

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：18001

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19571

研究課題名（和文）筋機能および筋パワー発揮特性と活動後増強効果の関連性

研究課題名（英文）Relationships between muscle function and muscle power exertion characteristics and post-activation potentiation effects

研究代表者

砂川 力也（SUNAKAWA, Rikiya）

琉球大学・教育学部・准教授

研究者番号：50434163

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、活動後増強（PAP）効果に関連するスクワット運動の要因について、相対強度基準および速度基準の評価法から検討し、筋機能および筋パワー発揮特性の観点からPAPを応用したトレーニング戦略について考察した。その結果、スクワット運動の負荷重量に対し、挙上速度あるいは動作様式、さらには仕事量の組み合わせによってPAP誘発に起因する条件が異なることが明らかとなった。また、速度基準のスクワットトレーニングの有用性が示され、PAP誘発の試みに速度低下率を用いることで、個体差の影響を考慮したコンディショニング活動を個別に評価できる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、広範囲の強度に対して、挙上速度や動作様式、総挙上重量の組み合わせによるPAPのいくつかの条件が特定された。これらの結果は、PAP誘発のためのコンディショニング活動として負荷重量等の選択肢があることを意味するものである。つまり、トレーニングレベルや内容によってプログラム変数を変化させることが可能であると考えられる。本研究で得られた知見は、下肢の筋機能強化に対し、PAPを活用したトレーニング処方に貢献する有益な情報である。また、トレーニング現場において汎用性の高いスクワット運動でのPAP現象を応用することは、様々なスポーツへの競技力向上に資するものであると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This authors of this study examined factors associated with the post-activation potentiation (PAP) effect of squat exercises, using relative strength and velocity criteria as evaluation methods; and discussed training strategies that apply PAP in terms of muscle function and muscle power exertion characteristics. The results revealed that the conditions attributed to PAP induction differed depending on the combination of lifting velocity or movement style, as well as workload in relation to the load weight of the squat exercises. The value of velocity-based squat training was also demonstrated, suggesting that the use of the velocity reduction rate in attempts to induce PAP may allow for the individualized assessment of conditioning activities that consider the effects of individual differences.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：活動後増強 筋力発揮 疲労 速度基準

1. 研究開始当初の背景

筋の発揮能力は、事前に強い筋収縮を行った後に一時的に増強するとされ、この現象は活動後増強 (Post-activation potentiation : PAP) として知られている。一時的に力発揮能力が増強する理由の一つとして、ミオシン制御軽鎖のリン酸化反応が考えられており、後続の筋収縮中に筋小胞体から放出される Ca^{2+} 濃度の増加に伴い、アクチン ミオシンの感受性が亢進されると考えられている。このことは、高負荷レジスタンストレーニング後にプライオメトリクスや爆発的パワーを要するエクササイズを実施することで、より高いトレーニング刺激を与えることが期待できる。しかしながら、この現象を筋力や筋パワーの向上が重要な役割を担う競技パフォーマンスに応用しようとした研究は限られている。実際、事前の筋収縮により筋力が増加するとの報告がみられる一方、変化しない、または減少するとの報告もあり見解が一致していない。PAP の効果については、事前の運動強度が高い方が低強度と比較し、その後のジャンプパフォーマンスに好影響を与えることや性差、筋線維タイプの違いによる筋力発揮の増加パターンが異なることが報告されている。また、事前の筋収縮において筋線維の短縮速度の違いがその後の筋力発揮の増加に影響を及ぼすことや等尺性および短縮性筋収縮の時間や強度によっては PAP によるプラスの効果よりも筋疲労によるマイナスの影響を受けることが示されている。これらの研究結果は、筋形態や筋機能的特性の個人差、筋力発揮の様相や強度による筋疲労の影響を考慮する必要性を示唆している。しかし、前述したように必ずしも見解が一致していない理由として、被験者の筋力レベルの違いや扱う運動種目、強度、時間、筋収縮速度などのトレーニング変数の影響を十分に検証されていない可能性が考えられる。PAP 効果が認められた先行研究の多くは高強度を用いているが、レップやセット数はそれぞれ異なっており、PAP の効果を一概に比較できない。

