

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19592256

研究課題名（和文） 障害者における摂食・嚥下機能訓練とその評価に関する研究

研究課題名（英文） A Study on Training and Evaluation of Swallowing Function in Dysphagia

研究代表者

越野 寿（KOSHINO HISASHI）

北海道医療大学・歯学部・准教授

研究者番号：90186669

研究成果の概要：従来、術者の経験により評価、判断されてきた嚥下機能訓練の進行度合いを客観的に提示することを目的として、正常有歯顎者と障がい者の試験食品嚥下時の内視鏡画像記録および嚥下音記録を行った。これらの結果を分析し、新たな診断基準を設定した。嚥下音記録から、嚥下の有無、誤嚥の有無の診断を行わせ、その診断精度を求めたところ、正診率は83%であり、スクリーニングテストとしての有用性が確認できた。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：歯学 嚥下 内視鏡 障害者

1. 研究開始当初の背景

近年、嚥下反射と咳反射の低下による不顕性誤嚥と老人性肺炎との関連が問題視されており、高齢者人口の増加に伴い、摂食・嚥下機能障害が注目されている。特に、医科分野においては、誤嚥性肺炎との関連から嚥下障害への取り組みがなされている。

われわれは、これまで行ってきた口腔機能評価に関する研究を踏まえ、平成17年から、障害者（児）における嚥下機能評価方法の簡便化を目指してきた。障害者（児）の摂食嚥下訓練時に、内視鏡画像と嚥下音の記録を行い、誤嚥の有無における嚥下音パター

ンの違いの検討したところ、嚥下音単独による嚥下機能評価の可能性を示唆した。

2. 研究の目的

本研究では、放射線被曝が無く、チェアアサイドで手軽に実施できる超音波画像（以下、US画像とする）診断による嚥下機能の客観的評価法（以下、US法とする）と内視鏡画像（以下IS画像）検査、従来より嚥下障害の確定診断に用いられている嚥下造影画像（以下、VF画像とする）の嚥下時の記録を分析することで、被曝のない簡便な摂食・嚥下機能検査法を確立し、簡便なスクリ

一ニングテスト法を確立し、的確な嚥下機能訓練の遂行を補助することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 内視鏡画像と (IS) と嚥下音との関係

①被験者

顎口腔系機能に異常を認めない成人男性 5 名 (平均年齢 40±歳) と嚥下障害を訴えている患者 4 名 (脳梗塞の後遺障害として軽度の嚥下障害を訴えている男性患者 1 名 (89 歳)、先天性疾患による嚥下障害患者 3 名 (9、19、27 才) を被験者とした。被験者には、研究についての説明と同意を経て測定を実施した。

②方法

嚥下運動の観察には、内視鏡 (鼻咽腔ビデオスコープ) と心音マイクを用いた。内視鏡画像および嚥下音信号画像は、4 チャンネル同時収録 DVD レコーダーに毎秒 30 コマのデジタル画像データとして収録した。

なお、誤嚥の危険性を考慮してゼリーを試験食品として用い、嚥下試験に際しては一口量の試験食品を嚥下する試行を 3 回繰り返した。また、嚥下第 1 音、第 2 音の発現持続時間を測定した。

(2) 嚥下音による嚥下の有無および誤嚥の有無の診断について

①被験者

本学所属の歯科医師 30 名が被験者であり、内訳は、研修医を含む臨床経験 3 年未満の歯科医師 10 名、臨床経験 3 年以上 10 年未満の歯科医師 10 名、臨床経験 10 年以上の歯科医師 10 名である。

②方法

われわれの設定した診断基準を元に、20 例の嚥下音記録からの嚥下の有無および誤嚥の有無の判定を行わせた。

嚥下の判定は嚥下音の発現の有無をもって行った。また、嚥下障害の診断基準として、明瞭な嚥下第 2 音が観察できないこと、嚥下後に呼吸に一致した小さな音波形が記録される、嚥下音波形の持続時間が 316msec 未満であることを設定した。

20 例の嚥下音記録の内訳は嚥下が行われたものは 15 例 (その内、誤嚥したものが 4 例)、嚥下が行われなかったものが 5 例であり、嚥下障害者が 5 名、健常者が 15 名の嚥下音記録を用いた。

