

学位論文

Doctoral Thesis

若年健常者の嚥下圧動態解明と
顎引き嚥下（Chin-Down）が
嚥下圧動態にもたらす影響について

(Pressure profiles and effect of chin-down maneuvers on swallowing pressure
in healthy young adults)

松原 慶吾

Keigo Matsubara

熊本大学大学院医学教育部博士課程医学専攻耳鼻咽喉科・頭頸部外科学

指導教員

湯本 英二前教授

熊本大学大学院医学教育部博士課程医学専攻耳鼻咽喉科・頭頸部外科学

紹介教授

西村 泰治教授

熊本大学大学院医学教育部博士課程医学専攻免疫識別学

2017年3月

学 位 論 文

Doctoral Thesis

若年健常者の嚥下圧動態解明と顎引き嚥下（Chin-Down）が
嚥下圧動態にもたらす影響について
(Pressure profiles and effect of chin-down maneuvers on swallowing pressure
in healthy young adults)

著 者 名 : 松原 慶吾
Keigo Matsubara

指導教員名 : 熊本大学大学院医学教育部博士課程医学専攻耳鼻咽喉科・頭頸部外科学
湯 本 英 二 前教授

審査委員名 : 歯科口腔外科学担当教授	中山 秀樹
知覚生理学担当教授	宋 文杰
消化器外科学担当教授	馬場 秀夫
眼科学担当教授	谷原 秀信

若年健常者の嚙下圧動態解明と顎引き嚙下 (Chin-Down) が嚙下圧動態にもたらす影響に ついて

- I . 目次
- II . 要旨
- III . 学位論文の骨格となる参考論文リスト
- IV . 謝辞
- V . 略語一覧
- VI . 嚙下障害の評価とリハビリテーション
- VII . 若年健常者の嚙下圧動態の解明
- VIII . Chin-Down が嚙下圧動態に及ぼす影響
- IX . 結語
- X . 参考文献

I . 目次

I . 目次	p 4
II . 要旨	p 5
III . 学位論文の骨格となる参考論文リスト	p 9
IV . 謝辞	p 1 0
V . 略語一覧	p 1 1
VI . 嚙下障害の評価とリハビリテーション	p 1 2
VII . 若年健常者の嚙下圧動態の解明	
1 . 背景と目的	p 1 4
2 . 方法	p 1 6
3 . 結果	p 2 4
4 . 考察と小括	p 3 4
VIII . Chin-Down が嚙下圧動態に及ぼす影響	
1 . 背景と目的	p 4 2
2 . 方法	p 4 4
3 . 結果	p 4 7
4 . 考察と小括	p 4 9
IX . 結語	p 5 2
X . 参考文献	p 5 3

Ⅱ．要旨

【目的】

1cm 毎に位置する 36 個の全周性のセンサーを有する咽頭食道内圧計である高解像度マノメトリーが開発された。これまで嚥下圧検査で使用されてきた従来の嚥下圧測定機器では、1 回の嚥下で軟口蓋から頸部食道までを同時に評価することができなかったが、高解像度マノメトリーでは評価できる。この高解像度マノメトリーを用いて、(1) 嚥下する量と温度、(2) 代表的なりハビリテーション手技である Chin-Down が、嚥下圧動態に及ぼす影響について検討した。

【方法】

(1) 平均 25.3 ± 3.6 歳の健常者 30 名（男性 15 名、女性 15 名）を対象とした。UES 部の静止時圧および通常頸位で唾液、2.5・10 mL の温水及び冷水を嚥下した時の軟口蓋部・中下咽頭部・UES 部・頸部食道の最大内圧、UES 部平圧化持続時間、前鼻孔からの距離に嚥下圧ピーク値をプロットした嚥下圧曲線、嚥下圧ピークまでの時間をプロットした嚥下圧伝播曲線を評価した。

(2) 平均 26.4 ± 3.1 歳の健常者 26 名（男性 10 名、女性 16 名）を対象とした。通常頸位と機能解剖学的に区別した Chin-Down（頭部屈曲位・頸部屈曲位・複合屈曲位）で 5 mL の冷水を嚥下した時の軟口蓋部・中下咽頭部・UES 部の最大内圧、UES 部平圧化持続時間を評価した。

【結果】

(1) 嚥下する量の増減で最大内圧・嚥下圧曲線・嚥下圧伝播曲線に影響はみられなかったが、UES 部の平圧化持続時間は延長する傾向を示した。温水と比べて冷水嚥下で UES 部と頸部食道の最大内圧が高く、5 mL 冷水嚥下時に UES 部の平圧化持続時間が延長した。

(2) 軟口蓋部と中下咽頭部の最大内圧は、通常頸位と比べて

Chin-Down では有意な差はみられなかった。しかし、UES 部の最大内圧は、通常頸位と比べて頸部屈曲位及び複合屈曲位は有意に低い結果を示した。さらに、UES 部の平圧化持続時間は通常頸位と比べて頸部屈曲位では有意に延長し、頭部屈曲位では有意に短縮した。

【考察および結論】

(1) 嚥下する量が増加すると咽頭内で強い駆出力あるいは UES 開大時間の延長の一方もしくは両者が必要となる。本研究の結果から、咽頭内圧を高めて強い駆出力を発生させるのではなく、UES 部の平圧化時間を延長させることで、増加した食塊が食道に送り込まれると考えられた。また、嚥下する水の温度は食道入口部と頸部食道の嚥下圧動態に影響を及ぼすと考えられた。

(2) Chin-Down を機能解剖学的に区別した頭部屈曲位・頸部屈曲位・複合屈曲位では、UES 部の嚥下圧動態に与える影響が異なるため、嚥下障害者に用いる場合はこの三者の頸位を区別して用いることが必要である。頸部屈曲位は、UES 部の平圧化持続時間が延長したことから食塊の UES 通過に有利、頭部屈曲位は UES 通過に不利な Chin-Down である可能性が示唆された。

Abstract

Objective; Recently, a 2.64-mm-diameter high-resolution manometry (HRM) catheter with 36 circumferential sensors have been developed for pressure monitoring mainly in pharynx and esophageal lesions. The high number and circumferential nature of the sensors allowed more accurate pressure measurement in the asymmetrical pharynx than that obtained with classical manometry. The purpose of the study was to determine (1) the effect of bolus volume and bolus temperature on swallowing pressure (SP), (2) the effects of chin-down maneuvers on SP.

Study design; (1) First study enrolled volunteers without history of air way diseases and swallowing problems consisting of 15 males and 15 females, with a mean age of 25.3 ± 3.6 years. The subjects were asked to swallow water at different temperatures and volumes to examine the maximum swallowing pressure (MSP) at the velopharynx, meso-hypopharynx, upper esophageal sphincter (UES), and cervical esophagus, and the duration of lowered pressure at the UES, SP curve, and SP propagation curve. (2) The second study enrolled 10 males and 16 females, with a mean age of 26.4 ± 3.1 years. Twenty-six healthy subjects swallowed 5mL of cold water at the neutral position and chin-down to examine the MSP at the velopharynx, meso-hypopharynx, UES and the duration of lowered pressure at the UES.

Results: (1) The swallowing pressure dynamics at any location was unaffected by volume water, whereas the MSP at the UES and cervical esophagus was affected by the temperature. The duration of lowered SP at the UES was significantly prolonged by bolus

volume. (2) The MSP at the velopharynx and meso-hypopharynx did not significantly differ among the 3 different chin-down maneuvers. Upon swallowing in the neck flexion position (NF), the MSP was significantly lower at the UES, and the duration of the lowered SP at the UES was prolonged compared to the neutral position. In comparison, the duration of lowered SP at the UES was significantly shorter in the head flexion position (HF) than in the neutral position. Moreover, the combined HFNF position significantly lowered the MSP at the UES compared to the control position.

Discussion and conclusion: (1) Our data obtained with 2.64mm HRM demonstrated that as the bolus volume is increased, the duration of lowered SP at the UES is prolonged. Cold water enhances the SP at the UES and cervical esophagus. (2) NF maneuver resulted in significantly lower MSP and longer duration of the lowered swallowing pressure at the UES, which might assist bolus passage through the UES.

Ⅲ．学位論文の骨格となる参考論文リスト

1．関連論文

3 編 3 冊

(1) “ Swallowing pressure and pressure profiles in young healthy adults. ”

Keigo Matsubara, ST; Yoshihiko Kumai, MD, PhD;

Yasuhiro Samejima, MD, PhD; Eiji Yumoto, MD, PhD

Laryngoscope. 2014 Mar;124(3):711-7.

(2) “ Propagation Curve and Velocity of Swallowing Pressure in Healthy Young Adults. ”

Keigo Matsubara, ST; Yoshihiko Kumai, MD, PhD;

Yasuhiro Samejima, MD, PhD; Eiji Yumoto, MD, PhD

Dysphagia. 2015 Dec;30(6):674-9.

(3) “ Effect of three different chin-down maneuvers on Swallowing pressure in healthy young adults. ”

Keigo Matsubara, ST; Yoshihiko Kumai, MD, PhD;

Yuta Kamenosono, ST : Yasuhiro Samejima, MD, PhD;

Eiji Yumoto, MD, PhD

Laryngoscope. 2016 Feb;126(2):437-41.

2．その他論文

1 編 1 冊

(1) “ 胸部食道癌術後患者に対する頸部屈曲位嚥下の咽頭残留に及ぼす効果 ”

亀之藺佑太、熊井良彦、松原慶吾、鮫島靖浩、吉田直矢、馬場秀夫、湯本英二

嚥下医学 5, 2016 : 84-91

IV. 謝辞

終始熱心なご指導を頂いた熊本大学耳鼻咽喉科・頭頸部外科の湯本英二前教授、鮫島靖浩講師、熊井良彦助教に深謝致します。そして多くのご指摘を下さいました熊本大学耳鼻咽喉科・頭頸部外科の先生方、嚥下圧検査にご協力を頂きました皆様に感謝致します。

V. 略語一覧

UES : Upper esophageal sphincter

上部食道括約筋（食道入口部をつくる筋）

VF : Videofluoroscopic examination of swallowing

嚥下造影検査

VE : Videoendoscopic evaluation of swallowing

嚥下内視鏡検査

VI. 嚥下障害の評価とリハビリテーション

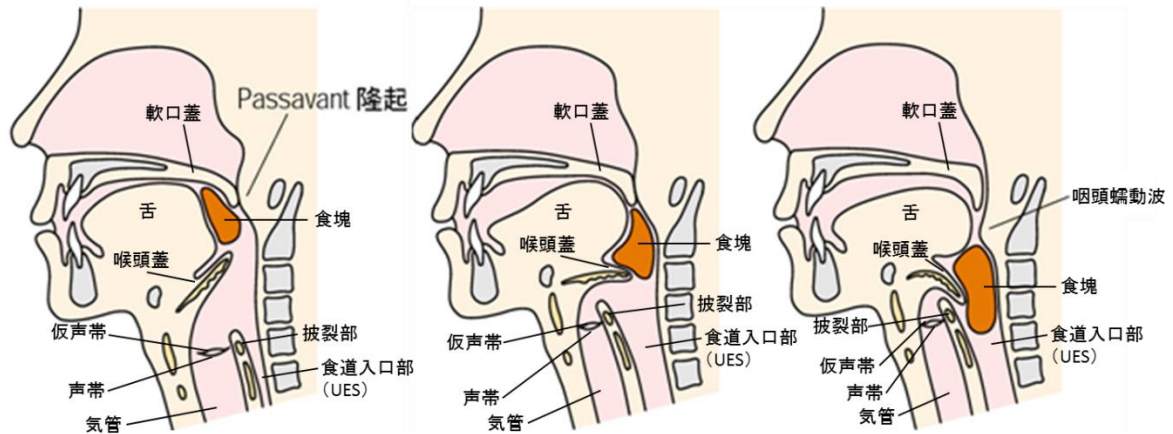
嚥下とは食物を飲み込むことであるが、摂食という広い意味からその時期を分類すると、先行期（認知期）、捕食・咀嚼期、口腔期、咽頭期、食道期に分けられる。まず、食物を認知して口に運ぶまでの先行期（認知期）、食物を捕食して口腔内に取り込み咀嚼をする捕食・咀嚼期、咀嚼し形成できた食塊を舌で咽頭へ送り込む口腔期、嚥下反射により咽頭に入った食塊が食道入口部を通過するまでの咽頭期、食道の蠕動運動と重力により食塊が食道入口部から胃まで移動する食道期である。このうち狭義の嚥下は口腔期、咽頭期、食道期のことをさし、この中でも特に重要なのが咽頭期である。

