

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：24601

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19800

研究課題名(和文)めまい平衡リハビリの客観的評価法の確立と効果的なリハビリプログラム開発への応用

研究課題名(英文) Establishment of an objective evaluation method for equilibrium disorder and its application to the development of effective vestibular rehabilitation programs.

研究代表者

塩崎 智之 (Shiozaki, Tomoyuki)

奈良県立医科大学・医学部・助教

研究者番号：70812668

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)：私たちは前庭リハビリテーションの効果を日本で初めてランダム化比較試験を用いて検証した。理学療法士が実施する前庭リハビリテーションが医師のみで行う生活指導、運動指導と比較して主観的なめまい感及び日常生活の活動量を増大させることを示した。また、前庭脊髄路興奮性の評価の適切な測定方法を示し、検査の信頼性を確認した。その方法を用いて健常者を対象に動的バランス課題によって前庭脊髄路の興奮性に変化があるかを検証した。全例で前庭脊髄路の興奮性は高まらなかったが、前庭脊髄路の興奮性が高まるほど姿勢制御能力の即時的な改善がみられた。これからめまい患者への応用を行っていく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本でのエビデンスが少ない前庭リハビリテーションの効果を示し、今後国内における治療の一般化に重要な知見を示した。また、主観的な評価が中心である前庭リハビリテーションの効果判定に身体活動量や前庭脊髄路興奮性の評価を実施したことは学術的な意義が高いと考える。

研究成果の概要(英文)：We conducted the first-ever randomized controlled trial in Japan to investigate the effects of vestibular rehabilitation. Our study revealed that vestibular rehabilitation performed by physical therapists led to an increased subjective sense of vertigo and improved daily activity compared to the lifestyle and exercise guidance provided solely by physicians. Additionally, we established a reliable method for assessing vestibulospinal tract excitability and demonstrated its appropriateness. Utilizing this method, we examined whether a dynamic balance task could induce changes in the excitability of the vestibulospinal tract in healthy individuals. While not all participants showed an increase in vestibulospinal tract excitability, we observed an immediate improvement in postural control ability as the excitability of the vestibulospinal tract increased. Moving forward, we aim to apply these findings to patients suffering from vertigo.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：前庭リハビリテーション 前庭脊髄路興奮性 めまい 身体活動量

### 1. 研究開始当初の背景

日常臨床において、メニエール病、めまいを伴う突発性難聴、前庭神経炎など一側の前庭機能が廃絶する様々な疾患をよく経験する。これらの疾患では中枢前庭代償と呼ばれる中枢前庭神経系の可塑性が働き、体平衡のバランスが再獲得されることが知られている (Kitahara T et al: Acta Otolaryngol. 19-27, 1998)。高齢者ではこの前庭代償がうまく進まずふらつきが継続することが多い (北原ら: Equilibrium Res. 506-511, 2008)。その結果として長期臥床、認知症、廃用症候群へとつながることがあり、めまい平衡障害 (平衡障害)は早期に対策を立てて解決すべき分野であると考えられる。

平衡障害に対してめまい平衡リハビリテーション (前庭リハ)の有効性が1944年から報告されてきた (Cawthorne T: Physiotherapy. 106, 1944, McDonnell et al: Cochrane Database Syst Rev.13;1 2015)。しかしその内容は施設により異なり、未だ効果的な前庭リハプログラムが確立されていない。その原因の一つとして心理テスト、DHI (dizziness handicap inventory)などが研究に用いられ、客観的で定量的な検討がされなかったことが挙げられる。平衡障害例では前庭動眼反射 (VOR)と前庭脊髄反射 (VSR)が障害されていることが多く、VORとVSRの客観的かつ定量的な評価を行う事がリハのより良いエビデンスの構築と効果的なプログラムの開発に必要なものである。

### 2. 研究の目的

- (1) 一側末梢前庭障害症例に対して日本で行われたランダム化比較試験は存在しないため、当科で実施している理学療法士による前庭リハの効果を検証することを目的とした。
- (2) VSRの客観的な評価方法の臨床応用に向けて健常者を対象に動的バランス課題を実施し、その前後でのVSRの評価及び姿勢制御の評価を実施して関係性を検証した。
- (3) 一側末梢前庭障害症例に対してVSRの評価を実施し、健側と患側のVSRの差があるかを検証し、VSRと姿勢制御の関係を調査することを目的とした。
- (4) VORの低下した一側末梢前庭障害症例に対して理学療法士による前庭リハを実施した症例と生活指導のみを実施した症例を比較し、前庭リハのVORに対する効果を検証することを目的とした。

