©NSCA JAPAN
Volume 28, Number 4, pages 19-27

研究論文

この「研究論文」は投稿による原稿であり、NSCAジャパン編集委員会の査読を経て掲載されています。

Jクラブの中学生男子サッカー選手における体力・運動能力テストバッテリーの5段階評価基準値の検討

中馬 健太郎 Ph.D., ジュビロ磐田トップチーム フィジカルコーチ
星川 佳広 CSCS, Ph.D., 日本女子体育大学 教授, NSCAジャパン教育・研究委員会委員長

抄録

本研究の目的は、サッカーの4つのフィジカルパフォーマンスに対応したフィールドテストに関して、体力・運動能力の変化が大きい中学生男子の5段階評価基準値を作成することであった。対象者はJクラブの中学生男子サッカー選手196名であった。対象者は、持久的、高強度運動、スプリント、力発揮パフォーマンスに対応したフィールドテストとして、3200m走テスト、Yo-Yo IR2テスト、20m走テスト、垂直跳びテストおよび立ち5段跳びテストを行なった。これらのテストは1年生から3年生まで各学年の春と秋に行なわれた。得られた測定値の平均値と標準偏差から時期ごとに-1.5、-0.5、+0.5、+1.5標準偏差を算出し、各標準偏差で二次回帰曲線を適用した。その結果、それらの二次回帰式の寄与率は80.3～99.8%と非常に高い値を示した。このようにして、Jクラブの中学生男子サッカー選手対象にサッカーの4つのフィジカルパフォーマンスに対応したフィールドテストの5段階評価基準値が作成された。

1. 緒言

サッカーのパフォーマンスには、技術的、戦術的、体力的、心理的・社会的な側面がある(2,4)。Bangsbo(2)およびBangsboら(4)は、これらのうち体力的側面(フィジカルパフォーマンス)を持久的パフォーマンス、高強度運動パフォーマンス、スプリントパフォーマンス、力発揮パフォーマンスの4つに大別している。サッカーの試合はこれら4つのフィジカルパフォーマンスが単独あるいは複合的に出現することで成り立ち、サッカー選手にはすべての面で高いフィジカルパフォーマンスが発揮されることが要求される(23)。

持久的パフォーマンスを発揮するには、長時間にわたり運動を持続する能力が必要である。中学生年代のサッカーの試合は70分間もしくは80分間で行なわれる。80分間にわたり運動を持続するには、最大酸素摂取量や乳酸性代謝閾値などの有酸素性能力が重要である。中学生男子サッカー選手における3200m走テストの結果はそれらの有酸素性能力指標と有意な相関関係があるため(9)、3200m走テストはサッカー選手の持久的パフォーマンスを反映するフィールドテストであるといえる。

高強度運動パフォーマンスを発揮するには、高強度運動を繰り返す能力が必要である。サッカーでは、ダッシュ、ターン、ジャンプなどの高強度運動を休息を挟みながら繰り返す間欠的運動を特徴とする。20m間を高強度ランニングで繰り返すYo-Yo Intermittent RecoveryテストLevel2(Yo-Yo IR2テスト)の結果は、試合中の高強度ランニングでの移動距離と有意な相関関係があるため(3)、Yo-Yo IR2テストはサッカー選手の高強度運動パフォーマンスを反映するフィールドテストであるといえる。

スプリントパフォーマンスを発揮するには、短い距離のスプリントを行なう能力が必要である。サッカーでは、得点に絡む得点者およびアシスト者におけるプレーの多くは短い距離の直線的なスプリントである(10)。試合中のスプリントの96%が30mより短く、平均では10mから20mであることから(19)、20m走テストはサッカー選手のスプリントパフォーマンスを反映するフィールドテストであるといえる。

力発揮パフォーマンスを発揮するには、短時間に大きな力を発揮する能力が必要である。サッカーでは、ヘディング等の空中戦で垂直方向に大きなパワーを発揮したり、加速や減速、方向転換などで水平方向に大きなパワーを発揮したりする。垂直跳びテストは垂直方向へ力を発揮する能力、立ち5段跳びテストは水平方向へ力を発揮する能

力を把握するテストであるため、垂直跳びテストおよび立ち5段跳びテストはサッカー選手の力発揮パフォーマンスを反映するフィールドテストであるといえる。

高水準の体力・運動能力を獲得するには、育成年代からの計画的なトレーニングが重要であるが、育成年代での体力・運動能力の向上にはトレーニングによる効果のみならず発育による影響も大きい(11,16,22)。特に、中学生年代の男子は短期間に大きな形態変化が生じ、それに伴い体力・運動能力も顕著に発達する(18)。したがって、トレーニング効果を最大化するためには、それらの4つのフィジカルパフォーマンスに対応する体力・運動能力を定期的に把握・評価し、その評価に応じて適切にトレーニング負荷を課すことが重要である。

しかしながら、これまでに日本人の中学生男子サッカー選手を対象にしたフィジカルパフォーマンスを包括的に把握するための体力・運動能力テストバッテリーは存在しない。さらには、それぞれのテストにおいても、中学生各学年において測定時期をコントロールした評価基準値は報告されていない。中学生年代の男子においては、1年あたりの体力・運動能力の発達が非常に大きいため、測定時期が異なると測定値も大きく変化しうる。したがって、中学生男子サッカー選手を対象に評価基準値を作成する場合、各学年で半年ごと(1年に2回)に測定を実施できるように測定時期を適切にコントロールする必要がある(12)。

