

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500574

研究課題名(和文) ピエゾセンサーを用いたX線非使用下嚥下検査の応用

研究課題名(英文) Application of New Swallowing Evaluation without X-ray using Piezoelectricity

研究代表者

木村 慎二 (Kimura, Shinji)

新潟大学・医歯学総合病院・准教授

研究者番号：40361901

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、ピエゾ電極を用いた嚥下評価法がスクリーニングとして使用可能か調べることである。方法は健康成人41名を若年群、中年群、高齢群の3群に分けた。嚥下造影検査を用いての舌骨の動き、頸部前方に装着したピエゾセンサーの波形を同時に測定した。舌骨が最初に上方へ移動、次に前上方へ移動、最終的に回復位へ移動する潜時をそれぞれ、VFS1、VFS2、VFS3、さらにはピエゾセンサーの3相の潜時をPS1、PS2、PS3と定義した。VFS1からVFS3とPS1からPS3はそれぞれ有意に相関した。ピエゾセンサーを用いた嚥下機能評価は嚥下機能のスクリーニングとして応用できる可能性が見出された。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to elucidate the relationship between the piezoelectric waveform latency, hyoid bone movement and the pharyngeal transit time (PTT) during swallowing, and evaluate the applicability of piezoelectric film for non-invasive dysphagia screening. Forty-one healthy subjects were divided into three age groups, younger (n=8), middle-aged (n=9), and older (n=24). Motion analysis of the hyoid bone using videofluorography (VF), waveform analysis of the front neck using piezoelectric films were performed simultaneously. Latencies of the three movement phases were defined as upward (VFS1), forward (VFS2), and returning to starting position (VFS3). The three phases of the piezoelectric waveform were defined as PS1, PS2, and PS3, respectively. VFS1-3 and PS1-3 were significantly correlated. Swallowing evaluation using piezoelectric film may be a valuable method for dysphagia screening.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：摂食・嚥下機能評価 ピエゾセンサー

### 1. 研究開始当初の背景

咽頭期の嚥下運動の観察にはX線嚥下造影検査(Videofluorography: VF)が有用であるが、被曝や造影剤誤嚥による肺炎の危険性、検査実施にあたっての準備やマンパワーの問題、さらには検査装置が高額であることなど多々問題点がある。わが国の人口高齢化に伴い、今後さらに嚥下機能障害者の増加が予測され、安全かつ非侵襲的にベッドサイドで行える嚥下機能評価法の確立は緊急課題と考えられ、多くの研究が行われている。われわれは簡易かつ非侵襲的な嚥下機能評価法として、手指用脈波測定器(ピエゾセンサー)による頸部振動波形測定法を開発している。将来的に同法の実臨床での実用性は十分期待されると考えられ、今後研究を進める必要がある。

### 2. 研究の目的

ピエゾフィルム(圧電素子)を頸部の皮膚に装着して、頸部の振動から嚥下機能を評価する方法(以下本法と記す)を考案し、データの蓄積を行ってきた。本装置で得られる波形成分から舌骨の移動時間を計測できることを明らかにし、波形解析によって嚥下障害の病態を把握できる可能性を見出した。本研究は、健常者の嚥下の際の舌骨移動時間の基準値を測定し、嚥下障害の病態(脳卒中、廃用症候群、開胸術後等)における診断基準の作成、さらに嚥下リハビリテーションにおける治療評価への応用のための基準データの確立を目的としている。

### 3. 研究の方法

本研究には野村・豊里ら(新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学)の先行研究が存在する。健常成人において、手指用脈波測定器(ピエゾセンサー: Piezo-Electric Pulse Transducer: PPT)を用いて健常成人の嚥下運動時の頸部前面振動波形を測定した結果、特異的な波形が得られることが判明した。さらに嚥下造影検査側面像を同時検査し照合させたところ、両者の間には一定の関連があり、頸部振動波形からX線側面像における舌骨の変動ならびに食塊通過状態(嚥下相)の推測が可能であることが報告されている。今後は実際に嚥下機能障害が認められる脳卒中後遺症や廃用症候群患者に対して同様の検査を実施しデータ集積し、健常成人のデータと比較することでピエゾセンサー波形から嚥下障害の状態や程度を判定する方法を確立する。

