様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　７ 年　 ６ 月　 ８ 日現在

機関番号：３３９１６
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2022～2024
課題番号：２２Ｋ１１４０７

研究課題名（和文）サルコペニアによる摂食嚥下障害に対する磁気刺激を用いたレジスタンストレーニング

研究課題名（英文）Resistance training with magnetic stimulation for dysphagia due to sarcopenia

研究代表者
柴田　斉子（Shibata, Seiko）

藤田医科大学・医学部・准教授

研究者番号：４０３１９２６５

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）：30日以上の嚥下リハビリテーションによる効果が得られなかったサルコペニアを有する嚥下障害2例に，栄養療法と末梢磁気刺激装置（Pathleader）による舌骨上筋群のレジスタンストレーニングを実施した．Pathleader訓練は痛みなどの有害事象はなく，両例とも嚥下障害の重症度に変化はないが食形態が向上した．嚥下時の舌骨最大挙上時のオトガイ舌骨筋長が，症例1では訓練開始4週後，症例2では9週後に刺激時と同等となり筋力増強効果を確認した．効果発現には，5400発/日の刺激を週5日，4週以上実施する必要性が考えられた．Pathleader訓練を栄養療法，ST訓練と併用することの一定の効果が示された．

研究成果の学術的意義や社会的意義
サルコペニアは骨格筋量の加齢に伴う低下に加えて，筋力，身体機能の低下を呈し，特に高齢者において入院期間を延長させ，日常生活活動（ADL）の低下をきたし，近年はサルコペニアによる摂食嚥下障害が注目されてきている．末梢磁気刺激装置は，電気刺激と異なり電極装着部位の皮膚に疼痛を生じさせることなく強い筋収縮を起こすことが可能である．電極貼付の必要もなく準備に時間を要しないことから，リハビリテーションへの導入に誘致である．舌骨上筋群に対する末梢磁気刺激によるオトガイ舌骨筋の筋力増強効果を明らかにすることは，高齢社会における新しい摂食嚥下リハビリテーション手法の開発および治療期間の短縮に貢献する．

研究成果の概要（英文）：Two patients with sarcopenic dysphagia who had not responded to swallowing rehabilitation for more than 30 days underwent nutritional therapy and resistance training of the suprahyoid muscle with a peripheral magnetic stimulator (pathleader). Pathleader training did not change the severity of dysphagia in both patients, but improved their food level. The length of the Geniohyoideus at maximum hyoid elevation during swallowing was equivalent to that during pathleader stimulation after 4 weeks in Case 1 and after 9 weeks in Case 2, confirming the muscle strengthening effect. The effect of pathleader training on sarcopenic dysphagia was considered to require stimulation of 5400 times/day, 5 days/week, for at least 4 weeks. These results indicated that the combination of Pathleader training, nutritional therapy, and ST training had a certain effect.

