

2012年 7月 4日

## 博士学位論文審査報告書

大学名 早稲田大学  
研究科名 人間科学研究科  
申請者氏名 小林 裕央  
学位の種類 博士（人間科学）  
論文題目 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  
Effect of beginning movement load training on the neuromuscular functions and daily functional tasks in the elderly persons

論文審査員 主査 早稲田大学教授 鈴木秀次 医学博士（千葉大学）  
副査 早稲田大学教授 今泉和彦 医学博士（大阪大学）  
副査 早稲田大学教授 竹中晃二 Ed. D. (Boston University)  
博士（心理学）（九州大学）  
副査 早稲田大学教授 榊原伸一 博士（医学）（東京大学）

ヒトの筋力は加齢と共に低下する。その主因は筋の質量低下と神経筋協応能の低下による。しかし最近、加齢による筋力低下と筋の質量低下との間に密接な関係がないと報告されている一方、高齢期の筋力低下には神経筋協応能が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ことが指摘されている。このパラメータ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、これら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密接に関連するとされている。

一般に、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明らかにされている。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の報告があり、高齢者に負担の少ない軽負荷トレーニングでもその有効性が実証されている。また、筋力トレーニング効果はその運動を実際に行っている部位に対して特異的に表れるケースや、日常動作に近い運動課題を実施すると高齢者の日常動作を改善するという報告も多い。さらに、太極拳のように動作の制限が少ない運動では、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に加え、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報告もある。

初動負荷トレーニング (Beginning movement load training : BMLT) は小山 (1994, 1999)

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。最近、小山ら（2010）によって日常生活動作で見られる筋活動パターンが BMLT 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、BMLT によって高齢者の日常動作能力の改善効果があるか否か、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ものである。

本研究では、健常な高齢被験者男女(60-78 歳)を BMLT 群 ( $n=17$ ) と対照 (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を実施するよう依頼した。CON 群の被験者には実験実施中に特別な運動を行わないよう依頼した。BMLT は、上半身 4 種類、下半身 3 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筋群の等尺性筋収縮による最大随意収縮 (Maximal voluntary contraction : MVC) 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および閉眼片足立ち時間を評価している。

その結果、BMLT 群の膝関節伸筋群 MVC は 32% 有意に増加したが、肘関節屈筋群では 10% 程度の増加であった。力調節課題については、いずれの運動強度でも力調節安定性の有意な改善がみられた。張力波形の平均パワーも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。日常動作能力についても全ての種目で有意な改善が確認された。また、本研究で実施したトレーニングによって得られた最大筋力と力調節安定性の変化についてみると、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有意な関連性が得られた。このことから、本研究で実施された BMLT によって高齢者の運動機能が改善され、さらにその改善には神経筋協応能の亢進が示唆された。

以上より、本論文は BMLT によって高齢者の日常動作能力を改善し、その改善によって神経筋協応能が高まるものと結論付けている。本論文は従来の膨大な文献を渉猟した上で、用いた方法論についても妥当であることが審査委員全員一致を以って確認された。実験データについてもこれまでの報告例には無い多くの新規性があり、以下の権威ある国際学術誌に掲載されている。

【掲載論文】 : Kobayashi H, Koyama Y, Enoka RM and Suzuki S: 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 (2012) 【John Wiley & Sons A/S】

以上より、本論文が優れた学術的価値を有するものであると判断し、博士 (人間科学) の学位を授与するに十分値するものと認める。

以上