

# 高校および大学男子サッカー選手における アジリティ能力および跳躍能力の競技水準別の比較

青木 竜<sup>1)</sup>, 甲斐智大<sup>2)</sup>, 高井洋平<sup>3)</sup>

## Comparison between youth and collegiate male soccer players in the scores of agility and jump performance

Toru AOKI<sup>1)</sup>, Tomohiro KAI<sup>2)</sup>, Yohei TAKAI<sup>3)</sup>

### Abstract

This study aimed to clarify the age-related differences in the scores of sprint, agility and jump performance between youth and collegiate male soccer players with relation to competitive level. A total of 71 soccer players (Collegiate player: N = 38, Youth players: N = 33) participated in a 10-m sprint test, a pro-agility test, vertical and horizontal jump performance tests. The participants within same team were divided into two groups; regular (R) group vs. non-regular (NR) group. Time taken for the 10-m sprint and agility tests were determined by photocell system. Height of vertical jump was measured by matswitch system. Standing long jump distance was measured by cloth tape. There were competitive level-related differences in the score of the pro-agility test ( $5.25 \pm 0.24$  s vs.  $5.35 \pm 0.23$  s for youth players,  $4.97 \pm 0.17$  s vs.  $5.12 \pm 0.24$  s for collegiate players, R group vs. NR group) and single leg jump ( $139.4 \pm 14.7$  cm vs.  $129.1 \pm 11.1$  cm for youth players,  $153.8 \pm 10.0$  cm vs.  $150.3 \pm 15.5$  cm for collegiate players, R group vs. NR group). These current results indicate that agility and single leg jump test can detect prospective soccer players from youth to collegiate male soccer players.

**Keywords:** soccer, pro-agility test, jump

### 要約

本研究は、男子大学生および高校生のサッカー選手を対象に、競技水準の違いに基づくスプリントおよびアジリティ、跳躍能力の差異を明らかにすることで、高校および大学生年代の男子サッカー選手の競技水準を評価できるか検討することを目的とした。対象者は71名（大学生38名、高校生33名）とし、10m スプリント、プロアジリティテスト、鉛直および水平方向への跳躍能力（両脚、片脚）を測定した。大学生、高校生をそれぞれレギュラー（R）群と非レギュラー（NR）群に分けた。10m スプリントおよびプロアジリティテストは光電管、跳躍高の測定はマットスイッチ、跳躍距離は巻尺を用いて計測した。その結果、プロアジリティテスト（高校生 R 群： $5.25 \pm 0.24$  秒 vs. 高校生 NR 群： $5.35 \pm 0.23$  秒、大学生 R 群： $4.97 \pm 0.17$  秒 vs. 大学生 NR 群： $5.12 \pm 0.24$  秒）と片脚での外側への跳躍能力（高校生 R 群： $139.4 \pm 14.7$  cm vs. 高校生 NR 群： $129.1 \pm 11.1$  cm、大学生 R 群： $153.8 \pm 10.0$  cm vs. 大学生 NR 群： $150.3 \pm 15.5$  cm）において、競技水準間で有意な差異が認められた。以上のことから、プロアジリティおよび片脚での跳躍能力テストによって、高校および大学年代の男子サッカー選手の競技水準を間接的に評価できることが示唆された。

**キーワード:** サッカー, プロアジリティテスト, ジャンプ

<sup>1)</sup> 鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系

<sup>2)</sup> 鹿屋体育大学スポーツパフォーマンス研究センター

<sup>3)</sup> 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

## I. 諸言

サッカーの試合中、選手に求められる代表的なアクションは、短い距離のダッシュ、急激な走方向転換、急発進や急停止など水平方向への素早い移動や動作である。公益財団法人日本サッカー協会(2004)は、それらの動作に関連する体力的要因の測定方法は実験室での測定からフィールドテストに至るまでさまざまであり、活用方法はチームや指導者の目的や考え方によって異なることを述べている。また、選手や指導者にとって実験室での測定を定期的に行うことは容易ではなく、簡易性および時間効率、必要な器具が少ないという点からフィールドテストが支持されている(Anthony et al., 2011)。

フィールドテストにおけるスプリント能力やジャンプの高さや距離などの発揮パワーにかかわる測定値は、サッカーの競技水準と正の相関関係にあることが示されている(Jullien et al., 2008; Little and Williams, 2005; Ronnestad et al., 2008)。

