

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：33916

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10789

研究課題名（和文）t-DCSと干渉波治療を用いたハイブリッド嚥下リハビリテーション法の確立

研究課題名（英文）Establishmentkou of hybrid intervention using interference current stimulation and t-DCS on swallowing function

研究代表者

太田 喜久夫 (Ota, Kikuo)

藤田医科大学・医学部・教授

研究者番号：00246034

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：嚥下反射の即時効果を明確にする評価方法を開発すること、大脳嚥下関連皮質を刺激するt-DCSと干渉波電気刺激を加えるハイブリッド電気刺激療法の有用性を確認することを目的とした。即時効果は嚥下運動モニターB4Sを用いて測定された嚥下反射惹起時間が有用であることを確認した。健常者30名を対象とした特定臨床研究のRCTでは、t-DCSと干渉波電気刺激を加えたハイブリッド群15名と干渉波電気刺激群15名を比較検討し、4回目の嚥下反射時間で両群に有意差を認め、ハイブリッド群では嚥下反射時間が短縮したリスポンダーが増加した。なお、特定臨床研究に基づく嚥下障害患者のRCTは継続研究となっている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者では嚥下反射惹起不全による誤嚥性肺炎を併発しやすい。嚥下機能を直接強化する電気治療が有効との報告が海外では多く、日本では上喉頭神経感覚枝を干渉波電気刺激する方法が臨床で利用されるようになった。しかしその即時効果については明確ではなく、B4Sを用いた嚥下反射時間が嚥下反射の改善を明確にする評価方法であることを示した。また健常者において大脳嚥下関連皮質を刺激するt-DCSと干渉波電気刺激を加えるハイブリッド電気刺激治療が嚥下反射の感受性を高める効果があることを示した。誤嚥性肺炎予防につながるハイブリッド電気治療方法の確立に向けて現在特定臨床研究での嚥下障害者に対するRCTを継続している。

研究成果の概要（英文）：The objectives of this study were to develop an evaluation method that clarifies the immediate effect on the swallowing reflex, and to confirm the usefulness of hybrid electrical stimulation therapy, which combines t-DCS, which stimulates the cerebral swallowing-related cortex, with interferential electrical stimulation.

It was confirmed that the immediate effect was useful in terms of the swallowing reflex induction time measured using the swallowing movement monitor B4S, and in a study of 30 healthy subjects, the swallowing reflex time for the fourth time was significantly shortened. In an RCT comparing a hybrid group, which combined t-DCS and interferential electrical stimulation, with an interferential electrical stimulation group, a significant difference was observed in the swallowing reflex time for the fourth time between the two groups, and the number of responders whose swallowing reflex time was shortened increased in the hybrid group. The RCT about dysphagics is ongoing.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：嚥下リハビリテーション 電気治療 tDCS 干渉波電気刺激

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

1) 高齢化社会における誤嚥性肺炎の増加とその予防の必要性

肺炎による死亡率は60歳以上で急激に増加する。高齢者では、誤嚥性肺炎が生じやすく、その多くは多発性脳梗塞などの脳血管障害にともなう偽性球麻痺が基盤となっている。嚥下反射惹起不全が認められ、咽頭の残留物が呼吸とともに誤嚥する微量誤嚥(microaspiration)を併発しやすい¹⁾。高齢者に多くみられる偽性球麻痺による嚥下障害を改善させる治療法の確立が求められている。

2) 偽性球麻痺の嚥下動態の特徴：嚥下反射惹起不全

多発性ラクナ梗塞による偽性球麻痺は、嚥下反射の感覚中枢である孤束核における substance P が減少し、嚥下反射惹起不全が生じると言われている。これまでのリハビリテーションでは、リクライニング座位姿勢の調整や嚥下食の調整などの代償的方法が利用されているが、嚥下反射惹起不全を改善させるための脳機能を強化する治療法は確立されておらず、運動学習が困難な高齢者においても有用な電気刺激療法の確立が必要であった。

