

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 26 日現在

機関番号：32622

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24792363

研究課題名(和文)4次元超音波エコーを用いた舌の動態解析法の確立

研究課題名(英文)The standardized method for four-dimensional ultrasound imaging of tongue on swallowing

研究代表者

渡邊 賢礼(WATANABE, MASAHIRO)

昭和大学・歯学部・助教

研究者番号：20611180

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではこれまで2次元超音波画像診断装置(2DUS)で行われてきた舌運動動態解析を応用し4次元US(4DUS)を用いて舌運動動態解析を実施した。これまで任意の1断面のみでの観察であった舌運動を同時に多断面から観察・測定することが可能となった。多断面同時解析において、矢状断面(体の正中に沿って左右を等分する面)での舌の蠕動様運動と前額断面(体の左右に沿って腹側と背側を等分する面)での舌の陥凹形成を同時に評価することが可能となった。更に4次元構築を行うことにより立体的に任意の方向から舌運動の観察評価を行うことが可能となった。

研究成果の概要(英文)：The purpose was to develop a standardized method for ultrasound imaging of the tongue movements by the real time 4D ultrasonography (4DUS).

4DUS is able to measure the tongue peristalsis on sagittal section and the tongue foveation on coronal section at once. In addition, the aim of this study was to evaluate the feasibility and success of the 4DUS technique for visualizing tongue movements. In sagittal section, the mean of maximum elevation distance on tongue tip was 2.1cm. In the coronal section, the mean of grooving depth on midtongue was 1.4cm. These results agree with past findings. In rest position and water transportation with tongue, the analyzable rate of 4DUS was over 90%. In swallowing position with tongue, the analyzable rate of 4DUS was 68%. It was possible to evaluate multilateral tongue movement at once. However, the analyzable rate was low enough that it should be considered to construct method for 4D tongue imaging on swallowing.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・社会系歯学

キーワード：超音波エコー 4次元 立体構築 舌 嚥下

1. 研究開始当初の背景

(1) 摂食・嚥下時の舌運動の意義は、食物の口腔から咽頭へ移送のみならず、食物の押しつぶしを確実にを行うことにより、発達期や高齢期で問題となる窒息を防ぐための重要な機能である。嚥下時には舌尖部を口蓋に押し付けることにより強い嚥下圧を保たせ、安全に嚥下を行うための一助となっている。しかしながら、脳性麻痺や脳血管疾患患者などでは、舌運動不良による食物の移送障害や嚥下後の咽頭部への食物残留、ひいては誤嚥や窒息を起こし生命の危険を脅かすことも少なくはない。

(2) 摂食・嚥下の5期モデルの口腔期に続いて起こる咽頭期・食道期の機能評価はエックス線透視による検査(VF検査)が国際的にもGold Standardになっており、また経鼻的に内視鏡を咽頭部まで挿入し誤嚥や食物残留などを評価できる内視鏡下嚥下機能検査(VE検査)も臨床的に頻用される検査法である。両者は確実かつ詳細な咽頭期以降の診断法として確立されている。しかかしながら、VF検査では大規模な装置が必要であり被曝の問題もあり、VE検査においては、内視鏡挿入時のトラブルや違和感などの問題が挙げられる。この様に患者にとって侵襲の加わる検査法であることに加え、咽頭・食道期に特化した検査法である。一方で、非侵襲的に口腔期(特に舌運動)の診断・評価を行うことのできる機器は超音波エコー(US)を用いた検査(US検査)のみである。USは産科や乳腺科領域をはじめとし、被曝のリスクの高い分野では胎児の表情や唇顎口蓋裂の診断などにも寄与している安全性の確立された診断機器である。また、本研究分野での臨床応用を考えた場合、舌運動評価のニーズは中途障害患者ばかりではなく、先天的または出生後間もなく何らかのトラブルにより舌運動不良により哺乳・離乳に問題を抱えた乳幼児も多くいることは事実であるため、安全性が担保された機能診断

法の確立は急務であると言える。

(3) これまでに摂食・嚥下障害の臨床と研究を行いながら摂食時における舌運動を超音波エコー装置で観察評価することが可能であることを報告しており、超音波エコー装置の非侵襲性は、これからの超高齢社会における在宅を中心とした医療従事者が、繰返し評価が必要となる咀嚼・嚥下器官の評価にはなくてはならないと考える。これまでのUSでの舌運動評価は2次元的に評価を行ってきたものばかりであり、立体構築された画像を用いて舌の動態を解析・評価を行った報告は皆無である。

2. 研究の目的

本研究は立体構築可能な超音波エコー装置を用いて、舌の立体構築画像の描出方法の確立、さらに摂食嚥下時の経時的な舌運動機能を3次元的动作解析から評価し、多断面からの同時観察・評価と立体構築画像を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 安静時の舌の立体構築画像を得るためのエコーウインドウの設定のために若年成人男性10名を対象に探触子を顎下部に当て、矢状方向と前額方向に ± 5 度ずつ傾斜角を変え、安静時、唾液嚥下時において舌の幅径と長径を広範囲に立体構築できるエコーウインドウ(探触子傾斜角)の設定方法を検討した。

