サッカー選手の体力評価

Evaluation of the Physical Strength of Soccer Players

宮森 隆行¹⁾ 吉村 雅文¹⁾ 青葉 幸洋¹⁾

TAKAYUKI MIYAMORI¹⁾, MASAFUMI YOSHIMURA¹⁾, YUKIHIRO AOBA¹⁾

¹⁾ Department of Health and Sports Science, Juntendo University: 1-1 Hiragagakuendai, Inba-mura, Inba-gun, Chiba 270-1695, Japan. TEL +81 476-98-1001 FAX +81 476-98-1028

Rigakuryoho Kagaku 23(5): 685-690, 2008. Submitted Mar. 17, 2008. Accepted May 1, 2008.

ABSTRACT: In this study, we evaluated the physical strength of soccer players from the following 4 aspects: physical strength factors required for soccer players, measurement of the physical strength and evaluation, application of results, and training problems to be considered in the future. Results: Understanding the characteristics of soccer is important in the evaluation of the physical strength of soccer players. It was also confirmed that individual and group evaluation of physical strength is important to increase the efficiency of physical training. The quantitative evaluation of the relationship between physical strength factors, training, and sports performance will be a step toward making effective use of scores of physical strength for soccer players.

Key words: physical strength, sports characteristics, training

要旨: 本稿では、サッカー選手の体力を、「サッカー選手に必要とされる体力要素」、「体力測定と評価」、「結果の活用」、さらに、「今後取り組むべきトレーニング課題」の4点から検討した。その結果、サッカー選手の体力を評価するためには、競技特性を理解した中での体力評価を実施することが必要であり、これらを考慮に入れた個別化・グルーピング化した体力評価は、サッカー選手の体力トレーニングの効率化を図る上での重要な評価であることが確認された。今後のサッカー選手の体力評価は、「体力的側面」・「トレーニング」・「競技パフォーマンス」の3要因の関連性を定量的に解明していくことが必要であり、これらの評価を数値化して現場に還元していくことこそ、科学的トレーニングの一つのステップであると考ええる。

キーワード: 体力, 競技特性, トレーニング

¹⁾ 順天堂大学 スポーツ健康科学部: 千葉県印旛郡印旛村平賀学園台1-1 (〒270-1695) TEL 0476-98-1001 FAX 0476-98-1028

受付日 2008年3月17日 受理日 2008年5月1日

I. はじめに

チームが目指すサッカーを確立していくためには、選手が、①戦術の理解、②相手に走り負けないスピードとスタミナ、③ボールをキープしコントロールする高いスキル、を備えてプレーしなければチームとして戦えない¹⁾とされている。また近年では、戦術における守備面でのプレッシングという方法の導入により、相手の技術を発揮するために必要な時間とスペースを限定することによってボールを奪い、素早い攻守の切り替えから得点を奪うプレースタイルが多く見受けられる。さらに、競技レベルと比例して試合中のプレッシングは激しくなり、時間とスペースが限られた中でいかにして攻撃を活性化するかが思考錯誤され、サッカー選手に求められる体力水準も非常に高くなってきている²⁾。これらの状況を踏まえ、サッカーの競技能力を評価していく上では、技術・戦術・体力等の要因が複合的に絡み合ってくる。中でも体力的要因は数値化することが可能であるため、競技能力を客観的に評価するのに適した要因であると言える。

そこで本稿では、サッカーの競技特性を紹介しながら、「サッカー選手に必要とされる体力要素」、「体力測定と評価」、「結果の活用」、さらに、「今後取り組むべきトレーニングの課題」の4点について検討した。

II. サッカー選手に必要とされる体力要素

1. 試合中に要求される動き

サッカー選手に必要な体力要素を検討する場合、実

図1 実際の試合中の移動距離・移動スピードの測定方法

際の試合中に要求される動きを明確にしておく必要がある。動きの特性においては、図1、図2のようにトップレベルの大学サッカー選手を対象に、高速移動解析システム (DKH 社製) を利用して、試合中の移動距離と移動スピードを明らかにしたところ、移動距離は9.7～13.4 kmであり、選手は2～3 m/secで移動しながら時折7 m/sec以上の早いスピードでフィールドを移動していた³⁾。また、宮城らは、Jリーグの選手を対象に試合中の移動距離・移動スピードを検証したところ、総移動距離は10.3～12.5 kmであり、時折8 m/sec以上の早いスピードでの動きを繰り返しており、特にレベルの高い選手になるほど、相手選手の一瞬の隙を突くような緩急をつけた動きを繰り返し行っていた^{4,5)}と報告している。

