差が認められなかった。

バスケットボール選手の背屈位でのROMは、左足が12.6±5.4度、右足が9.2±5.1度となり、左足より右足は低値を示した( $p < 0.05$ )。陸上およびサッカー選手においては有意な差が認められなかった。

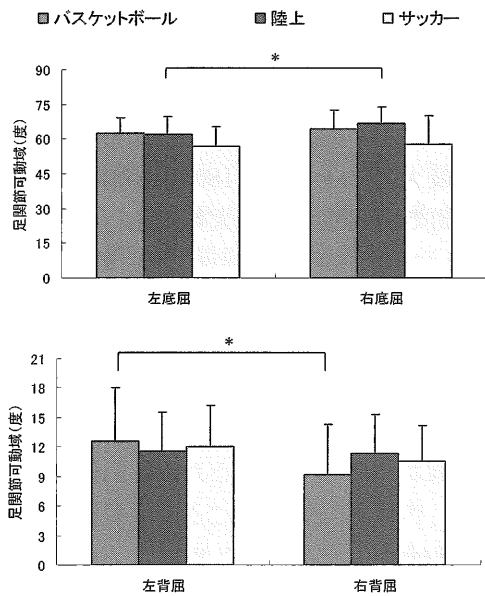


図1. 各競技種目選手の底屈および背屈における関節可動域 \*p<0.05 (両足の左右差)

足関節内返しには、両足の左右差が認められなかったが、外返しは3の種目とも右足が有意に高値を示した。それぞれが、(バスケットボール; 左足 16.5 ± 4.0、右足 23.4 ± 3.8、p<0.05)、(陸上; 左足 19.6 ± 5.6、右足 22.7 ± 5.3、p<0.05)、(サッカー; 左足 16.4 ± 4.6、右足 22.7 ± 7.1、p=0.001)となった(図2)。

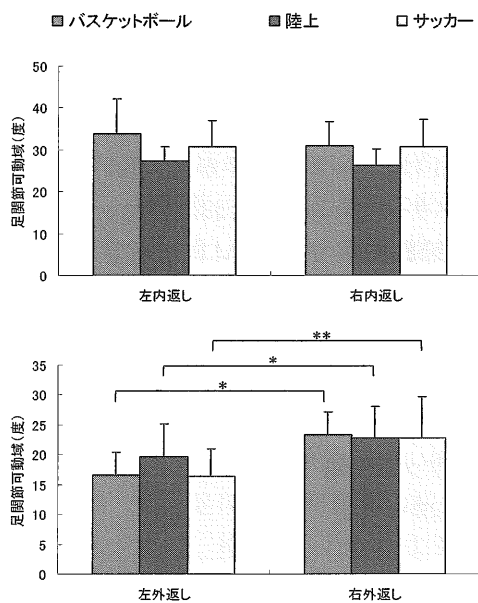


図2. 各競技種目選手の内返しおよび外返しにおける関節可動域 \*p<0.05 \*\*p<0.01 (両足の左右差)

## 2.等尺性筋力

底屈での等尺性筋力は競技種目間での有意な差は見られなかった。しかしながら、3種目の中で最も高い傾向を示したのはバスケットボール選手であった(両足平均:135.1 ± 30.4Nm)。次に、背屈の結果を見ると、底屈と同様に競技種目間での有意差は見られなかったが、最も高い傾向を示したのは陸上競技選手であった(両足平均 32.8 ± 8.0Nm)。底屈および背屈等尺性筋力の左右差は3種目いずれにおいても認められなかった(図3)。

等尺性筋力における底屈/背屈比は有意な差は認められなかったがバスケットボール選手が高い割合(両足平均:5.26)を示した。底屈/背屈比の左右差には有意な差は認められなかった。

