

# マルチヒップジョイントボードを用いたストレングス トレーニングが腰部脊柱起立筋に及ぼす影響

仲田 秀 臣<sup>†</sup>・濱 口 幹 太<sup>††</sup>・中 西 康 人<sup>†</sup>  
大 槻 伸 吾<sup>†</sup>・水 野 増 彦<sup>†††</sup>

## The Effect of Strength Training Using a Multi Hip Joint Board on Lumbar Erector Spinae

NAKATA Hideomi<sup>†</sup>, HAMAGUCHI Kanta<sup>††</sup>, NAKANISHI Yasuto<sup>†</sup>  
OTSUKI Shingo<sup>†</sup>, MIZUNO Masuhiko<sup>†††</sup>

### 要 旨

本研究では、これまで我々の研究において得られた体幹部の断層画像から腰部脊柱起立筋の横断面積を算出し、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が大学男子スプリンターの横断面積に及ぼす影響について検証した。その結果、マルチヒップジョイントボードトレーニング実施したトレーニング群の腰部脊柱起立筋の横断面積には、通常のトレーニングのみを実施したコントロール群と比較して、有意な増加が認められた。つまり、マルチヒップジョイントボードトレーニングは、大腰筋を肥大させるだけでなく、腰部脊柱起立筋も肥大させるストレングストレーニングである可能性が示唆された。

### Abstract

We have previously reported that strength training using a Multi Hip Joint Board (MHJB) may increase the cross-sectional area (CSA) of the psoas major (PM) muscle and improve sprint performance. However, it is unclear how strength training with MHJB affects lumbar erector spinae (ES) muscle. Therefore, we calculated the CSA of the ES from the magnetic resonance images of the trunk obtained in our research, and examined the effect of strength training using the MHJB on the ES CSA of male

---

<sup>†</sup> 大阪産業大学 スポーツ健康学部スポーツ健康学科教授

<sup>††</sup> 大阪産業大学大学院 人間環境学研究科博士後期課程

<sup>†††</sup> 日本体育大学 体育学部体育学科教授

草 稿 提 出 日 10月20日

最 終 原 稿 提 出 日 12月4日

collegiate sprinters. The results showed that the ES CSA in the MHJB training group increased significantly compared to the control group that received only regular training. These findings suggest that the MHJB training may be a strength training method that not only increases the PM CSA, but also the ES CSA.

キーワード：マルチヒップジョイントボード，腰部脊柱起立筋，磁気共鳴横断画像

**Keywords** : Multi Hip Joint Board, Lumbar erector spinae, magnetic resonance image

## 目的

我々は、これまで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によって、大腰筋 (psoas major, PM) の横断面積 (cross-sectional area, CSA) が増加 (肥大) する可能性があること (仲田ら, 2013; 仲田ら, 2022a; Nakata et al., 2022b), またそれによりスプリントパフォーマンスが改善する可能性があること (仲田ら, 2013; Nakata et al., 2022b) を報告している。

通常, PM CSAについては, 磁気共鳴横断撮影装置 (magnetic resonance imaging, MRI) を用いて第4腰椎と第5腰椎の間位レベルで軸位断面を撮影し, その画像から面積を算出することが多いが, その際, 腰部脊柱起立筋 (lumbar erector spinae, ES) も同時に撮影されることから, この筋のCSAも算出可能である。ところが, 我々は, これまでのMHJBを用いたストレングストレーニングの効果について, PM CSAのみに着目し (仲田ら, 2013; 仲田ら, 2022a; Nakata et al., 2022b), ES CSAについては特に検討してこなかった。

吉本ら (2019) は, トレーニング期前後で60m走の最大疾走速度が向上した群と減少した群を比較すると, 向上した群の方がES CSAの拡大は有意であったことを報告している。また, Kubo et al. (2011) は, ESおよび腰方形筋の筋力が20m未満の距離のスプリント走で, 高いパフォーマンスを達成することに寄与することを示唆している。さらに, Thorstensson et al. (1982) は, ランニング中のESの主な機能は, 主に矢状面の動きを制御し, 体幹の過剰な動きを制限することであることを報告している。つまり, 高い疾走速度が求められる短距離選手では, 体幹を安定させるためにより大きな力が必要となり, それはESによって遂行されている可能性があることを示唆するものである (吉本ら, 2019)。