4. 研究成果

(1) 内視鏡画像と (IS) と嚥下音との関係

①嚥下の正常像

成人男性の正常嚥下時の内視鏡画像と嚥下音との同時記録結果の一例

を図 1-5 に示す。なお、内視鏡画像に同期する嚥下音画像の時点を示した。図 1 は、舌背による咽頭側への食塊送り出しが開始した時点あり、この時点ではまだ気道は開いている。図 2 は、咽頭側への食塊の送り出しが完了した時点であり、嚥下音第 1 音が発生した時点を示す。図 3 は、ホワイトアウト発生時を示しており、これは、5 名の被験者いずれにおいても嚥下第 1 音と第 2 音の発生時点の間で発生していた。図 4 は、嚥下第 2 音発生時点であり舌背による食塊の移動は完了していた。成人男性の正常嚥下においては 5 名 15 試行すべての嚥下において第 1 音と第 2 音からなる嚥下音がホワイトアウトに前後して発現することが観察された。図 5 は、嚥下運動終了時点であり、気道は開いており図 1 と同様の状態を示していた。なお、食品の嚥下を伴わない空嚥下では嚥下第 1 音のみが観察された。

②嚥下障害患者の嚥下像

障害を有する患者においては、誤嚥は認められない場合でも、正常者の場合と異なり、嚥下第 1 音と第 2 音の区別が不明瞭であったり、第 2 音が欠落していたりしていた。これは、舌の運動によって食塊が喉頭蓋付近に送り出されているが、嚥下反射が誘発されないため、図 6 に示すような喉頭蓋付近に食塊が貯留する結果につながった。その後、図 7 に示すように、嚥下音第 1 音が発生するとともに、嚥下反射が誘発された。嚥下音第 1 音の発生に引き続きホワイトアウトが発生 (図 8) するとともに、嚥下第 2 音が観察された。ホワイトアウト前後に嚥下の第 1 音と第 2 音が発生するとともに嚥下反射が起こっているのは成人男性の正常嚥下像でも観察されたことである。このことから、本症例においては、個々に観察された嚥下運動は正常な嚥下がなされたと考えられる。しかし、一回の嚥下運動後も嚥下音第 2 音相当程度の波形が記録され、口腔内にまだ食塊が残留し、それを集めて次の嚥下に備えようとする動作が観察できた (図 9)。

図 10-12 に、嚥下はできるがしばしば咽せる患者の記録の一例を示す。嚥下第 1 音の発生直後にホワイトアウトが発現していた (図 10)。嚥下第 2 音発生時点では、嚥下は終了していたが (図 11)、喉頭蓋周辺に食塊が残留していた。図 11 に嚥下運動終了時点での記録を示すが、喉頭蓋周辺の食塊

残留が確認できた。本症例から、嚥下ができて不完全な場合には、明瞭な嚥下第2音が観察できないことが確認された。

図13に誤嚥発生時の典型的な嚥下音波形を示す。図中左側の卵形の概形を有する波形が嚥下音であり、第1音しか観察できない。中間部で発生している小さな波形は、小さな誤嚥した食片によって呼吸による空気の流れが乱れたために発生した音と考えられ、右側のスケールを振り切った波形は咳に対応している。

図14に食塊を伴わない嚥下、所謂から嚥下時の嚥下音の記録例を示す。嚥下第1音は観察できるが、第2音は観察できない。

嚥下音の発現持続時間の平均値および標準偏差は図15に示す通りであった。誤嚥を伴う嚥下の場合の嚥下第2音および嚥下音持続時間は、正常嚥下のそれらに比較して有意に低い値を示した。