### 3. 研究の方法

- (1) 慢性期の一側末梢前庭障害症例47例を前庭リハ群(25例)と対照群(22例)にランダムに割り振った。前庭リハ群は1週間に1回の個別前庭リハと毎日の自主練習を6カ月間実施した。対照群は2カ月に1回の生活指導を実施した。介入前後にめまいの日常生活障害度アンケート及び身体活動量計を用いて身体活動量を評価した。めまいの日常生活障害度アンケートは因子1:めまいによる社会活動性の障害、因子2:めまいを増悪させる身体の動き(頭位、視覚) 因子3:めまいによる身体行動の障害、因子4:めまいによる感情の障害、因子5:めまいによる対人関係の障害の5つの因子を3~15点で点数化する評価である。身体活動量はActive style pro HJA-750Cを用いて1.5 METs未満の活動を座位行動、1.5 METs以上3.0 METs未満の活動を低強度身体活動、3.0 METs以上の活動を中強度以上身体活動として生活の中の各活動の割合を算出した。各評価の2群間の差を介入前後で比較した。また、身体活動量の変化とめまいの日常生活障害度アンケートの変化の関係を調査した。
- (2) 健常者28例を動的バランス群(17例)と対照群(11例)にランダムに割り振った。動的バランス群は左右方向に動く不安定板の上で30秒間の立位保持課題を10セット実施し、対照群は30秒間の認知課題を立位で10セット実施した。介入中に頭部に設置した加速度計データから頭部Jerkを算出した。また、介入前後にVSRの評価と姿勢制御の評価を実施した。VSRの評価はヒラメ筋H反射と前庭直流電気刺激を組み合わせる方法を用いた。通常のヒラメ筋H反射と脛骨神経刺激の100msec前に直流前庭電気刺激を付加した条件でのヒラメ筋H反射の振幅の増大率をVSRの評価とした。姿勢制御は閉眼ラバー条件でのCOPの外周面積と動揺速度を測定した。動的バランス群と対照群の頭部Jerk、VSR、姿勢制御の変化の違いを比較した。また、VSRの変化と姿勢制御の変化の関係性を調査した。
- (3) 慢性期一側末梢前庭症例7例を対象にVSR及び姿勢制御の評価を実施した。患側と健側のVSRの差を比較し、患側VSRと閉眼ラバー条件のCOPの外周面積と動揺速度の関係を調査した。
- (4) 慢性期一側前庭障害症例で理学療法士による個別前庭リハを実施した症例または12カ月間の生活指導を実施した症例のうち開始時にVORが低下していた症例を対象とした。VORはvideo head impulse検査(vHIT)を用いて外側半規管のみ評価した。介入前後及びフォローアップのVORの値を比較した。また、前庭リハ群についてはVORの変化と主観的なめまい感の関係を調子した。

#### 4. 研究成果

(1) めまいの日常生活障害度については二元配置分散分析の結果、因子1、因子2、因子3において有意な交互作用を認めた。全ての因子で時間要因の主効果を認め両群ともに改善を認めたが、前庭リハ群の改善度が高かったことが示された(図1)。日本で初めてランダム化比較試験を用いて前庭リハの効果を示した。また、身体活動量の結果では前庭リハ群は対照群と比較して終了時の軽強度身体活動量の増加の割合が高かった。軽強度の身体活動とは歩行や立位動作など日常生活における役割の獲得などに関与する活動である。前庭リハにより客観的なデータでの活動量の増加を初めて報告した。主観的なめまい感の改善と身体活動量の増加の関係については前庭リハ群のみ前庭リハ開始後2カ月の身体活動量の増加が前庭リハ終了時の主観的なめまい感の改善につながることもわかった。このことから前庭リハ開始初期から活動参加レベルでの介入が前庭リハの改善効果を高めることがいえた。