以上のことから、本研究では、Jクラブの中学生男子サッカー選手を対象に、体力・運動能力の発達を包括的に把握するため、持久的パフォーマンス、高強度運動パフォーマンス、スプリントパフォーマンス、力発揮パフォーマンスそれぞれに対応したフィールドテストの5段階評価基準値を作成することを目的とした。また、5段階評価基準値の作成においては、測定時期を春と秋の2回行なうようコントロールした。

2. 方法

本研究では、Bangsbo(2)やBangsboら(4)が報告するサッカーの4つのフィジカルパフォーマンス(持久的パフォーマンス、高強度運動パフォーマンス、スプリントパフォーマンス、力発揮パフォーマンス)それぞれに対応したフィールドテストを中学校1年生時(U-13)、2年生時(U-14)、3年生時(U-15)に実施した。測定時期に関しては、各学年の春(4月)と秋(10月もしくは11月)の2回行なった。U-13春からU-15秋まで計6回の測定を実施するように計画されたが、クラブ事情や学校行事、傷害や体調不良などにより継続して測定を実施することが難しく、各測定で参加できた対象者のデータを集計した。そして、各測定項目の平均値と標準偏差から時期ごとに-1.5、-0.5、+0.5、+1.5標準偏差を算出し、各標準偏差でそれぞれ二次回帰曲線を用いてスムージングし、各測定項目の5段階評価基準値を算出した。なお、二次回帰曲線がU-15秋以前に頂点に達した場合には、それ以降の基準値は頂点の値を用いた。

2-1. 対象者

対象者は、日本プロサッカーリーグ(Jリーグ)に参戦するサッカークラブ(Jクラブ)の中学生年代(U-15カテゴリー)に所属した中学生男子サッカー選手196名であった。対象者はフィールドプレーヤーのみとし、ゴールキーパーは含まなかった。各時期で測定を実施した対象者の人数を**表1**に示した。

すべての測定はサッカークラブの指導者の管理下においてトレーニングの一環として行なわれた。対象者は、保護者の同意を得てサッカークラブのトレーニングに参加した。本研究では、トレーニングの一貫としてクラブが得たデータをクラブの同意を得て取得し、二次利用した。なお、データの二次利用に関しては対象者およびその保護者から同意書を得た。

表1　記述統計量

項目	U-13		U-14		U-15	
	春	秋	春	秋	春	秋
暦年齢(歳)	12.7±0.2(196)	13.2±0.2(196)	13.7±0.2(196)	14.2±0.2(196)	14.7±0.2(196)	15.2±0.2(196)
身長(cm)	156.3±8.6(133)	161.0±8.4(132)	163.0±8.0(116)	166.1±7.4(135)	167.8±6.5(113)	169.0±6.3(106)
体重(kg)	46.0±8.1(133)	49.5±8.5(132)	52.4±9.2(116)	55.5±8.7(135)	57.6±8.3(113)	59.1±8.0(106)
BMI(kg/m^2)	18.7±1.8(133)	19.0±2.2(132)	19.6±2.1(116)	20.0±2.1(135)	20.4±2.0(113)	20.6±1.9(106)
3200m走テスト(秒)	808±45 (126)	759±39 (126)	743±36 (126)	734±37 (126)	726±34 (126)	720±35 (126)
Yo-Yo IR2テスト(m)	447±122(130)	568±148(124)	658±143(109)	712±160(118)	772±160(102)	822±173(85)
20m走テスト(秒)	3.36±0.16(113)	3.33±0.14(107)	3.27±0.16(103)	3.22±0.14(117)	3.18±0.15(97)	3.14±0.11(90)
垂直跳びテスト(cm)	44.8±6.5(56)	47.6±7.0(68)	49.2±6.4(54)	54.8±7.7(68)	52.8±5.9(47)	57.1±6.7(52)
立ち5段跳びテスト(cm)	1004±75(144)	1038±81(135)	1060±79(121)	1092±75(132)	1127±80(116)	1148±74(101)

(　　)内は人数

2-2. 3200m走テスト

対象者の持久的パフォーマンスを発揮するための能力を把握するために、3200m走テストを実施した(9)。3200m走テストの走路は105m×68mのサッカーのピッチを利用し、ピッチの4ヵ所のコーナーを11.1mずつ削り、1周が320mの8角形の走路を作成した(9)。対象者は計測者の合図に合わせてスタートし、320m走路を10周した。計測者は対象者が320m走路を10周した時間をストップウォッチで計測し、その結果を3200m走テストの結果(秒)とした。なお、3200m走テストの5段階評価表では利用しやすいように分(')秒(")で示した。

2-3. Yo-Yo Intermittent Recoveryテスト(Yo-Yo IRテスト)

対象者の高強度運動パフォーマンスを発揮するための能力を把握するために、Yo-Yo IRテストを実施した(3)。Yo-Yo IRテストは、JFAフィジカルガイドライン2006年版(13)を参考にしてLevel2(Yo-Yo IR2テスト)を選択した(3,15)。Yo-Yo IR2テストはCD(bangsbosport.com)添付のマニュアルに従い行なった。具体的には、CDからの段階的に速くなるシグナル音に遅れないように、対象者は20mの距離の往復ランニングを10秒間のジョギングによる休息を挟みながら繰り返した。1回目のシグナル音でスタートし、2回目のシグナル音で方向転換し、3回目のシグナル音が鳴る前にスタートラインまで戻った。その後、10秒間の休息をジョギングで行いながら5m先のコーンを周ってスタートラインまで戻り、次のシグナル音で再びスタートすることを繰り返した。ゴールのシグナル音に通算2回遅れた時に測定を終了し、ジョギングを除いた走行距離(2回目の警告時のランニングは走行距離に含む)をYo-Yo IR2テストの結果(m)とした。