咽頭期（図1）は食塊が口腔から咽頭に送り込まれることで開始する。軟口蓋の挙上により鼻腔と中咽頭が遮断され（鼻咽腔閉鎖）、鼻腔との交通が絶たれる。さらに、喉頭が前上方に挙上し、喉頭蓋が後方に倒れ込み、披裂部の前方傾斜・仮声帯の内転により声門上腔が閉鎖する。さらに声帯が内転して声門が閉鎖する。これらの運動によって喉頭が閉鎖し、食物路と気道との交通が絶たれる。咽頭内の食塊の移送は、舌根部の後下方への運動と上・中・下咽頭収縮筋による咽頭蠕動波によって咽頭から食道へ向かって順序よく送り込まれる。この運動による食塊移送と同時に、上部食道括約筋（UES: Upper esophageal sphincter）である輪状咽頭筋の弛緩と喉頭の前上方移動により食道入口部が開大し、食塊が食道へと送り込まれる。咽頭期に障害がみられると、食塊が声門を越えて気管に侵入する（誤嚥）。

誤嚥が疑われる症例には、病態を詳細に評価することができる嚥下造影検査（Videofluoroscopic examination of swallowing; VF）、嚥下内視鏡検査（Videoendoscopic evaluation of swallowing; VE）が行われる。これらの検査に加えて、より正確な病態を把握するために、嚥下圧検査・超音波検査・筋電図検査などが行われる。

これらの検査で摂食嚥下障害と診断された患者には、病態に応じ

て食物を用いず嚥下機能の改善を目指す基礎的嚥下訓練、実際の食物を用いた摂食訓練の一方もしくは両者を用いたリハビリテーションが施される。誤嚥の危険性がある摂食訓練では、一口量、食形態の難易度、体位の難易度を勘案して、代償的手技を使用する。顎引き嚥下（Chin-Down）、リクライニング位、そして咽頭機能に左右差がある場合に用いられる頸部回旋位が代表的な代償手技である。



湯本英二ら 2002 嚥下障害を治す耳鼻咽喉科診療プラクティス(一部改変)¹⁾

図 1 咽頭期

Ⅶ．若年健常者の嚥下圧動態の解明

1．背景と目的

嚥下圧検査は、嚥下時に生じる咽頭収縮力や食道入口部の弛緩状態を圧力の変化として知ることができるため、嚥下障害の病態把握に極めて有効な検査である。特に咽頭期における食道入口部開大の有無とそのタイミングは本検査でのみ定量的に評価できる²⁾。

咽頭内の食塊移送の機序や咽頭期障害の病態について、嚥下圧検査を用いてこれまで検討されてきたが^{3) -10)}、使用されたセンサー数は3～4個で、その殆どが一方向のセンサーであった。少数のセンサーでは、軟口蓋から頸部食道までの圧を、1回の嚥下で評価することができない。従来の嚥下圧測定装置はセンサー数が少ないため、嚥下に関わる軟口蓋から頸部食道までの圧を測定するには、カテーテルを一旦食道内に挿入し、ある高さにおける嚥下圧を測定した後、カテーテルを一定距離引き抜いて測定するという操作を繰り返して行う(station pull-through法)必要があった(図2)。そのため、複数回の嚥下を繰り返す必要があり、軟口蓋から頸部食道までの1回の嚥下運動の圧動態を正確に測定し評価することができなかった。また、一方向のセンサーでは、受圧部の方向の違いで結果が著しく変わるため、透視下で受圧部の位置を確認する必要¹¹⁾があり、被検者のX線被曝の問題もあった。

これらの欠点を克服した、全周性のセンサーが1cm毎に36個配置された咽頭食道内圧計である高解像度マノメトリーが開発された。これを使用すると、軟口蓋から頸部食道までを1回の嚥下で評価することができ、かつ、受圧部の方向を確認する必要もなく嚥下圧を正確に評価できる¹²⁻¹⁵⁾。この高解像度マノメトリーを用いた、健常者の嚥下圧動態に関する研究報告は国内外で少数あるが¹²⁻¹⁵⁾、これらの報告で用いたカテーテルは4.0mm径であり、現在では、さらに細径の2.64mm径のカテーテルが開発されている。カテーテルの外径が細ければ、被検者の咽頭異物感が軽減し、嚥下運動がカテ

ーテルの影響を受けにくい。しかし、2.64 mm 径のカテーテルを用いた研究報告は、本邦だけでなく、外国でもみられない。

本研究では、2.64 mm 径高解像度マノメトリーで、若年健常者の嚥下圧動態を解明することを目的に研究を行った。

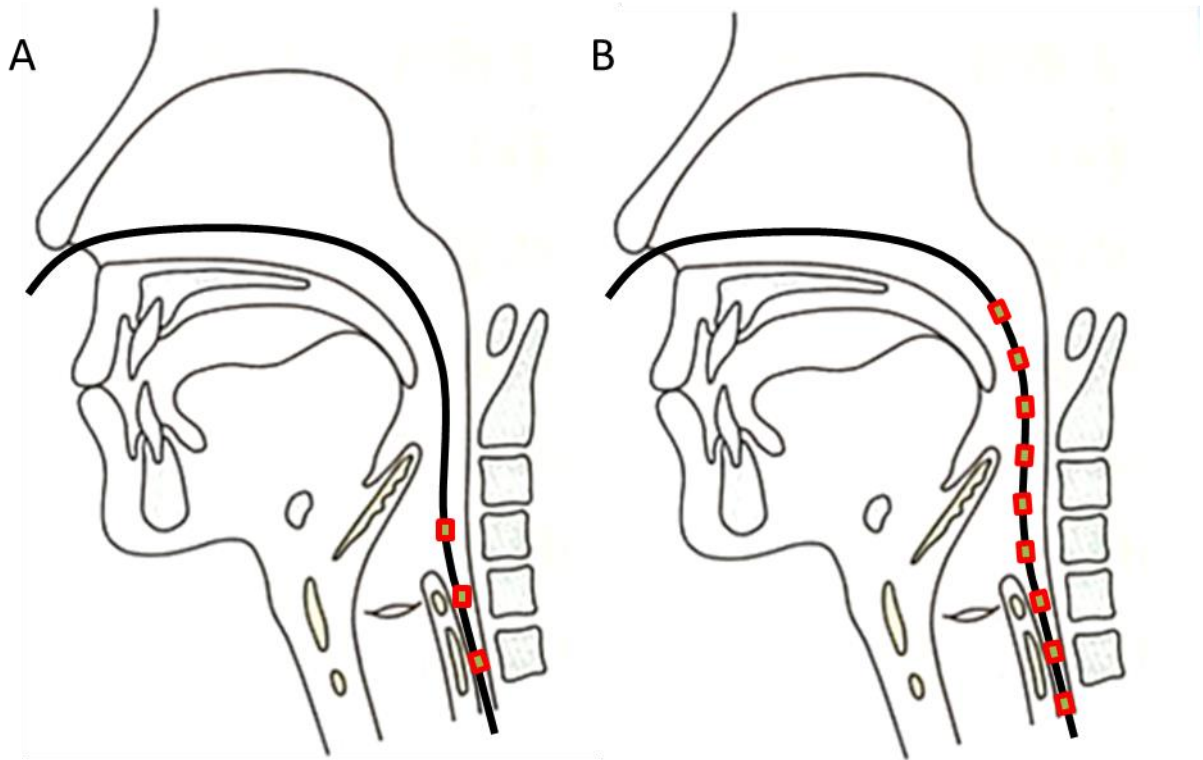


図 2 : A 従来の嚥下圧検査（3 個のセンサー）と B 高解像度マノメトリー（36 個のセンサー）による嚥下圧検査

従来の嚥下圧検査機器に搭載されるセンサー数が少なかったため、軟口蓋から頸部食道までの圧測定にはカテーテルを一旦食道内に挿入し、ある高さにおける嚥下圧を測定した後、カテーテルを一定距離引き抜いて測定するという操作を繰り返して行う（station pull-through 法）必要があった。36 個のセンサーを有する高解像度マノメトリーでは、軟口蓋から頸部食道までの圧を 1 回の嚥下で測定できる。

VII. 2. 方法

(1) 2.64 mm 径高解像度マノメトリー

米国 Sierra Scientific Instruments 社製 ManoScan[®] 成人用極細タイプである外径 2.64 mm のカテーテルを使用した。このカテーテルには 1 cm 毎に 36 個のセンサーが配置され、それぞれのセンサーは 12 方向の圧を捉えそれらの平均を出力できる全周性センサーである (図 3)。サンプリング周波数は 50 Hz (20 ms 毎のサンプリング)、測定できる圧の範囲は -20 ~ 600 mmHg である。また、記録保存されたデータは、専用の解析ソフトである “ManoView” を用いて、圧力がカラーで示される圧トポグラフィと圧力が波形として示される嚥下圧原波形を描出できる (図 4)。圧トポグラフィは縦軸が前鼻孔からの距離、横軸が時間、色の変化で圧力が表現される。圧トポグラフィ上に任意の 2 点を指定すれば、その 2 点を対角線とする矩形に囲まれる領域の最大値が自動的に計測される。また、圧トポグラフィ上に任意の等圧輪郭線を描出できる。

(2) 対象

咽喉頭に視診上異常がなく、呼吸・嚥下・発声に異常をきたしたことの無い正常ボランティア 30 名を対象とした。年齢は 22 歳 ~ 34 歳 (平均 25.3 ± 3.6 歳) で、男性 15 名、女性 15 名であった。検査前に嚥下圧検査の必要性和方法について説明を行い、同意を得て実施した (熊本大学大学院生命科学研究部等疫学・一般研究倫理委員会倫理第 463 号)。

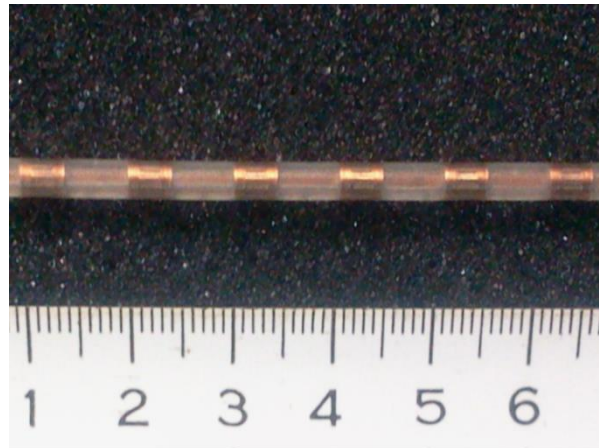


図 3 : 2 . 6 4 m m 径のカテーテルに全周性センサーが 1 c m 間隔で 3 6 個配置されている。径が細いため、嚥下運動がカテーテルの影響を受けにくく、カテーテル挿入および留置による不快感も少ない。1 回の嚥下で軟口蓋から頸部食道までを同時に評価することができる。

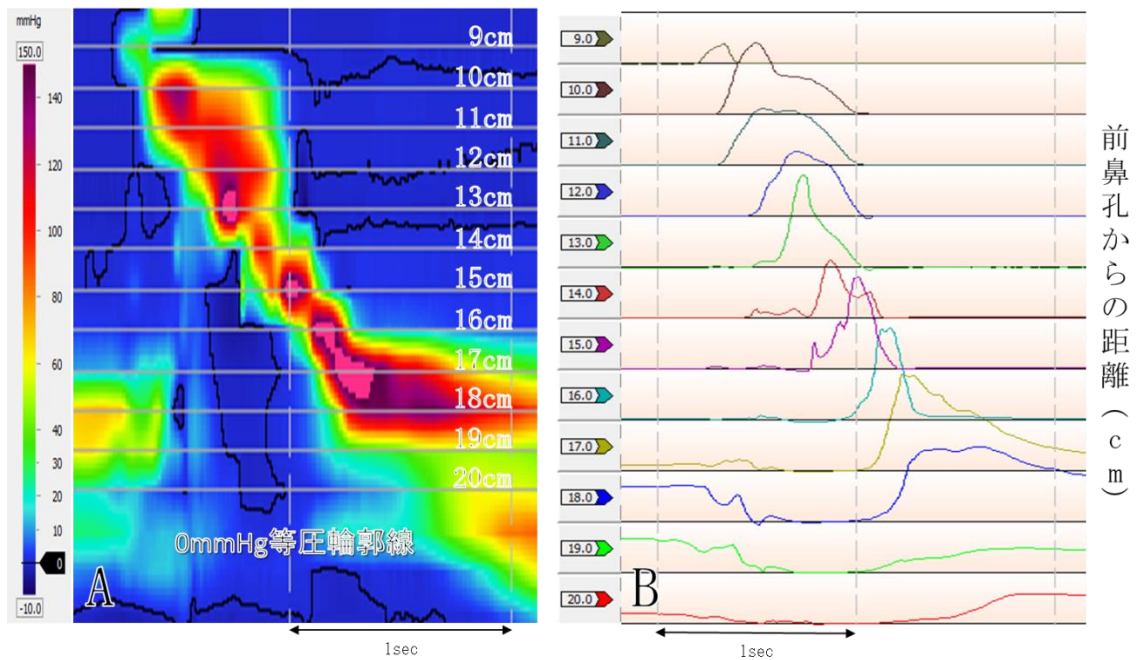


図 4 : 26 歳女性の測定結果

A. 圧トポグラフィ

縦軸が前鼻孔からの距離、横軸が時間、色の変化で圧力が示される。また、圧トポグラフィには任意の等圧輪郭線を描出できる。

B. 嚥下圧原波形

任意の 12ヶ所の嚥下圧原波形を表示できる。縦軸が圧力、横軸は時間で表現される。

(3) 検査方法 (図 5)