ところで, 一般的にESを強化あるいは肥大させるストレングストレーニング方法としては, 自重を用いるものとして, 主にバックエクステンション, ブリッジ, プランクなどが

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が腰部脊柱起立筋に及ぼす影響 (仲田・濱口・中西・大槻・水野)

あり、バーベルやダンベルを用いるものとして、主にベントオーバーロー、デッドリフト、グッドモーニング、スクワットなどがある。とりわけデッドリフトは、ウエイトリフティング選手 (DeWeese et al., 2012) だけでなく、ストロングマン競技者 (Winwood et al., 2014)、クロスフィット選手 (Claudino et al., 2018)、ボディビルダー (Siewe et al., 2014) にも、筋力の増強や筋肥大の促進のために取り入れられている種目である。また、Erdağlı and Poyraz (2020) は、オリンピックスタイルのウエイトリフティングを実施している男女アスリートと座りがちな生活をしている男女を対象に、MRIを用いてES CSAを比較したところ、座りがちな生活をしている男女のES CSAは、ウエイトリフティングを実施している男女アスリートよりも小さく、オリンピックスタイルのウエイトリフティングのトレーニングがESを肥大させる効果があることを報告している。

ESは脊柱の直立位保持に作用する抗重力筋であることや、頸部と脊柱全体を伸展させる筋であることから (中村ら, 2018)、ESを強化あるいは肥大するには、上記のようなストレングストレーニング種目を実施することが多いと考えられる。しかしながら、MHJBを用いたストレングストレーニングがESにどのような影響を及ぼすかについては明らかでない。そこで我々は、これまでの研究において得られた体幹部の断層画像からES CSAを算出し、MHJBを用いたストレングストレーニングがESに及ぼす影響について検証したので報告する。

## 方法

### 1. 対象

対象は、大学の陸上競技部に所属し、主に短距離を専門種目とする男子選手14名、100m走では自己最高記録が10秒後半から11秒後半までのスプリントパフォーマンスを有する者であった。その内、7名をMHJBトレーニング群 (T群)、7名をコントロール群 (C群) としてランダムに割り当てた。MHJBトレーニング前における対象の年齢、身長、体重、体格指数、体脂肪率、除脂肪体重をTable 1に示した。なお、群間で体格指数および体脂肪率に有意差が認められたが、結果に及ぼす影響は少ないものと考えた。

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 (大阪産業大学研究倫理審査委員会2020-人倫-03)。

Table 1. Physical characteristics of each group at baseline

	T group	C group	<i>p</i>	ES (95% CI)
Age (yrs.)	19.3 ± 0.9	19.4 ± 0.5	0.735	0.20 (-0.85 to 1.25)
Body height (cm)	173.3 ± 5.0	170.5 ± 3.3	0.270	0.67 (-0.41 to 1.74)
Body mass (kg)	62.5 ± 1.9	63.9 ± 4.4	0.508	0.39 (-0.66 to 1.45)
BMI (kg·m <sup>-2</sup> )	20.8 ± 1.1	22.0 ± 1.2	0.035	0.98 (-0.13 to 2.09)
%fat (%)	7.2 ± 1.6	10.4 ± 2.6	0.024	1.49 (0.31 to 2.67)
LBM (kg)	58.0 ± 1.7	57.1 ± 2.9	0.527	0.38 (-0.68 to 1.43)

The participants were randomly assigned to either the MHJB training group ( $n=7$ ) or to the control group ( $n=7$ , no MHJB training). Variables are represented as mean ± standard deviation. Statistics performed by unpaired *t*-test.

Abbreviations: T group, MHJB training group; C group, control group; *p*, *p* value; ES, effect size (Cohen's *d*); 95% CI, 95% confidence interval; BMI, body mass index; %fat, body fat percentage; LBM, lean body mass.

