

原著論文

大学生における週1回レジスタンストレーニングの限界と初期効果

Novice Effect and Limitations of Once-Weekly Resistance Training in College Students

秋原 悠¹⁾ 村上 佳司²⁾

Yu Akihara¹⁾ Keishi Murakami²⁾

Abstract

This study examined the effects of a once-weekly resistance training program conducted within a university physical education class on muscle strength and body composition in Japanese university students. Eighteen participants (16 males, 2 females) completed a 12-week program. Body composition was assessed using bioelectrical impedance analysis, and estimated one-repetition maximum (1RM) for the chest press (CP) and leg press (LP) was measured before and after the intervention. Paired t-tests showed no significant changes in body composition or LP. CP showed an increase in the simple pre-post comparison; however, the main effect of time varied depending on the covariates (showing a trend for SMM and significant effects for FFM and SLM), and significant interactions between time and baseline muscle-related indices were found. Percentage change analysis suggested relatively greater improvements in participants with lower baseline strength, although no significant differences were observed. Correlation analysis showed strong associations between muscle-related indices and 1RM, but not with fat-related indices. These findings indicate that once-weekly training may be insufficient for consistent improvements, while adaptations may depend on baseline characteristics.

キーワード：レジスタンストレーニング, 筋力, 体組成, 1RM 推定, 初期効果

Resistance training, Muscle strength, Body composition, One-repetition maximum, Novice effect

I 緒言

近年、若年層において健康意識や身体づくりへの関心が高まり、筋力トレーニングの重要性が広く認識されつつある。その要因として、ソーシャルメディアの普及もあり、誰もが身近にトレーニングに関する知識を得る、または発信することが可能となったことが挙げられる。現

在、文部科学省が実施し公開している「スポーツの実施状況等に関する世論調査」では、週一日以上運動を実施している20歳以上の男女は52%となり、令和年代以降常に50%以上となっている(文部科学省スポーツ庁, 2022)。その一方で、大学生に限定した新入生の運動不足感と運動習慣の関係について調査した研究では(王旭, 2020)、運動不足感ありと感じている割合は男子74.0%、女子87.6%であり、運動習慣

1) 関西大学
2) 桃山学院大学

Kansai University
St. Andrew's University

ありと回答した割合は男子 61.0%、女子 33.1%であったことが報告されており、男女ともに運動不足を自覚している学生の割合は高かった一方で、実際に運動習慣を有する者の割合はそれを下回っていた。すなわち、運動の必要性を感じながらも、行動としての運動実施には至っていない学生が一定数存在することが示された。また、この傾向の現れ方には男女差がみられ、特に女子では運動不足感が高い一方で、運動習慣を有する者が少ないことが示されている。

一般的に、運動不足を自覚しているものの、運動初心者や時間的制約のある者にとって、運動や筋力トレーニングを実施・継続することは容易ではない。本研究では、このような背景を有する集団の一例として大学生に着目し、大学の授業内で筋力トレーニングを実施することの有効性について検討することとした。大学授業を利用する場合、実際の授業サイクルに合わせると週 1 回程度の実施が現実的である。したがって、大学年代の筋力トレーニングの介入法として、週 1 回の筋力トレーニングがどの程度効果を持つのかを検証することには、教育的・実践的意義があると言える。さらに大学生は身体的にも精神的にも発達途上であり、この時期の運動習慣は将来の健康行動に影響を及ぼす重要な要素である。このような観点から、限られた頻度であっても得られる運動成果を検討することは、学生の運動継続支援に資する可能性がある。

そもそも、筋力トレーニングの効果的なトレーニングプログラムは、身体の適応とパフォーマンスレベルの改善がもたらされるような工夫がなされていると述べられている (Sheppard & Triplett, 2018, p480)。その一方で、負荷設定や休息時間に十分な根拠がなく、個人差を考慮しない方法で実施した場合には、期待されるトレーニング効果が十分に得られない、あるいは効果が持続しにくいといった可逆的な適応が生じることが報告されている (山内, 2016)。そのため、トレーニング計画を安全に効果的に進めるためには、トレーニング開始前に各個人の筋力水準を把握し、その値に基づいて負荷を設

定することが重要である。特にトレーニングにおける適切な負荷設定を行うためには、授業初期に、1 回のみ反復可能な最大負荷 (以下 1RM) を把握することが求められる。これまでに、大学の授業内で筋力トレーニングを実施した研究も報告されており、例えば、トレーニング未経験者では週 1 回の筋力トレーニングを実施することで測定種目の 1RM が向上したと報告 (林・宮本, 2009) がある一方で、週 1 回では筋力向上の効果が乏しいとする報告もみられる (磨井・柳川, 2013)。本研究のように、1RM を指標として相対的に同等の運動強度となるよう負荷を設定した場合に、どのような結果が得られるかを検討することは意義があると考えられる。

筋力トレーニングの効果を評価する際には、最大筋力の変化のみならず、その背景要因としての身体組成の変化を把握することも重要である。特に、筋力発揮能力は筋量と密接に関連することが一般的に知られており、筋力変化を多面的に解釈するためには、体組成指標を併せて評価する必要がある。体組成の測定方法には、DXA 法や MRI 法などがあるが、大学授業内での実施を想定した場合、測定時間や安全性、簡便性の観点から、生体電気インピーダンス法 (Bioelectrical Impedance Analysis : BIA 法) による簡易推定が現実的である。BIA 法は、非侵襲的かつ短時間で測定可能であり、大規模調査において簡易的に指標をみる手法として用いられている (Meredith et al., 2015)。本研究で用いた体成分分析装置 InBody470 は、異なる周波数 (5 kHz, 50 kHz, 250 kHz) の電流を用いる多周波 BIA 法を採用しており、身体部位別のインピーダンス測定が可能である点に特徴がある。これにより、骨格筋量などの体組成指標をより詳細に推定することが可能とされている (秋原ほか, 2025)。本研究では、筋力トレーニング介入前後における骨格筋量の変化を把握することで、筋力指標と併せた多面的な効果検討を行うこととした。

そこで本研究では、一般大学生を対象に、大学授業内において週 1 回の筋力トレーニングを

実施し、その介入前後における最大筋力 (1RM) および体組成の変化を測定することで、大学授業という限られた頻度・条件下における筋力トレーニングの効果を検討することを目的とした。

