

2023 年度 大阪河崎リハビリテーション大学大学院 修士論文

嚥下障害患者に対する干渉電流型低周波治療器の 嚥下機能に関わる反射の改善効果

コミュニケーション科学領域

学籍番号：2213001

氏名：青木 健太

指導教員：芦塚 あおい

提出日：2024 年 2 月 29 日

要 旨

嚥下障害患者に対する干渉電流型低周波治療器の嚥下機能に関わる反射の改善効果

研究目的

言語聴覚士が行うリハビリテーションの一つに、嚥下障害患者に対する摂食嚥下リハビリテーションがある。嚥下障害は、加齢に伴うものや疾患によっても引き起こされるため、病院や施設等でSTが幅広く関わる機会があり、専門性が求められる分野の一つである。一方で近年新しい摂食嚥下リハビリテーションとして、電気刺激療法が注目されている。神経への感覚入力を目的とした干渉電流療法（Interferential current therapy：以下、IFC）である。IFCは2種類の異なる周波数の電流を組み合わせることで、新たに合成された電流を発生させ、筋肉より深部の神経に刺激を加えることが可能となる。IFCの治療機器として、Gentle Stim（フードケア社、以下、GS）が発売されており、このGSは干渉波を用いて頸部の感覚神経を刺激するもので、嚥下反射の誘発あるいは気道防御力を向上させるといった目的がある。IFCがターゲットとする嚥下咽頭期について、それぞれ3つの反射を同時に調べた検討はなされていない。本研究の目的はIFCの使用によって、3つの反射が改善するかどうか、さらにそれら反射の改善と嚥下機能の改善を調べ、嚥下障害患者に対するIFCの効果を明らかにする。

対象、方法

対象者は2022年10月から2023年11月に医療法人裕紫会中谷病院に入院し、摂食嚥下リハビリテーションの指示があった患者を対象とする。患者は、刺激群とSham群の2群にリハビリテーションの指示順に連続的に振り分けた。刺激群10名、Sham群10名の合計20名を対象とした。測定項目として、反射項目（嚥下反射、咳嗽反射、咽頭反射）、嚥下機能評価（反復唾液嚥下テスト、舌圧、FOIS、藤島嚥下グレード）を実施した。測定評価後、言語聴覚士による間接・直接嚥下訓練に加え、IFCの治療機器、干渉電流型低周波治療器を30分間使用した。頻度は1カ月間行った。施行後再度測定評価し、改善度を比較検討した。刺激群・Sham群のGS刺激前後の群内差比較は、ウィルコクソンの符号付順位検定、刺激群・Sham群の群間差比較はマンホイットニーのU検定を行った。すべて測定項目における有意水準は0.05未満とした。

結 果

刺激群の反射項目では嚥下反射の測定値で、有意な改善を認めなかった。一方で、咳嗽反射（咳潜時、咳頻度）と咽頭反射で有意な改善を認めた。Sham群では、反射項目で有意な改善はみられなかった。刺激群の嚥下機能評価では、RSST、舌圧、FOIS、藤島嚥下グレードすべての項目で有意な改善がみられた。Sham群は、RSST、FOIS、藤島嚥下グレードで有意な改善を認めた。

考察、結論

IFCに関する咽頭反射に対しての直接的な影響についてはこれまで明らかとされていない。その中で本研究では、刺激群の咽頭反射項目で有意な改善がみられた。IFCがターゲットとする上喉頭神経内枝は舌根や喉頭蓋、喉頭粘膜の感覚機能を司っており、過去の報告から、本研究で有意な改善を認めた咽頭反射と咳嗽反射は閾値の設定に差はあるものの様々な原因で相関して動いているといわれている。IFC刺激が咽頭反射への感覚向上に関与した可能性が高いと考えられる。一方で、嚥下機能評価にて、刺激群はすべての項目で有意な改善を認めた。これは、IFC刺激と従来の嚥下リハビリテーションの施行は、有用である可能性を示唆した。

Key words：電気刺激療法、嚥下リハビリテーション、嚥下反射、咽頭反射

目 次

| | |
|----------------------------------|-----|
| I. 背景 | 112 |
| II. 研究方法 | 113 |
| 1. 対象 | 113 |
| 2. 基本情報 | 113 |
| 3. 嚥下反射評価 | 113 |
| 3-1 嚥下反射 | 113 |
| 3-2 咳嗽反射 | 113 |
| 3-3 咽頭反射 | 113 |
| 4. 嚥下機能評価 | 113 |
| 4-1 反復唾液嚥下テスト | 113 |
| 4-2 舌圧 | 113 |
| 4-3 Functional Oral Intake Scale | 114 |
| 4-4 藤島嚥下グレード | 114 |
| 5. 干渉波刺激装置について | 114 |
| 6. 実施期間 | 114 |
| 6-1 反射と嚥下機能評価の実施 | 114 |
| 6-2 刺激実施 | 114 |
| 7. 分析方法 | 114 |
| 8. 倫理的配慮 | 114 |
| III. 結果 | 114 |
| 1. 対象者のベースライン特性 | 114 |
| 2. 各反射について | 115 |
| 3. 嚥下機能評価について | 115 |
| 4. 刺激群と Sham 群について | 115 |
| IV. 考察 | 115 |
| 1. 各反射について | 115 |
| 2. 嚥下機能評価について | 115 |
| V. 本研究の限界 | 116 |
| VI. 結語 | 116 |
| VII. 謝辞 | 116 |
| VIII. 参考文献 | 116 |
| IX. 図表 | 117 |