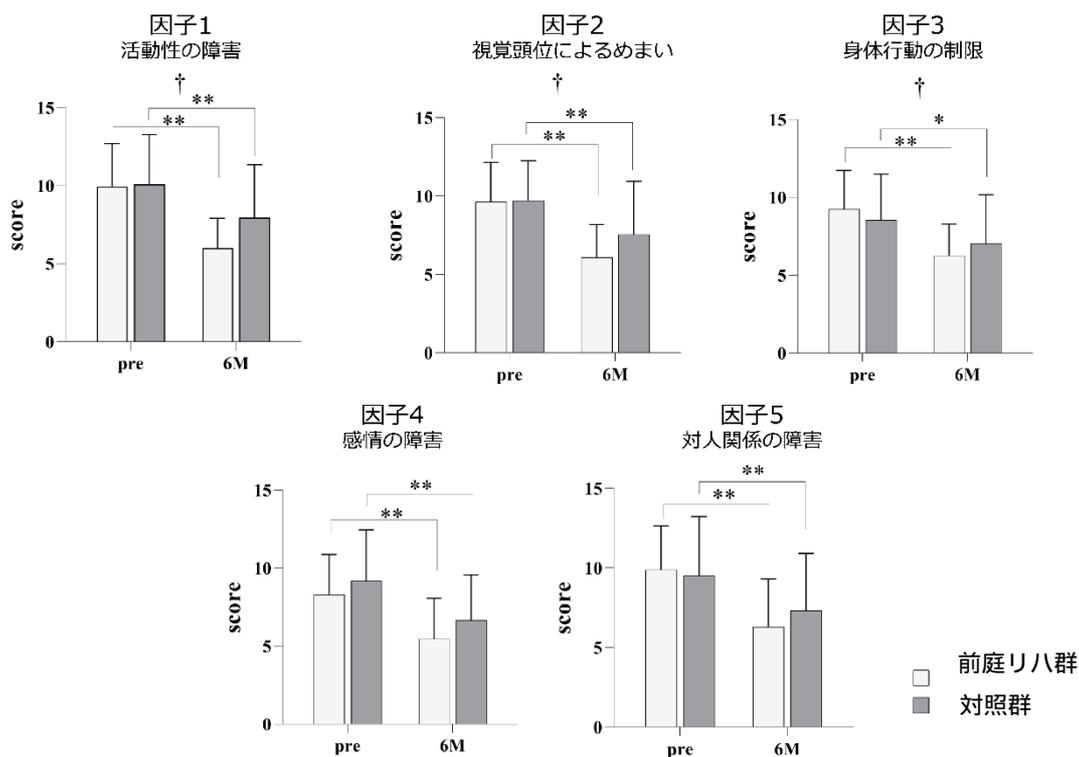


図1 前庭リハ前後のめまいによる日常生活障害度アンケートの結果

(2) 健常者において動的バランス課題やコントロール課題によりVSRや姿勢制御には有意な変化がないことが示された。動的バランス群では課題を繰り返し行うことで頭部Jerkが減少することが示され、頭部Jerkの減少とVSRの興奮性の増加が関与していた。課題中に頭部Jerkを減らす戦略をとった対象者は課題前後でVSRの興奮性が高まった。また、動的バランス群のみ課題前後でVSRの興奮性が高まるほど閉眼ラバー条件でのCOP外周面積が狭小化することがわかった。このことより本研究で用いたVSRの評価が治療介入の反応性を評価することの妥当性があることが証明された。

#### Dynamic balance group

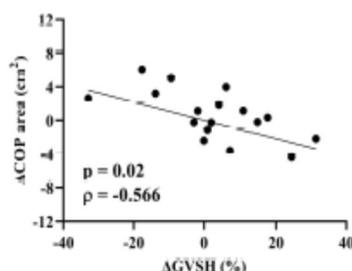


図2 動的バランス群のVSRとCOP外周面積の相関

- (3) 慢性期の一側末梢前庭障害の VSR は患側と健側で差がなかった。しかし、患側で VSR が低下している症例が多く、症例数の問題も今回の結果には影響している可能性がある。患側 VSR と閉眼ラバー条件での COP 外周面積の関係では健常者の実験と同様に VSR の興奮性が高いほど面積が狭いことが示された。一側末梢前庭障害の平衡障害に VSR が影響していることを客観的な指標で証明したことは重要な知見である。しかし、まだ症例数が少なく継続して研究を行い、成果を公表する必要がある。今回の検討は横断的な研究ではあるが、縦断研究により前庭リハの効果を経験生理学的観点から証明することができると思う。
- (4) 外側半規管の vHIT の利得が 0.8 未満の検査異常症例を対象に前庭リハにおける VOR の改善効果を調査した初めての報告である。前庭リハ群のみ 6 カ月、12 カ月フォローアップの両方で vHIT の利得の有意な改善を認めた。対照群では変化はなく慢性期一側末梢前庭障害において VOR の改善効果があることを示した。また、VOR の改善と主観的なめまい感は有意な相関がみられており客観的な指標の改善が主観的なめまい感を改善することがわかった。今後、VOR の改善をさらに促す新しい前庭リハの方法を開発していく。

