

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：34518

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25650161

研究課題名(和文) 微振動および刷毛刺激による副交感神経賦活が生体に及ぼす影響

研究課題名(英文) The effect of skin stimulation using vibration and a brush on parasympathetic nerve activity

研究代表者

中井 久純 (NAKAI, Hisazumi)

神戸国際大学・リハビリテーション学部・准教授

研究者番号：40172259

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：呼気時に振動および刷毛刺激を加えるため刺激装置を開発した。自然呼吸15回の呼気時に振動および刷毛刺激を行った。刺激前後の心電図、皮膚血流量、機能的柔軟性を測定した。心拍パワースペクトル解析により、自律神経系の変化を検討した。振動刺激では、測定項目に有意な変化は認められなかったが、刷毛刺激において、心拍数の低下と副交感神経活動の亢進および機能的柔軟性の有意な向上が認められ、生体の副交感神経活動を亢進することが示唆された。また、前腕の正中神経刺激による短母子外転筋からF波を導出してその変化について検討した。振動刺激中の最大振幅において、振動および振動周波数による影響は認められなかった。

研究成果の概要(英文)：The activity of the autonomic nervous system changes with the phase of respiration, and parasympathetic nerve activity is enhanced in the expiration phase. We developed equipment to perform vibration stimulation and brush stimulation of the skin surface. The purpose of this study was to determine autonomic nervous response by skin stimulation synchronized with the expiration phase of respiration. Seven healthy men participated in three experiments. Electrocardiography, instantaneous heart rate, skin blood flow and anteflexion in standing were measured. Autonomic nervous response was quantified using the heart rate variability power spectrum. Brush stimulation caused a significant decrease in heart rate and a significant increase in the low-frequency (0.04~0.15 Hz) component of the power spectrum and in anteflexion in standing. The brush stimulation of the skin surface increased parasympathetic nerve activity.

研究分野：運動生理学

キーワード：微振動刺激 刷毛刺激 自律神経活動 副交感神経活動 呼吸位相 皮膚感覚受容器 遠心性出力

## 1. 研究開始当初の背景

従来より、体性—自律神経応答に関するヒト生体の生理的機能について多くの検討がなされてきた。「ルード法」によれば、「感覚入力は運動出力に影響を与える」といわれるように感覚受容器を刺激することによって筋活動への促通、活性化または抑制をもたらす。筋のトリガーポイントの皮膚表面を刷毛などで擦る・ブラッシング・アイシング・タッピング・バイブレーションといった手法が行われている。すなわち、身体運動を司る根源である神経系・筋系に皮膚刺激を通じて、中枢性に影響を及ぼしていると考えられる。体性—自律神経応答の機序に関しては、これまでに、皮膚刺激における受容器の反応 (Vallbo et al.1984) や触圧覚に対応した SA I ユニットの活動 (鈴木 2004) についての報告が見られるが、求心性入力中枢や遠心性出力にどのような変化を及ぼすのかは不明な部分が多い。

一方、西條らは、皮膚表層への鍼刺激において、呼吸位相における自律神経応答に着目し、呼気時での鍼刺激によって、生体の副交感神経活動が亢進することを報告した。

## 2. 研究の目的

本研究では、皮膚刺激として振動刺激および刷毛刺激に着目し、それらの刺激装置を開発するとともに、それらの刺激を副交感神経が亢進する呼息相に同期することによる生体応答を明らかにすることである。

## 3. 研究の方法

### (1) 皮膚刺激装置の開発

皮膚刺激として振動刺激および刷毛刺激装置を開発した。

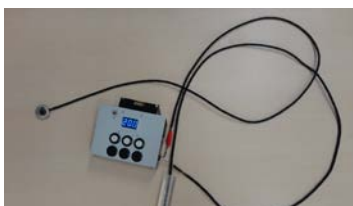


図1 開発した振動刺激装置



図2 振動部分



図3 開発した刷毛刺激装置



図4 前腕部への刷毛刺激

### (2) 振動刺激実験

- ・被験者：健常な成人男子6名。
- ・測定項目；心電図（双極胸部誘導法）、瞬時心拍数、血圧、皮膚血流量（レーザードップラー法）、機能的柔軟性（床指間距離）、呼吸曲線（サーミスタ法）
- ・解析項目；心電図 R-R 間隔のスペクトル解析により、LF (0.04~0.15Hz：副交感神経活動)、HF (0.15z~0.4HZ)、LF/HF (交感神経活動) により自律神経応答の指標とした。
- ・プロトコル：機能的柔軟性を測定の後、振動刺激装置（図2）を右手中指に装着して、座位安静5分、自然呼吸における呼気時に振動刺激を15回加えた。呼吸の位相については、胸郭の動きを目視して刺激を加えた。刺激後、安静5分の後、機

