

マルチヒップジョイントボードを用いた ストレングストレーニングは短距離選手以外でも有効か —中距離選手における事例報告—

仲田 秀 臣[†]・濱 口 幹 太^{††}・中 西 康 人[†]
大 槻 伸 吾[†]・水 野 増 彦^{†††}

Is Strength Training using Multi Hip Joint Board effective for non-Sprinters? :

Case report on a Middle-distance Runner

NAKATA Hideomi[†], HAMAGUCHI Kanta^{††}, NAKANISHI Yasuto[†]
OTSUKI Shingo[†], MIZUNO Masuhiko^{†††}

要 旨

先行研究において、マルチヒップジョイントボード (MHJB) を用いたストレングストレーニングを実施することが、大腰筋横断面積 (PM CSA) の増大とランニングパフォーマンスの向上につながる可能性について報告を行った。しかしながら、これらの研究では陸上競技の短距離選手のみを対象としており、非短距離選手を対象としたMHJBトレーニングのPM CSAやパフォーマンスに対する効果は検証されていない。そこで本研究では、非短距離選手におけるMHJBトレーニングの有用性を探るために、陸上競技の中距離選手1名を対象としてMHJBトレーニングがPM CSAならびにランニングパフォーマンスに及ぼす効果について検証を行った。また、本研究は冬季準備期の専門的なトレーニング後にMHJBトレーニングを加えるかたちで実施された。その結果、対象におけるPM CSAはトレーニング後に増加し、ランニングパフォーマンスはトレーニング後の試合期前半シーズンで向上した。MHJBトレーニングは、陸上競技の中距離選手においても、ランニングパフォーマンスを向上させるストレングストレーニングとして活用できる可能性が示唆された。

[†]大阪産業大学 スポーツ健康学部スポーツ健康学科教授

^{††}大阪産業大学大学院 人間環境学研究科博士後期課程

^{†††}日本体育大学 体育学部教授

草 稿 提 出 日 10月1日

最 終 原 稿 提 出 日 10月4日

Abstract

In previous studies, we reported that the strength training using Multi Hip Joint Board (MHJB) could increase the cross-sectional area of the psoas major muscle (PM CSA) and improve sprint performance. However, only collegiate male sprinters were tested in these studies, and the effects of MHJB training have not been examined with non-sprinters. Therefore, we aimed to investigate the effects of MHJB training on PM CSA and running performance of a collegiate male middle-distance runner. The present study was conducted during a winter preparation period. The MHJB training was conducted three times per week for six weeks in addition to his normal daily workout. PM CSA and running performance were measured before and after the MHJB training. PM CSA was measured by a magnetic resonance imaging, and the running performance was defined as the certified 800-meter running record. The subject showed improvements in PM CSA and 800-meter running performance after six weeks of training. The MHJB training could be used as one of the training methods to improve running performance of middle-distance runners.

キーワード：マルチヒップジョイントボード，ランニングパフォーマンス，大腰筋，中距離選手

Keywords：Multi Hip Joint Board, running performance, psoas major, middle-distance runner

目的

大腰筋 (psoas major, PM) は腹部の深層に位置する筋で、起始が第1～4腰椎体および横突起、停止が大腿骨小転子、運動としては股関節の屈曲および外旋、体幹の屈曲の作用を持つとされている (中村ら, 2018)。その横断面積 (cross-sectional area, CSA) の大きさは、陸上競技における短距離選手のランニングパフォーマンスに強く影響することが、これまで多くの研究で明らかになっており (狩野ら, 1997; 衣笠ら, 2001; 久野ら, 2001)、近年においては、吉本ら (2019) がPM CSAと60m走記録、Tottori et al. (2021) がPM CSAと100m走記録に有意な相関関係が認められることを報告している。

一方、PMを鍛える、あるいは肥大させるトレーニング方法としては、一般的にレッグレイズやニーレイズなど、主に立位や座位、または仰臥位で足や膝を引き上げる動作を伴うストレングストレーニングが挙げられる。また、仲田ら (2013) およびNakata et al. (2021b) は、股関節筋群を鍛える新たなトレーニング方法として、マルチヒップジョイントボード (Multi Hip Joint Board, MHJB) を用いたストレングストレーニングを考案し、そのトレーニングがPMの肥大とランニングパフォーマンスの向上をもたらす可能