申請者は男子大学生 8 名を対象に、PAP の効果を検証するためにスクワットの総仕事量を統一した上で、各条件 (30%1RM × 3sets × 6reps, 60%1RM × 3sets × 3reps, 90%1RM × 3sets × 2reps) の前後でカウンター・ムーブメント・ジャンプ (CMJ) を行った。その結果、60%および 90%1RM 条件においてピークパワー (ES:0.80, 0.96)、ピーク速度 (ES:1.03, 0.60) が有意に高い値を示した。つまり、すべての条件で仕事量は同一であるにも関わらず、PAP の効果に違いが生じたことは、事前の筋活動において筋パワーや収縮速度が影響することを示唆するものである。また、30%1RM と 60%1RM のスクワット時の発揮パワーに統計的な差は認められなかったにも関わらず、60%1RM 条件後のみ PAP の効果が得られたことは非常に興味深い知見となった。両条件の速度および力をみると 30%1RM では速度が、60%1RM では力が有意に高い値を示していた。このことは、PAP に影響を及ぼす要因としてパワーに加え、速度と力の関係性を検討し、低強度の場合、掌上速度に関連する動作範囲等の影響を詳細に調べる必要があると考えられる。

2. 研究の目的

活動後増強 (PAP) の効果について、筋パワー、力および速度に着目し、トレーニング変数との関連を調べ、筋形態および筋機能的特性から個人差の影響を明らかにすることを目的とする。

(1) 高い筋活動によって PAP が誘発されることから、掌上速度の影響を検討する必要性が考えられる。したがって本研究では、強度と速度の組み合わせの違いによる PAP 効果を検証した。

(2) 低強度を用いた PAP の知見は希少であるため、本研究では掌上速度と仕事量の違いから PAP の限定的効果について検証した。

(3) 速度基準トレーニング (VBT) について基礎的データの不足と PAP に関する知見が得られていないため、本研究では VBT を実践し、速度低下率の違いによるトレーニング効果とトレーニング経過の観察から PAP の有益性について検証した。

(4) PAP 誘発に必要な高い筋活動と過剰な疲労抑制に焦点を当て、速度低下率 10% 条件でのスクワット運動の負荷の違いによる PAP 効果を検証した。

3. 研究の方法

本研究は、スクワット運動を用いて負荷運動を実施し、エクササイズ前 (CMJ_{pre}) とエクササイズ後 (CMJ_{post}) における CMJ の変量より PAP 効果を検証した。スクワット運動および CMJ による評価はリアポジショントランسدューサー (LPT) を用いて、跳躍高、力 (MF、PF)、速度 (MV、PV)、パワー (MP、PP) 等を分析した。詳細の方法は以下に示す通りである。

(1) 本研究は、レジスタンストレーニング経験のある健常な男子大学生 12 名を対象とした。コンディショニング活動は、低強度 × 低速、低強度 × 高速、中強度 × 低速、中強度 × 高速と定義し 4 条件とした。スクワットの下降局面は 2 秒に統一し、掌上局面については、低速条件で 2 秒、高速条件では、足底部が床面から離れない範囲にて最大速度で掌上するよう指示した。エクササイズ変数は、それぞれ、30%1RM × 3 セット × 6 回、60%1RM × 3 セット × 3 回とした。なお、本実験ではスクワット運動後のリカバリー時間を 4 分と設定した。

(2) 本研究は、健常な男子大学生 9 名を対象とした。実験 1 において、スクワット運動中のジャ

ジャンプ動作制限の有無を条件付けしたうえで挙上速度の違いを検討し、実験2では、ジャンプ動作制限を解除した条件下での仕事量の違いによるPAP効果について検討した。[実験1] 30%1RMでのコンディショニング活動をスクワット低速条件(SL条件)、スクワット高速条件(SH条件)、スクワットジャンプでの高速条件(SJH条件)と定義した。コンセントリック局面は、SL条件で2秒、SH条件では足底部が床面から離れない範囲にて最大速度で挙上するよう指示し、SJH条件では、SH条件で指示した可動範囲を解除し最大速度のスクワットジャンプとした。エクササイズ変数は、30%1RM×3セット×6回であり、挙上速度以外の条件は統一した。[実験2]実験1で示したSJH条件の仕事量が約半分になるようにエクササイズ変数を30%1RM×3セット×3回とし(SJH_{3reps}条件)、それ以外の条件はSJH条件と同様とした。リカバリー時間は4分とした。