1) 挿入

姿勢は座位とし、挿入前に鼻腔と咽頭の表面麻酔を実施した。まず、4%リドカインを鼻腔内に噴霧し鼻腔の表面麻酔を行った。その後、2mLの4%リドカイン溶液を5秒間口腔内に含ませ吐き出すよう促し咽頭の表面麻酔を行った。カテーテルに2%リドカインゼリーを塗布し、外鼻孔から40cm挿入した位置で、鼻翼にテープで固定し、カテーテルの存在に慣れるまで5分程度待ち検査を開始した。

カテーテル挿入および留置による不快感は異常な嚥下運動を誘発する可能性があるため、本研究ではこれらの症状を軽減する目的で鼻腔と咽頭に軽い麻酔を使用した。

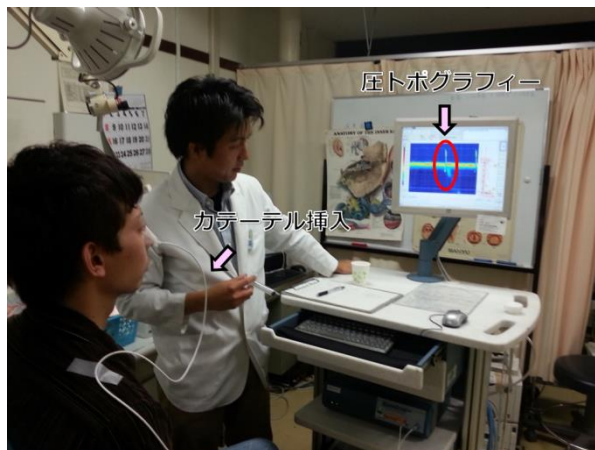


図 5：高解像度マノメトリーを用いた嚥下圧検査場面。カテーテルの挿入前に鼻腔と咽頭の表面麻酔を実施し、座位でカテーテルを挿入した。前鼻孔から40cm挿入した位置で、鼻翼にテープで固定し、カテーテルの存在に慣れるまで5分程度待ってから検査を開始した。嚥下圧はカラーで、圧トポグラフィとしてディスプレイ上に表示される。

2) 検査

嚥下圧検査は座位で、通常頸位（正面視）で実施した。嚥下試料には唾液と2mL・5mL・10mLの温水（35℃）と冷水（0℃）を用い、唾液→温水→冷水の順で実施し、温水と冷水のそれぞれ2mL→5mL→10mLの順で行い、それぞれの試料を3回ずつ嚥下させた。試料の嚥下前に「パパパ」と発音させ、その時の鼻咽腔閉鎖による圧上昇を認めた部位を軟口蓋部とした。

（4）評価項目

1) UES部の静止時圧と長さ（図6）

静止時にみられるUES部の高圧帯の最大値を測定した。また、10mmHg以上をUES部の静止時圧と定義し、10mmHg以上の静止時圧を呈した長さを評価した。

2) 嚥下時最大内圧 (図 6)

Takasaki ら¹⁴⁾ -¹⁵⁾ の評価方法に準じて解析した。圧トポグラフィ上の高圧部 (嚥下圧) を軟口蓋部・中下咽頭部・UES 部・頸部食道に区別し各部位の最大内圧を測定した。UES 下端から下方約 5 cm 程度を頸部食道と定義し評価した。

3) UES 部平圧化持続時間 (図 6)

McCulloch ら¹³⁾ の評価方法に準じて、UES 部の平圧化持続時間は、食塊通過前 UES 部最大内圧から食塊通過後 UES 部最大内圧がみられるまでの時間と定義し、嚥下圧原波形から解析した。

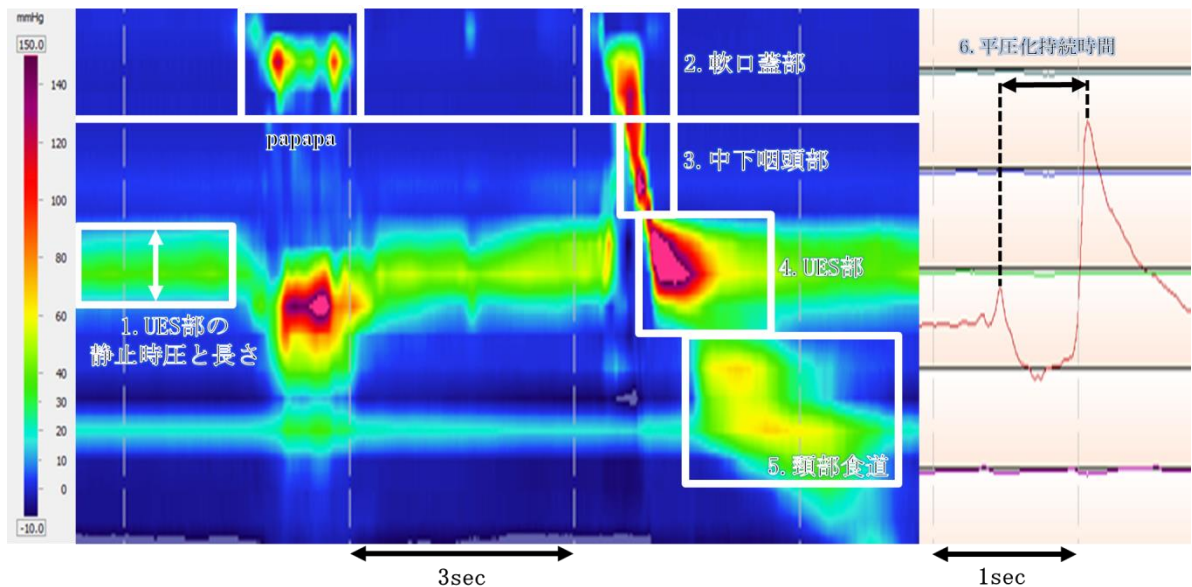


図 6 : 23 歳女性の測定結果

1. 上部食道括約筋 (UES) 部の静止時圧と長さ、2. 軟口蓋部・3. 中下咽頭部・4. UES 部・5. 頸部食道の嚥下時最大内圧、および 6. UES 部平圧化持続時間を評価項目とした。検査前に papapa と発音させ、発音時の鼻咽腔閉鎖の圧を指標に、軟口蓋部と中下咽頭部を区別した。1 ~ 5 については、矩形に囲まれるそれぞれの部位の最大値を評価した。また、UES 部平圧化持続時間は、UES 部の嚥下圧波形を抽出し、食塊通過前 UES 部の圧波形のピークから食塊通過後 UES 部の圧波形のピークまでの時間と定義し計測した。

4) 嚥下圧曲線 (図7)

唾液及び2 mL・5 mL・10 mLの冷水を嚥下した時の前鼻孔から8 cm～25 cmの範囲内を1 cm毎合計18ヶ所の位置でみられる嚥下圧原波形の最大内圧を測定した。その後、森ら^{16), 17)}の評価方法に準じて、嚥下圧原波形の最大内圧値を前鼻孔からの距離でプロットし、嚥下圧曲線を描出した。

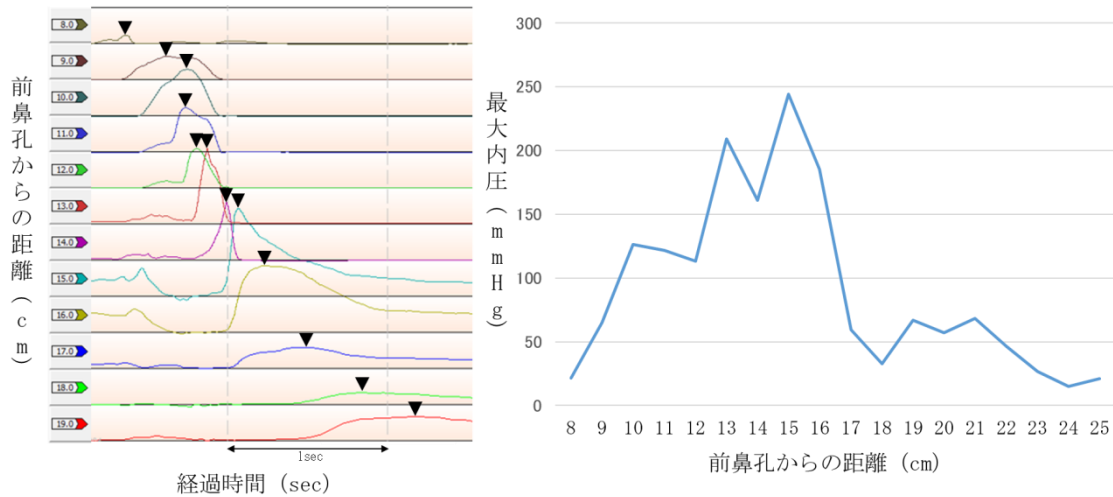


図7：23歳女性の嚥下圧曲線 (図6と同一例)

左図の嚥下圧原波形より前鼻孔から8～25 cmまでの最大内圧を1 cm毎に測定し、最大内圧を前鼻孔からの距離でプロットして右図の嚥下圧曲線を作成した。嚥下圧曲線の横軸は前鼻孔からの距離、縦軸は最大内圧である。左図で19 cm以降の嚥下圧原波形を割愛した。

5) 嚥下圧伝播曲線 (図8)

森ら^{16), 18)}の評価方法を参考にし、唾液および2 mL・5 mL・10 mLの冷水を嚥下した時の軟口蓋の嚥下圧ピークがみられた時間から、軟口蓋から頸部食道までの1 cmごとの嚥下圧ピークまでの時間を前鼻孔からの距離でプロットして嚥下圧伝播曲線を作成した。作成した嚥下圧伝播曲線の各部位の傾きを嚥下圧伝播速度として評価した。

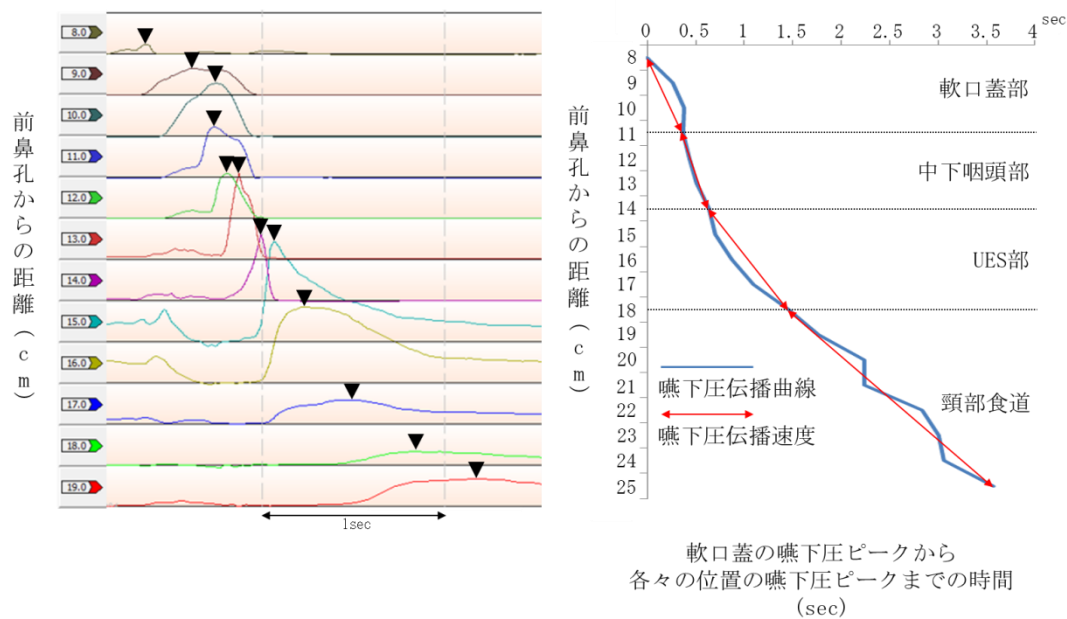


図 8 : 23 歳女性の嚥下圧伝播曲線 (図 6・7 と同一例)

左図の嚥下圧原波形より、軟口蓋の嚥下圧ピークがみられた時間から、軟口蓋から頸部食道までの 1 cm ごとの嚥下圧ピークまでの時間を計測して、その時間を前鼻孔からの距離でプロットして嚥下圧伝播曲線を作成した。嚥下圧伝播曲線の縦軸は前鼻孔からの距離、横軸は軟口蓋のピークからその位置でみられたピークまでの時間、伝播曲線の各部位の傾きが嚥下圧伝播速度である。

6) 統計学的検定

唾液、2 mL・5 mL・10 mL の冷水を 3 回嚥下した時の、1 回目と 2 回目、2 回目と 3 回目、1 回目と 3 回目の各部位の最大内圧と UES 部の平圧化持続時間の再現性について intraclass correlation coefficient を用いて検討した。

