

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 10 月 21 日現在

機関番号：15301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25862083

研究課題名(和文)嚥下時における咽頭部の超音波検査方法の開発

研究課題名(英文)Development of ultrasonic inspection method of the pharynx during swallowing

研究代表者

村田 尚道(MURATA, NAOMICHI)

岡山大学・大学病院・助教

研究者番号：10407546

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：摂食嚥下機能の評価を行う方法として、超音波画像装置を用いた咽頭部描出方法を検討した。咽頭部は、解剖学的な構造として、喉頭、気管、咽頭、頸動脈など多くの器官が存在しており、嚥下時の動作も複雑であるため、超音波画像上での同定が困難である。そこで、嚥下内視鏡検査と組み合わせることで、不明瞭な超音波画像上での嚥下動態が明確にできた。

今回、粘性気泡液を用いた超音波造影剤を用いることによって、嚥下時に試験食品が咽頭へ流入する様子と残留している状態の評価が可能であった。本研究によって、摂食嚥下障害者の検査負担を軽減できるだけでなく、誤嚥や窒息事故を事前に防ぐことができると考えられた。

研究成果の概要(英文)：As a method for the evaluation of swallowing, we examined the pharynx visualization method using an ultrasound imaging device. Pharynx is difficult to identify on the ultrasound image, as anatomical structures there are a number of organs such as the larynx, trachea, throat, and carotid artery, and for also operating during swallowing is complex. Therefore, in combination with Videoendoscopy, swallowing function on unclear ultrasound image was clear. By using an ultrasound contrast agent using a micro bubble, the agent was possible assessment of the state of remaining the state of flowing into the throat during swallowing. This study is not only possible to reduce the inspection burden of dysphagia, it was considered possible to prevent aspiration and choking accidents in advance.

研究分野：摂食嚥下リハビリテーション

キーワード：嚥下障害 摂食嚥下機能評価 超音波画像装置 摂食機能療法

1. 研究開始当初の背景

摂食嚥下機能は、日常生活の中で大きな割合を占めており、その機能低下や破綻は健康な生活を送る上で、大きな障害となり得る。摂食嚥下機能の検査方法は、さまざまなスクリーニング検査や精密検査があり、摂食嚥下障害の症状によって使い分けられている。中でも、咽頭期における障害は、誤嚥や窒息に直結する危険性が高く、咽頭期における検査方法の精度が求められると共に、簡便な検査方法の開発が必要と考えられる。

摂食嚥下機能が行なわれている口腔・咽頭腔は、軟組織によって構築されているため、超音波装置(以下、US)による描出が容易であると考えられる。軟組織を描出するのが可能な装置としてはMRIがあり、USと比較すると、画像の分解能や三次元構築が可能ななどの利点があるが、一方で姿勢の制限、装置の大きさ、動きによるアーチファクトなどの欠点が挙げられる。USは軟組織の描出に優れており、被曝などの生体への危険性がなく、ポータブル型の機種も開発されており、チェアサイドやベッドサイドでの繰り返しの検査も容易である。また、使用する被検食品に造影剤などを使用しないため、普段の食事を食べている様子が評価できる。

これまで、咽頭部の機能を評価する方法としては、外部から生体内を透視する方法として、嚥下造影検査(Videofluorography:以下、VF)が行なわれているが、被曝の問題や造影剤の副作用の問題など患者への負担も大きい。また、直接生体内を観察する方法として、嚥下内視鏡検査(Videendoscopy:以下、VE)が行なわれており、簡便なシステムであり、ベッドサイドでの評価に用いられているが、鼻腔からの挿入のため、痛みや鼻出血などの偶発症も見られる。これらVFやVEによって、誤嚥の有無の診断や、誤嚥に至らない場合でも、軟口蓋による鼻咽腔閉鎖や口腔から咽頭、食道への食物の移送、食物の残留などの評価によって、摂食嚥下障害の診断に用いられている^{1,2)}。

USによる摂食嚥下機能の評価は、嚥下時の口腔期における舌の機能評価が行われてきた³⁻⁶⁾。咽頭部の機能評価については、舌骨動態解析⁷⁾や食道入口部描出⁸⁾、咽頭側壁の動きなどがある⁹⁾が、咽頭部の貯留を評価できる方法は確立されていない。