図5 嚥下運動終了時点

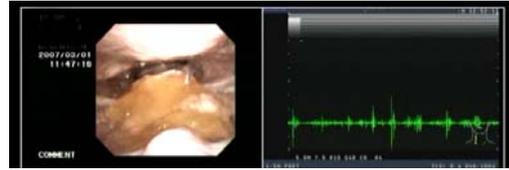


図6 喉頭蓋付近での食塊の貯留

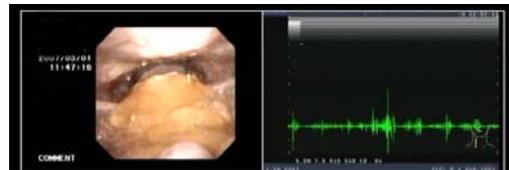


図7 嚥下第1音発生時点



図1 咽頭側送り出し時点

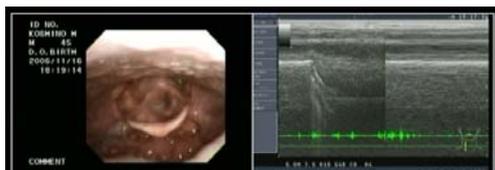


図2 嚥下第1音発生時点

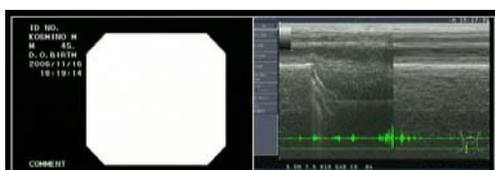


図3 ホワイトアウト発生時点

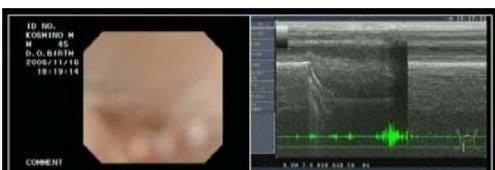


図4 嚥下第2音発生時点

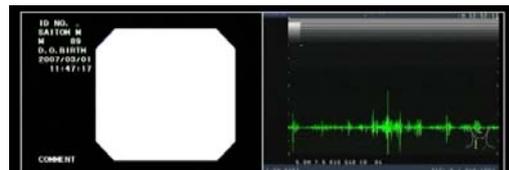


図8 ホワイトアウト発生時点

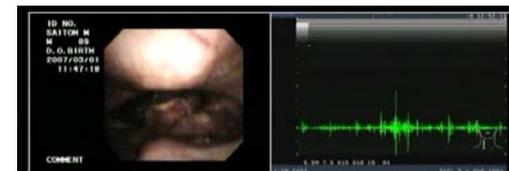


図9 嚥下運動終了時点

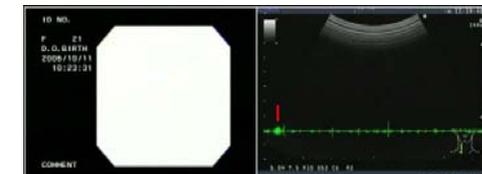


図10 ホワイトアウト発生時

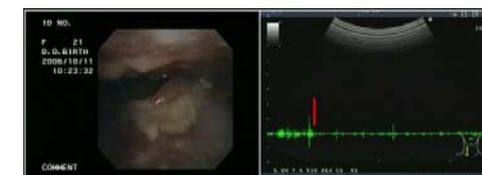


図11 誤嚥発生時の嚥下音波形

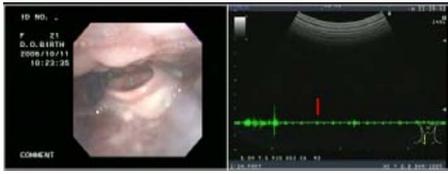


図 12 誤嚥発生時の嚥下音波形



図 13 誤嚥発生時の嚥下音波形

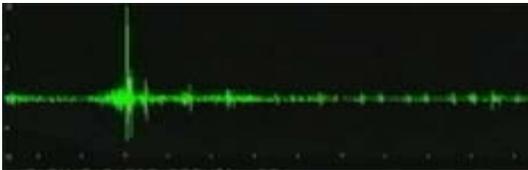


図 14 空嚥下時の嚥下音波形

③ 嚥下評価の診断基準

正常な嚥下の記録結果から、嚥下音第 1 音は気道の閉鎖に関連し、嚥下音第 2 音は食塊の移動に関連していると考えられた。すなわち、正常な嚥下では、喉頭蓋付近への食塊の到達に先立って喉頭蓋が気道を閉鎖し誤嚥に備える体制が整い、その際の喉頭蓋の移動に伴って嚥下第 1 音が発生すること、その後に食塊が到達し、食道入口部を食塊が通過する際に嚥下第 2 音が発生すると考えられた。したがって、食塊の移動を伴わない空嚥下では嚥下第 2 音が欠落することとなり、本実験結果でも、このことを示す結果が得られている（図 14）。また、嚥下障害を有する患者の場合、嚥下しようとしても嚥下反射が惹起されるに、嚥下できない状況がある。このような場合には、嚥下音はほとんど観察されないため、嚥下運動が行われたか否かの判定は、嚥下音の発現の有無から容易にできる。さらに、食塊が移動せずに、嚥下運動だけが惹起された場合には、空嚥下の状況になるが、これは、喉頭蓋の動きは伴うために嚥下第 1 音は観察されるが、食塊の移動が伴わないために嚥下第 2 音の発現は認められない。したがって、嚥下の有無の判定は、嚥下音の記録から行うことが可能といえる。

