

琉球大学学術リポジトリ

12週間のレジスタンストレーニングが大学女子ラクロス選手の体力変化に及ぼす影響：
脚筋パワー，無酸素パワーおよびバランス能力に着目した実践的研究

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2018-04-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 砂川, 力也, 増澤, 拓也, Sunakawa, Rikiya, Masuzawa, Takuya メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/39214

12週間のレジスタンストレーニングが大学女子 ラクロス選手の体力変化に及ぼす影響

—脚筋パワー、無酸素パワーおよびバランス能力に着目した実践的研究—

砂川力也¹ 増澤拓也¹

The influence of 12 weeks of resistance training on physical fitness change of university women's lacrosse players

—Practical research focusing on leg power, anaerobic power and balance ability—

Rikiya SUNAKAWA, Takuya MASUZAWA

要約

本研究は、大学からラクロス競技を始めた健常な女子大学生11名を対象に、主に自体重量を用いたレジスタンストレーニングが、脚筋パワー、無酸素パワーおよびバランス能力に与える影響について検討することを目的とした。トレーニングは、週2~3回の頻度で12週行い、3週ごとにトレーニング変数(時間、回数、セット数)を参加者の体力変化の状況を考慮して漸増させた。トレーニング効果を検証するためにトレーニング前後においてCMJ、SQJ、RJ、最大無酸素パワーおよび重心動揺速度を計測した。その結果、トレーニング前と比較して、CMJとSQJの跳躍高、パワー、速度がトレーニング後に有意な増加を示し、SSC能力の指標であるRJ指数も有意な向上が認められた。同様に最大無酸素パワー(絶対値、体重比)においても有意な増大を示した。さらに、バランス制御能力においてもトレーニング後に有意な改善がみられ、基底面が不安定な条件下でより顕著であった。以上のことから、自体重量を用いた低強度のレジスタンストレーニングを定期的に一定期間実施することで、ラクロスのパフォーマンス向上に必要な脚筋パワー、無酸素パワーおよびバランス能力に影響を与えることが明らかとなり、本研究のトレーニング内容の有用性が示唆された。

I. 緒言

ラクロスは、北米の先住民達が部族間の争いの平和的解決を深める儀式の一環として行われたのが起源とされている²⁰⁾。その後、ルール化されスポーツとして発展してきた。近代の競技としてのラクロスもカナダを中心にして、徐々にヨーロッパやアジアへと広まっていったとされている。全米ラクロス協会が発表している調査結果によれば、アメリカのラクロス競技人口は、2015年に80万人に達しており、2005年の38万人と比較するとわずか10年でおよそ2倍となり、世界的に人気

の高いスポーツであることが分かる²⁰⁾。さらにこの調査で注目すべき点として、約44万人が14歳以下のユース選手であることがあげられ、その背景には、男女ともにプロリーグの開設が大きな要因として推測される。一方、本邦では、1986年に慶應義塾大学ラクロス部の結成が始まりとされており、その後、主に大学生のサークルや部活動として全国的に広がっていった。現在では、社会人によるクラブチームも結成されており、全日選手権大会が開催されるなど、人気や関心も徐々に高まってきていると言える。しかし、国内の競技人

¹琉球大学教育学部 保健体育講座

口は約2万人と言われており²⁰⁾、主に大学から競技を始める選手が多いことから世界的にみると競技レベルに大きな差が生じていることも事実である。

現代のラクロスは、1チーム男子10名、女子12名で構成され、プレーヤーにはアタック、ディフェンス、ミッドフィールダーそして、ゴールを守るゴリー役の役割分担がある。すべてのプレーヤーは、クロスと呼ばれる先端に網上のポケットがついたスティックを使ってボールを操作するため、ラクロス競技では、急激な方向転換から、スピーディかつ正確にボールをパスし、シュートをする。このことから一連の動作の中で高度な四肢と目のコーディネーションを必要とする非常にテクニカルなスポーツであると言える²⁰⁾。先述した通り、本邦では、ラクロス競技を始める年齢が遅い選手が多いがゆえに競技の経験が浅い選手、あるいはチームにおいて技術に重点を置いたトレーニングが中心となる場面がしばしば見受けられる。しかしながら、ラクロスは、有酸素運動と無酸素運動を繰り返すような複数のエネルギー供給系を要する競技特性があると言える。また、激しい接触プレーを多く含むことから、スポーツ傷害の予防を目的としたトレーニングが必要とされる¹⁷⁾。

これらの観点から、基礎体力の向上および障害予防を目的としたレジスタンストレーニングは極めて重要であると考えられる。今日まで、レジスタンストレーニングの効果や有用性は多くの研究によって明らかにされており、目的に応じたトレーニングを定期的に行うことで様々なスポーツのパフォーマンスの向上に貢献できると言える²¹⁾。しかし、本邦におけるラクロス競技は、馴染みの薄いスポーツであることから、ラクロス競技者を対象とした研究は少ないのが現状であり、定期的なレジスタンストレーニングを導入し、その効果を実践的に検証した例は見当たらない。そこで、本研究は、大学からラクロス競技を始めた女子選手を対象に、自体重量を用いたレジスタンストレーニングの介入が体力要素に与える影響について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

