

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2008 年
 課題番号：19700431
 研究課題名 (和文) 廃用症候群・脳卒中患者に対する新たなる電気刺激療法とその効果
 研究課題名 (英文) The new strategy and the effect of electrical stimulation for disuse syndrome and stroke
 研究代表者
 長坂 誠 (Nagasaka Makoto)
 東北大学・病院・助教
 研究者番号：70375062

研究成果の概要：

近年高齢化社会を迎えて、寝たきり患者の存在は極めて大きな社会問題となっている。寝たきり予防のためには、できるだけ歩行などの運動療法を続けたほうがよいとされている。しかし、心不全や呼吸不全などにより十分な運動をできない患者も多い。われわれは、心不全・呼吸不全・脳卒中など運動療法が困難な患者の下肢に電気刺激を与え、その安全性と筋力増加や運動耐容能の改善についての成果を認めたので報告する。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,600,000	0	2,600,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	210,000	3,510,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：電気刺激 心不全 呼吸不全 脳卒中 筋力 血流 運動耐容能

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究開始当初、リハビリ分野では、高齢者の運動機能低下や寝たきり患者の増加は大きな問題であった。それは国民総医療費の上昇にも影響を及ぼしている。

(2) 高齢者の心肺機能をはじめとした臓器機能低下は、本来持っている筋力・運動能を制限してしまうことが多く、寝たきり患者の

増加の誘因となっていた。

(3) 当時、心不全などの合併症を持つ患者の骨格筋に対して、電気刺激療法を用いる試みが発表された。

2. 研究の目的

様々な疾患を持つ患者に対して骨格筋に電気刺激を行い、筋血流量に対する作用、運動耐容能、筋力変化、安全性、長期的効果など

について、その効果を明らかにする。

3. 研究の方法

- (1) 倫理委員会の許可を得た後、被検者を集める。
- (2) 電気刺激を開始する前に被検者に対して骨格筋の血流変化や筋力、運動耐容能の評価を行う。
- (3) 電気刺激を行う。希望者は自宅で行うこととする。電流の強さは各自が心地よいと考えられるレベルに調節する。刺激箇所は両側大腿部と下腿三頭筋、刺激頻度は10 Hz、1日1時間、週7日間、4～26週間施行した
- (4) 電気刺激終了後に被検者に対して血流変化や筋力、運動耐容能の評価を行う。電気刺激前・後でこれらの結果を比較検討する。上記内容にしたがって、呼吸不全患者、ペースメーカー・LVAD 装備などの心不全患者、脳卒中患者に対して電気刺激療法を行い、その効果を評価した。

4. 研究成果

(1) 左室補助装置を装着した患者に対する骨格筋電気刺激の影響
心不全の重症度はNYHA分類でⅢ、心エコー上のEF は31%、拡張型心筋症と診断され、左室補助装置と両室ペースメーカーが埋め込まれた患者に対して4週間の電気刺激を行った。その結果、最大酸素摂取量は2.8 Metsから2.8 Mets、血流は0.075 units /min から0.08 units /minと大きな変化を認めなかったが、骨格筋酸素取り込み能は1.75 units /minから4.33 units /min.と増加した (図1)。血圧・脈拍は電気刺激前後で大きな変化を認めなかった (図2)。左室補助装置装着患者にたいする骨格筋電気刺激では酸素取り込み能は著明に改善し、将来の持久力改善の可能性が示唆された。さらに、左室補助装置・ペースメーカーの作動には電