1試合におけるスプリントの距離の平均は17m(Bagsbo, 1994)、スプリントのおよそ半数が10m未満であることが報告されており(Mirkov et al., 2008; Stolen et al., 2005)、サッカー選手の能力としてはいかに素早く加速できるかが重要であるといえる(Haugen et al., 2014)。さらに、サッカーでは走行速度の変化や走方向を急激に変換する方向転換動作などが必要とされ(Bagsbo and Lindquist, 1992)、その際に下肢筋力が重要な役割を果たしている(López-Segovia et al., 2011)。

競技水準に関連した下肢筋力の評価の多くは垂直跳テストを採用しており、競技水準の高い選手は低い選手と比較して跳躍高が有意に高かったことが報告されている(Arnason et al., 2004; 宮森ら, 2008)。しかし、サッカーの競技中の動作はヘディングの競り合いの際などに行われる鉛直方向への力発揮よりも、ボールの移動や相手をかかわすまたは相手にかわされないなどの1対1の場面において水平方向への力発揮が行われる動作が多い。したがって、競技水準による下肢筋力の差異

をフィールドテストで評価するのであれば、垂直跳テストだけではなく、水平方向への跳躍能力の測定が必要である。さらに、素早い方向転換動作には筋力、パワー、神経-筋コーディネーションを併用して、バランスを失わないことが求められ、その動作や能力はアジリティと呼ばれている(Little and Williams, 2005; Young et al., 2002)。減速と方向転換を含むスピードテストはアジリティテストと呼ばれており(Harman and Garhammer, 2008)、アジリティテストは主に、Tテスト、プロアジリティテスト、5-0-5テストなどが挙げられる(Harman and Garhammer, 2008)。なかでも、プロアジリティテストは時間効率および信頼性、競技特異的な観点から、サッカー選手のアジリティ能力を評価するために最も適切な指標であるといわれている(Anthony et al., 2011)。しかし、これまでにプロアジリティテストを用いて同じ競技カテゴリー選手を測定評価した研究はなされているが(Isaiah et al., 2016; Meir et al., 2009)、競技カテゴリーおよび競技水準間における差異を検討した知見は見当たらない。

高校および大学生年代は23歳以降の完成期に向けたフィジカル面の強化が重要とされており(公益財団法人日本サッカー協会, 2016)、選手の競技力向上およびトレーニング効果、タレント発掘などの分析を目的とした簡便なフィールドテストにおいて、全国大会出場の常連校である高校および大学生における競技水準別の比較検討を行うことは選手育成のための基礎資料となる。

そこで本研究は、大学サッカー選手および高校サッカー選手を対象に、アジリティ能力を含む走能力と跳躍能力について測定し、それらの能力における競技カテゴリーおよび競技水準間の差異を明らかにすることで、高校および大学生年代のサッカー選手の競技水準を評価できるか検討することを目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は, K 大学サッカー部に所属する男子選手38名およびK 高校サッカー部に所属する男子選手33名とした. 競技水準の分類は両部の A チームに所属する選手をレギュラー群 (大学生16名  $20.4 \pm 0.9$  歳, 高校生18名  $16.5 \pm 0.8$  歳), B チームに所属する選手を非レギュラー群 (大学生22名  $20.4 \pm 0.9$  歳, 高校生15名  $16.2 \pm 0.7$  歳) とした. 両部は全国大会出場の常連校であり, 競技するカテゴリー (大学, 高校) 内での競技レベルは同程度であった. また, コンディションの差を考慮し, 測定日はシーズン中に行われた公式戦後 4 日目とした. 対象選手のポジションは, ゴールキーパーを除くフィールドプレーヤーであった.

測定を開始するにあたり, 対象者, 対象者の保護者およびチームの指導者に本研究の目的, 方法および測定の安全性を十分に説明し, 書面において測定参加に対する同意を得た. また, 本測定は鹿屋体育大学倫理審査小委員会より承認を受けた.

## 2. 測定項目

形態・身体組成, 走能力, 跳躍能力の測定を実施した. 各測定項目の実施方法は, 次の通りである. なお, 測定は体育館で行い, 実施前に測定の意義と測定方法の説明, 実演を行うことで対象者の動機付けを行った.

### (1) 形態・身体組成

身長は全自動身長体重計 (AD-6225A, Combi社製) を用いて 0.1cm 単位で計測した. また, 体重, ボディマス指数 (BMI), 体脂肪率 (% Fat) および除脂肪体重 (LBM) は, 単周波生体電気インピーダンス方式の体重体組成計 (BC-118E, Tanita 社製) で測定した.