トレーニング参加者は、大学ラクロス部に所属する身体的に傷害のない女子大学生16名を対象とした(身長:154.7±7.9cm, 体重:53.9±7.8kg, BMI:22.5±2.1kg/m²)。その内、12週のトレーニングとトレーニング前後の2回の体力測定に全て参加した被験11名を分析対象とした。なお、本研究において全ての参加者には事前に研究の目的、方法、危険性を口頭および文書にて十分に説明し、トレーニングおよび測定への参加の同意を得た上で実施した。

2. 測定方法およびトレーニング内容

本研究は、自体重量を用いたレジスタンストレーニングを中心に一定期間実施することでその効果を検証するために、ラクロス競技に必要な体力要素を測定し、変化を比較した。以下にその測定方法とトレーニング内容を示す。

1) CMJ, SQJ および RJ 測定

脚の爆発的なパワーおよび下肢の伸張・短縮サイクル(以下「SSC」と略す)能力を評価するために、カウンター・ムーブメントジャンプ(以下「CMJ」と略す)、スクワット・ジャンプ(以下「SQJ」と略す)およびリバウンド・ジャンプ(以下「RJ」と略す)の3種類のジャンプテストを実施した。CMJの測定は、直立姿勢から一度しゃがみ込む動作(反動)を用いて最大努力での跳躍とし、しゃがみ込む深さは任意とした。SQJは、膝関節が90°になるポジションで一旦静止してから反動動作を除去したコンセントリック局面のみでの跳躍と定義した。RJは連続5回のジャンプ動作とし、「可能な限り、短い接地時間で高く跳躍するように」との指示を加えた。上記3種類のジャンプパフォーマンスの測定には、3軸加速度センサー(myotest, MYOTEST社製)を専用のベルトに装着し、CMJおよびSQJは、跳躍高(cm)、パワー(W/kg)、力(N/kg)、速度(cm/sec)を、RJでは、跳躍高(cm)、接地時間(msec)、スティッフネス(kN/m)、RJ指数(m/sec)を計測した。全ての跳躍運動は、それぞれ3回行い、CMJ, SQJの跳躍高が最大となる値とRJのRJ指数が最大となる値を分析対象試技とし

表1 トレーニング種目、時間、回数およびセット数

Exercise	Week1-3	Week4-6	Week7-9	Week10-12
パワーポジション	60sec	75sec	80sec	90sec
スクワット	10回×2セット	10回×3セット	15回×2セット	15回×3セット
フォワードランジ	左右交互10回×2セット		左右交互15回×2セット	
サイドランジ	左右交互10回×2セット		左右交互15回×2セット	
スクワットジャンプ	5回×3セット	10回×3セット	12回×3セット	15回×3セット
ミニハードルジャンプ	5台(高さ25cm)×5回×2セット			
シットアップ	20回×2セット		15回×3セット(負荷有)	20回×3セット(負荷有)
ツイステイングシットアップ	10回×2セット	15回×2セット	15回×3セット	20回×3セット
バックエクステンション	15回×2セット	15回×3セット	20回×2セット	20回×3セット
プッシュアップ	10回×2セット	15回×2セット	15回×3セット	20回×3セット

た。なお、いずれの跳躍運動も腰に手を添えた状態で実施し、上肢の影響を制限した。

2) 最大無酸素パワー測定

最大無酸素性能を評価するために自転車エルゴメーター (Power Max VIII, コンビ社製) を用いて三段階の負荷をそれぞれ 10 秒間、2 分間の休憩を挟んで全力ペダリングを実施した。なお、最大無酸素パワーは、事前測定としてジャンプ測定とは別日に行い少なくとも 2 日以上の間隔を設けた。

3) 重心動揺測定

トレーニング参加者のバランス能力を評価するために、重心動揺計 (バランス Wii ボード, 任天堂社製) を用いて重心動揺速度 (cm/s) を 30 秒間測定した。姿勢条件は脚条件 (両・片脚) × 床面条件 (安定・不安定) の 4 条件であった。脚条件の両脚肢位は、両足を前後に配置し、一方の踵部と他方の尖足とを接触させた立位姿勢とした。床面条件の不安定面では、重心動揺計上にバランスクッション (Indo FLO balance cushion, シナノ社製) を配置し、その上で姿勢保持をさせた。なお、不安定面での両脚肢位では、両脚支持できる基底面を確保するためバランスクッション上にインドボード (Indo board, シナノ社製) を配置し、その上で姿勢保持をさせた。姿勢保持に際して、試技者の 50cm 先に目標点を設置し、これを見つめながらなるべく重心を動かさずに姿勢保持をするよう教示を与えた。

4) トレーニング内容

本研究で実施したレジスタンストレーニングは、自体重量を用いた内容を中心に週 2~3 回の頻度で 12 週行った。トレーニング強度は 3 週ごとに

漸増させ個人およびチームの状況に応じてトレーニングの時間、回数、セット数等の変数を調整した (表 1)。また、期間内に身体的な障害が発生したものについては、直ちにトレーニングを中断させ、回復の状況を判断しトレーニングを再開させた。以下にトレーニング内容の詳細を示す。

①パワーポジション

パフォーマンス向上のための基本姿勢。パワーポジションを正確に実施することでラクロス競技に必要な体力向上のためのトレーニングの基礎を養う。脚を肩幅よりやや広く開いて直立し、つま先は平行もしくはやや外側に向ける。股関節と膝関節を屈曲させ、大腿が床と平行になるまで腰を落とす。肩甲骨を少し寄せ、胸を張るような状態を意識する。この姿勢を 60~90 秒キープする (写真 1)。