2. 研究の目的

(1) USによる咽頭部の描出方法の確立

USを用いた摂食嚥下機能の評価は、口腔内における舌動態を描出した準備期・口腔期の評価が主であり、咽頭期の報告は少ない。その理由として、咽頭部では喉頭や気管など解剖学的に多くの器官と空隙が存在し、画像の同定が困難であること、動作の大きな咽頭部の撮影と試験食品の描出が困難であることが挙げられる。そのため、摂食嚥下機能の評価に必要な解剖学的構造物の描写および

摂食嚥下機能の動作解析を行うため、臨床応用可能な咽頭部の描出方法の確立および試験食品を検討する。

(2) 嚥下時における咽頭部の動作解析

嚥下時における咽頭部の動態評価は、VFやVEでは行なわれているが、USでの評価方法については確立されていない。本研究では、VEとUSの画像を同期させることによって、嚥下時の咽頭部の動作解析を容易にし、正常なUS画像を描出する。

3. 研究の方法

(1) 被験食品の検討

US画像を描出する際に、咽頭通過および貯留状態が明瞭に描出されることが必要であるため、気泡を含有して長期間保持できる粘性の被験食品(以下、粘性気泡液)を作成した。粘性気泡液の濃度を調整した3種類の試料(A:粘性気泡液のみ、B:粘性気泡液:水=2:1、C:粘性気泡液:水=1:2)および蒸留水をビニールチューブ内に通過させ、超音波画像診断装置(東芝メディカルシステム社製 Viamo)および探触子(同社製 PVT-745A)を用い、画像描出を行った。造影効果については、超音波画像上でチューブ内を通過している任意の静止画像を抽出し、Photoshopを用いて輝度を測定した。測定回数は5回とし、検定は、JMP(10.0)を用いて、蒸留水をコントロールとしたDunnett検定にて平均値の差を検討した。有意水準は5%とした。

(2) 咽頭部での画像描出について

健康成人ボランティア1名に対して、被験食品が咽頭へ流入している状況をファイバースコープ(PENTAX社製 FNL-10RBS)を用いて内視鏡画像を記録するとともに、US画像を記録した。両画像の同期は、US画像記録開始時の音声を記録し、PC上で同期させた。検査時の姿勢は、検査中に頭部および体幹が固定できる椅子(東名プレース社製 VF Style)に座位を取らせ、エコーウィンドは、渡邊らの報告⁸⁾を参考に、舌骨の陰影を含み、舌背面から梨状陥凹が描出できるように設定した。

青色に着色した粘性気泡液3mlをシリンジで口腔内に注入し、意識的に咽頭へ流入・貯留させた後に嚥下動作を行わせた。施行回数は5回とした。

4. 研究成果

結果

(1) 被験食品の造影効果について

作製した粘性気泡液の気体含有率(ボイド率)の経日的変化は、作成時58%、7日後29%、14日後23%であり、気泡の崩壊が緩やかな粘液であった。気泡の直径は、数百 μ mであった。粘性気泡液の超音波画像および輝度測定結果は、試料A:67.9 \pm 4.3、試料B:

65.8±2.0、試料 C : 55.6±1.3 であり、コントロールである蒸留水は 51.8±1.0 であった。粘性気泡液の分量が多い方が輝度数値が高く、試料 A、B、C いずれも、蒸留水と比較して輝度が高く、画像上でも視認可能であった。

(2) 咽頭部の画像描出について

被験食品が咽頭部に流入した時の同期画像より、内視鏡画像上では、視認しやすく青色に着色した被験食品が梨状陥凹に流入しており、超音波画像上では、舌骨および甲状軟骨と思われる硬組織の陰影と舌根部から梨状陥凹へと輝度が高い液体の流入した状況が観察された。

考察

摂食嚥下障害の診断には、誤嚥/窒息のリスク管理が重要であるため、咽頭期の評価が容易である VF や VE が主に実施されている。これまで US を用いた検査方法の中で臨床応用されているのは口腔期の評価が中心であり⁵⁾、咽頭期の評価としては、舌骨の動態⁷⁾や食道入口部の評価⁸⁾などの基礎的研究のみである。US による咽頭期の評価を困難にする要因としては、筋肉や動脈など軟組織と甲状軟骨、舌骨などの硬組織、気管や咽頭腔といった空洞が混在しているため、部位の同定が困難であることが考えられている。また、摂食嚥下時には、顎運動を伴うため、超音波プローブを顎下部に固定することが困難なため、エコーウィンドが固定しにくい部位であることも咽頭期の評価を困難にする要因と考えられる。今回、咽頭期の評価について US を用いて行うために、US で検出が容易にできる被験食品と梨状陥凹通過時の描出画像について検討する必要があった。

