

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：34605

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06784

研究課題名(和文) Lateropulsionと前庭機能障害の関連性と直流前庭電気刺激の効果検証

研究課題名(英文) Investigation of the relationship between lateropulsion and vestibular dysfunction. The effect of galvanic vestibular stimulation on lateropulsion

研究代表者

植田 耕造 (Ueta, Kozo)

畿央大学・健康科学部・研究員

研究者番号：80761048

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではlateropulsionという脳卒中後に生じる姿勢制御障害と前庭機能障害との関連性と、lateropulsionに対する直流前庭電気刺激の効果を調べた。Lateropulsionは前庭機能障害を反映するとされる自覚的視性垂直位と関連することが示された。しかしながら自覚的姿勢垂直位が関与する症例も存在した。直流前庭電気刺激は即時的にlateropulsionを軽減する作用があり、数週間の介入によってlateropulsionが改善する可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：We investigated the relationship between lateropulsion caused by stroke and vestibular dysfunction. And we investigated the effect of galvanic vestibular stimulation on lateropulsion. Lateropulsion was shown to be associated with subjective visual vertical which reflect vestibular dysfunction. However, there was a case involved subjective postural vertical with lateropulsion. Galvanic vestibular stimulation had the immediate aftereffect on lateropulsion. The intervention of a week showed the possibility of improving lateropulsion.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：Lateropulsion 前庭機能障害 自覚的視性垂直位 直流前庭電気刺激

1. 研究開始当初の背景

脳幹などの脳卒中後には lateropulsion という姿勢制御障害が起こる。Lateropulsion とは側方への突進現象を指し、不随意的に側に身体が倒れてしまう現象、つまり真っ直ぐに立とうとしても自分の意図とは関係なく一側へ傾いてしまう現象である。Lateropulsion の原因としては前庭機能障害との関連が示唆されており、自覚的視性垂直位と lateropulsion の重症度が相関することが報告されている(引用文献①)。しかしながら lateropulsion の評価は開眼、閉眼の静止立位での身体傾斜の有無などであり定量性に欠けるものであった。また lateropulsion のメカニズムに関する報告は多く存在するが、リハビリテーション介入の報告は数少ない。近年、前庭機能への介入方法として直流前庭電気刺激が注目されている。これは左右の乳様突起に貼った電極から直流電流を流すことで内耳の前庭系を刺激する方法である。Lateropulsion は前庭機能障害が原因である可能性があり直流前庭電気刺激は前庭機能を刺激する方法であること、直流前庭電気刺激は立位中に実施することで陽極側に身体を傾ける作用があり、lateropulsion と倒れる方向と拮抗する方向を陽極として刺激することで lateropulsion による身体傾斜を改善させる可能性があることを理由とし、lateropulsion に対し直流前庭電気刺激が効果的であるという仮説を立案した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、脳卒中後の lateropulsion と前庭機能障害の関連性の解明と、lateropulsion に対する直流前庭電気刺激の効果検証であった。

3. 研究の方法

Lateropulsion を定量的に評価する方法として重心動揺計を使用し、静止立位中の足圧中心動揺の左右平均位置を測定した。立位条件としては閉脚での開眼条件、閉眼条件、マット上開眼条件、マット上閉眼条件の4条件とした。また自覚的視性垂直位は bucket 法(下図,引用文献②より)を用いて評価をした。



(1) Lateropulsion を呈した一症例において閉眼条件の足圧中心動揺の左右平均位置と自覚的視性垂直位を発症後約 90 日から 1 週間毎に計 11 回、経時的に評価を行い、lateropulsion(足圧中心動揺の左右平均位置)と前庭機能障害(自覚的視性垂直位)の関係性を調べた。

(2) Lateropulsion を呈した一症例においてシングルケースデザインの操作交代デザインを使用し、直流前庭電気刺激で刺激しながらの条件(刺激条件)と刺激しない control 条件中の開眼での静止立位時の足圧中心動揺の左右平均位置などを計測した。症例は発症後約 40 日を経過した 60 歳代の男性であった。症例は左への lateropulsion を呈していたため、直流前庭電気刺激は右を陽極とし、刺激強度は感覚閾値以下の 0.8mA とした。解析方法には randomization 検定を用いて二条件を比較した。