②スクワット

下半身の筋 (大腿四頭筋, 大殿筋, ハムストリングス) を強化するための最も代表的なエクササイズ。肩幅よりやや広めのスタンスで直立し、つま先は揃え、やや外側に向ける。体幹の角度を一定に保ち、背筋を伸ばし、大腿部が床と平行になるまで股関節と膝関節をゆっくり曲げていく。同じ姿勢を保ったまま、開始姿勢に戻り、反復する (写真 2)。

③フォワードランジ

主に大腿四頭筋, 大殿筋を強化するエクササイズ。腰幅程度に足を開いて背筋をまっすぐにして立つ。次に、片方の足を前に 70~90cm ほど踏み出して、足裏全体を床につける。体幹を床と垂直に保持し、股関節と膝関節をゆっくりと曲げる。

このとき後方の脚は若干曲げた状態にする。そこから前足で床を押し込み元の姿勢に戻る。左右の足を替え、これを繰り返す。その際、背中が丸まったり、上体が前傾しすぎないように注意する(写真3)。

④サイドランジ

主に殿部、大腿部(大腿四頭筋、大殿筋、内転筋が主要ターゲット)を強化するエクササイズ。肩幅より少し狭いスタンスで直立し、片脚を大きく横に踏み出し、つま先を正面もしくはやや外向きに向けて、踵を接地させてから足の裏全体を床につける。上体をしっかり起こしたまま膝をつま先と同じ方向に向け、ゆっくりと腰を沈めていく。動作の最後の部分で、大殿筋やハムストリングス、そして反対の脚の内転筋がストレッチされるのを十分に感じて、踏み出した脚で床を蹴って開始姿勢に戻る(写真4)。

⑤スクワットジャンプ

下半身のパワーを養うジャンプエクササイズ。両足を肩幅くらいに広さに開いて立ち、両手を頭の後ろで組む。大腿が地面に平行になる深さまで腰を落とした姿勢をとり、そのポジションからできるだけ素早く、高く跳び上がる。ジャンプした際は背筋や脚をまっすぐ伸ばし、着地したら再度ジャンプを繰り返す(写真5)。

⑥ミニハードルジャンプ

SSCを含む予備伸張、反動動作を用いて行うエクササイズ。着地の衝撃によって、筋や腱にかかるエキセントリック収縮の反動(伸張反射)を利用して、水平方向の移動を伴いながらできるだけ強いコンセントリック収縮を發揮してジャンプを繰り返す。着地の際に過度な膝の屈曲や上体が前傾し過ぎないように注意する(写真6)。

⑦シットアップ

主に腹筋群と股関節屈筋群を強化するエクササイズ。床に仰向けになり、両膝を立て、頭を下げ、息を吐きながら上半身全体をゆっくりと起こしていく。その際、上背部を丸めながらさらに体幹を曲げていき、上背部が床と離れるくらいまで屈曲させる。その後、息を吸いながら体幹部を伸ばし、開始姿勢に戻る(写真7)。

⑧ツイスティングシットアップ

体のひねりを加えたシットアップのバリエーションで、内腹斜筋、外腹斜筋を強化するエクササイズ。通常のシットアップ動作から、上体を起こしてくる途中で腰を中心にして上体をひねる。開始姿勢に戻ったら、次のレップでは反対側にひねるように、左右交互に行う(写真8)。

⑨バックエクステンション

主に背筋群を強化するエクササイズであり、伏臥位から上体を反らす背筋の収縮動作と、上体を床の方へ下ろす伸展動作を繰り返す。常に床面から胸部が離れていることを条件に過度の反りすぎに注意する(写真9)。

⑩プッシュアップ

主に大胸筋、三角筋の前部および上腕三頭筋の強化に効果的なエクササイズ。開始姿勢では、肩をすくめないようにして肩甲骨を寄せ、背中からの自然なアーチをつくり、胸を張った状態を保ちながら、肘を外側に向かって曲げる。胸の筋肉を十分にストレッチさせるために、胸が床につくまで体を沈め、息を少しづつ吐きながら開始姿勢に戻る(写真10)。



写真1 パワーポジション



写真2 スクワット



写真3 フォワードランジ



写真4 サイドランジ



写真5 スクワットジャンプ



写真6 ミニハードルジャンプ



写真7 シットアップ



写真8 ツイスティングシットアップ



写真9 バックエクステンション



写真10 プッシュアップ

3. 統計処理

得られたデータはすべて平均値±標準偏差で示した。トレーニング前、トレーニング後の各パラメータの差の検定には対応のあるt検定を行い、すべての有意水準は5%未満とし、有意傾向を10%未満として判定した。

III. 結果

1. 身体組成の変化

表2はトレーニング前後の参加者の身体組成を示したものである。トレーニング前と比較してトレーニング後は体重およびBMIが有意に増大した ($p<0.01$)。

表2 被験者の身体特性

	Pre	Post
身長(cm)	154.7 ± 7.9	154.7 ± 7.9
体重(kg)	53.9 ± 7.8	55.4 ± 7.1 **
BMI(kg/m ²)	22.5 ± 2.1	23.1 ± 1.9 **