(2) (1)から規定したエコーウインドウのもと、新たな被験者15名に対し水分5mLを指示嚥下させた。その際に水分移送から嚥下後までに描出された舌のX(矢状)断面から舌尖・舌中央部・舌後方部の最大挙上距離、Y(前額)断面から舌中央部の最大陥凹深度、Z(水平)断面から水分移送時間を測定した。更に安静時、水分移送時、嚥下時の舌における4次元立体構築画像描出可能率を算出した。

4. 研究成果

(1) 舌の立体構築画像を得るための最適な

エコーウインドウは顎下部に探触子を当て矢状方向へ 20 度傾斜で舌尖部から舌後方までの描出が可能であった。また前額方向へ 0 度から 35 度傾斜までは舌左右の辺縁を描出可能であったが、傾斜角 40 度を超えると片側舌側縁から舌中央部付近までの描出に留まった。以上より探触子の傾斜角は顎下部に対し矢状方向へ 20 度傾斜、前額方向へ 0~35 度傾斜させた時に描出可能率が最も高くなったが、嚥下時の顎下部や頸部（特に喉頭挙上）の動作を阻害しないために前額方向傾斜角は 25 度に設定することが望ましいと考えられた。



図1 立体構築画像採得時の探触子角度

(2)(1)より角度調節可能なスプリング付き探触子固定装置を用いて探触子を顎下部に対し矢状方向へ 20 度傾斜、前額方向へ 25 度傾斜させ固定した。このエコーウインドウのもと、水分 5mL 指示嚥下時における舌運動を 4 次元超音波エコー上で同時に描出される X,Y,Z の 3 断面から任意の計測ポイントから舌運動を計測した。X 断面において舌運動時の最大挙上距離は舌尖部では 2.1 ± 0.5 cm、舌中央部では 1.3 ± 0.3 cm、舌後方部では 1.2 ± 0.6 cm であった。Y 断面において舌中央部の陥凹深度は 1.4 ± 0.5 cm であった。Z 断面において水分移送時間は 1.1 ± 0.05 秒であった。更に 4 次元立体構築画像における舌運動描出可能率は安静時 98%、水分移送時 92%、水分嚥下時は 68% であった。

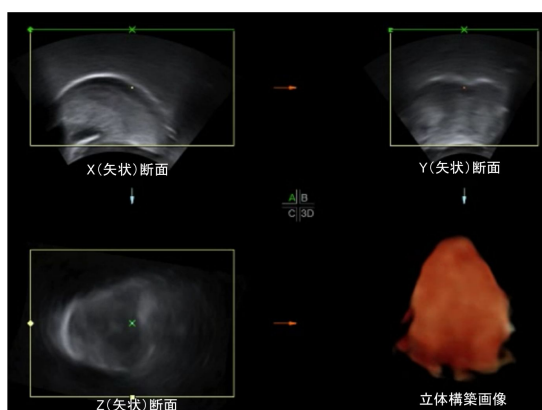


図2 X,Y,Z 断面と立体構築画像

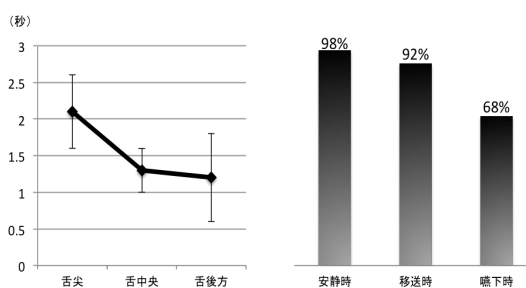


図3 (左) X断面における舌最大挙上距離 (右) 舌運動描出可能率

(3)(2)より得られた X,Y 断面からの計測結果は過去の超音波画像診断装置または X 線ビデオ検査から舌運動動態を計測した先行研究とも同等の値となった。つまり立体構築可能な超音波エコーを用いることで、これまで単一断面でしか描出・測定できなかった舌運動を X,Y,Z の 3 断面を同時に描出・測定することが可能となった。

(4)舌の 4 次元立体構築画像描出については安静時、食塊移送時では描出可能率が高値となったことから安定した舌運動動態が観察できることが示された。しかしながら、嚥下時における描出可能率が低下したことから、嚥下時においてはエコーウインドウの設定を再考する必要性もある。また立体構築画像を得るためには探触子内部で sweeping が行われることが必要であり、この sweeping の速度、範囲は得られる立体画像の先鋭度に影響を与える。つまり sweeping 速度は可及的に遅く、sweeping 幅は可及的に狭くする程、先鋭度の高い立体画像が得られる。今後、安静時から嚥下終了時までの一連の嚥下動作の安定した立体構築画像を得るために舌運動速度に耐えうる最小限の sweeping 速度と幅を検討していく予定である。

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 2 件)

1. 石田圭吾, 弘中祥司, 渡邊賢礼, 中川量晴, 向井美恵: 四次元超音波画像診断装置における舌運動描出法の検討, 第 17 回・18 回共催日本摂食・嚥下リハビリテーション学会, 札幌市教育文化会館, 2012 年 8 月 31 日.
2. Msahiro Watanabe, Kazuharu Nakagawa, Shouji Hironaka: The Standardized Method for Hand-Carried Ultrasonography Imaging of Tongue on Swallowing, Dysphagia Research

Society the 22nd Annual Meeting,
Nashville, TN, USA, Mar.7, 2014.

〔図書〕(計0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0 件)

取得状況(計0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

渡邊 賢礼 (WATANABE MASAHIRO)

昭和大学・歯学部・助教

研究者番号：20611180