また、唾液、2 mL・5 mL・10 mL の冷水および温水を嚥下した時の各部位の最大内圧・UES 部平圧化持続時間の平均値の比較は、One-Way Analysis Of Variance (ANOVA) と Scheffe による多重比較検定を用いて検討した。同量の温水と冷水を嚥下した時の結果の比較については Paired t-test を用い、男女の結果の比較については Unpaired t-test を用いた。本研究結果と先行研究の結果との比較

については、One Sample t-test を用いて検討した。

各部位の嚙下圧伝播速度の比較については Wilcoxon signed-rank test、嚙下圧伝播速度の男女の比較は Mann-Whitney U test を用いて検討した。

VII. 3. 結果

(1) UES 部の静止時圧と静止時圧の長さ

全被検者及び男女別の UES 部の静止時圧と長さの平均値と標準偏差を表 1 に示す。UES 部の静止時圧と長さには男女差はみられなかった。

対象	圧 (mmHg)	幅 (cm)
全被検者 (n=30)	44 ± 13	3.4 ± 0.5
男性 (n=15)	47 ± 16	3.5 ± 0.5
女性 (n=15)	42 ± 9	3.2 ± 0.5

表 1 : UES 部の静止時圧と長さ (平均値 ± 標準偏差)

(2) 再現性

被検者 1 例の唾液、冷水 2・5・10 mL を 3 回嚥下した時の嚥下圧原波形と圧トポグラフィを図 9・10 に示す。全被検者が唾液、2・5・10 mL の冷水を 3 回嚥下した時の 1 回目と 2 回目、2 回目と 3 回目、1 回目と 3 回目の各部位の最大内圧・UES 部の平圧化持続時間は強い相関を示し ($r = 0.6$ 以上)、高い再現性を示した。高い再現性が得られたことから、UES 部の静止時圧と長さ以外の全ての評価項目 (各部位の最大内圧・UES 部の平圧化持続時間・嚥下圧曲線・嚥下圧伝播曲線) の計測値は 3 回嚥下した時の平均値とした。

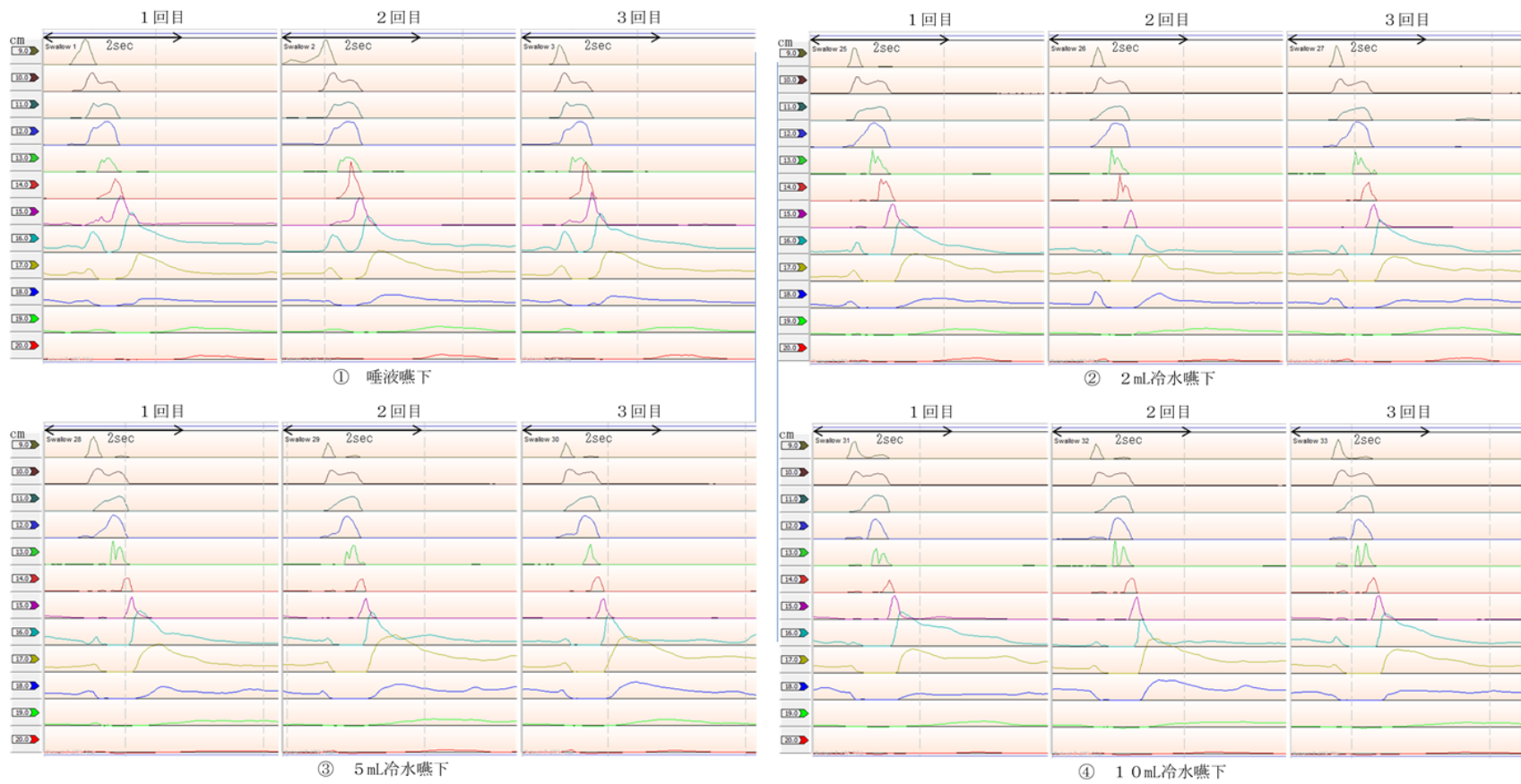
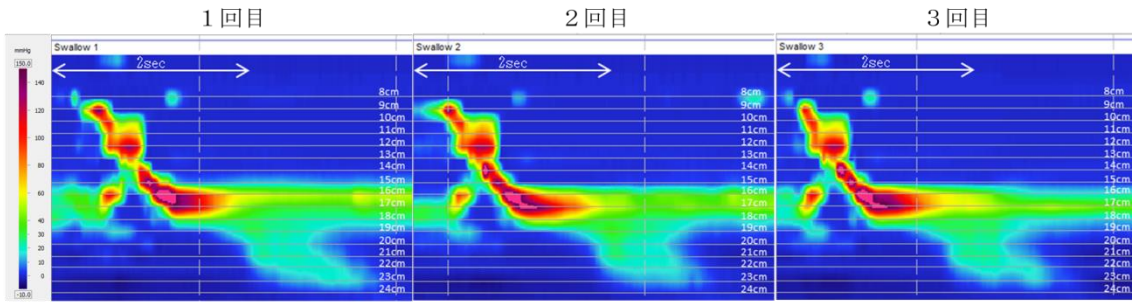
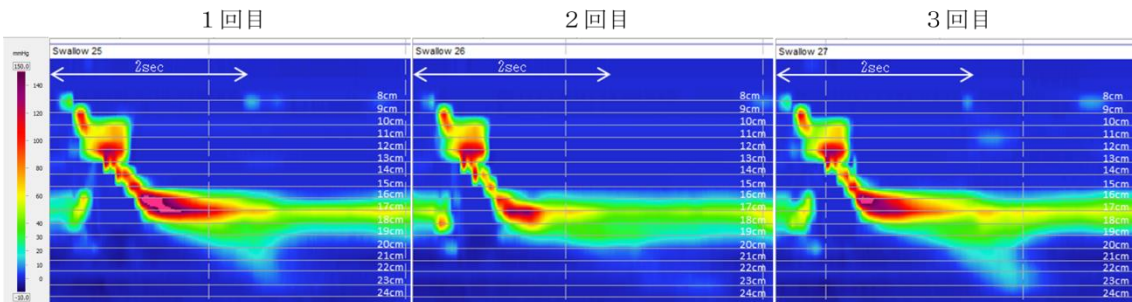


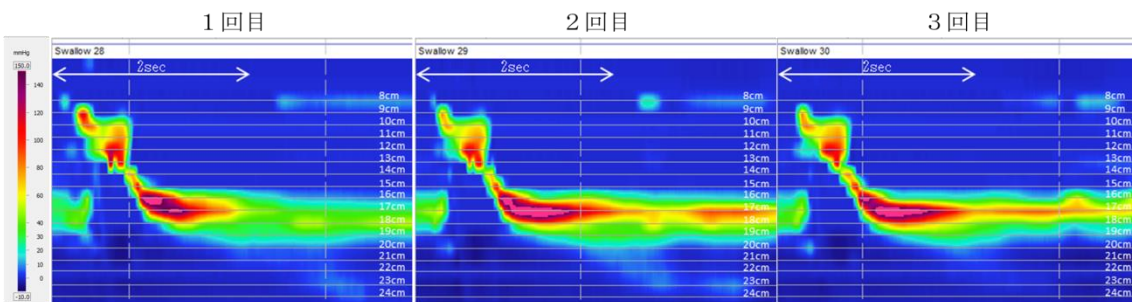
図 9 : 24 歳女性の唾液、2 mL・5 mL・10 mL の冷水を 3 回嚥下した時の嚥下圧原波形
 (縦軸：前鼻孔からの距離、横軸：時間)



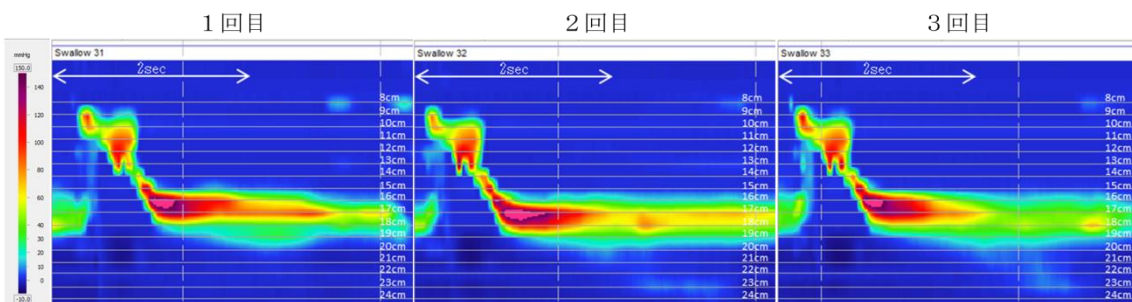
① 唾液嚥下



② 2 mL冷水嚥下



③ 5 mL冷水嚥下



④ 10 mL冷水嚥下

図10：24歳女性の唾液、2 mL・5 mL・10 mLの冷水を3回嚥下した時の圧トポグラフィ（縦軸：前鼻孔からの距離、横軸：時間）

(3) 嚥下時の各部位の最大内圧

全被検者・男女別の唾液、2 mL・5 mL・10 mLの冷水と温水を嚥下した時の軟口蓋部・中下咽頭部・UES部・頸部食道の最大内圧の平均値及び標準偏差を表2に示す。唾液、2 mL・5 mL・10 mLの冷水及び温水嚥下時の各部位の最大内圧を比較したが、嚥下する量の増減で有意差は認められなかった。また、同量の冷水と温水嚥下時の軟口蓋部と中下咽頭部の最大内圧を比較しても有意差は認められなかったが、5 mL嚥下時のUES部と頸部食道、10 mL嚥下時の頸部食道においては温水嚥下と比べて冷水嚥下が有意に高かった。男女間では、唾液及び温水（2 mL・5 mL）冷水（5 mL・10 mL）嚥下時の軟口蓋部の最大内圧は女性より男性が有意に高かった。また温水と冷水嚥下ではみられなかったが、唾液嚥下時のみ中下咽頭部の最大内圧は女性が男性よりも有意に高い結果となった。

部位	対象	唾液	2mL	5mL	10mL	2mL	5mL	10mL
			温水	温水	温水	冷水	冷水	冷水
軟口蓋部 (mmHg)	全被検者	134±32	135±41	139±44	146±41	130±44	136±46	139±45
	男性	151±25	154±40	156±47	158±45	146±50	153±51	157±50
	女性	117±31	117±35	122±35	134±34	114±31	118±33	121±29
中下咽頭部 (mmHg)	全被検者	166±31	157±26	159±29	156±28	157±36	156±37	158±41
	男性	151±19	150±22	159±31	154±27	163±40	159±40	163±44
	女性	182±33	165±28	160±28	157±29	150±30	153±34	153±37
UES部 (mmHg)	全被検者	166±41	174±41	177±41	184±45	171±46	187±47	194±39
	男性	155±35	175±46	173±44	184±47	168±52	182±49	192±43
	女性	178±43	173±34	180±38	185±43	175±39	193±44	196±35
頸部食道(mmHg)	全被検者	78±37	69±30	62±27	62±27	71±29	71±28	81±31
	男性	76±35	70±32	67±29	65±28	67±26	71±32	78±35
	女性	81±37	67±27	57±22	58±25	76±30	70±24	84±25

*1 : p<0.01 ※2 : p<0.05 Paired t-test ※3 : p<0.01 ※4 : p<0.05 Unpaired t-test

表 2 : 唾液・温水・冷水嚥下時の各部位の最大内圧 (平均値±標準偏差)

