

大学サッカー選手のスプリント能力とジャンプ能力の関係

— 最大疾走速度に着目した検討 —

Relationship between sprint ability and jump ability in college soccer players

— Focusing on the maximum sprint speed —

鈴木 茂久・松波 勝・乗松 柚衣・大野 純・渡部 誉也

要旨

本研究の目的は、大学サッカー選手を対象に最大疾走速度を中心としたスプリント能力とジャンプ能力の関係を検討し、スプリント技術を改善してスプリント能力を向上させるための基礎的な知見を得ることであった。男子大学サッカー選手 20 名を対象に、20 m 走、立ち五段跳び、リバウンドジャンプ、カウンタームーブメントジャンプ (CMJ) を測定した。評価項目は、20 m 走は最大疾走速度と疾走タイム、立ち五段跳びは跳躍距離、リバウンドジャンプは RJ-index、CMJ は跳躍高とした。相関分析の結果、最大疾走速度と疾走タイムとの間に有意な負の相関関係を認めた。また、最大疾走速度と全てのジャンプ能力との間に有意な相関関係を認めた。最大疾走速度を従属変数とする重回帰分析の結果、立ち五段跳びとリバウンドジャンプに有意性が認められ、影響度は立ち五段跳びの方が高かった。このことから、20 m 走の最大疾走速度には水平方向の SSC 運動遂行能力の影響度が高いことが示唆された。

キーワード：サッカー、スプリント能力、ジャンプ能力

I. 緒言

サッカーは、ボールを扱うドリブルやキックに加えて、スプリントや方向転換、ジャンプ、相手選手とのコンタクトなどの様々な運動を繰り返し行うことが求められる。サッカーの試合ではボールに触れる時間は 1 試合あたり約 1 分とごくわずかであり、ほとんどの時間はボールを伴わない動作が行われる¹⁾。その中で特に重要とされるのがスプリントである。近年のサッカーの試合における走行距離を検討した研究では、1 試合の走行距離は変わらないものの、スプリントの距離と回数が年々増加していると報告されている²⁾。このことから、サッカーの試合においてスプリントを必要とする場面が増

えており、スプリントの重要性が増していると考えられる。1試合の走行距離のうちスプリントの占める割合は1～11%で、実際のプレータイムに換算すると0.5～3.5%となり³⁾、1試合のうちでスプリントを行う距離や時間は多いとはいえない。しかし、相手より先にボールに触る、相手をかかわすといったスプリントを行う必要がある場面において相手より速く走ることができるということは、得点や失点に直接的に関与し試合結果を左右する重要な要因となる⁴⁾。このことから、現代のサッカーの指導においてスプリント能力の向上が極めて重視されている⁵⁾。

スプリントでは最大疾走速度を高めることがパフォーマンスを決定づける大きな要因となる⁶⁾。そして、最大疾走速度を高めるためには、下肢の爆発的な力発揮能力を高めることが重要となり⁶⁾、この能力は垂直跳びやリバウンドジャンプといったジャンプ能力の測定により評価することができる⁷⁾。先行研究において、スプリント能力とジャンプ能力は関連性が強いことが報告されており^{8,9)}、最大疾走速度を高めスプリント能力を向上させるためには、ジャンプ能力を向上させることが重要であるといえる。しかし、ジャンプ能力の中でも力を発揮する方向や運動遂行時間の違いによりスプリント能力との関連性が異なるため^{9,10)}、対象とするスプリント能力にどのようなジャンプ能力が影響を及ぼすかを検討する必要がある。

先行研究では、サッカー選手の最大疾走速度が出現する距離が30 m以上であることを示している^{11,12)}。しかしながらサッカーの試合において、ほとんどのスプリントは持続時間が3秒未満で、距離は10 - 20 mである^{4,13)}。星川らは、サッカーでのスプリントはその選手の最高速度に到達する前に終了しているとし、サッカー選手の能力としては短い距離でいかに素早く加速できるかが重要となると述べている¹⁴⁾。これまでのサッカー選手を対象とした研究では、30 m以上の距離で評価することが多かったが、実際の試合状況を反映するために、より短い距離でのスプリント能力の評価が必要である。

