

平成 30 年 5 月 19 日現在

機関番号：33703

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11095

研究課題名(和文) 軟組織三次元動画とエックス線透視動画を同時に評価できる新しい嚥下動態解析法

研究課題名(英文) A new analysis method of swallowing dynamics with simultaneous evaluation of three dimensional movie of soft tissue and X-ray fluoroscopic image

研究代表者

飯田 幸弘 (IIDA, YUKIHIRO)

朝日大学・歯学部・講師

研究者番号：60350873

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：ビデオ嚥下造影検査(VF)は嚥下運動を二次元のX線透視動画として観察するため、軟組織の三次元情報を欠如している。そこで、体表面の三次元運動情報をVFとシンクロさせる方法を開発することとした。開口が嚥下運動に与える影響をVFで観察しつつ、体表面の移動速度、距離、任意のポイントがなす角度などを定量的に記録できるシステムの開発に成功した。本システムは、計測だけでなく、体表面の動きを三次元動画として表現することも可能である。

研究成果の概要(英文)：Videofluoroscopic examination of swallowing (VF) observes the swallowing movement as a two-dimensional X-ray fluoroscopic movie and therefore lacks three-dimensional information of soft tissues. We developed a method to synchronize the three-dimensional information of surface soft tissue with VF. We succeeded in creating a system that quantitatively records the moving speed, distance, and angle while observing the effect of mouth opening condition on swallowing movement with VF. In this system, not only the measurement but also the movement of the body surface can be represented as a three-dimensional moving image.

研究分野：歯科放射線

キーワード：ビデオ嚥下造影検査 VF 三次元動画 嚥下障害 体表面軟組織 開口嚥下

1. 研究開始当初の背景

口腔内、咽頭内で行われる嚥下の動態は、外観から直接観察できない。そのため、超音波検査、ビデオ内視鏡検査をはじめ、様々な嚥下障害検査法が行われている。その中でゴールドスタンダードはビデオ嚥下造影検査(VF)である。

VFは「X線造影剤を含む模擬食品を嚥下する様相を、X線透視動画として観察する」ものである。そのため、解析する事象の中心は硬組織と模擬食品の動態であり、体表の軟組織の動態は観察困難である。しかし、例えば口を開いたままでは強く飲み込むことができないように、「口唇、頬部などの体表の軟組織の動きが口腔、咽頭などの体内の嚥下運動に影響を強く及ぼす」ことが知られている。そのため、嚥下動態解析のゴールドスタンダードとされるVFであるが、嚥下動態の解析に必要な軟組織情報の多くを損失していると言える。この欠点を補う方法は過去から現在に至るまで報告が無い。

2. 研究の目的

嚥下障害を検査するゴールドスタンダードはビデオ嚥下造影検査(VF)である。X線透視装置を用いるVFは、X線画像として投影されるものしか観察できない。そのため、軟組織情報を喪失している。しかし、嚥下障害を診療する際、VFで観察できない口唇、頬部などの動きは重要な情報をもたらす。そこで、VF検査中の被検者の体表面の様相をVF画像と同期させ、軟組織三次元動画情報とX線透視動画情報を同時に検討できる新しい嚥下動態解析手法を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

軟組織の変化が嚥下動態に与える影響を検討するため、以下を行った。

- (1) 開口が嚥下運動に与える影響の検討
- (2) VF動画と体表面軟組織動画の同期

(1) 開口位嚥下運動

19歳～27歳までの健常成人18名を対象とした。被検者は随意のゼリー状模擬食品一口を摂取し、咀嚼、嚥下を自由に行った(咬合位)。次に、上下の前歯の間を10mm開けた状態で、随意の一口を自由に嚥下した(開口位)。



図1：開口したまま嚥下運動を行うVF画像

VF画像上で、模擬食品を舌で咽頭へ送り込む瞬間から全量を飲み下すまでの時間(嚥下時間)、模擬食品全量を飲み下すのに要した嚥下回数(嚥下回数)、口内の模擬食品を舌で咽頭へ送り込む瞬間から舌骨が移動を開始する時間(舌骨移動開始時間)、嚥下時における舌背と口蓋の接触位置(舌口蓋接触位置)を計測した。