能的柔軟性を測定した。

### (3) 刷毛刺激実験

- ・被験者：健康な成人男子 7 名。
- ・測定項目；心電図（双極胸部誘導法）、瞬時心拍数、血圧、皮膚血流量（レーザードップラー法）、機能的柔軟性（床指間距離）、呼吸曲線（サーミスタ法）
- ・解析項目：心電図 R-R 間隔のスペクトル解析により、LF (0.04~0.15Hz：副交感神経活動)、HF (0.15z~0.4Hz)、LF/HF (交感神経活動) により自律神経応答の指標とした。
- ・プロトコル：機能的柔軟性を測定の後、座位安静 5 分、自然呼吸における呼気時に刷毛刺激装置 (図 3) により右手前腕に 15 回加えた (図 4)。呼吸の位相については、胸郭の動きを目視して刺激を加えた。刺激後、安静 5 分の後、機能的柔軟性を測定した。

### (4) 最大 M 波および F 波の実験

- ・被験者：健康な成人男子 8 名。
- ・測定項目：最大 M 波および F 波を電気刺激装置を用いて、正中神経（手根部）を刺激部位とし、刺激頻度 1Hz とした。両波形の記録は、短母子外転筋を被検筋とした。(図 5)

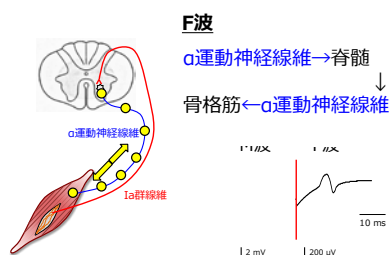


図 5 M 波および F 波の測定

### ・分析項目

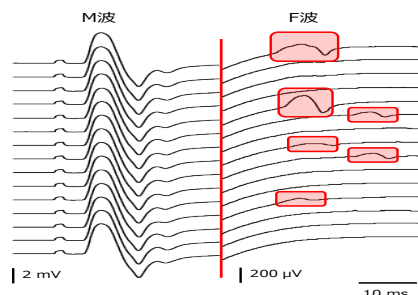


図 6 解析波形

- ・プロトコル：2 分間の座位安静の後、2 分間振動刺激を左手中指に加えた。呼吸 2 秒呼気、2 秒吸気 (15 回/分) に調整し、呼気時に電気刺激を加えた。周波数の影響を明らかにするために 50Hz、100Hz、200Hz、300Hz の 4 種類についてランダムに実施した。

## 4. 研究成果

### (1) 振動刺激による生体応答

血圧、皮膚血流量には、振動刺激による有意な差異は認められなかったが、心拍数、パワースペクトル解析による自律神経応答および機能的柔軟性は、振動刺激によって、心拍数の低下および LF (副交感神経活動) の亢進する傾向が認められ、機能的柔軟性も高まる傾向を示した。

### (2) 刷毛刺激による生体応答

刷毛刺激時とその前後において、心拍数および LF (副交感神経活動) の有意な差異が認められた。刷毛刺激によって、心拍数の有意な低下および副交感神経活動の有意な亢進が惹起された (図 7、図 8)。また、機能的柔軟性は刷毛刺激の前後で有意に高まった (3.1±cm)。

### (3) 脊髄の興奮性

本研究では、指先への振動刺激に対する反応を検証するために、正中神経の刺激を用いて短母子外転筋の M 波および F 波について検討した。今回は、脊髄運動ニューロンの興奮性をより反映すると考えられてい

る F 波を検討した。いずれの周波数においても、振動刺激による有意な差異は、認められなかった。(図 9、図 10)