スプリント能力は一定距離の疾走タイムや疾走速度で評価することができる。チームでスプリント能力を評価するときは、タイムを競い合いながら評価することが多いが、スプリント能力を高めるためには、スプリント動作のどのような点に注意すべきかを明らかにし¹⁵⁾、スプリント技術を改善する必要がある。

サッカー選手を対象とした研究では、スプリント能力の評価に疾走タイムを用いることが多く、最大疾走速度を用いて評価した研究は少ない。また、サッカー選手のスプリント能力について、20 m走での最大疾走速度とジャンプ能力の関係を検討した研究はみられない。そこで本研究では、大学サッカー選手を対象に最大疾走速度を中心としたスプリント能力とジャンプ能力の関係を検討し、スプリント技術を改善してスプリント能力を向上させるための基礎的な知見を得ることを目的とした。

II. 方法

1. 対象

対象は、フィジカルチェックに参加した男子大学サッカー選手 20 名（年齢 20.1 ± 0.7 歳、身長 171.5 ± 4.2 cm、体重 66.3 ± 7.4 kg）とした。対象者には、書面にて本研究の目的と方法、研究成果の公表、個人情報保護の説明を行い、測定結果の使用に関する同意を得た。本研究は、聖カタリナ大学研究倫理委員会の承認（学倫 22-09）を得て行った。

2. 評価項目

スプリント能力の評価として 20 m 走、ジャンプ能力の評価として立ち五段跳び、連続リバウンドジャンプ、カウンタームーブメントジャンプ（以下、CMJ）を採用した。それぞれの遂行能力の指標として、20 m 走では最大疾走速度と疾走タイム、立ち五段跳びでは跳躍距離、連続リバウンドジャンプではリバウンドジャンプ指数^{9,16)}（以下、RJ-index）、CMJ では跳躍高を用いた。

3. 測定方法

3.1 20 m 走

20 m 走の計測は、屋外の土のグラウンドにてスパイクシューズを着用して行った。対象者はスタートラインから 20 cm 離れた位置からスタンディングスタートを行い、任意のタイミングでスタートした。計測前に十分なウォーミングアップを行い、試技を 2 回行った。疲労の影響をなくするため、試技間には十分な休息時間を設けた。

対象者がスタートしてから 20 m 地点までの疾走速度をレーザー式速度測定器（LDM301S；フォーアシスト社製。以下、「レーザー速度計」）を用いて測定した。レーザー速度計は被験者の約 5 m 後方に三脚で固定して設置し、被験者の腰背部にレーザーが当たるようにレーザー速度計の向きを調整しながら測定を行った。疾走速度の瞬間的な変化を距離と時間から検討するため、篠原ら¹⁷⁾ が示している方法に基づき、データのサンプリングレートを 100 Hz とし、データの平滑化にはバターワース型ローパスデジタルフィルタを用い、遮断周波数を 1.0 とした。得られた速度データから最大疾走速度を求めた。

20 m 走のタイムは光電管（無線光電管、ニシ・スポーツ社製）を用いて測定した。光電管は 1 m の高さで、スタート地点と 20 m 地点に設置し、通過タイムを計測した。

3.2 立ち五段跳び、リバウンドジャンプ、CMJ

立ち五段跳び、連続リバウンドジャンプ、CMJ は、国立スポーツ科学センターのフィットネスチェックハンドブック¹⁸⁾ の方法に基づいて行った。

立ち五段跳びの計測は、人工芝が敷かれた室内練習場にてスパイクシューズを着用して行った。1歩目を両足で踏み切った後、2～5歩目を片足で踏み切り、最後に両足で着地した。跳躍距離は、最初の踏切時の両つま先の midpoint と、これに最も近い着地点との間の直線距離をメジャーで計測した。メジャーの読み取りは1cm単位とした。腕振りによる反動動作は制限せず自由に行ってよいこととした。測定は2回行い、良いほうの記録を採用した。

