

氏名	石井 秀明 (学籍番号 11DR01)
学位の種類	博士 (リハビリテーション科学)
学位記番号	第 1 号
学位授与年月日	2014 年 3 月 10 日

論文題目 高齢者の身体機能と身体適応に関連した新たな疲労の捉え方の提言

論文審査担当者	委員長	大城 昌平	教授
	委員	西田 裕介	教授
	委員	小田原 悦子	教授
	委員	新宮 尚人	教授
	委員	藤本 栄子	教授

## 論文要旨

### I. 背景

高齢者の自立した生活を維持するために、理学療法士は身体機能に対して適切な運動介入を行っていかねばならない。しかし、現在推奨されている運動は負荷強度が高く、高齢者にとってリスクが高いと考えられる。よって、低負荷の運動でも効果が得られるメカニズムを検討していく必要がある。トレーニングの効果は、運動に対して身体を適応させることで得られる。この身体適応は負荷強度に依存しており、疲労を伴う運動により得られる。疲労は力の減少と定義され、運動を阻害する要因である。しかし、最近の研究において疲労は、運動に対する適応過程の反応を引き起こすことが明らかにされ、身体適応に対する疲労の重要性が示唆されている。さらに、近年、疲労感も疲労の定義として考慮されており、力の減少を伴わなくても、疲労感の変化で身体適応を引き起こせる可能性があると考えられる。また、高齢者が日常生活を送るためには、一瞬の力(最大筋力)よりも疲れずに持続的に多くの力を発揮できる能力(疲労に耐えながら力を発揮できる能力)が重要であるとされ、今後、身体機能の低下との関係を明らかにしていく必要がある。以上のように、疲労には運動の阻害要因ではなく、新たな捉え方があると考えられる。そこで、本研究では、疲労を力の減少と疲労感とし、また疲労感を運動中に感じるきつさと定義し、これらの疲労が高齢者の身体機能や運動に対する身体適応に関与するという新たな捉え方を提言することを目的とした。目的を明らかにするために、課題 I と II では疲労課題を用いて力の減少という観点の疲労と身体機能の関係、さらには身体機能の低下の原因を検討する。課題 III と IV では疲労感と身体機能の低下の原因との検討から、疲労感という観点の疲労が身体適応の反応であることを証明する。

### II. 課題 I : 移動が自立している高齢者の身体機能に影響を及ぼす要因

【目的】: 移動が自立している高齢者の身体機能に影響する要因を明らかにすることである。

【結果・考察】: 重回帰分析を用いて従属変数を身体機能、独立変数を年齢、BMI、体脂肪率、筋肉量、下肢筋力、握力、認知機能として検討した結果、下肢筋力( $\beta=0.49$ )と年齢( $\beta=-0.19$ )が抽出され、特に下肢筋力が最も影響することが明らかになった。筋力は神経系と筋系を反映する指標であるため、神経系の検討も必要であると考えられる。

### III. 課題II：疲労課題中のパワーの産生能力と神経活動が高齢者の身体機能に及ぼす影響

〔目的〕：身体機能維持群と身体機能低下群の比較により，等張性収縮の疲労課題中のパワーの産生能力(パワーの総和)と神経活動の違いを検討し，力の減少という観点の疲労と身体機能の関係，さらには身体機能の低下の原因を明らかにすることである。

〔結果・考察〕：疲労課題中のパワーの総和および筋電図信号は，身体機能維持群に比べて身体機能低下群で低値を示した。また，疲労課題中の筋電図信号の変化率とパワーの総和には有意な正の相関を認めた( $r=0.585$ ,  $p<0.05$ )。つまり，疲労課題中のパワーを産生できる能力に群間で差を認めたことから，力の減少という観点の疲労は身体機能に関与することが明らかになった。さらに，神経活動においても群間で差があり，パワーの総和と相関が認められたことから，身体機能の低下の原因は神経活動である。

### IV. 課題III：疲労運動プロトコルの有効性の検証

〔目的〕：健常成人男性を対象に，疲労運動プロトコル(神経適応運動と低強度のエルゴメータ運動)は，運動量ではなく，代謝の亢進によって非疲労運動プロトコル(低強度のエルゴメータ運動)と異なるエルゴメータ運動中の疲労感とエルゴメータ運動後の神経活動を引き起こせるのかを検討し，有効性を明らかにすることである。