## 2. 身体組成

身体組成は、体成分分析装置InBody 720（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1,000 kHz）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、測定時期は準備期前および準備期後であった。

## 3. ES CSA

ES CSAは、磁気共鳴横断撮影装置EXCELART Vantage（東芝メディカルシステムズ株式会社）を用い、第4腰椎と第5腰椎の中間位レベルで軸位断面を撮像し、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てES 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、体格補正には除脂肪体重の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。

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が腰部脊柱起立筋に及ぼす影響（仲田・濱口・中西・大槻・水野）

#### 4. 準備期における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には準備期において通常実施される主なトレーニング内容の概要、Table 3には年間のトレーニング期分けを示した。なお、それらのトレーニング内容およびトレーニング期分けについては、両群共に同様であった。

Table 2. Weekly workout schedule during preparatory period

	Speed	Strength	Plyometrics
Monday (muscular strength and endurance focus)	Standing start dash, 3×30m Uphill sprint, 3×100m	Bench press Half squat High clean pull Leg curl	NA
Tuesday (speed endurance focus)	Block start dash, 3×30-50m Sprints, 3-5×100-400m	NA	Hurdle hops
Wednesday (muscular strength and endurance focus)	Standing start dash, 3×30m Piggyback uphill dash, 5×30m	Bench press Half squat High clean pull Leg curl	Box Jumps
Thursday (rest day)	NA	NA	NA
Friday (muscular strength and endurance focus)	Standing start dash, 3×30m Stair sprints, 5×120 stairs	Bench press Half squat High clean Leg curl	NA
Saturday (maximum velocity focus)	Block start dash, 3×30-50m Sprints, 1-3×100-300m	NA	Single leg hops Alternate leg bounding
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 5 sets 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 workout periodization

Months	Periods	Duration
Mar.		
Apr.	competitive period	14-15 weeks
May		
Jun.		
Jul.		
Aug.	preparatory period	4-5 weeks
Sep.	competitive period	10-11 weeks
Oct.		
Nov.		
Dec.	transition period	4-5 weeks
Jan.	preparatory period	14-15 weeks
Feb.		
Mar.		

## 5. 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段階に可変できるようになっている。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；仲田ら、2022a；Nakata et al., 2022b）。

## 6. MHJBトレーニング

MHJBトレーニングは、先行研究（水野ら、2006；仲田ら、2013；仲田ら、2022a；Nakata et al., 2022b）の方法に準じ、準備期において通常実施される陸上競技（短距離）の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

#### ①サイドスプリット（20回×3セット）

ボード上で脚を左右に開脚した状態から、ジャンプと同時に閉脚し、すばやく開脚して元の位置に脚を戻す。この動作を連続して行う。その際、両脚をボードに同時に着くこと、

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が腰部脊柱起立筋に及ぼす影響 (仲田・濱口・中西・大槻・水野)

また両腕の振込動作を意識し、できるだけ大きく開脚し、高く跳ぶことに注意する。

#### ②サイドステップ (20回×3セット)

片脚をどちらか一方のボードに乗せ、上半身はできるだけ前傾する。その状態から反対方向のボードに平行移動するように素早くステップする。その際、できるだけ上半身を起き上がらせないことに注意する。

#### ③スプリット (左右各10回×3セット)

両脚を片方のボードに乗せた状態から、前方のボードに向かって、レッグランジを行う。その際、踵から接地するように注意する。

#### ④ランニングスプリット (20回×3セット)

ボード上で脚を前後に開脚した状態から、ランニング動作と同様に左右の脚を連続して入れ替える。その際、両脚が前後同時に接地するように、また前方のボードには踵から接地するように注意する。

#### ⑤クロスレッグ (左右各10回×3セット)

ボード上で脚を前後に開脚した状態からジャンプし、左右の脚を空中で交差させ、最初の脚の位置に戻るように素早く連続して行う。その際、両脚が前後同時に接地するように、また前方のボードには踵から接地するように注意する。

#### ⑥スタートスプリット (20回×3セット)

脚の動作はランニングスプリットと同様であるが、スタートダッシュを意識して上半身をできる限り前傾させた状態で脚を前後に連続して入れ替える。その際、両脚が前後同時に接地するように、また前方のボードには踵から接地するように注意する。