連続リバウンドジャンプの計測は、屋内のトレーニングルームで行った。対象者は6回連続したジャンプを行った。接地時間をなるべく短く、かつ高く跳躍するように指示をした。マットスイッチ（マルチジャンプテストⅡ、DKH社製）を用いて、すべての跳躍において接地時間と滞空時間を測定し、それぞれの跳躍で跳躍高を接地時間で除したRJ-indexを算出した。6回のジャンプのうち最も大きかったRJ-indexを評価対象とした。計測は2回行い、良いほうの記録を採用した。

CMJの計測は、屋内のトレーニングルームで行った。腕振り動作の影響を排除するために、腰に両手を添えた状態で跳躍することとした。両手は空中においても腰から離さないように指示をした。下肢3関節を屈曲する反動動作は自由に行ってよいこととした。マットスイッチ（マルチジャンプテストⅡ、DKH社製）を用いて、跳躍中の滞空時間を計測し、以下の式「跳躍高 = $1/8 \cdot 9.81 \cdot (\text{滞空時間})^2$ 」（9.81は重力加速度、 m/s^2 ）に代入することにより跳躍高を算出した¹⁹⁾。計測は2回行い、良いほうの記録を採用した。

ジャンプ動作はいずれも十分なウォーミングアップを実施した上で行い、各試技間には十分な休息時間を設けた。

4. 統計学的処理

各項目の平均値と標準偏差、最大値、最小値を算出した。最大疾走速度と各測定項目の関連については、Pearsonの積率相関係数を用いて評価した。最大疾走速度に影響を及ぼす要因とその影響度を検討するため、小口ら²⁰⁾の方法に従い、最大疾走速度を従属変数、立五段跳び、RJ-index、CMJを独立変数として強制投入法による重回帰分析を行った。20m走タイムは最大疾走速度との相関係数が0.9以上であったため独立変数から除外した。統計処理は統計処理ソフト（SPSS Statistics ver25、IBM社製）を用いて行い、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果

表1には各測定項目の平均値と標準偏差、最大値と最小値を示した。

図1には最大疾走速度と各項目の関係を示した。最大疾走速度と20m走タイムの間には有意な負の相関関係を認めた ($p < 0.05$)。最大疾走速度と全てのジャンプ能力（立ち五段跳び、RJ-index、CMJ）の間には有意な相関関係を認めた ($p < 0.05$)。

表 1 各測定項目の平均値と標準偏差、最大値および最小値

	平均値±標準偏差	最大値	最小値
最大疾走速度 (m/sec)	8.20±0.29	8.80	7.62
20m走タイム (sec)	3.10±0.09	3.33	2.97
立五段跳 (m)	11.44±0.64	12.56	10.26
RJ-index	2.21±0.38	3.38	1.77
CMJ 跳躍高 (cm)	38.97±3.32	43.95	33.76