I. 背景

わが国の主要死因第4位である肺炎は、7割以上が誤嚥性肺炎であり、その約7割が75歳以上の高齢者で占めている(2019)¹⁾。加齢や脳血管障害により嚥下障害を呈する高齢者は多く、摂食嚥下障害(以下、嚥下障害)が原因で肺炎を発症する患者は数多く存在する。

言語聴覚士(以下ST)が行うリハビリテーションの一つに、嚥下障害患者に対する摂食嚥下リハビリテーションがある。嚥下障害は、加齢に伴うものや疾患によっても引き起こされるため、病院や施設等でSTが幅広く関わる機会があり、専門性が求められる分野の一つである。嚥下障害以外の言語聴覚障害を呈した患者の中でも、STがまず初めに嚥下機能評価や食事場面の評価を行い、飲み込みに問題があるかを確認することが必要となる。

嚥下障害に対するリハビリテーションは間接嚥下訓練と直接嚥下訓練の2つに大きく分けられる。間接嚥下訓練は、食べ物を使用せずに行う訓練を総称する用語である。主に嚥下反射誘発を目的としたアイスマッサージ²⁾や筋力増強を目的とした頭部挙上訓練²⁾があげられる。一方で直接嚥下訓練では、嚥下障害患者にあった食事形態を調整し、正しい姿勢を確保し食物を実際に摂取しながら行う訓練である。

一方、近年新しい摂食嚥下リハビリテーションとして、電気刺激療法が注目されている。米国では摂食嚥下リハビリテーションの手技として電気刺激療法が高頻度に使用されていると報告されている³⁾。電気刺激療法には2種類あり、一つは筋収縮を目的とした神経筋電気刺激療法(Neuromuscular electrical stimulation: 以下NMES)である。このNMESはSTが嚥下関連筋群の筋力トレーニングを目的として手動でおこなっている頭部挙上訓練や開口訓練と類似の効果があるとされる。NMESは舌骨喉頭領域の表在筋をターゲットとした訓練方法であり、通常の摂食嚥下訓練に比べ、機能を改善させたといった報告⁴⁾やNMESと頭部挙上訓練を併用することで舌骨挙上距離が改善したとの報告⁵⁾がされている。もうひとつが、神経への感覚入力を目的とした干渉電流療法(Interferential current therapy: 以下IFC)である。IFCは2種類の異なる周波数の電流を組み合わせることで、新たに合成された電流を発生させ、筋肉より深部の神経に刺激を加えることが可能となる。また、電気刺激療法を行う際に問題となる不快な刺激感覚を与えることが少なく、安全でかつ効率的な刺激法として臨床的に使用されるようになってきている。

IFCの治療機器として、干渉電流型低周波治療器、Gentle Stim(フードケア社、以下GS)が発売されており、これまでのNMESとは異なるアプローチが可能となっている。このGSは干渉波を用いて頸部の感覚神経を刺激するもので、嚥下反射の誘発あるいは気道防御力を向上させるといった目的がある。

従来、嚥下反射が惹起されない患者や嚥下反射不全患者へのアプローチとしては、味や温度、触・圧覚の感覚刺激入力が行われており、例えばのどのアイスマッサージ²⁾がある。口腔内の前口蓋弓の部位にアイシングを行い、その後嚥下を促す訓練である。この訓練は即時効果があり、アイシングをすることで嚥下反射が誘発される²⁾。しかし長期効果のエビデンスは報告されていない。