### (2) 走能力

#### ①10m スプリント走

スタートラインおよびスタートラインから 10m ラインに光電管 (TCi タイミングシステム,

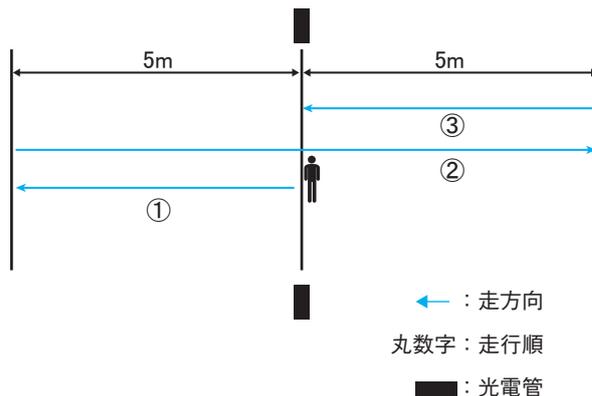


図1 プロアジリティテストの方法

Brower 社製) を地上 1 m の高さで一組ずつ設置した. スタートラインにつま先を合わせ, 前傾姿勢にならないよう指示し, 各自のタイミングでスタートさせた. 競争相手が異なることによる記録への影響を避けるため, ひとりずつ測定した. 記録は秒単位とし, 100分の 1 秒まで記録した. 2 回測定を行い, 良い方の記録を採用した.

### ②プロアジリティテスト

5 m 間隔に平行する 3 本のライン (約 50cm の長さ) をフロアテープで体育館フロアにマークし, 中央線のラインに光電管を地上 1 m の高さで一組設置した (図 1). 選手は任意のスタート方向に向かって中央ラインより後方に位置し, つま先をラインに合わせ正面を向き, 前傾姿勢にならないよう指示し, 各自のタイミングでスタートさせた. フロアテープを越すかまたは踏み, すぐに方向転換し, 反対側のフロアテープに向かって走りフロアテープを踏むもしくは超えたら, また, すぐに方向転換をして中央ラインを走り抜けさせた. スタートから中央ラインを 2 度通過するまでのタイムを記録した. フロアテープを越すかまたは踏まなかった場合や転倒した場合はやり直しとした. 記録は秒単位とし, 100分の 1 秒まで記録した. 2 回測定を行い, 良い方の記録を採用した.

### (3) 跳躍能力

#### ①鉛直方向 (両脚, 片脚)

体育館のフロアにマットスイッチ (マルチジャ

ンプテスト, DKH 社製) を敷き, マットの中央部に両脚の測定時は両脚を肩幅に開いて立たせた. 両手を腰に当てながら両脚での測定時には両膝を, 片脚での測定時には立ち脚の膝を曲げ沈み込み, 両脚および片脚の伸展動作による跳躍を行い, 再びマットの中央部に着地するように指示した. 跳躍高を評価指標とした. 記録はセンチメートル単位とし, 小数点第1位まで記録した. 2回測定して良い方の記録を採用した. 片脚の測定値は利き脚のみを採用した.

## ②水平方向: 前方 (両脚, 片脚), 外側 (片脚)

体育館のフロアに跳躍能力測定用のフロアテープ (約50cmの長さ) をマークし, 測定する足のつま先および側部がフロアテープを超えないように両脚もしくは片脚で立たせ, 両手を腰に当てながら両膝もしくは片方の膝を曲げ沈み込み, 屈伸動作による前方および水平方向への跳躍を行わせ, 着地は跳躍開始時と同じ方向を向いて着地するように指示した. フロアテープに直交する直線距離を巻尺を用いて計測した. 記録はセンチメートル単位とし, 小数点第1位まで記録した. 2回測定して良い方の記録を採用した. 片脚の測定値は利き脚のみを採用した.

## 3. 統計処理

測定値は, 平均値および標準偏差で表した. 各群の測定値は, 対応のない二元配置分散分析 (大学生と高校生×レギュラーと非レギュラー) を行い, F 値が有意であった場合に主効果を確認した. 有意な交互作用が認められた場合には, 単純主効果の検定を用いて要因毎に比較した. すべての統計処理は, 統計処理ソフト (SPSS ver. 22, IBM 社製) を用いて行った. 有意水準は, 5%未満とした.

