バイオフィードバックによる健康増進機器の高機能化

Improvement of healthcare device using biofeedback technology

○稲垣夏輝, 大島徹, 小柳健一

富山県立大学工学部知能デザイン工学科(大学院工学研究科知能デザイン工学専攻)

ONatsuki Inagaki, Toru Oshima, and Ken'ichi Koyanagi

Dept. of Intelligent System Design Eng., Toyama Prefectural Univ.

1. 緒言

2006年度の介護保険改正¹⁾, 2008年度から生活習慣病の健診などが義務付けなどに伴い, アンチメタボリックシンドロームとアンチエイジングを目的とした様々な健康増進機器が市場に登場しつつある。しかし, 健康増進機器による運動負荷とその関係は必ずしも明確になっておらず, 誤った運動負荷は目的の効果を得られない。また心拍数と運動強度の関係²⁾, 心拍数と脂肪燃焼の関係³⁾は既知であるが, これまで市販されてきた運動器は心拍数はモニタ機能のみで, 心拍数をフィードバック信号として使用し負荷を変化させる機器はほとんどない。さらに, 下肢全体の運動を対象とするため, 筋力強化の面でその効果が曖昧である。そこで本研究では心拍数をフィードバック信号として, 高い脂肪燃焼効率を維持しつつ脂肪燃焼量が大きくなるように負荷の強度を制し, 目的の効果を最大限得られるような負荷制御を可能とするステップングエクササイズを対象とした「ヘルスケアデバイス」を開発する。

2. ヘルスケアデバイス

本研究で開発する「ヘルスケアデバイス」には 2 つの目的がある。1つは心拍数をフィードバックすることにより, 負荷を心拍数に応じて制御し, 高い脂肪燃焼効率を維持するようにすることである。運動時の最適心拍数をカルボーネンの式で求める事ができ, この心拍数を維持するように運動強度を制御することで, 長時間の有酸素運動を可能にし, 脂肪燃焼量を増加させるのが目的である。もう1つの目的はステッパー踏み込み角度を調節することで, 負荷の方向調節できるようにし抗重力筋を効率よく筋力強化することである。負荷の方向により主動筋が変化することは既知であり, 任意の抗重力筋を強化できる。

この 2 つの目的を達成できるように, 負荷制御の検証用の実験装置を試作した。Fig. 1 に実験装置図を示す。心拍数に応じた負荷を実現するために, ER 流体を用いた ER ブレーキを使用する。ER ブレーキは入力電圧を制御することでブレーキトルクを制御できる。また, 抗重力筋を効率よく強化するためにペダルの固定角度を変えることで負荷方向を変化できる仕様とした。Fig. 2 に固定角度による負荷方向の変化を示す。

3. 予備実験

最適な負荷制御を検証するための予備実験として, 負荷方向を変化させたときの抗重力筋の筋電位の測定と ER ブレーキの入力電圧に対する出力ブレーキトルクを調べた。

Fig. 3 に負荷方向 45° 時の筋電位, Fig. 4 に負荷方向 0° 時の筋電位を示す。負荷方向 45° の時は半膜様筋(ハムストリングス), 負荷方向 0° の時は大腿直筋が活発に活動しており, 理論通り³⁾の主動筋となっている。

Fig. 5 に入力電圧に対するブレーキトルク特性を示す。図 5 より入力電圧に対するブレーキトルクが出力されていることが分かる。

4. 結言

最適な負荷を実現するための実験装置の試作と実験のための予備実験を行ってきた。今後は目標心拍数を維持する最適な負荷制御の検証, 長期使用での体重変化, 運動能力の向上の検証及び従来機器との比較などを行っていく予定である。

Fig. 1 Experimental apparatus

Fig. 2 Change in direction of load

Fig. 3 Muscle potential when direction of load is 45°

Fig. 4 Muscle potential when direction of load is 0°

Fig. 5 Brake torque characteristics to input voltages

5. 参考文献

- 1) 厚生労働省, 平成 19 年度厚生労働白書 (2007)
- 2) 上場場和夫・許鳳浩・田川美貴 他, 淡水と炭酸泉足浴における生理・生化学的变化とユビキタス生体ヘルスセンターを使ったモニタリング, 日本健康開発財団研究年報 2005; 26: 53-66.
- 3) 大島徹, 人間の筋骨格系のモデル化とそのリハビリへの応用. 精密工学会誌 2007; Vol. 73, No. 3: 309-312.