性があることを示唆した。しかしながら、これらの対象は陸上競技の短距離選手のみであり、MHJBトレーニングがもたらす効果も短距離選手に限定されるものと考えられ、他種目あるいは他競技の競技者におけるMHJBトレーニングの効果は不明である。

そこで本研究では、他種目の競技者におけるMHJBトレーニングの有用性を探るために、まず陸上競技の中距離選手1名に対して、仲田ら(2013)およびNakata et al.(2021b)の方法と同様に、冬季準備期において実施される通常の専門的トレーニング後にMHJBトレーニングを加え、PM CSAならびにランニングパフォーマンスにどのような効果をもたらすのかを検討した。

方法

1. 対象

対象は、整形外科的疾患を有さない大学男子中距離選手1名であった。MHJBトレーニング前(大学2年次)における対象の年齢、身長、体重、体脂肪率、除脂肪体重、競技歴、競技開始年齢、および専門種目(800m)の最高記録をTable 1に示した。なお、対象の800m走における最高記録は、日本陸上競技連盟が主催または共催する競技会(大学2年次の試合期後半シーズン、8~11月)において公認された最高記録を採用した。また、対象の800m走における以前の最高記録は、高校3年次(18歳)で2分01秒67、大学1年次(19歳)で1分57秒68であった。

本研究は、ヘルシンキ宣言の趣旨に則り、対象には、本研究の目的、方法、および倫理的配慮等に関する説明を十分に行い、書面により本研究参加への承諾を得た。

Table 1. Baseline characteristics of the case

Age, yrs.	20
Body height, cm	169.0
Body mass, kg	56.9
%fat, %	8.9
LBM, kg	51.8
Length of athletic career, yrs.	8
Age at first competition, yrs.	12
800m SB, min: sec.	1: 53. 67

Abbreviations: %fat, body fat percentage; LBM, lean body mass; 800m, 800meters race; SB, season's best time of race

2. 身体組成

身体組成は、体成分分析装置InBody720（株式会社インボディ・ジャパン）を用いて測定した。本装置は複数の周波数（1, 5, 50, 250, 500, および1,000kHz）を使用し、8点接触型電極から人体に微弱な電流を通し、体内抵抗値（bioelectrical impedance）を測定するものである。これにより体重、体脂肪率、および除脂肪体重を求めた。なお、測定は運動後および食後2時間以上経過した状態で、アクセサリーなどの金属類は外し、両掌や両足底の清拭後、腋窩や両大腿部を軽く開いた立位姿勢で実施した。また、測定時期はMHJBトレーニング前の12月下旬およびMHJBトレーニング後の3月下旬であった。

3. PM CSA

PM CSAは、磁気共鳴断層撮影装置EXCELART Vantage（東芝メディカルシステムズ株式会社）を用い、まず対象の脊柱が撮像されるように体幹部矢状面画像を取得した後、第4腰椎と第5腰椎の中央部横断面を撮影した（Marras et al., 2001）。撮影した画像を本装置に付属の画像解析ソフトによって左右の筋断面の外周をトレースし、PM CSAを算出した。また、分析には左右の筋断面積の平均値を採用した。さらに、体重（体積）が3乗の指標、横断面積は2乗の指標であるため、体格補正には体重および除脂肪体重の2/3乗で除した値を用いた。

測定は、身体組成の測定とほぼ同時期に実施した。なお、測定誤差を最小限にするため、撮影および外周のトレースはすべて熟練した放射線技師1名が行った。

4. ランニングパフォーマンス

ランニングパフォーマンスは、対象の専門種目における800m走記録で、かつ日本陸上競技連盟が主催または共催する競技会において公認されたものとした。また、MHJBトレーニング前（大学2年次）のランニングパフォーマンスは試合期後半シーズン（8～11月）における最高記録およびトップ3の平均記録、MHJBトレーニング後（大学3年次）のランニングパフォーマンスは試合期前半シーズン（3～7月）における最高記録およびトップ3の平均記録とした。さらに、800m走の最高記録およびトップ3の平均記録をワールドアスレティックスのIAAF scoring tables of athletics（Spiriev, 2014）により、IAAF score pointsを求めた。

