

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 20 日現在

機関番号：33703

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592852

研究課題名(和文)嚥下運動の三次元動態をエックス線透視画像から解析する

研究課題名(英文)The three-dimensional analysis of dynamic swallowing movement using fluoroscopy

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) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：「X線透視撮影装置を用いた三次元画像構築」を、以下の二通りの手法によって行った。二つの方法とも、低被曝線量で有益な情報をもたらす。生体(あるいは生体モデル)がX線透視装置の前で一回転した。その様相をX線動画撮影した。アプリケーションを用いて画像再構築が行われた。上下顎骨、上顎洞、咽頭腔などの三次元的観察が可能となった。しかし、解像度が低いため改善の余地がある。トモシンセシス機能を持つX線透視装置が用いられた。画像データは1mm間隔で230～240枚の画像に再構築された。トモシンセシス画像は一回のX線照射で多断層像をもたらした。本法は正面方向(側方向)からの撮影で前後(左右)の断層像をもたらす。

研究成果の概要(英文)：By two ways of following methods, “The three-dimensional image construction using fluoroscope” was carried out. Both two methods are useful with low exposure dose. A living body (or model) did one round in front of a fluoroscope. A dynamic radiographic image was recorded. The image reconstruction was done using application. Three-dimensional observation such as maxilla, mandible, maxillary sinus, the cavity of pharynx was enabled. But the image resolution is low, there is a need to improve. An X-ray fluoroscopic system with tomosynthesis function was used. The imaging data were reconstructed into 230~240 slices at 1 mm intervals. The tomosynthesis imaging modality delivers a series of tomograms within a single X-ray exposure sequence. In this method, the frontal (lateral) exposure brought front and rear (right and left) tomograms.

研究分野：画像診断

キーワード：嚥下障害 ビデオ嚥下造影検査 三次元画像構築 エックス線透視装置 コンピュータ画像診断 トモシンセシス Feldkamp法 多断層画像

1. 研究開始当初の背景

現在、嚥下障害を解析するのに最も有効な方法はビデオ嚥下造影検査 (VF) である。VF を端的に表すと「エックス線透視装置を用いて、生体が造影剤を加えた模擬食品を嚥下する様相を動画として記録する方法」である。つまり、エックス線透視動画で嚥下障害を診断する方法である。エックス線透視装置は二次元画像しか描出できない。そのため、VF も二次元動画で診断を行う。

VF では、前後、あるいは前後の解剖構造物が重複して観察される。たとえば、右の顎骨と左の顎骨が重複して描出されてしまい、障害側がどちらかわからなくなる場合がある。そのため、「どの部位に問題があって嚥下障害が起こっているのか？」という診断を行うのが困難な場合がある。当然であるが嚥下運動は三次元で行われる運動である。二次元画像で検査を行う VF は多くの情報を損失していると言える。そのため、三次元画像情報が補完されることは VF を用いた嚥下障害診断において有益と言える。しかしながら、従来そのような手法は存在しなかった。

2. 研究の目的

生体を三次元で解析できる検査法としてエックス線 CT が挙げられる。CT は高い解像度を持つが、欠点として被曝線量が大いこと、検査装置が高価であること、などがあげられる。

従来、エックス線透視画像では三次元画像構築は不可能とされてきた。しかし、近年のコンピュータ技術の発達によって画像処理技術は長足の進歩を遂げた。新たな技術を応用し、被曝線量の少ないエックス線透視画像で三次元画像構築が可能となれば、患者の益するところは大きい。

研究計画時は二方向からのエックス線透視撮影によって三次元画像を構築する予定であった。しかし、近年の画像アプリケーションと撮影装置の進歩によって、一方向からの撮影のみで三次元情報を取得することが可能となった。そのため、以下の二通りの手法によって三次元画像構築を行うことを試みた。

3. 研究の方法

エックス線透視装置を用いて以下の二通りの方法で三次元画像情報を取得した。

(1) Feldkamp 法を用いた三次元画像構築

エックス線透視装置の前で被検者 (あるいは生体モデル) はターンテーブル上に直立した。10 秒程で一回転する様相をエックス線透視撮影し、動画としてデジタルビデオに録画した。得られた動画をコンピュータに取り込んだ。動画を 1 秒 30 コマの画像として書き出した。その後、画像解析アプリケーションで三次元画像構築を行った。図 1 に概要を示す。