## Ⅲ. 結果

対象者の身体特性とフィールドテストの結果を表1に示す.

### 1. 形態・体組成

体重および BMI において, 大学生が高校生よりも有意に高かった. 除脂肪量においては, 大学生が高校生よりも有意に高く, また高校生では競技水準間に有意な差が認められた. 身長および体脂肪率は, いずれの群間においても有意な差は認められなかった.

表1 対象者の身体特性とフィールドテストの結果

	高校生 R群	高校生 NR群	大学生 R群	大学生 NR群
<i>身体特性</i>				
身長 (cm)	170.4 ± 5.0	169.5 ± 4.0	172.6 ± 6.9	171.3 ± 3.6
体重 (kg)	61.2 ± 4.2*	58.8 ± 5.7*	67.1 ± 7.0	65.2 ± 5.2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.1 ± 1.1*	20.5 ± 2.2*	22.5 ± 1.3	22.2 ± 1.4
体脂肪率 (%)	9.7 ± 2.7	10.0 ± 3.8	10.7 ± 1.7	10.8 ± 2.0
除脂肪量 (kg)	55.2 ± 3.3*†	52.8 ± 3.2*	59.9 ± 5.7	58.1 ± 3.9
<i>アジリティ能力を含む走能力</i>				
10mスプリント(秒)	1.89 ± 0.08*	1.95 ± 0.07*	1.87 ± 0.07	1.87 ± 0.08
プロアジリティテスト(秒)	5.25 ± 0.24*†	5.35 ± 0.23*	4.97 ± 0.17†	5.12 ± 0.24
<i>跳躍能力</i>				
鉛直両脚 (cm)	37.0 ± 4.3*†	33.8 ± 2.5*	40.5 ± 4.3†	38.9 ± 4.5
鉛直片脚 (cm)	20.2 ± 3.2*†	17.6 ± 2.3*	24.6 ± 3.6†	22.1 ± 3.4
前方両脚 (cm)	184.2 ± 14.3*	186.1 ± 19.6*	201.9 ± 15.8	198.8 ± 14.1
前方片脚 (cm)	168.7 ± 16.2*†	159.1 ± 12.7*	188.9 ± 13.3†	181.2 ± 13.3
外側片脚 (cm)	139.4 ± 14.7*†	129.1 ± 11.1*	153.8 ± 10.0†	150.3 ± 15.5

\* : 競技カテゴリー間に有意差あり

† : 競技水準間に有意差あり

## 2. 走能力

10m スプリント走において、大学生のほうが高校生よりも速かったが、どちらも競技水準間の差は認められなかった。プロアジリティテストにおいては、大学生のほうが高校生よりも速く、どちらの群も競技水準に関連した差が認められた。

## 3. 跳躍能力

### ①鉛直方向

両脚および片脚での鉛直方向への跳躍能力において、大学生と高校生の間、および高校生の競技水準間に有意な差が認められた。

### ②水平方向

両脚での前方への跳躍能力において、大学生と高校生の間に有意な差が認められた。片脚での前方への跳躍能力において、大学生と高校生の間、およびカテゴリー内の競技水準間に有意な差が認められた。片脚での外側への跳躍能力において、大学生と高校生の間、およびカテゴリー内の競技水準間に有意な差が認められた。

## IV. 考察

本研究で得られた知見は、以下に示す通りであった。

1. 除脂肪体重は、大学サッカー選手のほうが高校サッカー選手よりも多いが、高校サッカー選手のみ競技水準に関連した差が認められた。
2. 10m スプリント走のタイムは、大学サッカー選手のほうが高校サッカー選手よりも速かった。いずれも競技水準に関連した差は認められなかった。
3. プロアジリティテストのタイムは、大学サッカー選手のほうが高校サッカー選手よりも速く、どちらも競技水準に関連した差が認められた。
4. 鉛直方向への両脚および片脚での跳躍高は、大学サッカー選手のほうが高校サッカー選手

よりも高く、どちらも競技水準に関連した差が認められた。

5. 水平方向への両脚および片脚での跳躍距離は、大学サッカー選手のほうが高校サッカー選手よりも高かった。しかし、競技水準に関連した差は、片脚での前方および外側への跳躍でのみ認められた。