5. 準備期における週間のトレーニング内容および年間のトレーニング期分け

Table 2 には冬季準備期において通常実施される週間のトレーニング内容, Table 3 には年間のトレーニング期分けを示した。

Table 2. Typical weekly training schedule during preparatory phase

	Speed/ Power/ Endurance	Strength	Plyometric
Monday (endurance focus)	Cross country run, 60minutes	Bench press Half squat High clean pull Leg curl	NA
Tuesday (speed endurance focus)	Interval run, 3-5×300-400m/ Repetition run, 2-3×600-1,500m/ Pace run, 3-5×800-1,000m	NA	Hurdle hop
Wednesday (endurance focus)	Long run, 60-90minutes	Bench press Half squat High clean pull Leg curl	Box Jump
Thursday (rest day)	NA	NA	NA
Friday (speed endurance focus)	Interval run, 3-5×300-400m/ Repetition run, 2-3×600-1,500m/ Pace run, 3-5×800-1,000m	NA	Single leg hop/ Alternate leg bounding
Saturday (speed and power focus)	Standing start dash, 3×30m Stair sprint, 3×200 stairs/ Uphill sprint, 3×100m	Bench press Half squat High clean pull Leg curl	NA
Sunday (rest day)	NA	NA	NA

The warm-up routine included light jogging, dynamic stretching, sprint drills, and wind sprinting (running at subjective effort of 70%) . The cool-down routine included light jogging and static stretching. The strength training included bench presses, half squats, high clean pulls, and leg curls. For each strength training session, the load was set at 60% to 80% of one repetition maximum. The strength training was performed with 3 to 5sets of 5 to 10 repetitions and the total volume of the training depended on the progression of the training. Abbreviations: NA, not applicable.

Table 3. Annual Training phases

Months	Training phases	Duration
March	Competitive phase	14-15weeks
April		
May		
June		
July	Preparatory phase	4-5weeks
August	Competitive phase	10-11weeks
September		
October		
November	Transition phase	4-5weeks
December	Preparatory phase	14-15weeks
January		
February		
March		

6. MHJBの特徴

MHJB（株式会社ニシ・スポーツ）は金属製のトレーニング機器で、外寸は縦が100cm、横が254cm、高さが13.5cm（すべて実測値）、重量は約120kgである。足を接地する2箇所のボードは滑り止め加工がされており、それぞれ傾斜角を4段階に可変できようになっている。それらの角度は目盛1で45度、2で37.5度、3で30度、4で22.5度となる。また、各ボードの間隔は5cm刻みで9段階に可動させることができ、最大で91cm、最小で51cmとなる（仲田ら、2013；Nakata et al., 2021b）。

7. MHJBトレーニング

MHJBトレーニングは、水野ら (2006)、仲田ら (2013)、およびNakata et al. (2021b)の方法に準じ、冬季の準備期において通常実施される専門的トレーニング (Table 2) 後に、MHJBトレーニングを加えた。トレーニング方法の詳細は、下記 (1) ~ (4) に示した。

(1) 種目, 回数, セット

種目, 回数, およびセットは、①サイドスプリット (20回×3セット), ②サイドステップ (20回×3セット), ③スプリット (左右各10回×3セット), ④ランニングスプリット (20回×3セット), ⑤クロスレッグ (左右各10回×3セット), ⑥スタートスプリット (20回×3セット), ⑦ランニングスプリット (50回連続×1セット) の7種目とした。また、各種目および各セットのインターバルは約2分とし、①から⑦の順序で実施した。なお、MHJBトレーニング10回目からは、漸進性過負荷の原則 (Baechle and Earle, 2008) に従い、対象はアングルウェイト (約1 kg) およびウェイトジャケット (約4 kg) を装着して実施した。

(2) 頻度

頻度は1週間に3回 (基本的に月, 水, 土) であった。

(3) 時間

7種目実施に費やした時間は約25分であった。

(4) 期間

期間は1月中旬から2月下旬の6週間 (合計18回) であった。

結果

PM CSAの絶対値, 体重比, および除脂肪体重比はトレーニング前後でそれぞれ 1.20cm^2 (6.00%), $0.07\text{cm}^2 \cdot \text{kg}^{-0.67}$ (5.50%), $0.07\text{cm}^2 \cdot \text{kg}^{-0.67}$ (4.96%) 増加した。また, 800m走のシーズンベスト記録およびトップ3の平均記録はトレーニング前後でそれぞれ2.06秒 (-1.81%), 2.33秒 (-2.03%) 短縮した。さらに, 800m走のシーズンベスト記録およびトップ3の平均記録のIAAF score pointsはそれぞれ57ポイント (6.17%), 64ポイント (7.11%) 増加した (Table 4)。

