

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：32650

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K10264

研究課題名（和文）指示なしで嚥下機能を解析する～舌骨上筋群のかたさは何を意味するのか～

研究課題名（英文）Analyzing Swallowing Function without Instructions: What Does the Stiffness of the Suprahoid Muscles Mean?

研究代表者

大久保 真衣 (Ohkubo, Mai)

東京歯科大学・歯学部・准教授

研究者番号：60385218

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）：我々は、舌の機能と口腔外から評価できるオトガイ下表層部の硬さとの関連性を探る研究を行った。28名の健康成人を対象に、組織硬度計を使用し、安静時と水保持時のオトガイ下表層部の硬さを測定し、最大舌圧との関係も分析した。結果、水保持時にはオトガイ下表層部の硬さが変化し、特にFrequencyとStiffnessが高く、Decrement、Relaxation、Creepが低くなる傾向が見られた。また、性別による差異も見られ、女性は安静時のDecrementが高かった。この研究は舌の機能とオトガイ下表層部の硬さの関係性に光を当て、舌の評価法としての可能性を示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在使われている舌圧測定装置は、利用者が指示に従えなかったり口を開けるのが難しい場合には正確な測定ができないことがあります。そこで、この研究では筋硬度計を用いる方法を開発しました。これにより、測定が困難な人でも舌の運動をしっかり評価できるようになりました。また、この装置は持ち運びやすく、口腔内に挿入する必要がないため、清潔で簡単に舌の機能を客観的に測定できる点も大きな利点です。

研究成果の概要（英文）：Our study hypothesized that tongue function influences the hardness of the submental superficial layer. We examined 28 healthy adults, using a Myoton PRO to measure the submental layer's properties and their correlation with tongue pressure. Measurements were taken at rest and during water retention, revealing significant differences in the submental layer's hardness between the two states. Higher frequency and stiffness, along with lower decrement, relaxation, and creep, were noted during water retention. The study indicates that tongue movements affect the mechanical properties of the submental superficial layer, offering insights into non-invasive assessment methods for swallowing function and potential early detection of dysphagia in the elderly. Our findings highlight the complex interplay between tongue function and swallowing mechanics, contributing to better understanding and management of swallowing disorders.

研究分野：摂食嚥下リハビリテーション

キーワード：舌 筋硬度 舌圧

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、筋力の低下、筋肉量および質の減少、身体能力の低下を特徴とする筋肉疾患でサルコペニアは、筋力の低下、筋肉量および質の減少、身体能力の低下を特徴とする筋肉疾患であり、生涯にわたって発生する有害な筋肉の変化に基づく。これらの評価を行い、早期発見・早期治療を行うことが推奨される。嚥下障害とサルコペニアには相互依存的な因果関係がある可能性が指摘されている。嚥下運動は、舌による食塊形成や咽頭への送り込み、舌骨上筋による嚥下時の舌骨の挙上、伸展、安定化など、複雑な動きによって行われる。サルコペニアは舌にも発症する可能性があり、嚥下障害の原因となる舌圧の低下が栄養不良やADL (Activities of Daily Living: 日常生活動作) の低下と相関し、二次的なサルコペニアの原因となることが明らかにされている。舌のサルコペニアによる嚥下障害や舌の廃用症候群、栄養失調は舌の厚さに影響を与え、さらに栄養失調を悪化させる可能性がある。年齢とともに舌の断面積が増加し、舌骨上筋が委縮するという報告もある。特に、舌骨上筋群の一つであるオトガイ舌骨筋のサルコペニアは、加齢に伴う舌骨の動きを低下させ、高齢者における誤嚥リスクを増加させる可能性が指摘されている。

サルコペニアの評価には、CT、MRI、DXAなどの機器が用いられるが、これらは高価で携帯性に欠ける。超音波診断装置(US)は、携帯可能で被曝がなく、筋肉の量と質を評価できるため、臨床での利用が増えている。しかし、USも高価で測定には訓練が必要である。サルコペニアの評価基準には筋力の評価が含まれ、舌の筋力測定方法として舌圧測定がある。舌圧測定器は携帯可能で簡易に舌機能の評価できるが、対象者が指示に従えない場合や開口困難な場合には正確な測定が困難である。我々は、口腔内に機器を挿入することなく、顎下表層部の硬さの変化を通じて口腔外から舌の筋力を測定する新しい方法を提案した。

2. 研究の目的

我々は口腔外から舌の評価を行う方法を模索し、舌機能時がオトガイ下表層部の硬さが変化することから、オトガイ下表層部の硬さの測定を行うこととした。本研究では簡易型組織硬度計(Myoton PRO®, Myoton As, Estonia)を用い、Frequency、Stiffness、Decrement、Relaxation、Creepの5つの筋肉の特性を測定した。さらに安静時と舌機能時のオトガイ下表層部の特性変化を検討し、最大舌圧との関連性を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