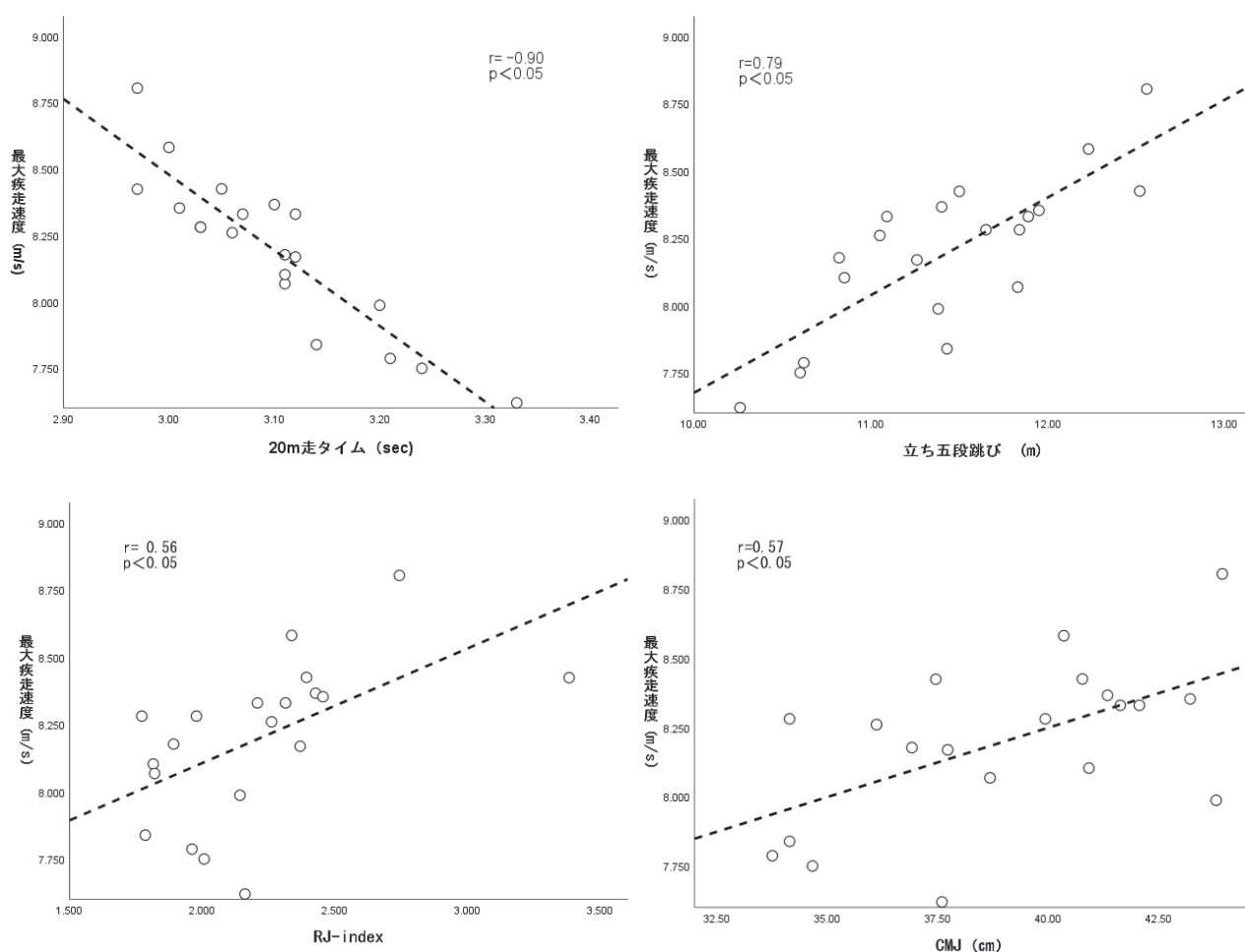


図 1 最大疾走速度と各測定項目の関係

表 2 には強制投入法による重回帰分析の結果を示した。重回帰分析から作成される重回帰式は、「最大疾走速度 = $3.964 + 0.284 \times$ 立ち五段跳び + $0.233 \times$ RJ-index + $0.012 \times$ CMJ ($R^2 = 0.735$, $p < 0.05$)」であった。最大疾走速度に関係する要素として、立ち五段跳びと RJ-index の標準偏回帰係数に有意性が認められた ($p < 0.05$)。標準偏回帰係数は立ち五段跳びの方が高かった。

表2 最大疾走速度を従属変数とした重回帰分析の結果

従属変数	独立変数	B	SE B	β
	(定数)	3.964	0.687	
最大疾走速度 ($R^2=0.735^*$)	立ち五段跳び	0.284	0.070	0.617*
	RJ-index	0.233	0.107	0.306*
	CMJ	0.012	0.014	0.137