II 方法

1 対象者

対象者は、2024年度後期に本学で開講されたプロジェクト学習 (筋力トレーニング) の受講者22名のうち、全15回の授業構成の中で、第2回および第15回に実施した2回の筋力評価および体組成測定の両方に参加することができた一般大学生18名 (男性16名、女性2名) であった。対象者の身体特性 (介入前) は、身長 170.8 ± 6.4 cm、体重 63.7 ± 7.3 kg、BMI 21.8 ± 2.7 kg/m² (mean \pm SD) であった。なお、対象者の約8割は体育会に所属していない学生であり、日常的に計画的な高強度筋力トレーニングを実施していなかった。

2 研究手順

授業の実施は、本学体育館に併設されているトレーニングジムを使用した。授業は全15回で構成され、第1回にオリエンテーション (メディカルチェック・アンケート)、第2回および第15回に後述する体組成測定および1RM推定を実施した。それらを除く第3回から第14回までの全12回は、トレーニングを主とする授業内容であった。全12回のトレーニング実施期間は、基本的に最初の15分で本時の確認およびメニュー考案、その後60分メイントレーニング実施、残り15分で振り返りといった流れで進めた。

3 測定方法

3-1 1RM決定のプロトコル

筋力トレーニングにおける最大筋力は、1回だけ挙上可能な負荷である One Repetition Maximum (1RM) として表される。1RMは、筋力トレーニングの負荷設定や効果評価の基準として広く用いられており、直接法および間接

法によって測定される。

直接法は、1回挙上可能な最大重量を段階的に探索する方法であり、高い正確性が得られる一方で、身体的負担や傷害リスクが大きいという課題がある。これに対し、間接法は、一定回数反復可能な負荷 (RM) から1RMを推定する方法であり、安全性と簡便性に優れる。以上の理由から、本研究では大学授業内での実施を想定し、間接法を採用した。

1RM測定は、山内 (2016) を参考に測定手順を設定した。測定は、ウォーミングアップを含む3試技で構成し、第3試技を測定本番とした。ウォーミングアップ時の反復回数は2~3回とし、過度な疲労による測定精度の低下を防ぐため、必要最小限にとどめた (Sheppard & Triplett, 2018, p.496)。各試技間の休息時間は約1分とした。

本研究における最大反復回数は10RMとし、反復回数の許容範囲は8~12回に設定した。この範囲を逸脱した場合には、十分な休息をとった上で重量を再設定し、再測定を行った。測定はペアで実施し、一方が反復回数および挙上スピードを確認することで、測定の質を担保した。なお、推定1RMの測定にあたっては、動作軌道を一定に保つためマシン種目を扱い、反復動作の速度を一定に保つよう指示した。また、試技間には十分な休息時間を設け、測定時の疲労の影響を最小限に抑えるよう配慮した。

得られた反復回数および負荷から、Sheppard & Triplett (2018, p.494) の「1RMの割合と反復回数」に基づいて1RMを推定した。例えば、120 kgを8回反復できた場合、8回は1RMの80%に相当するため、 $120 / 0.8$ により1RMは150 kgと算出される。

1RM測定は、上半身および下半身の代表的筋力指標として、チェストプレス (CP) およびレッグプレス (LP) の2種目を評価対象とした。これは、本研究が大学授業内で実施される集団トレーニングを対象としており、限られた授業時間内で安全かつ均一な条件で測定を行う必要があったためである。CPおよびLPはいずれも軌道が固定されたマシン種目であり、

初心者を含む受講者においてもフォームの個人差が生じにくく、安全に実施可能であるという特性を有している。さらに、CPは上半身の押す動作、LPは下半身の伸展動作をそれぞれ代表する種目であり、授業内トレーニングにおける上肢および下肢の筋力特性を把握する指標として適切であると判断した。なお、測定手順の詳細は表1に示した。なお本研究は、授業内で安全かつ妥当な強度設定を行うための方法論的配慮として1RMに基づく負荷設定を採用したものである。

3-2 体組成測定

体組成のトレーニング介入前後を比較するため、第2回目および第15回目の授業内で体成分分析装置(InBody470: InBody Japan Inc)を用いて、体組成の測定を行った。着衣量はいずれも0.5kgで統一した。体組成の測定に先立ち、必須項目である身長をまず測定し、0.1cm単位で記録した。体組成の各測定値は0.1kg単位で記録した。測定項目は、体重(Weight)、除脂肪量(Fat Free Mass: FFM)、体脂肪量(Body Fat Mass: BFM)、体脂肪率(Percent Body Fat: PBF)、筋肉量(Soft Lean Mass: SLM)、骨格筋量(Skeletal Muscle Mass: SMM)、Body Mass Index (BMI)であった。FFMは体脂肪を除いた体成分の総量を示し、

SLMは脂肪および骨を除いた軟部組織量を示す指標である。SMMは四肢の骨格筋量を表す指標であり、本研究では筋力との関連を検討する目的からSMMを主要な筋関連指標として用いた。測定は2回目および15回目で条件を可能な限り統一するために、同一時間帯で実施した。また測定者ごとにInBody専用シートで電極を消毒した。

4 トレーニング実施内容

週1回の主なトレーニング実施内容は、本学トレーニングルームで実施可能であるマシントレーニング、ダンベルトレーニングとした。本学で使用しているマシンはすべてサイベックス社製マシン(Cyber International Inc)であった。マシントレーニングは、1RM測定で実施するCP、LPに加え、オーバーヘッドプレス(OHP)、ロウイング(SR)、ラットプルダウン(LPD)、バタフライ(BF)、リアデルト(RD)、レッグエクステンション(LE)、レッグカール(LC)の計9種目とした。表2に各マシンのトレーニング時のポジショニングについて示した。ダンベルトレーニングに関しては、実施可能となるメニューが多岐にわたるため、特に種目の指定はせず、個人の目標にあったトレーニングを主体的に選択して実施させた。1回あたりのトレーニング実施時間は上述の通り60分

表1 1RM(間接法)の測定プロトコル

試技	目的	負荷の設定	回数
1セット	各種目動作のチェック	マシーンを動かす	2~3回
2セット	各種目重さのチェック	ある程度の負荷を設定しそれを体感する ✓ 1RM測定に影響が出ないような重量で	3~5回
3セット	1RM挑戦	2セット目を参考に 10回程度反復できる重量を想像し実施する ✓ 思い切って負荷を設定する	限界まで実施 ✓ 10回程度
マシンを挙上・牽引できなくなるまでの回数を数える 各種目の反復するペースは2秒で1反復を目安とし同じリズムで実施することを心掛ける 挙上重量と最大反復回数を対応表を参照して1RMを算出する <留意点> 呼吸はとめない 反復できていても正しい動きが損なわれ、ペースがくずれた場合終了とする			

