

高校男子サッカー選手における 体幹筋機能と競技パフォーマンスとの関係性

Relationship between trunk muscle function and athletic performance in high school male soccer players

新谷 健*^{1,2}, 橋本雅至*³, 田頭悟志*⁴, 福本貴典*⁴
高嶋厚史*^{2,4}, 木下和昭*⁵, 大槻伸吾*²

キー・ワード : core stability, agility, endurance
コアスタビリティ, 敏捷性, 持久性

〔要旨〕 本研究は姿勢保持に関与する体幹筋機能と競技パフォーマンスとの関係性について検討した。対象は継続的に体幹筋トレーニングや傷害予防などのフィジカルサポートを実施している高校男子サッカー選手 80 名とした。体幹筋機能の評価は骨盤へ体重の 10% の重錘負荷を加えた Front Bridge test (FB), Side Bridge test (SB), Back Bridge test (BB) を用い姿勢保持時間を計測し点数化した。競技パフォーマンスの評価は 3 回片脚跳び, 20m 走, 50m 走, T テスト, 12 分間走を計測した。FB では T テストと有意な負の相関 ($r = -0.438, p < 0.001$), 12 分間走と有意な正の相関 ($r = 0.403, p = 0.002$) が認められた。SB についても同様に T テストと有意な負の相関 ($r = -0.322, p = 0.004$), 12 分間走と有意な正の相関 ($r = 0.354, p = 0.001$) が認められ, BB も同様であり T テストと有意な負の相関 ($r = -0.230, p = 0.040$), 12 分間走と有意な正の相関 ($r = 0.222, p = 0.048$) が認められた。サッカー選手に対して負荷を加えた姿勢保持は, パフォーマンスの敏捷性や持久性と軽度から中等度の相関関係が認められた。

背景

近年, 身体運動には下肢機能に加えて体幹筋機能が重要であると認知されている。市橋ら¹⁾は下肢筋のみならず体幹筋の筋力低下が高齢者の座位保持能力や日常生活動作能力の低下をもたらす要因と報告している。スポーツ現場でも体幹筋機能は注目されており, Leetun ら²⁾はスポーツ選手における下肢傷害と体幹の安定性との関係を報告している。

我々は高校男子サッカー選手に対して傷害予防や競技パフォーマンスの向上を目的としたサポート活動と定期的なフィジカルチェックを行って

る。体幹の安定性は筋力のみならず, 腹筋群と背筋群のバランスや local muscle と global muscle との協調した活動が必要であることから, 複数肢位の荷重位でのブリッジ姿勢を保持させ筋機能の評価してきた。その中で体幹筋機能の向上は運動時の腰痛を減少させる³⁾ことや, 腰痛の予防に関与する可能性を報告した^{4,5)}。さらに, 体幹筋機能の向上は傷害予防の目的のみでなく競技パフォーマンスの向上を目的に実施しているが, その関係性については十分に検討できていない。

体幹筋機能と競技パフォーマンスに関する先行研究において, Priesk ら⁶⁾はスプリント能力やキック能力を向上させるためには, サッカーの通常練習に core stability training を組み合わせることが重要であると報告されている。一方, Okada ら⁷⁾によると core stability は運動能力に対して強い予測因子にならないと報告されており, 体幹筋機能と競技パフォーマンスとの関係については

*1 関西医科大学総合医療センターリハビリテーション科
*2 大阪産業大学大学院人間環境学研究所
*3 大阪河崎リハビリテーション大学リハビリテーション学部
*4 野崎徳洲会病院リハビリテーション科
*5 四條畷学園大学リハビリテーション学部

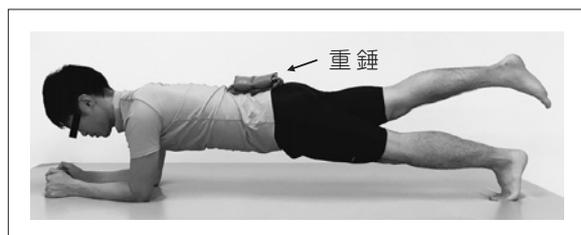


図 1 Front Bridge test
両肩関節屈曲 90° とし前腕にて支持し、下肢は片側足先にて支持する。支持側の反対側下肢を挙上し、体重の 10% の重錘負荷を骨盤上加えて、最大 120 秒間の姿勢を保持する。