嚥下反射が惹起するための嚥下中枢は脳幹の延髄に存在し、そこにはCentral pattern generator(以下CPG)がある⁶⁾。CPGに嚥下器官からの求心性の入力が孤束核に伝達し、反射弓で嚥下反射が惹起される。アイスマッサージは、嚥下器官に対して末梢から刺激入力を行って、嚥下反射の惹起の閾値を下げることを目的としている。一方で、GSはこの求心性入力の上喉頭神経をターゲットとしている。上喉頭神経は、外枝と内枝に分かれ、外枝は嚥下に関連する運動を司っている。内枝は舌根や喉頭蓋、喉頭粘膜に分布する感覚を司っている神経で、この上喉頭神経を刺激することで唯一単独で嚥下反射を誘発できる神経として知られている。除脳非動物化モルモットを対象に頸部皮膚直下の電極から干渉波の電気刺激を行った実験では、延髄孤束核とその周辺の嚥下関連ニューロンが活動していたことが報告されている⁷⁾。IFCは嚥下CPGに影響を与えることで嚥下惹起性を改善する可能性がある。また、嚥下障害患者の二重盲検化のRCTで、咳反射・気道防御が改善したとの報告⁸⁾や安静時に干渉波刺激を行ったことで咽頭期の嚥下反応時間が短縮したといった報告⁹⁾がされている。また認知症嚥下障害患者への有効性¹⁰⁾や感覚とは関連しない舌筋力が向上した¹¹⁾との報告がある。以上から、IFCとは関連しない嚥下関連筋群の向上に関する報告も散見されている。

一方でIFCがターゲットとする咽頭期の感覚機能について、嚥下反射の惹起性と気道防御については検討されているが、咽頭絞扼反射(以下咽頭反射)に関する検討はされていない。咽頭反射は、中咽頭を舌圧子にて刺激した際に起こる、舌根の挙上を伴った咽頭筋群の表在反射である。反射弓の求心路は舌咽神経で遠心路は迷走神経、中枢は延髄である。従来の報告では、咽頭反射は嚥下に関連した反射とするものがある^{12),13)}。一方で、咽頭反射と不顕性誤嚥の関連性は高い¹⁴⁾といった報告もされており、嚥下にかかわる感覚機能として、咽頭反射は重要である。過去の報告より、IFCがター

ゲットとする嚥下咽頭期について、嚥下反射の惹起性（以下嚥下反射）、気道防御能力（以下咳嗽反射）、咽頭反射のそれぞれ3つの反射を同時に調べた検討はなされていない。本研究の目的はIFCの使用によって、3つの反射が改善するかどうか、さらにそれら反射の改善と嚥下機能の改善を調べ、嚥下障害患者に対するIFCの効果を明らかにすることである。

II. 研究方法

1. 対象

対象者は2022年10月から2023年12月に医療法人裕紫会中谷病院に入院し、医師より言語聴覚士に摂食嚥下リハビリテーションの指示があった患者を対象とした。患者は、医師より言語聴覚士にリハビリテーションの指示があった順に、連続的に刺激群とSham群の2群に振り分けた。ペースメーカー使用患者、気管切開に伴いカニューレ装用を行っている患者、全身状態不良の虚弱患者は除外した。

2. 基本情報

カルテより対象者の性別、入院期間、嚥下機能の基本情報となる栄養状態および認知機能を収集した。栄養状態の評価として、患者の肥満度（BMI：体重÷身長²の乗）および簡易栄養状態評価表（Mini Nutritional Assessment-Short Form：以下MNA-SF）を使用した。MNA-SFは0～14の点数で表し、0～7、8～11、12～14の得点はそれぞれ栄養不良、栄養不良のリスクあり、正常な栄養状態を示している。栄養評価は入院時に管理栄養士が評価したものをを使用した。認知機能の評価として、Mini-Mental State Examination（以下MMSE）を使用した。

3. 嚥下反射評価

3-1 嚥下反射

嚥下反射の評価として嚥下造影検査（Swallowing Videofluorography：以下VF）を実施した。水分を5cc飲水し、喉頭挙上時間（Laryngeal elevation delay time：以下LEDT）を測定した。LEDTの測定方法はVF動画を30コマ送りにし、矢状断面像にて造影剤の先端が梨状窩凸底部に到達してから、舌骨が最高位に達するまでの時間を目視し、画面に表示される時間で測定した。

3-2 咳嗽反射

ネブライザー（NE-U22; Omron）を使用し、1%クエン酸ミストを発生させ、ミスト暴露後の咳潜伏時間と咳頻度を測定した。対象者は、ギャジアップ45度座位の状態でミストを経口吸入するよう求められ、経口吸入を確保するために対象者の鼻を検査者の指で塞いだ。ミスト暴露から最初の咳が誘発されるまでの時間を潜時（秒）とし、さらにミスト暴露後1分間の咳回数を咳頻度とした。時間は検査者がストップウォッチを用いて計測した。

3-3 咽頭反射

咽頭反射はMASA日本語版スコアシートの絞扼反射の評価法を用いた。絞扼反射を評価するために、STが舌圧子にて対象者の舌根部を左右1回ずつ刺激した。その際の反応を1～5の5段階（1.咽頭反射消失、2.一側性に消失、3.一側性に減弱、4.両側性に減弱、5.反射亢進）で評価した。

4. 嚥下機能評価

4-1 反復唾液嚥下テスト

反復唾液嚥下テスト（以下RSST）は、「これから30秒間に、できるだけ多くつばを飲み込んでください」と対象者に指示し、検査者がストップウォッチで時間を計測しながら、30秒間に唾液を飲み込む回数を測定した。