山内(2016)の表1「間接法の測定手順」を参考に筆者作成

程度とし、各種目最大6セットを上限として実施した。全受講者は、毎回のトレーニングの中で5種目程度選択し実施し、各自のトレーニング負荷や反復回数の設定は、Sheppard & Triplett (2018, p.500) が提示した「トレーニング目標に基づく負荷と反復回数」をもとに行い、本研究の受講生は主として、筋力、筋パワーの向上を目標としたトレーニングメニューを作成し実施した。また休息時間の設定は、細かな指定はないが、一般的に筋力や筋パワーの向上を企図した場合は2分程度 (Kraemer & Koziris, 1992)、筋肥大を企図した場合は、1分30秒以内 (Hedrick, 1995) に設定することが多い。したがって、本研究においてもそれぞれのトレーニング目標に応じた休息時間を設定し実施させた。なお、各トレーニングのセットごとの重量や反復回数は各個人にそれぞれ記録させた。実際の授業のうち、トレーニングが主となる第3

回から第14回までは各個人でトレーニングを実施した。

トレーニングの実施状況として、1回あたりの実施種目数は平均約5種目であり、各種目の平均セット数は約2~3セット、反復回数は主に8~12回の範囲で実施されていたが一部の対象者では最大挙上重量の確認を目的として低回数での実施がみられた。また、主な使用負荷は推定1RMの約60~70%に相当する強度であったと考えられる。個人差としては、セット数は1~6セットの範囲で実施されていた。

なお、各トレーニングにおける重量および反復回数は個人ごとに記録させたが、これらの記録は自己申告に基づくものであり、負荷強度の正確な定量化には一定の限界がある。また、トレーニングは授業内において教員および指導補助者の監督下で実施されており、提示された内容に基づく実施は概ね遵守されていたと考えら

表2 各マシンの測定時およびトレーニング時のポジショニング

種目	部位	分類	主動筋	マシン基本操作
CP	上半身	プッシュ系	大胸筋	シートの高さ：グリップが胸の中央に来るよう調整 肩甲骨を寄せて安定させる（胸を張る） 可動域を広げすぎず、肩関節を痛めない範囲で押す
OHP	上半身	プッシュ系	三角筋	シートは直立、背もたれにしっかり密着 グリップは耳の横から頭の上に押し上げる感覚 腰が反らないように腹圧をかける
SR	上半身	プル系	広背筋	シート・胸パッドを調整し、グリップが肩の真横に来るように 背中を丸めず、胸を張って引く 肩甲骨をしっかりと寄せることを意識
LPD	上半身	プル系	広背筋	バーを胸の上部（鎖骨~胸骨上部）へ引き下ろす 反動を使わず、肘を体側に引きつけるイメージ 背中をやや反らし、広背筋を意識
BF	上半身	プッシュ系	大胸筋	グリップが肩と同じ高さ（胸の中央~乳頭ライン）になるように調整 背もたれに背中をしっかりとつけて、腰を反らさず安定させる 手首はまっすぐに、肘は軽く曲げて固定
RD	上半身	プル系	三角筋	背筋を伸ばし、肩甲骨を寄せすぎず「開く」ように動かす 重さを追うよりフォーム重視（肩後部を孤立させる）
LP	下半身	プッシュ系	大腿四頭筋	シートを調整し、膝が深く曲がりすぎない位置（90°~100°程度） 膝とつま先は同じ方向へ 押すときは膝を伸ばしきらず、負荷を抜かない
LE	下半身	プッシュ系	大腿四頭筋	回転軸と膝の位置を合わせる 膝を完全に伸ばしきらず、ゆっくり動作
LC	下半身	プル系	ハムストリングス	回転軸と膝をしっかりと合わせる 動作中に骨盤が浮かないようにする 反動をつけずにコントロール

CP：チェストプレス、OHP：オーバーヘッドプレス、SR：ロウイング、LPD：ラットプルダウン、BF：バタフライ、RD：リアデルト、LP：レッグプレス、LE：レッグエクステンション、LC：レッグカール

れる。測定種目であるCPおよびLPについては、各回のトレーニングにおいて必ずしも全受講者が実施していたわけではなく、個人の選択に委ねられていた。一方で、各回において一定数の受講者により実施されており、概ね半数程度の対象者がこれらの種目を実施していたと考えられる。また、CPやLPを実施していない場合でも、ダンベルやその他の類似したマシントレーニングが行われており、これらを含めると概ね7割程度を対象者が同様の筋群に対する刺激を受けていたと考えられる。ただし、各回における実施の有無や頻度には個人差があり、種目選択の違いにより、週によっては実施されない場合もあった。

5 統計処理

全てのデータは平均±標準偏差で示した。介入前後における形態測定および体組成、1RM測定に関しては対応のあるt検定を用いて分析し、効果量としてCohen's dを算出した。さらに、体組成の個体差が最大筋力の変化に与える影響を検討するため、各1RMを従属変数とし、測定時点（介入前・介入後）を被験者内要因、介入前の体組成指標（SMM, FFM, SLM, BFM, PBF）をそれぞれ共変量とした反復測定共分散分析を実施した。主効果（測定時点）および測定時点と各共変量との交互作用を検討し、効果量として偏 η^2 を算出した。形態測定、体組成および1RM測定の変数間の関連性に関してはピアソンの積率相関係数を用いた。また、1RMおよび体組成指標の関連性については、前後の値を単に相関マトリクスとして示すだけでは変化に伴う関連性を十分に評価できないため、各変数の変化量（ Δ ：第15回－第2回）を算出し、 Δ 同士の相関をピアソンの積率相関係数で分析した。いずれの検定においても有意水準は5%とした。すべての解析は、SPSS (version 29, IBM Corp., Armonk, NY, USA) を用いて行われた。

6 倫理的配慮

各測定データの研究利用に関しては、初回の

オリエンテーション時に、測定の目的および調査内容、研究への不参加によって不利益が生じないこと、ならびに個人情報の取り扱いについて文書および口頭で説明を行ったうえで書面による同意を得た。同意取得後、筋力トレーニングを安全に実施するため、すべての受講生に対してメディカルチェックを実施した。また、本研究は、桃山学院大学におけるヒトを対象とした研究審査委員会（承認番号：R2024-007ME）の承認を受け、ヘルシンキ宣言を遵守して実施した。

