

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500571

研究課題名(和文)心不全・呼吸不全患者に対する、電気刺激療法によるストレス改善効果の検討

研究課題名(英文)The examination of the stress improvement caused by electrical stimulation on heart failure or respiratory failure patients

研究代表者

長坂 誠 (nagasaka, makoto)

東北大学・医学(系)研究科(研究院)・非常勤講師

研究者番号：70375062

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：要介護3以上の患者に対して腹筋と下肢骨格筋への併用電気刺激を行ったところ刺激部位の筋力改善効果を認めたが刺激部位以外の筋力改善効果は認めなかった。また電気刺激によって起居動作およびADLの改善を認めた。また心不全、呼吸不全患者に対して骨格筋電気刺激を行ったところ、急性期においても慢性期においても副交感神経機能の改善効果をもとめた

研究成果の概要(英文)：The electrical stimulation (ES) to the skeletal muscle for weak patients improved the muscular strength of the stimulation part and motion and ADL. More over ES to the skeletal muscle for heart failure and respiratory failure patients activated parasympathetic nerve function on acute phase and chronic phase.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：電気刺激

## 1. 研究開始当初の背景

近年高齢化社会を迎えて、疾病の長期化や障害の重度化のため、長期臥床を余儀なくされる患者が増加している。臥床が長期化すると、本来持っている筋力・運動能が低下し、疾病が改善しても、寝たきりとなってしまう。その結果、患者本来可能な在宅生活や、QOLの向上が困難となり、医療費上昇にも影響を及ぼす。このことは、現在大きな社会問題となっている。

これまで、われわれは骨格筋電気刺激の研究を一貫して続け、心不全・呼吸不全・脳卒中・廃用症候群・閉塞性動脈硬化症患者などにより、運動機能の低下した患者に対し、下肢に3ヶ月から半年にわたる電気刺激を与え、その安全性と下肢筋力増加・運動耐容能改善について報告してきた。また最近では、座位保持が困難な患者に腹筋に対する電気刺激療法を行い、その安全性と体幹筋力改善効果について報告した。

しかし下肢・腹筋の両筋群に対して同時に行う電気刺激療法の効果についてはいまだ不明である。そこでまず本研究では療養病棟に長期入院し、個別リハビリテーション期間を超過した患者に対して下肢筋・腹筋併用電気刺激療法を行い、筋力および起居動作やADLの改善の有無について検討することとした。

またこれまでの研究を通じて、電気刺激中に被験者が心地よさのあまり眠りにつくことが多いので、電気刺激は自律神経のバランスを整え、リラクセス効果やストレス改善効果も期待されることが想像された。実際、電気刺激による血流改善効果には心不全患者の血管内皮機能の改善や自律神経作用による影響を受けている可能性が考えられているが、四肢末梢に及ぼす影響についてはいまだ不明である。呼吸不全患者においては運動療法やストレッチなどでHRVの改善効果を認めているが電

気刺激による報告はないそこで本研究では、まず心不全患者、呼吸不全患者を対象として、電気刺激のリラクセス効果やストレス改善効果の機序を調べるため、電気刺激療法による自律神経機能を検討することとした。

## 2. 研究の目的

(1) 下肢筋・腹筋併用電気刺激療法を行い、筋力改善や起居動作やADLの改善の有無について検討する。

(2) 心不全・呼吸不全患者に対して電気刺激を行い自律神経機能への影響について調べる

## 3. 研究の方法

(1) 腹筋と下肢に対する電気刺激効果の検証

試験への参加の同意がえられた被験者(すでにリハビリテーション算定期間を終了し個別リハビリテーション終了後1か月以上経過した患者16名、平均年齢 $85 \pm 3.7$ 歳、要介護3-4、FIM $87.8 \pm 5.3$ )に対し、電気刺激を開始する前に、筋力、起居動作、ADL評価を行った。筋力は体幹筋力と下肢筋力について行った。体幹筋力は30秒間首上げ回数と呼吸筋力(MEP・MIP)を、下肢筋力はハンドヘルドダイナモメータを用いてそれぞれ評価した。さらに全身の筋力を評価する目的で握力測定も行った。起居動作は、起き上がり時間・立ち上がり時間・立位保持を指標としてもちいた。ADL評価はFunctional Independence Measure(FIM)を指標として用いた。これらの評価終了後被験者をコントロール群と腹直筋+腹斜筋+大腿四頭筋+下腿三頭筋電気刺激群(以下電気刺激群)に分けた。電気刺激群に対し、 $200\mu$ 方形波、20秒on-off、周波数10Hzの電気刺激を、1日60分、週5日、2週間施行した。刺激強度は本人が認容できる最大レベルとした。2週間の電気刺激終了後にコントロール群