* : $p < 0.05$

R^2 : 決定係数、B : 偏回帰係数、SE B : 回帰係数の標準誤差、 β : 標準偏回帰係数

IV. 考察

1. 対象者のスプリント能力、ジャンプ能力について

対象者の20 m走タイムの平均値は 3.10 ± 0.09 秒、立ち五段跳びの平均値は 11.44 ± 0.64 m、RJ-indexの平均値は 2.21 ± 0.38 、CMJの平均値は 38.97 ± 3.32 cmであった。サッカー日本代表を対象とした報告^{21, 22)}によると、20 mスプリントタイムの平均値はA代表が3.027秒、U-18が3.05秒であった。エリートサッカー選手を対象とした報告¹⁸⁾によると、立ち五段跳びの平均値はシニアが13.02 m、U-19が12.29 m、RJ-indexの平均値はシニアが2.150、U-19が2.013、CMJ(跳躍高)はシニアが42.7 cm、U-19が42.9 cmであった。測定方法等の違いにより単純な比較はできないが、本研究の対象者は日本代表もしくはエリートサッカー選手と比較して、スプリントタイム、立ち五段跳び、CMJの記録は下回っていたものの、RJ-indexの記録は上回っているという結果であった。

2. 最大疾走速度と各項目の関係について

最大疾走速度と20 m走タイムの関係を検討した結果、統計的に有意な負の相関関係が認められた。陸上競技選手を対象とした研究において、100 m走の最大スピードとゴールタイムは非常に高い相関を認め、最大スピードはゴールタイムに影響する大きな要因でありパフォーマンスにおよぼす影響が大きいことが報告されている²³⁾。本研究の結果は先行研究を支持する結果であり、20 mのスプリント走においても最大疾走速度がパフォーマンスに影響を及ぼすことが示唆された。

最大疾走速度とジャンプ能力との関係を検討した結果、全ての項目との間に統計的に有意な相関関係が認められた。これまでも、思春期後期の生徒を対象とした研究において、20 m地点での疾走速度と立ち五段跳び、RJ-index、CMJの間に有意な相関関係があることや⁹⁾、大学陸上競技選手を対象とした研究において、スプリント中の疾走速度とリバウンドジャンプの間に有意な相関関係が認められている⁸⁾。本研究は、これらの報告を支持する結果であった。

Nagaharaらは、大学短距離選手を対象とした研究において、スプリントの加速局面には下肢や体幹の動きが遷移する地点が存在し、疾走速度を増加させるためには複数の異なる加速戦略が用いられる

と報告している²⁴⁾。本研究で行った20 m走においても、疾走速度と様々な動作様式のジャンプ動作との間に相関関係が認められたことから、疾走速度を増加させるためには複数の異なる動作が関係していると考えられる。

3. 最大疾走速度に対するジャンプ能力の影響度

最大疾走速度に影響を及ぼす要因とその影響度を検討した結果、立ち五段跳びとRJ-indexに有意性が認められた。影響度は立ち五段跳びの方が高いという結果であった。

下肢筋が強制的に伸張されながらエキセントリックな収縮によって運動エネルギーを受け止め、その後引き続いてコンセントリックな短縮が行われているような、伸張と短縮の組み合わせられた運動のことをStretch-Shortening Cycle (SSC) 運動と呼ぶ^{25, 26)}。本研究で行ったジャンプ動作はすべてSSC運動であるが、力を発揮する方向や運動遂行時間は異なる。立ち五段跳びは片脚交互で水平方向に対して極めて短時間に大きな力を発揮する運動^{9, 27)}、リバウンドジャンプは両脚で鉛直方向に対して極めて短時間に大きな力を発揮する運動、CMJは両脚で鉛直方向に対して比較的長い踏切時間で大きな力を発揮する運動である²⁸⁾。運動遂行時間が極めて短く、その時間の中で大きな力を発揮するような運動と、運動遂行時間が比較的長い運動では、神経制御機構や力発揮に関する調節機序が異なると報告されている¹⁶⁾。本研究の結果から、最大疾走速度には運動遂行時間が極めて短いSSC運動が影響しており、この運動様式に関わる調節機序の重要性が示唆された。