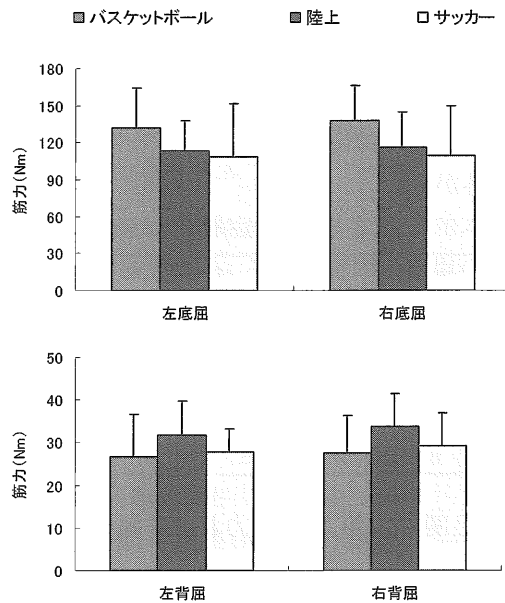


図3. 各競技種目選手の底屈および背屈における等尺性筋力

## 3.足関節等速性筋力

角速度 60deg/sec における底屈および背屈において最も高い値を示す傾向にあったのは陸上競技選手(底屈両足平均:80.8 ± 25.9Nm、背屈両足平均:31.8 ± 4.5Nm)であった。また、角速度 60deg/sec における等速性筋力において陸上競技短距離選手においては左右差が少ない傾向にあり、逆にバスケットボール選手

においては左右差が大きくなる傾向にあった。

また、バスケットボール選手の角速度 180deg/sec における等速性底屈および背屈筋力において最も高い値を示す傾向にあった(底屈両足平均: 53.2±18.2Nm、背屈両足平均 31.1±11.2Nm)。

#### 4. 体力テスト

立ち幅跳びの結果では、バスケットボール選手は 238.6±9.0cm、陸上競技短距離選手は 249.5±18.4cm およびサッカー選手は 223.3±9.9cm となり、バスケットボール選手および陸上競技短距離選手に比べ、サッカー選手はそれぞれ有意に低い値を示した(p<0.05 および p<0.001)。

反復横跳びの結果では、バスケットボール選手は 68±6.5 回、陸上競技短距離選手は 60.2±7.0 回およびサッカー選手は 60.0±4.5 回となり、バスケットボール選手は陸上競技短距離およびサッカー選手と比較して有意に高値を示した(p<0.05、図 4)。

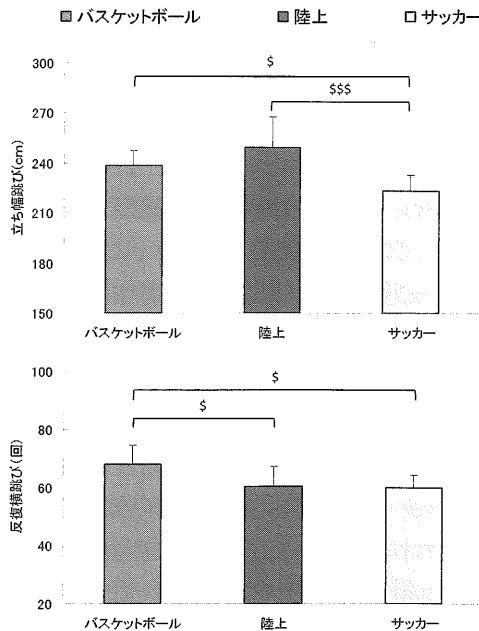


図4. 各競技種目選手の立ち幅跳び及び反復横跳びのテスト結果 \*p<0.05 \*\*\*p<0.001(競技種目間の有意差)

#### 5. 各競技種目における足関節の受傷状況

表 2 に各競技種目選手の足関節の受傷状況について示した。足関節の受傷選手は、バスケットボール選手が 5 名、サッカー選手が 6 名、そして、陸上競技短距離選手が 5 名といずれの競技種目においても過去に半数以上の選手が受傷を経験していた。

表2. 各競技種目選手における足関節の受傷状況

競技種目	足関節の傷害	足関節の内訳			
		捻挫	骨折	炎症	
バスケットボール	人数(人)	5	4	0	1
	割合(%)	50	40	—	10
陸上競技	人数(人)	5	5	0	0
	割合(%)	50	50	—	—
サッカー	人数(人)	6	6	0	0
	割合(%)	60	60	—	—
合計	人数(人)	15	15	0	1
	割合(%)	50	50	—	10