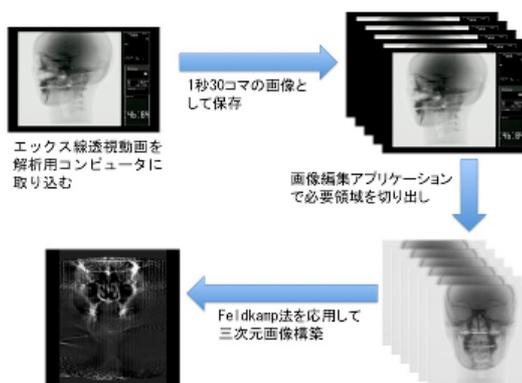


図 1 Feldkamp 法を用いた三次元画像構築

(2) トモシンセシス法を用いた三次元画像情報取得

トモシンセシス機能を持ったエックス線透視撮影装置を用いた。生体 (あるいは生体モデル) は VF を行う位置に位置づけられた。つまり、エックス線検出器から 30 cm の位置にセットされた。生体はエックス線造影剤を嚥下した直後の状態で撮影を行った。生体モデル内には、エックス線造影剤を含んだガゼを設置した。正面像と側面像をトモシンセシス撮影した。撮影は一回のエックス線照射を行うのみである。

得られた画像データを、1 mm 間隔で 230~240 枚の断層像に再構築した。つまり、一方向からの撮影で奥行きのある断面画像を作成した。図 2 にトモシンセシス撮影の様相を示す。

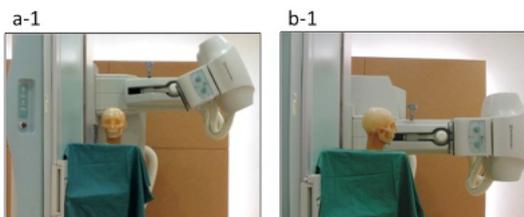
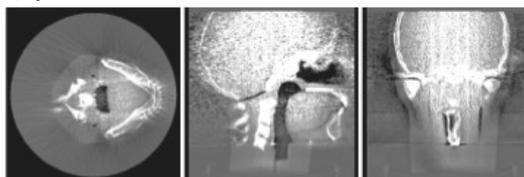


図 2 トモシンセシス撮影
ともに生体を模したモデルを撮影している様相を示す。a-1:側面像撮影。b-1:正面像撮影。

4. 研究成果

(1) Feldkamp 法を用いた三次元画像構築

生体 (あるいはモデル) の三次元画像構築が可能であった。上顎洞、鼻腔、上顎骨、下顎骨の構造が観察可能であった。しかしながら、CT で撮影した画像と比較すると、構造が不明瞭に観察され、像の歪みも大きかった。また、画像調整を施しても軟組織情報は得られなかった。図 3、図 4 に再構築された画像を示す。



a-1 a-2 a-3

図3 再構築された生体モデルの三次元画像
a-1: 冠状断。a-2: 矢状断。a-3: 前額断。

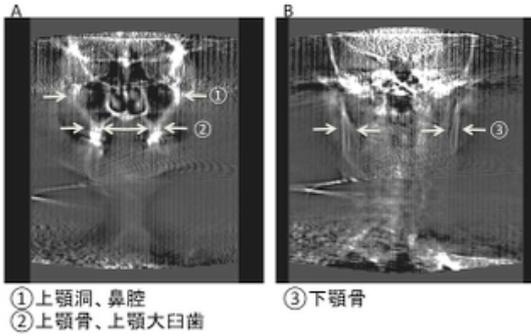


図4 再構築された生体の三次元画像
AとBはともに冠状断。Aは前方の断面、Bは後方レベルの断面を示す。矢印に囲まれる部分に骨解剖構造が描出されている。

エックス線透視装置の前で一回転することにより、三次元画像構築が可能となった。コンピュータで画像処理を行う必要があるが、特殊な装置、器具を用いることなく三次元画像構築が可能であることは利点である。

(2) トモシンセシス法を用いた三次元画像情報取得

トモシンセシス法は解像度が高い再構築画像形成が可能であった。230枚程度の断層像から、左右、あるいは前後の構造の判別が可能であった。生体をトモシンセシス撮影した再構築画像もクリアな観察が可能であった。エックス線造影剤が口腔～咽頭に付着する様相も観察可能であった。モデル内に設置したエックス線造影剤の位置もクリアに観察された。図5に生体モデルをトモシンセシス撮影した画像を示す。同様に図6に生体の画像を示す。