(3)本研究は、健康な男子大学生16名を対象とし、それぞれ8名を2つのグループに分類した(VL10群、VL20群)。トレーニングは、全12回のセッションとした。トレーニング介入の効果を検証するために、体重、大腿部周径、スクワット1RM、CMJをトレーニング介入前(Pre)とトレーニング介入後(Post)に測定した。トレーニング経過を総括的に観察するために4セッション毎のトレーニングを1つのマイクロサイクルとして評価した。トレーニングは、挙上速度が0.6~0.7m/sの範囲になるように重量を調整した。VBTは、2つのグループに分け、LPTのアプリケーションシステムで算出される各セット内の最大挙上速度を100%として相対的な挙上速度の低下率の閾値を10%(VL10群)および20%(VL20群)とし、各トレーニング群で指定された速度低下率の閾値に達した場合、そのセットを終了とし3セット行った。毎回のトレーニング後にRPEを聴取し記録した。PAP効果の検証は、セッション毎のスクワット運動前後のCMJパラメータを評価した。なお、スクワット運動後のリカバリー時間は4分とした。

(4)本研究は、スクワットの挙上速度を3条件に設定し、先行研究を参考に、それぞれ高速条件、中速条件、低速条件と定義した。スクワット運動の反復回数は、セット内の速度低下率10%を基準に設定した。セット間の休息は少なくとも3分間とし、2セット行った。これらの項目はLPTを用いてMF、PF、MV、PV、MP、PPを算出した。総挙上重量は、バーベル重量と反復回数の積により求めた。エクササイズ終了後にはRPEを聴取し記録した。PAP効果を検証するために、CMJ_{pre}を測定し、4分間の休憩を挟みエクササイズを開始した。スクワット運動後のリカバリー時間を8分としてCMJ_{post}を測定した。なお、3つのエクササイズ条件はすべてランダムかつ別日で行い、疲労の影響を考慮し、実験の間隔を48~72時間とした。

4. 研究成果

(1)本研究は、スクワット運動を用い、総挙上重量を統一したうえで、低強度、中強度をそれぞれ低速、高速で挙上する4条件に設定し、PAP効果について検証した。その結果、以下のことが明らかとなった。

本研究で用いたエクササイズ変数は疲労の影響を受けず、同条件下においてセット間を通じて高い筋力発揮であったことが示された。本研究の結果より、PAP検証のためのプロトコルとしての再現性が確認された(表1)。

表1 スクワット時の各パラメータ

Squat %1RM	Set	Low velocity					High velocity					LV vs HV	
		PP(W)	PV(m/s)	PF(N)	MP(W)	MV(m/s)	MF(N)	PP(W)	PV(m/s)	PF(N)	MP(W)		MV(m/s)
30%	1	688.4±113.0	0.69±0.13	1181.4±83.4	434.0±65.6	0.45±0.07	952.6±69.0	2353.3±442.3	1.83±0.19	1582.2±199.1	1073.7±154.1	1.09±0.09	984.1±74.5
	2	656.5±92.0	0.67±0.11	1177.7±88.3	411.8±53.2	0.44±0.07	952.0±68.7	2271.7±471.7	1.79±0.21	1610.3±225.8	1074.3±169.6	1.08±0.10	986.1±81.3
	3	638.7±86.3	0.65±0.11	1167.0±83.8	409.4±49.0	0.43±0.07	952.1±68.9	2293.2±505.3	1.81±0.22	1614.1±227.7	1079.9±173.2	1.09±0.10	982.8±75.2
	Total average	659.8±86.8	0.67±0.11	1175.4±85.0	418.4±57.2	0.44±0.06	952.2±68.5	2306.1±472.8	1.81±0.21	1602.2±217.4	1075.9±165.1	1.08±0.10	984.3±76.7
60%	1	785.4±133.3	0.60±0.10	1532.3±178.7	526.9±75.1	0.42±0.06	1254.1±111.0	2296.4±365.2	1.46±0.13	1910.9±188.0	1076.0±127.1	0.85±0.06	1283.7±117.3
	2	787.5±116.0	0.61±0.10	1524.4±161.0	524.7±71.5	0.42±0.06	1253.6±110.1	2210.5±411.2	1.42±0.16	1907.2±174.6	1078.5±141.9	0.85±0.07	1284.5±116.0
	3	769.5±120.6	0.59±0.09	1533.9±176.9	526.7±71.3	0.42±0.05	1252.9±110.6	2240.0±407.1	1.42±0.15	1912.0±173.8	1074.7±143.2	0.84±0.08	1285.6±117.0
	Total average	780.8±122.6	0.60±0.09	1530.2±170.8	526.1±72.0	0.42±0.06	1253.5±109.6	2249.0±393.0	1.43±0.15	1910.1±177.3	1076.4±136.3	0.85±0.07	1284.9±115.7
30%1RM vs 60%1RM		30%<60% p<0.01	30%<60% p<0.01	30%<60% p<0.01	30%<60% p<0.01	n.s.	30%<60% p<0.01	n.s.	30%<60% p<0.01	30%<60% p<0.01	n.s.	30%<60% p<0.01	30%<60% p<0.01