**: $p<0.01$

表3 最大無酸素パワーの変化

	Pre	Post
最大無酸素パワー(W)	478.5 ± 77.0	539.4 ± 79.3 **
最大無酸素パワー(W/kg)	8.9 ± 0.9	9.7 ± 1.0 **
ピーク回転数1(rpm)	139.7 ± 13.8	144.2 ± 12.6
ピーク回転数2(rpm)	117.2 ± 11.7	123.5 ± 8.7 *
ピーク回転数3(rpm)	88.6 ± 12.8	97.4 ± 11.3
平均パワー1(W)	342.8 ± 67.3	369.9 ± 59.6 *
平均パワー2(W)	402.5 ± 70.0	451.1 ± 73.5 **
平均パワー3(W)	388.7 ± 58.6	448.0 ± 53.3 **
ピークパワー1(W)	395.5 ± 72.4	422.4 ± 66.8 *
ピークパワー2(W)	468.7 ± 78.0	517.9 ± 80.3 **
ピークパワー3(W)	458.2 ± 81.3	527.4 ± 82.3 **

*: $p<0.05$ **: $p<0.01$

2. ジャンプ能力の変化

1) CMJ の変化

図1にトレーニング前後におけるCMJの各パラメータの変化を示した。トレーニング後において、跳躍高 ($31.1 \pm 4.1\text{cm} - 32.2 \pm 4.5\text{cm}$, $p<0.01$) とパワー ($23.9 \pm 4.7\text{W/kg} - 26.6 \pm 4.9\text{W/}$

kg , $p<0.05$) が有意に向上した。

2) SQJ の変化

図2にトレーニング前後におけるSQJの各パラメータの変化を示した。トレーニング後において、跳躍高 ($26.3 \pm 3.7\text{cm} - 28.3 \pm 3.9\text{cm}$, $p<0.05$)、パワー ($38.3 \pm 4.4\text{W/kg} - 40.7 \pm 3.9\text{W/kg}$, $p<0.05$) および速度 ($223.5 \pm 19.2\text{cm/s} - 236.0 \pm 12.0\text{cm/s}$, $p<0.05$) が有意に向上した。

3) RJ の変化

図3は、トレーニング前後におけるRJの各パラメータを示したものである。トレーニング後において、跳躍高 ($26.0 \pm 2.9\text{cm} - 28.0 \pm 3.5\text{cm}$, $p<0.01$) とRJ指数 ($1.98 \pm 0.26\text{m/s} - 2.08 \pm 0.32\text{m/s}$, $p<0.05$) が有意に高い値を示した。

3. 最大無酸素パワーの変化

表3はトレーニング前後の自転車エルゴメータを用いて測定された最大無酸素パワーの数値を示したものである。トレーニング前と比較し、最大無酸素パワーの絶対値および体重比ともにトレーニング後に有意な増大が認められた ($p<0.01$)。さらに最大無酸素パワーテストの各ステージをみると、ステージ1, 3では、それぞれ平均パワー ($p<0.05$,) およびピークパワー ($p<0.01$) が有意に増大し、ステージ2では、ピーク回転数 ($p<0.05$)、平均パワー、ピークパワー ($p<0.01$) が有意な向上を示した。

4. 重心動揺の変化

図4にトレーニング前後における各条件の重心動揺速度の変化を示した。両脚・安定条件では、トレーニング後において、重心動揺速度 ($2.5 \pm 0.64\text{cm/s} - 2.2 \pm 0.27\text{cm/s}$, $p<0.1$) が低い値を示す傾向であった。片脚・安定条件では、トレーニング後において、重心動揺速度 ($3.3 \pm 0.76\text{cm/s} - 3.1 \pm 0.53\text{cm/s}$) は低い値であったが統計的な有意差はなかった。両脚・不安定条件では、トレーニング後において、重心動揺速度 ($8.8 \pm 2.7\text{cm/s} - 6.5 \pm 0.83\text{cm/s}$, $p<0.1$) が有意に低い値を示した。片脚・不安定条件では、トレーニング後において、重心動揺速度 ($7.0 \pm 3.03\text{cm/s} - 5.0 \pm 0.87\text{cm/s}$, $p<0.05$) が有意に低い値を示した。