4-2 舌圧

舌圧は、舌が上顎に接触する力とし、舌圧測定器TPM-02E（JMS社）を使用した。対象者は舌圧計に接続した舌圧プローブのバルーンを口腔内に入れ、舌と口蓋の間でバルーンを最大の力で押しつぶした。その際の最大の圧力KPa（キロパス

カル)を測定した。

4-3 Functional Oral Intake Scale

Functional Oral Intake Scale (以下 FOIS) は、嚥下障害患者の経口摂取能力を簡単な順序尺度を用いて評価する方法である。LEVEL1 から 7 までの 7 項目で、点数が低いほど嚥下障害が重度を表している。

4-4 藤島嚥下グレード

藤島摂食嚥下グレードは 1～10 の 10 段階で嚥下能力を客観的に評価できる評価方法である。10 が正常の摂食嚥下能力で 1 は嚥下困難であり、FOIS 同様点数が低いほど重度の嚥下機能を表している。

5. 干渉波刺激装置 (IFC) について

干渉波刺激装置 (IFC) とは、皮膚に電極パッドを装着し 1 組の電極から 2050Hz、もう 1 組の電極から 2000Hz を出力し、体内で交差させ神経に低い干渉電流 (50Hz) を発生させる。左右頸部を走行している上喉頭神経内枝を刺激のターゲットとし、干渉波で神経を刺激することで嚥下反射の惹起が誘発される。嚥下反射惹起遅延に伴い、嚥下後誤嚥を呈する患者に有効である。ビート周波数 50 Hz、キャリア周波数 2000 Hz の干渉電流型低周波治療器、ジェントルスティム (フードケア社、以下 GS、図 1) を用いた。

6. 実施期間

6-1 反射と嚥下機能評価の実施

初回時の反射評価と嚥下機能評価は、対象者に 2 日間かけて評価を行った。また、評価後の 1 日後を刺激開始日とした。再評価は、刺激終了後の 1 日～3 日後に初回評価同様 2 日間かけて実施した。

6-2 刺激実施

対象者に、言語聴覚士による間接的嚥下訓練、または直接的嚥下訓練のリハビリテーションに加え、対象者の左右頸部 (胸鎖乳突筋前方) に GS のパッドを貼付 (図 2) し、干渉波入力を 1 日 30 分間実施した。刺激強度は刺激群に 2.5～3.0mmA 以下、Sham 群に 0.1mmA、頻度は 1 カ月間行った。Sham 群には再評価後、刺激群と同等の刺激強度でリハビリテーションを行った。

7. 分析方法

全ての統計処理は SPSS バージョン 28 (IBM 社製) を使用して分析し、有意水準は 5% 未満とした。

刺激前後の比較をするため、各反射項目の嚥下反射 (LEDT)、咳嗽反射 (咳潜時・咳頻度)、咽頭反射と各嚥下機能項目の RSST、舌圧、FOIS、藤島嚥下グレードの結果を pre 平均値と post 平均値をウィルコクソンの符号順位検定にて統計を行った。刺激群、Sham 群の pre と post の相対比を算出し、その相対比をマンホイットニーの U 検定にて統計を行った。

8. 倫理的配慮

本研究の参加について、本人もしくは家人に文章および口頭で説明を行い、書面による同意を得て実施した。本研究はヘルシンキ宣言に基づく大阪河崎リハビリテーション大学の倫理委員会 (承認番号 OKRU-RA0034) の承認の下実施した。

Ⅲ. 結果

1. 対象者のベースライン特性

表 1 に刺激群、Sham 群のベースライン特性を示す。刺激群 10 名、Sham 群 10 名の合計 20 名を対象とした。刺激群は女性 4 名、男性 6 名、Sham 群は女性・男性 5 名ずつであった。年齢は刺激群 67.8 歳、Sham 群 72.9 歳でやや年齢差がみられた。各群の入院期間は、刺激群 111.1 日、Sham 群 105.6 日で同等の入院期間であった。MMSE は各群ともカットオフ値から大幅に低下し、重度の認知機能障害を呈していた。栄養では、BMI と MNA-SF から低栄養状態を認めた。

2. 各反射について

刺激前後のすべての各群内差を表2に示す。図3は嚥下反射について、刺激群とSham群のpreとpostの平均値比較を表している。刺激群、Sham群とも有意な差は認めなかった ($p=0.123$)。一方で、咳潜時 ($p=0.042$)・咳頻度 ($p=0.046$) (図4)、咽頭反射 ($p=0.024$) (図5) で有意な改善を認めた (表2)。