身体組成においては、大学生が高校生よりも体重および除脂肪量、BMI が有意に高い値を示し、高校生では競技水準間に除脂肪量の差異が認められた。サッカーのパフォーマンス発揮においては、除脂肪量を十分に保持することが重要であること（星川, 2000）、またプロサッカー選手は身長当たりの除脂肪量が高いことから（星川ら, 2009）、本研究で得られた結果における競技カテゴリーおよび競技水準間の差異は妥当なものであり、パフォーマンスを向上するためには除脂肪量の増大が必要であるといえる。

対象者のスプリント能力は、大学生が高校生よりも優れていることがわかった。サッカーのパフォーマンスには、試合中の移動距離よりも、その中で行われるスプリントなどの無酸素性の高強度運動が重要であることが明らかにされている（Bangsbo, 1994）。また、一定の速さで力を発揮する等速性筋力は、サッカーにおけるトップレベル選手とユース選手を比較すると大きな差があるといわれており（星川, 2001）、筋力に関連する除脂肪量の差が本研究におけるスプリント能力の差の背景にあった可能性がある。

一方で、13歳～15歳のサッカー選手を競技力で分類し比較した場合、競技力の高い選手ほどスプリント能力が高いことが報告されている（Malina et al., 2007; Wong et al., 2009）。しかしながら、本研究では、スプリント走に競技水準間で有意な差は認められなかった。これは、本研究の対象者においては、第二次成長期を過ぎており、対象とした年齢の違いが先行知見との違いを生んだ可能性が考えられる。

プロアジリティテストのタイムは、大学サッ

カー選手のほうが高校サッカー選手よりも速く、どちらも競技水準に関連した差が認められた。サッカーの試合中には1試合で1,200~1,400回の方向転換が行われ (Bangsbo, 1992), 素早い方向転換能力はサッカーのパフォーマンスに影響を及ぼすといわれており (Little and Williams, 2011), サッカーにおける方向転換能力の重要性が本研究のプロアジリティテストにおける競技水準に関連した差を生じさせたと考えられる。また, NCAA Division II に所属する男子サッカー選手を対象とした研究では, プロアジリティテストの記録は  $4.64 \pm 0.25$  秒であった (Isaiah et al., 2016)。本研究の大学生 R 群の記録は  $4.97 \pm 0.17$  秒であり, 大きな差があるといえる。その要因として考えられるのは, 除脂肪量に関連する体重の差が挙げられる。NCAA 選手は  $75.8 \pm 7.73$  kg, 大学生 R 群との差は 7.7 kg であった。プロアジリティテストの記録の差は除脂肪量に起因している可能性があり, 競技パフォーマンスの向上には除脂肪量を増加させ, アジリティ能力の向上につなげることが重要であることが示唆された。

本研究では, 大学および高校サッカー選手の競技水準に関連した差が認められたフィールドテストの項目は, プロアジリティテスト, 両脚および片脚での垂直跳び, 片脚での前方および外側への跳躍であった。大学生における跳躍パフォーマンスの結果は, Aoki et al. (2016) で報告した結果と同じであった。また, 本研究では, 高校サッカー選手にも大学サッカー選手と同様な競技水準に関連した跳躍パフォーマンスの差があることが明らかとなった。また, 敏捷性の指標であるプロアジリティテストにおいても年齢に関わらず競技水準に関連した差が認められた。この背景には, 方向転換の際に片脚で地面を押し力が大きいことがサッカーにおいて重要である可能性がある。本研究ではそれに関連したデータを取得していないが, 脚パワーの指標である片脚での跳躍パフォーマンスに競技水準に関連した差が認められたことから, 競技水準が高い選手は方向転換の際の脚パ

ワーも大きかった可能性が考えられる。さらに, 本研究で得られた R 群の値は, 各カテゴリーのチームの目標値にもなりうることが示唆された。

## V. まとめ

本研究は, 大学および高校男子サッカー選手を対象に, アジリティ能力を含む走能力と跳躍能力について測定し, それらの能力における競技カテゴリーおよび競技水準間の差異を明らかにすることで, 高校および大学生年代の男子サッカー選手の競技水準を評価できるか検討することを目的とした。その結果, プロアジリティテストのタイム, 片脚での跳躍パフォーマンスに, 大学および高校男子サッカー選手ともに競技水準と関連した差が認められた。本研究の結果は, 高校年代から大学年代までの男子サッカー選手および指導者にとってフィジカル能力を評価するための基礎的な資料となる。以上のことから, プロアジリティおよび片脚での跳躍能力テストによって, 高校および大学年代の男子サッカー選手の競技水準を間接的に評価できることが示唆された。