2-4. 20m走テスト

対象者のスプリントパフォーマンスを発揮するための能力を把握するために、20m走テストを実施した(12)。20m走タイムの計測は、Witty System(Microgate社)を利用し、光切断法によって行なった。スタートの後ろ足の位置とスタートラインから20m地点に走路と垂直に1対の光センサーを設置した。スタートはスタンディングスタートであり、対象者は任意に左右いずれかの半身を取り、前足前方をスタートライン上におき、後ろ足を対象者の好みの位置に置き静止した(反動をつけない)状態からスタートした。このとき、後ろ足踵部を挟むように1対の光センサーを設置し、踵部により切断されていた光が後ろ足の離地により再接続するタイミングをもってスタートを判断した。各対象者は約2分の休息を挟み、20m走を少なくとも2回試行した。2回の試行に0.1秒以上の差異が生じた場合は、必ず3回目の試行を行なった。全試行の中で最も速いタイムを20m走テストの結果(秒)として採用した。

2-5. 垂直跳びテスト

対象者の垂直方向への短時間に大きな力を発揮する能力を把握するために、垂直跳びを実施した(14)。計測には自立式ジャンプ高計測スケールYard Stick(Swift社)を用いた。まず対象者はYard Stick側方に両踵をつけた状態で立ち、両上肢を肘、手、指関節を伸展した状態で真上に伸ばした。そして、指先の最も高い位置においてYard Stickの羽根型メモリをはじきジャンプ前の基準値とした。続いて、対象者は両腕を下げ、対象者のタイミングで一旦沈み込んだのち、できる限り高くまで垂直方向へジャンプを行なった。このとき上肢は自由にした状態であった。垂直方向へのジャンプの最高到達地点において、対象者の任意で左右どちらかの上肢を最大限に上方に伸ばし、Yard Stickの羽根型メモリをはじいた。そのはじいたメモリとジャンプ前の基準値の差違を1cm単位で記録した。ジャンプは少なくとも3回実施し、その最高値を垂直跳びテストの結果として採用した。ただし、3回のジャンプにおいて連続して記録が増加した場合は、4回目のジャンプを実施し、4回のジャンプにおける最高値を垂直跳びテストの結果とした。また、4回目以降のジャンプにおいても連続して記録が増加した場合、同じルールで5回目以降も実施し、その最高値を垂直跳びテストの結果(cm)として採用した。

2-6. 立ち5段跳びテスト

対象者の水平方向への短時間に大きな力を発揮する能力を把握するために、立ち5段跳びテストを実施した(6)。立ち5段跳びテストは両足を揃えた状態からスタートし、左右交互に5歩のジャンプを行ない、最後は両足で着地した。スタート時のつま先から着地時の踵までの最短距離を1cm単位で記録した。ジャンプは少なくとも2回実施し、その最高値を立ち5段跳びテストの結果(cm)として採用した。

2-7. 統計解析

すべてのテストの結果を、U-13春からU-15秋までの各時期(計6点)ごとに平均値±標準偏差で示した**(表1)**。各平均値および標準偏差から-1.5、-0.5、+0.5、+1.5標準偏差を算出し、各時期の4つの標準偏差に対してそれぞれ二次回帰曲線を適用し、その二次回帰曲線に従って5段階評価基準値を作成した。その二次回帰曲線を作成するためにマイクロソフト社の表計算ソフトExcelを用いた。垂直跳びテストと立ち5段跳びテストとの関係を検討するために相関分析を行なった。相関分析にはSPSS 12.0J for Windowsを用いた。統計的仮説検定における有意水準

は α =0.05とした。

3. 結果

3-1. 3200 m走テストの結果と5段階評価基準値

図1に、対象者における各時期での3200 m走テストの-1.5、-0.5、+0.5、+1.5標準偏差を示した。4つの標準偏差における二次回帰式はそれぞれ、

-1.5標準偏差：
$y=3.2975x^2-35.960x+768.04$
(r^2=0.957)

-0.5標準偏差：
$y=4.0084x^2-42.735x+818.44$
(r^2=0.960)

+0.5標準偏差：
$y=4.7192x^2-49.510x+868.84$
(r^2=0.960)

+1.5標準偏差：
$y=5.4301x^2-56.285x+919.24$
(r^2=0.959)

であった。ここで、yは3200 m走テストの結果、xは測定回数である(U-13春が1、U-13秋が2、U-14春が3、U-14秋が4、U-15春が5、U-15秋が6。以下同様)。これらの二次回帰式から作成した3200 m走テストの5段階評価基準値を**表2**に示した。

3-2. Yo-Yo IR2テストの結果と5段階評価基準値

図2に、対象者における各時期でのYo-Yo IR2テストの-1.5、-0.5、+0.5、+1.5標準偏差を示した。4つの標準偏差における二次回帰式はそれぞれ、

-1.5標準偏差：
$y=-7.3944x^2+111.28x+159.10$
(r^2=0.992)

-0.5標準偏差：
$y=-8.1225x^2+125.17x+272.61$
(r^2=0.996)

+0.5標準偏差：
$y=-8.8505x^2+139.06x+386.11$
(r^2=0.995)

+1.5標準偏差：
$y=-9.5785x^2+152.95x+499.61$
(r^2=0.993)

であった。ここで、yはYo-Yo IR2テストの結果、xは測定回数である。これらの二次回帰式から作成したYo-Yo IR2テストの5段階評価基準値を**表3**に示した。

3-3. 20 m走テストの結果と5段階評価基準値

図3に、対象者における各時期での20 m走テストの-1.5、-0.5、+0.5、+1.5標準偏差を示した。4つの標準偏差における二次回帰式はそれぞれ、

-1.5標準偏差：
$y=0.0036x^2-0.0606x+3.1903$
(r^2=0.930)