PP:Peak power PV:Peak velocity PF:Peak force MP:Mean power MV:Mean velocity MF:Mean force LV:Low velocity HV:High velocity
n.s.:not significantly

中強度の高速条件において、その後のCMJのパラメータが有意に増大し、同低速条件下ではCMJの変化が確認できなかった(図1)。

低強度を用いたスクワット運動では挙上する速度に関係なく、CMJのパラメータに変化は見ら

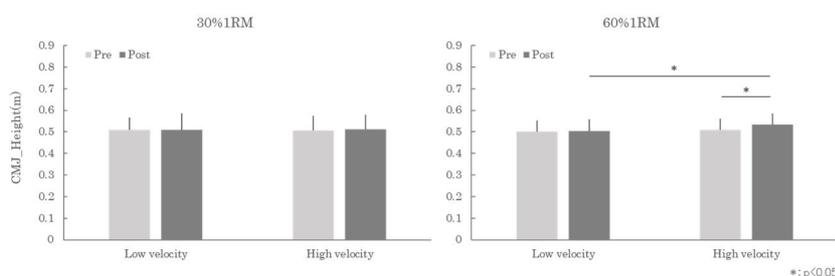


図1 30%1RMおよび60%1RM前後における各速度条件のCMJの跳躍高の比較

*:p<0.05

れなかった。低強度において可動範囲が制限される場合、コンセントリック局面終盤まで加速することが困難であることから、PAPのための十分な筋活動とならない可能性が考えられた。

以上のことから、疲労の影響を受けないプロトコルの再現性が確認され、コンディショニング活動として中強度のスクワット運動を用いる場合、少なくとも最大努力での挙上速度が PAP を誘発する条件の一つになり得ることが示唆された。また、低強度での PAP 誘発には、可動範囲の制限による影響の可能性が推察された。

(2)本研究は、低強度を用いて低速・高速挙上のスクワット運動、高速挙上のスクワットジャンプの3条件に加え、スクワットジャンプの反復回数を半減させたプロトコルを実施し、スクワット運動における挙上速度および仕事量の違いが PAP に与える影響について検証した。その結果、以下のことが明らかとなった。

スクワット運動に対し、可動範囲が制限される(足底部が床面から離地しない)条件下で低強度を扱う場合、平均挙上速度がおよそ 0.4~1.0m/s の範囲において PAP 効果は出現しないことが明らかとなった(表2)。

ジャンプ動作を伴う高速条件において、その後の CMJ パラメータが有意に高まり、同挙上速度条件下で仕事量が半減することでその効果が消失することが明らかとなった(表2)。

表2 スクワット前後におけるCMJの変化

Velocity Condition		Dip (m)	Jump Height(m)	Mean Power(W)	Mean Velocity(m/s)	Peak Power(W)	Peak Velocity(m/s)
SL	Pre	0.656 ± 0.050	0.474 ± 0.039	2419.6 ± 320.9	2.12 ± 0.12	3988.8 ± 1069.6	3.35 ± 0.32
	Post	0.653 ± 0.044	0.471 ± 0.046	2375.9 ± 375.0	2.07 ± 0.13	4021.5 ± 1107.7	3.36 ± 0.32
	ES(d)	—	-0.09	-0.14	-0.41	0.03	0.03
SH	Pre	0.650 ± 0.054	0.472 ± 0.042	2359.6 ± 272.7	2.09 ± 0.15	4275.6 ± 1107.7	3.37 ± 0.38
	Post	0.642 ± 0.062	0.480 ± 0.048	2338.7 ± 363.7	2.09 ± 0.13	4293.8 ± 1047.5	3.41 ± 0.36
	ES(d)	—	0.18	-0.08	-0.04	0.02	0.09
SJH	Pre	0.651 ± 0.048	0.471 ± 0.049	2479.0 ± 310.8	2.17 ± 0.15	4174.5 ± 846.0	3.42 ± 0.37
	Post	0.661 ± 0.059	0.499 ± 0.047**	2657.5 ± 326.3**	2.25 ± 0.15**	4548.3 ± 929.1*	3.53 ± 0.39**
	ES(d)	—	0.57	0.58	0.51	0.44	0.31
SJH _{3reps}	Pre	0.660 ± 0.053	0.471 ± 0.050	2447.4 ± 318.9	2.16 ± 0.12	4198.3 ± 919.1	3.42 ± 0.41
	Post	0.658 ± 0.051	0.472 ± 0.052	2455.7 ± 268.8	2.17 ± 0.16	4246.2 ± 957.8	3.41 ± 0.29
	ES(d)	—	0.03	0.03	0.08	0.05	-0.04