III 結果

3-1 体組成および1RM測定種目の介入前後比較

トレーニング介入前後における体組成および1RM推定種目の平均値と標準偏差を表3に示した。また、1RM推定種目については、介入前後の個人差および変化の傾向を可視化するため、個人値と平均値を図1に示した。

表3 各測定項目の介入前後比較

項目	介入前	介入後	p値	Cohen's d
BFM (kg)	11.7 ± 4.3	11.4 ± 4.2	0.557	0.14
PBF (%)	18.4 ± 6.2	18.1 ± 6.4	0.719	0.09
FFM (kg)	52.0 ± 6.9	51.8 ± 7.1	0.570	0.14
SLM (kg)	49.1 ± 6.6	48.9 ± 6.7	0.600	0.13
SMM (kg)	29.3 ± 4.3	29.2 ± 4.4	0.552	0.14
CP (kg)	57.6 ± 17.3	61.4 ± 18.8	0.039	0.53
LP (kg)	178.2 ± 54.4	176.1 ± 55.2	0.784	0.07

BFM：体脂肪量、PBF：体脂肪率、FFM：除脂肪量、SLM：筋肉量、SMM：骨格筋量、CP：チェストプレス、LP：レッグプレス

体組成では、介入後にわずかな増加傾向が見られた項目があったものの、ばらつきが大きく、統計的な有意性には至らなかった。1RM推定では、CPにおいて介入後に有意な増加が認められた（ $p = 0.039$, Cohen's $d = 0.53$ ）。一方、LPでは介入前後で有意な変化は見られなかった（ $p = 0.784$, Cohen's $d = 0.07$ ）。一部の対象者で増加傾向が見られたが、全体としては顕著な記録向上は見られなかった。

3-2 共変量を考慮した最大筋力の共分散分析 骨格筋量など体組成の個体差が最大筋力に与

える影響を統制するため、実数値の 1RM を従属変数とし、測定時点（介入前・介入後）を被験者内要因、各体組成指標（SMM, FFM, SLM, BFM, PBF）をそれぞれ共変量とした反復測定共分散分析を実施した。

その結果、CP においては、SMM を共変量とした場合、測定時点の主効果は有意水準に達しなかった ($p = 0.060$, 偏 $\eta^2 = 0.23$) もの、測定時点と介入前 SMM との交互作用は有意であり ($p = 0.008$, 偏 $\eta^2 = 0.41$)、中程度から大きい効果量が認められた。同様の傾向は FFM および SLM を共変量とした場合にも認められ、いずれも交互作用は有意であり、効果量も比較的大きい値を示した ($p < 0.01$, 偏 $\eta^2 = 0.41 - 0.42$)。一方で、BFM および PBF を共変量とした場合には、有意な主効果および交互作用は認められなかった。

LP においては、いずれの体組成指標を共変量とした場合においても、測定時点の主効果および交互作用は有意ではなく、効果量も小さい値にとどまった (偏 $\eta^2 = 0.01 - 0.12$)

表 4 介入前体組成指標を共変量とした共分散分析

	CP 主効果 (p , 偏 η^2)	CP 交互作用 (p , 偏 η^2)	LP 主効果 (p , 偏 η^2)	LP 交互作用 (p , 偏 η^2)
SMM	0.060 (.23)	0.008 (.408)	0.719 (.01)	0.723 (.01)
FFM	0.047 (.253)	0.007 (.414)	0.719 (.01)	0.723 (.01)
SLM	0.046 (.255)	0.007 (.416)	0.718 (.01)	0.723 (.01)
BFM	0.159 (.136)	0.826 (.004)	0.254 (.099)	0.223 (.112)
PBF	0.027 (.305)	0.305 (.075)	0.227 (.11)	0.208 (.119)

CP : チェストプレス, LP : レッグプレス, SMM : 骨格筋量, FFM : 除脂肪量, SLM : 筋肉量, BFM : 体脂肪量, PBF : 体脂肪率

3-3 初期筋力水準別にみた介入後変化率の比較

1RM を推定した 2 種目において、介入前の段階で記録の高かった群を上位群、記録の低かった群を下位群として 2 群に区分し、介入後に対する変化率 (変化率 = (介入後値 - 介入前値) / 介入前値 $\times 100$) を算出した。その結果、両群ともに、介入後で下位群 (CP : 10.9% 上昇, LP : 5.1% 上昇) の方が伸び率が高い傾向を示したが、各群ともに介入前後差は統計的有意にはいかなかった。なお、LP 上位群では、介入後測定時に 1 名が負傷のため LP 測定を実施

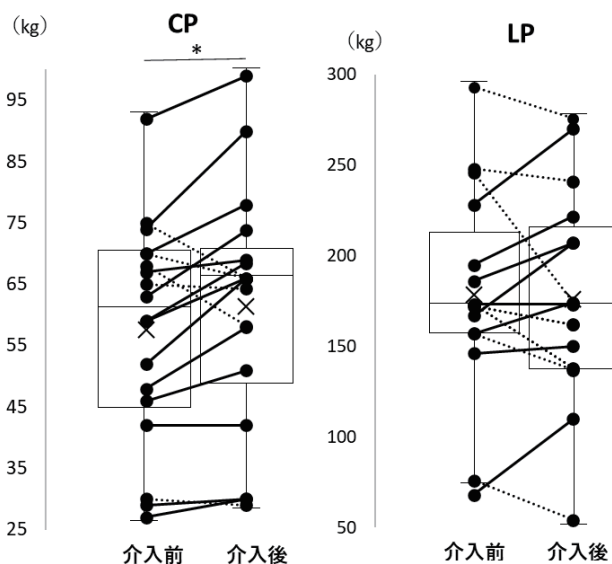


図 1 CP および LP の介入前後の個人値と平均値

* : $p < 0.05$
 — : 介入後で記録が向上
 ... : 介入後で記録が低下
 箱は中央値および四分位範囲を示し、ひげは最小値および最大値を示す。× は平均値を示す。

できなかったため、当該解析における n 数が他群より 1 名少なくなった。各個人の介入前後の変化を図 2 に示した。

3-4 体組成各項目と 1RM 測定種目の関連

体組成各項目と 1RM 測定種目の関係について表 5 に介入前の相関、表 6 に介入後の相関をそれぞれ示した。

それぞれの表に示されるように、介入前後で各項目との相関に大きな違いはみられず、同様の結果となった。1RM 測定種目である CP と LP の間には、強い正の相関 ($p < 0.01$) が見られた。また、その 1RM 測定種目と体組成の関係では、FFM, SLM, SMM といった体脂肪成分を除いた項目と強い正の相関 ($p < 0.01$) が見られた。一方、BFM や PBF といった体脂肪成分を示す項目とは相関が見られなかった。