#### ⑦ランニングスプリット (50回連続×1セット)

ランニングスプリットを50回連続で、できる限り速く入れ替える。その際、両脚が前後同時に接地するように、また前方のボードには踵から接地するように注意する。

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1kg) およびウェイトジャケット (約4kg) 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6週間 (合計18回) であった。

## 7. 統計処理

各データはシャピロ-ウィルク検定を用いて正規性の有無を確認し、各群におけるLBM, ES CSA, およびRelative ES CSAのトレーニング前後の比較には対応のある *t* 検定、一方トレーニング前後におけるLBM, ES CSA, およびRelative ES CSAの変化率の群間比較には対応のない *t* 検定を用いた。なお、効果量 (*ES*) は、Cohenの *d* を指標とし、*ES*の目安は *d* が0.2未満を無視できる効果、0.2 ~ 0.49を小さな効果、0.5 ~ 0.79を中程度の効果、0.80以上を大きな効果と判断した (Cohen, 1988)。いずれの統計処理も有意水準は危険率5%未満とした。すべての検定は、The R Foundation for Statistics Computing (Wein, Austria) のグラフィカルユーザーインターフェイスであるEZR (自治医科大学, 埼玉医療センター) を用いて実行した (神田, 2012; Kanda, 2013)。

## 結果

LBMはトレーニング前後で両群とも有意差は認められなかった ( $p > 0.05$ ; Table 4)。しかし、ES CSAはトレーニング前後で両群とも差が認められ、トレーニング後に有意に増加した ( $p < 0.05$ ; Table 4)。ただし、T群の効果量は0.93 (大きな効果) に対して、C群の効果量は0.23 (小さな効果) であった。また、Relative ES CSAはトレーニング前後で差が認められたのはT群のみで、トレーニング後に有意に増加した ( $p < 0.05$ ; Table 4)。

Table 4. The LBM, ES CSA and Relative ES CSA measures from pre to post 6-week MHJB training program

		Pre	Post	<i>p</i>	<i>ES</i> (95% CI)
T group	LBM (kg)	58.0 ± 1.7	57.7 ± 2.0	0.488	-0.17 (-1.22 to 0.87)
	ES CSA (cm <sup>2</sup> )	26.2 ± 2.2	28.4 ± 2.4	0.003	0.93 (-0.17 to 2.03)
	Relative ES CSA (cm <sup>2</sup> ·kg <sup>-0.67</sup> )	1.73 ± 0.1	1.88 ± 0.2	0.004	1.01 (-0.11 to 2.12)
C group	LBM (kg)	57.1 ± 2.9	57.6 ± 3.6	0.552	0.16 (-0.89 to 1.21)
	ES CSA (cm <sup>2</sup> )	27.2 ± 3.5	28.0 ± 3.3	0.029	0.23 (-0.82 to 1.28)
	Relative ES CSA (cm <sup>2</sup> ·kg <sup>-0.67</sup> )	1.81 ± 0.2	1.86 ± 0.2	0.061	0.20 (-0.85 to 1.25)

Variables are represented as mean ± standard deviation. Statistics performed by paired *t*-test. Abbreviations: T group, MHJB training group; C group, control group; LBM, lean body mass; ES, erector spinae; CSA, cross-sectional area; *p*, *p* value; *ES*, effect size (Cohen's *d*); 95% CI, 95% confidence interval.



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が腰部脊柱起立筋に及ぼす影響 (仲田・濱口・中西・大槻・水野)

一方、トレーニング前後におけるLBM, ES CSA, およびRelative ES CSAの変化率を群間で比較すると、LBMに有意差は認められないもの ( $p > 0.05$ ; Table 5), ES CSAおよびRelative ES CSAには群間で差が認められ、T群の変化率が有意に大きい値を示した ( $p < 0.05$ ; Table 5)。

Table 5. Within-group percentage changes of the LBM, ES CSA and Relative ES CSA measures

	T group	C group	<i>p</i>	ES (95% CI)
LBM (kg)	-0.56 ± 2.1	0.91 ± 3.5	0.391	0.51 (-0.55 to 1.58)
ES CSA (cm <sup>2</sup> )	8.25 ± 4.6	2.99 ± 2.6	0.031	1.41 (0.24 to 2.59)
Relative ES CSA (cm <sup>2</sup> ·kg <sup>-0.67</sup> )	8.69 ± 4.6	2.41 ± 2.7	0.017	1.60 (0.39 to 2.80)

Variables are represented as mean ± standard deviation. Statistics performed by unpaired *t*-test. Abbreviations: T group, MHJB training group; C group, control group; LBM, lean body mass; ES, erector spinae; CSA, cross-sectional area; *p*, *p* value; ES, effect size (Cohen's *d*); 95% CI, 95% confidence interval.