## VI. 文献

- Anthony T, Scott W, Micheal S, Paul C, Glen R, Laurence B, Phil B, and Jeremy M. (2011) A Testing Battery for the Assessment of Fitness in Soccer Players. *Strength and Conditioning Journal.*, 33(5): 9-39.
- Aoki T, Takai Y, Yoshitake Y, and Kanehisa H. (2016) Unilateral horizontal and lateral jump performances are associated with the competitive level of collegiate soccer players. *Gazz Med Ital.*, 175: 528-535.
- Arnason A, Sigurdsson S, Gudmunsson A, Holme I, Engebretsen, and Bahr R. (2004) Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc.*, 36: 278-285.
- Bangsbo J, and Lindquist F. (1992) Comparison of various exercise tests with endurance performance

- during soccer in professional players. *Int J Sports Med.*, 13: 125-132.
- Bangsbo J. (1992) Time and motion characteristics of competitive soccer. *Science and Football.*, 6: 34-42.
  - Bangsbo J. (1994) The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl.*, 619: 1-115.
  - Harman E, and Garhammer J. (2008) Administration, scoring and interpretation of selected tests. *J Strength Cond. Res.*, 13: 658.
  - Hugan T, Tonnessen E, Hisdal J, and Seiler S. (2014) The Role and Development of Sprinting Speed in Soccer. *Int J Sports Physiol Perform.*, 9: 432-441.
  - 星川佳広 (2000) ジュビロ磐田における形態体力測定 I. サッカー医・科学研究, 20: 78-82.
  - 星川佳広 (2001) Jリーグトップチームの体力とユースチームの体力強化・育成. 第52回日本体育学会2001抄録集, 2001: 33.
  - 星川佳広・飯田朝美・村松正隆 (2009) サッカー選手の年齢別の大腰筋断面積と除脂肪体重. *トレーニング科学*, 21(1): 33-44.
  - Isaiah TM, J Jay D, Craig IE, and Robert GL. (2016) Relationship of Two Vertical Jumping Tests to Sprint and Change of Direction Speed among Male and Female Collegiate Soccer Players. *MDPI Sports.*, 4(11), doi.: 10.3390, sports4010011.
  - Jullien H, Bisch C, Largouet N, Manouvrier C, Carling CJ, and Amiard V. (2008) Does a short period of lower limb strength training improve performance in field-based tests of running and agility in young professional soccer players? *J Strength Cond. Res.*, 22: 404-411.
  - 公益財団法人日本サッカー協会 (2004) JFA フィジカル測定ガイドライン
  - 公益財団法人日本サッカー協会 (2006) JFA フィジカルフィットネスプロジェクト
  - 公益財団法人日本サッカー協会 (2016) サッカー指導教本2016, JFA カリキュラム検討プロジェクト
  - Little T, and Williams AG. (2005) Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond. Res.*, 19(1): 76-78.
  - López-Segovia M, Marques MC, Van den Tillaar R, and González-Badillo JJ. (2011) Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in u-21 soccer players. *J Hum Kinet*, 30(10): 135-144.
  - Malina RM, Ribeiro B, Aroso J, and Cumming SP. (2007) Characteristics of youth soccer players aged 13-15 years classified by skill level. *Br J Sports Med.*, 41: 290-295.
  - Meir M, Ron TS, Jon JD, and Jay RH. (2009) Seasonal Variation in Physical Performance-Related Variables in Male NCAA Division III Soccer Players. *J Strength Cond. Res.*, 23: 2555-2559.
  - 宮森隆行・吉村雅文・綾部誠也・宮原祐徹・青葉幸洋・鈴木茂雄 (2008) 大学サッカー選手のポジション別体力特性に関する研究. *理学療法科学*23(2): 189-195.
  - Ronnestad BR, Kvamme NH, Sunde A, and Raastad T. (2008) Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J Strength Cond. Res.*, 22: 773-780.
  - Stolen TK, Chamari C, Castagna C, and Wisloff U. (2005) Physiology of soccer: An update. *Sports Med.*, 35: 501-536.
  - Wong PL, Chamari K, Dellal A, and Wisloff U. (2009) Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *J. Strength Cond. Res.*, 23: 1204-1210.
  - Young WB, James R, and Montgomery I. (2002) Is muscle power related to running speed with changes of direction?, *J Sports Med. Physical Fitness*, 42: 282-288.