

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：24601
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22591888
 研究課題名（和文）
 最重度平衡障害に対する感覚代行治療 - 実用化に向けた効果メカニズムの解明
 研究課題名（英文）
 Effect of sensory substitution training on balance performance in patients with vestibular loss
 研究代表者
 山中 敏彰(YAMANAKA TOSHIAKI)
 奈良県立医科大学・医学部・准教授
 研究者番号：90271204

研究成果の概要（和文）：

本研究では、前庭覚に代わる感覚（舌触覚）を通じてバランス情報を伝達することを目的に開発された前庭代替装置を用いて、重症化した平衡障害に対する治療を試みた。バランス機能は全 11 例でよくなって、日常生活支障度や歩行の状態はそれぞれ改善を示した。感覚代行技術を用いた本装置は、機能が廃絶された前庭を代替する働きを有し、触覚とおした三叉神経入力が前庭中枢の可塑性を変化させた可能性がある。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to evaluate the BBD as a new rehabilitation tool for subjects with a failure of balance activity. This study included 11 subjects with bilateral vestibular loss such as vestibular neuritis and acoustic nerve resection. All subjects had BBD training in the Romberg or Tandem-Romberg position with eyes open or closed and underwent two or three 5-20 minutes sessions per day corresponding to the patient's skill level for 8 weeks. The training with BrainPort balance device produced an improvement in balance and functional activities in patients with intractable chronic balance dysfunction due to vestibular balance deficit. These results suggest that alternative sensory input through the tongue substitutes for vestibular function and facilitate the brain plasticity.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
22 年度	160,000	48,000	208,000
23 年度	80,000	24,000	104,000
24 年度	90,000	27,000	117,000
年度			
年度			
総計	330,000	99,000	429,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・耳鼻咽喉科学

キーワード：平衡, 感覚代行, ヒューマン・マシンインターフェイス, 前庭覚, クロスモダリティ, 転倒防止, リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

感覚器が不可逆な障害や欠損を受けると、その感覚情報はもはや中枢へ伝達されず、ひとはその感覚を認知することができなくなる。現段階では廃絶した感覚受容器の機能を直接回復させることは医学的に困難なことから、残された感覚器を代替受容器として使用して、損失した感覚機能を補完する新しい感覚伝達系を設計する感覚代行技術を用いた治療が試みられている。平衡感覚器である前庭器が不可逆な障害を受けると、一側の場合には、中枢前庭系に前庭代償という特有の回復機転が働くため、通常、発症しためまい・平衡障害は徐々に改善していくが、なかには代償機転が停滞して平衡障害がいつまでも存続し、転倒の危険性ととも身体的および精神的 QOL の低下を有するようになる。

2. 研究の目的

(1)このような重症化した平衡障害に対して感覚代行技術を適用させた治療が効果あるかを明らかにするために平衡機能の代行機器 (Brainport Balance Device (BBD)) を用いた臨床研究を行い、(2) さらに、その臨床効果を発現させる体内における神経メカニズムや責任部位の解明を目的に、生理学的アプローチによる基礎研究を行った。

3. 研究の方法

(1)本装置 BBD は頭位の傾きを感知する加速度計を包埋した微小電極 (100 個) アレイとプロセッサから構成され、加速度計からの情報をプロセッサで電気信号に変換して電極に送るしくみになっている。本機器の有用性を確かめるために両側前庭障害 11 例を対象に、患者の舌表面に電極アレイを置いて、舌の触覚で信号がセンターリングされるようにバランストレーニングを試行した。日常の

バランス支障度を表す Dizziness Handicap Inventory (DHI) と動的な体平衡機能を測定する Functional Gait Assessment (FGA) を用いて治療評価を行った。

(2) さらに、動物を脳定位固定装置に固定し回転刺激装置に乗せた後、固定式ワイヤ電極を前庭神経核に刺入した。その後、回転刺激装置で同定された単一ニューロン活動を記録した。電気刺激装置で舌尖より 2cm 後方を電気刺激 (1mA, 10Hz) し、回転刺激に誘発されるニューロン活動の動的変化を調べた。

4. 研究成果

(1) バランスパフォーマンスは 11 例とも向上した。DHI (図 1A) は平均 58.7 から 38.4 に、FGA スコア (図 1B) は平均 15.6 から 24.4 に、それぞれ改善を示した。感覚代行技術を用いた本装置は、機能が廃絶された前庭を代替する働きを有し、前庭中枢の可塑性を変化させた可能性がある。