および電気刺激群に対して、電気刺激開始前と同様に筋力測定、起居動作、ADL 評価を行った。

#### (2) 心不全、呼吸不全患者に対する骨格筋電気刺激による自律神経機能改善効果

試験への参加の同意がえられた心不全患者および呼吸不全患者に対する電気刺激による自律神経機能について調べた。自律神経機能は自律神経リアルタイム解析専用心拍計を用いた。測定については、まず被験者は2分間臥位で安静を保った状態で電気刺激前のデータを計測した。その後電気刺激を行い終了2分後に電気刺激後のデータを計測した。測定された心拍は1拍ごとに機械が解析して、交感神経活動部分と副交感神経活動部分に分けて以下に示す方法で、定量化した。まず心電図から心拍変動(R-R間隔)を求め、MemCalc法(短時間の心拍RR間隔データから心拍変動解析を行う。世界で自律神経機能を評価するときに用いられる一般的な周波数スペクトル解析方法)によって周波数解析した。それからAraiらの方法に従い、0.15から0.4Hzの高周波数帯域パワー密度( $\text{msec}^2/\text{Hz}$ )をHF、0.01から0.4Hz間の全周波数帯域パワー密度( $\text{msec}^2/\text{Hz}$ )をTFとしてHF/TFを算出し、これを心臓迷走神経系(副交感神経)活動の指標とした。また0.01から0.15Hzの低周波数帯域パワー密度( $\text{msec}^2/\text{Hz}$ )をLFとし、LF/HF $\cdot$ 100(%)を交感神経系活動の指標とし評価した。その後電気刺激は3か月間行い最終日の電気刺激前後で同様の測定を行った。なお電気刺激の条件は200 $\mu$ の方形波、20秒on-off、周波数10Hzとし、1日60分、週2日とした。刺激強度は本人が認容できる最大レベルとした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 腹筋と下肢に対する電気刺激効果

##### の検証

最大吸気圧力(MEP)は、電気刺激群(刺激前 $23.1 \pm 16.7 \text{cmH}_2\text{O}$ 、刺激後 $24.7 \pm 16.2 \text{cmH}_2\text{O}$ )、コントロール群(介入前 $23.0 \pm 6.5 \text{cmH}_2\text{O}$ 、介入後 $23.3 \pm 6.8 \text{cmH}_2\text{O}$ )のいずれも介入前後で有意差を認めなかった。最大吸気圧(MIP)は、電気刺激群(刺激前 $25.4 \pm 15.8 \text{cmH}_2\text{O}$ 、刺激後 $27.1 \pm 17.7 \text{cmH}_2\text{O}$ )、コントロール群(介入前 $18.3 \pm 9.1 \text{cmH}_2\text{O}$ 、介入後 $19.5 \pm 6.7 \text{cmH}_2\text{O}$ )のいずれも介入前後で有意差を認めなかった。30秒間腹筋運動回数は、電気刺激群において刺激前は $4.2 \pm 1.6$ 回、刺激後は $5.7 \pm 1.8$ 回で有意な改善を認めたが( $p < 0.05$ )、しかしコントロール群では介入前 $3.3 \pm 1.0$ 回、介入後 $3.5 \pm 0.9$ 回で有意差を認めなかった。下肢筋力は、電気刺激群において刺激前 $166.1 \pm 59.4 \text{N}$ 、刺激後 $230.7 \pm 95.9 \text{N}$ で有意な改善を認めたが( $p < 0.05$ )、しかしコントロール群では介入前 $132.1 \pm 64.5 \text{N}$ 、介入後 $133.3 \pm 66.5 \text{N}$ と有意差を認めなかった。)握力は、電気刺激群(刺激前 $26.2 \pm 17.1 \text{kg}$ 、刺激後 $26.6 \pm 16.8 \text{kg}$ )、コントロール群(介入前 $15 \pm 6.3 \text{kg}$ 、介入後 $15.5 \pm 6.4 \text{kg}$ )のいずれも介入前後で有意差を認めなかった。起き上がり時間(秒)は、電気刺激群において刺激前は $11.4 \pm 10.1$ 秒、刺激後は $9.1 \pm 7.4$ 秒で有意な改善を認めたが( $p < 0.05$ )、しかしコントロール群では介入前 $5.5 \pm 1.0$ 秒、介入後 $5.6 \pm 1.2$ 秒で有意差を認めなかった。立ち上がり時間は、電気刺激群において刺激前 $4.3 \pm 1.4$ 秒、刺激後 $4.0 \pm 1.2$ 秒で有意な改善を認めた( $p < 0.05$ )、しかしコントロール群では立ち上がり動作の可能な対象者が4名のみで比較検定ができなかった。立位保持時間は、電気刺激群において介入前は $76.5 \pm 74.3$ 秒、実施後は $95.7 \pm 74.5$ 秒で有意に延長した( $p < 0.05$ )、しかしコントロール群で立位保持な対象者が4名

