

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K17735

研究課題名（和文）前庭ノイズ電流刺激が高齢者のバランス機能に与える持続的効果と長期介入効果の検証

研究課題名（英文）Testing the after effects of vestibular noise current stimulation on balance function in older adults and the effects of long-term intervention

研究代表者

犬飼 康人（Inukai, Yasuto）

新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：20757801

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）：本研究課題の目的は、前庭器官へのノイズ電流刺激が高齢者のバランス機能に与える影響を明らかにすることであった。本研究での検証により、地域在住高齢者の立位重心動揺は前庭ノイズ電流刺激中に顕著に減少することが明らかになった。さらに、刺激前の重心動揺が高値を示す高齢者ほど、前庭ノイズ電流刺激により大幅に重心動揺が減少する刺激効果が大きいことが明らかとなった。また、本研究課題により、立位重心動揺は前庭ノイズ電流刺激中だけでなく、刺激終了後も減少した状態が持続していることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者の転倒予防に関しては、運動療法（筋力トレーニングやバランストレーニング）が中心に行われている。本研究において、バランスに関与する前庭器官に微弱なノイズ電流刺激を行うことで、高齢者のバランス機能が即時的に向上することが明らかとなった。さらに、前庭器官へのノイズ電流刺激の効果は刺激中だけでなく、刺激終了後も持続することも明らかとなった。これらの知見より、前庭器官へのノイズ電流刺激は、高齢者のバランス機能を向上させる新たな治療法となり得る可能性を示唆しており、高齢者の転倒予防に貢献する可能性がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to investigate the effects of noisy current stimulation of the vestibular organs on balance function in the elderly. The results of the present study revealed that the center of pressure (COP) sway in community-dwelling elderly people was significantly reduced during vestibular noise current stimulation. Furthermore, it was clarified that the stimulatory effect that the vestibular noise current stimulation significantly reduces the COP sway is higher in elderly people who have higher COP sway before stimulation. In addition, the present study revealed that the COP sway continued to decrease not only during vestibular noise current stimulation, but also after stimulation.

研究分野：理学療法学

キーワード：バランス 転倒 ノイズ電流 非侵襲的脳刺激法 前庭

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

「運動機能」や「感覚機能」の加齢変化により顕在化する高齢者のバランス障害は、転倒を引き起こすリスクファクターであり、加齢に伴い重心動揺速度が増加すると、転倒発生率が増加することが明らかになっている。高齢者の転倒予防に関しては、運動機能に着目した数多くの研究が行われており、運動療法(筋力トレーニングやバランストレーニング等)により、転倒発生率が減少するというコンセンサスが得られている(Low et al., 2017)。しかし、易転倒性を呈する多くの高齢者は、身体の脆弱や疼痛、認知機能の低下など様々な問題を抱えており、実際には運動療法が適応できないことが多い。つまり、運動療法によりバランス機能の向上や転倒予防が期待できるのは、運動を継続して実施できる一部の健康な高齢者のみであり、運動療法を適応できない多くの高齢者のための新たな介入方法が必要とされている。

立位バランスは、視覚・固有受容感覚・前庭感覚などの多感覚入力により調整されている。これらの中でも前庭感覚は、重心動揺速度の増減に大きく関与しており、高齢者の重心動揺速度が増加する背景には、加齢に伴う前庭機能の衰退が影響していると考えられている(Talebi et al., 2016)。しかし、前庭機能を向上させる治療技術が確立されていないため、前庭機能が障害されている場合でも、運動療法により運動機能を向上させることで、低下した前庭機能を代償的に補うことしかできないのが現状である。