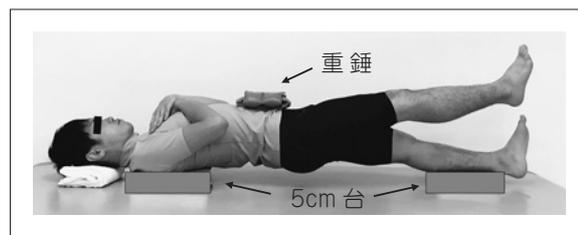


図 3 Back Bridge test
肩甲骨と片側下腿部に 5cm の台を置く。骨盤と体幹を床面と水平になるまで挙上し、支持側と反対側下肢は股関節中間位まで挙上する。体重の 10% の重錘負荷を骨盤上加えて、最大 120 秒間の姿勢を保持する。



図 2 Side Bridge test
両肩関節外転 90° とし前腕にて支持し、下側下肢は足部外側にて支持する。上側下肢を挙上し、体重の 10% の重錘負荷を骨盤上加えて、最大 120 秒間の姿勢を保持する。

様々な見解がある。Imai ら⁸⁾ は体幹筋機能とパフォーマンスとの関係性について調査し、Trunk endurance plank test は持久性を評価する Yo-Yo intermittent recovery test, Cooper test, また、敏捷性を評価する step 50 agility test と有意な相関を認めたと報告している。我々は Imai ら⁸⁾ の報告と同様の評価方法にて体幹筋機能評価を実施してきた。しかし、体幹筋トレーニングを継続的に行っている選手では天井効果により段階的な評価が困難であった。このことから、体幹筋機能評価として有用性が報告されている Kraus-Weber test 大阪市大変法を参考にし、体重の 10% の重錘負荷を課し、かつ、体幹や骨盤の動揺性が増大するように姿勢を変更した。

今回、我々が考案した評価方法により姿勢保持に反映される体幹筋機能とサッカー選手における競技パフォーマンスとの関係性について検討した。

■ 対象

対象は某高校男子サッカー部員 88 名のうち、腰部や四肢に疼痛を認め、体幹筋機能や競技パフォーマンスの評価が実施困難な選手を除外した 80 名とした。対象の年齢(平均±標準偏差)は 16.1 ± 0.8 歳、身長は 171.1 ± 4.7cm、体重は 61.5 ± 4.8 kg であった。なお、選手は週 3 回の頻度で体幹筋トレーニングを継続し、週 1 回は理学療法士と日本体育協会公認アスレティックトレーナーが直接トレーニング指導を行っている。

本研究はヘルシンキ宣言及び、個人情報保護法の趣旨に則り、対象者ならびにクラブ責任教師及び保護者に研究の趣旨や内容、データの取り扱い方法について十分に説明し、研究への参加の同意を得た。

■ 方法

体幹筋機能の評価は Front Bridge test (以下、FB)、Side Bridge test (以下、SB)、Back Bridge test (以下、BB) を用いた。FB、SB、BB は各 1 回の測定とし、測定する順序はランダムに実施した。各施行間では 2 分間の休憩をとらせた。

FB は腹臥位にて両前腕と両足先で支持させ、骨盤を挙上させたところから片側下肢を挙上した姿勢を保持する方法とした(図 1)。SB は側臥位にて下方の前腕と足部外側で体幹を支持させたところから、上方の下肢を挙上した姿勢を保持する方法とした(図 2)。BB は背臥位にて肩甲骨と下腿の下面に 5cm の台を置き、その 2 点で骨盤を挙上させたところから支持側と反対の下肢を挙上し姿勢を保持する方法とした(図 3)。FB、SB、BB それぞれの肢位にて骨盤直上へ体重の 10% の重錘を

負荷し、120秒を目標として姿勢保持を行わせた。点数は10秒間隔で1点とし、片側12点、両側で24点を満点とした。中止基準は、姿勢保持が困難となり骨盤もしくは拳上下肢が床面に接触したとき、または開始姿勢が保持できなくなり、口頭指示にて姿勢を修正できなくなった場合とした。

競技パフォーマンスの評価は3回片脚跳び、20m走、50m走、Tテスト、12分間走の5項目とし、サッカー用のスパイクを使用し実施した。3回片脚跳びと12分間走については日本サッカー協会が発行しているFIFA医学評価研究センター（F-MARC）サッカー医学マニュアルを参照した。T