(4) UES 部平圧化持続時間

全被検者・男女別の唾液、2 mL・5 mL・10 mL の冷水と温水を嚥下した時の UES 部の平圧化持続時間の平均値及び標準偏差を表 3 に示す。5 mL・10 mL の温水・冷水嚥下は唾液嚥下よりも有意に平圧化持続時間が延長した。また、10 mL 冷水嚥下は 2 mL 冷水嚥下よりも有意に平圧化持続時間が延長した。5 mL 嚥下時のみ冷水嚥下が温水嚥下よりも有意に延長したが、その他の量（唾液・2 mL・10 mL）の嚥下では嚥下試料の温度による UES 部の平圧化持続時間に有意な差はみられなかった。男女間では UES 部の平圧化持続時間に有意差はみられなかった。

対象	唾液	2mL 温水	5mL 温水	10mL 温水	唾液	2mL 冷水	5mL 冷水	10mL 冷水
全被検者	0.86 ± 0.12 s 0.94 ± 0.15 s 0.99 ± 0.15 s 1.02 ± 0.16 s				0.86 ± 0.12 s 0.93 ± 0.12 s 1.02 ± 0.16 s 1.07 ± 0.20 s			
男性	0.87 ± 0.12 s 0.97 ± 0.12 s 1.03 ± 0.13 s 1.06 ± 0.12 s				0.87 ± 0.12 s 0.97 ± 0.11 s 1.06 ± 0.13 s 1.10 ± 0.17 s			
女性	0.85 ± 0.11 s 0.90 ± 0.16 s 0.94 ± 0.16 s 0.99 ± 0.18 s				0.85 ± 0.11 s 0.90 ± 0.13 s 0.97 ± 0.17 s 1.04 ± 0.21 s			

※1 : p=0.0119 ※2 : p=0.0005 ※3 : p=0.0017 ※4 : p<0.0001 ※5 : p=0.0135 One-Way Analysis Of Variance , Scheffe
 ※6 : p=0.0389 Paired t-test

表 3 : UES 部の平圧化持続時間 (平均値 ± 標準偏差)

(5) 嚥下圧曲線

男女別の唾液、2 mL・5 mL・10 mLの冷水嚥下時の嚥下圧曲線を図11に示す。男性は軟口蓋部とUES部にピークを持つ2峰性、女性はUES部のみにピークを持つ1峰性の嚥下圧曲線が描出され、男女で異なる嚥下圧曲線が描出された。

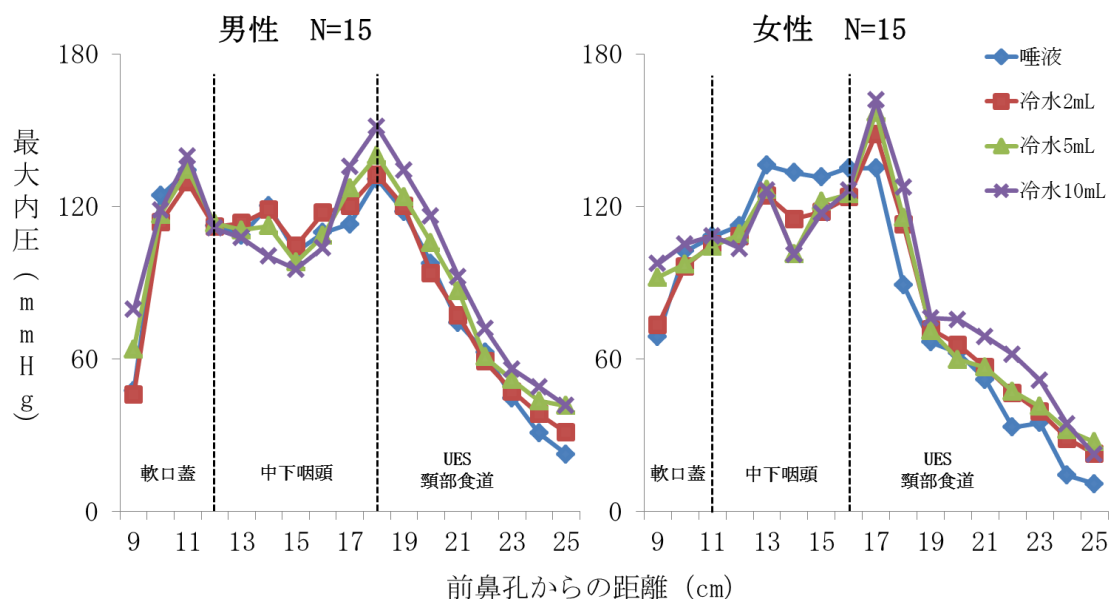


図11：男性15例と女性15例の平均値で作成した嚥下圧曲線

(6) 嚥下圧伝播曲線

男女別の唾液、2 mL・5 mL・10 mLの冷水嚥下時の嚥下圧伝播曲線を図12、嚥下圧伝播速度を図13に示す。嚥下量に影響されず、軟口蓋部はやや急峻、中下咽頭部は急峻、UES部・頸部食道は緩徐な嚥下圧伝播曲線が、男女ともに描出された。嚥下圧伝播速度は中下咽頭部（男性：14.3～17.6 cm/sec、女性：13.0～14.0 cm/sec）が他の部位と比べて最も速く（ $p < 0.01$ ）、次に軟口蓋部（男性：8.0～8.7 cm/sec、女性：7.0～7.5 cm/sec）が速かった（ $p < 0.01$ ）。UES部（男性：4.5～5.3 cm/sec、女性：4.3～4.4 cm/sec）と頸部食道（男性：2.4～9.3 cm/sec、女性：4.3～7.6 cm/sec）ともに緩徐な嚥下圧伝播速度を示し、両者間で有意な差はみられなか

った。頸部食道の嚥下圧伝播速度については、他の部位の伝播速度と比べて、ばらつきが大きかった。また、中下咽頭部・UES部・頸部食道の嚥下圧伝播速度に男女差はみられなかったが、2 mLと5 mLの軟口蓋部の嚥下圧伝播速度は、女性に比べて男性が速い結果（ $p < 0.05$ ）を示した。

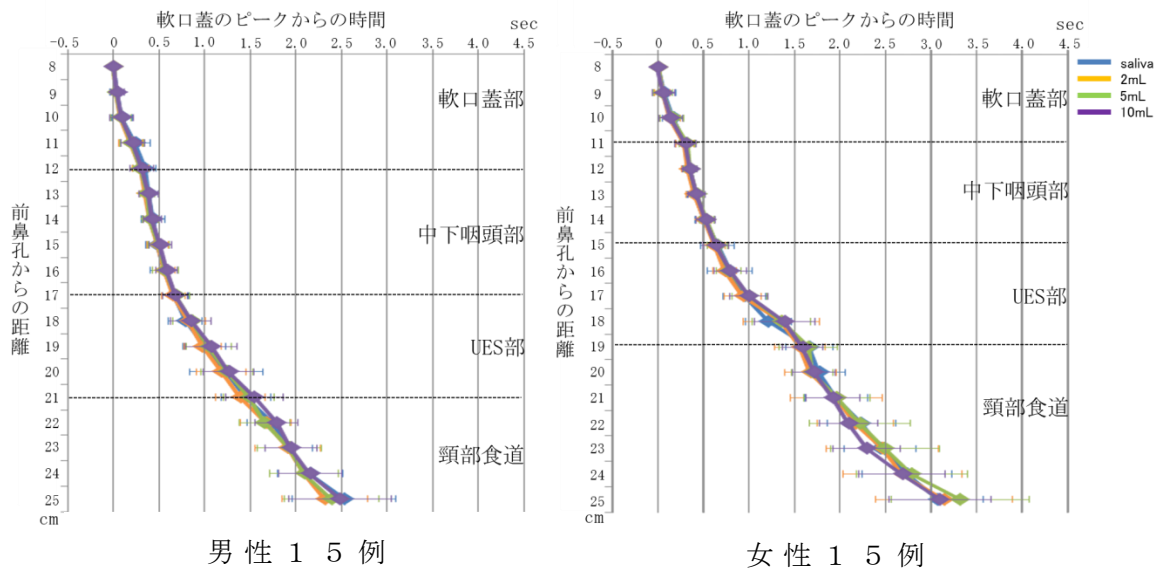


図 1 2 : 男性 1 5 例と女性 1 5 例の平均値で作成した嚥下圧伝播曲線
 嚥下量に影響されず、男女ともに軟口蓋部はやや急峻、中下咽頭部は急峻、
 UES 部・頸部食道は緩徐な嚥下圧伝播曲線が描出された。

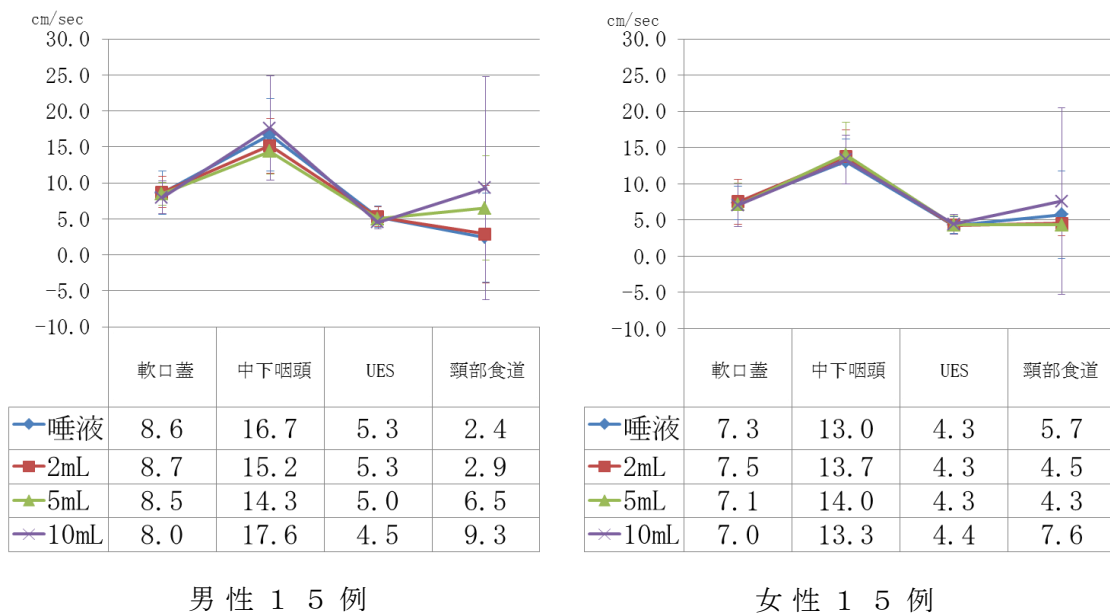


図 1 3 : 男性 1 5 例と女性 1 5 例の嚥下圧伝播速度の平均値
 嚥下圧伝播速度は中下咽頭部が他の部位と比べて最も速く、次に軟口蓋部
 が速かった。UES 部と頸部食道ともに緩徐な嚥下圧伝播速度を示し、両者
 間で有意な差はみられなかった。

Ⅶ. 4. 考察と小括

(1) 若年健常者の嚥下圧動態について

1) 1回嚥下量が嚥下圧動態に及ぼす影響

唾液、2 mL・5 mL・10 mLの冷水及び温水を嚥下した時の軟口蓋から頸部食道までの最大内圧を比較したが、有意な差は認められず、嚥下量が増加しても嚥下時最大内圧には影響はみられなかった。また、嚥下量が増加しても各部位の嚥下圧伝播速度についても有意差はみられなかった。ただし、UES部の平圧化持続時間は唾液と比べて5・10 mL冷水及び温水嚥下では有意に平圧化持続時間が延長していた。さらに、10 mL冷水嚥下は2 mL冷水嚥下よりも有意に平圧化持続時間が延長した。嚥下する量の増加に伴いUES部の平圧化持続時間が延長すると、Hoffmanら¹²⁾は4.0 mm径高解像度マンOMETRYを用いて報告しており、本研究の結果と同様であった。1回嚥下量が増加すると咽頭内で強い駆出力あるいはUES開大時間の延長の一方もしくは両者が必要となる。本研究の結果から、咽頭内圧を高めて強い駆出力を発生させるのではなく、UES部の平圧化時間を延長させることで、増加した食塊が食道に送り込まれると考えられた。

嚥下圧伝播曲線と嚥下圧伝播速度には、嚥下量による明らかな影響はみられず、軟口蓋部はやや急峻、中下咽頭部は急峻、UES部と頸部食道は緩徐な嚥下圧伝播曲線が作成できた。軟口蓋部を作る上咽頭収縮筋、UES部を作る筋である輪状咽頭筋は主に水平方向に走行しているのに対して、中下咽頭部を作っている中咽頭収縮筋・甲状咽頭筋は垂直方向に走行する。中下咽頭部の嚥下圧伝播速度が最も速いのは、嚥下時の中咽頭収縮筋・甲状咽頭筋の収縮により、咽頭腔が上下に短縮するためと考えられる。また、咽頭期の出力パターンは、その時間的・空間的順序性において極めて再現性が高く、しかもその運動はいったん惹起されるとその後の知覚入力の影響をほとんど受けない¹⁹⁾。嚥下量が増加しても咽頭期出力パターンに影響