(3) Lateropulsion を呈した三症例において、直流前庭電気前後の足圧中心動揺の左右平均位置を測定し、lateropulsion に対する直流前庭電気刺激の即時的効果を調べた。3 症例とも lateropulsion の方向と反対方向を陽極とした。刺激強度は痛みを訴えない範囲で 0.5 から 1.5mA で実施し、症例 2 は立位保持が不安定であったため車椅子座位で、他 2 症例は立位で実施した。

(4) Lateropulsion を呈した一症例に対して直流前庭電気刺激を 1 週間実施し、介入 1 週間前、介入開始日(介入前に測定)、介入 1 週間後の足圧中心動揺を測定し、lateropulsion に対する直流前庭電気刺激の中期的效果を調べた。症例は左側への lateropulsion を呈していたため右側を陽極とし、立位で 0.3mA で 5 日間実施した。

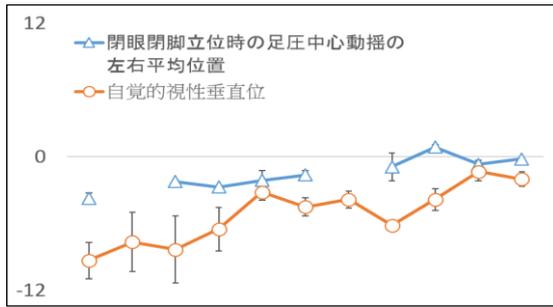
(5) 本研究では lateropulsion を呈した症例の重心動揺検査、自覚的視性垂直位に加え、自覚的姿勢垂直位という身体の垂直軸を測定している(下図)。Lateropulsion は前庭機能障害を反映するとされる自覚的視性垂直位の傾斜と関連すると報告されている(引用文献①)が、今回の対象症例の中に自覚的姿勢垂直位が原因と考えられる重度の lateropulsion を呈した症例がいた。



4. 研究成果

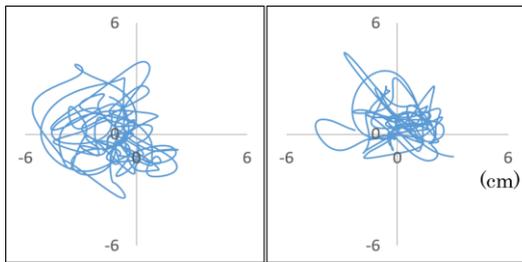
(1) 足圧中心動揺の左右平均位置は正中から左へ 3.7cm 逸脱している位置から、徐々に正中へ近づき、最終は左へ-0.2cm とほぼ正中へと変化した。自覚的視性垂直位は左へ 9.3° 傾斜から、最終は左へ 2.0° とこちらも正常範囲(左右 2° 以内)内へと変化した。これらの経時的な変化は類似し、lateropulsion と自覚的視性垂直位は定量的に評価した場合でも

関係がある可能性が示された。現在は多症例でデータを集積中である。



上図は発症後約 90 日から 1 週間毎に計 11 回評価を行った閉眼閉脚立位時の足圧中心動揺の左右平均位置 (cm) と自覚的視性垂直位 (°) を表している。2 回目の静止立位は途中で左側へバランスを崩したため計測不可であった。7 回目は未測定である。

(2) 下図に示す様に左に偏倚していた足圧中心動揺が刺激条件中にはほぼ正中へと変位した。

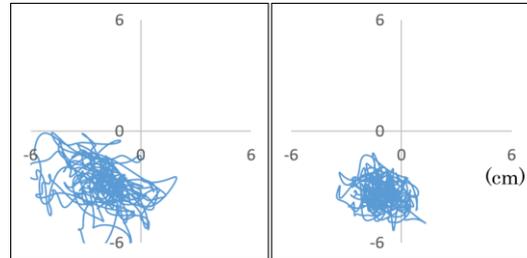


	Control条件	刺激条件	有意水準
左右方向			
動揺平均中心変位(cm)	-1.5±0.4	0.5±0.3	p<0.05
動揺速度 (cm/s)	4.1±0.4	3.5±0.3	p<0.05
実効値(cm)	3.4±0.2	2.9±0.1	p<0.05
前後方向			
動揺平均中心変位(cm)	-0.1±0.4	0.1±0.2	NS
動揺速度 (cm/s)	2.8±0.4	2.3±0.3	p<0.05
実効値(cm)	1.2±0.2	1.2±0.1	NS
総軌跡長 (cm)	167.8±14.6	138.6±10.1	p<0.05
外周面積 (cm ²)	14.3±1.0	12.1±2.2	NS