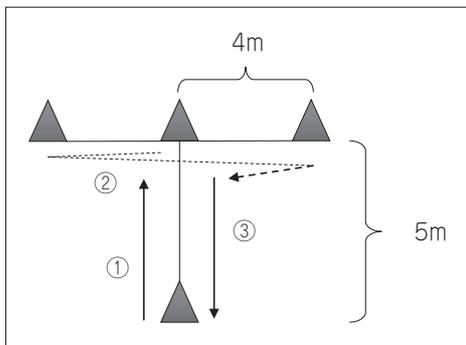


図4 Tテスト

- ①前方のマーカ―までスプリント走
 - ②左方向へ切り返しサイドステップ
左マーカ―へ到達すれば切り返し右マーカ―までサイドステップ
右マーカ―へ到着すれば再び切り返し中央マーカ―までサイドステップ
 - ③後方へ切り返し、スタートしたマーカ―までバックステップ
- 手順①から③を繰り返し合計3回行わせた時間を計測する。
切り返しの際全てのマーカ―の土台部を片手でタッチする。

テストはSemenickら⁹⁾が報告している方法を1施行において3往復行うよう改変して実施した。

3回片脚跳びは片脚立位の姿勢から出来る限り前方へ3回跳躍させ、その跳躍距離を計測した。左右の両脚とも実施した後、その合計を算出した。20m走と50m走はスタンディングスタートで行わせ、実施時間を計測した。Tテストは前後5m、左右4mにマーカ―を設置し、①前方へのスプリント走、②左右へのサイドステップ、③バックステップ、及び、各マーカ―での切り返し動作からなるテストである(図4)。手順①から③を繰り返し、合計3往復を行わせた時間を計測した。尚、切り返しの際全てのマーカ―の土台部を片手でタッチすることとした。12分間走は1周200mの土のトラックで実施し、12分間走り続けその走行距離を計測した。尚、検者は1分毎に声掛けを行った。12分間走は1回の施行とし、その他の4項目は各々2回の施行とし結果の良い方の測定値を採用した。

体幹筋機能と各競技パフォーマンスとの関係性について検討し、統計学的処理にはSPSS(Ver.19)のSpearmanの順位相関係数を用い、有意水準は5%とした。

結果

体幹筋機能評価の平均点数はFB: 17.5±4.3点、SB: 12.4±4.0点、BB: 19.8±4.0点であった。競技パフォーマンス評価の平均値は3回片脚跳び: 12.6±0.8m、20m走: 3.32±0.14秒、50m走: 7.06±0.24秒、Tテスト: 22.72±0.84秒、12分間走: 3241.5±160.1mであった。

体幹筋機能テストと各競技パフォーマンスの評価項目における相関係数を表1に示す。FBでは

表1 体幹筋機能テストと競技パフォーマンスの評価項目との相関係数

	3回片脚跳び	20m走	50m走	Tテスト	12分間走
F B	0.179 (p=0.113)	-0.184 (p=0.101)	-0.136 (p=0.228)	-0.438 (p<0.001)	0.403 (p=0.002)
S B	-0.160 (p=0.890)	-0.101 (p=0.374)	-0.082 (p=0.472)	-0.322 (p=0.004)	0.354 (p=0.001)
B B	0.073 (p=0.520)	-0.151 (p=0.183)	-0.053 (p=0.638)	-0.230 (p=0.040)	0.222 (p=0.048)

数値は相関係数を示し、()の値はp値を示す。

体幹筋機能テストの全ての項目（Front Bridge test；FB、Side Bridge test；SB、Back Bridge test；BB）において、Tテストと有意な負の相関が認められ、12分間走と有意な正の相関が認められた。

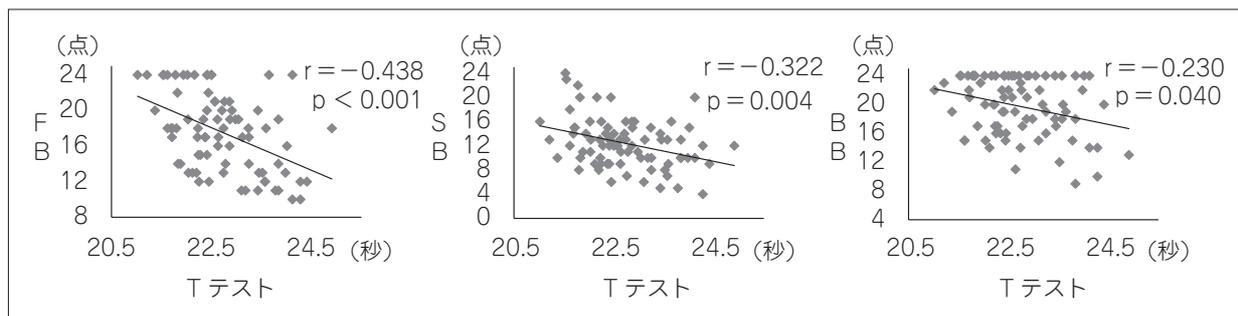


図5 体幹筋機能テストとTテストの関係
Front Bridge test (FB), Side Bridge test (SB), Back Bridge test (BB) 全てにおいてTテストと有意な負の相関が認められた。