#### V. 考察

本研究の実験結果では、種目別における足関節可動域に有意な差は認められなかったが、サッカー選手の底屈位は低値を示した。このような結果は、いくつかの複数の研究と一致しなかった。先行研究では利き足の判定については、ボールを蹴る足を機能足、踏み切る足を支持脚とした。一般に、サッカーの競技特性として最も特徴的な動作にボールのキック動作があげられる。プレー中に多用されるインステップキックやインフロントキックのボールインパクトフェーズでは、足関節は底屈を強いられると報告している(広瀬統一 2008)。底屈の等尺性および等速性筋力共にサッカー選手が最低値であるという結果があったため、筋力低下のため底屈可動域が狭くなった可能性があると考えられ、また別の研究では、大腿四頭筋、下腿三頭筋の柔軟性は年齢が高くなるにつれて低下し、ハムストリングスの筋柔軟性はサッカー選手で有意に低値であることを報告している。このことは今回の実験では全員の支持脚が左脚となっていること、対象となる被験者は大学生であり、技術習得の効率が高い時期ともいわれていることから、技術の反復練習の中で足関節の可動に関しては左右で異なる動きが行われるサッカー競技においてはこの時期の

キルトレーニングなどの影響を受けていた可能性がある(牧野 2006)。

また、陸上選手の内返しは他の競技と比べ、低値の傾向を示している。このことは、陸上競技の特性によって、足関節の内転動作が少ないため引き起こされたものと推測されている(舌正史 2005)。さらに、興味深いのは、本研究の結果により陸上選手の左外返しが今回対象とした3種目の間で最も高い値を示したことである。陸上競技は、陸上競技場内のトラックで規定の距離を走ることである(舌正史 2005)。いわゆる、選手自身の左側に曲がることから、左足は体のバランスを維持するために外転され、結果として、外返しの範囲が広がると考えられている。

バスケットボール選手の左背屈範囲が右足より高値を示した。原因については、まず、バスケットボールでは、ジャンプを主体とした動作が多く、そして、利き足でジャンプ時の踏み切りもする選手が多く、バスケットボール選手の跳躍高においても右足より左足が高い値を示す報告もある(前山 2007)。また、ジャンプの際の足関節の柔軟性は競技において重要な点としても挙げられている(豊田 1988)。本研究はこれらの先行研究の結果と同様であり、先行研究で示されていることが今回の結果の要因であると考えられる。

足関節における等尺性筋力について今回の実験結果から、バスケットボール選手は3種目の中で等尺性底屈筋力は最も高い値を示した。一方で、等尺性背屈筋力では最も低値を示した。結果として、底屈/背屈比が最も高くなる傾向が見られた。

バスケットボール競技は「跳ぶ」という動作特性から、他の種目より重力の影響を強く受ける。踏切時や接地時には、体重の6~7倍もの地面反力が加わるとされている。したがって、バスケットボールの選手がバスケットボールのトレーニングにおいてジャンプ動作を繰り返し行っていることが、等尺性底屈の筋力発揮を高めた要因の1つであるのではないかと考えられる。

このことは、バスケットボール選手は一般人に比較して跳躍高が高いこと(前山 2007)からも、トレーニングあるいは競技特性を示す結果であると考えられる。

競技パフォーマンスに関連する体力テストとしての立ち幅跳びでは、サッカー選手が他の競技選手と比較して有意に低い値を示した。これは今回の実験においてサッカー選手は等尺性筋力および等速性筋力共に全体的に低い傾向が見られたことから、筋力が低いことが要因ではないかと考えられる。陸上競技、特に短距離では短距離に爆発的な力を発揮する特徴があり(古泉 2000)、瞬発パワー競技のため、(広島 1987)速筋特性により収縮の速度やパワー発揮に優れた特性を示し(石河 1994)。一方、バスケットボールやサッカーは激しい競技のため(広島 1987)、持久力能力に優れた筋線維組成も有していると考えられる(石河 1994)。遊佐はサッカー競技の研究結果により、サッカー試合の調査では試合の移動距離は8000m~12000mのため、持久力が重要だと報告されている。遊佐は投てき群、跳躍群、100m群、中長距離群五種目の垂直跳びを測定した結果、垂直跳びは跳躍群が最も高く、中長距離群が最も低いことを報告している(遊佐 2000)。これらの報告からも、各競技種目の特性や選手の筋線維組成が結果に大きく影響していると考えられる。