また上記表が示す様に、刺激条件中には足圧中心動揺の左右平均位置(動揺平均中心変位)のみでなく左右方向の動揺速度や、動揺の平均的な振幅を表す実効値なども減少を認めた。この結果から、直流前庭電気刺激は刺激中に関しては lateropulsion を呈した症例の足圧中心動揺を正中に変位させる作用があること、また動揺速度や振幅も特に左右方向において減少させる作用があることが示された。

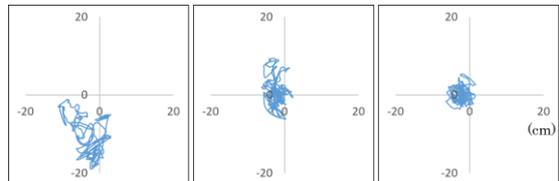
(3) 直流前庭電気刺激前後で、症例 1 は閉眼条件で右側に逸脱していた足圧中心動揺平均位置が正中に近づいた。症例 2 は開眼条件では左側へ逸脱していた平均位置が正中に近づ

いたが、閉眼条件では逆に左側へ偏倚した。症例 3 は開眼条件の平均位置はより左へ偏倚したが、閉眼条件では正中に近づいた。まとめると、各症例により直流前庭電気刺激により影響は少しずつ異なった。これは各症例の元々の姿勢制御戦略の違い、直流前庭電気刺激実施時の強度や姿勢の違い、めまいの有無、損傷部位や左右損傷の違いなどが影響している可能性が考えられた。



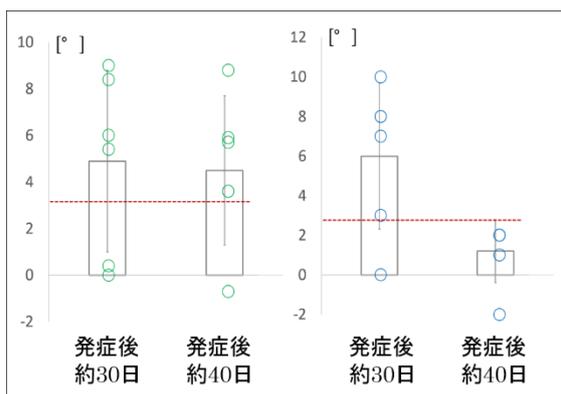
症例 2 の直流前庭電気刺激前(左図)と後(右図)の 30 秒間の静止立位中の足圧中心動揺軌跡。刺激前は左に偏倚していた足圧中心動揺が正中に近づいている。

(4) 介入 1 週間前(左図)と介入開始日(中央図)はともに閉眼条件では左側へバランスを崩し 30 秒間の静止立位保持が困難であった。介入 1 週間後(右図)は閉眼条件での静止立位保持も可能となった。この結果から、lateropulsion に対する直流前庭電気刺激は中期的な効果もあり、その作用は足圧中心動揺を正中へ変位させることと動揺の減少であることが示された。現在は多症例でデータを集積中である。



(5) 症例は右小脳半球から虫部にかけての脳梗塞で入院した 70 歳代の男性であり、発症約 30 日後にも重度の lateropulsion を呈し、静止立位は開眼条件でも右側へ大きく傾斜し、閉脚位での保持は困難であった。重心動揺系で測定した開脚位での右下肢の荷重率は約 70%程度であり、大きく右側へ傾く症状を呈した。自覚的視性垂直位は発症約 30 日後で右へ $6 \pm 3.7^\circ$ と右側へ大きく傾斜していたが発症約 40 日後には右へ $1.2 \pm 1.6^\circ$ と正常範囲内であった。一方で自覚的姿勢垂直位は発症約 30 日後に右へ $4.9 \pm 3.9^\circ$ 、発症約 40 日後に右へ約 $4.5 \pm 3.2^\circ$ と両日ともに右側へ大きく傾斜していた。静止立位は発症約 40 日後でも右側へ大きく傾斜しており lateropulsion は残存していた。これらの結果から、本症例の lateropulsion には自覚的視性垂直位のみでなく自覚的姿勢垂直位も関与すると考えられ、小脳損傷後に lateropulsion には自覚的姿勢