研究分野：リハビリテーション科学関連

キーワード：摂食嚥下障害　サルコペニア　末梢磁気刺激　筋力増強

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１（共通）

１．研究開始当初の背景

サルコペニアは骨格筋量の加齢に伴う低下に加えて，筋力，身体機能の低下を呈し，特に高齢者において入院期間を延長させ，日常生活活動（ADL）の低下をきたすと言われている．Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS)のサルコペニアの定義は，「骨格筋量の加齢に伴う低下に加えて，筋力および/または身体機能の低下」であり(Chen LK, etal.: J Am Med Dir Assoc, 2020)，近年はサルコペニアによる摂食嚥下障害が注目されてきている．サルコペニアの摂食嚥下障害とは全身および嚥下関連筋の筋肉量減少，筋力低下による摂食嚥下障害であり，全身のサルコペニアを認めることが必要条件である．メタ解析では全身のサルコペニアがあると摂食嚥下障害のオッズ比が 4.06 倍になると報告されている(Zhao W-T, et al.: J Nutr Health Aging, 2018)．加齢，活動低下，低栄養，疾患（侵襲と悪液質）による二次性サルコペニアも，サルコペニアの摂食嚥下障害の原因に含む（Mori T, et al.: JCSM Clinical Reports, 2017)．サルコペニアによる摂食嚥下障害のリスク因子は骨格筋量減少，低栄養，日常生活活動要介助であり，その治療には嚥下関連筋のレジスタンストレーニングを含めた摂食嚥下リハビリテーションと栄養改善の両者が重要である（Fujishima I, et al.: Geriatr Gerontol Int, 2019)．また，摂食嚥下障害自体が経口摂取を困難とし低栄養，脱水など栄養障害のリスクとなる．さらに経口摂取は高齢障害者の残された最後の楽しみといわれるほど quality of life に直結する．摂食嚥下障害では舌骨の挙上障害や舌圧低下がみられることが多いことから，嚥下関連筋のレジスタンストレーニングとしては舌骨挙上筋と舌筋が対象になりやすいが，サルコペニアによる摂食嚥下障害の治療成績の報告はこれまで症例報告以外にはほとんどみられない．舌骨挙上筋と舌筋のレジスタンストレーニングによる無作為化比較試験の結果，介入群，コントロール群ともに摂食嚥下障害の改善は得られなかったという報告はあるが(Wakabayashi H, et al.: Nutrition, 2018)，この研究では筋力増強も得られなかったことから，レジスタンストレーニングとしての負荷が不十分であった可能性が高い．筋量の増加，筋力増強には中程度以上の負荷を用いたレジスタンストレーニングが推奨されている(Taaffe DR: Aust Fam Physician, 2006)．舌骨挙上筋である舌骨上筋群のトレーニングとしてはこれまでシャキア訓練と呼ばれる頭部挙上訓練がエビデンスの高い訓練法として欧米を中心に行われてきた．しかし，シャキア訓練は負荷量が大きいために脱落例が多く，特に虚弱な高齢者の多い本邦では原法通りにシャキア訓練を行える高齢者は非常に少ないのが現状であった．このため電気刺激を用いた舌骨上筋強化訓練も試みられたが，電気刺激では皮膚の電極装着部位に疼痛を生じるため，強い筋収縮を得ることは容易ではなかった．最近，末梢磁気刺激装置が本邦で販売された（PathleaderTM, IFG 社，仙台市）．磁気刺激は皮膚に存在する侵害受容器を刺激しないため電気刺激に比して疼痛が少なく，皮膚に装着する電極も必要ないため使用が簡便である．ただし，刺激に用いるコイルが舌骨上筋群に対しては大きすぎるため，われわれは舌骨上筋群刺激のためのより小さなコイルを開発し特許を取得し（特許 6535825 号），磁気刺激を用いた舌骨上筋群訓練法を開発した．われわれの開発した舌骨上筋訓練法はコイルをオトガイ下に当て， 30Hz の刺激で刺激時間 2 秒間，休止時間 2 秒間で施行する（5,400 発の刺激を 6 分間で施行）．準備の時間もかからず非常に簡便である．実際にわれわれはこのコイルを用いて磁気刺激のみで健常人の液体嚥下と同程度の舌骨挙上を得られることを確認した(Kagaya H, et al.: Neuromodulation,2019)．そこで，このコイルを用いて健常人 24 名を磁気刺激群と対照群に 1：1 に振り分け 2 週間の無作為化比較試験を行った．対照群は舌骨上筋群の筋力強化法としてエビデンスの高いシャキア訓練を行った．舌骨上筋群の筋力として頸部屈曲筋力を評価した結果，磁気刺激群では有意に舌骨上筋群の筋力増強が得られ，シャキア訓練群は筋力増強傾向は得られたが有意差は得られなかった．また，磁気刺激群では 2 週間の磁気刺激により同時に舌圧の有意な上昇も得られた．舌骨上筋群は舌挙上時にも収縮するために舌骨上筋群の筋力強化により舌圧の上昇も得られたと考えられる．以上から，舌骨上筋群のレジスタンストレーニングとしては磁気刺激が有望と思われ，本研究課題を，「磁気刺激を用いた舌骨上筋群強化訓練により，サルコペニアによる摂食嚥下障害患者の舌骨上筋群筋力増強，摂食嚥下機能の改善が得られるか？」とした．