### 4. 研究成果

我々は、ピエゾセンサーを用い、嚥下時の頸部の表面の動きを高精度に感知することで舌骨の動きに対応した特異な波形を観察出来ることを見出した(図1)。これまで健常嚥下被験者で、X線嚥下造影検査(図2)とピエゾセンサーの同時測定から舌骨の移動

に伴う波形成分を抽出し、その時間を計測した。舌骨は最初に後上方への移動(以降VFS1と称す、図2d)、次には前上方への移動(以降VFS2と称す、図2e)、最終的に回復位への移動(以降VFS3と称す、図2f)することが知られている。その動きに同期して計測される頸部前面ピエゾセンサー波形と舌骨上筋群筋電図を図3に示す。これまでの健常成人において41名の波形より、VFから計測されたVFS1、VFS2、VFS3の潜時とピエゾセンサー波形から計測されたPS1、PS2、PS3の潜時をそれぞれ比較した結果、両者には有意な正の相関を認めた(図4)。さらに、健常成人被験者41名を若年群(20~39歳)8名、中年群(40~59歳)9名、高齢群(60歳~79歳)24名の3群に分け、年齢群別に分析を行った。PS1とPS2および、VFS2は高齢群において若年、中年群より有意な延長を認めた(図5)。また、健常成人被験者41名に対し、90°座位での5mlバリウム水ならびにとろみ付バリウム水の複数回嚥下におけるVFでの舌骨運動と嚥下時頸部ピエゾセンサー波形との時間的関連についても解析した。VFにおいてVFS1の潜時及び、ピエゾセンサー波形のPS1も同様にとろみ水において有意な延長を認め、本法は食形態変化にも対応しうることが示唆された(図6)。さらに、本法は嚥下咽頭期の食塊移動時間を正確に推察できることも示した(図7)。また体幹45°傾斜位での嚥下において、咽頭期にあたるVFS1とPS1、およびVFS2とPS2の潜時の間に有意な正の相関を認め、ピエゾセンサーを用いた嚥下機能評価法は、嚥下時体幹角度の違いにも対応できる可能性が示された(図8)。