-0.5標準偏差：
$y=0.0011x^2-0.0497x+3.3344$
(r^2=0.985)

+0.5標準偏差：
$y=-0.0014x^2-0.0388x+3.4785$
(r^2=0.995)

+1.5標準偏差：
$y=-0.0039x^2-0.0279x+3.6227$
(r^2=0.983)

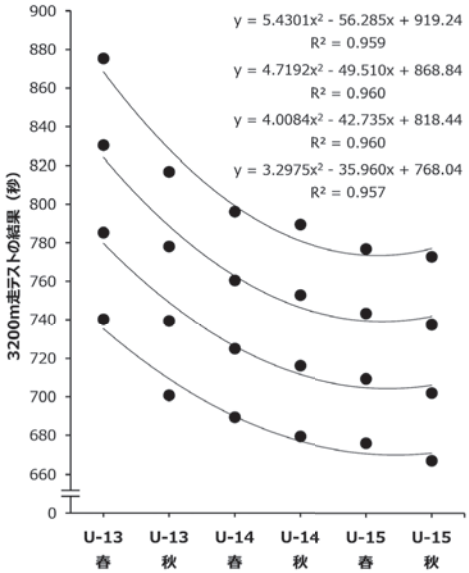

図1　中学生サッカー選手における3200 m走テストの5段階評価の分岐値

表2　中学生サッカー選手における3200 m走テストの5段階評価表

カテゴリー	時期	1	2	3	4	5
U-13	春	14'29" 以上	13'45" ～ 14'28"	13'00'' ～ 13'44''	12'16'' ～ 12'59''	12'15" 以下
	秋	13'49" 以上	13'09" ～ 13'48"	12'30'' ～ 13'08''	11'50'' ～ 12'29''	11'49" 以下
U-14	春	13'20" 以上	12'43" ～ 13'19"	12'07'' ～ 12'42''	11'30'' ～ 12'06''	11'29" 以下
	秋	13'01" 以上	12'27" ～ 13'00"	11'52'' ～ 12'26''	11'17'' ～ 11'51''	11'16" 以下
U-15	春	12'54" 以上	12'20" ～ 12'53"	11'45'' ～ 12'19''	11'11'' ～ 11'44''	11'10" 以下
	秋	12'54" 以上	12'20" ～ 12'53"	11'45'' ～ 12'19''	11'11'' ～ 11'44''	11'10" 以下

単位：分'秒"

であった。ここで、yは20m走テストの結果、xは測定回数である。これらの二次回帰式から作成した20m走テストの5段階評価基準値を**表4**に示した。

3-4. 垂直跳びテストの結果と5段階評価基準値

図4に、対象者における各時期での垂直跳びテストの-1.5、-0.5、+0.5、+1.5標準偏差を示した。4つの標準偏差における二次回帰式はそれぞれ、

-1.5標準偏差：

$y=-0.0524x^2+2.7604x+32.098$

($r^2=0.986$)

-0.5標準偏差：

$y=-0.0952x^2+3.0362x+38.481$

($r^2=0.946$)

+0.5標準偏差：

$y=-0.1380x^2+3.3119x+44.864$

($r^2=0.882$)

+1.5標準偏差：

$y=-0.1809x^2+3.5877x+51.246$

($r^2=0.803$)

であった。ここで、yは垂直跳びテストの結果、xは測定回数である。これらの二次回帰式から作成した垂直跳びテストの5段階評価基準値を**表5**に示した。

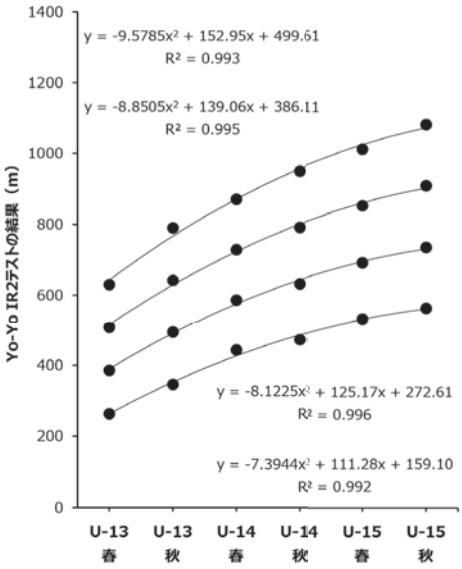

図2　中学生サッカー選手における
Yo-Yo IR2テストの5段階評価の分岐値

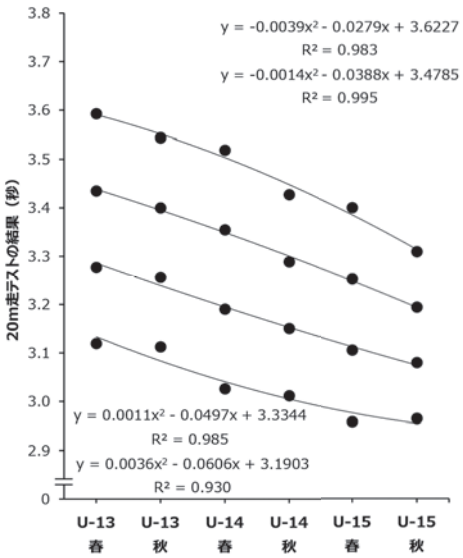

図3　中学生サッカー選手における
20m走テストの5段階評価の分岐値

表3　中学生サッカー選手におけるYo-Yo IR2テストの5段階評価表

カテゴリー	時期	1	2	3	4	5
U-13	春	240以下	280～360	400～480	520～640	680以上
	秋	320以下	360～480	520～600	640～760	800以上
U-14	春	400以下	440～560	600～720	760～840	880以上
	秋	480以下	520～640	680～800	840～920	960以上
U-15	春	520以下	560～680	720～840	880～1000	1040以上
	秋	560以下	600～720	760～880	920～1040	1080以上