２．研究の目的

１）サルコペニアによる摂食嚥下障害患者に磁気刺激を用いた舌骨上筋群強化訓練を行い，実際に筋力増強が得られるかどうかを評価する．

２）舌骨上筋群の筋力強化によりサルコペニアによる摂食嚥下障害の改善が得られるかどうかを検証する．

３．研究の方法

リハビリテーション病棟に入院中の 65 歳以上の摂食嚥下障害患者で，サルコペニアの診断基準を満たし，30 日以上の摂食嚥下リハビリテーションを実施しているが，摂食嚥下障害の改善を認めない例に対して，末梢磁気刺激装置 Pathleader の舌骨上筋群刺激用コイルを用いて，5400 発/日の刺激を週 5 日実施し，摂食嚥下障害の臨床的重症度（Dysphagia severity scale: DSS），舌圧，嚥下中，舌骨最大前上方移動時のオトガイ舌骨筋長，舌骨喉頭間距離，食事形態の変化を

評価した．

４．研究成果

（1）症例１

81 歳女性．右大腿骨骨折後 49 日目にリハビリテーション病棟に入棟した．既往に慢性心不全，心臓弁膜症，冠動脈狭窄症（CABG 術後），気管支拡張症，糖尿病，高血圧があり，入棟時にサルコペニアの診断基準を満たしていた．入棟時評価で改訂水飲みテストでむせを認め，摂食嚥下障害ありと診断された．嚥下造影検査（VF）で喉頭挙上の低下があり液体 4ml で誤嚥を認めた．1 時間/日の言語聴覚(ST)訓練で舌運動，舌背挙上訓練，喉頭挙上訓練を実施したが，30 日後の VF 再検で液体 4ml で誤嚥を再度認めた．Pathleader Level.80 にて舌骨最大前上方移動時のオトガイ舌骨筋長が 10.8%短縮することを確認（図 1）し，5400 発/日の刺激を週 5 日，4 週間，上記 ST 訓練内に実施した．訓練経過（図 2），オトガイ舌骨筋長および舌骨喉頭間距離の推移（図 3）を示す．