2. 研究の目的

1) 本研究の目的は、偽性球麻痺患者における嚥下反射惹起性の機能強化を図り、高齢者誤嚥性肺炎を予防することに寄与することである。

2) 随意的に惹起される嚥下反射と咽頭の感覚刺激によって惹起される嚥下反射に分けて検討し、その機能不全を個別に強化する方法を組み合わせることに着目した。それぞれの場合の機能強化方法としては、大脳皮質機能を強化する t-DCS と末梢感覚神経である上喉頭神経を強化する干渉波刺激を用いることとした。大脳皮質から惹起される随意的な嚥下反射と咽頭壁からの感覚刺激で惹起される嚥下反射を両方向から強化することでさらに嚥下反射惹起性が高まるのではないかとする仮説を立証すること、さらに従来の嚥下リハビリテーションと組み合わせにより効果的な機能回復をはかるリハビリテーション法を確立することを目的とする。

3. 研究の方法

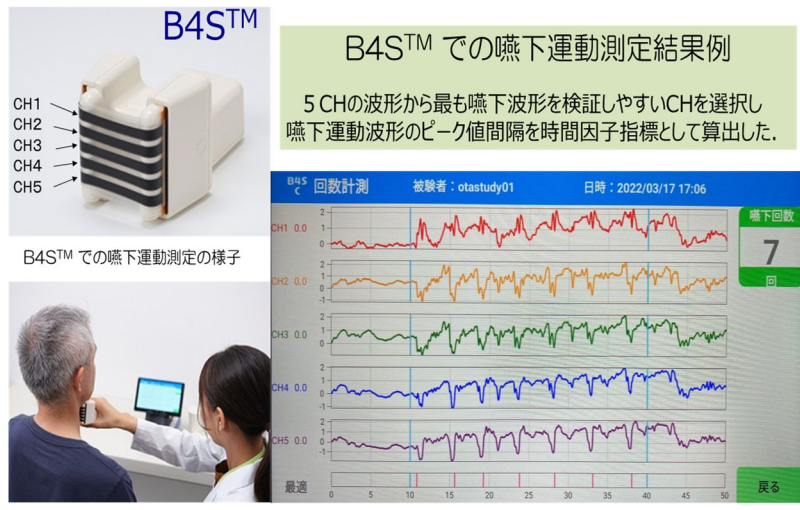
1) 嚥下反射惹起不全の改善効果を判定する指標の開発。従来から実施されていた研究指標としては、簡易型嚥下反射誘発試験と反復唾液嚥下テストがある。前者は咽頭内に経鼻的に挿入したチューブから水滴を垂らし、嚥下反射が出現するまでの時間を測定するもので、咽頭に分布する迷走神経感覚枝を直接刺激する点で嚥下反射惹起の閾値を推定できる検査である。我々はこの方法を用いて上喉頭神経感覚枝を刺激する干渉波電気刺激の効果判定を試みた。また、随意的な嚥下反射の回数を評価する反復唾液嚥下テスト:RSST が従来から嚥下機能の効果判定に利用されてきたが、さらに定量的に時間因子を測定するために嚥下運動モニタ B4S を用いて嚥下反射惹起までの時間因子を用いることが有用であるかを検討した。

2) 健常者を対象とした RCT:大脳嚥下関連皮質を直接電気刺激する t-DCS と末梢神経である上喉頭神経感覚枝への干渉波電気刺激を組み合わせたハイブリッド群(15名)と干渉波電気刺激のみを実施するコントロール群(15名)を対象として比較検証する RCT (特定臨床研究 jRCTs042220162)を実施した。なお、それぞれの介入効果判定指標としては、30秒間の反復唾液嚥下反射回数:RSST と B4S で評価したそれぞれの嚥下反射惹起時間を用いた。