Sham群では、嚥下反射 ($p = 0.263$)、咳潜伏時 (0.138)、咳頻度 (0.414)、咽頭反射 (0.102) で有意な改善はみられなかった。

3. 嚥下機能評価について

刺激群では、RSST ($p=0.038$)、舌圧 (0.042)、FOIS (0.007)、藤島嚥下グレード (0.007) すべてで有意な改善がみられた。Sham群は、RSST (0.046)、FOIS (0.01)、藤島嚥下グレード (0.011) で有意な改善を認めた (表2)。

4. 刺激群とSham群について

表3は刺激群とSham群の、preとpostの相対比率である。刺激前後の群間差は、Sham群に比べ刺激群で良好な結果が得られた。しかし各項目で統計的有意差はすべて認めなかった (表3)。

IV. 考察

1. 各反射について

今回我々は、嚥下障害患者に対するIFCを刺激群、Sham群に分け実施した。測定項目の反射については、刺激群にて刺激前後で咳嗽反射 (咳潜時、咳頻度)、咽頭反射で有意な改善を認めた。一方で、Sham群は有意差がみられなかった。過去のIFCの報告では、上喉頭神経への感覚入力による嚥下反射の惹起を促進する⁷⁾ことや、直接嚥下訓練にIFCを活用した訓練を行うことで、嚥下反射の遅延が改善した¹⁵⁾と報告している。本研究の刺激群では、反射項目にて唯一嚥下反射での有意な改善を認めなかった。この理由としては、本研究の対象者の多くが藤島嚥下グレードにてグレード2やFOISはLevel1で経口摂取がまったく行えない状態であったことに加えて、RSSTでは0回と随意嚥下が不能で重度の嚥下障害患者が対象となったことが原因と考える。一方で、咳嗽反射は、咳潜時、咳頻度とも有意な改善がみられた。Maedaら⁸⁾の報告では、ランダム化比較試験にて、IFCを行い咳反射と気道防御向上を認めたとしている。本研究では、過去の報告通り、IFCにて咳嗽力向上を認めたと考える。IFCに関する咽頭反射に対しての直接的な影響についてはこれまで明らかとされていない。その中で本研究では、刺激群で咽頭反射項目での有意な改善がみられた。

咽頭感覚は、咽頭神経叢から舌咽神経と迷走神経の2経路を経て、延髄の共通核へ入力し、一方で喉頭感覚は上喉頭神経内枝や反回神経気管枝を経て、それぞれ延髄の共通核に入るとされている。そのため、咽頭反射と咳嗽反射は近いが入力段階で別の反射弓を形成している¹⁶⁾。しかし、徳田ら¹⁴⁾の報告では、咽頭反射の消失は、誤嚥または喉頭侵入のリスクが高まるとし、咽頭反射と咳嗽反射は閾値の設定に差はあるものの様々な原因で相関して動いていると報告している。

IFCがターゲットとする上喉頭神経は内枝と外枝に分かれ、内枝には舌根や喉頭蓋、喉頭粘膜の感覚機能を司っている。本研究では、IFC刺激後の誤嚥の有無は検討できていないが、咽頭反射消失から一側性に消失へ移行した症例もみられた。過去の報告では、上喉頭神経の刺激により孤束核、網様体を介して嚥下のCPGへの入力がある⁷⁾ことが報告されている。一方で、上喉頭神経からの刺激入力による嚥下のCPGのみではなく、網様体にある咀嚼のPGにも影響を与える可能性がある¹⁷⁾と報告している。この嚥下CPGはそれぞれ延髄から出力している。咽頭反射に関連する咽頭感覚の支配神経はそれぞれ迷走神経と舌咽神経が関連し、それぞれ延髄からの支配神経といわれている。従来の感覚機能向上に対するアプローチは、味・温度・触・圧の感覚入力、深部への刺激ができないため、気管レベルでの感覚低下には効果はみられなかった。本研究で使用したIFCは干渉波により深部への刺激が可能となり、延髄のCPGの活性や舌咽神経、迷走神経といった咽頭感覚に関連する神経への刺激により、咽頭反射の感覚向上を認めたと考えられた。

2. 嚥下機能評価について

嚥下機能評価については、刺激群でRSST、舌圧、FOIS、藤島嚥下グレードすべてで有意な改善がみられた。一方でSham群は、RSST、FOIS、藤島嚥下グレードで有意な改善を認めた。過去の報告では、IFC後、感覚とは関連しない舌筋力が向上した¹¹⁾や健康成人へのIFC後に自発嚥下回数が増加した¹⁷⁾と報告されている。本研究でも、それぞれ感覚と

は関連しない項目である、RSST と舌圧での有意な改善を認めた理由としては、IFC による嚥下頻度の増加により、舌の筋肉組織がより効果的に機能し、舌圧が上昇した可能性が考えられる。一方で、杉下ら¹⁵⁾の報告は、IFC と直接訓練の併用訓練は嚥下障害患者に有用としている。