岩竹らは、疾走能力を改善するためのトレーニングは、前方への移動を伴い疾走運動に類似した形態のプライオメトリックス種目を含むことが重要であると報告している²⁹⁾。また、凶子はスプリントにおける最も重要な技術は、ばねとしての下肢をうまく利用してエネルギーを蓄積し、それを前方へ弾くことによって推進力を得る動きであると述べている²⁶⁾。本研究においても、最大疾走速度には水平方向へのSSC運動の影響がより大きいという結果となり、前方(水平)方向への推進力が重要であるという先行研究を支持する結果であった。スプリント動作は長年に渡って学習され自動化され、個々の運動に影響を受けている¹⁵⁾ため、スプリント能力を向上させるためには対象者のスプリント技術に合わせた専門的なトレーニングが必要となる。大学サッカー選手に対して、垂直系のジャンプとしてハードルジャンプ、水平系のジャンプとしてバウンディングを含むスプリントの専門的トレーニングを行うことで、30 m走の疾走速度が高くなったと報告されている¹⁵⁾ことから、より短い距離のスプリントに関しては、立ち五段跳びのような水平方向のSSC運動を中心とした専門的トレーニングを行うことで、最大疾走速度を高めスプリント能力を向上させる可能性があると考えられる。今後は、本研究にて得られた知見を踏まえ、スプリント能力向上のための専門的トレーニングをサッカー選手に実施し、トレーニング効果を検討することが必要である。

4. 本研究の課題

本研究の限界として、測定試技を統一されたサーフェス、シューズで行っていないことがあげられる。サーフェスやシューズの違いが結果に影響を与える可能性も考えられるため、今後はサーフェスとシューズを統一して測定を行う必要がある。

V. まとめ

本研究では、男子大学サッカー選手を対象に、スプリント能力とジャンプ能力の関係を検討した。相関分析の結果、最大疾走速度と疾走タイムとの間に有意な負の相関関係が認められた。また、最大疾走速度と全てのジャンプ能力との間に有意な相関関係が認められた。最大疾走速度を従属変数とする重回帰分析の結果、立ち五段跳びと RJ-index に有意性が認められた。標準偏回帰係数は立ち五段跳びの方が高かった。このことから、20 m 走の最大疾走速度には水平方向の SSC 運動遂行能力の影響度が高いことが示唆された。

引用文献

- 1) Carling C: Analysis of physical activity profiles when running with the ball in a professional soccer team. J Sports Sci.28 (3) : 319-326, 2010
- 2) Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bush M, Bradley PS. : The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. Int J Sports Med.5 (13) : 1095-100, 2014
- 3) Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U: Physiology of soccer -an update. Sports Med. 35 (6) : 501-536, 2005
- 4) Bangsbo J: Fitness Training in Football -a Scientific approach. HO+Storm: Bagsvaerd. 1994
- 5) 公益財団法人日本サッカー協会 : JFA 指導指針 2017. 36-39, 2016
- 6) 酒井一樹, 吉本隆哉, 山本正嘉 : 陸上短距離選手における疾走速度、ストライドおよびピッチとメディシンボール投げ能力との関係. スポーツパフォーマンス研究. 5 : 226 - 236, 2013
- 7) 吉田拓矢, 川原布紗子, 福田有紗, 白井 蒼, 佐久間彩, 関子あまね, 浅井 武, 谷川 聡, 平嶋裕輔 : 大学女子サッカー選手のリバウンドジャンプにおける下肢筋力・パワー発揮特性 : 各種走能力、筋力との関係性および競技レベルによる違い. 体育学研究. 66 : 467 - 479, 2021
- 8) 岩竹 淳, 鈴木朋美, 中村夏実, 小田宏行, 永澤 健, 岩壁達男 : 陸上競技選手のリバウンドジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスとの関係. 体育学研究. 47 : 253 - 261, 2002
- 9) 岩竹 淳, 山本正嘉, 西園秀嗣, 川原繁樹, 北田耕司, 関子浩二 : 思春期後期の生徒における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係. 体育学研究. 53 : 1 - 10, 2008
- 10) 岩竹 淳 : 疾走能力に対するリバウンドジャンプ能力の位置づけ. 体育の科学. 67 (4) : 232 - 237, 2017
- 11) 篠原康男, 曾谷英之, 前田正登 : 疾走速度曲線からみた球技系スポーツ選手の加速局面に関する研究. トレーニング科学. 24 (2) : 151 - 160, 2012