Table 4. PM CSA and running performance measures from pre to post MHJB training

	Pre	Post	Difference	% Change
PM CSA, cm ²	19.92	21.12	1.20	6.00
PM CSA/ BM, cm ² ·kg ^{-0.67}	1.33	1.40	0.07	5.50
PM CSA/ LBM, cm ² ·kg ^{-0.67}	1.41	1.48	0.07	4.96
800m SB, min: sec.	1: 53. 67	1: 51. 61	-2.06	-1.81
Top3 average, min: sec.	1: 54. 57	1: 52. 24	-2.33	-2.03
800m SB, IAAF score points	924	981	57	6.17
Top3 average, IAAF score points	900	964	64	7.11

Abbreviations: PM CSA, psoas major cross-sectional area; BM, body mass; LBM, lean body mass; 800m, 800meters race; SB, season's best time of race; Top3 average, average of the top3 running performances of the season; IAAF, International Association of Athletics Federations; Difference, post value - pre value; % Change, percentage change = [(post value - pre value) / pre value] × 100 (%).

考察

1. PM CSAについて

国内における陸上競技の男子中距離選手を対象にPM CSAについて検討した研究は、我々が渉猟した限り見当たらず、800m走記録が1分47秒59から1分51秒03までの中距離選手（6名）と短距離選手（10名）の合計16名を合わせて検討した研究では、PM CSA（体重比）が $1.23 \pm 0.16 \text{cm}^2 \cdot \text{kg}^{-0.67}$ であったと報告されている（Sugisaki et al., 2011）。また、男子長距離選手では、PM CSA（体重比）が世界トップレベルのケニア人長距離選手（1名）で $1.27 \text{cm}^2 \cdot \text{kg}^{-0.67}$ （吉岡ら, 2012）、日本人実業団長距離選手（10名）で $0.83 \pm 0.19 \text{cm}^2 \cdot \text{kg}^{-0.67}$ （吉岡ら, 2012）、高校トップレベル長距離選手（24名）で $1.10 \pm 0.12 \text{cm}^2 \cdot \text{kg}^{-0.67}$ （山中ら, 2016）との報告がある。陸上競技選手の場合、PM CSAの大きさが測定する時期により変動する可能性があること（新井ら, 2004；Nakata et al., 2021a）、また研究方法によっては撮像部位が異なることがあるため、本研究の結果と上記の研究結果を単純に比較することは難しいかもしれないが、対象におけるPM CSA（トレーニング前 $1.33 \text{cm}^2 \cdot \text{kg}^{-0.67}$ 、トレーニング後 $1.40 \text{cm}^2 \cdot \text{kg}^{-0.67}$ 、いずれも体重比）は、中距離選手としては比較的大きいのではないかと考えられた。

一方、ストレングストレーニングによるPM CSAの変化については、眞鍋ら（2012）が陸上競技の短距離選手（男性6名）を対象として、PM強化を目的としたトレーニングを

実施させ、PM CSAが平均値で6.2%増加したこと、またNakata et al. (2021b) が同競技の短距離選手 (男性7名) を対象として、MHJBトレーニングを実施させ、PM CSAが中央値で5.70%増加したことを報告している。本研究では、陸上競技の中距離選手を対象にしたが、PM CSAの変化率はこれまでの研究結果と同程度の値 (+6.00%) を示したことから、中距離選手においてもMHJBトレーニングを取り入れることで、PMの肥大効果を期待できることが示された。

2. ランニングパフォーマンスについて

対象のランニングパフォーマンスについては、800m走のシーズンベスト記録が、トレーニング前 (大学2年次) 1分53秒67からトレーニング後 (大学3年次) 1分51秒61まで、2.06秒短縮した。これらは当時のパフォーマンスレベルでは、前者が地区学生選手権大会の参加標準記録、後者が日本学生選手権大会の参加標準記録に相当するものであった。