本研究では、刺激群では IFC と並行して、通常の嚥下リハビリテーションを行った。過去の報告ではシングルケースで軽度の嚥下障害患者が対象であった。本研究では、重度の嚥下障害患者が中心であり、嚥下評価項目すべてで有意な改善を認めたことから、重度の嚥下障害患者にも、IFC と従来の嚥下リハビリテーションの施行は、有用である可能性が示唆された。

V. 本研究の限界

本研究には考慮すべき限界点が多々挙げられる。まず対象患者が 20 名と少ないことから症例を蓄積して検討する必要がある。加えて、刺激群、Sham 群の年齢や疾患に差がみられたことがあげられる。また、刺激群や Sham 群に対して、IFC と通常の嚥下リハビリテーションを行ったことから、IFC との相乗効果が生まれた可能性が高く、IFC のみで効果を検証していく必要性が高い。最後に、本研究では刺激群に対し 1 ヶ月間 IFC を行い、各反射と嚥下機能評価を行ったが、その後の IFC 効果の持続性をみていく必要があると考える。

VI. 結語

嚥下障害患者に対する IFC を刺激群、Sham 群に分け実施した。測定項目の反射については、刺激群にて刺激前後で咳嗽反射(咳潜時、咳頻度)、咽頭反射で有位な改善を認めた。IFC が咽頭反射への感覚向上に関わった可能性が高いといえる。一方で、嚥下評価項目では刺激群が 4 項目すべてで有意な改善がみられた。IFC と従来の嚥下リハビリテーションとの併用は有用である可能性が示唆された。

VII. 謝辞

本研究の実施と論文作成にあたり、大阪河崎リハビリテーション大学大学院、リハビリテーション研究科講師の芦塚あおい先生から丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。また、同研究科科长の武田雅俊先生、ならびに同研究科教授の宇都宮洋才先生からは副査として論文作成にあたり、大変有益なご助言を賜りました。ここに深謝の意を表します。そして、本研究参加に際し、被験者を快く引き受けくださり、ご協力いただいた医療法人裕紫会中谷病院の患者様およびご家族へ、心から感謝の気持ちと御礼を申し上げます。

VIII. 参考文献

1. 厚生労働省、令和元年(2019)人口動態統計(各定数)の概況. < <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei19/index.html> >、(アクセス日時: 2024. 3. 1. 15:20)
2. 武原格、山本弘子、高橋浩二. 他. 訓練法のまとめ(2014版). 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌 2014, 18(1):55-89.
3. Giselle D, Carnaby.Lindsay Harenberg. What is ‘‘Usual Care’’ in Dysphagia Rehabilitation: A Survey of USA Dysphagia Practice Patterns. *Dysphagia*. 2013;28:567-574.
4. Freed, M.L., et al. Electrical stimulation for swallowing disorders caused by stroke. *Respiratory Care*. 2001;46(5):466-74.
5. Shaw, G.Y., et al. Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation (VitalStim) curative therapy for severe dysphagia: myth or reality? *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 2007;116(1):36-44.
6. 梅崎俊郎. 嚥下の神経機構. *高次脳機能研究* 2007, 27(3):215-221.
7. Umezaki T, Sugiyama Y. et al. Supportive effect of interferential current stimulation on the susceptibility of swallowing in guinea pigs. *Experimental Brain Research*. 2018;236:2661-2676.
8. Maeda K, Koga T, Akagi J. Interferential current sensory stimulation, through the neck skin, improves airway

defense and oral nutrition intake in patients with dysphagia: A double blind randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*. 2017;12:1879-1886.

9. Sugishita S, Imai T, Matsui T, et al. Effects of short term interferential current stimulation on swallowing reflex in dysphagic patients, *International Journal of Speech & Language Pathology and Audiology*. 2015;3:1-8.
10. Yoshiko Hara, Ayako Nakane, Haruka Tohara, et al. Cervical Interferential Current Transcutaneous Electrical Sensory Stimulation for Patients with Dysphagia and Dementia in Nursing Homes. *Clinical Interventions in Aging*. 2020;15:2431-2437.
11. Yuki Yoshimatsu, Kazunori Tobino, Saori Nishizawa. Interferential Current Stimulation for Swallowing Disorders in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Preliminary Study. *Progress in Rehabilitation Medicine*. 2022;7:20220007
12. 平島得路、橋本肇、野呂俊夫、他. 胃食道逆流と術後誤嚥性肺炎との関連. *日本臨床外科学会雑誌* 1996, 57:1544-1550.
13. Linden P, Siebens AA. Dysphagia: predicting laryngeal penetration. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1983;64:281-284.
14. 徳田佳生、木佐俊郎、永田智子、他. 咽頭反射の嚥下評価における臨床的意義. *リハビリテーション医学*. 2003, 40:593-599.
15. 杉下周平、今井教仁、福永真哉、他. 直接訓練に干渉波電気刺激療法を併用し嚥下反射遅延が改善した1例. *日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌* 2018, 22(1):52-58.
16. 湯本英二. “下位脳神経麻痺による嚥下障害とその治療耳鼻咽喉科診療プラクティス” 光堂, 東京, 2002, p.158-162.
17. 飯泉嘉基、伊原良明、小池丈司、他. 干渉波刺激装置が健常成人の咀嚼嚥下運動に与える影響の検討. *日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌* 2022, 26(2):121-127.