単位：m

表4　中学生サッカー選手における20m走テストの5段階評価表

カテゴリー	時期	1	2	3	4	5
U-13	春	3.60以上	3.44～3.59	3.29～3.43	3.14～3.28	3.13以下
	秋	3.56以上	3.40～3.55	3.24～3.39	3.09～3.23	3.08以下
U-14	春	3.51以上	3.35～3.50	3.20～3.34	3.05～3.19	3.04以下
	秋	3.45以上	3.31～3.44	3.16～3.30	3.01～3.15	3.00以下
U-15	春	3.39以上	3.25～3.38	3.12～3.24	2.98～3.11	2.97以下
	秋	3.32以上	3.20～3.31	3.08～3.19	2.96～3.07	2.95以下

単位：秒

©National Strength and Conditioning Association Japan

3-5. 立ち5段跳びテストの結果と5段階評価基準値

図5に、対象者における各時期での立ち5段跳びテストの-1.5、-0.5、+0.5、+1.5標準偏差を示した。4つの標準偏差における二次回帰式はそれぞれ、

-1.5標準偏差：

$y=0.4142x^2+26.777x+862.22$

($r^2=0.998$)

-0.5標準偏差：

$y=-0.0932x^2+29.971x+936.05$

($r^2=0.997$)

+0.5標準偏差：

$y=-0.6006x^2+33.166x+1009.9$

($r^2=0.993$)

+1.5標準偏差：

$y=-1.1081x^2+36.360x+1083.7$

($r^2=0.986$)

であった。ここで、yは立ち5段跳びテストの結果、xは測定回数である。これらの二次回帰式から作成した立ち5段跳びテストの5段階評価基準値を**表6**に示した。

図6に、対象者における垂直跳びと立ち5段跳びテストとの関係を示した。両者の間には$r=0.76$の有意な相関係数が認められた($p<0.05$)。

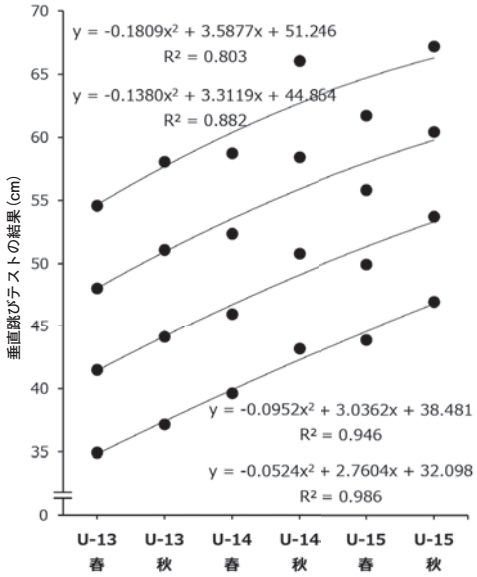

図4　中学生サッカー選手における
垂直跳びテストの5段階評価の分岐値

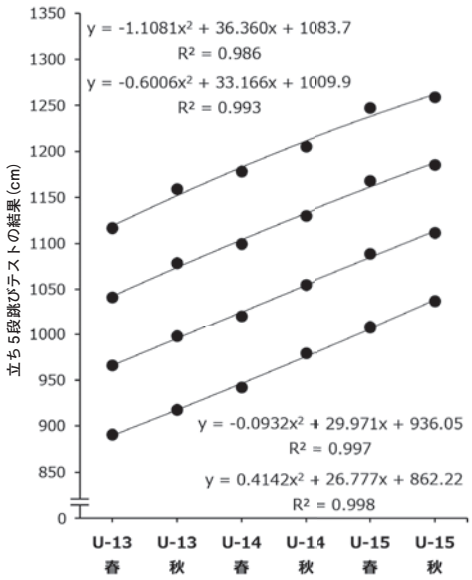

図5　中学生サッカー選手における
立ち5段跳びテストの5段階評価の分岐値

表5　中学生サッカー選手における垂直跳びテストの5段階評価表

カテゴリー	時期	1	2	3	4	5
U-13	春	34以下	35～41	42～48	49～54	55以上
	秋	37以下	38～44	45～50	51～57	58以上
U-14	春	39以下	40～46	47～53	54～60	61以上
	秋	42以下	43～49	50～55	56～62	63以上
U-15	春	44以下	45～51	52～57	58～64	65以上
	秋	46以下	47～53	54～59	60～66	67以上

単位：cm

表6　中学生サッカー選手における立ち5段跳びテストの5段階評価表

カテゴリー	時期	1	2	3	4	5
U-13	春	889以下	890～965	966～1042	1043～1118	1119以上
	秋	917以下	918～995	996～1073	1074～1151	1152以上
U-14	春	946以下	947～1025	1026～1103	1104～1182	1183以上
	秋	975以下	976～1054	1055～1132	1133～1211	1212以上
U-15	春	1006以下	1007～1083	1084～1160	1161～1237	1238以上
	秋	1037以下	1038～1112	1113～1187	1188～1261	1262以上

単位：cm

4. 考察

本研究の目的は、Jクラブの中学生男子サッカー選手対象に、体力・運動能力の発達を包括的に把握するため、持久的パフォーマンス、高強度運動パフォーマンス、スプリントパフォーマンス、力発揮パフォーマンスそれぞれに対応したフィールドテストの5段階評価基準値を作成することであった。本研究では、中学生年代の男子が短期間に大きな形態変化を示し、それに伴い体力・運動能力も顕著に発達することを考慮し、年に2回(春と秋)時期を決めて測定を行ない、各学年半年ごと計6回の評価ができる3200m走テスト、Yo-Yo IR2テスト、20m走テスト、垂直跳びテスト、立ち5段跳びテストの5段階評価基準値を作成した**(表2～6)**。