対象

28名の健康な日本人(男性14名、女性14名、平均年齢28.7 ± 2.9歳)が本研究に参加した。全員が正常咬合を持ち、歯の欠損はなく、鼻呼吸も正常であった。サンプルサイズの計算はG*Power 3.1(キール大学、ドイツ)を使用し、 $\alpha = 0.05$ 、効果量 = 0.80の値を用いて行った。研究の詳細は口頭および書面で参加者に提供され、全員からインフォームド・コンセントを得た。本研究のプロトコルは歯科大学の倫理委員会によって承認された(承認番号719)。

測定方法

顎下表層の硬さの測定

直径3mmのプロープを顎下表層に対して垂直に配置し、プロープが上向きになるようにした。本研究を実施する前に、再現性を検証した。各被験者に対し、1日3回、3日間にわたって測定を行い、再現性を確認した。表層を0.18Nで圧縮することで、ティッシュデュロメータが0.8秒間隔でプロープを自動的に上下振動させ、速度15ms、測定圧力0.4Nで測定を行った。各測定は3つのタップで構成され、タップ時間は15msである。変動係数(CV)が3%以内に収まらない場合、測定を繰り返し、CVが3%以内に収まる3つの測定値を記録した。得られたデータを用いて、筋肉の硬さ、頻度、剛性、減衰、弛緩、クリープの5つの指標を計算した。

方法概要

組織硬度計(MyotonPRO®, Myoton, AS, Estonia)を使用して顎下表層の硬さを測定した。プロープは骨の干渉がない顎下中央に設置し(図1)、被験者は下顎を安静にした座位を取った。頭部はフランクフルト水平面を床と平行に保った。プロープの適用後、下顎と舌の位置が安定した状態(安静状態)で記録を開始した。次に、参加者が舌と口蓋の間に水を保持している状態(水保持状態)で顎下表層の硬さを測定した。シリンジを用いて被験者の舌の後部に水を置き、その状態で測定を行った。水の量は5mlとした。これらの条件下でのすべての測定は同日に行い、各測定の間数分間の休憩を指示し、休憩中に口内の水をリセットした。

Frequency は筋緊張、Stiffness は筋肉の剛性、Decrement は初期状態への回復力、Relaxation は変形から初期状態へ戻る時間、Creep は時間と共に増加する変形量を測定している。参加者は座位にて FH 平面が床と並行になる頭位を支持し、骨の介在のないオトガイ下中央部に組織硬度計センサーを設置し、安静時と 5ml の水を舌で保持した状態(以下、水保持時)で測定を行った。舌圧は舌圧測定器 (TPM-01,JMS,Hiroshima,Japan)を用いて最大舌圧の測定を行った。

本調査の統計学的分析には SPSS(SPSS ver.23.0 for Windows, IBM 社, US) を用いた。組織硬度計の安静時と水保持時の硬さの関係性を求めるため、Wilcoxon の符号付順位和検定を使用した。組織硬度計の再現性には一元配置分散分析を用いた。組織硬度計と最大舌圧との関係性を求めるため、Spearman 相関関係を使用した。男女間での有意差には Mann-Whitney の U 検定を用いた。

4 . 研究成果

オトガイ下表層部の特性は、安静時と水保持時の間にすべての項目で有意差が認められた(表 1)。Frequency と Stiffness では水保持時が高く、Decrement、Relaxation、Creep では水保持時が低かった。男女間では安静時の Decrement において有意差を認め、女性の方が高かった。安静時と水保持時つまり舌機能時ではオトガイ下表層部の筋肉の特性が変化することが分かった。また安静時の Decrement で女性の方が高いことは、女性の方が皮下脂肪の厚みが多いためと考える。

最大舌圧と水保持時のオトガイ下表層部の硬さの相関では、男性で水保持時の舌圧と Frequency と Stiffness が減少し、Relaxation が増加するという結果が得られた(図 1)。水を保持する動きは、食塊形成時に食塊を口腔内にまとめて保持する際の舌の動きであり、これは内舌筋や外舌筋が主として機能していると考えられている。しかし本研究にて、オトガイ下表層部の硬さが変化したことは舌機能時にオトガイ下表層にも影響をおよぼしていることが考えられた。

今回の研究結果より、舌機能時にはオトガイ下表層部の硬さが変化すること、また、舌の機能がオトガイ下部表層の硬さより評価できる可能性が示唆された。

表 1. 組織硬度計による顎下浅層部の硬さの比較

	At rest	Water retention	p-Value
Frequency (Hz)	13.6 (12.5-14.8)	14.3 (13.5-15.1)	0.001*
Stiffness (N/m)	234.4 (208.4-267.4)	257.1 (224.2-287.4)	0.007*
Decrement (log decrement)	1.3 (1.2-1.4)	1.2 (1.1-1.4)	0.042*
Relaxation (ms)	22.1 (18.9-24.4)	19.6 (16.9-22.2)	0.001*
Creep (Deborah number)	1.3 (1.1-1.4)	1.2 (1.0-1.2)	0.000*

Wilcoxon signed rank test. *: p < 0.05. Median (IQR:interquartile range.), We measured the hardness of the submental superficial layer both at rest and during water retention.