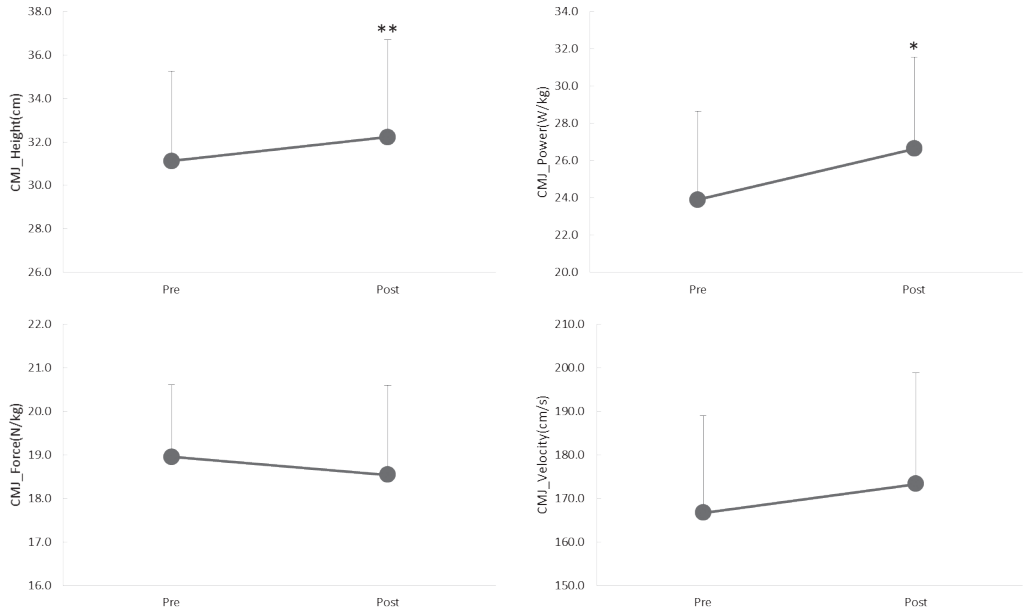


図1 トレーニング前後におけるCMJのパラメータ変化 * : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