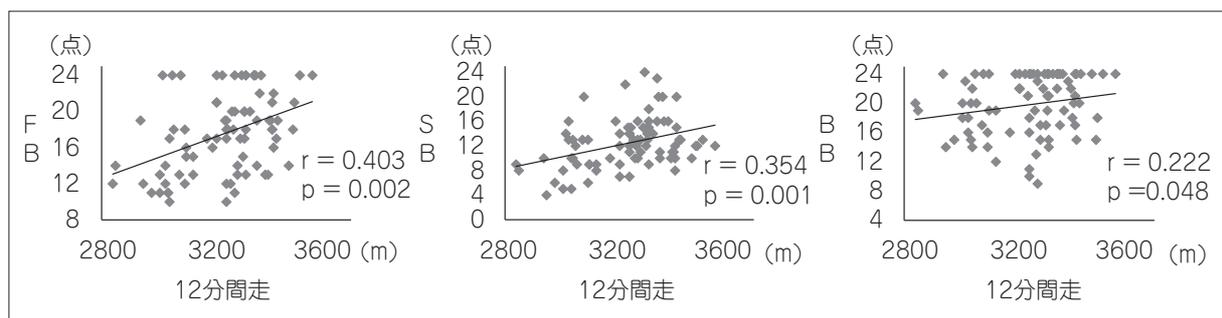


図6 体幹筋機能テストと12分間走の関係
Front Bridge test (FB), Side Bridge test (SB), Back Bridge test (BB) 全てにおいて12分間走と有意な正の相関が認められた。

Tテストと有意な負の相関 ($r = -0.438, p < 0.001$), 12分間走と有意な正の相関 ($r = 0.403, p = 0.002$)が認められた。SBにおいても同様にTテストと有意な負の相関 ($r = -0.322, p = 0.004$), 12分間走と有意な正の相関 ($r = 0.354, p = 0.001$)が認められ、BBにおいても同様でありTテストと有意な負の相関 ($r = -0.230, p = 0.040$), 12分間走と有意な正の相関 ($r = 0.222, p = 0.048$)が認められた(図5)(図6)。体幹筋機能とその他の競技パフォーマンスの評価項目との間に有意な相関は認められなかった。

考察

体幹筋トレーニングを継続的に実施している高校男子サッカー選手における体幹筋機能と競技パフォーマンスとの関連性では、姿勢保持に反映される体幹筋機能とTテスト、12分間走に有意な相関が認められた。継続的に体幹筋トレーニングを実施している選手では、体幹筋機能テストに天井効果が生じるが、今回考案した負荷強度の高い方法を用いることにより段階的な機能評価が可能と

なり、競技パフォーマンスとの相関が認められたと考えられた。Imaiら⁸⁾は本研究と同様に姿勢保持能力と持久性、敏捷性との間に有意な相関を認めたことを報告している。このことから、姿勢保持という静的要素が主な体幹筋機能評価を用いて、動的要素が中心である競技パフォーマンスとの関係について評価し得ることが考えられる。よって、競技パフォーマンスを向上させるために体幹筋機能の評価やトレーニングを含める必要性が示唆された。

体幹筋活動は体幹の安定性に寄与しており、Hodgesら¹⁰⁾は体幹の浅層筋群は関節運動や身体重心をコントロールし、深層筋群は脊柱や骨盤の安定性に関与すると報告している。本研究で用いた体幹筋機能テストと同姿勢の筋電図学的分析において、SBでは支持側の内腹斜筋、多裂筋、腹横筋といったlocal muscleの筋活動が高まると報告されている^{11,12)}。さらに、高負荷のLumbar stabilization exerciseでは、local muscleとglobal muscleの筋活動が必要とされるとの報告もある¹³⁾。以上より、体幹や骨盤の動揺性が増大する姿勢、か