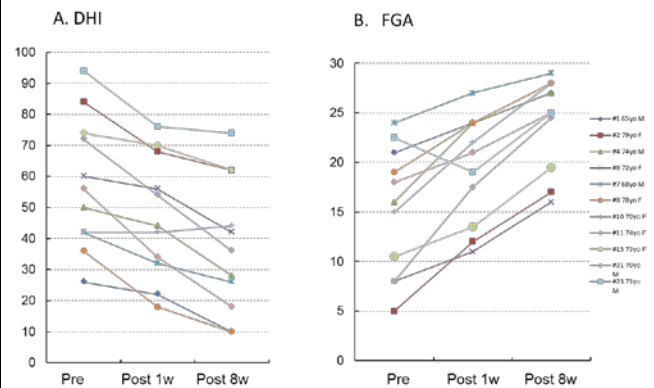


図1. 平衡機能障害に対する平衡代行機器BBDによるトレーニングの効果

(2) また、電気生理学的実験では、舌電気刺激による前庭神経核 (VN) ニューロンは、不変であるもの、抑制あるいは増強反応を示すものが認められた。検討した 11 個のニューロンのうち 3 個が抑制、2 個が増強、5 個が変化なかった。VN ニューロン活動は舌刺激すなわち三叉神経入力により制御されている可能性

が示唆され、本前庭代替装置の作用メカニズムに平衡覚と触覚のクロスモダリティが関与すると考えられる。

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 10 件)

- ① 山中敏彰、城田志保、澤井八千代 (他 9 名、1 番目)、BPPV と骨粗鬆症の臨床的關係, Equilibrium Res, 査読有, 71, , 2012, 33-39,
- ② 山中敏彰, 小児めまい・平衡障害の診療-診断手順と治療方針, 日本医事新報 4608, 75-84, 2012 (総説)
- ③ 山中敏彰, 平衡のニューロリハビリテーション - 慢性平衡障害への対応, Equilibrium Res, 71, 120-135, 2012, 査読有,
- ④ 山中敏彰, 「めまい」の診断・治療の最新知識, 精神科, 20, 280-288, 2012 (総説)
- ⑤ Ishida J, Wada Y, Imai Y, Hirata Y, Yamashita M, Kirita T, Influence of mouth guards on autonomic nervous system activities: A quantitative study of pupillary flash responses, Oral Science International. 9:38-42, 2012, 査読有
- ⑥ 山中敏彰, 福田多介彦, 澤井八千代, 城田志保, 清水直樹, 村井孝行, 岡本英之, 藤田信哉, 細井裕司:めまい疾患におけるメタボリックシンドロームの臨床分析, 日耳鼻, 114, 24-29, 2011, 査読有
- ⑦ 山中敏彰, 澤井八千代, 村井孝行, 藤田信哉, 細井裕司, 水平半規管型 BPPV クプラ結石症に対する新規治療法, 一側方頭部傾斜・跳躍運動によるクプラ結石遊離の試み一, Equilibrium Res, 69, 182-187, 2010, 査読有
- ⑧ Shimizu N, Tabata T, Yamanaka T, Hosoi

H, Kawano K : Distribution of Optokinetic sensitivity across the retina of mice in relation to eye orientation, Neuroscience, 168, 200-208, 2010, 査読有

- ⑨ 澤井八千代, 山中敏彰, 村井孝行, 藤田信哉, 細井裕司, 起立性めまいと椎骨動脈血流動態の関係, Equilibrium Res 69:52-57, 2010, 査読有
- ⑩ 澤井八千代, 山中敏彰, 村井孝行, 藤田信哉, 細井裕司, 小児めまい・平衡障害症例の臨床的検討, 小児科, 68, 41-44, 2010, 査読有

[学会発表] (計 3 件)

- ① 山中敏彰: 耳科診療における BPPV の実践的治療. 第 25 回日本耳科学会 (インストラクションコース) 2012. 10. 4, 名古屋
- ② 山中敏彰: 慢性めまい平衡障害への対応. 第 70 回日本めまい平衡医学会 (シンポジウム「姿勢と歩行の平衡制御」) 2010. 11. 19, 千葉
- ③ 山中敏彰: 平衡のリハビリテーション. 第 69 回日本めまい平衡医学会 (ランチョンセミナー) 2010. 11. 18, 京都

[図書] (計 4 件)

- ① 山中敏彰, 中枢性疾患を疑う眼振. めまいを見分ける・治療する. (編)内藤泰, 中山書店, 東京 96-103, 2012, 著書
- ② 山中敏彰, 良性発作性頭位めまい症の理学療法. めまいを見分ける・治療する, (編)
- ③ 山中敏彰, 方向交代性眼振と中枢病変, 「救急・ER ノート」めまいの診かた、帰し方 (箕輪良行編). 129-137, 羊土社, 東京, 2011, 著書
- ④ 山中敏彰, メニエール病に対する薬物治療の EBM, EBM 耳鼻咽喉科・頭頸部外科の治療 (池田勝久編) 199-204, 中外医学社, 東京, 2010,

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山中敏彰 (YAMANAKA TOSHIAKI)
奈良県立医科大学・医学部・准教授
研究者番号：90271204

(2) 研究分担者

和田佳郎 (WADA YOSHIRO)
奈良県立医科大学・医学部・講師
研究者番号：80240810