3-5 1RM 測定種目と体組成指標の変化量 (Δ) による関連解析

同一対象者の前後データに基づく変化に伴う関連性を明確化するため、各変数の変化量 (Δ : 第 15 回 - 第 2 回) を算出し、 Δ 同士の相関を

分析した。表 7 に Δ 同士の相関を示した。その結果、1RM 測定種目 (CP および LP) の変化量と体組成各項目 (FFM, SLM, SMM, BFM, PBF) の変化量との間には、すべての項目で有意な相関は見られなかった。

表 7 変化量 (Δ) 同士の相関

	BFM	PBF	FFM	SLM	SMM
CP	0.358	0.309	-0.014	-0.007	-0.01
LP	0.16	0.24	-0.498	-0.495	-0.441

CP: チェストプレス, LP: レッグプレス,
BFM: 体脂肪量, PBF: 体脂肪率, FFM: 除脂肪量,
SLM: 筋肉量, SMM: 骨格筋量

IV 考察

本研究では、一般大学生を対象に、週 1 回・60 分・12 週間の大学授業内筋力トレーニングを実施し、その前後で推定 1RM および体組成を測定することで、現実的な授業条件下における筋力トレーニングの効果を検討した。その結果、体組成および LP 推定 1RM では介入前後で有意な変化は見られなかった。一方で、CP 推定 1RM は単純な前後比較において増加を示

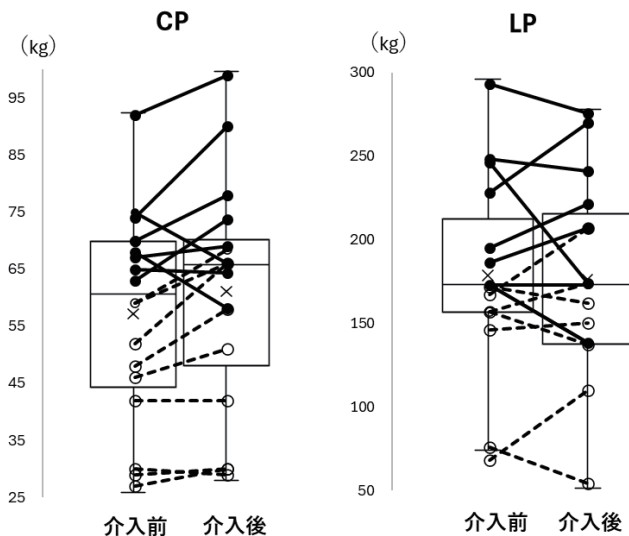


図 2 CP および LP における上位群・下位群の介入前後比較

●: 上位群, ○: 下位群
箱は中央値および四分位範囲を示し、ひげは最小値および最大値を示す。× は平均値を示す。

したが、SMMを共変量として統制した反復測定共分散分析では、測定時点の主効果は有意水準に達せず、測定時点と介入前SMMとの交互作用のみが有意であった。さらに、FFMおよびSLMを共変量とした場合にも同様に交互作用が有意であり、効果量も中程度から大きい値を示した一方で、BFMおよびPBFでは有意な効果は認められなかった。これらの結果は、CPの向上が集団全体に一樣に生じた介入効果というよりも、初期の筋量水準に依存した反応であった可能性を示唆する。以上の結果から、本研究の主要所見は、週1回という限定的条件下では集団全体として一樣な筋肥大や筋力向上

は確認されなかった一方で、初期筋量水準に依存した限定的な適応が生じ得る可能性が示された点にある。本研究ではSMMを主要な筋関連指標として位置づけているが、FFMおよびSLMにおいても同様の傾向が認められたことから、筋関連指標全体として一貫した反応様式が示されたと考えられる。

American College of Sports Medicine (ACSM, 2009)の推奨では、初心者や一般成人にとって筋力の向上には週2～3回以上のトレーニングが望ましいとされており、今回の頻度(週1回)はその基準を下回っている。また、12週間という期間も、筋肥大が可視化される

表5 介入前における各測定項目の相関

	CP	LP	Height	Weight	BFM	PBF	FFM	SLM	SMM	BMI
CP		.708**	0.244	.767**	0.367	-0.029	.715**	.719**	.720**	.670**
LP			0.335	.860**	0.321	-0.057	.874**	.874**	.871**	.657**
Height				0.311	-0.461	-.708**	.600*	.596*	.580*	-0.231
Weight					.533*	0.081	.903**	.903**	.911**	.851**
BFM						.882**	0.117	0.119	0.138	.805**
PBF							-0.354	-0.353	-0.336	0.474
FFM								1.000**	.999**	.590*
SLM									1.000**	.593*
SMM										.610*
BMI										

** : p<0.01 * : p<0.05

CP : チェストプレス, LP : レッグプレス, Height : 身長, Weight : 体重, BFM : 体脂肪量, PBF : 体脂肪率, FFM : 除脂肪量, SLM : 筋肉量, SMM : 骨格筋量, BMI : 体格指数

表6 介入後における各測定項目の相関

	CP	LP	Height	Weight	BFM	PBF	FFM	SLM	SMM	BMI
CP		.683**	0.121	.784**	0.338	-0.047	.678**	.682**	.684**	.724**
LP			0.351	.802**	0.285	-0.054	.723**	.721**	.733**	.592*
Height				0.303	-.511*	-.679**	.572*	.567*	.550*	-0.298
Weight					0.37	-0.072	.894**	.895**	.906**	.819**
BFM						.894**	-0.086	-0.083	-0.055	.701**
PBF							-.509*	-.507*	-0.481	0.359
FFM								1.000**	.999**	.539*
SLM									.999**	.544*
SMM										.565*
BMI										

** : p<0.01 * : p<0.05

CP : チェストプレス, LP : レッグプレス, Height : 身長, Weight : 体重, BFM : 体脂肪量, PBF : 体脂肪率, FFM : 除脂肪量, SLM : 筋肉量, SMM : 骨格筋量, BMI : 体格指数

