

筋力増強トレーニング最適負荷見極めにおける、加速度時系列スペクトルのエントロピーの有用性の検討

小島 基永¹⁾, 大淵 修一¹⁾, 秋場 猛²⁾, 西澤 勉²⁾, 鷗嶋 善久²⁾

1) 東京都健康長寿医療センター研究所 福祉と生活ケア研究チーム (在宅療養支援),
2) システム・インスツルメンツ株式会社 プロダクト部

key words マシントレーニング・運動の滑らかさ・在宅虚弱高齢者

【はじめに、目的】

マシンを使用した高齢者向けの包括的な運動トレーニングは、介護予防事業における有力なプログラムとして、通所の事業所を中心とした全国の施設で展開されており、その効果も確認されてきている。ところで、このプログラムの典型的なプロトコルに於いて、最適な負荷量の見極めは、理学療法士や運動指導員などの運動指導者による評価に依っており、こうした評価に対するマニュアルはあるものの、関わる運動指導者の熟練度によって、その評価の確からしさが変動する可能性があることが懸念される。また、厚生労働省の運動器の機能向上プログラムに関する指針においても、こうした事業が適切な内容で実施されることが課題であるとされている。最適な負荷量決定のための評価は、負荷の増加に伴って生じる、動作の円滑さの低下などから判断されるものであるが、我々はこれまで、動作の円滑さをみる指標として、動作中の加速度の時系列スペクトルから算出するエントロピーが有用であることを、動作の円滑さの低下に伴い、より大きな値を示すその性質から、本学術集会に於いても報告してきている。これを、マシントレーニングにおける動作に適用すると、動作の範囲を小さくして動作の円滑さを保とうとする代償動作以外については、動作の円滑さの低下を表すことができると考えられ、運動指導者による負荷見極めの補助的な指標として役に立つ可能性があるものと考えられた。そこで本研究では、従来の負荷見極めの手順に、エントロピーによる動作の円滑さを示す指標を加えることの有用性を検討した。

【方法】

東京都区部にある A デイサービスの利用者 22 名 (男性 8 名、女性 14 名、平均年齢 \pm 1SD: 78.8 \pm 6.3 歳、要支援 1:3 名、要支援 2:7 名、要介護 1:4 名、要介護 2:6 名、要介護 3:2 名) のレッグプレスにおける負荷見極めにおいて、マシンの重錘部分に加速度計 (測定範囲 \pm 4G) を取り付け、加速度情報を 5Hz の高域遮断フィルタを用いた 100Hz のサンプリング周期にて採取し、動作の中間にあたる 7 秒間の加速度情報の時系列スペクトルの第 1 成分を除く 5Hz までの成分を正規化したものからエントロピーを算出するとともに、算出されたこれらの値を、運動指導者による負荷見極めの状況と比較した。尚、取り得るエントロピーの最大値は、算出に用いる時系列スペクトルの要素数で一義的に決まり、この場合は 5.09bit であった。また、本研究で使用したトレーニングマシン (リハトレナー, システム・インスツルメンツ, 東京) には、重錘の移動量を検出できるロータリエンコーダーがついており、トレーニング動作の範囲に関する定量的な情報はここから得た。

【説明と同意】

被験者には、研究の主旨と内容を説明するとともに文章によって同意を得た。また、本研究は、所属する機関の倫理委員会の承認を得た。

【結果】

マシントレーニング時の動作の範囲が、負荷の増大とともに小さくなった 5 例 (動作範囲の最大値に比べ最小値は、5 例で平均 84.1% 低下していた) を除く、17 例における、負荷見極めで良好と判定された動作 (エントロピーの平均値 \pm 1SD: 3.36 \pm 0.33 bit) と、不良と判定された動作 (エントロピーの平均値 \pm 1SD: 3.54 \pm 0.31 bit) の間の対応のある検定において、不良と判定された動作で、統計学的に有意に大きなエントロピー値が認められた ($p = .001$, 差の 95%CI: 0.09-0.27)。

【考察】

増加された負荷に、筋力を中心とした運動能力が追いつかない場合、その動作の範囲を小さくして、動作の円滑さを保つような代償の他に、動作の円滑さを低下させたり、求心相に比べて遠心相を速くするような、破綻した動作が見られるが、これらについては今回の結果から、エントロピーを使用した指標で、その状態を表現できる可能性が認められた。このことから、運動指導者による動作範囲の低下への注意に、このエントロピー指標を組み合わせると、より定量的な負荷の見極めが可能になるものと考えられた。

【理学療法学研究としての意義】

地域在住の虚弱な高齢者に対する運動療法の一環として、マシンを使った包括的な高齢者の筋力向上トレーニングに、理学療法士が直接あるいは指導的に関わる場面は多く、未熟な指導者による負荷選択の誤謬防止につながる今回の研究成果を実際に活かすことができれば、現場を指導する際に役に立つものと考えられる。