

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 6月14日現在

機関番号：21501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23650354

研究課題名（和文）寝たきり者の咳嗽補助のための電気刺激法の検討

研究課題名（英文）Cough assist for bed-ridden elderly using neuromuscular electrical stimulation - A preliminary study with healthy subjects -

研究代表者

伊橋 光二 (HASHI KOUJI)

山形県立保健医療大学・保健医療学部・教授

研究者番号：40160014

研究成果の概要（和文）筋電誘発電気刺激が咳嗽力を増加させることができるか検討した。対象は健康成人男性13名であった。電気刺激は、安静吸気位、予備吸気量の50%位、および最大吸気位からの咳嗽に筋電誘発刺激あるいは手動刺激を加え、咳嗽時最大呼気流量PCFを指標として検討した。刺激部位は腹直筋と側副筋群とした。その結果、筋電誘発刺激と手動刺激ともに予備吸気量の50%位での側副筋群刺激で随意咳嗽よりも高いPCFを示した。筋電誘発刺激と手動刺激との間に差はなかった。

研究成果の概要（英文）:The purpose of this study was to examine effects of electromyography (EMG) induced neuromuscular electrical stimulation (NMES) on cough strength. The subjects were 13 male healthy adults. Cough peak flow (PCF) was measured at 3 lung volumes with EMG NMES, manual NMES, or without NMES, also NMES were given to the rectus abdominis or lateral abdominal muscles. PCF with EMG NMES and manual NMES at 50% inspiratory reserve volume to lateral abdominal muscles were significantly higher than the without NMES. There was no significant difference between EMG NMES and manual NMES.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：複合領域

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：咳嗽補助、電気刺激

1. 研究開始当初の背景

高齢者などの咳嗽力低下の要因の一つとして、呼吸筋の筋力低下が挙げられる。特に腹筋群の筋力低下が重要であり、これに対して、電気刺激により補助する方法が研究されているが、ほぼ全ての研究が脊髄損傷患者を対象にしている。これは脊髄損傷が腹筋群と肋間筋の麻痺により咳嗽力低下が著しいことがあるが、感覚麻痺があるために非常に強い強度での電気刺激が可能であることも関係している。

一方、寝たきり老人や神経筋疾患患者では痛みや不快感により刺激強度に限界がある。

他方、これらの患者では腹筋群の収縮がわずかであるが残存しており、筋電誘発型電気刺激装置を用いれば、咳嗽時の筋活動をトリガーとして電気刺激のタイミングをコントロールすることも可能であると考えられた。これが可能であれば、在宅や福祉施設など医療機関以外でも簡便に応用できるのではないかと着想した。しかし、これまで筋電誘発刺激は四肢の麻痺筋に対して行われているのみで、咳嗽補助のために腹筋群に対して用いた研究は見当たらず、検証が必要と考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下のとおりである。

- (1) 市販の筋電誘発電気刺激によって咳嗽時の腹筋筋電活動をトリガーとして電気刺激が可能かどうか確認する。
- (2) 筋電誘発電気刺激の咳嗽力に対する効果を検証する。
- (3) 筋電誘発電気刺激の咳嗽力に対する効果を手動電気刺激と比較する。
- (4) 電気刺激部位の違いが咳嗽力に及ぼす影響を検証する。
- (5) 電気刺激の効果と呼吸機能など身体特性との関係を検証する。

3. 研究の方法

(1) 対象

本研究では健常成人青年男性を対象とした。これは、本研究は電気刺激による咳嗽補助の可能性を検討するための基礎資料を収集するものであり、また、腹部への電気刺激は妊娠中の女性には禁忌であり、健常青年女性ではその可能性を完全に排除できないことが考えられるため、対象者は男性とすることとした。

(2) 測定項目

①呼吸機能測定

測定にはマルチファンクショナルスパイロメータ (Chest 社製、HI-801) を用いた。

1) 努力性肺活量計測 (一秒率を確認するために努力性肺活量を計測する)