気刺激により影響を受けずその安全性が確認された。

図1 電気刺激と組織酸素化能

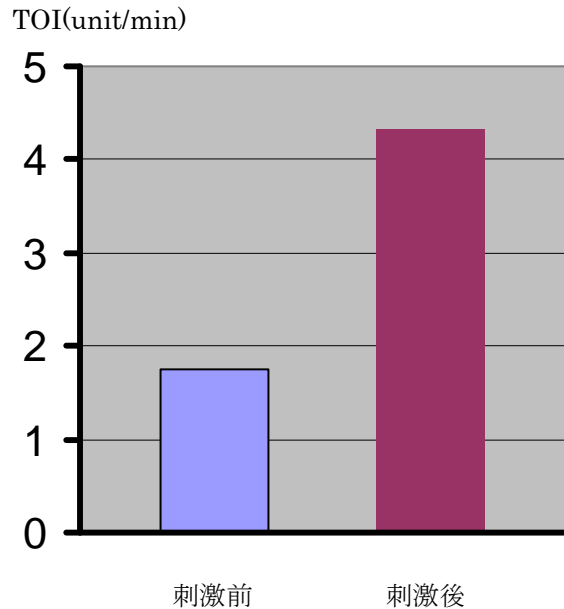


図2 4週間の電気刺激による血圧・脈拍・心電図の変化

	電気刺激前	電気刺激後
安静時血圧	80/49	87/69
安静時心拍数	70	70
心電図変化	単源性 PVC	単源性 PVC

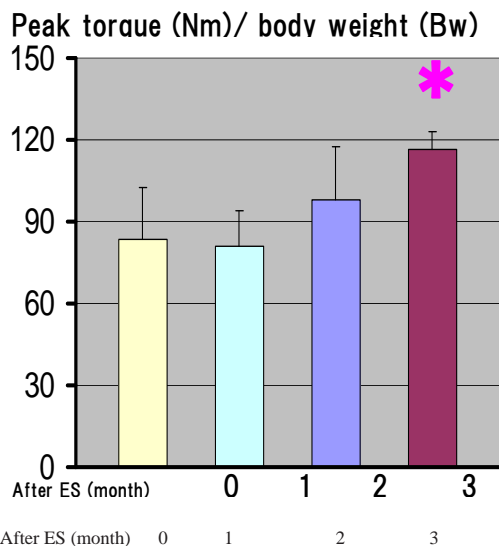
(2) 慢性閉塞性肺疾患患者に対する骨格筋電気刺激の効果

対象患者の年齢は 70 ± 6.2 歳、FEV1% 40 ± 5.3 。当科における呼吸リハビリテーション終了後、機能的にプラトーと判断された症例に対して、電気刺激療法を施行した。12週間の電気刺激療法により、最大筋力と運動時の血流が統計学的に有意に改善した（図3）。また、最大酸素摂取量と組織酸素化能は、統計学的には有意ではなかったが、改善傾向を認めた。一方、血圧・脈拍は、電気刺激前後で大きな変化を認めなかった。

したがって慢性閉塞性肺疾患患者では、骨格筋電気刺激療法により、運動耐容能、筋力、血流が改善する可能性が示唆された。またその安全性も確認された。したがって運動療法不能の慢性呼吸不全患者に対する電気刺激療法は、有効かつ安全な治療手段となりうることを示唆された。

図3 電気刺激による筋力の変化

Peak torque (Nm)/ body weight (Bw)



(3) 脳卒中患者に対する骨格筋電気刺激の効果

当科における脳卒中リハビリテーション終了後、機能的にプラトーと判断された患者に対

して、電気刺激療法を開始した。26週間の電気刺激療法により、健側・患側いずれにおいても筋力、運動時の血流の改善傾向を認めた。機能面では、杖歩行から独歩が可能となった。しかし運動耐容能、Br.stage、BIは変化しなかった。また、血圧・脈拍は、電気刺激前後で大きな変化を認めなかった。

したがって、脳卒中患者に対する下肢骨格筋電気刺激療法により、筋力、血流が改善する可能性が示唆された。またその安全性も確認された。したがって脳卒中患者に対する電気刺激療法は、有効かつ安全な治療手段となりうることを示唆された。

以上の結果から、これまで運動療法が困難で、十分なりハビリテーションを行えなかった心肺機能低下、麻痺などを持つ患者に対する、骨格筋電気刺激療法が、安全かつ有効であることが示唆された。

このことは、骨格筋電気刺激療法が、運動療法の代替手段の1方法として確立しうることを意味する。

こうしたことが一般化すれば、これまで心肺機能低下、麻痺、廃用などにより十分なりハビリテーションを行わずに寝たきり状態におちいった患者数が減少し、寝たきり患者の在宅復帰の可能性や、QOLの向上、さらには国家の医療費削減に多大なる貢献が期待できることになるものと思われる。