IX. 図表



図1 干渉電流型低周波治療器
ジェントルスティム フードケア社
医療機器認証番号：227AHBZX00026000



図2 GSパット貼付場面

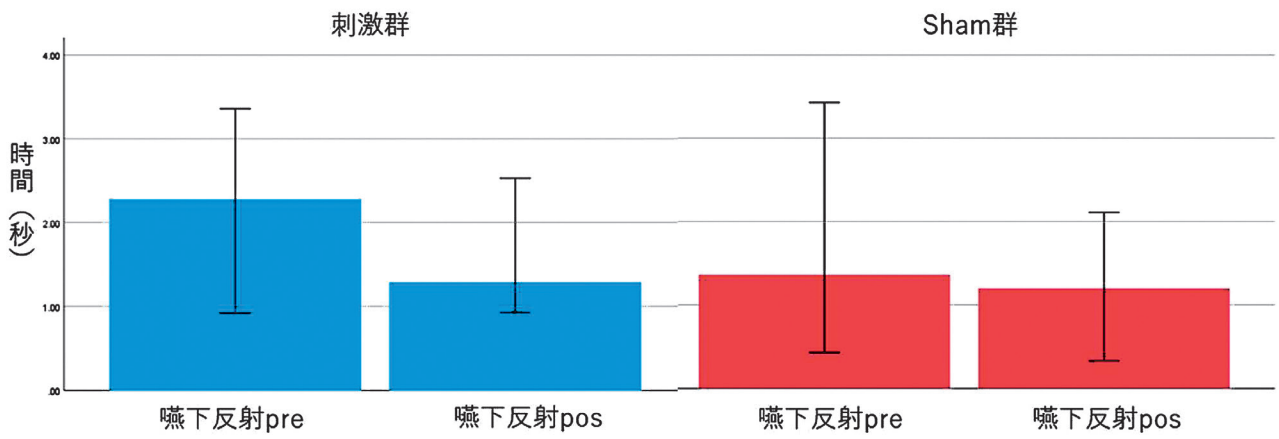


図3 嚥下反射、刺激群、Sham群

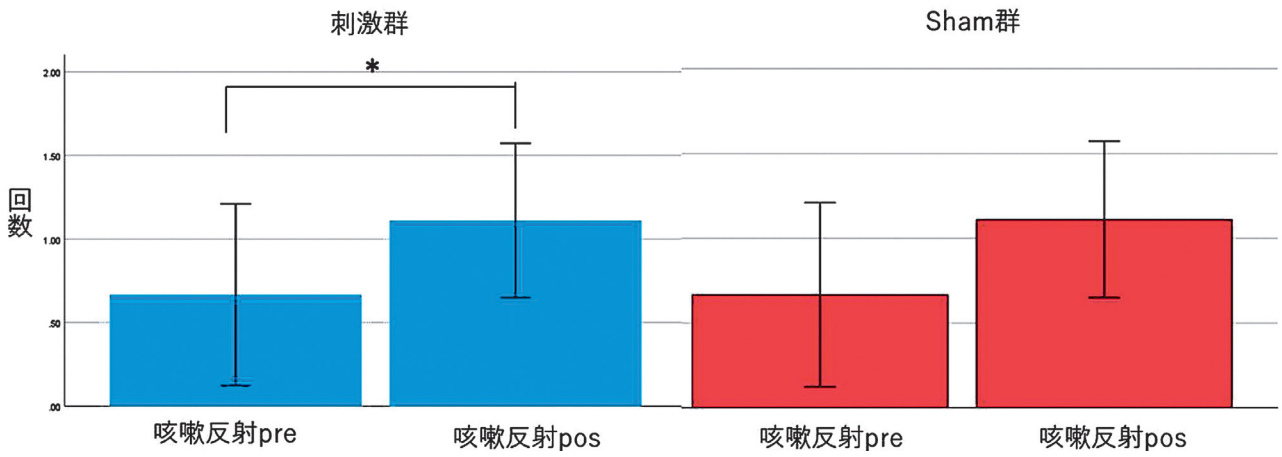


図4 咳嗽反射・咳頻度、刺激群、Sham群

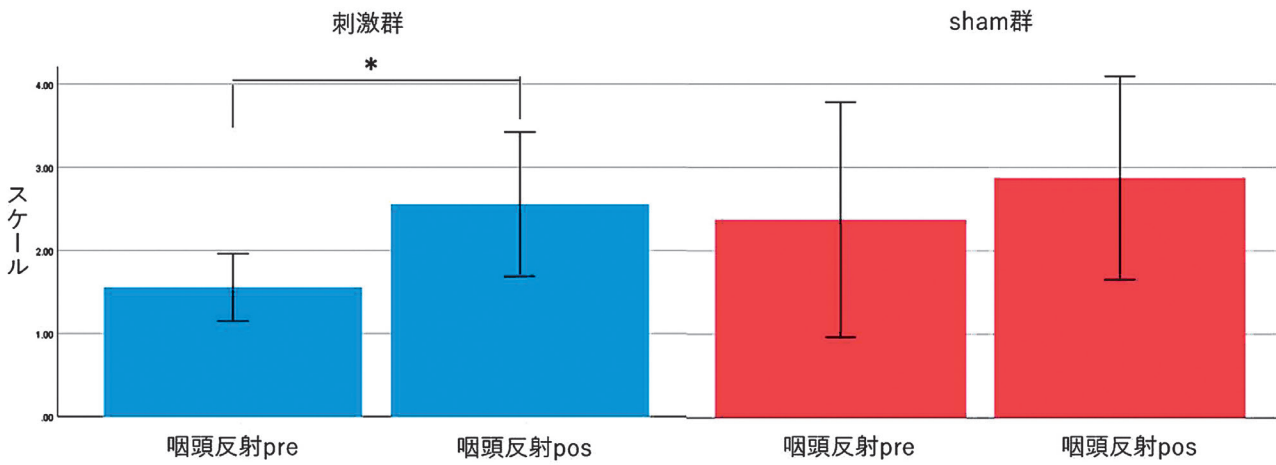


図5 咽頭反射、刺激群、Sham群

表1 各群のベースライン特性

| 特徴 | 刺激群 (n=10) | Sham群 (n=10) |
|---------------------------|--------------|----------------|
| 基本情報 | | |
| 年齢 | 67.8±11.8 | 72.9±12.3 |
| 女性 | 4 | 5 |
| 男性 | 6 | 5 |
| 入院期間 (日) | 111.1 ± 23.7 | 105.6 ± 14.1 |
| MMSE | 6.8±4.2 | 8.1±4.4 |
| BMI (kg/m ²) | 18.8±2.3 | 19.1±2.9 |
| MNA-SF | 6.9±2.1 | 7.6±2.4 |
| 嚥下機能 | | |
| FOIS | 1.2±0.4 | 1.3±0.5 |
| 嚥下グレード | 2.2±0.6 | 2.4±0.8 |
| 主病疾患 | | |
| 脳梗塞 | 3 | 5 |
| 脳出血 | 4 | 3 |
| 脳炎 | 1 | 0 |
| 肺炎 | 2 | 2 |

※数値は平均値と標準偏差で記載

表2 刺激前後の測定値と各群内差の比較

| | 刺激群 pre | 刺激群 pos | p値 | Sham群 pre | Sham群 pos | p値 |
|-----------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|--------|