丹治ら (2017) は、大学男子ランナーを対象にした3年間の縦断的研究において、中距離群 (8名) の800m走におけるシーズンベスト記録のIAAF score pointsは、3年間 (大学1年次 886.9 ± 63.8 から大学3年次 949.0 ± 45.9) で $7.3 \pm 6.5\%$ 上昇したことを報告している。また、同報告の年次変化をみると、IAAF score pointsは、1年目 (大学1年次 886.9 ± 63.8) から2年目 (大学2年次 922.6 ± 47.8) で $4.2 \pm 3.1\%$ 、さらに2年目 (大学2年次 922.6 ± 47.8) から3年目 (大学3年次 949.0 ± 45.9) では $2.9 \pm 3.7\%$ 、それぞれ上昇したことがわかる。本研究では、対象の800m走におけるシーズンベスト記録のIAAF score pointsは、トレーニング前 (大学2年次924) からトレーニング後 (大学3年次981) で6.7%、トップ3の平均記録のIAAF score pointsではトレーニング前 (大学2年次900) からトレーニング後 (大学3年次964) で7.11%の上昇をみせた。丹治ら (2017) の研究において、普段実施しているトレーニング内容 (特にストレングストレーニング) が明らかではないので、本研究におけるIAAF score pointsの変化と単純には比較できないが、中距離選手における通常のトレーニングにMHJBトレーニングを加えることは、ランニングパフォーマンスを向上させるための1つの方法になり得る可能性があるのではないかと考えられた。

3. MHJBトレーニングについて

仲田ら (2013) およびNakata et al. (2021b) は、MHJBトレーニングにより陸上競技の短距離選手のPM CSAが増大した理由を、このトレーニングが主に脚を交互に素早く入れ替える連続動作であること、つまり股関節の屈曲および伸展運動によって大腰筋に負荷がかかったこと、それに加えて足の接地面が傾斜していることで、さらに前方脚側の股関節

をより大きく屈曲させ、後方脚側の股関節をより大きく伸展させたことなどを可能性として挙げている。本研究は対象が陸上競技の中距離選手であったが、上記と同様の機序により、PM CSAが増大したものと考えられた。

ところで、吉岡ら（2012）は、陸上競技の長距離選手においてもPM CSAの大きさがランニングパフォーマンスに關与する可能性を示唆している。さらに走スピードを必要とされる中距離選手においては、PM CSAの大きさがランニングパフォーマンスに強く關与することが容易に推測される。したがって、今後、中・長距離選手においても、PMの強化を意識したストレングストレーニングを取り入れることが必要となるのかもしれない。

本研究の限界

本研究の限界としては、例数が少ないこと、またランニングパフォーマンスに影響を及ぼすと考えられる他の筋群（大殿筋、大腿筋膜張筋、大腿四頭筋近位端、内転筋群など）のCSAを測定できなかったことやMHJBトレーニング以外にも日常的に実施された専門的なトレーニングの影響を排除できないこと、さらには股関節屈曲筋の筋力を評価できなかったことなどが挙げられる。

まとめ

本研究では、陸上競技の短距離選手以外の競技者に対するMHJBトレーニングの有用性を探るために、陸上競技の中距離選手（男性1名）を対象として、冬季準備期における専門的なトレーニング後にMHJBトレーニングを加え、MHJBトレーニングがPM CSAならびにランニングパフォーマンスにどのような効果をもたらすのかを検討した。その結果、対象におけるPM CSAはトレーニング後に増加し、ランニングパフォーマンスはトレーニング後の試合期前半シーズンで向上した。MHJBトレーニングは、陸上競技の中距離選手においても、ランニングパフォーマンスを向上させるストレングストレーニングとして活用できる可能性があると考えられた。