次に、反復横跳びにおいてはバスケットボール選手が有意に高い値を示した。これはサッカーに比べて狭いコート内で日ごろ横への動作を繰り返すことが多い競技特性の影響と考えられた。バスケットボールの場合は、コンタクトスポーツであると同時に直線的な運動に加え、カットイン、ターンなどの方向変換動作や急激なストップなどのスピーディな動作を頻回するため、また対人競技のため周囲の変化によりすばやく反応、判断して動かなければならない(野村 1994)ことが影響したものと推測する。

足関節可動域および筋力や体力テスト結果

より、バスケットボール、サッカーおよび陸上競技短距離種目選手の競技特性が示唆されたが、我々は各競技種目における傷害の受傷状況についても考えておかなければならない。今回対象とした選手の約半数が足関節の傷害を経験している結果となり、さらにはその受傷内容は捻挫が最も多かった。このことは、先行研究においても指摘されているように、下肢の関節である膝関節および足関節は常に障害を起こす危険にさらされている。とりわけ、足関節は着地の衝撃がかかる部位であり、障害が起こりやすいと考えられている(山本 1991)ということをもまに示す結果であった。

最後に、バスケットボール、サッカーおよび陸上競技短距離種目の選手の足関節可動域および筋力には競技種目特性が認められ、さらには競技パフォーマンスを反映する体力テストと関連性があることが示された。このことは、足関節機能は良い競技パフォーマンスを発揮するためには重要な要因となること、さらには、競技力を高めるためには重要な指標となる可能性があるものとする。一方で、足関節の傷害受傷数も多く、受傷の有無や受傷後の経過や完治の程度によっても足関節機能には大きく影響を及ぼすことも本研究の結果あるいは先行研究の報告からも認められることから、足関節機能は競技特性や競技パフォーマンスの指標としてのみならず、足関節のケガからの復帰に向けた指標としても大変重要となるものとする。

## VI. まとめ

競技種目における同じ競技動作の繰り返しが、足関節可動域および筋力の発揮能力に深く影響を与える可能性が考えられた。また、足関節に関する傷害も多い競技種目であることから、足関節機能は競技特性や競技パフォーマンスの指標としてのみならず、足関節のケガからの復帰に向けた指標としても大変重要となるものとする。

## 参考文献

- 石河利寛: 日本運動生理学会 運動生理学シリーズ, 持久力の科学: 126-129, 1994 年
- 郭新明: 踝关节距屈、背屈肌群生物力学研究 进展与不足, 北京体育大学学报, 第 28 卷第 3 期: 364-366, 2005 年
- 木村 哲彦: 関節可動域測定法 可動域測定の手引き: 98-105, 1992 年
- 舌 正史: 陸上選手の体力特性. 理学療法評価, 22 巻 1 号: 263-270, 2005 年
- 豊田 博: バレーボール指導教本, 1988 年
- 野村亜樹: 足関節、足部における外傷発生機転の運動学分析と競技復帰に必要な理学療法の考え方 第 4 療法」理学療法 第 21 巻第 8 号 541-545 頁, 1994 年
- 広島 和夫: スポーツ傷害 出版社名: 同朋舎, 94-95, 1987 年
- 広瀬統一: 種目特性を踏まえたテーピングテクニック: サッカー特にボールを蹴るという競技の特性に応じたテーピング, 第 22 回テーピングセミナー: 43-50, 2008 年
- 古泉 一久: 陸上競技選手における脚筋力特性の評価 城西大学研究年報, 自然科学編, 24: 101-107, 2000 年
- 前山 定: 女子大学バスケットボール選手における下肢形態を跳躍高について体育, スポーツ科学研究 JST 資料番号 1 件: 33-40, 2007 年
- 牧野 直美: 男子中学校サッカー選手の一年間の下肢関節可動域と柔軟性の調査 北海道理学療法 23 巻: 87-91, 2006 年
- 文部科学省 新体力テスト実施要項(12 歳～19 歳対象), 5-10, 1998 年

- 山本 博男:足関節における筋力と柔軟性の  
基礎的研究,金沢大学教育学部紀要 自然  
学科編 40:47-51 1991 年
- 遊佐 隆:スポーツ競技復帰と理療法—サッカ  
ーⅡ 理療法 17 卷 9 号:857-864,2000 年