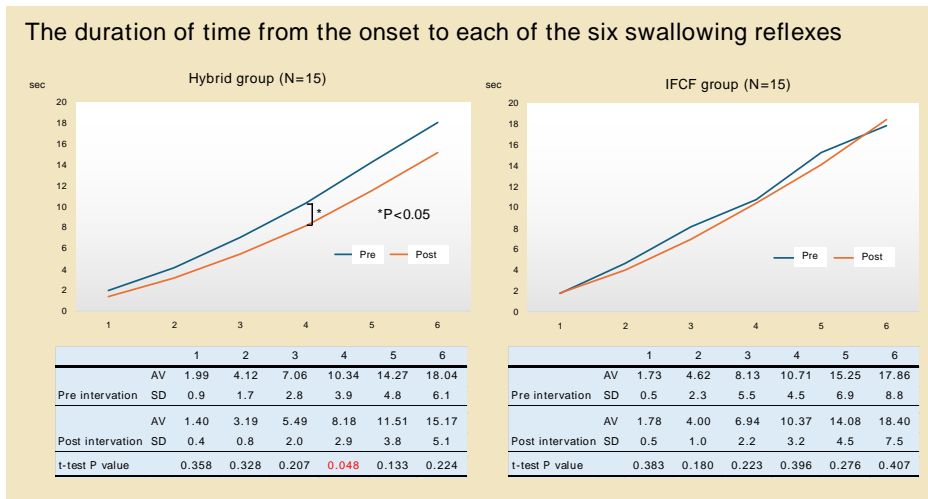
3) 嚥下反射惹起不全を有する高齢者を対象とした RCT (jRCTs042220162):ハイブリッド群15名と干渉波電気刺激のみを実施するコントロール群15名を対象とする RCT を実施中である。介入方法は両群とも入院リハビリテーションを10日間実施し、その間にハイブリッド群では4回の t-DCS と6回の干渉波電気刺激を実施する。コントロール群では干渉波電気刺激を6回実施する。その他の嚥下リハビリテーションの実施時間数は同等とする。評価項目は、即時効果判定として RSST の回数と B4S での嚥下反射惹起時間因子とし、短期効果として介入前後の嚥下造影検査による嚥下動態指標の変化、嚥下障害重症度スケール:DSS、FOIS を用いる。

4. 研究成果

1) 嚥下反射惹起不全の改善効果を判定する指標の開発。簡易型嚥下反射誘発テストを嚥下内視鏡で観察しながら、咽頭内チューブ先端から滴下されたトロミ液が咽頭壁に落下した時点から嚥下反射が開始されるまでの時間をビデオ画像から測定する方法を試み、2019年に球麻痺患者の嚥下機能評価法として発表したが、再現性に乏しいこと、嚥下内視鏡やチューブが鼻腔や咽頭壁へ接触することにより、その刺激が嚥下反射に与える影響を排除できないことから従来から用いられている反復唾液嚥下テストの回数を用いた。さらに新たに開発されたそれぞれの嚥下反射時に得られる喉頭の動きを波形で表示できる嚥下運動モニタ B4S²⁾を用いて嚥下反射開始時間を測定し、指標とすることにした(図参照)。



2) 干渉波電気刺激および t-DCS に干渉波電気刺激を加えたハイブリッド刺激が嚥下反射惹起に与える影響の検討；特定臨床研究に同意された健常者 30 名を対象とした RCT を実施した。性、年齢が一定となるようにハイブリッド刺激群 (15 名)、干渉波刺激のみを実施したコントロール群 (15 名) に割り当てた。t-DCS 刺激条件：左大脳半球嚥下関連皮質領域にアノード刺激を 2mA 20 分間実施した。干渉波電気刺激条件：両側上前頸部に 2mA 20 分間とした。両群とも刺激前後で RSST を嚥下動態モニタ B4S で評価し、30 秒間の嚥下回数、それぞれの嚥下反射開始までの時間因子を刺激効果の指標とした。RSST での嚥下反射回数；ハイブリッド群 8.80 ± 2.4 回から 10.13 ± 2.8 回に増加 (P=0.08 NS paired t-test)、コントロール群 7.80 ± 2.8 回から 8.33 ± 3.04 に増加 (p=0.31 NS paired t-test)、嚥下反射回数が刺激後増加した例：ハイブリッド群 11 名 (73.3%)、コントロール群 7 名 (46.7%) であった。嚥下反射回数及び増加例比率とともにハイブリッド群で増加が見られたが、統計的な有意差は見られなかった。嚥下反射開始時間：ハイブリッド群とコントロール群では 4 回目の嚥下反射で時間因子に有意差が認められた (図参照)