利益相反

本研究に関して、開示すべき利益相反関連事項はない。

参考文献

- 新井宏昌, 渡邊信晃, 高本恵美, 真鍋芳明, 前村公彦, 岩井浩一, 宮下 憲, 尾縣 貢 (2004) 国内一流女子スプリンターにおけるトレーニング経過にともなう形態的, 体力的要因と疾走動作の変化. 体育学研究, 49 (4), 335-346.
- Baechle, T. R. and Earle, R. W. (2010) Essentials of Strength Training and Conditioning. 3rd ed., National Strength and Conditioning Association, Human Kinetics, Illinois, USA, 416, 442.
- 星川佳広, 飯田朝美, 松村正隆, 内山亜希子, 中嶋由晴 (2006) 高校生スポーツ選手の競技種目別の大腰筋断面積. 体力科学, 55 (2), 217-228.
- 狩野 豊, 高橋英幸, 森丘保典, 秋間 広, 宮下 憲, 久野譜也, 勝田 茂 (1997) スプリンターにおける内転筋群の形態的特性とスプリント能力の関係. 体育学研究, 41 (5), 352-359.
- 衣笠竜太, 加藤謙一, 麻場一徳, 久野譜也 (2001) 日本のトップスプリンターの大腰筋横断面積と疾走速度との関係. 第52回日本体育学会大会号, 312.
- 久野譜也, 金 俊東, 衣笠竜太 (2001) 体幹深部筋である大腰筋と疾走能力との関係. 体育の科学, 51 (6), 428-432.
- 真鍋芳明, 櫻井健一, 百武憲一, 秋本伸吾 (2012) 陸上競技者における大腰筋強化を目的としたトレーニングが筋肥大および疾走パフォーマンスに与える影響. 陸上競技研究, 88, 28-35.
- Marras, W. S., Jorgensen, M. J., Granata, K. P. and Waiand, B. (2001) Female and male trunk geometry, size and prediction of the spine loading trunk muscle derived from MRI. Clin. Biomech., 16, 38-46.
- 水野増彦, 小林史明, 下嶽進一郎, 浅野友亮 (2006) スピードスプリントのためのヒップジョイントトレーニング. NITTAI Sports Training Journal, 3, 23-31.
- 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩 (2018) 基礎運動学 第6版 補訂, 4 四肢と体幹の運動. 医歯薬出版, 252.
- 仲田秀臣, 澤井 亨, 瀬戸孝幸, 田邊 智, 大槻伸吾, 平井富弘, 水野増彦 (2013) 大学男子短距離選手における“マルチヒップジョイントボード”を用いたヒップジョイントトレーニングの試み. 大阪体育学研究, 51, 61-70.
- Nakata, H., Seto, T., Sawai, T., Nakanishi, Y., and Otsuki, S. (2021a) Changes in Cross-sectional Area of Psoas Major Muscle during Competitive Period in Male Sprinters. Journal of Human Environmental Studies, 20, 1-11.
- Nakata, H., Nakanishi, Y., Otsuki, S., Mizuno, M., Connor, J., and Doma, K. (2021b) Six Weeks of Hip Joint Training Using a Novel Multi Hip Joint Board Improves Sprint Performance in

- Competitive Collegiate Male Sprinters. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, doi: 10.1519/JSC.0000000000003993
- Spiriev, B. (2014) IAAF scoring tables of athletics. 2014 revised edition, International Amateur Athletic Federation.
file:///C:/Users/gsv23/Downloads/iaaf%20scoring%20tables%20of%20athletics%20-%20outdoor%20%20 (2) .pdf / (accessed 2022-03-09) .
- Sugisaki, N., Kanehisa, H., Tauchi, K., Okazaki, S., Iso, S., and Okada, J. (2011) The Relationship between 30-m Sprint Running Time and Muscle Cross-sectional Areas of the Psoas Major and Lower Limb Muscles in Male College Short and Middle Distance Runners. *International Journal of Sport and Health Science*, 9, 1-7.
- 丹治史弥, 鍋倉賢治 (2017) 大学生ランナーにおける3年間の有酸素性能力と走パフォーマンスの変化の関係. *ランニング学研究*, 28, 17-28.
- Tottori, N., Suga, T., Miyake, Y., Tsuchikane, R., Tanaka, T., Terada, M., Otsuka, M., Nagano, A., Fujita, S., and Isaka, T. (2021) Trunk and lower limb muscularity in sprinters: what are the specific muscles for superior sprint performance? *BMC Research Notes*, 14 (1), 74, doi: 10.1186/s13104-021-05487-x.
- 山中 亮, 松林武生, 佐伯徹郎, 榎本靖士, 山崎一彦, 杉田正明 (2016) 高校トップレベル男子長距離走者のパフォーマンスと大腰筋の筋横断面積および最高酸素摂取量の関係. *体力科学*, 65 (3), 307-313.
- 吉本隆哉, 高橋英幸, 杉崎範英, 千葉佳裕 (2019) トレーニング期前後のスプリントパフォーマンス向上に伴う筋の形態的特徴の変化. *デサントスポーツ科学*, 40, 196-205.
- 吉岡利貢, 中垣浩平, 中村和照, 向井直樹, 鍋倉賢治 (2012) 世界トップレベルで活躍するケニア人長距離ランナーの体力・形態特性. *体育学研究*, 57 (1), 237-248.