響しないため、嚥下量の増減が嚥下時最大内圧・嚥下圧伝播には影響しなかったと考えられた。

2) 嚥下する水の温度が嚥下圧動態に及ぼす影響

2 mL・5 mL・10 mLそれぞれ同量の温水と冷水を嚥下した時の軟口蓋部と中下咽頭部の最大内圧には有意な差は認められなかった。嚥下する試料の温度差は2～10 mLの範囲の嚥下量では咽頭部の嚥下圧に影響はみられないことが明らかとなった。しかし、UES部は5 mL、頸部食道は5 mL・10 mLの温水より冷水嚥下で有意に高い最大内圧を認めた。さらに、5 mL嚥下時のみであったが、温水嚥下と比べて冷水嚥下ではUES部の平圧化持続時間が延長した。冷水刺激は嚥下反射の惹起を誘発するだけでなく、主として自律神経叢によって支配を受ける食道入口部と頸部食道については、嚥下圧動態に影響を及ぼす可能性が考えられた。

3) 性差が嚥下圧動態に及ぼす影響

本研究で描出された嚥下圧曲線では、男性は軟口蓋部とUES部にピークを持つ2峰性、女性はUES部のみにピークを持つ1峰性の曲線で男女差があった。また、軟口蓋部の最大内圧においては2 mL冷水及び10 mL温水嚥下以外の全ての結果で女性に比べて男性が有意に高かった。さらに、2 mLと5 mL嚥下時の軟口蓋部の嚥下圧伝播速度についても男女差があり、女性と比べて男性が速い結果を示したことから、嚥下時の軟口蓋部の嚥下圧動態については、男女差を認める可能性が高いと考えられた。

五味らは、ナゾメータを用いて健常者の構音時の鼻漏出について検討しており、女性が男性より構音時の開鼻声値(Nasalance Score)が高いと報告している²⁰⁾。本研究でも嚥下時の軟口蓋部の最大内圧は男性が女性より高い傾向を示したことから、鼻咽腔閉鎖の強度には男女差がある可能性が示唆された。さらに、嚥下圧伝播速度に男女差がみられた。この差を説明できる明確な理由はないが、咽頭腔

の長さの男女差が鼻咽腔閉鎖の運動に影響を与えている可能性が考えられる。

軟口蓋部の嚥下圧動態に男女差を認めるため、嚥下障害者の評価を行う際は、男女を区別して検討する必要がある。

(2) 従来 of 嚥下圧検査結果との比較

本研究の結果と森^{16), 22)}・大前²¹⁾の報告による従来 of 嚥下圧検査の結果との比較を表4に示す。森・大前の報告と本研究での軟口蓋部・中下咽頭部・UES部の最大内圧とを比較すると、本研究が有意に高い結果を示し、特にUES部の最大内圧は他の部位と比べて明らかな差を認めた。森の報告にはUES部の静止時圧の平均値が記載されていなかったため、大前の報告と比較すると、本研究の結果が有意に高かった ($p < 0.01$)。

従来 of 嚥下圧検査ではセンサーの受圧部が一方向であったが、本研究で使用した高解像度マノメトリーのセンサーの受圧部は全周性である。嚥下時の咽頭運動は、咽頭収縮と舌根運動による咽頭腔を絞り込むような運動のため、受圧部が一方向のセンサーでの評価には限界があるが、全周性のセンサーではこれらの運動を正確に感知できる。そのため受圧部が一方向の結果と比較して本研究の結果が有意に高い結果を示したと考えられる。特にUES部の最大内圧に明らかな差がみられたのは、センサーと輪状軟骨の機械的接触のため、一方向性のセンサーと比べて全周性センサーではより強く感知したと推測した。

また、森¹⁶⁾らは男女を区別していないが正常嚥下圧曲線は軟口蓋部、下咽頭部、頸部食道にピークを持つ3峰性を示すと報告した。しかし、本研究では、従来 of 報告とは異なり女性は1峰性・男性は2峰性の曲線が描出された(図14)。この差も上述した通り、センサーの受圧部の違いにより、食塊移送で生じる咽頭の絞り込む運動を感知できる圧が変わるためだと考えられる。また、森¹⁶⁾らは嚥下圧曲線と同様に男女を区別していないが、軟口蓋部ではやや緩徐、

中咽頭から下咽頭にかけては急峻、食道入口部から頸部食道までは再び緩徐になると従来の嚥下圧測定機器を用いて嚥下圧伝播曲線を報告している。中咽頭から頸部食道までほぼ同じ伝播パターンを示すが、軟口蓋部のみが本研究の結果はやや急峻で森の報告と差があった。従来の嚥下圧検査では、複数回の嚥下の結果を合成して軟口蓋から頸部食道までの嚥下圧値を計測しているが、本研究では、高解像度マノメトリーを用いて1回の嚥下で評価しているため、今回の結果の差はセンサー数の違いによるものと推察した。

研究	センサー数	受圧部	軟口蓋 (mmHg)	中下咽頭 (mmHg)	UES (mmHg)	UES静止時圧 (mmHg)
森 ^{16),22)}	2	一方向	94	89	60	5~40
大前 ²¹⁾	4	一方向	103	107	104	31
本研究	36	全周性 (12方向)	136	156	187	44

* p<0.01 One Sample t-test

表 4 : 本研究と従来の嚥下圧検査結果との比較

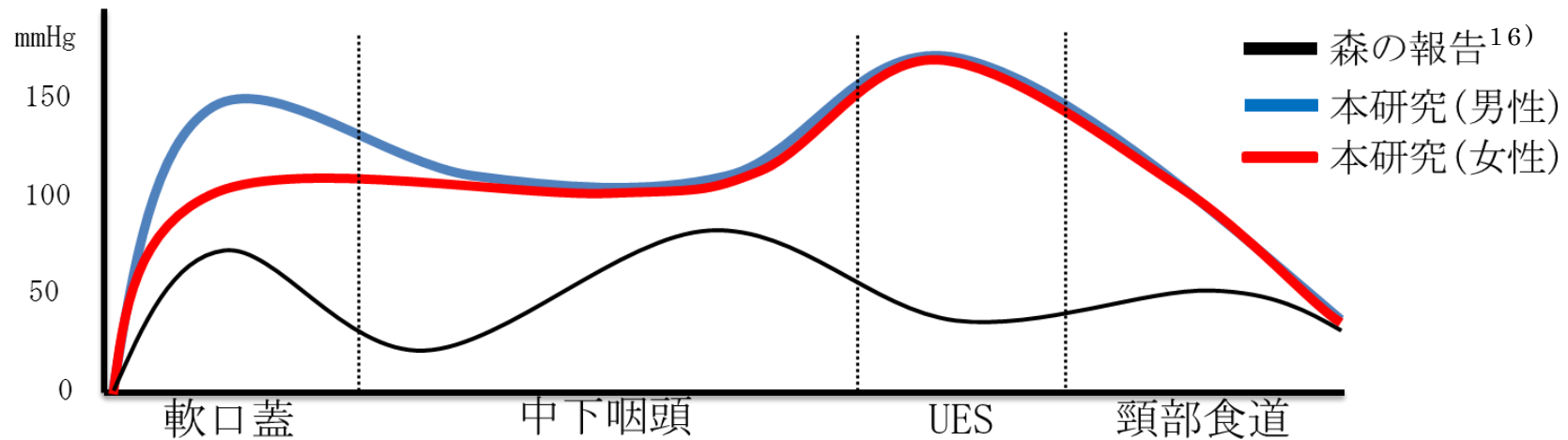


図 1 4 : 本研究と従来の嚥下圧検査での嚥下圧曲線との比較

(3) 4.0 mm 径高解像度マノメトリーの結果との比較

本研究の結果と4.0 mm 径高解像度マノメトリーによる嚥下圧検査結果を表5・表6に示す。Takasaki ら¹⁴⁾・McCulloch・Hoffman ら¹²⁾、¹³⁾の結果と本研究結果とを比較すると、UES部の平圧化持続時間については有意な差はみられなかったものの、Takasaki ら¹⁴⁾の軟口蓋部の最大内圧の結果以外全ての最大内圧値で2.64 mm 径の結果が4.0 mm 径より明らかに低い結果を示した。Lydon ら²³⁾は、UES部の静止時圧及び嚥下圧値は受圧部の径の増大とともに大きくなると報告しており、受圧部の径が細いセンサーを使用した本研究の結果では、センサーに加わる圧が低減し、4.0 mm 径の結果よりも低い結果を示したと考える。

2.64 mm 径高解像度マノメトリーの結果は、従来の嚥下圧検査・外径の異なるカテーテルを用いた高解像度マノメトリーの結果とは明らかに異なっており、2.64 mm 径高解像度マノメトリー独自の新たな基礎データを得る必要性が示唆された。本研究の最大内圧の標準偏差は、他の検査機器で得られた結果の標準偏差と比較してばらつきが小さかったことから、外径が細いと嚥下運動に及ぼすカテーテル留置の影響が小さいと推察される。

	性	外径 (mm)	軟口蓋部 (mmHg)	中下咽頭部 (mmHg)	UES部 (mmHg)	UES部静止時圧 (mmHg)	UES部静止時圧の幅 (cm)
Takasaki ¹⁴⁾	男性	4	163±95	183±84 }**	236±79 }*	70±30 }*	4.0±0.7 }*
本研究		2.64	153±51	159±40 }	182±49 }	47±16 }	3.5±0.5 }
Takasaki ¹⁴⁾	女性	4	125±43	167±65	244±87 }*	62±27 }*	3.6±0.6 }*
本研究		2.64	118±33	153±34	193±44 }	42±9 }	3.2±0.5 }
McCulloch ¹³⁾	全被験者	4	169±50 }*	306±163 }*	239±78 }*		
Hoffman ¹²⁾		4	154±42 }**	315±170 }*	327±127 }*		
本研究		2.64	136±46 }* }	156±37 }* }	187±47 }* }	44±13	3.4±0.5

* p<0.01 ** p<0.05 One Sample t-test

表 5 : 本研究と 4 . 0 m m 径高解像度マノメトリーとの嚥下圧検査結果の比較

	外径 (mm)	唾液	5mL冷水	10mL冷水
Hoffman ¹²⁾	4	0.92±0.17 s }*	0.98±0.16 s	1.11±0.15 s
本研究	2.64	0.86±0.12 s }	1.02±0.16 s	1.07±0.20 s

* p<0.01 One Sample t-test

表 6 : 本研究と 4 . 0 m m 径高解像度マノメトリーとの UES 部平圧化持続時間の比較

(4) 小括

本研究の結果から、1回嚥下量が増加するとUES部の平圧化時間を延長させることで、増加した食塊が食道に送り込まれると考えられた。嚥下する水の温度が食道入口部と頸部食道の嚥下圧動態に影響を及ぼすと考えられた。

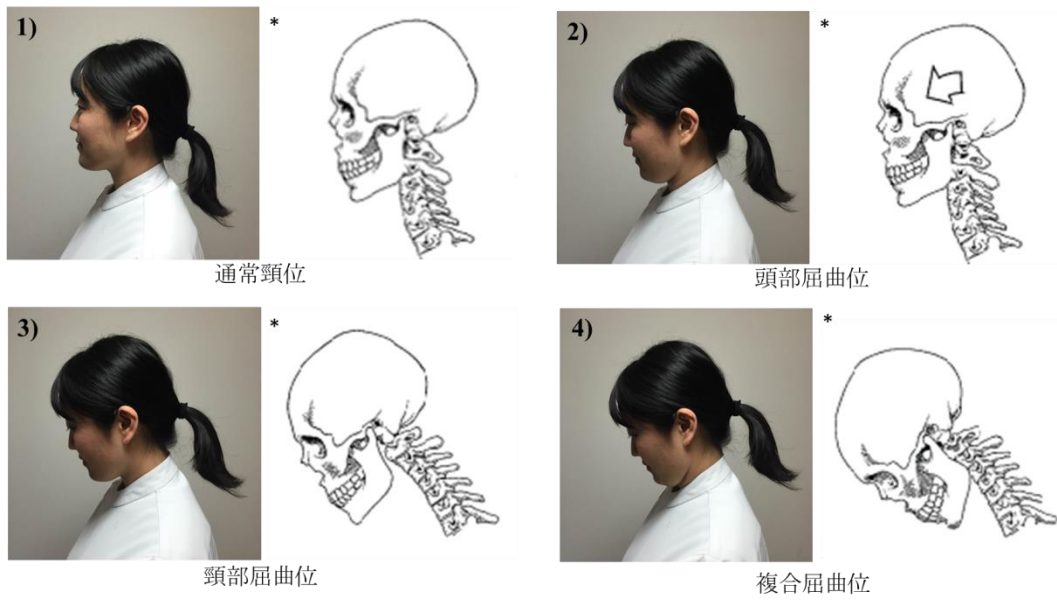
本研究では、嚥下運動に影響の少ない2.64mm径高解像度マンOMETRYで、より生理的な正常嚥下データを得ることができた。今後、さらに多数の健常者の基礎データを集積できれば、嚥下障害患者の病態を正確に把握できるだけでなく、リハビリテーションの理論的根拠についても明らかにすることが可能であると思われる。

