

氏名	佐藤 成		
学位の種類	博士 (保健学)		
学位記番号	甲第 99 号		
学位授与の日付	2023 年 3 月 17 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
学位論文題目	<b>Effect of daily 3-s maximum voluntary isometric, concentric, or eccentric contraction on elbow flexor strength</b> <b>一日 3 秒間の最大随意等尺性収縮・短縮性収縮・伸張性収縮が肘屈曲筋力に及ぼす影響</b>		
論文審査員	主査	新潟医療福祉大学	教授 久保 雅 義
	副査	西九州大学	准教授 中村 雅 功
	副査	新潟医療福祉大学	准教授 越中 敬 一

## 論文内容の要旨

古典的な先行研究によると数秒間の等尺性収縮を 4 週間、毎日実施することで非鍛錬者において最大筋力が増加することが報告されている。しかし、短縮性収縮や伸張性収縮といった動的収縮を用いた場合に上記のような効果が得られるか否かは不明である。さらに、伸張性収縮を用いたレジスタンストレーニングは他の筋収縮様式を用いたレジスタンストレーニングと比較して筋力増強効果が高いことが示唆されている。加えて、トレーニングによる効果は特異性があることが知られているが、伸張性収縮を用いたレジスタンストレーニングによる筋力増強効果はその限りでなく、他の筋収縮様式の筋力を大きく増加させることが報告されている。しかし、我々が知る限り 1 日 1 回の異なる筋収縮様式での最大随意収縮トレーニングが各筋収縮様式の最大筋力に及ぼす影響を調査した報告は見当たらない。したがって、本研究では肘屈筋群に対する 1 日 1 回 3 秒間の最大随意伸張性収縮は最大随意等尺性収縮、最大随意短縮性収縮を実施した場合と比較して筋力増強効果が大きいという仮説を検証した。過去 6 か月以内にトレーニング経験の無い若年男女 49 名をトレーニング未実施の対照群 10 名、1 日 3 秒間の最大随意等尺性収縮を実施する群 (ISO 群) 13 名、最大随意短縮性収縮を実施する群 (CON 群) 13 名、最大随意伸張性収縮を実施する群 (ECC 群) 13 名のいずれかに割り当てた。ISO 群では肘屈曲 55 度で最大随意収縮 (MVC) を行い、CON 群または ECC 群では肘屈曲 10 度から 100 度の運動範囲で 30 度/秒の MVC をそれぞれ

れ等速性ダイナモメータで行った。トレーニングは週5回、4週間の計20回実施し、介入前後に肘屈曲の等尺性 MVC トルク、短縮性 MVC トルク、伸張性 MVC トルクを測定し、筋力増強の効果指標とした。なお、対照群は4週間で上記の各 MVC トルクの測定のみを実施した。統計処理に関して、群間の筋力増強効果を比較するため分割プロットデザインによる分散分析を用いた。なお、事後検定として介入前後の比較には Bonferroni 補正による対応ある t 検定、群間の変化率の比較には Bonferroni 補正による多重比較を用いた。有意水準は5%とした。結果として、ECC 群では介入後に等尺性 MVC トルク( $10.2 \pm 6.4\%$ )、短縮性 MVC トルク( $12.8 \pm 9.6\%$ )、伸張性 MVC トルク( $12.2 \pm 7.8\%$ )が有意に増加した( $p < 0.01$ )。一方、ISO 群では介入後に伸張性 MVC トルク( $7.2 \pm 4.4\%$ )、CON 群では介入後に等尺性 MVC トルク( $6.3 \pm 6.0\%$ )が限定的にそれぞれ有意に増加した( $p < 0.05$ )。なお、対照群では各 MVC トルクに有意な変化は認められなかった( $p > 0.05$ )。以上より本研究結果は仮説を支持し、非鍛錬者の肘屈筋群に対する1日1回3秒間の最大随意伸張性収縮は、最大随意等尺性収縮や最大随意短縮性収縮を実施した場合と比較して全ての筋収縮様式の肘屈曲筋力を増加させることが示唆された。