(1) 被験食品について

超音波の造影剤には、循環器の検査に用いられる微小気泡造影剤があり、これらは、気泡が超音波で崩壊して消失する現象で造影効果を発揮している¹⁰⁾。本研究で用いた気泡は、数百 μm の大きさであり、液体と気体の音響特性の差を利用して画像コントラストを得やすくしている。口腔や咽頭腔、気管といった空洞内を通過または貯留している状態を確認する必要があるため、中腔状態のチューブを用いて検討した。粘性気泡液濃度を变化させた所、ある程度の濃度が必要であることから、経口摂取時に気泡が維持されることが重要であることが推察された。

(2) 咽頭部の超音波画像描出について

超音波画像の部位同定が困難であることから、内視鏡画像と超音波画像を PC 上で同期させることにより、超音波画像上で描出された画像を検証することができた。梨状陥凹へ流入する被験食品は、適度な粘性と気泡を含有しているため明瞭に確認することが可

能であった。また、気泡の保持時間が長いため、貯留している間も容易に確認可能であったことから、咽頭部の超音波画像描出に有用であることが示唆された。

舌骨や甲状軟骨などの硬組織は、エコーウィンドを設定する上で基準としやすいが、陰影部分に梨状陥凹や喉頭蓋谷が重なることで、被験食品の通過や貯留についての評価が困難になる場合もあった。臨床応用する際には、硬組織の陰影を避けるようにエコーウィンドを操作しながら、咽頭部への貯留の有無を観察することができると推察された。

喉頭侵入や誤嚥時の様子は、基礎研究での評価が困難であるため、今後は咽頭部の組織を再現したモデルでの研究が必要と考えられた。

まとめ

咽頭部の超音波画像描出に粘性気泡液を用いることで、梨状陥凹を食塊が通過する際に明瞭な超音波画像の描出が可能であった。今後の臨床応用に際しては、誤嚥や窒息のリスクを軽減するために詳細な解剖学的な部位の特定と誤嚥時の画像描出の検討が必要と考えられた。

参考文献

- 1) 日本摂食嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会：嚥下造影の検査法（詳細版）日本摂食嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会 2014 年度版. 日摂食嚥下リハ会誌, 18(2): 166-186, 2014.
- 2) 日本摂食嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会：嚥下内視鏡検査の手順 2012 改定（修正版）. 日摂食嚥下リハ会誌, 17(1): 87-99, 2013.
- 3) 大塚義顕：超音波による舌矢状断描出法の検討. 障歯誌, 15:3-12, 1994.
- 4) 渡辺聡、綾野理加、大塚義顕、et al：超音波断層法による舌動態の解析. 障歯誌, 16: 24-37, 1995.
- 5) 穴倉潤子、大塚義顕、尾本和彦、et al：増粘食品の嚥下障害への影響. 障歯誌, 15: 27-36, 1994.
- 6) 村田尚道、萩島弘之、向井美恵：三次元超音波画像診断装置を用いた食塊保持時における舌形態の観察-描出方法の検討および食塊量の変化に伴う舌形態における対応-. 日摂食嚥下リハ会誌, 8(1): 26-38, 2004.
- 7) 藪中幸一、橋本務、真田茂、et al：超音波診断装置を用いた嚥下時の舌骨動態解析. 日摂食嚥下リハ会誌, 12(2):135-140, 2008.
- 8) 渡邊賢礼、弘中祥司、内海明美、et al：超音波画像診断装置を用いた食道入口部描出法の確率-食道入口部開大比および水分通過時間の測定-. 障歯誌, 32: 19-28, 2011.
- 9) Miller, J. L. and Watkin, K. L.:

Lateral pharyngeal wall motion during swallowing using real time ultrasound. Dysphagia, 12: 125-132, 1997.

- 10) 森安史典、飯島尋子：微小気泡造影剤を使った造影超音波診断の現状と展望. 映像情報 Medical, 38(5): 570-578, 2006.

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 1件)

村田尚道：嚥下時における咽頭部の超音波検査法の開発. BIO Clinica, 30(12):101-105, 2015.

査読 無

[産業財産権]

出願状況(計 1件)

名称：粘性気泡液およびその製造方法、その製造装置、その保存方法

発明者：谷本啓介、中條数美、宮脇卓也、村田尚道

権利者：同上

種類：特許

番号：2014-081363

出願年月日：2014年4月10日

国内外の別：外国

6. 研究組織

(1)研究代表者 村田尚道

(MURATA Naomichi)

岡山大学病院・スペシャルニーズ歯科センター・助教

研究者番号：10407546