

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25463268

研究課題名(和文) 携帯型近赤外分光分析法(NIRS)により顎口腔サルコペニアの前兆的变化を把握する

研究課題名(英文) Understanding Precursory Changes in Stomatognathic Sarcopenia Using Near-infrared Spectroscopy

研究代表者

小松崎 明(KOMATSUZAKI, AKIRA)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・教授

研究者番号：60256980

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：サルコペニア(Sarcopenia)は加齢性筋肉減少症とも呼ばれ、近年その予防に注目が集まっている。本研究の目的は、サルコペニアの前兆的变化を、携帯型近赤外分光分析法(NIRS)で把握可能かを検証することである。口腔周囲の筋肉のうち最も咀嚼に関連する咬筋の、冷却負荷法赤外線サーモグラフィー熱画像から頬部の温度上昇中心を捕捉し、深部の血流動態を把握する測定システムを構築した。年齢や口腔状況の異なる対象者の測定を実施した結果、サルコペニアの前兆的变化を把握可能な、予知性の高い指標開発への基礎データが得られた。

研究成果の概要(英文)：Attention has recently been drawn to the prevention of sarcopenia, also known as age-related sarcopenia. This study was intended to clarify whether precursory changes in sarcopenia can be ascertained by means of near-infrared spectroscopy.

We captured temperature rises in the cheek on thermal imaging of the masseter, as the muscle most strongly associated with chewing, acquired by cooling load-applied infrared thermography. We then built a measurement system to clarify the deep hemodynamics. Measurements of subjects of different ages and oral statuses provided basic data that allowed us to ascertain precursory changes in sarcopenia and that could be used for the development of indices with high predictability.

研究分野：医歯薬学(口腔衛生学)

キーワード：サルコペニア NIRS 赤外線サーモグラフィー 介護予防 機能訓練

## 1. 研究開始当初の背景

サルコペニア (Sarcopenia) は、筋肉 (Sarco) が減少 (penia) する現象であり、加齢性筋肉減少症とも呼ばれ、近年では介護予防との関連から注目が集まっている。

高齢期における摂食・嚥下機能低下は、顎口腔の主機能の障害や低下が原因であるが、その背景には周囲筋肉等による支持機能の低下があり、その低下の方が先行している事例も少なくないと推測される。

全身的には、近年普及しつつあるロコモティブシンドローム (運動器症候群) 等がフレイルを招くことが注目されているが、運動器の少ない頭頸部では、サルコペニアによる口腔機能低下への影響が注目を集めるようになってきた。

今後、多くの現在歯を有する要介護者が増加すると推測されることから、その前兆的变化を捕捉し、予知性の高い指標の開発が必要である。

申請者は、これら課題に段階的に取り組んでおり、先行研究 (基盤 C21592665) から赤外線サーモグラフィを活用し、冷却負荷法熱画像から評価を試みた。

しかし、この方法には表層部の間接的な評価であるとの意見もあったため、より直接的な評価法を検討し、近赤外分光法 (NIRS) を活用して深部の咬筋領域を測定する本研究の着想を得た。

これまでの筋肉の廃用変化等の研究は、高価な画像診断機器による研究に依存しており、それらで研究可能な領域の検討は尽くされた感がある。携帯型 NIRS は、開発されたばかりの新しい機材であるが、汎用性は高く、臨床だけでなく機能訓練等にも有用と考えられ、様々なニーズに対応した貢献性、発展性の高い新技術と考えられる。

本研究の遂行により、摂食・嚥下障害の未解明部分を明らかにし、口腔の支持機能までを捉えた、新たな機能評価指標の提案が可能となる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、顎口腔サルコペニアの前兆的变化を、深部筋層の定量的かつ直接的評価が可能となるよう、赤外線サーモグラフィ熱画像の冷却負荷法と、近赤外分光法 (NIRS) とを併用し、指標化の基礎的要件を検証することである。

先行研究でのサーモグラフィ熱画像による二次元的検索から、咬筋部領域の評価は可能と判断できたが、各個人の咬筋の血流動態は栄養動脈接続位置の個人差が大きく、測定の精度を担保するためには、そのポイントを正確に絞り込むターゲティングを実施し、深部筋肉内の活動量を NIRS で評価すべきと考えられた。