本研究の対象者はJクラブのU-15カテゴリーに所属し、地域ではトップレベルにある中学生男子サッカー選手であった。効果量およびその95%信頼区間などを用いたBatterhamら(5)の方法により、本研究対象者のU-15秋の身長(169.0±6.3cm)・体重(59.1±8.0kg)をU-15カテゴリーで日本のトップレベルにあるJクラブのU-18カテゴリーへの昇格群(168.2±6.2cm、59.6±6.1kg)もしくは退団群(166.9±7.0cm、54.7±8.2kg)(9　月もしくは10月に計測)と比較すると(20)、U-18カテゴリーへの昇格群とは身長・体重ともに明確な差異はなく(unclear)、退団群よりは身長は大きいかもしれない(possibly positive)、体重では大きい可能性が高い(very likely positive)と判断される。同様に、大滝ら(17)が報告する他地域のトップレベルにあるU-15カテゴリーのJクラブ2チームの選手において7月に測定された身長(U-13：157.2±8.3cm[n=38]、U-14：164.6±9.2cm[n=37]、U-15：169.7±6.4cm[n=39])や体重(U-13：45.6±8.0kg、U-14：51.6±8.2kg、U-15：58.9±6.7kg)と比較しても、本研究における各学年の春と秋における身長・体重が大きいあるいは小さい可能性があると判断されることはなかった。すなわち先行研究と比較しても、本研究対象者は日本のU-15カテゴリーでトップレベルのサッカー選手として標準的な体格であると考えられる。

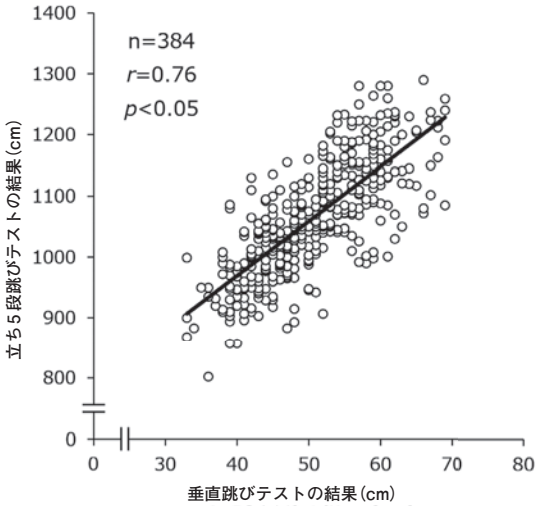

図6　中学生サッカー選手における
垂直跳びテストと立ち5段跳びテストの関係

持久的パフォーマンスではサッカーの試合80分間にわたり運動を持続的に行なう能力を評価するために、3200m走テストの5段階評価基準値を作成した**(表2)**。U-13春からU-15秋までの測定値に対する二次回帰曲線の寄与率は95.7%から96.0%の範囲と非常に高い値を示した。Chumanら(9)は、U-13からU-15までの各カテゴリーの3200m走テストの結果が最大酸素摂取量に到達した時のランニング速度(running velocity at maximal oxygen uptake: $v\dot{V}O_2max$)や血中乳酸濃度が4mmol/Lに到達した時のランニング速度(running velocity at onset of blood lactate accumulation: vOBLA)など、有酸素性能力に関連する生理学的指標を反映することを報告している。さらにChumanら(9)は、中学生男子サッカー選手における3200m走テストの平均ランニング速度がvOBLAと類似した値を示すと指摘している。本研究対象者におけるU-15秋の3200m走タイムは平均720秒であり、ランニング速度に換算すると16.0km/hであった**(表1)**。このランニング速度は、JクラブのU-15以上のサッカー選手(中学校3年生、高校生、プロサッカー選手)のvOBLAとほぼ一致している(7)。そのため、本研究で作成された3200m走テストの5段階評価基準値は、競技レベルが高い中学生男子サッカー選手に適切に応用できると考えられる。

本研究の対象者における初回(U-13春)の3200m走タイムはU-13秋以降よりも明らかに遅いタイムを示した。Turnerら(21)が指摘するように、3200m走テストのようなランニングペースを自分で決定するテストではペース配分の技術が必要であるため、3200m走テストの初回の計測に当たるU-13春では、3200m走タイムが対象者の運動を持続的に行なう能力に対して遅くなった可能性も考えられる。そのため、二次回帰曲線を適用して評価基準値を作成した場合には、3200m走タイムがU-13春で過小評価され、U-13秋では過大評価されてしまう可

能性がある。したがって、3200m走テストの5段階評価基準値を作成する際には、初回(U-13春)の測定値を除外して二次回帰曲線を適用することによって、より適切な評価基準値になるかもしれない。

高強度運動パフォーマンスでは高強度で運動を繰り返し行なう能力を評価するために、Yo-Yo IR2テストの5段階評価基準値を作成した**(表3)**。U-13春からU-15秋までの測定値に対する二次回帰曲線の寄与率は99.2%から99.6%の範囲と非常に高い値を示した。競技レベルが高い中学生サッカー選手を対象としてYo-Yo IR2テストを実施した報告はほとんどないが、JFAフィジカルフィットネスプロジェクト(13)はフィジカル測定ガイドラインにおいて育成年代における日本代表選手のYo-Yo IR2テスト結果を報告している。その結果は、U-13で573.3m、U-14で621.7m、U-16で780.7mであった。本研究対象者と育成年代の日本代表選手を比較すると、本研究対象者はU-13では低い値を示したが、U-14では高い値を示し、U-15ではU-16日本代表選手と類似した結果を示した。よって、本研究で作成されたYo-Yo IR2テストの5段階評価基準値もまた、競技レベルが高い中学生男子サッカー選手に適切に応用できると考えられる。