つ、重錘を負荷したブリッジ姿勢を保持するためには local muscle と global muscle、腹筋群と背筋群の筋活動とこれらの協調した働きが必要である。よって、本研究の体幹筋機能テストは姿勢保持における体幹の安定性を評価した測定方法であると考えられる。動作における下肢のコントロールや筋力発揮のためには体幹の安定性が基盤であることから、FB, SB, BB と T テスト、12 分間走に有意な相関が認められたものと考えられる。

敏捷性の評価とされている T テストは前方へのスプリント走だけでなくサイドステップやバックステップからなり、またスプリント走からサイドステップ、サイドステップでの 180° の繰り返し動作などが含まれている。これらの繰り返し動作や素早い方向転換には体幹を中心に大きな慣性力が働くことから、この慣性力に抗し続ける体幹筋機能が必要である。姿勢保持時間を計測する体幹筋機能の評価方法は、Imai ら⁸⁾ の報告のように持久性に強く関係する評価と考えられる。しかし、本研究にて用いた体幹筋機能の評価方法は Imai ら⁸⁾ の方法よりもさらに体幹や骨盤への動揺性が増大する姿勢としており、また、骨盤直上に体重の 10% の重錘を負荷している。このことから、本方法は姿勢保持の難度が高くなると考えられる。そのため、保持時間を計測する持久的な要素に加えて、体幹・骨盤が多方向へ動揺することに対して、瞬時に開始姿勢へ修正することが要求される。木下ら¹²⁾ の筋電図学的分析では、SB において下肢の挙上や負荷を加えることで体幹や骨盤では多方向への動揺性が増大し、これに対応して常に修正を繰り返し体幹・骨盤を正中位に保持するために中殿筋・内腹斜筋・多裂筋が協同的に筋活動を高めると報告している。以上のことから、本研究で用いた FB, SB, BB における姿勢保持能力では、開始姿勢を持続的に保持するために腹筋群と背筋群、local muscle と global muscle といった体幹筋群の協調した働きが必要となり、T テストのような素早い繰り返し動作時において姿勢を保持する体幹筋機能に影響していることが考えられる。

ランニング動作における先行研究では、Saunders ら¹⁴⁾ はランニング中の体幹筋の活動により重心の前方移動の効率化と腰椎骨盤帯の姿勢を制御すると報告している。また、core stability training を実施した群では 5000m 走のタイムが有意に速くなったとの報告¹⁵⁾ や、高負荷のランニングでは

core muscle の疲労が誘発されると報告されている¹⁶⁾。これらのことから、ランニング動作において体幹筋機能は重要であり、FB, SB, BB といった持続的な姿勢保持に反映される体幹筋機能が、持久的な競技パフォーマンスである 12 分間走に影響していると考えられる。

今回、FB, SB, BB と敏捷性の評価である T テスト、持久性の評価である 12 分間走との間に有意な相関が認められた。しかし、BB では満点をとる選手が多く天井効果が考えられ、今後はその方法について再考する必要がある。また、いずれも相関係数は軽度から中等度であり、その他の競技パフォーマンスの評価項目とは有意な相関が認められなかった。サッカー選手における競技パフォーマンスには下肢機能も重要であることから、下肢筋力や実際の動作分析による全身的な観点からの検討も必要であり今後の課題である。

結 語

高校男子サッカー選手を対象に体幹筋機能と競技パフォーマンスとの関係性について検討した。体幹筋機能の評価として体幹や骨盤への動揺性が増大する姿勢をとらせ、骨盤直上に体重の 10% の重錘を負荷したブリッジ姿勢を保持する FB, SB, BB を用いた。それぞれ体幹筋機能評価と T テストとに有意な負の相関、12 分間走と有意な正の相関が認められた。負荷を加えた姿勢保持に反映される体幹筋機能と敏捷性、及び、持久性とは軽度から中等度の相関関係にあることが認められた。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) 市橋則明, 池添冬芽, 中村雅俊. 運動器障害に対する理学療法のエビデンス. 理学療法学. 2013; 40(4): 264-268.
- 2) Leetun, DT, Ireland, ML, Willson, JD, Ballantyne, BT, Davis, IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. Med Sci Sports Exerc. 2004; 36(6): 926-934.
- 3) 井上直人, 橋本雅至, 田頭悟志, 大槻伸吾. 高校サッカー選手における体幹筋トレーニングが腰痛発生予防へ与える効果. 日本臨床スポーツ医学会誌.