図1 頸部へのピエゾセンサーの装着状態

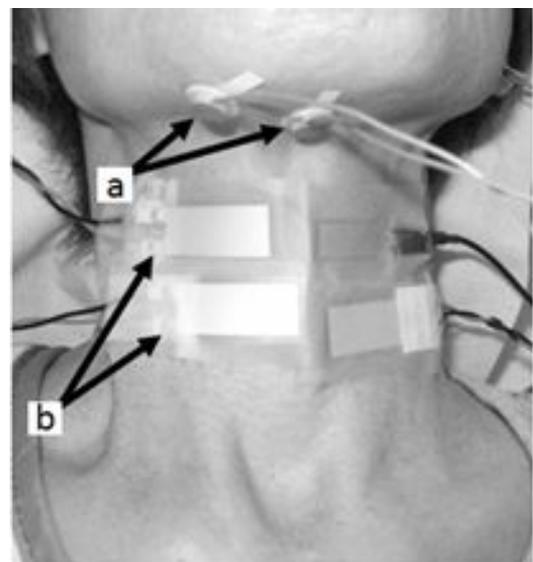


図2 X線嚥下造影検査時の舌骨の移動パターン

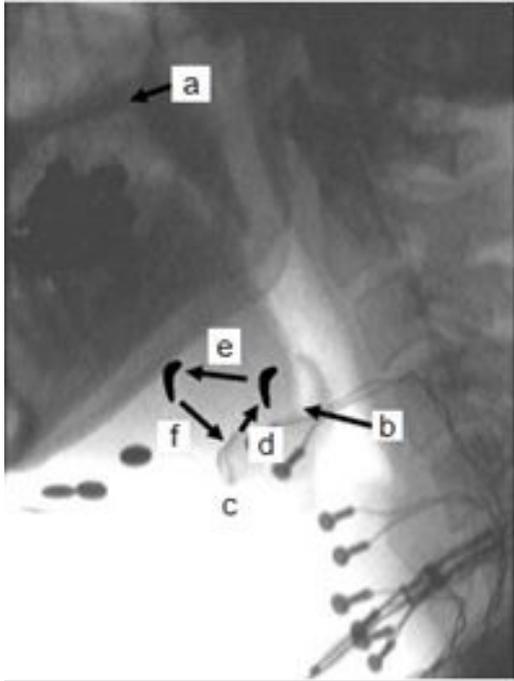


図3 嚥下時頸部ピエゾセンサー波形と舌骨上筋群筋電図

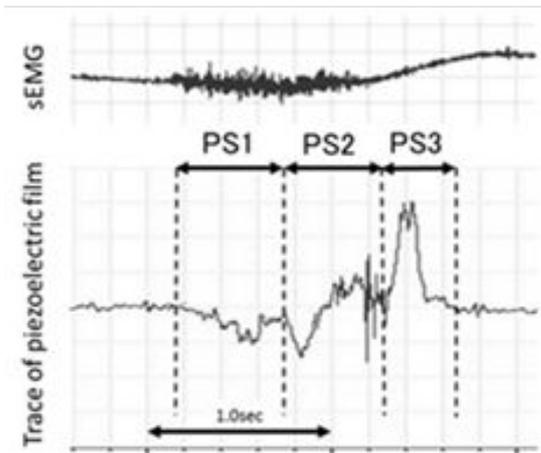


図4 VFとピエゾセンサー波形から得られた嚥下時の舌骨移動第1～第3相潜時の相関 (A:S1, B:S2, C:S3)

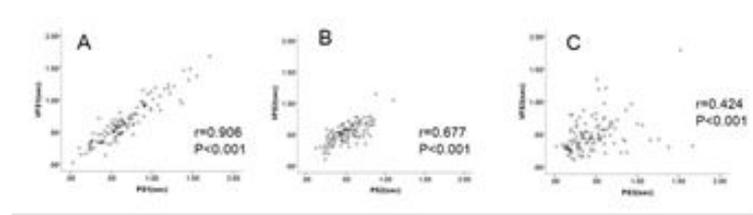


図5 年齢別潜時比較 (A:VF, B:ピエゾセンサー波形)

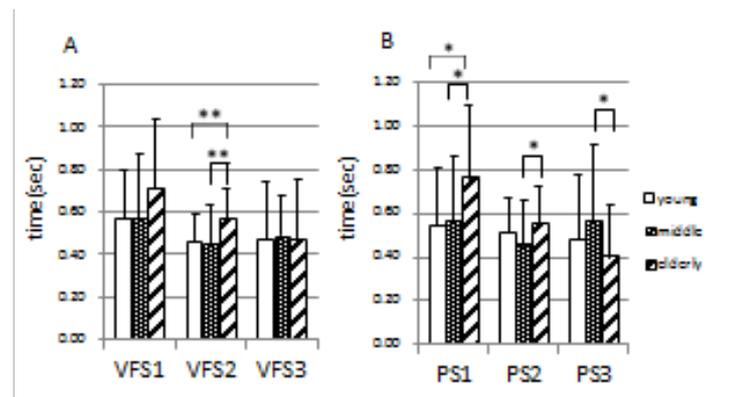


図6 食形態の比較による潜時比較 (A:VF, B:ピエゾセンサー波形)

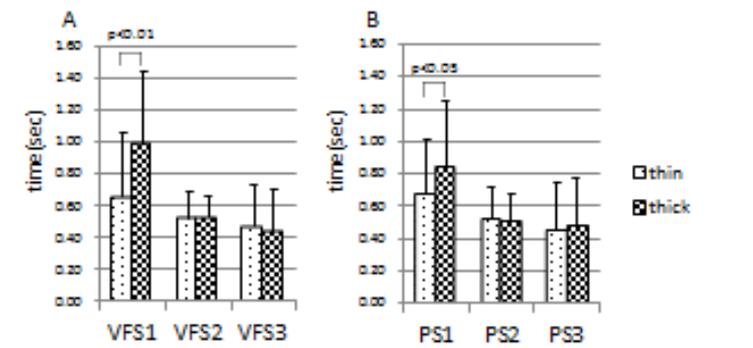


図7 嚥下咽頭期の食塊移動時間  
(A:水,B:とろみ水)