図2 ディスプレイ表示される移動軌跡・移動スピードの変化

さらに、プロサッカー選手の試合中のActivity Profileを調べた一連の研究では、サッカーのパフォーマンスには、トータルの移動距離よりも、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⁶⁾。現在のプロ選手は、1980年から90年代初頭と比較して、トータルの移動距離に変化はないものの、30 km/h (8.3 m/sec) のスプリント回数は37%増えているとの報告もある⁷⁾。このようにサッカー選手の実際の試合中の動きの特徴としては、長距離を移動しながら、トップレベルの選手ほどダッシュ等の高強度運動を頻回に要求されていることが明らかにされている。

2. 生理学的特徴

サッカーの試合中における平均的な生理学的強度は、最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) 70～80%，心拍数170拍前後、血中乳酸濃度5 mmol/l前後とされている^{6,8)}。90分間の試合での移動距離が10 kmと仮定すると、走行速度は平均で111 m/min (1.85 m/sec) となり、これは歩くことも可能な速度であり、持続性持久力での $\dot{V}O_2\max$ は50%にも満たないと言われている⁹⁾。しかし、実際には、心拍数から推測した場合も、酸素摂取量を直接測定した場合も、1試合あたりの $\dot{V}O_2\max$ は70～80%と考えられている^{6,8)}。従って、このような結果から、サッカー選手の試合中の総移動距離における評価は、サッカー選手のパフォーマンスを直接的に反映させる指標でないと言える。つまり、クイックネス、タイミング、正確性、多様性などの戦術的理解とともに、技術的な要素を含めたアジリティードリル、スピード、ドリブル、キック、ジャンプ等の瞬発的な高強度運動を瞬時の判断で最適に発揮することができるかが重要となってくる¹⁾。しかも、1試合あたりにいかに長時間にわたり、これらの瞬発的な高強度運動を頻回に繰り返すことができるかが、チームパフォーマンスを評価するのに重要な指標となっており、血中乳酸濃度と相関関係があるとする報告もある¹⁰⁾。さらに、これらの結果を裏付けるものとして、我々は、トップレベルの大学選手の試合中の総移動距離とそれに占める無酸素性および有酸素性エネルギー機構の動員比率をポジション別で比較した。その結果、総移動距離に占める無酸素性スピードでの移動の割合は、各ポジション別の平均が24.8%であり³⁾、他の大学サッカー選手の平均10.3%¹¹⁾と比較すると無酸素性スピードでの移動の割合が多いことが確認された。このように、サッカーの試合においては、トップレベルの選手ほど長い距離を移動するための有

気的能力と、ダッシュやターン等の高強度運動である無気的能力、さらにこれらの高強度運動を頻回に繰り返すための間欠的能力が非常に重要な体力要素であると言える。

III. 体力測定と評価

サッカー選手の体力を効果的に向上させていくには、まず、各選手の体力要素の水準を正確に評価することが必要である¹²⁾。しかし、その評価方法は実験室的測定からフィールドテストに至るまで様々であり、活用方法はクラブや指導者の目的や考え方によって異なっている¹³⁾。また、実験室レベルでの高価な機器類や分析ソフトを必要とするような体力測定を実施することは、選手の負担と得られる情報価値、あるいは検者側の作業量とのバランスにおいて、選手、指導者としても測定を敬遠しがちである。これらの現状を踏まえ、今後は、実験室レベルの測定結果を現場に落としこみ、より安価かつ簡易的な方法で実施できるフィールドテストを活用していくことが望まれる。