〔結果・考察〕：神経適応運動中の呼吸交換比は，安静時に比べ有意に上昇した。自覚的運動強度は非疲労運動プロトコルよりも疲労運動プロトコルで早期に上昇し，運動の後半で定常状態になった。また，両プロトコルともプロトコル後で神経活動は上昇したが，疲労運動プロトコルは非疲労運動プロトコルよりも低値を示した。つまり，疲労運動プロトコルは，代謝の亢進によりエルゴメータ運動中の疲労感と運動後の神経活動に違いを引き起こせることが明らかとなった。よって，疲労運動プロトコルは疲労感と神経活動の検討に有効であることが証明された。

### V. 課題IV：高齢者における低強度有酸素運動中の疲労感の違いが神経活動に及ぼす影響

〔目的〕：疲労運動プロトコルと非疲労運動プロトコルを用いて，高齢者におけるエルゴメータ運動中の疲労感の違いが神経活動に及ぼす影響を検討し，疲労感という観点の疲労が身体適応の反応であることを明らかにすることである。

〔結果・考察〕：神経適応運動中の呼吸交換比は，安静時に比べ有意に上昇しなかったが，自覚的運動強度は非疲労運動プロトコルよりも疲労運動プロトコルで早期に上昇した。神経活動は疲労運動プロトコルのみ有意に上昇した。よって，疲労感の違いが神経活動に影響し，疲労感という観点の疲労は身体適応であることが明らかになった。

### VI. 結論

本研究の結果より，力の減少という観点の疲労は身体機能に関与し，疲労感という観点の疲労は身体適応の反応であることが示唆された。よって，疲労は運動の阻害要因ではなく，身体機能や身体適応に関与する要因であり，疲労の捉え方を変える必要性が証明された。

## 論文審査の結果の要旨

運動により、高齢者の身体機能の低下予防および向上を図ることは重要な課題である。しかし、疲労が運動の継続を困難にし、運動の阻害要因と捉えられている。本研究では、疲労を力の減少と疲労感とし、また疲労感を運動中に感じるきつさと定義し、これらの疲労が高齢者の身体機能や運動に対する身体適応に関与するという新たな捉え方を提言することを目的とした。目的を明らかにするために、課題ⅠとⅡでは疲労課題を用いて力の減少という観点の疲労と身体機能の関係、さらには身体機能の低下の原因を検討する。課題ⅢとⅣでは疲労感と身体機能の低下の原因との検討から、疲労感という観点の疲労が身体適応の反応であることを証明する。課題Ⅰの結果から、高齢者の身体機能には筋力が最も影響することが明らかとなり、神経系の観点からの検討が必要であると考えた。課題Ⅱでは疲労課題を用いて神経系の観点から検討した結果、疲労課題中の力を産生できる能力に身体機能別で差を認め、身体機能の低下の原因に神経活動が影響することが示された。課題ⅠとⅡより、力の減少という観点の疲労は身体機能に関与することが明らかになった。課題Ⅲより、成人男性において疲労感と神経活動の関係を検証するプロトコルの有効性が示された。課題Ⅳでは課題Ⅲで有効性が示されたプロトコルを用いて高齢者を対象に検討した結果、疲労感が早期に発生すると、神経活動が賦活した。つまり、課題ⅢとⅣの結果より、疲労感という観点の疲労は身体適応の反応であることが明らかになった。以上の本研究の結果は、力の減少という観点の疲労は身体機能に関与し、疲労感という観点の疲労は身体適応の反応であることを示す。よって、疲労は運動の阻害要因ではなく、身体機能や身体適応に関与する要因であり、疲労の捉え方を変える必要性が証明された。このような疲労に対する新たな捉え方は、高齢者に対する運動処方を選択の幅を広げ、低負荷での運動でも効果が得られる運動方法の開発に寄与できることが期待される。

以上を総合すると、石井秀明氏の論文は、運動による身体機能の低下予防および向上のために、疲労の新たな捉え方を提言し、高齢者の運動処方に新たな知見を加え、リハビリテーション分野の発展に寄与する重要な貢献を果たすものと評価できる。よって本審査委員会は、本論文が博士(リハビリテーション科学)の学位を授与するに値するものと判断した。