日本呼吸器学会の測定ガイドラインに従って測定した。

2) 呼吸筋力測定

米国胸部疾患学会/欧州呼吸器学会のステートメントに従って測定した。

②咳嗽力測定

咳嗽時最大呼気流速 (peak cough flow: PCF) を測定し、咳嗽力の指標とした。測定機器はマルチファンクショナルスパイロメータ (Chest 社製、HI-801) を用いた。

計測体位は、寝たきり者を測定して背臥位で行った。なお、PCF 測定は坐位で行われることが多いため、予備研究で背臥位と坐位での PCF の差について確認した。

また、PCF 測定は、寝たきり者では口唇筋の機能低下などで紙製マウスピースを用いられないことも多いためエアーシールマスクを用いて測定した。マスク等の違いが PCF 測定に与える影響については予備研究で確認した。

1) 随意最大努力咳嗽

以下の3種類の吸気位 (肺気量位) から最

大努力で咳嗽を行い、PCF を計測した。

- a) 安静吸気位 (0% IRV)
- b) 予備吸気量の 50% の吸気位 (50% IRV)
- c) 最大吸気位から (100% IRV)

2) 電気刺激時咳嗽力

(随意最大努力咳嗽 + 電気刺激)

随意最大努力咳嗽と同様に、以下の3種類の吸気位 (肺気量位) から最大努力咳嗽に電気刺激を加えて PCF を計測した。

- a) 安静吸気位 (0% IRV)
- b) 予備吸気量の 50% の吸気位 (50% IRV)
- c) 最大吸気位から (100% IRV)

③咳嗽時胸郭運動計測

上記の咳嗽力測定と同時にインダクティブ・プレストモグラフ (AMI 社製、レスピトレース) を用いて胸腹部運動を記録した。

④胸郭可動性評価

1) 胸郭拡張性計測

テープメジャーを用いて剣状突起高で最大吸気位と最大呼気位の差を計測した。

2) 胸郭柔軟性評価

胸郭を徒手的他動的に動かして5段階で評価した。左右胸郭を上下部位に分け、計4部位を評価した。

(3) 電気刺激方法

①電気刺激の種類

以下の2種の電気刺激を行った。

1) 筋電誘発電気刺激

筋電信号導出と電気刺激の両方が行える電極を備えた電気刺激装置 (OG 技研社製、PAS システム) を用い、刺激を開始する筋電信号閾値を設定し、対象者の咳嗽に同期して電気刺激を実施した。

2) 手動電気刺激

ハンドスイッチを用いて手動電気刺激が行える電気刺激装置 (Empi 社、Respond Select) を用い、対象者の咳嗽と同時に電気刺激を実施した。

②電気刺激部位

咳嗽補助に有効な電気刺激部位を検討するために、今回は以下の2部位で行った。

1) 腹直筋: 前腹部で左右の腹直筋を刺激した。

2) 側腹筋群: 左右の側腹部で外腹斜筋、内腹斜筋および腹横筋を刺激した。

③電気刺激の強度

強い痛みや不快感などが生じない程度に調整して設定した。

(4) 倫理的配慮

本研究は山形県立保健医療大学倫理委員会の承認(承認番号 1202-22)を得た。また、対象者には口頭と書面で十分な説明を行い、書面にて同意を得て実施した。

(5) 統計解析

随意咳嗽と電気刺激による PCF の差について、Shapiro-Wilk 検定で正規性を確認した後、1 標本 t 検定を用いて解析した。統計解析には SPSS ver. 21 を用いた。

4. 研究成果

(1) 対象者の特性

本研究には 13 名の男性健常青年が参加した。その身体特性については表 1 に示した。

表 1 対象者の身体特性

年齢 (歳)	24.1 ± 3.2
身長 (cm)	173.4 ± 3.8
体重 (Kg)	66.0 ± 6.5
%FVC	119.0 ± 16.2
%PImax	113.1 ± 21.7
%PEmax	115.7 ± 29.4