そこで、本稿においては、サッカー選手のパフォーマンス向上を目的とした間欠的能力テスト (Intermittent test) について紹介する。このテストはBangsbo¹⁵⁾の評価法に独自のアレンジを加えたものであり、サッカーの試合中に要求されるアジリティードリルやジャンプ等の動きを取り入れている。

図3に示すこのテストは、関東大学サッカー1部リーグ選手16名を対象として実施したものであり、方法は、

図3 Intermittent test

図4 Intermittent testにおける無気的能力と有気的能力の妥当性

スタート時に30 cmジャンプを2回実施、5 m先からのスラロームをクリアしながら、25 m先のゴールを目指すものであり、スタートからゴールまでのタイムをパーソナルタイマー（アクティー社製）を利用して記録した。ゴール後は、10 m先のマーカーでターンをし、リカバリーをしながらゴールまで戻り、この一連の動きをスタートから30秒毎に全20回全力で実施していくテストである。そのため、必然的に前半のスタートからゴールまでのタイムと、後半のスタートからゴールまでのタイムに差が出てくる設定となっている。

このテストの結果、前半の1-3本の平均タイムと20 mスピードテストとの比較においては、図4のように強い相関が認められた。また、後半の18-20本の平均タイムと持久性能力を示すOBLA（血中乳酸濃度が4 mmol/l時の走速度）との比較においても強い相関が認められた。従って、この間欠性能力テストにおいては、前半の1-3本目は高強度運動である無気的能力を評価し、後半の18-20本目は持久的運動である有気的能力を評価することに適していることが確認された。つまり、このテストを実施することにより、サッカー選手に要求されるダッシュ、ターン等の無気的能力と、筋の酸化能力を高めることにより持続的な運動を行うための有気的能力を同時に評価することが可能となる。

また、このテストを坂井ら¹⁴⁾の方法を参考に、図5のような評価法を利用することにより、リカバリーによる低強度運動を挟みながら、高強度運動を頻回に繰り返す能力、すなわち間欠性能力を構造的に評価することが可能となる。この評価法は、間欠性能力テストにおける1セットから3セットまでの平均速度（以下、1-3Ave）を無気的能力の指標、18から20セットまでの平均速度（以下、18-20Ave）を有気的能力の指標とし、被

図5 1-3Aveと18-20Aveの関係から判定したグルーピング

験者全体の1-3Aveと18-20Aveの平均値を通り、1-3Aveの標準偏差(SD)を18-20AveのSDで除した値(1-3AveのSD/18-20AveのSD)を傾きとする直線をタイプ分けの基準線にしている。

そして、基準線よりも上方に位置する者を、被験者の中で相対的に無気的能力に優れる無気型群、下方に位置する者を相対的に有気型群として分類する。更に図5のA-Dには、被験者全体の1-3Aveと18-20Aveの平均値を中心として、無気的能力と有気的能力の優劣から被験者を4象限にタイプ分けするための基準線も併せて示している。すなわち、A象限は無気的能力と有気的能力の双方に優れるタイプ、B象限は無気的能力に優れるタイプ、C象限は有気的能力に優れるタイプ、D象限はいずれのタイプにも劣るタイプに分類することができる¹⁴⁾。

IV. 結果の活用方法

ここでは、上述したサッカー選手の競技特性を考慮に入れた間欠的能力評価において、無氣的群と有氣的群の2群間の優劣からみた場合と、4象限の4タイプに分類した場合とを構造的に解明しながらトレーニング課題を考えていきたい。まず、無氣的群と有氣的群の2つに分類した場合、個人内でのバランスという観点からみると、間欠的能力を向上させるためには、第一に相対的に有氣的群になることが必要となる¹⁵⁾。なぜなら、サッカー選手に必要とされる間欠性能力を向上させるための体力をエネルギー供給機構から考えていくと、試合中に無氣的な動きを不規則に繰り返すことにより、乳酸が蓄積し、筋中Phも低下し、やがて筋肉の収縮に悪影響を及ぼすことになる。そのため、トレーニングによって有氣的能力を高めることで筋の酸化能力を高めていくことが必要である。また、有氣的能力の向上は、非乳酸性や乳酸性供給機構からエネルギー供給の動員割合を抑えることにもつながってくる。いわば、有酸素性能力はサッカー選手の土台として高めておかなければならない体力要素でもある¹⁶⁾。そのため、個別に測定した選手の無氣的能力、有氣的能力のレベルとバランスを考慮に入れた上で、各選手がそれぞれ個人内で相対的に有氣的群になるように、各選手ごとにトレーニング課題を設定していくことが必要である¹⁵⁾。

