

論文の和文要旨

氏名 Julius Fink

(博士論文の題目)

Influence of resistance training intensity and rest intervals on acute physiologic responses and chronic muscle hypertrophy

(レジスタンストレーニングにおける強度および休息时间の変化が急性生理応答および慢性的筋肥大に与える影響)

(博士論文の要旨)

レジスタンストレーニング (RT) は一般に筋力増強あるいは骨格筋肥大を目的に行われる。RTはそのメカニカルな刺激そのものあるいは乳酸などの代謝産物によって様々なシグナル伝達経路(Akt/mammalian target of rapamycin complex1 (mTORC1)系, mitogen-activated protein kinase (MAPK)系、calcium (Ca^{2+})系など)の活性化を誘発する。その結果、急性応答では骨格筋におけるタンパク合成速度が増加し、この刺激を慢性的に繰り返すことで筋肥大が導かれる。

テストステロン、インスリン様成長因子、成長ホルモンのようなアナボリックホルモンはRTによって血中あるいは筋中で一時的に増加することが報告されており、これらアナボリックホルモンが上述したようなシグナル伝達経路活性化の上流にあると想定されてきた。しかし現在ではこれらのホルモンと筋タンパク質合成増加あるいは筋肥大の関連性は再検討されている。

さらに、従来筋肥大には一回最大挙上重量 (1RM) の80%程度の強度を要するとされていたが、30%1RM程度の低強度筋力トレーニングであっても最大挙上回数 (failure) まで挙上することにより高強度RTと同程度の筋肥大が導かれることが明らかになってきた。ただし特に低強度RTを中心にトレーニング強度や休息时间などに不明な点が多く、筋力、筋量の増加に関してはさらなる検討が必要である。

以上のような背景のもとに、第2章ではまず強度に注目し、30%1RMの低強度群、80%1RMの高強度群、30%1RMと80%1RMを交互に繰り返すミックス群の3群を設定して8週間上腕のRT(アームカール)をおこなっ

様式 3 号

た後の肘屈筋筋力、**rate of force development**(R F D)と上腕二頭筋の筋肥大を比較した。R Tは **failure** まで実施した。8 週間の R T 後、全てのグループで有意な筋断面積の増加が観察された。筋肥大率に関して 3 グループ間に差は見られなかった。一方、筋力および R F D に関しては高強度のグループのみにて有意に増加した。

第 3 章では全身性(ベンチプレス、スクワット)の低強度 R T (40% 1 RM)における休息時間の長さ(30 秒、150 秒)が急性ホルモン応答(成長ホルモン、テストステロン、インスリン様成長因子)、および 8 週間 R T 後の筋肥大と筋力変化に与える影響を検証した。R Tは **failure** まで実施した。その結果、急性応答におけるホルモン変化は両群においてほぼ同様であった。8 週間 R T 後の筋断面積(上腕三頭筋、大腿四頭筋)と筋力(ベンチプレス、スクワットの 1 RM)の変化も同様で両群において有意な増加を示した。

第 4 章では総トレーニング量(重量×挙上回数)は同じになるような条件にして、一回の R T 中に強度を変化させる **drop set** 法と強度が一定の通常の R T との比較を行った。トレーニング法にはトレーニング中に強度の変更が容易なケーブルプッシュダウンを用い、上腕のトレーニングを **failure** まで行った。**Drop set** は通常のトレーニングに比べてトレーニング直後の有意な筋厚の増加が見られた。さらに 8 週間後の筋肥大率に関して通常のトレーニングと比較して約二倍の筋肥大率が観察された。

第 5 章では総トレーニング量は同じになるような条件にして、短い休息時間と低強度トレーニング (**short rest, low load**: SL 群) の組み合わせと長い休息時間と高強度トレーニング (**long rest, high load**: LH 群) の組み合わせの 2 群における上腕 R T での筋力と筋肥大の適応を検討した。上腕 R T は 6 種目(バーベルカール、プリチャーカール、ハンマーカール、クローズグリップベンチプレス、フレンチカール、ダンベルエクステンション)とし、**failure** まで行った。SL 群は LH 群に比べて急性の成長ホルモンの増加や筋厚の増加が観察された。8 週間 R T 後において SL 群の筋肥大率は LH 群に比べて高い傾向にあった。しかし急性な成長ホルモンの増加と筋断面積の増加との相関関係は認められなかった。

結論として同一休息時間で R T が **failure** まで行われる限り、強度あるいは休息時間に依存せず同程度の筋肥大をもたらす。しかし代謝ストレスが高い **drop set** のような漸増的に負荷を落とす R T あるいは低強度で短い休息時間の R T は、長期的な実施により高い筋肥大率をもたらす可能性がある。他方で筋力を増加させるには高強度・長い休息時間のトレーニングが必要と思われる。そして、従来関連性が指摘されていたトレーニングによる急性なホルモン増加と長期的な筋肥大と関係は本検討においては認められなかった。ただし特に成長ホル

様式 3 号

モンは代謝ストレスの指標としての利用可能性が示唆された。