VIII. Chin-Down が嚥下圧動態に及ぼす影響

1. 背景と目的

摂食訓練で用いられる代表的な代償的手技の一つに、頭部、頸部を屈曲させ咽頭腔の形を変える顎引き嚥下 (Chin-Down) がある。この Chin-Down は、Logemann ら²⁴⁾により誤嚥を軽減する頸位として紹介されて以来、手技が容易であり患者にも理解してもらいやすいことから、最もよく用いられる頸位であり、Chin-Down の効果についての多くの報告がある²⁴⁻²⁹⁾。Chin-Down の効果について、① Logemann²⁴⁾ は、喉頭蓋谷が広がると述べているのに対し、唐帆³¹⁾ は喉頭蓋谷が狭まると述べ、②唐帆³¹⁾、Welch²⁷⁾ は喉頭蓋が屹立すると述べているのに対して Ekberg²⁶⁾ は後方に倒れると述べている。このように統一した見解が得られない理由を、Okada らは³⁰⁾は Chin-Down の仕方に明確な定義がないことが原因と指摘している。そこで、Okada らは³⁰⁾、Chin-Down を、頸椎上部 (C1-C2) を軸とした屈曲である頭部屈曲位、頸椎下部全体 (C2-C7) を緩やかに屈曲させる頸部屈曲位、これら両者の屈曲である複合屈曲位に区別することを提案した (図 15)。頭部屈曲位は咽頭腔を狭め、頸部屈曲位は咽頭腔を広げるとされており³⁴⁾、頭頸部の屈曲の仕方によって変わる咽頭腔の構造変化は中下咽頭部・UES 部の嚥下圧動態に影響することが予想される。これらの各種 Chin-Down が嚥下圧動態に及ぼす影響を明らかにできれば、その効果機序をもとに嚥下障害者の病態に応じて使用することが可能になる。しかし、Chin-Down を機能解剖学的に区別し、嚥下圧動態について検討した報告はない。

2. 64 mm 径高解像度マノメトリーを用いて、頭部屈曲位・頸部屈曲位・複合屈曲位の 3 種類の Chin-Down が嚥下圧動態に及ぼす影響を検討した。



Matsubara, 2016³²⁾ *Hislop, Montgomery, 2007.³³⁾

図 1 5 : 機能解剖学的に区別した 3 種類の Chin-Down
 頸椎上部 (C1 - C2) を軸とした屈曲である頭部屈曲位、頸椎下部全体 (C2 - C7) を緩やかに屈曲させる頸部屈曲位、これら両者の屈曲が複合屈曲位である。

VIII. 2. 方法

(1) 対象

咽喉頭に視診上異常がなく、呼吸・嚥下・発声に異常をきたしたことの無い正常ボランティア26名を対象とした。年齢は21歳～35歳（平均26.4±3.1歳）で、男性10名、女性16名であった。検査前に嚥下圧検査の必要性和方法について説明を行い、同意を得て実施した（熊本大学大学院生命科学研究部等疫学・一般研究倫理委員会倫理第463号）。

(2) 検査方法

1) 挿入

カテーテルの挿入方法は「VII. 2. 若年健常者の嚥下圧動態の解明：方法」の検査方法と同じである。

2) 検査

嚥下圧検査は座位で、通常頸位と頭部屈曲位・頸部屈曲位・複合屈曲位のChin-Downで冷水5mLを3回嚥下させた。検査を開始する前に、それぞれの頸位を以下のように口頭で説明し、4つの頸位を正確に模倣できるのを確認して検査を実施した。

通常頸位：「まっすぐ見てください。」

頭部屈曲位：「二重顎をつくるように顎だけを引いてください。」

頸部屈曲位：「会釈をするように首だけを前に倒してください。」

複合屈曲位：「会釈をするように首だけを前に倒して、さらに顎も引いてください。」

(3) 評価項目

1) 嚥下時最大内圧

「VII. 2. 若年健常者の嚥下圧動態の解明：方法」と同じ方法で、軟口蓋部・中下咽頭部・UES部の嚥下時最大内圧を評価した。

2) UES 平圧化持続時間 (図 16)

「VII. 2. 若年健常者の嚥下圧動態の解明：方法」では、McCulloch¹³⁾・Hoffman¹²⁾の検査結果と比較するため、彼らの解析方法を参考にし、食塊通過前後にみられるピーク間の時間を UES 部の平圧化持続時間と定義し、UES 部の筋活動を評価した。しかし、咽頭から食道への食塊駆出という観点では、嚥下時の UES 部の陰圧の生成が極めて重要になる。そこで、0 mmHg 以下の陰圧生成の持続時間を測定すれば、食塊の駆出力を評価できると考え、この研究では、圧トポグラフィに 0 mmHg の等圧輪郭線を描出し、食塊通過前後にみられる UES 部の輪郭間が最も長い時間を UES 部平圧化持続時間と定義し解析した。

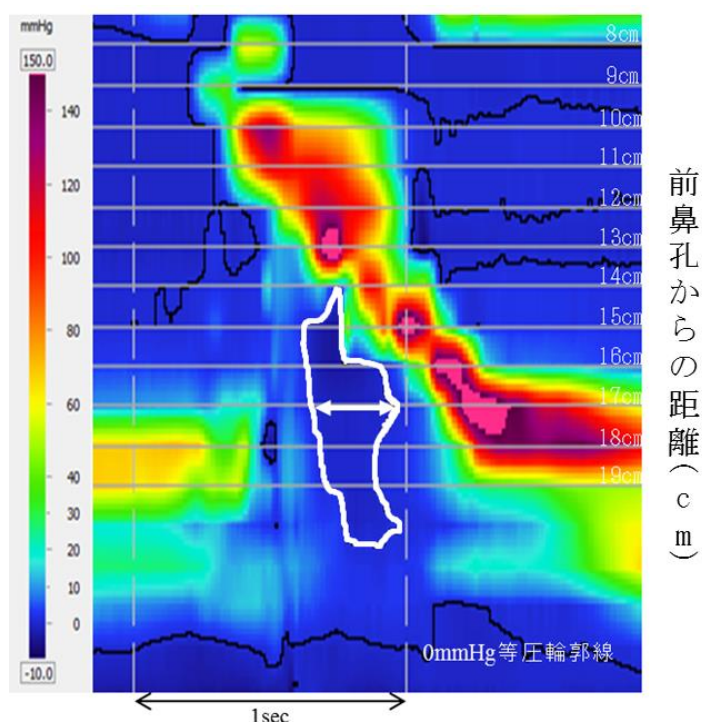


図 16

： UES 部の平圧化持続時間の解析方法 (図 4 と同じ例の圧トポグラフィ)

食塊の駆出力を評価するために、圧トポグラフィに 0 mmHg の等圧輪郭線を描出し、食塊通過前後にみられる UES 部の輪郭間が最も長い時間を UES 部平圧化持続時間と定義し解析した。

3) 統計学的検定

通常頸位と Chin-Down で冷水を嚙下した時の各部位の最大内圧・UES 部平圧化持続時間の平均値の比較は、Paired t-test を用いて検討した。

VIII. 3. 結果

図 1 7 に被検者 1 例（26 歳、女性）の通常頸位・頭部屈曲位・頸部屈曲位・複合屈曲位嚥下時の圧トポグラフィを示す。26 例の軟口蓋部・中下咽頭部・UES 部の最大内圧および UES 部の平圧化持続時間の結果を表 7・図 1 8 に示す。軟口蓋部と中下咽頭部の嚥下時最大内圧は、通常頸位と比べて Chin-Down では有意な差はみられなかった。しかし、UES 部の最大内圧は、通常頸位と比べて頸部屈曲位及び複合屈曲位は有意に低い結果を示した。さらに、UES 部の平圧化持続時間は通常頸位と比べて頸部屈曲位では有意に延長し、頭部屈曲位では有意に短縮した。

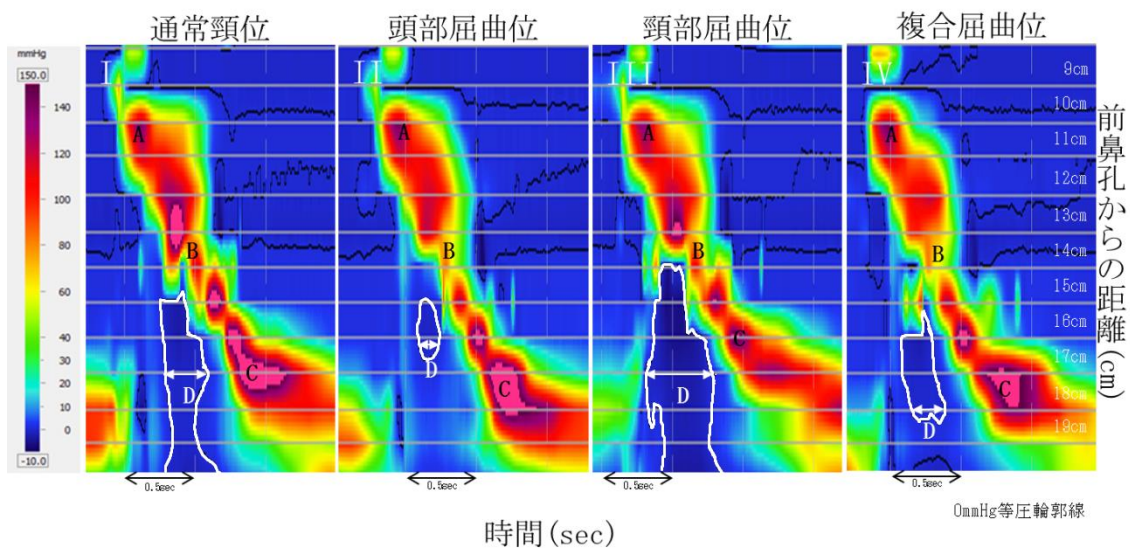


図 1 7 : 26 歳女性の通常頸位・頭部屈曲位・頸部屈曲位・複合屈曲位嚥下時の圧トポグラフィ

A: 軟口蓋部・B: 中下咽頭部・C: UES 部、D: UES 部平圧化持続時間を示す。通常頸位と比べて、頭部屈曲位は、UES 部の平圧化持続時間が短縮し、頸部屈曲位は UES 部の最大内圧は低下し、UES 部の平圧化持続時間が延長した。

	通常頸位	頭部屈曲位	頸部屈曲位	複合屈曲位
軟口蓋部 最大内圧 (mmHg)	134 ± 37	133 ± 38	129 ± 39	133 ± 37
中下咽頭部 最大内圧 (mmHg)	168 ± 39	166 ± 36	163 ± 39	169 ± 41
UES部 最大内圧 (mmHg)	177 ± 37	177 ± 37	154 ± 38	163 ± 39
UES部平圧化 持続時間 (sec)	0.34 ± 0.18	0.21 ± 0.19	0.43 ± 0.22	0.31 ± 0.26

*1 p=0.0276、*2 p<0.0001、*3 p=0.0010、*4 p=0.0001 Paired t-test

表 7 : 26 例の通常頸位と Chin-Down 嚥下時の各部位の最大内圧と UES 部平圧化持続時間 (平均値 ± 標準偏差)

