

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 曾川 裕一郎
学位 博士 (医学)
学位記番号 新大院博 (医) 第 688 号
学位授与の日付 平成 28 年 3 月 23 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名 New Swallowing Evaluation Using Piezoelectricity in Normal Individuals.
(健常者におけるピエゾ電気的手法を用いた新しい嚥下機能評価法)

論文審査委員 主査 教授 堀井 新
副査 教授 遠藤 直人
副査 教授 菊地 利明

博士論文の要旨

背景と目的

高齢人口の増加に伴い、嚥下機能障害が大きな原因を占める誤嚥性肺炎の発症が、一般臨床や介護福祉の現場では喫緊の問題となっており、今後さらなる増加が懸念されている。

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の問題があり、嚥下スクリーニングとしてベッドサイドで簡易に実施できる検査とは言えない。そのため、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、新しい嚥下機能評価法に関する多くの研究が行われているが、データ分析の複雑さや再現性の低さのため、広く臨床的に応用されるには至っていない。

申請者らは簡易かつ非侵襲的な嚥下機能評価法として、ピエゾ電気フィルム (piezoelectric film) による頸部振動波形測定法に注目した。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。彼らは健常成人において、ピエゾ電気フィルム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を発見した。さらに嚥下造影検査側面像を同時検査し照合せたところ、頸部振動波形から X 線側面像における舌骨の変位ならびに食塊通過状態の推測が可能であることを報告した。本研究の目的は、ピエゾ電気フィルムを応用した、安全かつ簡易で、非侵襲的な嚥下スクリーニング検査法を開発することである。

方法

ピエゾ電気フィルムとは、polyvinylidene fluoride (PVDF) から成る樹脂フィルムで、圧電効果 (piezoelectric effect) により動的ひずみを電圧に変換する特徴を有する。つまり、圧縮力や張力がピエゾ電気フィルムに負荷されると、ピエゾ電気フィルムの表面荷電密度が変化し、その表面と裏面の間に電圧差が発生する。そしてピエゾ電気フィルムに負荷される力軸の変位に比例した電圧を発生する性質を有する。そのため最近では、動的ひずみゲージとして新生児心拍測定装置や電子聴診器など、医療分野でも

応用されている機器である。

今回、申請者らは嚥下運動のメルクマールとして、嚥下関連筋群の起始である舌骨運動に注目した。諸家の先行研究により、嚥下機能障害患者では健常者と比較した場合、舌骨運動の潜時延長や移動距離短縮などの変化が生じることが報告されており、舌骨運動の評価により嚥下障害の予測が可能と考えられるからである。

VF 側面像における舌骨運動は、嚥下開始時の安静位から上方への移動(以降 VFS1)、これに続く前方への移動(以降 VFS2)、そして安静位へ戻る移動(以降 VFS3)と 3 相に区分できることが報告されている。そして VF と同時測定した嚥下時頸部ピエゾ電気フィルム波形を照合することで、第 1 陰性波終了まで (以下 PS1)、そこから最終陽性波開始まで (以下 PS2)、さらにそこから波が基線に戻るまで (以下 PS3) と区分でき、それぞれが VF 側面像による舌骨運動の各相と符合することが予想された。

今回申請者らは、嚥下運動における舌骨運動と同時測定した頸部前面ピエゾ電気フィルム波形、舌骨上筋群筋電図、嚥下咽頭期の食塊移動時間の関連について研究した。

結果

健常成人 41 名の波形より、VF から計測された VFS1, VFS2, VFS3 の潜時とピエゾ電気フィルム波形から計測された PS1, PS2, PS3 各相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、ピエゾ電気フィルムによる嚥下運動時の頸部振動波形により、VF 側面像における舌骨運動各相の潜時を推察しうることが判明した。

被検者を若年群 (20~39 歳)、中年群 (40~59 歳)、高齢群 (60 歳~79 歳) の 3 群に分け、年齢群別に分析を行った結果、PS1 と PS2 は高齢群において若年、中年群より有意な延長を認め、先行研究結果に、合致するものであった。また 90° 座位での 5mL バリウム「水」と「とろみ付きバリウム水」の比較において、VFS1 と同様に PS1 でも「とろみ付きバリウム水」において有意な潜時延長を認め、本法は食形態変化の差異と評価しうることが示唆された。時間的関連については筋電図、VFS1 ならびに PS1 開始時間に有意差はなく、ピエゾ電気フィルムは嚥下運動の開始に正確に反応できることが判明した。VF において食塊の喉頭蓋谷到達時間と舌骨の前方運動開始時間である VFS2 の開始時間がほぼ同時であるが、同様にピエゾ電気フィルムによる PS2 相開始時間もほぼ同時であることが示され、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が示唆された。

考察と結論

本研究はピエゾ電気的手法により舌骨運動潜時と咽頭期食塊移動が推察できることを示した最初の報告である。また同法による嚥下評価法は食形態や年齢による嚥下機能変化にも対応可能であることが示された。今後はさらに実際の嚥下機能障害者での研究などを行い、将来的には介護施設や福祉施設、在宅診療等において、安全かつ簡易で、非侵襲的に嚥下機能障害を判定できる機器としての応用を目標に研究を進める予定である。

審査結果の要旨

人口の高齢化に伴い嚥下機能障害から誤嚥性肺炎を発症する患者が増加し一般臨床や介護福祉の現場では喫緊の問題となっている。嚥下機能の評価には嚥下造影検査が施行されているが、誤嚥の可能性やベッドサイドでは施行できないなどの問題点があり、安全かつ簡便な嚥下機能評価法の開発が熟望されている。本論文では非侵襲的な嚥下機能検査としてピエゾ電気フィルムによる頸部振動波形測定法に注目し、

正常例で嚥下造影検査側面像と比較検討した。その結果、頸部振動波形から舌骨の変位、食塊通過状態を推測可能であることを証明した。

本研究はピエゾ電気的手法により舌骨運動潜時と咽頭期食塊移動が推察できることを示した最初の報告である。また同法による嚥下評価法は食形態や年齢による嚥下機能変化にも対応可能であることが示された。今後はさら実際の嚥下機能障害者への応用や、介護福祉の領域でも十分施行可能な検査法であると推察できる。以上の革新的な成果から、本論文は十分学位論文としての価値を有すると考えられる。