近年、最適なノイズ刺激を加えることで感覚器官の検知機能を向上させる「確率共鳴現象」が注目されており、様々な研究領域で応用され始めている(Breen et al., 2014)。我々は、確率共鳴現象に着目し、非侵襲的に前庭感覚を増強させる「前庭ノイズ電流刺激」の開発に取り組んできた。これまでに、確率共鳴現象を誘導するノイズ電流刺激条件を確立し(Inukai et al., 2016)、前庭器官にこのノイズ電流刺激を行うことで、刺激中の重心動揺速度が減少することを明らかにしている(Inukai et al., 2017)。しかしながら、高齢者に対する前庭ノイズ電流刺激の刺激効果は不明である、また、若年者健常者においては、前庭ノイズ電流刺激中に立位重心動揺が減少することは明らかとなっているが、刺激終了後まで持続する刺激後効果の有無は不明である。

以上を踏まえ、本研究課題では、前庭ノイズ電流刺激が地域在住高齢者の立位重心動揺に与える影響を明らかにすること、前庭ノイズ電流刺激の刺激後効果を明らかにすることを目的とする。

### 2. 研究の目的

本研究課題の目的は、前庭ノイズ電流刺激が地域在住高齢者の重心動揺に与える影響を明らかにすることと前庭ノイズ電流刺激終了後の刺激後効果を明らかにすることであった。

### 3. 研究の方法

#### (1) 前庭ノイズ電流刺激が地域在住高齢者の立位重心動揺に与える効果の検証

対象は同意の得られた地域在住高齢者32名であった。32名の対象者をnGVs群(16名)とコントロール群(16名)の2群に無作為に振り分けた。両群ともに刺激前に立位重心動揺測定を行った後に、nGVs群は0.4 mAの刺激強度でのnGVs中の立位重心動揺を測定し、コントロール群はSham刺激中の立位重心動揺測定を行った。算出項目は、総軌跡長、左右平均動揺速度、前後平均動揺速度とした。両群の刺激前、刺激中の立位重心動揺の変化から前庭ノイズ電流刺激が地域在住高齢者の立位重心動揺に与える効果の検証を行った。

#### (2) 前庭ノイズ電流刺激が刺激終了後の立位重心動揺に与える効果の検証

対象は同意の得られた健常成人26名であった。26名の対象者をnGVs群(13名)とコントロール群(13名)の2群に無作為に振り分けた。両群ともに、刺激前、刺激中、刺激終了10分後に立位重心動揺測定を行った。nGVs群には刺激中の測定時に0.4 mAのnGVsを行ったのに対し、コントロール群には刺激中の測定時にSham刺激を行った。算出項目は、総軌跡長、左右平均動揺速度、前後平均動揺速度とした。両群の刺激前、刺激中、刺激終了10分後の立位重心動揺の変化から前庭ノイズ電流刺激の刺激後効果の検証を行った。

### 4. 研究成果

#### (1) 前庭ノイズ電流刺激が地域在住高齢者の立位重心動揺に与える効果(図1, 2)

nGVs群では、刺激前に比べて刺激中の総軌跡長、左右平均動揺速度、前後平均動揺速度が有意な減少を認めた。一方、Sham刺激を行ったコントロール群では、刺激前と刺激中で総軌跡長、左右平均動揺速度、前後平均動揺速度は変化を認めなかった。また、nGVs群において刺激前の総軌跡長と刺激効果間には正の相関関係を認めることが明らかとなり、総軌跡長が高値を示す被験者(バランス機能が不良な被験者)ほど、nGVsの刺激効果が大きいことが明らかとなった。