にはやや短い可能性がある。さらに、個別最適化を優先した負荷設定により、刺激量や漸進性が必ずしも十分に統制されていなかった可能性がある。したがって、本研究での週1回という頻度は、国際的ガイドラインと比較すると低頻度であり、筋力向上を目的とした介入としては刺激量が十分でなかった可能性がある。さらに、Grgic et al. (2018) のメタ解析では、トレーニング頻度が高いほど筋力増加の効果量が大きく、特に若年者においてその傾向が顕著であることが報告されている。一方、Schoenfeld et al. (2016) はトレーニング頻度と筋肥大の関係を検討したメタ解析において、週2回以上の頻度が筋肥大に有利である可能性を示している。ただし、同研究 (Schoenfeld et al., 2016) で、総トレーニング量 (volume) が同一である場合には、頻度の違いによる効果差は相対的に小さくなることも報告されている。本研究では、各回のトレーニングにおいておおよそのセット数および反復回数は設定されていたものの、個々の使用重量を含めた正確な総トレーニング量の算出には至っていない。そのため、本研究において総量が十分に確保されていたかどうかについては、推定的な議論に留まる点は否めない。

しかしながら、本研究のトレーニング介入は週1回という低頻度で実施されており、国際的な推奨水準を下回る条件であった。加えて、筋力および筋パワー向上を目標とした反復回数レンジを採用していたものの、授業という制約下では十分な漸進負荷を継続的に付与することは困難であったと考えられる。以上より、本研究の介入条件は、頻度の制約を背景として総トレーニング量および刺激量が十分に確保されにくい構造であった可能性がある。また、本研究では安全性および授業内での実施可能性を考慮し、最大挙上重量の評価に間接法による推定1RMを用いた。推定1RMは、直接法と比較して測定誤差や個人の動作習熟度の影響を受けやすいことが指摘されており、特にトレーニング経験の少ない集団では神経適応や学習効果によるばらつきが生じやすい (Levinger et al., 2009)。

一方で、本研究では、CPおよびLPといったマシン種目を用い、測定手順および姿勢条件を統一したうえで評価を行っている。また、推定1RM測定は授業初期および終期に限定されるものの、その間に同一種目による反復的なトレーニング機会が設けられており、測定時点間で一定の動作習熟が進んでいた可能性も考えられる。したがって、本研究で観察された変化の一部には、トレーニング効果に加えて測定法特有のばらつきや学習効果が影響した可能性は否定できないが、評価条件を可能な限り統一したうえで実施された結果である点を踏まえると、授業内トレーニング研究における実践的指標として一定の妥当性を有すると考えられる。

ここで興味深いのは、CPおよびLPの記録を介入前の推定1RMに基づいて中央値で上位群と下位群の2群に区分し、介入前後の変化を検討した結果である。本研究では、各群間の介入前後差について対応のあるt検定を実施したが、いずれの種目においても統計的に有意な差は見られなかった。一方で、変化率に着目すると、CPおよびLPのいずれの種目においても、下位群の方が介入後に相対的に大きな変化率を示す傾向が認められた。この結果は群間差を示すものではないが、初期水準の違いに応じた反応様式の差を示唆するものと考えられる。このような傾向は、いわゆる「初期効果 (novice effect)」や「天井効果 (ceiling effect)」の影響によって説明できる可能性がある。すなわち、筋力水準が低い者ほど神経筋適応の余地が大きく、比較的短期間でも改善が生じやすい一方、筋力水準が高い者では、同一のトレーニング刺激では顕著な向上が得られにくいことが考えられる。

先行研究においても、未経験者では短期間で顕著な筋力向上が報告されており (Häkkinen et al., 1985)、トレーニング経験の少ない群ほど効果量が多いことがメタ分析でも示されている (Peterson et al., 2004)。さらに、ACSM (2009) も、初心者では比較的low頻度のトレーニングでも一定の効果が得られる一方、経験者ではより高頻度・高強度の刺激が必要であると

指摘している。以上より、本研究において観察された下位群の相対的に高い変化率は、週1回という限定的な条件下においても、初期水準の低い受講者では一定の適応が生じる可能性を示唆するものである。ただし、群間の統計的な差は確認されず、本結果は探索的知見として位置づけられることから、今後はより大規模な検証的研究が求められる。以上のことから、本研究で観察されたCPの向上も、週1回という限定的条件下において、初期水準の低い対象者を中心に神経適応や動作習熟の影響が表出した可能性として理解するのが妥当である。

本研究の結果は、授業内という現実的制約下では、週2回以上の頻度確保や体系的な漸進負荷の導入が必要である可能性を示唆する。この点は、週2～3回のトレーニングが筋力向上に有利であるとする報告 (Peterson et al., 2004) や、初心者においても適切な漸進負荷が不可欠であるとする知見 (Gentil et al., 2017) と整合する。

続いて、体組成およびIRM推定種目の関連について、体組成の筋関連指標 (FFM, SLM, SMM) が、CPおよびLPの推定IRMと介入前後いずれにおいても強い正の相関 ($p < 0.01$) を示した。一方で、脂肪成分 (BFM, PBF) との間には相関が見られなかった。この結果は、筋力発揮の基盤としての筋量の重要性を改めて裏付けるものであり、筋力が単に体重の大小ではなく、主として筋量の多少に依存することを示している。先行研究においても、SMMが最大筋力の主要な決定因子であることは繰り返し報告されており (Fukunaga et al., 2001)、本研究の結果は、その知見を大学生において再確認するものである。なお、体脂肪成分と筋力に有意な相関が見られなかったことは、BFMの多少が筋力発揮能力には直接的に関連していない可能性を支持する結果であった。現に、大学年代を含む成人集団を対象としたPasdar et al. (2019) の報告によると、BFMは、筋力と相関しないと述べられている。これは本研究の結果と同様であった。

一方で、介入前後で相関係数を並列して比較

した場合、それらの差がトレーニング介入によって生じた変化であるかどうかを判断するには、統計的な相関差の検定が必要となる。本研究では、主要な体組成指標と推定IRMの組合せについて変化量同士の関連を検討したが、いずれにおいても有意な関連は見られなかった。

筋量と筋力の基礎的関連は介入前後を通じて一貫して認められたが、変化量同士には有意な関連が見られなかった。このことは、本研究の介入条件下では、筋量変化と筋力変化が必ずしも連動して生じなかった可能性を示唆している。加えて、授業内という現実的かつ低頻度の介入条件において、筋量と筋力の基本的な関連構造がどの程度維持されるのかを実証的に示した結果とも解釈できる。さらに、介入前後を通じて筋関連指標と筋力との間に一貫した強い関連が認められたことは、授業内介入であっても、筋量が筋力発揮の主要な規定因であるという基本構造は明確に確認できることを示す結果である。