スプリントパフォーマンスでは短距離のスプリントを行なう能力を評価するために、20m走テストの5段階評価基準値を作成した**(表4)**。U-13春からU-15秋までの測定値に対する二次回帰曲線の寄与率は93.0%から99.5%と非常に高い値を示した。星川ら(12)は、これまでに小学校5年生からプロサッカー選手までの20m走テストの結果の学年別評価参考値を報告している。そして、20m走テストの結果は中学校3年生頃までに大きく短縮し、完成すると理解できることを示した上で、中学生男子の測定においては、1年間での変化が大きいために測定時期をコントロールしないと研究間の比較や妥当な評価が難しい点を指摘している。本研究では、測定時期を春(4月)と秋(10月もしくは11月)に設定し、各学年で2回の測定を実施した。よって、本研究で作成された20m走テストの5段階評価基準値は、20m走タイムの短縮が大きい中学生男子サッカー選手に適切に応用できると考えられる。

力発揮パフォーマンスでは垂直方向もしくは水平方向への短時間に大きな力を発揮する能力を評価するために、垂直跳びテストもしくは立ち5段跳びテストの5段階評価基準値を作成した**(表5、6)**。U-13春からU-15秋までの垂直跳びテストの測定値に対する二次回帰曲線の寄与率は80.3%から98.6 %の範囲と非常に高い値を示した。Batterhamら(5)の方法を用いて、本研究対象者のU-14秋(14.2歳)の垂直跳びテストの結果を、本研究と同じYard Stickを使用したKinugasaら(14)の14.3歳サッカー選手(47.4±4.7cm)と比較すると、本研究対象者(U-14秋)の身長および体重はKinugasaら(14)の14.3歳サッカー選手とほぼ同様である(166.1cm vs 166.6cm、55.5kg vs 54.4kg)にもかかわらず、垂直跳びテストの結果はKinugasaら(14)よりも優れている可能性が非常に高い(most likely positive)と判断される。また、本研究対象者のU-15秋(15.2歳)の垂直跳びテストの結果を、同じくYard Stickを使用したシンガポールのプロサッカーリーグ1部所属選手における垂直跳びテストの結果を報告したAzizら(1)と比較すると、本研究対象者(U-15秋)の垂直跳びの結果(57.1±6.7cm)は、シンガポールのプロサッカー選手におけるプレシーズンの結果(59±5cm)よりも劣っているかもしれないが(possibly negative)、オフシーズンの結果(55±5cm)よりは優れているかもしれない(possibly positive)と判断され、プロサッカー選手と近い値を示していた。これらのことから、本研究で作成された垂直跳びテストの5段階評価基準値は、競技レベルが高い中学生男子サッカー選手に適切に応用できると考えられる。

一方、U-13春からU-15秋までの立ち5段跳びテストの測定値に対する二次回帰曲線の寄与率は98.6%から99.8%の範囲と非常に高い値を示した。Batterhamら(5)の方法を用いて、本研究対象者におけるU-15秋に計測した立ち5段跳びテストの結果を、U-15カテゴリーでトップレベルにあるJクラブのU-18カテゴリーへの昇格群や退団群(9月から10月に計測)と比較すると(20)、本研究対象者(1148±74cm)は昇格群(1126±77cm)よりも優れているかもしれない(possibly positive)、退団群(1108±80cm)よりも優れている可能性が高い(very likely positive)と判断される。これらのことから、本研究で作成された立ち5段跳びテストの5段階評価基準値は、競技レベルが高い中学生男子サッカー選手に適切に応用できると考えられる。

本研究では、力発揮パフォーマンスに対応したフィールドテストとして、垂直方向に対し短時間に大きな力を発揮する能力を把握する垂直跳びテストと水平方向に対し短時間に大きな力を発揮する能力を把握する立ち5段跳びテストの2つを実施した。これらのフィールドテストは伸張-短縮サイクル(Stretch-Shortening Cycle：SSC)運動による弾性エネルギーを反映する点で類似しているが、1回跳躍である垂直跳びテストでは下肢の筋が短縮性収縮によって力発揮されるのに対し、連続跳躍である立ち5段跳びテストでは伸張性および短縮性の両収縮によって力発揮される点で異なる。そのため、選手の力発揮パフォーマンスを詳細に把握するには両テストを計測することが望

ましい。しかしながら、両テスト間には強い相関関係（r=0.76）が確認されたことから、測定時間の短縮の観点からはどちらかのテストを選択してもよいと考えられる。

以上のように、本研究では競技レベルが高い中学生男子サッカー選手におけるフィジカルパフォーマンスを半年ごとに包括的に評価するために、4つのフィジカルパフォーマンスにそれぞれ対応したフィールドテストの5段階評価基準値を作成した。その基準値作成においては、各学年2回の計測を春と秋のほぼ同じ時期に実施したことにより、5段階評価基準値の回帰曲線を提示することができた。したがって、回帰曲線を利用することにより測定時期が春と秋以外においてもおおよその基準値が得られると考えられる。しかしながら、中学生年代の男子では体力・運動能力に身体成熟度が強く影響することに加え、同一年齢でも身体成熟度に大きな個人差があることから、身体成熟度によって体力・運動能力は大きく異なる(8)。よって、本研究で作成された学年ごとの評価基準値に加えて、生まれ月やPHV年齢の違いによって生じる身体成熟度の差を考慮した評価基準値を作成することが今後の課題である。