のみで比較検定ができなかった。FIM の総得点は、電気刺激群において刺激前 87.8 ± 5.3 点、刺激後 89.3 ± 5.4 点で有意に改善したが (p < 0.05)、しかしコントロール群では介入前 79.2 ± 4.5 点、介入後 80.6 ± 5.2 点で有意な改善を認めなかった。

したがって電気刺激開始前と比較して、電気刺激 2 週後に下肢筋力、腹筋筋力、は向上したが握力が変わらなかったこと、起居動作、ADL 改善効果を認めたから電気刺激療法は電気刺激部位のみ筋力を向上させるが非刺激部位は向上させないこと、起居動作、ADL 改善効果を持つことが示唆された。

(2) 心不全、呼吸不全患者に対する骨格筋電気刺激による自律神経機能酸化ストレス評価

心不全患者では最初の電気刺激により刺激前と比較して HF は上昇したが LF/HF は上昇するケースと下降するケースを認めた。

呼吸不全の患者では最初の電気刺激により刺激前と比較して HF は上昇し LF/HF は変化なかった。

3 か月間の電気刺激後の安静時自律神経活性は電気刺激前と比較して心不全患者では HF が上昇、LF/HF 低下を認めた。

したがって電気刺激は急性期においても慢性期においても副交感神経活性効果を持つことが示唆された。

5 . 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

長坂 誠、鈴木 文歌、坂田 佳子、室谷 嘉一、森 信芳、海老原 覚、伊藤 修、上月 正博 持続電気刺激に対する血管新生効果 (18 報) 腹筋

電気刺激に対する効果 その 2 (筋力) 第 50 回日本リハビリテーション医学会学術集会 2013 年 6 月 13 日 ~ 15 日 東京国際フォーラム 東京

長坂 誠、鈴木 文歌、坂田 佳子、室谷 嘉一、森 信芳、海老原 覚、伊藤 修、上月 正博 持続電気刺激に対する血管新生効果 (18 報) 腹筋 電気刺激に対する効果 その 3 (起居動作・ADL) 第 50 回日本リハビリテーション医学会学術集会 2013 年 6 月 13 日 ~ 15 日 東京国際フォーラム 東京

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕  
ホームページ等  
なし

## 6 . 研究組織

### (1) 研究代表者

長坂 誠 (Nagasaka Makoto)  
東北大学・大学院医学系研究科・非常勤  
講師  
研究者番号 : 70375062

### (2) 研究分担者

三浦 美佐 (Miura Misa)  
筑波大学・医学系研究科・准教授  
研究者番号 : 30612014

### (3) 連携研究者

上月 正博 (Kohzuki Masahiro)  
東北大学・大学院医学系研究科・教授  
研究者番号 : 70234698