CPとLPの間には強い正の相関が認められた。この結果は、上肢と下肢という異なる部位の筋群においても、筋力水準が一定程度共通の要因に基づいている可能性を示唆するものである。先行研究においても、上肢および下肢の筋力が共通の因子によって規定される可能性が報告されている。例えば、甲斐ほか (2008) は、健康成人を対象として体組成と四肢筋力を分析し、上肢・下肢ともにSMMと強い正の相関を示すことを明らかにしている。本研究で観察されたCPとLPの相関も、全身的な筋量水準、特にSMMの多少が、上肢・下肢の筋力発揮に共通して関与した結果と解釈することが妥当である。

さらに、神経筋系の特性や基礎的体力水準といった全身的要因が、上肢・下肢筋力の双方に影響する可能性も考えられる。近年、成人を対象とした研究では、上肢および下肢の筋力が、筋力水準のみならず力発揮速度や疲労特性と関連し合うことが報告されている (Langford et al., 2024)。これらの知見は、筋力発揮が部位ごとに完全に独立した能力ではなく、全身的な神

経筋特性と一定の関連をもつ可能性を示している。ただし、本研究の対象は一般大学生であり、筋力評価には推定 1RM を用いていることから、神経筋機能や力発揮速度といった機序の側面にまで踏み込んだ解釈には制約がある。本研究結果は、これらの機序を直接的に検証したのではなく、あくまで関連性を示唆する知見として位置づける必要がある。

以上より、本研究で認められた CP と LP の強い相関は、一般大学生において、推定 1RM を用いた評価条件下でも、上肢・下肢筋力が全身的な筋量水準を背景として相互に関連していることを示した点に意義がある。この知見は、大学生を対象とした体力評価や授業内トレーニングにおいて、単一部分の筋力指標のみでなく、他部位の筋力や体組成を含めて多面的に把握する重要性を示唆するものである。

本研究にはいくつかの限界点が存在する。第一に、対象者が一般大学生であり、トレーニング経験や体力水準にばらつきが大きかった点である。このため、トレーニング効果が個人差によって相殺され、全体として有意な変化が検出されにくかった可能性がある。また、本研究では介入前推定 1RM の中央値に基づいて上位群・下位群へ二分したが、これは便宜的な分類であり、トレーニング歴や熟練度を厳密に定義したものではない。初心者群・経験者群を客観的基準で層別化した解析が行えていない点は、本研究の解釈上の制約である。加えて、対象者数が 18 名と比較的少数であったため、統計的検出力が十分であったとは言い難く、性差分析や経験別解析を実施することは困難であった。第二に、トレーニング頻度が週 1 回と低く、また授業という制約のなかで設定されたプログラムであったため、筋力や体組成に顕著な変化をもたらすには十分でなかった可能性がある。特に、神経適応は一定の刺激頻度や反復曝露が必要とされるが、本研究のような週 1 回の頻度では、その適応が限定的な範囲にとどまる可能性も否定できない。この点は、CP で限定的な向上が認められたことを踏まえても、慎重に解釈すべき点である。加えて、本研究におけるトレーニ

ングは、1 回あたり平均約 5 種目、各種目 2～3 セット、反復回数 8～12 回、強度は主に約 60～70%1RM 相当で実施されていた。これらの条件は、一般的に筋力向上や筋肥大を目的としたトレーニングとして一定の強度水準を満たすものの、週 1 回という頻度を考慮すると、単位時間あたりの刺激量および週当たりの総トレーニング量は、先行研究やガイドラインで推奨される水準と比較して相対的に低い可能性がある。したがって、本研究で観察された変化の限定性には、トレーニング頻度および総刺激量の影響が関与している可能性が考えられる。なお、本研究では各トレーニングにおける重量および反復回数は個人ごとに記録されていたが、これらのデータを用いて総負荷量 (volume load) を定量的に算出・分析するには至っていない。また、トレーニング内容は個人の選択に委ねられていたため、実施された強度や負荷設定には一定の個人差が含まれていた。これらの点は、トレーニング量と適応との関係を厳密に検証するうえでの制約である。さらに、週 1 回という頻度を踏まえると、週当たりの総トレーニング量は相対的に低い水準であったと考えられる。第三に、筋力の評価に推定 1RM を用いた点である。推定法はフォーム習熟や対象者の動機づけに影響を受けやすく、真の最大筋力を反映していない可能性がある。さらに、栄養摂取状況や授業外での身体活動の影響を統制できなかった点も結果の解釈に影響を及ぼしうる。一方で、授業内トレーニングは正規授業として実施され、出席管理のもとで行われていた。全 15 回の授業のうち、本測定に参加した 18 名はいずれも欠席が 1 回以内であり、出席率は高水準であった。また、トレーニングは教員および指導補助者の監督下で実施され、提示された内容は原則として全対象者が遂行していたことから、授業内における実施遵守は一定程度確保されていたと考えられる。

本研究は「週 1 回の授業」という現実的な条件下で、大学教育における筋力トレーニングの効果を実証的に検討した点に意義がある。体組成および LP 推定 1RM において明確な向上は

確認されなかったものの、CPでは単純な前後比較において増加が認められた。一方で、共分散分析では測定時点の主効果は共変量により結果が異なり(筋関連指標でSMMでは有意傾向、FFMおよびSLMでは有意)、さらに交互作用が認められたことから、一様な介入効果は確認されなかった。この結果は、週1回という限定的条件下においても、一様な適応は生じないものの、一部の対象者では神経適応レベルでの初期的変化が生じる可能性を示唆するものである。一方で、筋肥大を伴う全身的適応を得るためには、頻度や総量、部位特性を考慮したプログラム設計が必要である可能性が示唆された。

今後の課題としては、授業外活動を含めた頻度確保や漸進負荷の体系的導入に加え、トレーニング歴を客観的基準に基づいて層別化し、性差や経験差を考慮した解析を行うことが求められる。また、最大筋力評価に直接法を導入するとともに、身体活動量や栄養摂取状況のモニタリングを併用することで、介入効果をより精緻に検証できる可能性がある。

本研究の知見は、大学教育における身体活動プログラム設計において、「限定的条件下での適応特性」と「頻度・量・部位ごとの刺激差」を構造的に検討する重要性を示す基礎資料として位置づけられる。今後は、頻度・強度・評価法を体系的に検討し、より実効性の高い教育的介入モデルの構築が期待される。