#### 引用文献

1. Shiozaki T, Ito T, Wada Y, Yamanaka T, Kitahara T. Effects of Vestibular Rehabilitation on Physical Activity and Subjective Dizziness in Patients With Chronic Peripheral Vestibular Disorders: A Six-Month Randomized Trial. *Front Neurol.* 2021;12:656157.
2. Shiozaki T, Okada Y, Nakamura J, Ueta K, Tanaka H, Moritani M, et al. Relationships between changes in lateral vestibulospinal tract excitability and postural control by dynamic balance intervention in healthy individuals: A preliminary study. *Front Hum Neurosci.* 2023;17:1109690.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Matsugi Akiyoshi、Shiozaki Tomoyuki、Tanaka Hiroaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Vestibulo-Ocular Reflex Is Modulated by Noisy Galvanic Vestibular Stimulation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Neurology	6. 最初と最後の頁 1~10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fneur.2022.826739	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 Tanaka Akihisa、Shiozaki Tomoyuki、Kitahara Tadashi	4. 巻 125
2. 論文標題 Superficial Siderosis with Bilateral Vestibulopathy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nippon Jibiinkoka Tokeibugeka Gakkai Kaiho(Tokyo)	6. 最初と最後の頁 173~178
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3950/jibiinkotokeibu.125.2_173	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 Shiozaki Tomoyuki、Ito Taeko、Wada Yoshiro、Yamanaka Toshiaki、Kitahara Tadashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Effects of Vestibular Rehabilitation on Physical Activity and Subjective Dizziness in Patients With Chronic Peripheral Vestibular Disorders: A Six-Month Randomized Trial	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Neurology	6. 最初と最後の頁 1~10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fneur.2021.656157	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 T. Shiozaki, Y. Wada, T. Ito, T. Yamanaka and T. Kitahara	4. 巻 17
2. 論文標題 Changes in the Results of the Subjective Visual Vertical Test After Endolymphatic Sac Drainage for Intractable Meniere's Disease	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of International Advanced Otology	6. 最初と最後の頁 121~126
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5152/JIAO.2021.9056	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 Tanaka Hiroaki, Nakamura Junji, Shiozaki Tomoyuki, Ueta Kozo, Morioka Shu, Shomoto Koji, Okada Yohei	4. 巻 239
2. 論文標題 Posture influences on vestibulospinal tract excitability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Experimental Brain Research	6. 最初と最後の頁 997 ~ 1007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00221-021-06033-8	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 -

1. 著者名 Nakamura Junji, Okada Yohei, Shiozaki Tomoyuki, Tanaka Hiroaki, Ueta Kozo, Ikuno Koki, Morioka Shu, Shomoto Koji	4. 巻 755
2. 論文標題 Reliability and laterality of the soleus H-reflex following galvanic vestibular stimulation in healthy individuals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 135910 ~ 135910
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2021.135910	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 -

1. 著者名 Matsugi Akiyoshi, Nagino Koji, Shiozaki Tomoyuki, Okada Yohei, Mori Nobuhiko, Nakamura Junji, Douchi Shinya, Oku Kosuke, Nagano Kiyoshi, Tamaru Yoshiki	4. 巻 15
2. 論文標題 No Impact of Stochastic Galvanic Vestibular Stimulation on Arterial Pressure and Heart Rate Variability in the Elderly Population	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2021.646127	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 Shiozaki Tomoyuki, Sakagami Masaharu, Ito Taeko, Ota Ichiro, Wada Yoshiro, Kitahara Tadashi	4. 巻 140
2. 論文標題 What diagnosis should we make for long-lasting vertiginous sensation after acute peripheral vertigo?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Oto-Laryngologica	6. 最初と最後の頁 1001 ~ 1006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00016489.2020.1813327	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 -

1. 著者名 Shiozaki Tomoyuki, Okada Yohei, Nakamura Junji, Ueta Kozo, Tanaka Hiroaki, Moritani Mako, Kitahara Tadashi	4. 巻 17
2. 論文標題 Relationships between changes in lateral vestibulospinal tract excitability and postural control by dynamic balance intervention in healthy individuals: A preliminary study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1~10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2023.1109690	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 -

〔学会発表〕 計7件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 塩崎智之
2. 発表標題 一側末梢前庭障害症例に対する前庭リハビリテーションの障害部位による効果の違い~第2報~
3. 学会等名 第80回日本めまい平衡医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩崎智之
2. 発表標題 前庭リハビリテーションによる前庭動眼反射の改善効果について
3. 学会等名 第19回日本神経理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩崎智之
2. 発表標題 一側末梢前庭障害症例に対する前庭リハビリテーションの障害部位による効果の違い
3. 学会等名 第79回日本めまい平衡医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塩崎智之
2. 発表標題 前庭リハビリテーションにおける客観的指標と主観的指標の改善の関係性について
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塩崎智之
2. 発表標題 動的バランス課題が姿勢制御と直流前庭電気刺激を用いた前庭脊髄路機能評価に及ぼす影響
3. 学会等名 第1回物理療法部門研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩崎智之
2. 発表標題 慢性期めまい平衡障害症例に対するMAHOROBA式前庭リハビリテーションの効果
3. 学会等名 第17回日本神経理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塩崎智之
2. 発表標題 前庭リハビリテーション開始初期の活動性の変化がリハビリテーションの効果に及ぼす影響
3. 学会等名 第78回日本めまい平衡医学会総会学術講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------