(2) 筋電誘発電気刺激のトリガー可否

筋電誘発電気刺激は 2 つの部位と 3 つの肺気量位の組み合わせによる 6 条件全てで、全対象者で電気刺激のトリガーが可能であった。

(3) 筋電誘発電気刺激の咳嗽力への効果

表 2 に筋電誘発電気刺激による PCF の変化を示した。0%IRV (安静吸気位) および 50%IRV での電気刺激では随意咳嗽に比べて PCF が増加する傾向を示し、50%IRV での側副筋群に対する電気刺激では有意な増加を示した。100%IRV (最大吸気位) では随意咳嗽よりも低い傾向であったが、有意ではなかった。

表 2 筋電誘発刺激による PCF (L/s) の変化

	随意咳嗽	筋電誘発刺激	
		腹直筋	側腹筋
0%	3.56 ±	3.77 ±	3.85 ±
IRV	0.76	0.74	0.83
50%	5.91 ±	6.23 ±	6.32 ± *
IRV	0.74	0.78	0.78
100%	8.21 ±	8.06 ±	8.02 ±
IRV	1.10	1.19	1.25

IRV: 予備吸気量 *: p < 0.05

(4) 筋電誘発電気刺激と手動電気刺激の比較

表 3 に手動電気刺激による PCF の変化を示した。筋電誘発電気刺激と同様で、0%IRV (安静吸気位) および 50%IRV では随意咳嗽に比べて PCF が増加する傾向を示し、50%IRV での側副筋群に対する電気刺激では有意な増加を示した。100%IRV (最大吸気位) では随意咳嗽よりも低い傾向であったが、有意ではなかった。

筋電誘発電気刺激と手動電気刺激の比較では、ほぼ同様の値を示し、有意な差はなかった。

表 3 手動刺激による PCF (L/s) の変化

	随意咳嗽	筋電誘発刺激	
		腹直筋	側腹筋
0%	3.56 ±	3.61 ±	3.80 ±
IRV	0.76	1.02	0.75
50%	5.91 ±	6.22 ±	6.29 ± *
IRV	0.74	0.89	0.89
100%	8.21 ±	8.09 ±	8.13 ±
IRV	1.10	1.19	1.19

IRV: 予備吸気量

*: p < 0.05

(5) 電気刺激部位の違いが咳嗽力に及ぼす影響

表 2、表 3 に示すように、筋電誘発電気刺激および手動電気刺激ともに、側副筋群において 50%IRV で随意咳嗽に比べて有意差があった。一方、腹直筋では有意差はなかった。したがって咳嗽補助の腹筋群への電気刺激は側副筋群の方が有効である可能性が示唆された。

(6) 電気刺激の効果と呼吸機能など身体特性との関係については解析中である。

(7) 予備研究の成果について

① 計測体位の影響の検証

計測体位は、寝たきり者を測定して背臥位で行ったが、PCF 測定は坐位で行われることが多いため、健常青年 24 名を対象とした予備研究で背臥位と坐位での PCF について確認した。その結果、肺活量や呼吸筋力と同様に、PCF も背臥位で低下することを確認した。

② マスク等の影響の検証

寝たきり者では口唇筋の機能低下などで紙製マウスピースを用いられないことも多く、麻酔用マスクなどが用いられている。このため、紙製マウスピースやマスク等が PCF 計測に与える影響を健常青年 20 名を対象として検討し、エアーシールマスクが適していることを確認した。

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 件)

[学会発表] (計 1 件)

①大沼健、伊橋光二、体位と咳嗽および Huffing の関係、第 22 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会、平成 24 年 1 月 23 日、福井市

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況 (計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊橋 光二 (IHASHI KOUJI)

山形県立保健医療大学・保健医療学部

・教授

研究者番号：40160014

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

高橋 俊彰 (TAKAHASHI TOSHIAKI)

山形県立保健医療大学・保健医療学部

・准教授

研究者番号：50464508

永瀬外希子 (NAGASE TOKIKO)

山形県立保健医療大学・保健医療学部

・助教

研究者番号：10404865