キーワード：

レジスタンストレーニング、等尺性収縮、短縮性収縮、伸張性収縮、特異性

## 論文審査結果の要旨

本論文は、高強度の筋力増強訓練における収縮様式・頻度のパラメーターが最終的な筋のパフォーマンス・筋厚の変化にあたる影響についての研究をまとめたものである。古典的な筋力増強訓練の研究から数秒間という短い時間の等尺性収縮をもちいた4週間のトレーニングでも筋力の増強が得られることが知られていた。その後、伸張性収縮を用いた筋力増強訓練には等尺性・求心性収縮を用いた訓練よりもより高い筋力増強効果をあげることを示す研究が散見されるようになってきた。また、訓練によってえられる筋力増強効果には、訓練に用いた筋収縮様式と同じ筋収縮をもちいた運動課題でより高いパフォーマンスを示す「特異性の原理」が知られていたが、近年では100%MVCのような高強度トレーニングの場合は、この原理が必ずしも適用されず、特に伸張性収縮を用いたトレーニングでこの原理がやぶられていることを示す知見が示されている。

本研究で明らかにしようとして試みていることは、伸張性収縮を用いた高強度・短時間のトレーニングの特徴を、トレーニングパラメーターを特定して実施し検証していくことにある。特に、求心性・等尺性の収縮をもちいた対照群を用意することで、伸張性

収縮トレーニングの「立ち位置」を明確に示そうとするところに本研究の特徴がある。100%MVCの高強度と一日に3秒間という負荷を一定にした条件したで、筋収縮様式をそれぞれ伸張性・求心性・等尺性とする独立した3群で実施し、トレーニング後のパフォーマンスを、3つの筋収縮様式で評価した。トレーニング頻度は一日一回・週5日・4週間である。あわせて筋厚の変化についても観察している。

本研究で示された結果は、国際専門誌に投稿・受理されており、その信頼性・有用性には専門家による一定以上の評価が得られており、論文としての価値は確立されているといえる。さらに、筋力強化に対する学問的貢献に加えて、「3秒間のトレーニングで、効率的に筋力がつく」という潜在的クライアントに対する強い訴求力をもっていることも特筆すべきであろう。

本研究結果の外的妥当性については、審査員からいくつかのコメントがあった。第一は「対象」についてである。対象被験者が若年健常者に限られているため、今回の結果を、筋力増強訓練の潜在的クライアントである中高年者などにも一般化できるのか、という点である。さらに「対象」となった筋肉も肘屈筋のみであり、組成の異なる筋肉に対する今回の結果の一般化については慎重な記載が必要であろう。これら点については、本論文の「限界」について触れられている。

第二は「時間」の要素についてである。本実験では4週間という期間でトレーニングを実施し、伸張性収縮をもちいたトレーニングで得られるパフォーマンスの優位性について検証した。筋増強についての先行研究でも数週間の介入期間の結果を提示しているものが多くみられ、この期間が筋力の変化を観察するために意味のある期間であることは間違いない。

しかし筋力増強にもっとも強い興味をもつクライアントであるアスリートなどでは、数週間で筋力強化トレーニングをやめてしまうわけではなく、より長期的につづけていく。より長期間にわたり伸張性収縮をもちいたトレーニングの優位性が継続しつづけるのか、あるいは他の収縮様式でえられるパフォーマンスの向上がおいついてくる結果になるのかについては、さらなる研究の必要性がある。したがって、今回の研究は筋力強化トレーニングの“EARLY PHASE”での知見であるとするのが適切であろう。

本研究で用いられた「最大収縮」は、筋生理学的には一つの負荷指標として重要な位置をしめているが、実際のトレーニング場面での適用には、むしろ「最大収縮下」で実施されることが想像に難くない。「3秒間」の収縮時間は伸長性の「最大収縮」との組み合わせで効果を発揮することが検証されたが、この組み合わせ以外での効果についても単純に外挿していくことは必ずしも容易ではなく、慎重な検証・議論が必要な点と考えられる。

最後に、筋力増強訓練においての、伸張性以外の求心性・等尺性の収縮様式を用いた方法の役割について考えておくべき点がある。広い意味で「筋肉を鍛える」運動に

は期待する効果において、さまざまなバリエーションがある。例えば、どのくらいの期間で筋力をあげようとしているのか、酸素の消費量など代謝、疲労・怪我の予防、筋のボリュームなど形態的变化などが考えられる。それぞれの目的に応じて筋収縮様式を含めさまざまなプロトコル開発が期待され、本研究の発展性は非常に高い。

以上のことから、審査委員会は本論文を博士論文に相応しいと認める。