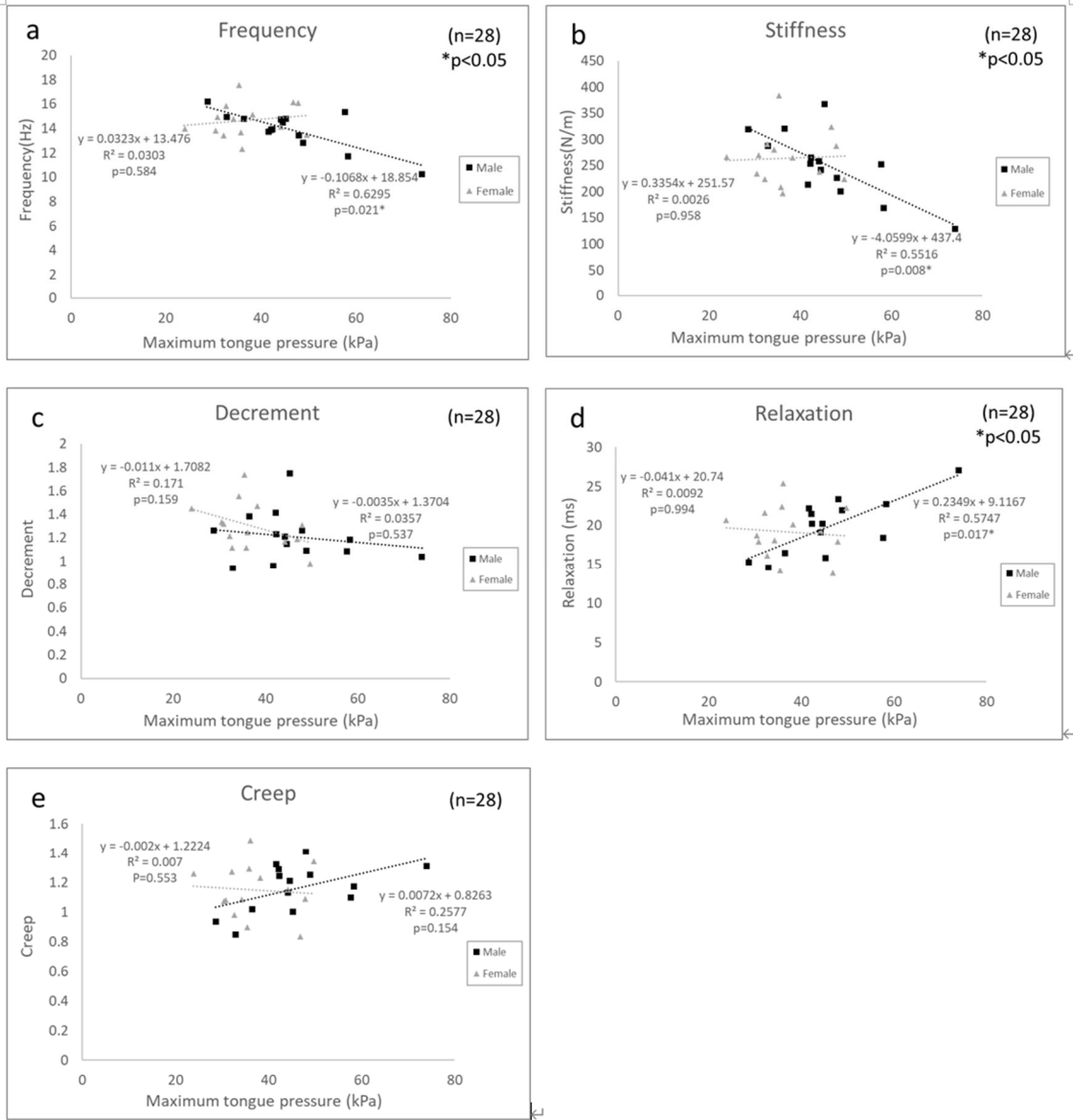


図1 最大舌圧と水保持時の顎下部の硬さの散布図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1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 Watanabe Yuri, Ohkubo Mai, Miura Keina, Sugiyama Tetsuya, Nakata Haruka, Ishida Ryo	4. 巻 -
2. 論文標題 Relationship Between Submental Superficial Layer Hardness and Tongue Pressure Determined Using a Tissue Durometer	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Dysphagia	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00455-024-10692-4	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 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 渡部 友莉, 大久保 真衣, 三浦 慶奈, 杉山 哲也, 石田 瞭
2. 発表標題 顎下部浅層の超音波診断装置を用いた硬さの検討
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 2021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	石田 瞭 (Ishida Ryo) (00327933)	東京歯科大学・歯学部・教授 (32650)	
研究分担者	中田 悠 (Nakata Haruka) (40844634)	東京歯科大学短期大学・歯科衛生学科・講師 (42801)	
研究分担者	杉山 哲也 (Tetsuya Sugiyama) (50216347)	東京歯科大学・歯学部・准教授 (32650)	

6. 研究組織（つづき）

	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	大房 航 (Wataru Oofusa) (50709508)	東京歯科大学・歯学部・非常勤講師 (32650)	

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