5. 現場への応用

本研究では、Jクラブの中学生男子サッカー選手を対象として、持久的パフォーマンスに対応した3200m走テスト、高強度運動パフォーマンスに対応したYo-Yo IR2テスト、スプリントパフォーマンスに対応した20m走テスト、力発揮パフォーマンスに対応した垂直跳びテストおよび立ち5段跳びテストを半年ごとに評価できる5段階評価基準値を作成した。各学年の春と秋で計測した結果の5段階評価を個別にレーダーチャートに重ねて示すことにより、選手個々の体力・運動能力の特徴や中学生年代での体力・運動能力の発達を把握することができ、選手育成に有効な情報を与えてくれるだろう。

◆

参考文献

1. Aziz, A.R., M.J. Newton, H.Y. Tan, and K.C. Teh. Variation in fitness attributes of players during a competitive season in an Asian professional soccer league: a field-based investigation. *Asian J Exerc Sports Sci*. 3(1): 40-45. 2006.
2. Bangsbo, J. The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand*. 151, Suppl. 619: 1-156. 1994.
3. Bangsbo, J., F.M. Iaia, and P. Krustrup. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*. 38(1): 37-51. 2008.
4. Bangsbo, J., M. Mohr, A. Poulsen, J. Perez-Gomez, and P. Krustrup. Training and testing the elite athlete. *J Exerc Sci Fit*. 4(1): 1-14. 2006.
5. Batterham, A.M., and W.G. Hopkins. Making meaningful inferences about magnitudes. *Int J Sports Physiol Perform*. 1: 50-57. 2006.
6. Chamari, K., A. Chaouachi, M. Hambli, F. Kaouech, U. Wisloff, and C. Castagna. The five-jump test for distance as a field test to assess lower limb explosive power in soccer players. *J Strength Cond Res*. 22(3): 944-950. 2008.
7. 中馬健太郎．日本人サッカー選手における血中乳酸応答を利用した有酸素性能力の簡易測定方法の検討．ストレングス＆コンディショニングジャーナル．23(3): 3-9. 2016.
8. Chuman, K., Y. Hoshikawa, T. Iida, and T. Nishijima. Maturity and intermittent endurance in male soccer players during the adolescent growth spurt: a longitudinal study. *Football Sci*. 11: 39-47. 2014.
9. Chuman, K., Y. Hoshikawa, T. Iida, and T. Nishijima. Reference values for the 3200-m run test on a soccer field for players at the adolescent growth spurt. *Football Sci*. 12: 33-42. 2015.
10. Faude, O., T. Koch, and T. Meyer. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*. 30(7): 625–631. 2012.
11. Figueiredo A.J., M.J. Coelho e Silva, R.M. Malina. Predictors of functional capacity and skill in youth soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 21(3): 446-454. 2011.
12. 星川佳広，飯田朝美，古森政作，中馬健太郎，澁川賢一，菊池忍，井伊希美，村松正隆，中嶋由晴．ジュニアサッカー選手のスプリントタイムの縦断変化．トレーニング科学．24(2): 139-149. 2012.
13. JFAフィジカルフィットネスプロジェクト．JFAフィジカル測定ガイドライン2006年版．財団法人日本サッカー協会. 2005.
14. Kinugasa, T., and A.E. Kilding. A comparison of post-match recovery strategies in youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 23(5): 1402-1407. 2009.
15. Krustrup, P., M. Mohr, L. Nybo, J.M. Jensen, J.J. Nielsen, and J. Bangsbo. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 38(9): 1666-1673. 2006.
16. Malina, R.M., J.C. Eisenmann, S.P. Cumming, B. Ribeiro, and J. Aroso. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *Eur J Appl Physiol*. 91(5-6):555-562. 2004.
17. 大滝裕美，稲山貴代，西川誠太．Jクラブ育成チームに所属する小学生・中学生・高校生男子サッカー選手の食生活の特性ならびにQOLとの関連．栄養学雑誌．70(4): 219-235. 2012.
18. Philippaerts, R.M., R. Vaeyens, M. Janssens, B. Van Renterghem, D. Matthys, R. Craen, J. Bourgois, J. Vrijens, G. Beunen, and R.M. Malina. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *J Sports Sci*. 24(3): 221-230. 2006.
19. Stølen, T., K. Chamari, C. Castagna, and U. Wisløff. Physiology of soccer. An update. *Sports Med*. 35(6): 501-536. 2005.
20. 津越智雄，浅井武．Jリーグサッカークラブにおける上位カテゴリーへの選抜に関する横断的研究―体力・運動能力を対象として―．体育学研究．55: 565-576. 2010.
21. Turner, A., S. Walker, M. Stembridge, P. Coneyworth, G. Reed, and L. Birdsey, P. Barter, J. Moody. A testing battery for the assessment of fitness in soccer players. *Strength Cond J*. 33(5): 29-39. 2011.
22. Vaeyens, R., R.M. Malina, M. Janssens, B. Van Renterghem, J. Bourgois, J. Vrijens, and R.M. Philippaerts. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *Br J Sports Med*. 40(11): 928-934. 2006.
23. 安松幹展，広瀬統一．フィジカルチェック結果からみた日本人選手の特徴．トレーニング科学．22(4): 307-312. 2010.

著者紹介

中馬 健太郎：
ジュビロ磐田トップチーム
フィジカルコーチ。

星川 佳広：
日本女子体育大学スポーツ科学科教授、附属基礎体力研究所所長、NSCAジャパン教育・研究委員会委員長。