## 考察

ESは、体幹の背部に位置し、腸筋筋、最長筋、および棘筋の3筋からなっており、脊柱の直立位保持に作用する抗重力筋である。また、この筋は、両側が同時に働けば、頸部と脊柱全体を伸展させ、片側だけ短縮すると同側に側屈し、同時に体幹を回旋させる機能を持っている (中村ら, 2018)。

ESは、このような機能を有することから、それを強化あるいは肥大させるトレーニングとして、脊柱全体を伸展させるバックエクステンション、ブリッジ、プランク、ベントオーバーロー、デッドリフト、グッドモーニング、スクワットなどが多く実施されている。

本研究では、これまで我々の研究において得られた体幹部の断層画像からES CSAを算出し、MHJBを用いたストレングストレーニングが大学男子スプリンターのESに及ぼす影響について検証した結果、MHJBトレーニングを実施したT群のES CSAは、通常のトレーニングのみを実施したC群のそれと比較して、有意に増加することが示された。

真鍋ら (2004) は、動作形態の異なるスクワットが股関節と膝関節まわりの筋の活動および関節トルクに与える影響について検討したところ、股関節主導型 (膝関節位置を前後させず、主に股関節の屈伸のみで下降および挙上を行う) スクワットは、ノーマルスクワットや膝関節主導型 (大転子位置を前後させず、主に足関節および膝関節の屈伸のみ) スクワットと比較して、脊柱起立筋に最も大きな筋活動を生じさせ、これが体幹の姿勢保持要

求の増大によるものと報告している。また、本山ら（2016）は、MHJBトレーニングの動作に類似したフライングスプリット（脚を前後開脚して上方にジャンプしながら交互に脚を入れ替えるトレーニング）において、ハム型フライングスプリット（前脚の接地時に膝関節が足関節よりも後方に位置するように実施）は体幹が後方へ回転し、四頭筋型フライングスプリット（前脚の接地時に膝関節が足関節よりも前方に位置するように実施）では前方向へ回転すること、また、四頭筋型フライングスプリットにおける体幹角度の標準偏差は、ハム型よりも大きな値を示すことが報告されており、フライングスプリットは、前脚の膝関節と足関節の位置によって体幹に前後の揺れを生じさせ、体幹の姿勢保持に影響を及ぼすことを示唆している。

MHJBトレーニングは、MHJBを用いてレッグランジやスケーティングジャンプ、フライングスプリットなどと類似した動作を実施するトレーニング方法であるが、このトレーニングの特徴として、足を接地させるボードを傾斜させて（斜面板上で）実施するため、平地上でレッグランジやスケーティングジャンプ、フライングスプリットなどを実施するよりも、不安定な状態でそれらと類似した動作を実施することになる。またそれに加え、MHJBトレーニングにおける7種目の動作において、体幹の姿勢は一定しないことが多い。つまり、そのような状況下でトレーニングを実施することは、平地上で実施するよりも、また体幹の姿勢を一定に保持する動作よりも、体幹の姿勢保持要求は増大することが想定され、それに伴い脊柱起立筋に大きな筋活動を生じさせることが考えられる。したがって、MHJBトレーニングによってES CSAが増加したことは、不安定な状態で動作を実施したことにより、体幹の安定化作用が働いたことで生じたものと推察された。また、MHJBトレーニングは、PM CSAを増加させるだけでなく、ES CSAも増加させるストレングストレーニングである可能性が示唆された。

## 本研究の限界

本研究の限界としては、両群ともサンプル数が少ないこと、また両群の背景因子を一部均質化できなかったこと、さらにはMHJBトレーニング以外にも日常的に実施された陸上競技（短距離）の専門的なトレーニングの効果を排除できないことなどが挙げられる。