次に、エネルギー産生能力から4タイプに分類した場合では、相対的に無氣的能力に優れるBタイプは、先に述べたように回復能力を高めるための有氣的能力を高めることが必要であり、高強度運動を頻回に繰り返しても、筋収縮力が低下しないようなトレーニング課題を設定していく必要がある。これに対して、Cタイプは、土台となる有氣的能力が相対的に優れているため、サッカーの試合におけるダッシュやターン、ジャンプといった無酸素的な動きの瞬発力やパワーを高めて、間欠的能力発揮における全体的なバランスを向上させていくためのトレーニング課題を設定することが必要である。最後に、無氣的能力・有氣的能力のいずれの能力にも優れるAタイプに属する選手であるが、このタイプは、一見トレーニング課題がないように思われる。しかし、この評価は、対象者全体における対象者間評価であり、対象者間の間欠的能力を相対的に分類したものであることを考慮しなければならない。つまり、今回の測定でAタイプに分類されたとしても、より競技レベルの高い対象者間における評価においては、

Aタイプに属するとは限らない。そのため、さらに無氣的能力と有氣的能力のバランスを高めるためのトレーニング課題を設定していく必要がある。

V. 今後取り組むべきトレーニングの課題

1. 体力トレーニングの効率化

サッカーに求められる体力的水準が高くなる一方で、技術・戦術の進化も著しい。そのため、日々のトレーニングにおいてボールを扱う技術・戦術練習を評価せず、抽象的に体力トレーニングばかりに時間を割いていけば高いパフォーマンスが得られないことは言うまでもない。また、サッカー競技に必要な体力の向上を図るトレーニングを実施する場合、ボールを使用したゲーム形式のトレーニングが合理的である¹⁷⁾とされている。その理由としては、①技術や戦術のトレーニングに効果がある、②サッカーに特有な筋のトレーニングが可能である、③選手の動機づけが高くなる、などがあげられている¹⁷⁾。つまり、サッカー選手の体力トレーニングを実施するうえでは、体力トレーニングがサッカーのパフォーマンスを向上させるのではなく、技術・戦術トレーニングの目的、運動強度と時間、休憩時間等をしっかりと把握した上での補足的な手段として体力トレーニングを実施していくことが必要である。そのため、実施する体力トレーニングには効率性が求められ、短時間で最適なトレーニング効果を期待されるようになってきている。

しかし、実際多くのサッカーのトレーニング現場では、選手の体力的な初期評価を実施せずトレーニングを実施しているため、選手個々人において最適なトレーニング効果が得られているかについて判断できていないのが実情である。また、体力的な初期評価を蓄積していても、実施するトレーニングが各選手の体力的なストロングポイントとウィークポイントを明確に捉えて処方されたものではなく、全体トレーニングとして抽象的に処方されたものであれば、実施されたトレーニングによって急速な成長を遂げる選手がいる一方で、同じトレーニングなのに全く反応をしない選手もあり、これらの現状は効率性を追求した体力トレーニングとは言いがたい。

2. 体力トレーニングの個別化

「個別性」はトレーニングの原則でもあるが、サッカーにおいては、集団競技という特性上、みな一律に同様のトレーニングをすることが当然とされてきたた

め、それを本当の意味で実践するのは必ずしも容易ではなかった¹⁸⁾。そのため、今後は選手の体力的な個別評価を実施し、個々のストロングポイント、ウィークポイントを明確に捉えた個別化・グルーピング化された体力トレーニングを実施していく必要がある。また、サッカーにおける体力的な準備においては、一般的な体力を全面的に向上させることにとどまらず、サッカー競技に特有の専門的な体力、特に間欠的能力を向上させることが競技力向上には重要な鍵となってくる。従って、間欠的運動能力を目標レベルまで高めていくためには、個々の体力要素を個別に評価していくことに加えて、それらの要素を間欠的能力を構成する要素として構造的に捉えていく視点が必要となってくる。