V 結論

本研究は、一般大学生を対象に、週1回の大学授業内における筋力トレーニングを後期授業期間に実施し、その前後で1RMおよび体組成を測定し、その効果を検討することを目的として実施した。その結果、以下に示すことが明らかとなった。

- 1) 週1回・12週間という頻度では、体組成およびLP推定1RMに有意な変化は見られなかった。
- 2) CP推定1RMは単純な前後比較において増加を示したが、共分散分析では共変量により結果が異なり、筋関連指標のうち主要

指標として位置づけたSMMでは主効果は有意に至らず有意傾向にとどまった一方で、FFMおよびSLMでは主効果が有意であった。さらに、測定時点と筋関連指標との交互作用が有意であった。

- 3) 変化率の分析では、介入前で記録が低かった下位群の方が介入後での伸び率が高く、基礎体力水準が低い対象者ほど短期間で改善が得られる傾向が示されたが、本解析は中央値による二分法に基づく探索的検討であり、結果の解釈には慎重さが求められる。
- 4) 筋関連指標(FFM・SLM・SMM)とCP・LPの間には強い相関が認められ、筋力発揮の主要因が筋関連指標であることが示された。
- 5) CPとLPの間に強い正の相関が見られたことは、筋力発揮能力が部位特異的な要因だけでなく、全身的な筋量や神経筋機能といった共通基盤に依存していることを示唆する。一方で、筋量および推定1RMの変化量同士の関連を検討した追加分析では有意な相関は認められず、短期間・低頻度の授業内介入では、筋量—筋力関係そのものが大きく変化する段階には至っていない可能性が示された。

以上より、週1回という授業内の低頻度条件では、全身的な筋肥大や一様な筋力向上を明確に導くには十分でない可能性がある。一方で、個体の初期筋量水準や基礎体力に応じて適応様式が異なる可能性が示唆された点は、本研究の重要な知見である。ただし、初期筋量水準に基づく群分けは中央値による二分法に基づく探索的解析であるため、その解釈および一般化には慎重さが求められる。本研究は、大学授業という現実的制約下における筋力トレーニングの到達点と限界の一端を示すとともに、今後の大学教育における運動プログラム設計において、頻度・刺激量・対象者特性を考慮する必要性を示した基礎資料として意義を有する。

利益相反自己申告：共著者全員が利益相反はない。

引用文献

- 秋原悠・齋藤壮馬・村上佳司・小田俊明・曾我部晋哉 (2025) 中学生の日常的な運動による身体組成と体力の特徴, *教育医学*, 71 (2) : 107-117.
- American College of Sports Medicine. (2009) Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41 (3), 687-708.
- Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y., & Kanehisa, H. (2001) Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 172 (4), 249-255.
- Gentil, P., Fisher, J., & Steele, J. (2017) A review of the acute effects and long-term adaptations of single- and multi-joint exercises during resistance training. *Sports Medicine*, 47 (5), 843-855.
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Davies, T. B., Lazinec, B., Krieger, J. W., & Pedisic, Z. (2018) Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48 (5), 1207-1220.
- Häkkinen, K., Komi, P. V., & Alén, M. (1985) Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 125(4), 587-600.
- 林直亨・宮本忠吉 (2009) 週1回の大学授業における筋力トレーニングが筋力に与える影響, *体育学研究*, 54 : 137-143.
- Hedrick, A. (1995) Training for hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*, 17(3), 22-29.
- 甲斐義浩・藤野英己・村田伸・竹井和人・村田潤・武田功 (2008) 身体組成と上・下肢筋力および四肢周径に関する研究, *理学療法科学*, 23 (2) : 241-244.
- Kraemer, W. J., & Koziris, L. P. (1992) Muscle strength training: Techniques and considerations. *Physical Therapy in Practice*, 2(1), 54-68.
- Langford, M., Hackney, K. J., Andrew, S., Batesole, J., Berntson, M., Black, K., Hoang, T., Klawitter, L., Kraemer, W. J., & McGrath, R. (2024) The relationships between upper and lower extremity muscle strength, rate of force development, and fatigue in adults. *International Journal of Exercise Science*, 17(4), 1155-1166.
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., & Selig, S. (2009) The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(2), 310-316.
- Meredith-Jones, K. A., Williams, S. M., & Taylor, R. W. (2015) Bioelectrical impedance as a measure of change in body composition in young children. *Pediatric Obesity*, 10(4), 252-259.
- 文部科学省スポーツ庁 (2022) スポーツの実施状況等に関する世論調査, https://www.mext.go.jp/sports/content/20240327-kensport01-000034684_1_2.pdf (参照日: 2025年5月31日)
- Pasdar, Y., Darbandi, M., Mirtaheer, E., Rezaeian, S., Najafi, F., & Hamzeh, B. (2019) Associations between muscle strength with different body composition parameters in an adult population: Results from the RaNCD cohort study. *International Journal of Preventive Medicine*, 10, 146.
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2004) Maximizing strength development in athletes: A meta-analysis to determine the dose-response relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 377-382.

- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016) Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1689-1697.
- Sheppard, J. M., & Triplett, N. T. (2018) レジスタンストレーニングのためのプログラムデザイン, 篠田邦彦 (総監修), 岡田純一 (監修), ストレングストレーニング&コンディショニング 第4版, ブックハウスHD (p.480, p.494, p.496, p.500).
- 磨井祥夫・柳川和優 (2013) 週1回の授業におけるレジスタンストレーニングが大学生の筋力に及ぼす影響, 広島体育学研究, 39: 1-10.
- 王旭・張琬婧・蛭田秀一・島岡みどり (2020) 大学新入生における運動不足感と体力および運動習慣の関連, 大学体育スポーツ学研究, 17: 86-92.

山内賢 (2016) 慶應義塾大学体育実技「フィットネストレーニング」履修者における骨格筋量と筋力トレーニング種目別最大筋力(1RM)の実態調査報告, 体育研究所紀要, 55 (1), 17-23.

謝辞

本研究の実施にあたり, 授業内でのトレーニングおよび測定にご協力いただいた関西大学人間健康学部の学生の皆様に心より感謝申し上げます。また, 本研究は大阪体育学会の研究助成を受けて実施されたものであり, ここに記して感謝の意を表します。

付記

本研究は, 令和6(2024)年度大阪体育学会研究助成を受けて実施されたものである。

(受付日 2025/9/24 受理日 2026/4/5)