## まとめ

本研究では、これまで我々の研究において得られた体幹部の断層画像から腰部脊柱起立筋の横断面積を算出し、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が大学男子スプリンターの横断面積に及ぼす影響について検証した。その結果、マルチヒップジョイントボードトレーニングを実施したトレーニング群の腰部脊柱起立筋の横断面積には、通常のトレーニングのみを実施したコントロール群と比較して、有意な増加が認められた。つまり、マルチヒップジョイントボードトレーニングは、大腰筋を肥大させるだけでなく、腰部脊柱起立筋も肥大させるストレングストレーニングである可能性が示唆された。

## 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

- 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.
- Claudino, JG., Gabbett, TJ., Bourgeois, F., Souza, HS., Miranda, RC., Mezêncio, B., Soncin, R., Filho, CAC., Bottaro, M., Hernandez, AJ., Amadio, AC., and Serrão, JC. (2018) CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. Sports Med. Open. 4 (1), 11.
- Cohen, J. (1988) Some issues in power analysis. In: Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 531-542.
- DeWeese, BH., Serrano, AJ., Scruggs, SK., and Sams, ML. (2012) The clean pull and snatch pull: proper technique for weightlifting movement derivatives. Strength Cond. J., 34 (6), 82-86.
- Erdağı, K., and Poyraz, N. (2020) The determination of the cross-sectional area of the lumbar erector spinae muscles of Olympic style weightlifting athletes by using MRI. J. Back Musculoskelet. Rehabil., 33 (3), 405-412.
- 神田善伸 (2012) 統計ソフトEZR. 自治医科大学 埼玉医療センター, <http://www.jichi.ac.jp/saitama-sct/SaitamaHP.files/statmed.html> (参照2020-10-20).
- Kanda, Y. (2013) Investigation of the freely available easy-to-use software “EZR” (Easy R) for medical statistics. Bone Marrow Transplant, 48, 452-458.

- Kubo, T., Hoshikawa, Y., Muramatus, M., Iida, T., Komori, S., Shibukawa, K., and Kanehisa, H. (2011) Contribution of trunk muscularity on sprint run. *Int. J. Sports Med.*, 32, 223-228.
- 真鍋芳明, 横澤俊治, 尾縣 貢 (2004) 動作形態の異なるスクワットが股関節と膝関節まわりの筋の活動および関節トルクに与える影響. *体力科学*, 53 (3), 321-336.
- 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.
- 本山清喬, 小森大輔, 金高宏文, 西菌秀嗣 (2016) フライングスプリントにおける前脚の膝関節と足関節の位置関係の違いが下肢の関節トルクに及ぼす影響. *スポーツパフォーマンス研究*, 8, 302-317.
- 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, 280.
- 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.
- 仲田秀臣, 濱口幹太, 中西康人, 大槻伸吾, 水野増彦 (2022a) 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 -. *大阪産業大学人間環境論集*, 22, 47-60.
- Nakata, H., Nakanishi, Y., Otsuki, S., Mizuno, M., Connor, J., and Doma, K. (2022b) Six Weeks of Hip Joint Training Using a Novel Multi Hip Joint Board Improves Sprint Performance in Competitive Collegiate Male Sprinters. *J. Strength Cond. Res.*, 36 (10), 2891-2897.
- Siewe, J., Marx, G., Knöll, P., Eysel, P., Zarghooni, K., Graf, M., Herren, C., Sobottke, R., and Michael, J. (2014) Injuries and overuse syndromes in competitive and elite bodybuilding. *Int. J. Sports Med.*, 35 (11), 943-948.
- Thorstensson, A., Carlson, H., Zomlefer, M. R., and Nilsson, J. (1982) Lumbar back muscle activity in relation to trunk movements during locomotion in man. *Acta Physiol. Scand.*, 116 (1), 13-20.
- Winwood, P.W., Hume, P.A., Cronin, J.B., and Keogh, J.W.L. (2014) Retrospective injury epidemiology of strongman athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 28 (1), 28-42.
- 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.