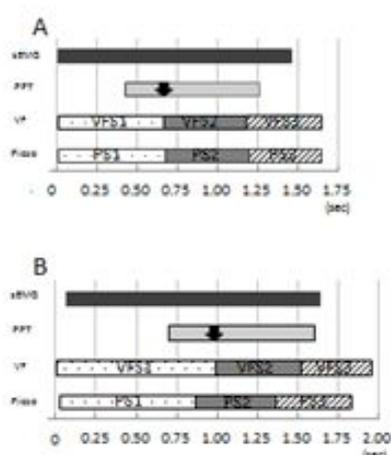
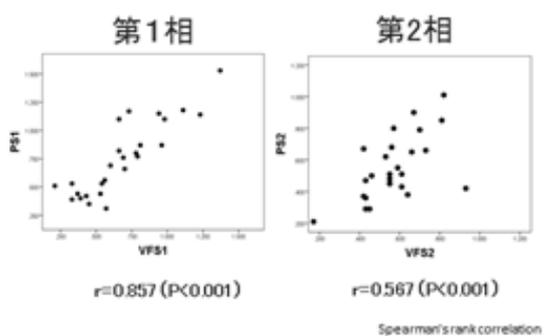


図8: 体幹45度傾斜位におけるVFとピエゾセンサー波形の相関



## 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4件)

曾川裕一郎、木村慎二、張替徹、遠藤直人、体幹傾斜角度の違いにおける嚥下時頸部ピエゾセンサー波形の分析、査読なし、Jpn J Rehabil Med、52 : S315、2015

曾川裕一郎、木村慎二、張替徹、西川太郎、遠藤直人、ピエゾセンサー波形と嚥下造影検査との時間的関連、査読なし、Jpn J Rehabil Med、51 : S250、2014

曾川裕一郎、木村慎二、村澤章、大谷博、遠藤直人、ピエゾセンサーによる嚥下機能評価法の健常者年齢別解析、査読なし、

Jpn J Rehabil Med、50 : S253、2013

曾川裕一郎、木村慎二、村澤章、大谷博、遠藤直人ピエゾセンサーを用いたX線非使用下嚥下機能評価法、査読なし、Jpn J Rehabil Med、49 : S410、2012

〔学会発表〕(計7件)

曾川裕一郎、木村慎二、張替徹、遠藤直人、体幹傾斜角度の違いにおける嚥下時頸部ピエゾセンサー波形の分析、第52回日本リハビリテーション医学会学術集会、2015年5月28~30日、朱鷺メッセ(新潟県新潟市)

曾川裕一郎、木村慎二、張替徹、西川太郎、遠藤直人、ピエゾセンサー波形と嚥下造影検査との時間的関連、第51回日本リハビリテーション医学会学術集会、2014年6月5~7日、名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)

櫻井直樹、木村慎二、曾川裕一郎、張替徹、昆はるか、ピエゾセンサーを用いた嚥下機能評価システムの開発、第19回摂食・嚥下リハビリテーション学会、2013年9月22日・23日、川崎医療福祉大学(岡山県倉敷市)

曾川裕一郎、木村慎二、張替徹、村澤章、大谷博、遠藤直人、ピエゾセンサーによる嚥下機能評価法の健常者年齢別解析、第50回日本リハビリテーション医学会学術集会、2013年6月13~15日、東京国際フォーラム(東京都)

曾川裕一郎、木村慎二、張替徹、村澤章、遠藤直人、ピエゾセンサーを用いた嚥下機能評価法の年齢別解析、第54回日本リハビリ学会関東地方会、2013年2月2日、新潟ユニゾンプラザ(新潟県新潟市)

曾川裕一郎、木村慎二、張替徹、豊里晃、櫻井直樹、ピエゾセンサーを用いた非侵襲的嚥下機能評価法、第17、18回共催日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会、2012年8月31日~9月1日、さっぽろ芸術文化の館 ニトリ文化ホール、札幌市教育文化会館、ロイトン札幌、札幌プリンスホテル国際館パミール(北海道札幌市)

曾川裕一郎、木村慎二、村澤章、大谷博、遠藤直人、ピエゾセンサーを用いたX線非使用下嚥下機能評価法、第49回日本リハビリテーション医学会学術集会、2012年5月31日~6月2日、福岡国際会議場・福岡サンパレス(福岡県福岡市)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

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）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

木村 慎二 (KIMURA SHINJI)  
新潟大学・医歯学総合病院・准教授  
研究者番号：40361901

##### (2) 研究分担者

井上 誠 (INOUE MAKOTO)  
新潟大学・医歯学系・教授  
研究者番号：00303131

野村 修一 (NOMURA SHUICHI)  
新潟大学・医歯学系・教授  
研究者番号：40018859

植田 耕一郎 (UETA KOUICHIROU)  
日本大学・歯学部・教授  
研究者番号：80313518

櫻井 直樹 (SAKURAI NAOKI)  
新潟大学・医歯学系・助教  
研究者番号：50251830