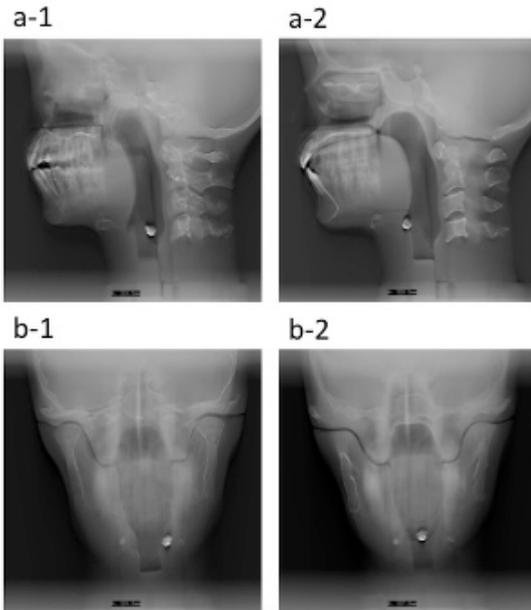


図5 生体モデルのトモシンセシス再構築画像 (数枚の断層像を抜粋した)
a-1とa-2は矢状断を示す。a-1は左側小臼

歯部、a-2は正中部の断面を示す。モデルの中に設置したエックス線造影剤の局在がわかる。

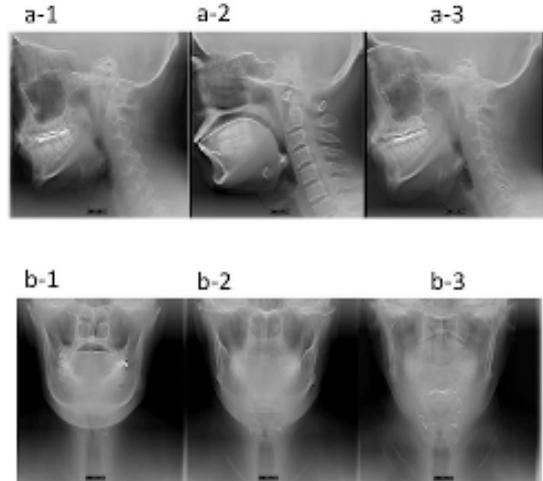


図6 生体のトモシンセシス再構築画像 (数枚の断層像を抜粋した)
a-1, 2, 3は矢状断面像。b-1, 2, 3は前額断面像である。
a-1は右側の小臼歯部、a-2は正中部、a-3左側小臼歯部を示す。
b-1は小臼歯部、b-2は大臼歯部、b-3奥舌部を示す。

一方向からの撮影を一回行っただけで、1mm間隔の230枚程度の多断層画像を構築できた。嚥下障害患者は運動能力が著しく低下し、体位を変えることが困難な者も多い。本法は側面(正面)を向いた状態で体位を変えることなく、左右(前後)の構造の局在を診断することができる。CTと比較して被曝線量も少なく、患者の体力を消耗することも無いため、嚥下障害診断において有益な方法である。

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、脇阪孝、松岡正登、清水一郎、勝又明敏 「ビデオ嚥下造影検査試料の画像濃度 — 頭部ファントムを用いた検討—」 第17回・第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、ロイトン札幌 (北海道・札幌市)

② 飯田幸弘、清水一郎、吉田洋康、松岡正登、脇阪孝、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、2013年9月22日、川崎医療福祉大学 (岡山県・倉敷市)

③ 飯田幸弘、清水一郎、吉田洋康、松岡正登、

脇阪孝、勝又明敏「X線透視装置を用いた頭部ファントム三次元画像構築」日本歯科放射線学会第33回関西・九州合同地方会、2013年12月14日、じゅうろくプラザ（岐阜県・岐阜市）

④飯田幸弘、清水一郎、吉田洋康、松岡正登、脇阪孝、勝又明敏「X線透視装置を用いた頭部ファントム三次元画像構築」日本歯科放射線学会第219回関東地方会・第34回北日本地方会(第22回合同地方会)、2014年7月12日、松本歯科大学（長野県・塩尻市）

⑤飯田幸弘、吉田洋康、松岡正登、伊佐寿世、勝又明敏「トモシンセシス法を用いた咽頭腔断層画像構築」第20回日本・摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会、2014年9月7日、ベルサール新宿セントラルパーク（東京都・新宿区）

⑥Yukihiro Iida, Hiroyasu Yoshida, Masato Matsuoka, Akitoshi Katsumata, Tomosynthesis imaging of the pharyngeal cavity, The 10th Asian Congress of Oral and Maxillo Facial Radiology (ACOMFR), 2014年11月20日, Bali (Indonesia)

〔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

なし ()

研究者番号：

(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