また、研究完了段階までには、新たな口腔機能の評価指標の提案につながる基礎資料を蓄積し、測定方法の規格化、指標としての

最適尺度化等についても、今回の測定データから検討した。

## 3. 研究の方法

本研究の遂行にあたり、臨床的支援を本学新潟病院、測定機材に関する技術的支援を日本アビオニクス社から得た。また、頭頸部の解剖学や形態変化に関し、本学歯科矯正学講座から指導を受け、測定方法の検討を事前に行った。その上で段階的に以下の研究を遂行した。

(1) 基本測定システムの試作と測定環境の規格化

将来的な普及性や応用性まで考慮し、現用技術・機材に最小限のカスタマイズを実施した。また、一定の測定条件が保たれるようサーモグラフィの規格撮影化を実施した。

予測モデルに沿ったシステム構築、ハードウェア、ソフトウェアの動作環境の確認、測定ポイントの選定と再現性の評価を実施した。研究初年度は、ここまでの遂行を目標とし、その多くを達成することができた。

(2) 構築した測定システムでの測定

最終的に構築できた測定モジュールの構成を確認し、成人健常者 5 名で測定を試みた。冷却負荷法サーモグラフィ熱画像の二次元的温度分布から、温度変化中心のターゲティングを実施し、NIRS を装着して深部温度変化を測定する測定プロセスを検証した。

また、口腔状況の異なる 70 歳代の女性 3 名に対し、頬部冷却 (30 秒) 後に赤外線サーモグラフィ (F30S, NEC Avio 社, 東京) により熱画像を測定し、左右側咬筋部の温度上昇中心を確認した。

確認後、同部に携帯型 NIRS (携帯型近赤外線組織酸素モニタ Pocket NIRS, ダイナセンス社, 浜松) を装着した。

レスト時間の後、再度同様に 30 秒の冷却後に片側のみに 3 分間のマッサージ (同じ術者が振幅 1 Hz で実施) タスクを実施した。両側の Oxy-Hb, Deoxy-Hb, Total-Hb の各変化量を算定し比較した。

マッサージは高齢者に対する唾液腺マッサージを想定したもので、同一の歯科医師が実施した。

(3) 普及に向けた指標化の検討

NIRS の測定では、最終的に高齢者を含む年齢や口腔状況の異なる 14 名の測定を実施し、個人内比較および集団間の比較を実施し、結果の解析法を臨床的視点からも検討した。

(4) 他の口腔機能評価法との比較

一部の対象者ではバイトワックス法や T スキャン法による測定を実施し、結果間の比較からサーモグラフィと NIRS 併用法の有効性について検討した。

(5) 研究倫理

本研究の遂行にあたっては、事前に日本歯科大学新潟生命歯学部倫理委員会の承認を得て実施した (許可番号 ECNG-H-166)。

#### 4. 研究成果

(1) 本研究により構築した測定システム

赤外線サーモグラフィ熱画像取得後にターゲットングし NIRS センサーを温度変化中心に貼付した測定状況を図に示す。

頬部の形態にもよるが、全ての対象者で温度変化中心のターゲットングと NIRS による測定が実施できた。



図1 NIRS センサーの貼付  
(測定時には遮光フィルムを使用)

測定の手順としては、①TG熱画像開始前撮影・皮膚表面温測定、②市販冷却材による30秒間の頬部冷却後解放、③赤外線サーモグラフィでの熱画像撮影、④皮膚温上昇中心の確定、⑤皮膚温上昇中心にNIRS測定器装着、⑥NIRS測定実施(市販冷却材による30秒間の頬部冷却後解放、耳下腺部マッサージを1ヘルツで実施)とし、測定に要した時間は1クール20~30分程度だった。また、赤外線サーモグラフィ熱画像の測定レンジは、試験測定時の結果から24.0~40.0℃に設定することとした。