図１．Pathleader 刺激によるオトガイ舌骨筋の短縮率

図２．訓練経過

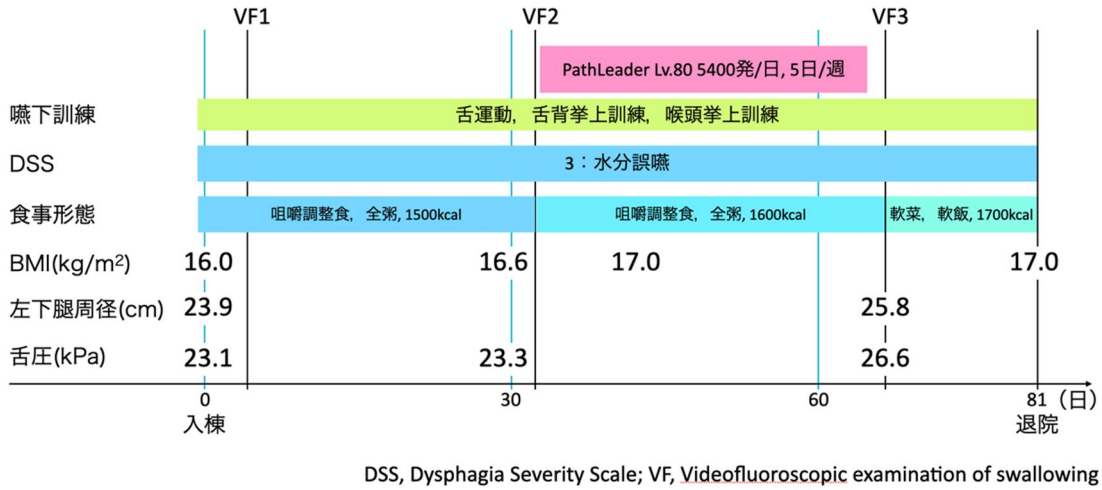


図 3．オトガイ舌骨筋長および舌骨喉頭間距離の推移

舌骨喉頭最大挙上位（中間のとろみ4ml摂取時）

PL開始前　3週後　4週後

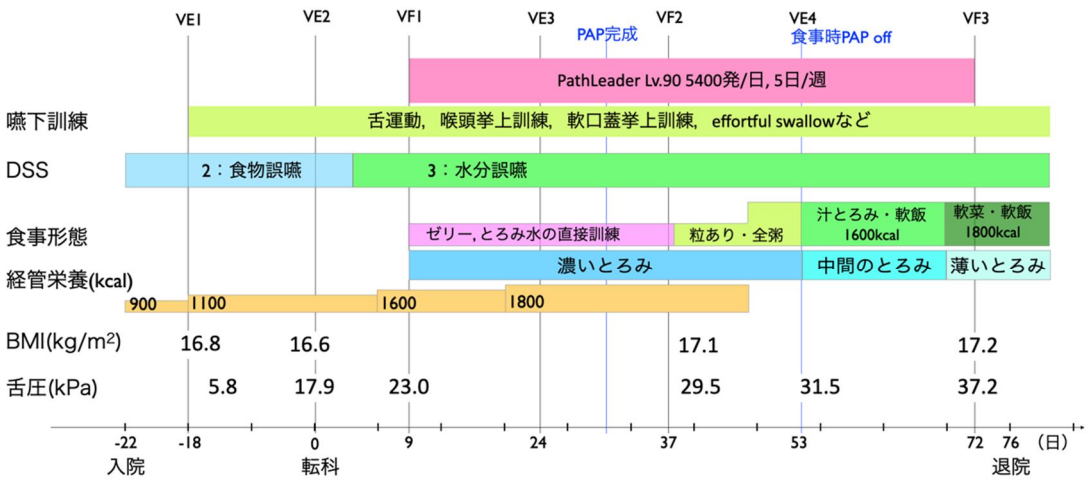
	PL開始前	3週後	4週後
オトガイ舌骨筋長(mm)	46.9	45.4	39.7
舌骨喉頭間距離(mm)	29.1	29.7	21

（2）症例 2

68 歳，男性．左中大脳動脈領域の脳梗塞に伴う誤嚥性肺炎発症にて入院．既往に腎癌手術，半年前に十二指腸潰瘍からの出血に対する治療があり，半年で 12kg の体重減少を来していた．入院 3 日後に右片麻痺，失語の改善を認め歩行可能となったが，摂食嚥下障害が残存し経鼻経管栄養管理が継続された．ST 訓練で舌運動，喉頭挙上訓練，軟口蓋挙上訓練，努力嚥下などを 40 分/日実施したが改善なく，発症 22 日目にリハビリテーション病棟に入棟した．入棟時にサルコペニアの診断基準を満たし低栄養を認めたため，経管栄養量の段階的増量と ST 訓練を 60 分/日に変更し継続した．入棟後 9 日目の VF で著明な喉頭挙上不良，咽頭収縮低下，食塊の咽頭残留を認め，嚥下機能の改善を認めなかった．Pathleader Level.90 にて舌骨最大前上方移動時のオトガイ舌骨筋長が 23.6%短縮することを確認（図 1）し，5400 発/日の刺激を週 5 日，8 週間，上記 ST 訓練内に実施した．訓練経過（図 2），オトガイ舌骨筋長および舌骨喉頭間距離の推移（図 3）を示す．

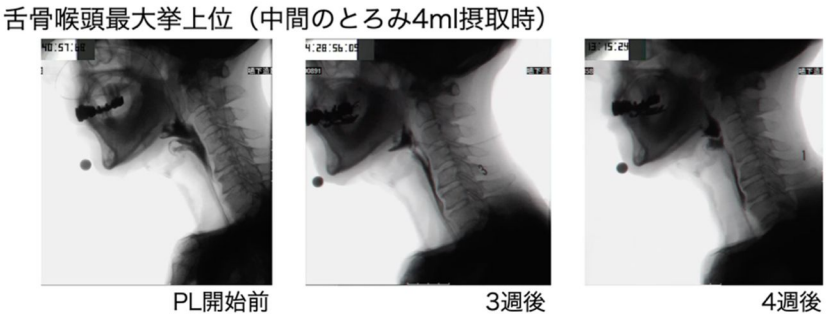
図 1．Pathleader 刺激によるオトガイ舌骨筋長の短縮率

図 2．訓練経過



DSS, Dysphagia Severity Scale; VE. Videoendoscopic evaluation of swallowing; VF, Videofluoroscopic examination of swallowing