垂直位が関与している可能性が示唆された。



自覚的姿勢垂直位(左図)と自覚的視性垂直位(右図)の結果。棒グラフは各日の測定の平均と標準偏差を示しており、緑や青の○は1回の測定の結果を示している。赤の点線の横線は先行研究で報告されている健常者の平均値を示している。自覚的視性垂直位(右図)は発症後約40日で健常範囲内に収束しているが、自覚的姿勢垂直位(左図)は発症後約40日になっても平均値が健常範囲を超え、数回の測定は健常範囲からかなり逸脱していることがわかる。

今後の展望としては、lateropulsion と前庭機能障害の関連性の調査、lateropulsion に対する直流前庭電気刺激の効果を多症例の結果を用いて検証する予定である。これは現在実施中である。また、現在実施している中でも、直流前庭電気刺激が有効である lateropulsion 症例と有効でない症例が存在する。この差異が何に影響されるのかを明確にしていく。これら取り組みを通して、より一層の lateropulsion の病態の解明と効果的なりハビリテーション手法の開発を行っていく。

<引用文献>

- ① Dieterich M, Brandt T, Wallenberg's syndrome: lateropulsion, cyclorotation, and subjective visual vertical in thirty-six patients. *Ann Neurol* 1992, 31(4), 399-408
- ② Zwergal A, Rettinger N, Frenzel C, Dieterich M, Brandt T, Strupp M, A bucket of static vestibular function. *Neurology* 2009, 72(19), 1689-92

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1件)

- ①尾崎新平、草場正彦、植田耕造、宮本定治、恵飛須俊彦、Lateropulsion を呈した一症例の姿勢動揺に対する直流前庭電気刺激の即時効果、物理療法科学、査読有、印刷中

[学会発表] (計5件)

- ①中山菜々華、植田耕造、宮下創、光吉俊之、多面的な評価、治療介入により重度の姿勢・歩行制御障害が改善した橋出血後の一症例、第52回日本理学療法学会大会、2017年5月13日、幕張メッセ(千葉県千葉市)

- ②植田耕造、光武翼、光吉俊之、安田由香、森岡周、右小脳梗塞後に Subjective postural vertical の傾斜が原因と考えられる重度 lateropulsion を呈した一症例、第42回日本脳卒中学会学術集会、2017年3月18日、大阪国際会議場(大阪府大阪市)

- ③植田耕造、中山菜々華、宮下創、光吉俊之、森岡周、橋出血後一症例の自覚的視性垂直位の経時的变化、第14回日本理学療法学会大会、2016年11月27日、仙台市民会館(宮城県仙台市)

- ④尾崎新平、植田耕造、草場正彦、宮本定治、恵飛須俊彦、Lateropulsion 症例の姿勢動揺に対する直流前庭電気刺激の即時的効果-シングルケースデザイン randomization 検定を用いた検討-、2016年5月28日、札幌コンベンションセンター(北海道札幌市)

- ⑤植田耕造、光武翼、光吉俊之、久保洋平、金由佳、松政茂人、Lateropulsion に対する直流前庭電気刺激の即時的影響-3症例での検討-、第1回身体運動制御学とニューロリハビリテーション研究会、2015年12月5日、畿央大学(奈良県北葛城郡)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

植田 耕造 (UETA Kozo)
畿央大学・ニューロリハビリテーション
研究センター・客員研究員
研究者番号：80761048

(2) 研究分担者

該当者なし

(3) 連携研究者

該当者なし

(4) 研究協力者

森岡 周 (MORIOKA Shu)
畿央大学・健康科学部・教授

岡田 洋平 (OKADA Yohei)
畿央大学・健康科学部・准教授

光吉 俊之 (MITSUYOSHI Toshiyuki)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師

久保 洋平 (KUBO Yohei)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション

部・初級技師

早瀬 裕之 (HAYASE Hiroyuki)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師

川満 愛理 (KAWAMITSU Eri)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師

中山 菜々華 (NAKAYAMA Nanaka)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師

西本 和平 (NISHIMOTO Kazuhei)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師

愛知 諒 (AICHI Ryo)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師

宮垣 さやか (MIYAGAKI Sayaka)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師

宮下 創 (MIYASHITA Hazime)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師

北川 挙士 (KITAGAWA Kenzi)
星ヶ丘医療センター・リハビリテーション
部・初級技師