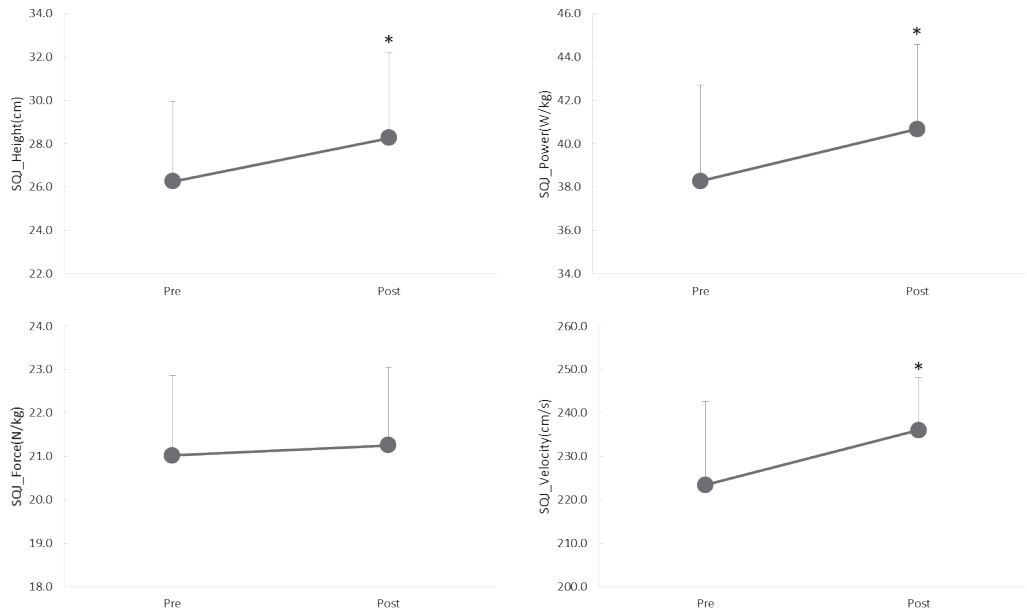


図2 トレーニング前後におけるSQJのパラメータ変化 * : $p < 0.05$

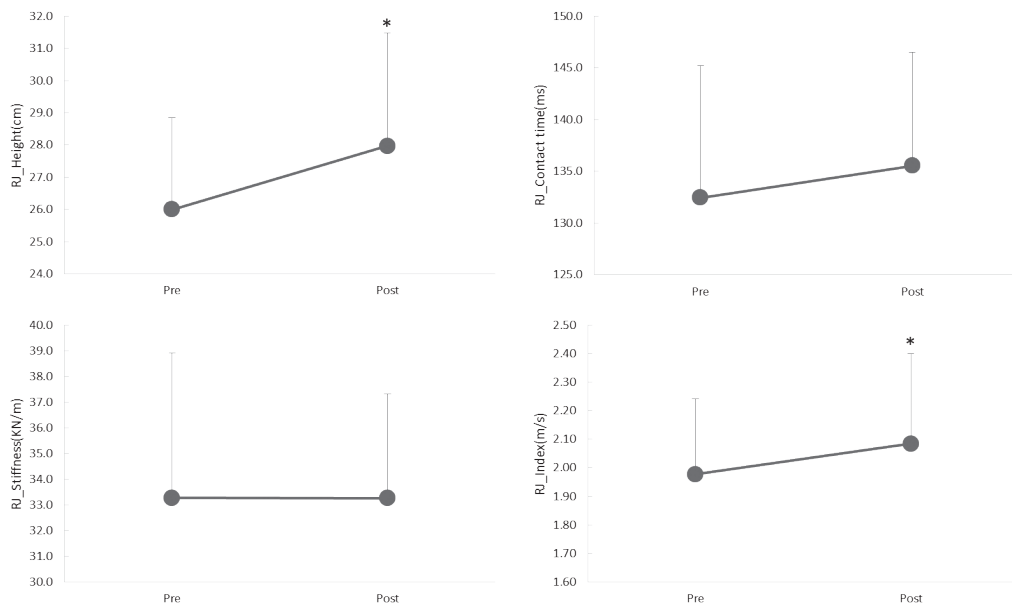


図3トレーニング前後におけるRJのパラメータ変化 *: p<0.05

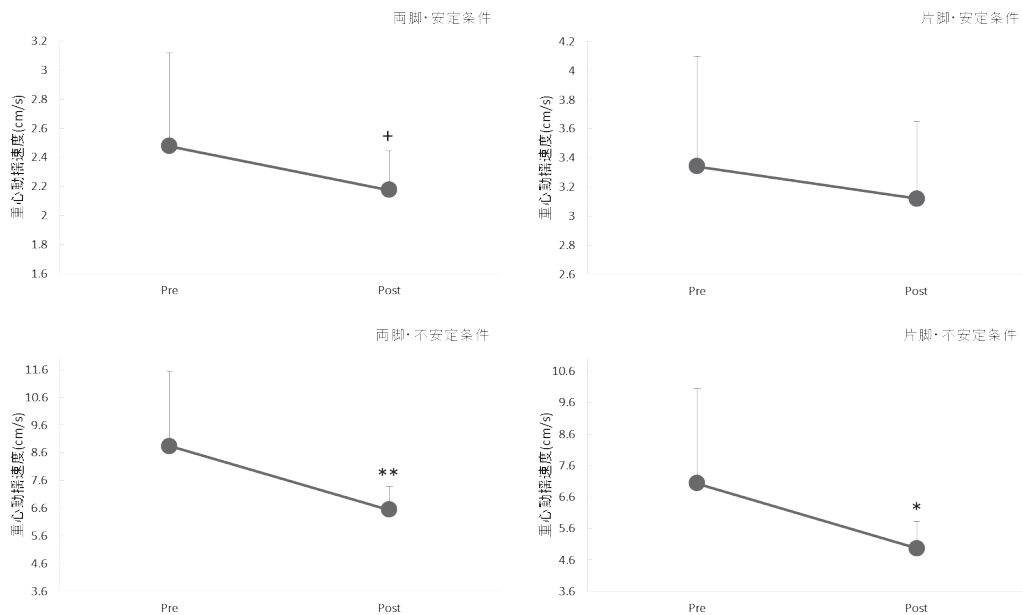


図4トレーニング前後における重心動揺速度の変化 +: p<0.10 *: p<0.05 **: p<0.01

IV. 考察

本研究は、大学からラクロス競技を始めた女子大学生を対象に、レジスタンストレーニングが体力要素の変化に与える影響について検証した。トレーニングは自体重量を中心として、初心者でも実践可能な内容で構成し週 2~3 回の頻度で 12 週間行わせた。

トレーニング前と比べて、体重および BMI の値が有意に増加していたが、本研究では体脂肪率、除脂肪体重等の測定を行っていない為、体重増加の詳細については不明である。しかし、参加者からの内省報告では「体が重くなった」「動きが鈍くなった」等のネガティブな意見はなく、むしろ「安定感が増した」「疲れにくくなった」といった報告が多かった。そのため、今回の体重増加は少なくとも日常のトレーニングや試合などに悪影響を与えたとは考えにくい。BMI の数値も 23kg/m^2 前後であることから標準的な体格であることが示された²¹⁾。

筋力や筋パワーの向上を目的としたレジスタンストレーニングの効果や、それに伴うスポーツのパフォーマンスに与える影響は今日まで多くの研究者によって証明されてきた^{1, 4, 8, 27)}。一方、多くのスポーツ活動やトレーニングにおいては、単一の関節の動きで動作を遂行することは少なく、複数の関節（多関節）のコーディネーションによって力が発揮されている。このような運動の代表的なエクササイズであるベンチプレスやスクワットでは、最大挙上重量（以下「1RM」と略す）の 40~70% の範囲で^{12, 24)}、スクワットジャンプやベンチスローでは、おおむね 1RM の 30~40% で最大パワーが発揮される²⁸⁾。さらに、全身の複合関節のコーディネーションによって運動を行うハンダグリーンでは、1RM の 90~100% で最大パワーが発揮される¹²⁾。このように最大パワーが発揮される値は、エクササイズの様式、筋活動様式、対象者の筋力水準、性別などによって異なることが報告されている^{6, 12, 13, 24)}。また、日常的に特別な筋力トレーニングを行っていない被験者を用いて 2 週間に 1 回以下という低頻度の筋力トレーニングによっても筋力の増加が認められたとの報告もある²³⁾。本研究で実践したトレーニングは、週 2~3 回と比較的頻度は高いものの、トレーニング

負荷については、ほとんどが自体重量を利用した低強度の内容であった。その結果、CMJ や SQJ の跳躍高、パワー、速度有に意な増加が観察されたことは、本研究で用いたトレーニング内容および変数が日常的に筋力トレーニングを行っていない女子大学生にとって十分に有用であることが示唆された。これまでスクワットやスクワット・ジャンプは、脚伸展パワーの向上に貢献することが明らかになっており^{22, 25, 26)}、本研究においてもトレーニング初期に姿勢や動作の徹底を促していたため、少なからずこれらのトレーニングがジャンプ能力の向上に寄与したものと考えられる。また、本研究において下肢の SSC 能力を評価する RJ の変化をみみると、トレーニング前と比較して跳躍高と RJ 指数がトレーニング後に有意に増加していた。RJ 指数は、跳躍高を接地時間で除することで求められるため、RJ 指数の増加は、より短い時間で大きな力を発揮することのできる能力として解釈される。この SSC における筋活動のメカニズムは、伸張性筋活動の後に、きわめて短い等尺性筋活動を経て、短縮性筋活動が行われる。そのため、この活動における効率的なパワー発揮には、予備緊張、伸張反射、ゴルジ腱反射の制御、筋腱複合体の弾性エネルギーの蓄積・再利用などが関係していると考えられている⁹⁾。本研究においては、ミニハードルジャンプトレーニングが SSC 活動を促進する上で有効であったことが考えられる。さらに、脚筋力や下肢の爆発的パワーは、スプリントや方向転換能力と関係^{15, 16)} が深く、ラクロス競技においてもパフォーマンスを構成する要素の一つとして極めて重要である。その為、CMJ や SQJ および RJ で発揮された下肢のパワー向上が今後のパフォーマンス向上に影響を与える可能性が考えられる。