- 12) 松波 勝, 鈴木茂久, 大城卓也, 乗松袖衣: 球技系スポーツ選手における全力疾走時の速度変化の様相—大学野球選手とサッカー選手の比較—. 聖カタリナ大学・聖カタリナ大学短期大学部研究紀要, 34: 47-57, 2023
- 13) Bangsbo (著)、長谷川裕、安松幹展 (訳): パフォーマンス向上に役立つサッカー選手の体力測定と評価. 大修館書店. 53 - 70, 2015
- 14) 星川佳広, 飯田朝美, 古森政作: サッカー選手における 20 m 走タイムの評価表の試案—ジュニアからプロまでの検討. 体育学研究. 57: 249 - 260, 2012
- 15) 谷川 聡, 島田一志, 一川大輔, 吉岡 宏, 尾縣 貢: 試合期におけるサッカー競技者のスプリント技術トレーニングがスプリントおよびジャンプ能力に及ぼす影響. コーチング学研究. 24 (2): 129 - 138, 2011
- 16) 冨子浩二, 高松 薫, 古藤高良: 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. 体育学研究. 38: 265 - 278, 1993
- 17) 篠原康男, 前田正登: 疾走速度変化からみた疾走能力の評価. 陸上競技研究. 121: 2-14. 2020
- 18) 独立行政法人日本スポーツ振興センター, ハイパフォーマンススポーツセンター, 国立スポーツ科学センター: フィットネスチェックハンドブック. 大修館書店. 2020
- 19) Asmussen E, Bonde-Petersen F.: Storage of Elastic Energy in Skeletal Muscle in Man. *Acta Physiologica Scandinavica*. 91: 385-392, 1974
- 20) 小口貴久, 清野 隼, 進藤亮祐: 男子プッシュスケルトンにおけるスタートタイムと体力要因との関係. 氷上スポーツ研究. 3 (2): 2 - 8, 2022
- 21) 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. 公益財団法人日本サッカー協会. 2005
- 22) 公益財団法人日本サッカー協会ホームページ
https://www.jfa.jp/coach/physical_project/physical2021.pdf 2023. 8. 24 閲覧
- 23) 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄: 男女 100m レースのスピード変化. *JJBSE*. 12 (2): 74 - 83, 2008
- 24) Nagahara R, Matsubayashi T, Matsuo A, Zushi K.: Kinematics of transition during human accelerated sprinting. *Biol Open* 3 (8): 689-699, 2014
- 25) Bosco C, Viitasalo JT, Komi PV, Luhtanen P: Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*. 114 (4): 557-65, 1982
- 26) 冨子浩二: スポーツアスリートにおけるばねに関する理論とその可能性. 陸上競技研究. 60 (1): 2 - 17, 2005
- 27) 中馬健太郎, 星川佳広: 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. 日本ストレングス & コンディショニング協会機関誌. 28 (4): 19 - 27, 2021
- 28) 遠藤俊典, 田内健二, 木越清信, 尾縣 貢: リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究. 体育学研究. 52: 149 - 159, 2007
- 29) 岩竹 淳, 冨子浩二: 思春期後期にある生徒の疾走能力に対するプライオメトリックトレーニングの有効性. 陸上競技研究. 85: 2 - 11, 2011