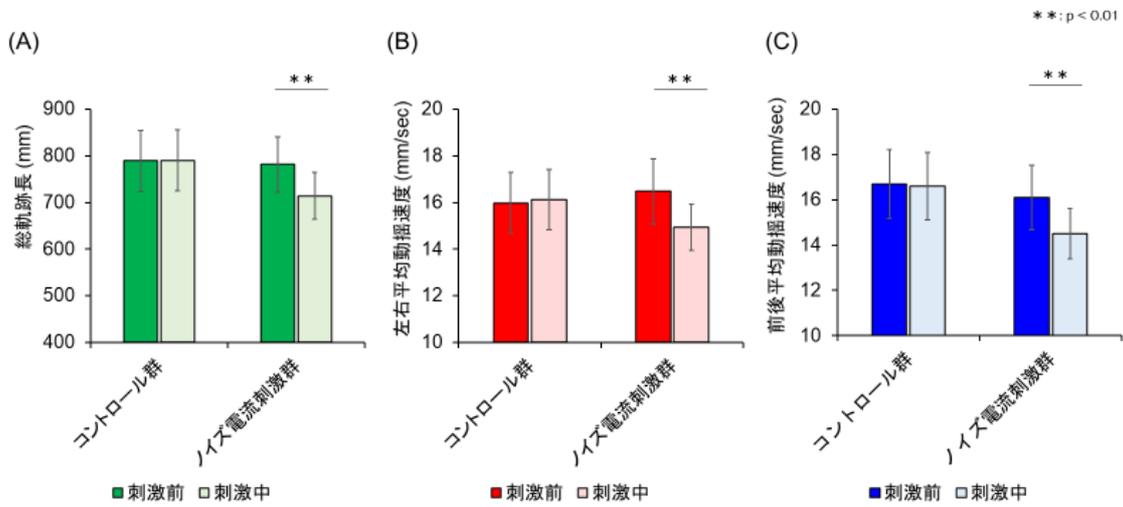


図 1 地域在住高齢者に対する nGVs が立位重心動揺に与える効果

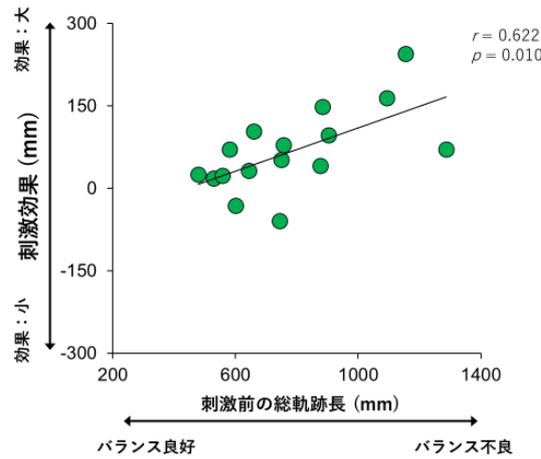


図 2 刺激前の総軌跡長と刺激効果の関係

(2) 前庭ノイズ電流刺激が刺激後の立位重心動揺に与える効果 (図 3, 4)

nGVs 群では、刺激前と比べて、刺激中と刺激終了 10 分後の総軌跡長、左右平均動揺速度、前後平均動揺速度が有意な減少を認めた。一方、コントロール群では刺激前と刺激中、刺激終了 10 分後の総軌跡長、左右平均動揺速度、前後平均動揺速度は変化を認めなかった。本研究においても、刺激前の総軌跡長、左右平均動揺速度、前後平均動揺速度が高値を示す被験者は、nGVs の刺激効果が大きいことが明らかとなった。さらに、nGVs 中に重心動揺が大きく減少した被験者は、刺激終了 10 分後においても重心動揺が大きく減少する正の相関関係を認めることが明らかとなった。