| 嚥下反射 (LEDT) (秒) | 2.01 | 1.76 | 0.123 | 1.48 | 1.2 | 0.263 |
| 咳嗽反射 (咳潜時) (秒) | 43.6 | 36.2 | 0.042* | 36.4 | 33.6 | 0.138 |
| 咳嗽反射 (咳頻度) (頻度) | 0.6 | 1 | 0.046* | 1 | 1.2 | 0.414 |
| 咽頭反射 (スケール) | 1.5 | 2.4 | 0.024* | 2.5 | 2.9 | 0.102 |
| RSST (スケール) | 0.7 | 1.5 | 0.038* | 1 | 1.4 | 0.046* |
| 舌圧 (Kpa) | 14 | 18.6 | 0.042* | 13.8 | 16 | 0.176 |
| FOIS (スケール) | 1.2 | 4.1 | 0.007** | 1.3 | 4.2 | 0.01** |
| 藤島嚥下グレード (スケール) | 2.2 | 5.7 | 0.007** | 2.4 | 5.7 | 0.011* |

※ウィルコクソンの符号順位検定

数値は平均値

表3 刺激前後の相対比率 (%) と各群間差の比較

| | 刺激群 | Sham群 | p値 |
|-------------|--------|--------|-------|
| 嚥下反射 (LEDT) | 93.5 | 84.87 | 0.772 |
| 咳嗽反射 (咳潜時) | 79.77 | 87.12 | 0.819 |
| 咳嗽反射 (咳頻度) | 66.66 | 26.96 | 0.457 |
| 咽頭反射 | 172.22 | 168.75 | 0.772 |
| RSST | 94.44 | 87.5 | 0.858 |
| 舌圧 | 123 | 81.6 | 0.819 |
| FOIS | 361.11 | 337.5 | 0.707 |
| 藤島嚥下グレード | 272.22 | 240.06 | 0.772 |

※マンホイットニーのU検定

数値は平均値