(2) 体表面三次元動画作成とVFとの同期

体表面の軟組織運動を計測するため、鉄球を貼付した状態で、開口した状態での嚥下運動を記録し、VFと同期させた。

対象は健常成人男性一名とした。体表面に5mmの鉄球を六個貼付し、VFと体表面のマーカーとした(図2左)。ヨード系造影剤を含むゼラチンゼリーを模擬食品とした。X線透視装置を用いて、通常と最大開口時の嚥下をVF動画として録画した(図3)。顔表面を携帯音楽プレイヤー二台のカメラ機能とムービーカメラ一台を用いて撮影した(図2右)。

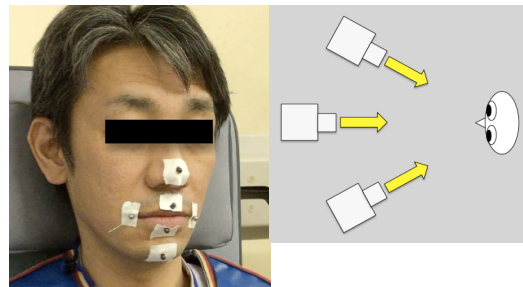


図2：マーカーと撮影方向のシェーマ

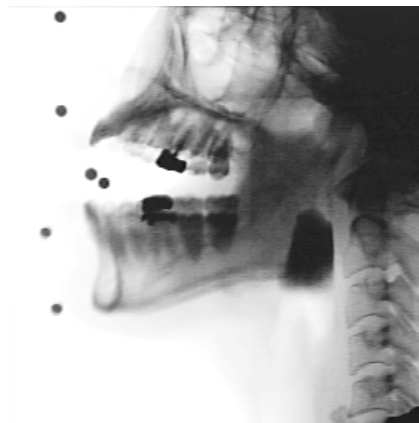


図3：金属マーカーを付けた状態のVF

距離計測に用いる三次元座標のキャリブレーションのため、5mmの鉄球を埋め込んだ自作ファントムを撮影した。コンピュータ上で、上記の3台の体表面の嚥下運動を撮影した動画とVF動画の開始点、終了点、再生速度を調整(同期)した。3次元運動解析ソフトウェアを用いて3次元動画を作成した。また、アプリケーション上で任意のポイントの移動距離、移動速度、複数ポイントによる角度計測を試みた。

4. 研究成果

(1) 開口位嚥下運動

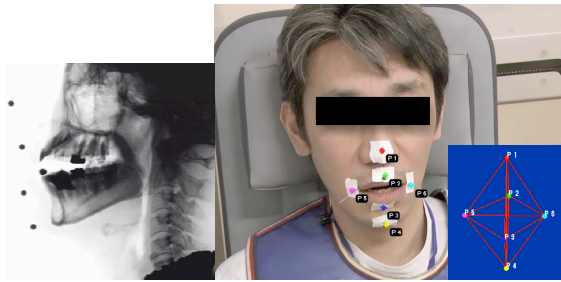
「嚥下時間」の平均値は咬合位より開口位で増加していた。以下、同様に「嚥下回数」、「舌骨移動開始時間」ともに咬合位より開口位で増加していた。「舌口蓋接触位置」は前歯部から臼歯部に移動していた。

開口位では、舌骨上筋群の機能が制限され、「舌骨移動開始時間」が遅延した。また、少量ずつの模擬食品輸送が「嚥下回数」を増す結果となったため、「嚥下時間」が延長した。「舌口蓋接触位置」の変化は開口により舌運動が制限された結果と思われた。

(2) VF 動画と体表面軟組織動画の同期

VF、体表面軟組織と同期した動画の作成に成功した(図4)。

図4：作成されたシンクロ動画



作成された3次元動画(図5)は任意の点からの観察(360度ビュー)を可能とする。つまり、側面VFしか行っていないくても、体表面軟組織の動きを正面から観察できる。また、通常では不可能な真下から、あるいは真上からの観察も可能とする。