ラクロスの試合は、50 分間（25 分×2）の中で頻繁にダッシュを繰り返す特徴があるため、高いスピードを維持する能力は重要であり、最大無酸素パワーの向上はこれらの能力に大きく影響することが考えられる³⁾。試合形態が類似するサッカーやラグビー、アメリカンフットボールにおいても、同様の指摘がなされていることから、本研究では、自転車エルゴメーターでの最大無酸素パワー値を評価した。その結果、トレーニング後に絶

対値および体重比ともに有意な向上を示した。最大無酸素パワーは、スプリント系競技のパフォーマンスとの関係が深く、主としてATP-CP系のエネルギー供給機構に依存する為、筋量、タイプII線維の割合および運動単位の動員増加などが考えられている^{5, 18, 19}。トレーニング期間において、エネルギー供給系の改善を目的に計画していたわけではなかったが、結果的に最大無酸素パワーが向上したことは、脚筋パワーなどの筋機能の改善が影響していると推察する^{7, 10, 11, 14}。また、最大無酸素パワーテストの3段階の負荷ごとに回転数やパワーの数値を観察すると、低・中・高負荷の全てにおいて平均パワーおよびピークパワーが有意に増大することが示された。

本研究において最も重要視した点は、トレーニングによる姿勢の安定性と正確な動作の習得であった。その評価の一つとして、複数条件での重心動揺速度を計測しトレーニングの前後で比較した結果、両脚・安定条件では改善傾向がみられ、両脚、片脚・不安定条件において有意な改善が認められた。これらは、基底面が不安定であるほどより顕著な結果を示していた。Ryushi et al.³⁰は、10週間の膝関節伸展トレーニングが膝関節伸展力や後方へのバランス制御能力を有意に増加させることを報告している。また、筋力の低い高齢者を対象とした6週間のスクワットトレーニングでは、下肢筋力や8方向への全体的なバランス能力の改善が認められており³¹、本研究においても、少なからずその要因が関与していると考えられる。その理由として、本トレーニング種目すべての基礎となる「パワーポジション」は、腹部、背部、殿部、大腿部といった体幹筋群の強化を主としたトレーニングであり、結果としてこれらの筋群に神経系の適応が生じ、しいては、姿勢保持等の学習効果から重心動揺の安定性が促進されたものと思われる。パワーポジションのような等尺性筋収縮が重心動揺の改善に直接的な影響を及ぼしたとは言及できないが、基礎、基本を中心に体幹筋群の強化を行うことは、本研究の参加者にとって、少なくともバランス能力を養ううえで有効であったと考えられる。

V. 結論

本研究は、大学からラクロス競技を始めた女子大学生を対象に、主に自体重量を利用した定期的なレジスタンストレーニングを行うことで、脚筋パワー、無酸素パワーおよびバランス能力にどのような影響を及ぼすか検証することを目的とした。その結果、以下の点が明らかとなった。

- 1) トレーニング後に体重およびBMIが有意な増大を示したが、標準的な体形であることが明らかとなった。被験者の主観的評価としては体重増加によるネガティブな意見はなく、通常の練習や試合への悪影響はほぼ感じていないことが明らかとなった。
- 2) 脚の伸展パワーを評価するCMJ, SQJにおいて、跳躍高、パワー、速度がトレーニング後に有意に向上した。また、SSC能力を反映するRJでは、跳躍高の増大に伴うRJ指数の向上が示された。よって自体重量を用いた低強度のトレーニングでも大学からラクロスをはじめた女子選手にとっては有用な内容であったことが示唆された。
- 3) 本研究のトレーニングでは、エネルギー供給系の改善を目的に計画したわけではなかったが、自転車こぎ運動時における最大無酸素パワーの有意な向上が認められた。
- 4) トレーニングの前後における重心動揺の比較では、基底面が不安定であるほどより顕著な改善が示され、体幹筋群の強化を中心とするトレーニングの効果が示された。

以上の結果から、大学からラクロス競技をはじめた女子大学生において、自体重量を用いた低強度のレジスタンストレーニングを定期的に一定期間実施することで、ラクロスのパフォーマンス向上に必要な脚筋パワー、無酸素パワーおよびバランス能力に影響を与えることが明らかとなり、本研究のトレーニング内容の有用性が示唆された。

文献

- 1) Alexander MJ: The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters, *Can J Sport Sci* 14 (3) : 148-157, 1989
- 2) 有賀誠司, 菅野昌明, 山内武, 伊藤良彦, 2章, 各種トレーニングプログラム法の理論とプログラム, トレーニング指導者テキスト実践編改訂版, 日本トレーニング指導者協会, 大修館書店, 東京, 38-85, 2014