(2) 赤外線サーモグラフィ熱画像による温度変化中心の観察

冷却負荷解放後熱画像の変化例を図2~5に順に示す。

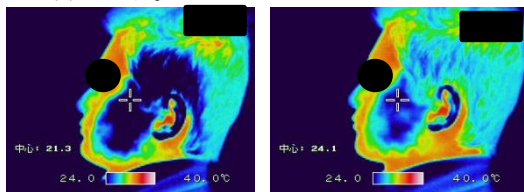


図2 解放後

図3 変化域出現

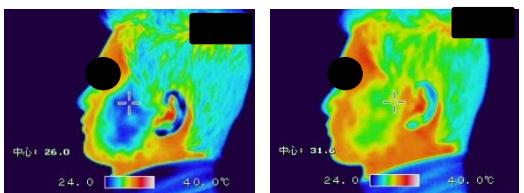


図4 変化域拡大

図5 終了時

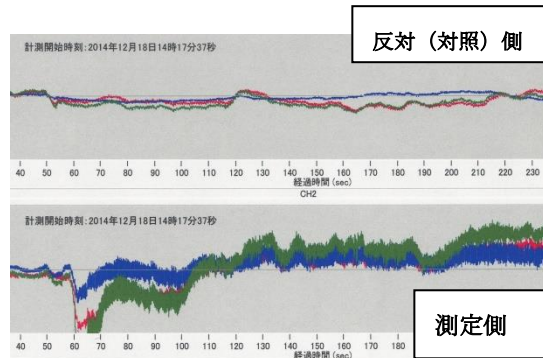
耳珠の前下方に広がる長楕円形の低温域(多くは21℃以下に低下)の中に咬筋領域の栄養血管と推測される温度変化中心が確認でき、拍動性から動脈の存在による変化と推測できた。

頬部皮膚温の回復時間は個人差が大きかったが、5分から10分の間に周囲皮膚温度との差が2℃以内まで回復していた。

また、温度変化中心が複数存在する事例もあり、このことから頬部の脈管系の個人差は大きいと推測され、NIRSによる正確な測定には本研究で実施したターゲットングが必須と思われた。

(3) NIRS 測定の結果について

冷却負荷前から解放、その後のヘモグロビン濃度の変化(a.u.単位)を図6に示した。



冷却負荷→解放→頬部マッサージ  
図6 NIRSによるヘモグロビン濃度の測定  
(赤:Oxy-Hb、青:Deoxy-Hb、緑:Total-Hb)

20、30歳代の成人男性での測定結果は、冷却負荷後に両側のOxy-Hb、Total-Hbは-0.15a.u.以下に低下するが、開放後に両側ともに上昇に転じた。

マッサージ側ではその後継続してOxy-Hb、Total-Hbの変化量が大きくなり、終了時にはTotal-Hbは0.1a.u.を、Oxy-Hbは0.05a.u.を超えていた。また、非マッサージ側では、一旦上昇後に再び変化量は低下し、負の値となっていた。

高齢者の測定でも同様の变化パターンが確認できたが、成人男性の測定結果よりも小幅な変化にとどまり、Oxy-Hbの明確な上昇は70歳代の対象者では認められなかった。

これら測定結果から、個人内比較においては冷却やマッサージに応じた変化が出現し、その反応から局所の血流動態を反映した口腔周囲支持組織の機能を把握することが可能と推測できた。

しかし、集団的評価への活用については、本研究の実施期間内で十分な対象数が得られなかったことなどから、今後も検証を継続する必要があると考えられた。

#### 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0件)

なし

〔学会発表〕(計1件)

小松崎 明、小野幸絵、鴨田剛司、小松崎豊、第64回日本口腔衛生学会・総会、口腔衛生学会雑誌65(2)、p227、2015。

〔図書〕(計0件)

なし

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

なし

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

なし

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

日本歯科大学新潟生命歯学部

<http://www.ngt.ndu.ac.jp>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小松崎 明 (KOMATSUZAKI AKIRA)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・教授

研究者番号：60256980

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

遠藤敏哉 (ENDO TOSHIYA)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・教授

研究者番号：80152015

小林義樹 (KOBAYASHI YOSHIKI)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・講師

研究者番号：90386285