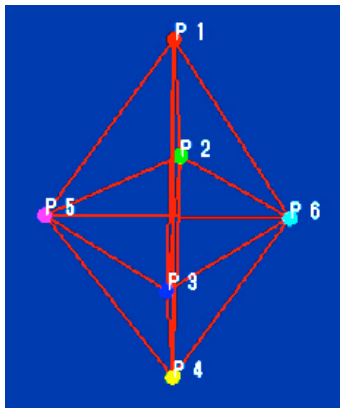


図5：3次元動画

任意ポイントの移動距離、三点のなす角度、任意の計測点の移動加速度の計測が可能であった(図6)。

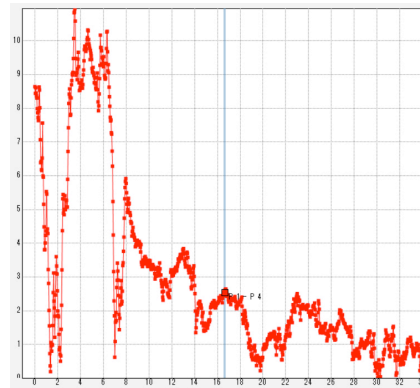


図6：任意のポイントの移動速度計測

本法は、体表面の状態を定量的に記録することが可能であり、VFとの同期が可能であった。そのため、VFを単独で行うより、嚥下機能を詳細に評価できると考えている。また、市販のカメラ、コンピュータで作成可能なため汎用性が高い方法である。

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)

[学会発表](計 6件)

① 飯田幸弘、吉田洋康、松岡正登、本橋征之、村松泰徳、勝又明敏「X線造影剤がビデオ嚥下造影検査食の食感に与える影響」日本味と匂学会第49回大会、2015年9月11日、国立京都国際会館(京都府・京都市)

② 飯田幸弘、吉田洋康、清水一郎、福井達真、松岡正登、勝又明敏「X線透視画像を用いた三次元再構築」第19回日本・摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会、2015年9月26日、じゅうろくプラザ(岐阜県・岐阜市)

③ 飯田幸弘、吉田洋康、西山航、福井達真、勝又明敏「顎位が健常成人の嚥下機能に与える影響」日本歯科放射線学会第57回学術大会、2016年6月18日、大阪府立国際会議場(大阪府・大阪市)

④ Yukihiro Iida, Hiroyasu Yoshida, Wataru Nishiyama, Tatsumasa Fukui, Akitoshi Katsumata, 「Effect of Open-mouth Position on Swallowing Function of Healthy Adults」, 95th IADR, 46th Annual Meeting of the AADR and 41st Annual Meeting of the CADR, 2017年3月24日, SanFrancisco (USA)

⑤ 飯田幸弘、吉田洋康、西山航、福井達真、勝又明敏「体表面の三次元動画をシンクロさせたビデオ嚥下造影検査」第23回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会、2017年9月15日、朱鷺メッセ(新潟県・新潟市)

⑥吉田洋康、飯田幸弘、西山航、福井達真、勝又明敏「摂食嚥下三次元動画の部位間距離計測法」第23回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会、2017年9月16日、朱鷺メッセ（新潟県・新潟市）

⑦飯田幸弘、吉田洋康、西山航、福井達真、勝又明敏「ビデオ嚥下造影検査とシンクロした体表面の三次元嚥下動態計測法」日本歯科放射線学会 第37回関西・九州合同地方会、2017年12月9日、広島大学（広島県・広島市）

〔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
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯田 幸弘 (IIDA, Yukihiro)
朝日大学・歯学部・講師
研究者番号：60350873

(2) 研究分担者

吉田 洋康 (YOSHIDA, Hiroyasu)
朝日大学・歯学部・助教
研究者番号：50779444

(3) 連携研究者

勝又 明敏 (KATSUMATA, Akitoshi)
朝日大学・歯学部・教授
研究者番号：30195143