図 3．オトガイ舌骨筋長および舌骨喉頭間距離の推移



	PL開始前	4週後	9週後
オトガイ舌骨筋長(mm)	42	42	40.7
舌骨喉頭間距離(mm)	42.9	41	39.2

（3）成果のまとめ

30 日以上喉頭挙上訓練を中心とした摂食嚥下リハビリテーションを実施したが，十分な効果が得られなかった 2 例に対して，栄養療法と Pathleader による舌骨上筋群に対するレジスタンストレーニングを実施した．Pathleader による舌骨上筋群に対するレジスタンストレーニングは通常の ST 訓練時間内に追加して行うことができ，痛みなどの有害事象は認めなかった．Pathleader 実施により両例ともに DSS の変化はないが，食形態が向上した．嚥下の際の舌骨前上方最大挙上時のオトガイ舌骨筋長は，訓練開始前には Pathleader 刺激によって得られる筋長に達しなかったが，症例 1 では Pathleader 訓練開始 4 週後に，症例 2 では 9 週後に Pathleader 刺激時と同等の短縮が得られた．サルコペニアの嚥下障害に対する Pathleader によるレジスタンストレーニングの効果発現には，5400 発/日の刺激を週 5 日，4 週以上実施する必要性が考えられた．オトガイ舌骨筋長の短縮と同時に舌骨喉頭間距離の短縮も認めた．これは，Pathleader による舌骨上筋群のレジスタンストレーニングと並行して舌運動や直接訓練の継続により舌圧や咽頭収縮力の改善が影響したと考えられる．

本結果により，Pathleader による舌骨上筋群に対するレジスタンストレーニングを栄養療法，ST 訓練と併用することの一定の効果が示された．今後，最大の効果を出すための刺激強度，1 日の刺激回数，刺激期間を調べる必要がある．

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計4件（うち査読付論文　1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 須釜 淳子，石橋 みゆき，大田 えりか，鎌倉 やよい，才藤 栄一，真田 弘美，中山 健夫，野村 岳志，山田 雅子，仲上 豪二朗，佐藤 直子，柴田 斉子，他	４．巻 42
２．論文標題 摂食嚥下時の誤嚥・咽頭残留アセスメントに関する看護ケアガイドライン	５．発行年 2022年
３．雑誌名 日本看護科学会誌	６．最初と最後の頁 790-810
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5630/jans.42.790	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 柴田 斉子	４．巻 31
２．論文標題 摂食嚥下障害	５．発行年 2022年
３．雑誌名 臨床リハ	６．最初と最後の頁 1302-1307
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 －

１．著者名 柴田 斉子	４．巻 50
２．論文標題 サルコペニアが「のど」に与える影響はここまでわかった	５．発行年 2022年
３．雑誌名 総合リハビリテーション	６．最初と最後の頁 931-935
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11477/mf.1552202581	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 －

１．著者名 柴田 斉子	４．巻 31
２．論文標題 誤嚥・喉頭侵入の解釈と対策	５．発行年 2022年
３．雑誌名 臨床リハ	６．最初と最後の頁 944-950
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2件（うち招待講演　2件／うち国際学会　0件）

1．発表者名 加賀谷斉
2．発表標題 反復性末梢磁気刺激を用いたリハビリテーション治療
3．学会等名 日本リハビリテーション医学会学術集会（招待講演）
4．発表年 2023年

1．発表者名 加賀谷斉
2．発表標題 摂食嚥下障害に対する末梢磁気刺激
3．学会等名 日本リハビリテーション医学会学術集会（招待講演）
4．発表年 2023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	加賀谷　斉 (Kagaya Hitoshi) (40282181)	藤田医科大学・医学部・客員教授 (33916)	
研究分担者	稲本　陽子 (Inamoto Yoko) (70612547)	藤田医科大学・保健学研究科・教授 (33916)	
研究分担者	青柳　陽一郎 (Aoyagi Yoichiro) (30286661)	日本医科大学・大学院医学研究科・大学院教授 (32666)	

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