SL: Squat low velocity, SH: Squat high velocity, SJH: Squat jump high velocity, SJH_{3reps}: Squat jump high velocity with 3 repetitions
ES: Effect size ** : p<0.01, * : p<0.05

以上のことから、コンディショニング活動として低強度を用いる場合、少なくとも挙上時のバリスティックな動作が PAP に影響を与える可能性が示唆された。また、低強度運動での PAP には総仕事量の影響を考慮する必要性が考えられる。

(3)本研究は、速度を基準としたスクワット運動において、速度低下率から反復回数を決定する方法を用いて PAP に与える影響を明らかにし、トレーニング経過の観察から速度基準における PAP の有用性について検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

本研究結果から VBT におけるトレーニング効果の再現性が確認され、10%の速度低下率を用いる場合、トレーニングによる過剰な疲労を抑制できる可能性が示唆された(表3)。

表3 トレーニング前後のパラメータ変化

	VL10(n=8)			VL20(n=8)		
	Pre	Post	ES (90%CI)	Pre	Post	ES (90%CI)
Body weight (kg)	61.5 ± 5.0	62.5 ± 4.5**	0.24 (0.08—0.40)	62.7 ± 5.9	63.6 ± 5.7**	0.16 (0.04—0.28)
Thigh circumference (cm)	48.9 ± 3.5	50.8 ± 3.2**	0.57 (0.18—0.96)	49.1 ± 2.4	52.1 ± 3.0**	1.10 (0.61—1.60)
Squat 1RM (kg)	90.0 ± 12.0	97.8 ± 12.9**	0.63 (0.23—1.00)	91.3 ± 14.3	101.3 ± 16.2**	0.65 (0.31—0.99)
Squat 1RM/BW	1.46 ± 0.14	1.56 ± 0.12**	0.77 (0.16—1.40)	1.45 ± 0.14	1.59 ± 0.15**	0.93 (0.35—1.50)
CMJ (m)	0.464 ± 0.037	0.500 ± 0.038**	0.97 (0.52—1.40)	0.480 ± 0.051	0.520 ± 0.059**	0.73 (0.38—1.10)

ES = Effect size; CI = Confidence interval ** : p<0.01, vs Pre

PAP 誘発の可能性についてトレーニング経過を観察し検討した結果、20%の速度損失率は、疲労の影響が大きく、PAP の誘発率を高めるうえでの利益は極めて小さいことが明らかとなった（表 4）。

10%の速度損失率を選択することで、PAP の誘発率が高まることが期待でき、トレーニング現場における利益の確率は許容される可能性が示唆された（図 2）。

以上のことより、速度基準のスクワット運動は、速度低下率から個別に総挙上重量を定量化でき、PAP 誘発のための高い筋活動であることが推察された。また、10%の速度低下率を選択することで PAP の有益性が高まる可能性が示され、少なくとも PAP 効果に対する疲労のリスクを小さくできると考えられる。

(4)本研究は、速度低下率 10%条件における速度を基準としたスクワット運動の負荷の違いが PAP に与える影響について検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

条件間でスクワット運動の挙上速度、反復回数および総挙上重量に違いが見られた。また、すべての条件において、スクワット運動後に CMJ のパラメータが有意に増大し、条件間に差は認められなかった（表 5）。