- 2010; 18(3): 504-510.
- 4) 河野詩織, 橋本雅至, 井上直人, 田頭悟志, 大槻伸吾. 高校男子サッカー選手における体幹筋機能と運動時腰痛発生の経時的変化. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2011; 19(3): 551-557.
 - 5) 石東友輝, 橋本雅至, 井上直人, 木下和昭, 古川博章, 大槻伸吾. 高校男子サッカー選手における入学年度別の体幹筋機能と運動時腰痛発生の経時的変化. 四條畷学園大学リハビリテーション学部紀要. 2013; 9: 7-14.
 - 6) Prieske, O, Muehlbauer, T, Borde, R, Gube, M, Bruhn, S, Behm, DG, Granacher, U. Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability. *Scand J med Sci Sports*. 2016; 26(1): 48-56.
 - 7) Okada, T, Huxel, KC, Nesser, TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(1): 252-261.
 - 8) Imai, A, Kaneoka, K. The relationship between trunk endurance plank tests and athletic performance tests in adolescent soccer players. *Int J Sports Phys Ther*. 2016; 11(5): 718-724.
 - 9) Semenick, D. Tests and measurements: T-test. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 1990; 12(1): 36-37.
 - 10) Hodges, PW, Richard, CA. Feedforward contraction of transverses abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*. 1997; 114(2): 362-370.
 - 11) 大久保雄, 金岡恒治. コアスタビリティトレーニングのための機能解剖学. *理学療法*. 2009; 26(10): 1187-1193.
 - 12) 木下和昭, 橋本雅至, 田頭悟志, 井上直人, 森 洋子, 新谷 健. Side-Bridge 動作での運動条件変化に伴う体幹筋・股関節周囲筋の筋活動. *関西臨床スポーツ医・科学研究会誌*. 2009; 19: 49-52.
 - 13) Okubo, Y, Kaneoka, K, Imai, A, Shiina, I, Tatumura, M, Izumi, S, Miyakawa, S. Electromyographic analysis of transversus abdominis and lumbar multifidus using wire electrodes during lumbar stabilization exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010; 40(11): 743-750.
 - 14) Saunders, SW, Rath, D, Hodges, PW. Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion. *Gait Posture*. 2004; 20(3): 280-290.
 - 15) Sato, K, Mokha, M. Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners? *J Strength Cond Res*. 2009; 23(1): 133-140.
 - 16) Tong, TK, Wu, S, Nie, J, Baker, JS, Lin, H. The occurrence of core muscle fatigue during high-intensity running exercise and its limitation to performance: the role of respiratory work. *J Sports Sci Med*. 2014; 13(2): 244-251.

(受付：2017年10月23日, 受理：2018年8月17日)

Relationship between trunk muscle function and athletic performance in high school male soccer players

Shintani, T.^{*1,2}, Hashimoto, M.^{*3}, Tagashira, S.^{*4}, Fukumoto, T.^{*4}
Takashima, A.^{*2,4}, Kinoshita, K.^{*5}, Otsuki, S.^{*2}

^{*1} Department of Rehabilitation, Kansai Medical University General Medical Center

^{*2} Graduate School of Human Environment, Osaka Sangyo University

^{*3} Faculty of Rehabilitation, Osaka Kawasaki Rehabilitation University

^{*4} Department of Rehabilitation, Nozaki Tokushukai Hospital

^{*5} Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University

Key words: core stability, agility, endurance

[Abstract] This study examined the relationship between trunk muscle function and athletic performance. The subjects were 80 male high school soccer players who regularly practiced trunk muscle training and injury prevention. Trunk muscle function was evaluated by measuring the posture-holding time using the Front Bridge test (FB), Side Bridge test (SB), and Back Bridge test (BB), with weight loading of 10% of the body weight. These results were converted into scores. Tests of athletic performance were measured 3 times, and included one-leg hopping, 20 m sprint, 50 m sprint, the T-test, and 12-minute running. There was a significant negative correlation with FB ($r=-0.438$, $p<0.001$) and the T-test, and a significant positive correlation ($r=0.403$, $p=0.002$) with 12-minute running. SB and BB also showed significant negative correlation (SB: $r=-0.322$, $p=0.004$, BB: $r=-0.230$, $p=0.040$) with the T-test and a significant positive correlation (SB: $r=0.354$, $p=0.001$, BB: $r=0.222$, $p=0.048$) with 12-minute running. Trunk muscle function reflected in posture preservation using FB, SB, and BB in this study is a function of the agility and endurance necessary for soccer players and demonstrated moderate correlation.