誤嚥の有無の判定に関しては、明確な誤嚥があり場合には、咳の発現により記録するまでもなく判断がつく。誤嚥しているが、咳を惹起しない場合でも、嚥下音の記録には、呼吸に対応したノイズ音が観察され、誤嚥の発生を検知することが可能と考えられる（図 13）。

嚥下 1 音、2 音持続時間および両者を加えた嚥下音持続時間に関して、嚥下障害を有する被験者においても、誤嚥なく嚥下ができた場合にはそれぞれ正常嚥下と同程度の値を示したのに対して、誤嚥を伴う嚥下の場合には、嚥下第 2 音がほとんど観察されず、結果として、嚥下音持続時間が正常嚥下に比較して有意に低い値を示した。このことは、誤嚥の有無の診断基準として、嚥下音持続時間が有効であることを示すと考えられる。嚥下第 2 音は、誤嚥がある場合には不明確となることが多いため、診断基準とするパラメータは、嚥下 1 音、2 音の区別をしないで、両者を足した嚥下音持続時間を用いることとし、標準値は、正常嚥下の平均値から標準偏差分を差し引いた 316msec とすることとした。すなわち、嚥下音の持続時間が 316msec 未満の場合、正常な嚥下がなされなかったと判定することとした。

以上のことから、嚥下障害の診断基準として、明瞭な嚥下第 2 音が観察できないこと、嚥下後に呼吸に一致した小さな音波形が記録される、嚥下音波形の持続時間が 316msec 未満であることを設定した。

(2) 嚥下音による嚥下の有無および誤嚥の有無の診断について

嚥下の判定結果から作成した 2 × 2 分割表を表 1 に示す。実際に嚥下が行われた際に嚥下が行われたと判断される率、すなわち陽性率は 68%であった。実際に嚥下が行われなかった際に嚥下が行われていないと判断される率、すなわち陰性率は 65%であった。

表 1 嚥下の有無に関する 2 × 2 分割表

	嚥下	非嚥下	合計
陽性 (嚥下と判定)	306	48	354
陰性 (非嚥下と判定)	144	102	246
合計	450	150	600

また、感度66%、偽陽性率34%、特異度67%、偽陰性率32%であった。本研究で選択した20例のうち、嚥下障害者の嚥下音記録に嚥下音の振幅が小さい波形が2例認められたため、陽性率、陰性率ともに、6割台にとどまる結果となった。今回の嚥下の判定には、被験者の歯科医師に紙媒体の嚥下音記録のみで、判定を行わせたが、実際のスクリーニングを行う現場では、患者と意思疎通を図ることによって、さらに検出精度は上がるものと考えられる。しかしながら、振幅が極端に小さい例外的な嚥下音の波形に対しては、今後更なる分析と検討が必要であると思われる。

次に、誤嚥の有無についての判定結果から作成した2×2分割表を表2に示す。実際に誤嚥した際に誤嚥したと判断される率、すなわち陽性率は83%であった。実際に誤嚥しなかった際に正常な嚥下と判断される率、すなわち陰性率は79%であった。

表2 誤嚥の有無に関する2×2分割表

	誤嚥	誤嚥無	合計
陽性 (誤嚥と判定)	100	101	201
陰性 (誤嚥なしと判定)	20	379	399
合計	120	480	600

また感度80%、偽陽性率20%、特異度82%、偽陰性率17%であった。

これまで、簡便な嚥下障害のスクリーニング法として、嚥下音を聴覚的に判断する頸部聴診法が報告されており、その判別率は80%台と、画像診断と高い一致率を示している。しかしながら、嚥下音による判断は訓練と経験が必要とされ、客観的な指標を模索するために、嚥下音の音響特性が今なお研究されている。

本研究では、嚥下持続時間による客観的な指標を判断基準に用いることによって、高い検出精度で誤嚥を診断することが可能であった。さらに、被験者のうち、33.3%が卒業したばかりの研修医を含む臨床経験3年未満の歯科医師であった。これらの結果は、嚥下持続時間を指標にした嚥下音記録は臨床経験を問わず、誤嚥の診断に有効であることを示唆している。