3) 嚥下反射惹起不全を有する高齢者を対象とした RCT：特定臨床研究として研究を開始している。臨床的に嚥下機能が改善するかについて短期効果の検証を進めている。これまでの健常者での即時効果の検討では、干渉波電気刺激のみよりも t-DCS を加えた刺激で 4 回目の嚥下反射で有意に嚥下反射開始時間が短縮されることが認められた。t-DCS は上喉頭神経刺激の感受性をさらに高め、リスポンダーを増加させる効果があったと示唆された。今後は嚥下反射惹起不全のある嚥下障害者に対して即時効果だけでなく短期効果としての嚥下動態の改善、重症度の改善が得られるか RCT を継続する予定である。

< 引用文献 >

1) 寺本信嗣：誤嚥性肺炎オーバービュー．日胸臨 2009；68:795 - 808

2) K. Aihara, Y. Inamoto, E. Saitoh et al. Development and validation of a device for monitoring laryngeal motion during swallowing Front. Robot. AI, 02 November 2023 Sec. Biomedical Robotics Volume 10

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 太田喜久夫	4. 巻 43
2. 論文標題 tDCSと嚥下リハビリテーション. 精神科	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 精神科	6. 最初と最後の頁 450-458
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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11件（うち招待講演 0件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Kikuo Ota, Taiga Nishiwaki1, Misao Iida, Michiko Asano
2. 発表標題 Characteristic examination about the Responders of Interferential Current Stimulation in healthy subjects.
3. 学会等名 The 1st International Conference of Asian Dysphagia Society, Nogoya, Japan (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kikuo Ota, Taiga Nishiwaki, Yohei Otaka
2. 発表標題 tDCS can slightly boost the acute effects of the Interferential Current Stimulation on the swallowing reflex in healthy subjects.
3. 学会等名 The 4th Japan-Taiwan-Korea Neurorehabilitation Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 太田喜久夫、小川真央、粟飯原けい子、稲本陽子、浅野路子、飯田 操
2. 発表標題 上喉頭神経干渉波刺激がRSSTに与える影響 B4Sを用いた検討
3. 学会等名 第28回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kikuo Ota, Mao Ogawa, Hitoshi Iwata, Misao Iida, Michiko Asano
2. 発表標題 The short and long term effects of Interferential Current Stimulation in two bulbar palsy patients.
3. 学会等名 2nd World Dysphagia Summit (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田喜久夫、小川真央、豊岡達志、飯田操、浅田路子
2. 発表標題 上喉頭神経干渉波刺激がRSSTに与える影響- B4Sを用いた検討
3. 学会等名 第28回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kikuo Ota
2. 発表標題 The short and long term effects of Interferential Current Stimulation in two bulbar palsy patients.
3. 学会等名 2nd World Dysphagia Summit (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田喜久夫、松浦広昂、浅野路子、飯田 操
2. 発表標題 上喉頭神経干渉波刺激の効果検証の試み
3. 学会等名 日本摂食嚥下リハビリテーション学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田喜久夫
2. 発表標題 失語症に対するtranscranial direct current stimulation(t-DCS)効果の検討
3. 学会等名 第7回日本ニューロリハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀切里美、太田喜久夫
2. 発表標題 transcranial direct current stimulation(t-DCS)に手指伸展支援型低周波刺激を併用した治療訓練の試み
3. 学会等名 第7回日本ニューロリハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗田英治、太田喜久夫
2. 発表標題 拡散テンソル画像を使用した脳卒中症例に対するt-DCS療法の適応判断の検討
3. 学会等名 第55回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊晃太、太田喜久夫、川田竜也
2. 発表標題 唾液とthick liquidにおける反復唾回数の変化 上喉頭神経干渉電流刺激を用いた検討
3. 学会等名 第24回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会
4. 発表年 2018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
研究 分担者	松本 英司 (Matsumoto Eiji) (50337341)	国際医療福祉大学・医学部・教授 (32206)	
研究 分担者	小川 朋子 (Ogawa Tomoko) (70424017)	国際医療福祉大学・大学病院・准教授 (32206)	

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