VI. おわりに

サッカーの体力に関する研究においては、従来、体力測定（初期評価）→トレーニング→体力測定（トレーニング内容の検討および修正）→トレーニング→体力測定（トレーニング効果の判定）というものが、いわゆる「科学的なトレーニング」とされてきた。しかし、体力的側面からサッカー競技を診るのではなく、サッカーという競技種目の特性から体力的側面を診ていくことが重要であり、体力面の準備は、チームが目指す戦術を忠実に消化していくための一要素に過ぎない。そのため、「体力的側面」、「トレーニング」、「競技パフォーマンス」の3要因の関連性を定量的に解明していくことこそ、数値化したものを現場に還元していく科学的トレーニングの一つのステップであると考ええる。そして、そこにはサッカーの競技特性を理解し、そのチームの進むべきベクトルを揃えながら、選手や監督のみならず、コーチ、フィジカルコーチ、医師、理学療法士、アスレティックトレーナー、管理栄養士、らの協力のもとでそれぞれの専門分野における科学的な知識を共有し、選手およびチームパフォーマンスの向上に向けて、より専門性を発展させた取り組みを実行していくことが重要である。

引用文献

- 1) 宮村 司：サッカー選手の体力特性. 理学療法. 2005, **22**(1): 305-313.
- 2) 滝井敏郎：ワールドサッカーの戦術. 初版ベースボールマガジン社, 1995, pp2-27.
- 3) 宮森隆行, 吉村雅史, 綾部誠也・他：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 (印刷中).
- 4) 宮城 修, 山下則之, 大橋次郎・他：Jリーグ選手の体力と試合中の動きについて. バイオメカニクス研究, 1999, **3**: 125-131.
- 5) 宮城 修, 大橋二郎, 瀧 剛志：サッカーの移動スピードと距離からみたポジション間の比較. 日本体育学会第55回大会号, 2004, 528.
- 6) Bangsbo J: The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiol Scand, 1994, **151**(Suppl 619): 1-153.
- 7) Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J: Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. J Sports Sci, 2003, **21**: 519-528.
- 8) Bangsbo J, Mizuno M: Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and retraining and their relation to performance. Science and Football, E&FN Spon, London, 1988, pp114-124.
- 9) 星川佳広：サッカーの生理学的特性と一流選手の体力. 体育の科学, 2002, **52**(5): 355-366.
- 10) Bangsbo J: Activity profile of competition soccer. Can J Sport Sci 1991, **16**: 110-116.
- 11) 大橋二郎, 兵頭圭介, 長浜尚史・他：サッカー選手の試合中における移動スピードとAnaerobic Threshold. 体力科学, 1988, **37**(6): 656.
- 12) Bangsbo J: ATP production and efficiency of human skeletal muscle during intense exercise. Effect of previous exercise. Am J Physiol Endocrinol Metb, 2001, **280**: 956-964.
- 13) 日本サッカー協会：フィジカル測定ガイドライン2004.
- 14) 坂井和明, 伊藤竜兵, 大高敏弘・他：球技スポーツ競技者における個別性の原則を考慮した体力トレーニングの効果. 体育学研究, 2006, **51**: 21-32.
- 15) 坂井和明, 水上一, 斎藤一人・他：球技選手における間欠的なハイパワー発揮能力のトレーニング課題に関する研究. 体育学研究, 2000, **45**: 239-251.
- 16) 宮城 修：サッカー選手の体力. バイオメカニクス研究, 2006, **10**(2): 132-137.
- 17) Bangsbo J: The Physiology of Soccer-with Special Reference to Intermittent Exercise. HO+Storm Copenhagen, 1993, pp111-123.
- 18) 星川佳広, 菅野 淳, 澁川賢一：サッカーにおける体力の研究. フットボールの科学, 2006, **1**(1): 10-17.