この分野は、もともと他に研究者もほとんどおらず筆者の独壇場であり、国内外からも注目を集めていたが、この成果により、他の追随を許さぬものとなった。

具体的には、平成19・20年度日本リハビリテーション医学会に発表し、大きな反響を得た。また第2回リハビリテーション専門医会とチェコ共和国のBrno市のMasaryk大学、香港で行われた第2回Asian preventive

cardiology & cardiac rehabilitation

conference の計 3 度に渡る招待・教育講演を行い、多大な賞賛を得た。

さらに実用面においても、本学の「高度の医療技術の開発及び評価の実績」の中で「骨格筋電気刺激による筋力増強トレーニング」として名を連ねている。

今後の方針としては、運動療法の代替手段としての電気刺激療法を一般化・普及に努めていくとともに、骨格筋電気刺激の他の可能性、具体的には、腹筋に電気刺激を与え、その効果について検討することを考えている。理由としては、これまでわれわれが行ってきた下肢骨格筋電気刺激療法は、立位・歩行が不能な患者には有効であったが、座位が困難な、より重度な寝たきり患者には効果が不十分であったためである。また、嚥下障害の患者では、咳漱反射低下のため、誤嚥性肺炎のリスクも高い。座位能力向上や咳漱能力の改善のためには腹筋筋力の向上が必要であるが、筋力トレーニングが困難であるため、その代替手段の早期確立が求められていた。そこで腹直筋に電気刺激を与えることによる、ADL 向上の指標としての座位耐久性、起き上がり時間、咳漱を含めた呼吸機能などを評価し、その改善効果の有無を明らかにすることを考えている。

上記研究を遂行するため、「腹直筋電気刺激による ADL・嚥下機能への改善効果」の題で平成 21 年度科学研究費補助金を申請したところ、認められたため、早速遂行していく予定である。

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 5 件)

①長坂 誠. 最新のリハビリテーション-心血管疾患の電気刺激療法-. リハビリテーション医学、45 巻 605-611、2008、査読あり

②長坂 誠、香取幸夫、渡邊健一、山崎宗治、小林俊光、上月正博、声門上喉頭部分切除術後嚥下リハビリテーションにより摂食可能となった 2 症例、耳鼻と臨床、54:巻、11、2008、査読あり

③ Nagasaka M, Dobsak P, Mori N, Ogawa M, Ito O, Kurosawa H, Kanazawa M, Minami N, Kohzuki M The influence of electrical stimulation on skeletal muscle in patients with a left ventricular assist device (LVAD) Proceedings of the 4th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, Monduzzi Editore, 111-114. 2007 査読無し

④ Nagasaka M, Dobsak P, Mori N, Ogawa M, Ito O, Kurosawa H, Kanazawa M, Minami N, Kohzuki M The effect of electrical stimulation on skeletal muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) Proceedings of the 4th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, Monduzzi Editore, 115-118、2007、査読無し

⑤長坂 誠、上月正博、心血管疾患における電気刺激療法の新たな展開、リハビリテーション医学、44 巻、402-415、2007、査読あり

[学会発表] (計 6 件)

①長坂 誠、Effect of low and high voltage electrical stimulation on angiogenesis for ischemic disease on hypertensive arteriosclerosis. 第 22 回国際高血圧学会平成 20 年 6 月 15 日、ベルリン

②長坂 誠、持続電気刺激に対する血管新生効果 (13 報) : 慢性閉塞性肺疾患患者に対する骨格筋電気刺激の効果その 2. 日本リハビリテーション医学会学術集会、平成 20 年 6 月 5 日、横浜市

③ 長坂 誠、The influence of electrical stimulation on skeletal muscle in patients with a left ventricular assist device (LVAD) 第4回国際リハビリテーション医学会 学術集会、平成19年6月12日、ソウル・韓国

④ 長坂 誠、The effect of electrical stimulation on skeletal muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) 第4回国際リハビリテーション医学会 学術集会、平成19年6月12日、ソウル・韓国

⑤ 長坂 誠、 持続電気刺激に対する血管新生効果(12 報)：慢性閉塞性肺疾患(COPD) 患者に対する骨格筋電気刺激の効果、第44 回日本リハビリテーション医学会学術集会、平成19年6月7日、神戸市

⑥ 長坂 誠、持続電気刺激に対する血管新生効果(11 報)：左室補助装置を装着した患者に対する骨格筋電気刺激の影響、第44 回日本リハビリテーション医学会、平成19年6月7日、神戸市

6. 研究組織 (1) 研究代表者

長坂 誠 (Nagasaka Makoto)
東北大学・病院・助教
研究者番号：70375062