- 3) Baechle TR and Earle RW 編：NSCA 決定版ストレングストレーニング & コンディショニング第2版。ブックハウス・エイチディ，東京，149，2002
- 4) Denadi BS, de Aguiar RA, de Lima LC, Greco CC, Caputo F: Explosive Training and Heavy Weight Training are Effective for Improving Running Economy in Endurance Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Sports Med* 47 (3) : 545-554, 2017
- 5) Dore E, Martin R, Ratel S, Duche P, Bedu M, Van Praagh E: Gender differences in peak muscle performance during growth, *Int J Sports Med* 26 (4) : 274-280, 2005
- 6) Fleck SJ and Kraemer WJ (長谷川裕監訳)：レジスタンストレーニングのプログラムデザイン (日本語版)，ブックハウス・エイチディ，東京，2007
- 7) Fox EL: SPORTS PHYSIOLOGY. Saunders College Publishing, Philadelphia, 18-33, 1979
- 8) Hicson RC: Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance, *Eur J Appl Physiol* 45 (2-3) : 255-265, 1980
- 9) 深代千之：反動動作のバイオメカニクス—伸張・短縮サイクルにおける筋・腱複合体の動態—。体育学研究 45: 457-471, 2000
- 10) 生田香明, 根木哲朗, 栗原崇志, 播本定彦：敏捷性・筋力・パワーからみた短距離疾走能力。体育学研究 26: 111-117, 1981
- 11) 生田香明, 渡辺和彦, 大築立志：50m 走におけるパワーの研究。体育学研究 17: 61-67, 1972
- 12) 菅野昌明：低速パワーも高速パワーも必要だ，コーチングクリニック 18: 14-18, 2004
- 13) 金子公宥：パワーアップの科学，朝倉書店，東京，1988
- 14) 加百俊郎, 山本正嘉, 金久博昭：各種パワーテストの成績と100m 走タイムとの関係。トレーニング科学研究会編，競技力向上のスポーツ科学 I，朝倉書店，東京，224-229, 1989
- 15) Kubo K: In vivo elastic properties of human tendon structures in lower limb. *Int J Sport Health Sci.* 3: 143-151, 2005
- 16) 久保啓太郎：腱「ヒト生体における腱特性の測定と可塑性」。トレーニング科学 18: 211-218, 2006
- 17) 馬淵博行, 藤野雅広, 岡本裕美子, 桃原司, 長尾光城：ラクロス選手におけるスポーツ外傷・傷害のアンケート調査。川崎医療福祉学会誌 16 (2) : 373-376, 2006
- 18) Martin JC, Wagner BM, Coyle EF: Inertial-load method determines maximal cycling power in a single exercise bout, *Med Sci Sports Exerc* 29 (11) : 1505-1512, 1997
- 19) Mayhew JL, Salm PC: Gender differences in anaerobic power tests, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 60 (2) : 133-138, 1990
- 20) 日本ラクロス協会公式サイト「Relax」：<http://www.lacrosse.gr.jp/> (2017年10月アクセス可)
- 21) 日本肥満学会 肥満症診断基準検討委員会：肥満症診断基準2011, *肥満研究* 17: 1-78, 2011
- 22) Ohkoshi Y, Yasuda K, Kaneda K, Wada T and Yamanaka M: Biomechanical analysis of rehabilitation in the standing position. *Am J Sports Med* 19: 605-611, 1991
- 23) 大森肇, 七五三木聡, 藤本浩一, 狩野豊, 稲木光春, 宮丸凱史, 勝田茂：低頻度のトレーニングが筋力発揮にもたらす効果。体力科学 44: 667, 1996
- 24) Siegel JA, Gilders MR, Staron RS and Hagerman FC: Human muscle power output during upper and lower-body exercise. *J Strength Cond Res* 16: 173-178, 2002
- 25) Signorile JF, Kwiatkowski K, Caruso JF and Roveverson B: Effect of foot position on the electromyographic activity of the superficial quadriceps muscles during the parallel squat and knee extension. *J Strength Cond Res* 9: 182-187, 1996
- 26) Steven TM and Donald RM: Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat. *Med Sci Sports Exerc* 31: 428-436, 1999
- 27) Szymanski DJ, McIntyre JS, Szymanski JM, Bradford TJ, Schade RL, Madsen NH, Pascoe DD: Effect of torso rotational strength on angular hip, angular shoulder, and linear bat velocities of high school baseball players, *J Strength Cond Res* 21 (4) : 1117-1125, 2007
- 28) Thomas GA, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Anderaon JM and Maresh CM: Maximal power at different percentages of one repetition maximum: influence of resistance and gender. *J Strength Cond Res* 21: 336-342, 2007
- 29) US lacrosse: <https://www.uslacrosse.org/> (2017年10月アクセス可)
- 30) Ryushi T, Kumagai K, Hayase H, Abe T, Shibuya K, Ono A: Effect of Resistive Knee Extension Training on Postural Control Measures in Middle Aged and Elderly Persons. *J Physiol Anthropol* 19: 143-149, 2000
- 31) 琉子友男, 石川成道, 鈴木聡子, 小野晃, 大賀隆之, 渋谷公一：短縮性収縮専用マシンを用いたスクワットトレーニングが高齢者の下肢筋力およびバランス能力に及ぼす影響。日本生理人類学会誌 10 : 45-51, 2005