

早稲田大学審査学位論文  
博士（人間科学）  
概要書

高齢者の神経筋機能および日常身体活動  
に及ぼす初動負荷トレーニングの影響

Effects of Beginning Movement Load training on the  
neuromuscular functions and daily functional  
tasks in the elderly persons

2012年7月

早稲田大学大学院 人間科学研究科  
小林 裕央  
Hirofumi Kobayashi

研究指導教員： 鈴木 秀次 教授

ヒトの筋力は加齢と共に低下する。その低下の主な要因は筋の質量低下(サルコペニア)と神経筋協応能の低下による。しかし最近、筋力低下に対するサルコペニアの関連の低さが指摘されており、特に高齢期の筋力低下には神経系の適応が深く関与しているとされている。

一方、力発揮の正確性を定量する神経系の指標としては最大下の筋収縮時の力を調節する安定性(steadiness)が評価されている。このパラメータは、発揮張力変動の大きさを変動係数(coefficient of variation)によって評価され、高齢者は特に低強度の力発揮時でこの変動が大きい。変動の大きさは主に発火頻度のバラつきや common drive (共有駆動)のような運動単位の活動特性によって影響を受け、この神経筋協応能の低下は高齢者の身体動作機能の低下や転倒歴と関連することが指摘されている。

習慣的な運動は加齢に伴う運動機能の低下を遅らすことや部分的な改善を図ることができる。例えば、負荷を用いた筋力トレーニングにより高齢者の力調節安定性や日常動作能力が改善されたと報告されている。さらに、高齢者に負担の少ない軽負荷を用いたケースでもその有効性が実証されている。一方で、筋力トレーニングで得られる効果はトレーニングコンディションに対し特異的に表れるケースや、日常動作に近い運動課題を含むエクササイズが高齢者の日常動作の改善により有効であるという報告も数多く存在する。さらに、太極拳のように動作の制限が少ないエクササイズは、動作中に各筋が力発揮や姿勢制御と様々な役割を果たすこと以外に、高い自由度の中で筋間の協調性が向上することから、高齢者の神経筋協応能が改善するとの結果が得られている。

初動負荷トレーニング(Beginning movement load training)は小山によって創案された初動負荷理論の実践法として開発された動きづくりのトレーニング法である。その特徴は「弛緩－伸張－短縮」の一連の筋活動様式とかわし動作を含んだ動作形態を有し、動作中に筋の弛緩相が含まれ、神経と筋との高い協応能が得られるとされている。初動負荷トレーニングは専用の初動負荷トレーニングマシンを用いる。最近、小山らによって日常生活動作で見られる筋活動パターンが初動負荷トレーニング動作に含まれていることが実証された。そこで本研究では、初動負荷トレーニングによって高齢者の日常動作能力が改善効果があるのか、もし改善があるとすればどのような神経筋の適応が認められるかについて検討した。

実験は健常な高齢男女(60-78 歳)を初動負荷トレーニング(BMLT)群( $n = 17$ )とコントロール(Con)群( $n = 7$ )に分け、BMLT 群には 8 週間、週 3 回の頻度で初動負荷トレーニング

グを行った。トレーニングには上半身 4 種類，下半身 3 種類の計 7 種類の初動負荷トレーニングマシンを用い，30% 1-RM (one repetition maximum)の負荷で 15 回を 5~7 セット行った。測定は肘関節屈筋群と膝関節伸展筋群の等尺性筋収縮による最大随意収縮 (MVC : maximal voluntary contraction)と最大下(10%，30%，65% MVC)での力調節課題を行った。また，日常動作能力は階段昇行，階段降行，椅子立ち上がり動作，そして閉眼片足立ち時間を評価した。その結果，BMLT 群の膝関節伸展筋群 MVC は 31.6%有意に増加した( $P < 0.01$ )が，肘関節屈筋群では 9.8%の増加にとどまった( $P = 0.074$ )。一方，力調節課題はいずれの運動強度でも力調節安定性の有意な改善が見られた( $P < 0.05$ )。また，張力波形の平均パワーは変動の大きさと高い関連がある低周波数帯(0-4 Hz)で有意に減少した。加えて日常動作能力も全ての種目で有意な改善が確認された( $P < 0.05$ )。さらに，トレーニングによるいくつかの最大筋力と力調節安定性の変化は，階段昇行，階段降行および閉眼片足立ち時間の変化との間に中程度ながらも有意な関連性が得られたことから，初動負荷トレーニングは高齢者の運動機能を改善させ，さらにその改善に寄与する神経筋システムの適応を引き起こすことが明らかとなった。

以上の結果は，初動負荷トレーニングが高齢者の日常動作能力を改善することを強く示唆する。また，その改善に寄与する神経筋機能の向上も確認されたが，初動負荷トレーニングによる機能改善に関わるメカニズムの解明には至っていない。この現象の実体を解明することが今後の検討課題である。本研究では初動負荷トレーニングがヒトの動作改善に有効であり，日常生活の質を高める運動方法として有益であることを示した。これらの成果は，今後の初動負荷トレーニングのさらなる普及や新しいトレーニングプログラムの開発において重要である。

本内容の掲載誌：

**Kobayashi H**, Koyama Y, Enoka RM, Suzuki S (2012) A unique form of light-load training improves steadiness and performance on some functional tasks in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. in press. [John Wiley & Sons Als]