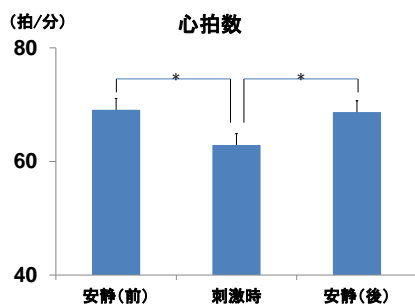


図 7 刷毛刺激による心拍数の変化

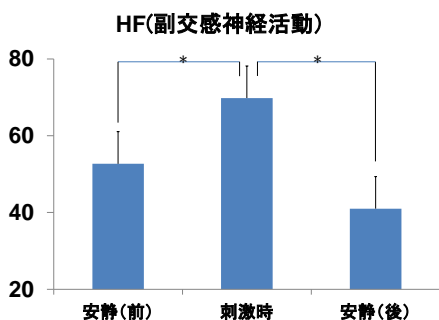


図 8 刷毛刺激による HF の変化

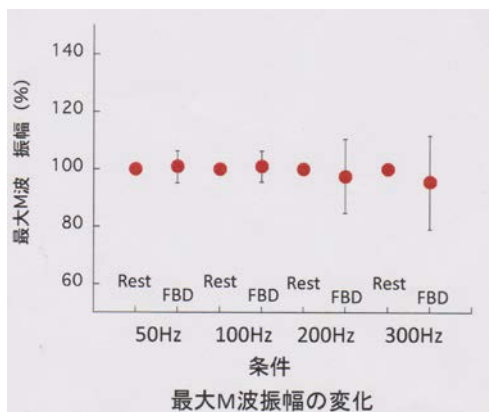


図 9 最大 M 波の変化

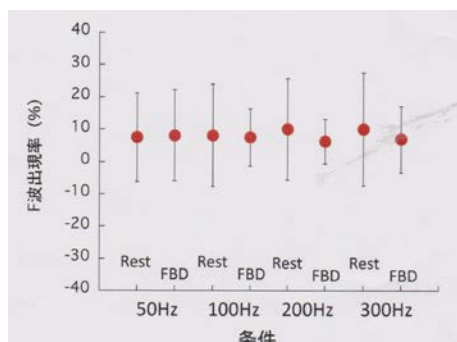


図 10 最大 F 波の変化

#### (4) まとめ

皮膚刺激として振動刺激および刷毛刺激に着目し、それらの刺激装置を開発するとともにそれらの刺激による生体応答について検討した。

呼吸という自律神経系に制御されている生理機能の中で唯一随意的なコントロールの可能な呼吸に着目した。呼息と吸息において自律神経機構が切り替わる仕組みにおいて、呼息相に同期させる皮膚刺激に対する生体応答において、振動刺激による顕著な変化は認められなかったが、心拍数の低下および LF (副交感神経活動) の亢進する傾向が認められ、機能的柔軟性も高まる傾向が認められた。さらに、刷毛刺激においては、それらの有意な変化が認められ、生体の神経調節、生体のコンディショニングに対する呼息相に同期させた皮膚刺激の自律神経系の応答に影響を及ぼす可能性が考えられた。

今後、刺激の強度や部位および刺激時間について検討することが課題と考えられた。

#### 5. 発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

- ① 井上保, 中井久純, 山下和彦, 中條洋, 西條一止, 清水ミシェル・アイズマン, 大島秀武, 関和俊, 弘原海剛, 渡邊完児, 渡辺一志: 皮膚への微振動刺激が自律神経応答に及ぼす影響. 第 68 回体力医学会大会 2013 年 9 月 21 日, 日本教育会館(東京).

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

中井久純 (NAKAI Hisazumi)

神戸国際大学・リハビリテーション学部

研究者番号: 40172259

##### (2) 研究分担者

渡辺一志 (WATANABE Hitoshi)

大阪市立大学・都市健康・スポーツ研究セ

ンター

研究者番号：50167160

(3) 研究者分担者

高田洋吾 (TAKADA Yougo)

大阪市立大学・工学研究科

研究者番号：70295682

(4) 研究分担者

関和俊 (SEKI Kazutoshi)

流通科学大学・サービス産業学部

研究者番号：30552210

(5) 研究分担者

清水ミシェル・アイズマン (SHIMIZU Michele  
Eisemann)

甲南女子大学・看護リハビリテーション  
学部

研究者番号：60280195