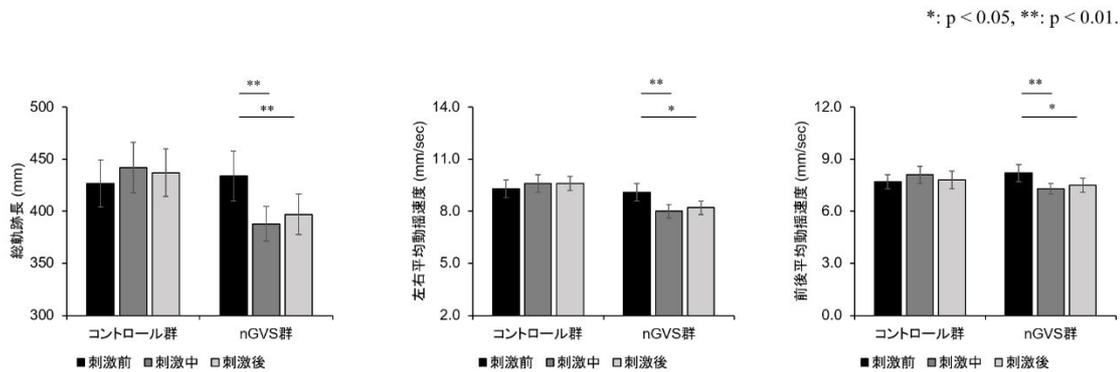


図 3 nGVs が刺激中ならび刺激後の立位重心動揺に与える効果

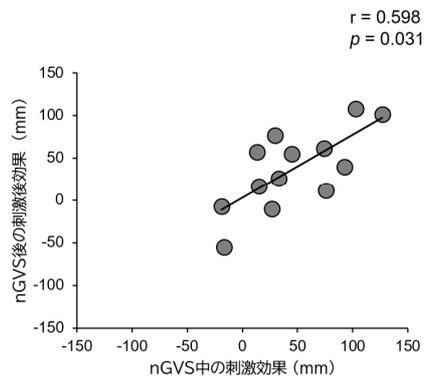
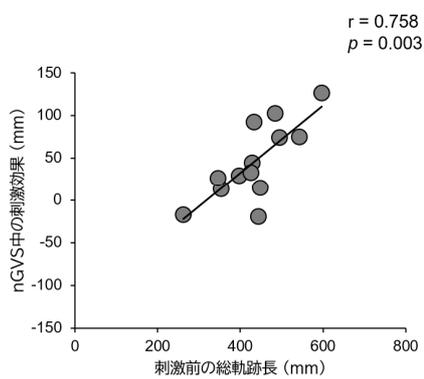


図4 nGVsの刺激効果と刺激後効果の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yasuto Inukai, Mitsuhiro Masaki, Naofumi Otsuru, Kei Saito, Shota Miyaguchi, Sho Kojima, Hideaki Onishi	4. 巻 vol. 15, 1 63. 3
2. 論文標題 Effect of noisy galvanic vestibular stimulation in community-dwelling elderly people: a randomised controlled trial.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of neuroengineering and rehabilitation	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12984-018-0407-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yasuto Inukai, Naofumi Otsuru, Kei Saito, Shota Miyaguchi, Sho Kojima, Hirotake Yokota, Kazuaki Nagasaka, Hideaki Onishi.	4. 巻 in press
2. 論文標題 The After-Effect of Noisy Galvanic Vestibular Stimulation on Postural Control in Young People: A Randomized Controlled Trial	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neulet.2020.135009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 4件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 犬飼康人
2. 発表標題 前庭器官への電流刺激がバランス機能に与える影響
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 犬飼康人
2. 発表標題 ノイズ電流刺激を用いた新たなNeuromodulation
3. 学会等名 日本神経理学療法学会第2回SIGs参加型フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 犬飼康人
2. 発表標題 前庭器官へのノイズ電流刺激が立位姿勢制御に与える影響
3. 学会等名 第23回日本基礎理学療法学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 犬飼康人
2. 発表標題 ノイズ電流刺激を用いた新たなNeuromodulation
3. 学会等名 日本神経理学療法学会第2回SIGs参加型フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 犬飼康人，大鶴直史，齊藤慧，宮口翔太，小島翔，大西秀明
2. 発表標題 立位重心動揺に対する前庭ノイズ電流刺激の刺激後効果
3. 学会等名 第48回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 犬飼康人，大西秀明，浦川 将，石田和人，菅田陽怜，椿 淳裕，田口 徹，大鶴直史，山本吉則，金子文成，佐藤大輔，平岡浩一，嘉戸直樹，鈴木俊明，谷埜予士次，岩月宏泰，浅井 仁	4. 発行年 2019年
2. 出版社 MEDICAL VIEW	5. 総ページ数 18
3. 書名 リハビリテーション神経科学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟医療福祉大学理学療法学科神経生理ラボHP  
<http://www.nuhw-pt.jp/neurophysiology-lab/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----