摂食嚥下機能障害への取り組みに関しては、医科あるいはリハビリテーション領域においてなされているが、その対象は「咽頭期」から「食道期」にかけての検討であり、「口腔準備期」から「口腔期」にかけての検討は国内外を問わず僅かである。特に、

歯科領域の最重要課題である「咀嚼嚥下障害への対応」は、歯科的リハビリテーションによる治療を可能にすることに繋がり、高齢社会での臨床的意義は極めて大きい。

本研究の結果を臨床現場へ応用し実現化するためには、今後更なる嚥下音の分析と、嚥下音記録装置の簡易化が必要である。より多くの医療機関で実施可能な嚥下機能評価法を確立することが、多くの嚥下機能に障害を有する患者の福音となると考える。

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3件)

1) Matsubara K, Koshino H, Toyoshita Y, Hirai T, Evaluation Method of Swallowing Function by Swallowing Sound and Endoscope in Patients with Dysphagia, *Prosthodontic Research & Practice*, 7 : 177-179, 2008. 査読あり

2) Koshino H, Hirai T, Ishijima T, Tsukagoshi H, Ishigami T, Tanaka Y, Development of New Food Intake Questionnaire Method for Evaluating the Ability of Mastication in Complete Denture Wearer, *Prosthodontic Research & Practice* 7 : 12-18, 2007. 査読あり

3) 越野 寿, 平井敏博, 横山雄一, 牧浦哲司, 松実珠千, 岩崎一生, 嚥下閾からみた全部床義歯装着者の咀嚼機能評価, *日本補綴歯科学会雑誌*, 51 : 42-48, 2007. 査読あり

[学会発表] (計6件)

1) 松原国男, 越野 寿, 千葉逸朗, 柳谷昌士, 平井敏博, 本学歯科内科クリニック地域支援医療科活動報告 第8報, 北海道医療大学歯学会第25回学術大会, 2009年2月28日, 北海道当別町

2) Koshino H, Matsubara K, Hirai T, Toyoshita Y, Iwasaki K, Evaluating Method of Swallowing Function by Swallowing Sound, 86th General Session & Exhibition of the IADR12th, 2008年7月3日, カナダトロント

3) 越野 寿, 松原国男, 平井敏博, 本院地域支援医療科における対高齢者活動, 第19回日本老年歯科医学会学術大会, 2008年6月20日, 沖縄

4) Matsubara K, Toyoshita Y, Koshino H, Hirai T, Evaluation of Swallowing Function in Dysphagia by Swallowing Sound and Endoscope, *The Japan Prosthodontic Society and The Greater New York Academy of Prosthodontics*, 2007年10月20日, 東京

- 5) Toyoshita Y, Matsubara K, Koshino H, Hirai T, Swallowing Function Evaluating Method by Swallowing Sound and Endoscope in Patients with Dysphagia , International Collage of Prosthodontists, 2007年9月5日, 福岡
- 6) 松原国男、越野 寿、木下憲治、服部佳子、平井敏博, 内視鏡画像と嚥下音を利用する嚥下機能評価法に関する検討, 第18回日本老年歯科医学会学術大会, 2007年6月21日, 札幌

6. 研究組織

(1) 研究代表者

越野 寿 (KOSHINO HISASHI)

北海道医療大学・歯学部口腔機能修復再建学
系咬合再建補綴学分野・准教授

研究者番号：90186669

(2) 研究分担者

平井 敏博 (HIRAI TOSHIHIRO)

北海道医療大学・歯学部口腔機能修復再建学
系咬合再建補綴学分野・教授

研究者番号：80014273

横山 雄一 (YOKOYAMA YUICHI)

北海道医療大学・歯学部口腔機能修復再建学
系咬合再建補綴学分野・講師

研究者番号：50295903

田中 真樹 (TANAKA MAKI)

北海道医療大学・歯学部口腔機能修復再建学
系咬合再建補綴学分野・講師

研究者番号：40207139

木下 憲治 (KINOSHITA KENJI)

北海道医療大学・個体差医療科学センター・
准教授

研究者番号：50211199

豊下 祥史 (TOYOSHITA YOSHIFUMI)

北海道医療大学・歯学部口腔機能修復再建学
系咬合再建補綴学分野・助教

研究者番号：20399900

岩崎 一生 (IWASAKI KAZUO)

北海道医療大学・歯学部口腔機能修復再建学
系咬合再建補綴学分野・助教

研究者番号：90453274