表5 スクワット運動後のCMJの即時的变化

Velocity Condition		Jump Height(m)	Mean Power(W)	Mean Velocity(m/s)	Peak Power(W)	Peak Velocity(m/s)
High	Pre	0.469 ± 0.057	2115.7 ± 382.19	1.70 ± 0.22	4501.0 ± 785.4	3.32 ± 0.24
	Post	0.482 ± 0.062	2196.1 ± 385.18	1.75 ± 0.26	4650.9 ± 710.1	3.40 ± 0.24
Middle	Pre	0.466 ± 0.055	2123.9 ± 386.6	1.71 ± 0.22	4450.7 ± 786.8	3.31 ± 0.21
	Post	0.481 ± 0.062	2206.6 ± 387.9	1.75 ± 0.24	4605.0 ± 715.0	3.38 ± 0.24
Low	Pre	0.466 ± 0.056	2111.6 ± 348.3	1.73 ± 0.21	4469.4 ± 803.0	3.31 ± 0.21
	Post	0.474 ± 0.059	2182.2 ± 396.8	1.76 ± 0.24	4540.2 ± 656.7	3.34 ± 0.27
Main effect of time		F(1,22)=22.33**	F(1,22)=7.44**	F(1,22)=5.66*	F(1,22)=3.66*	F(1,22)=9.07**
Effect size (f)		0.868	0.598	0.461	0.353	0.521

n.s.: not significant **; p<0.01, *: p<0.05, +: p<0.1

CMJ の効果量と信頼区間を用いた PAP 効果の推定割合は、トレーニング現場における有益性が許容される可能性が考えられる（図 3）。

以上のことより、PAP の誘発にはコンディショニング活動の挙上速度と総挙上重量の組み合わせに起因することが明らかとなり、PAP を誘発する手段として、速度を基準にすることで、個々の疲労耐性に応じた仕事量を処方でき、パフォーマンスを個別に促進できる可能性が示唆された。

表4 トレーニング全体におけるPAPの誘発率

Group	PAP		
	Positive	Negative	Total
VL10	51(53.1%)	45(46.9%)	96(100%)
VL20	17(17.7%)	79(82.3%)	96(100%)
$\chi^2(df)$	24.80(1)**		
ES(Φ)	0.36		

ES = Effect size, **: p<0.01

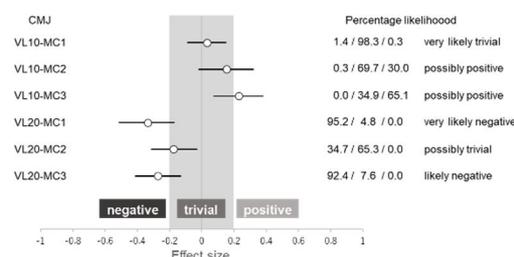
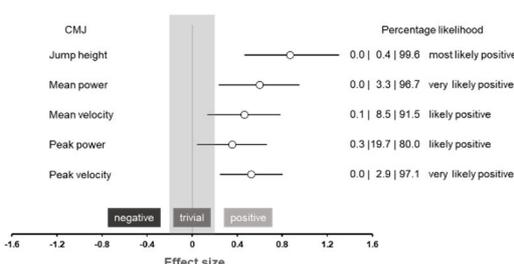


図2 CMJの効果量と信頼区間を用いたPAP効果の推定割合



図中の○は効果量を示し、は信頼区間の下界と上界の範囲を示す。CMJの変化に対するPercentage likelihoodの割合は、negative/trivial/positiveを示す。

図3 CMJの即時的变化に対するPAP効果の推定割合

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 砂川力也	4. 巻 30
2. 論文標題 Velocity-based training : VBTによるトレーニングの可視化とパフォーマンス向上戦略	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Strength & Conditioning Journal (NSCAジャパン機関誌)	6. 最初と最後の頁 5-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 砂川力也, 船渡和男	4. 巻 34
2. 論文標題 速度基準によるスクワット運動の負荷の違いが活動後増強効果に及ぼす影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 295-307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 砂川力也, 船渡和男	4. 巻 33
2. 論文標題 異なる速度低下率を用いたスクワット運動が各セッションの活動後増強に与える影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 259-271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 砂川力也	4. 巻 32
2. 論文標題 スクワットの重量および挙上速度の違いが活動後増強に与える影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 97-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 砂川力也	4. 巻 12
2. 論文標題 低負荷でのスクワットにおける挙上速度および仕事量の違いが活動後増強に与える影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 東京体育学研究	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 砂川力也, 福地修也, 古謝佑汰
2. 発表標題 挙上速度基準のスクワット運動による活動後増強効果
3. 学会等名 日本体育・スポーツ・健康学会第72回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 砂川力也
2. 発表標題 活動後増強効果に影響を及ぼすスクワット運動の要因
3. 学会等名 第35回身体動作学研究会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------