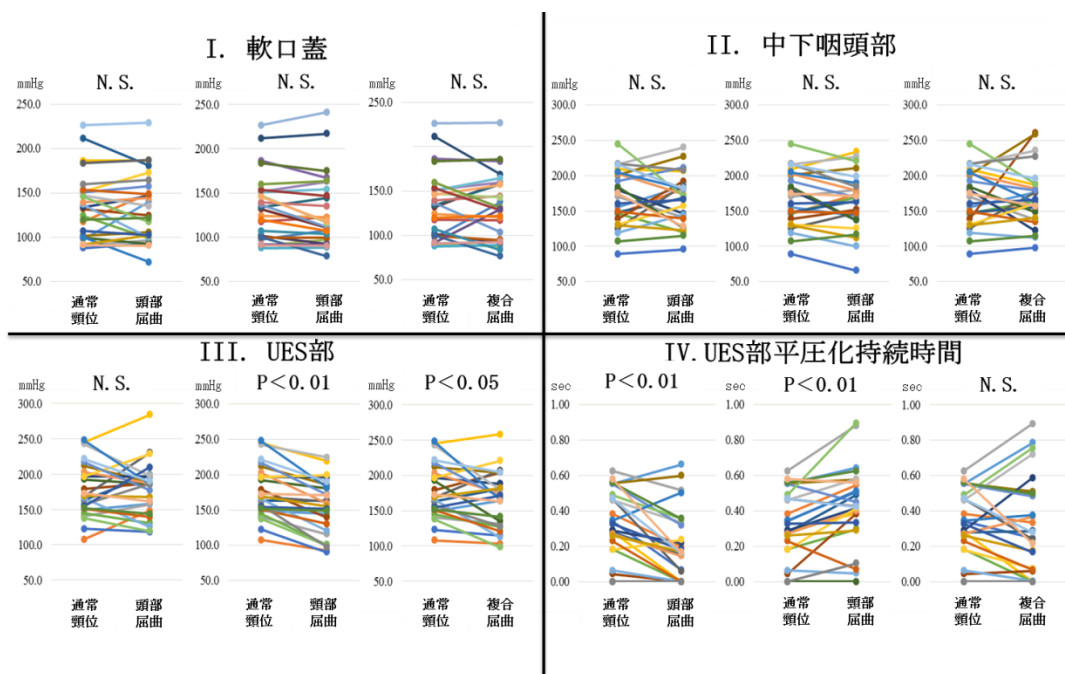


図 18 : 26 例の通常頸位と Chin-Down 嚥下時の各部位の最大内圧と UES 部平圧化持続時間

VIII. 4. 考察と小括

(1) 考察

誤嚥防止手技として嚥下訓練時に使用されている Chin-Down を頭部屈曲位・頸部屈曲位・複合屈曲位に機能解剖学的に区別し、それぞれの Chin-Down が嚥下圧動態にもたらす影響について検討した。通常頸位と比べて全ての Chin-Down 嚥下時の軟口蓋部・中下咽頭部の最大内圧には有意差はみられなかった。しかし、UES 部の最大内圧と UES 部の平圧化持続時間については有意差がみられ、これらの頸位の違いは UES 部の嚥下圧動態に影響を与えていた。McCulloch らは本研究と同様に高解像度マノメトリーを用い Chin-Down について研究を行っており、Chin-Down 嚥下は軟口蓋部と中下咽頭部に影響はないが、UES 部の最大内圧は有意に低下し、有意差がみられるほどではないが UES 部開大時間が延長したと報告している¹³⁾。この報告では、Chin-Down を明確に区別していないが、彼らの結果が今回の結果と一致しており、頸部屈曲位を検討したと考えられる。

頸部屈曲位では嚥下時の UES 部の平圧化持続時間が延長したにも関わらず、頭部屈曲位では UES 部の平圧化持続時間が短縮しており、頸位の違いによって全く逆の結果を示した。咽頭から食道へ食塊をスムーズに駆出するためには UES 部の強い弛緩が必要である³⁵⁻³⁷⁾が、この強い UES 部の弛緩は舌骨の運動範囲に相関している³⁵⁾。頸部屈曲位は前頸筋の緊張を緩める³⁸⁾ため、頸部屈曲位で前頸筋がリラックスしたことにより、嚥下時の舌骨運動が促進され、UES 部の平圧化持続時間が延長したと考えられた。

咽頭腔の前後が狭くなる頭部屈曲位^{34), 38)}では、中下咽頭部の最大内圧が増強すると予想していたが、予想に反し中下咽頭部には影響がなく、UES 部の平圧化持続時間が短縮し、UES 部の食塊通過を阻害すると考えられた。しかし、咽頭収縮障害や舌根運動障害により咽頭クリアランスが低下した嚥下障害例においては、咽

頭腔を狭くする頭部屈曲位は、咽頭壁と舌根との接触を容易にする可能性が高い。健常者を対象とした研究では、頭部屈曲位はUES部の食塊通過を阻害するという結果を示したものの、嚥下障害患者では咽頭と舌根の接触の改善が期待でき、食塊の咽頭内通過を促進し咽頭クリアランスを高める効果を示す可能性が考えられた。

3種類のChin-DownはUES部の嚥下圧動態に与える影響が異なるため、機能解剖学的に区別してChin-Downを嚥下障害者に用いる必要があるといえる。また、頸部屈曲位嚥下では、UES部の平圧化持続時間が延長したことから、食塊のUES通過には最も有利なChin-Downであると考えられた。

ただし、本研究には3つの限界がある。まず、本研究での対象者は若年健常者であるため、Chin-Downの臨床的な効果を見出すには、①高齢者及び②嚥下障害者を対象とした検討が必要である。Chin-Downが必要となるのは、嚥下障害者であり、その嚥下障害者の多くが高齢者であるためである。次に、嚥下時には嚥下反射による喉頭の挙上に伴いUES部の位置も上昇するため、安静時と嚥下時ではUES部を捉えるセンサーの位置が変わることから、嚥下圧検査のみではUES部の圧動態を正確に評価できていない可能性がある。Chin-Downの正確な効果を判定するためには、嚥下圧検査で用いるセンサーの位置の透視下での確認が必要である。最後に、嚥下圧検査のみの評価であったために、嚥下時の下顎・舌骨・咽喉頭の運動の確認ができず、Chin-Downの圧動態にもたらされた効果の正確な解釈ができなかった点である。2点目に重複するが、効果の解釈には、透視下で嚥下圧検査を行い嚥下に関わる器官の運動の確認が必要である。機能解剖学的に区別したChin-Downの効果をより正確に評価するためには、高齢者及び嚥下障害者を対象とし、本研究で実施した嚥下圧検査に加えて嚥下造影検査を行い、透視下でセンサーの位置及び嚥下器官の構造の変化の確認が必要だと考える。

(2) 小括

3種類の Chin-Down は UES 部の嚥下圧動態に与える影響が異なるため、機能解剖学的に区別して Chin-Down を嚥下障害者に用いる必要がある。頸部屈曲位は、UES 部の平圧化持続時間が延長したことから食塊の UES 通過に最も有利な Chin-Down と考えられる。

IX. 結語

2.64 mm 径高解像度マノメトリーによる健常者の嚥下咽頭期の嚥下圧基礎データをこの研究で初めて得ることができた。Chin-Down の中でも、頸部屈曲位が最も嚥下に有利な姿勢と考えられた。

高解像度マノメトリーを用いた嚥下圧検査はその他のリハビリテーション手技の理論的根拠・嚥下障害のより正確な病態解明に寄与できると考えられる。

X. 参考文献

- 1) 湯本 英二、加我 君孝、久保 武、池田 勝久、岸本 誠司 (編): 嚥下障害を治す (耳鼻咽喉科診療プラクティス). 文光堂, 2002.
- 2) 湯本英二: 嚥下圧検査法. 日気食会報 50: 313-314, 1999.
- 3) Higo R, Tayama N, Watanabe T. Manometric abnormality in dysphagic patients after medullary cerebrovascular accidents. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2002 Sep-Oct;64(5):368-72.
- 4) Yokoyama M1, Mitomi N, Tetsuka K, Tayama N, Niimi S. Role of laryngeal movement and effect of aging on swallowing pressure in the pharynx and upper esophageal sphincter. *Laryngoscope.* 2000 Mar;110(3 Pt 1):434-9.
- 5) Kahrilas PJ1, Logemann JA, Lin S, Ergun GA. Pharyngeal clearance during swallowing: a combined manometric and videofluoroscopic study. *Gastroenterology.* 1992 Jul;103(1):128-36. *Gastroenterology.* 1992 Jul;103(1):128-36.
- 6) Steele CM, Huckabee ML. The influence of orolingual pressure on the timing of pharyngeal pressure events. *Dysphagia.* 2007 Jan;22(1):30-6. Epub 2006 Oct 6.
- 7) Gumbley F, Huckabee ML, Doeltgen SH, Witte U, Moran C. Effects of bolus volume on pharyngeal contact pressure during normal swallowing. *Dysphagia.* 2008 Sep;23(3):280-5.
- 8) Olsson R1, Nilsson H, Ekberg O. Simultaneous videoradiography and pharyngeal solid state manometry (videomanometry) in 25 nondysphagic volunteers. *Dysphagia.* 1995 Winter;10(1):36-41.
- 9) Hurwitz AL, Nelson JA, Haddad JK. Oropharyngeal dysphagia Manometric and cine esophagographic findings. *Am J Dig Dis.* 1975 Apr;20(4):313-24.
- 10) Bodén K1, Hallgren A, Witt Hedström H. Effects of three

different swallow maneuvers analyzed by videomanometry. Acta Radiol. 2006 Sep;47(7):628-33.

11) 肥後隆三郎：嚥下圧測定．耳鼻臨床 104：668-669，2011.

12) Hoffman MR, Ciucci MR, Mielens JD, Jiang JJ, McCulloch TM. Pharyngeal swallow adaptations to bolus volume measured with high-resolution manometry. Laryngoscope. 2010 Dec ;120(12):2367-73.

13) McCulloch TM, Hoffman MR, Ciucci MR. High-resolution manometry of pharyngeal swallow pressure events associated with head turn and chin tuck. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2010 Jun;119(6):369-76.

14) Takasaki K, Umeki H, Enatsu K, Tanaka F, Sakihama N, Kumagami H, Takahashi H. Investigation of pharyngeal swallowing function using high-resolution manometry. Laryngoscope. 2008 Oct;118(10):1729-32.

15) Umeki H, Takasaki K, Enatsu K, Tanaka F, Kumagami H, Takahashi H. Effects of a tongue-holding maneuver during swallowing evaluated by high-resolution manometry. Otolaryngol Head Neck Surg. 2009 Jul;141(1):119-22

16) 森 敏裕：嚥下第Ⅱ期における嚥下圧動態の研究．日耳鼻 95 1992.：1022-1034.

17) 森 敏裕・丘村 熙：嚥下圧曲線よりみた嚥下障害の分類の試み．日気食会報 36, 1985.：363-370.

18) 森 敏裕・丘村 熙・稲木匠子：嚥下圧伝播速度の評価法．耳鼻臨床 82, 1989：1441～1445.

19) Miller AJ.：Significance of sensory inflow to the swallowing reflex. Brain Res. 1972 Aug 11;43(1):147-59.

20) 五味暁憲：鼻咽腔閉鎖機能不全の診断の根拠となる客観的開鼻声検査の基準値の設定．2009～2010年度科学研究費補助金研究成果報告書，鹿児島大学．

- 21) 大前由紀雄・井上鐵三：4点同時嚥下圧検査による嚥下動態の評価－嚥下障害症例の検討－. 耳鼻臨床 86, 1993. : 573～583.
- 22) 丘村 熙：嚥下のしくみと臨床. 金原出版, 1993.
- 23) Lydon SB, Dodds WJ, Hogan WJ, Arndorfer RC. The effect of manometric assembly diameter on intraluminal esophageal pressure recording. Am J Dig Dis. 1975 Oct;20(10):968-70.
- 24) Logemann, JA. Evaluation and treatment of swallowing disorders. 2nd edition. Pro-Ed Austin, TX: 1998.
- 25) Shanahan TK, Logemann JA, Rademaker AW, et al. Chin-down posture effect on aspiration in dysphagic patients. Arch Phys Med Rehabil 1993;74:736-739.
- 26) Ekberg O: Posture of the head and pharyngeal swallowing. Acta Radiol Diagn (Stockh) 1986;27:691-696.
- 27) Welch MV, Logemann JA, Rademaker AW, et al. Changes in pharyngeal dimensions effected by chin tuck. Arch Phys Med Rehabil 1993;74:178-181.
- 28) Ertekin C, Keskin A, Kiylioglu N, et al. The effect of head and neck positions on oropharyngeal swallowing: a clinical and electrophysiologic study. Arch Phys Med Rehabil 2001;82:1255-1260.
- 29) Lewin JS, Hebert TM, Putnam JB Jr, et al. Experience with the chin tuck maneuver in postesophagectomy aspirators. Dysphagia 2001;16:216-219.
- 30) Okada S, Saitoh E, Palmer JB, Matsuo K, Yokoyama M, Shigeta R, Baba M. What is the chin-down posture? A questionnaire survey of speech language pathologists in Japan and the United States. Dysphagia. 2007 Jul;22(3):204-9.
- 31) 唐帆健浩：顎引き頭位の嚥下機能に及ぼす影響. 目気食会報, 50(3), 1999. : 396～409.
- 32) Matsubara K, Kumai Y, Kamenosono Y, Samejima Y, Yumoto E.

Effect of three different chin-down maneuvers on Swallowing pressure in healthy young adults. *Laryngoscope*. 2016 Feb;126(2):437-41

33) Hislop HJ, Montgomery J. Daniels and Worthingham' s muscle testing: techniques of manual examination. 8th ed: W. B. Saunders: Philadelphia, 2007

34) 日本摂食嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会：訓練法のまとめ（2014版）. 日摂食嚥下リハ会誌 18, 2014: 55-89.

35) Cerenko D, McConnel FM, Jackson RT. Quantitative assessment of pharyngeal bolus driving forces. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1989 Jan;100(1):57-63.

36) McConnel FM. Analysis of pressure generation and bolus transit during pharyngeal swallowing. *Laryngoscope*. 1988 Jan;98(1):71-8.

37) Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, Massey B, Kern MK, Lang IM, Brasseur JG, Hogan WJ. Opening mechanisms of the human upper esophageal sphincter. *Am J Physiol*. 1989 Nov;257(5 Pt 1):G748-59.

38) 日本摂食嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会：訓練法のまとめ（2010版）. 日摂食嚥下リハ会誌 14, 2010: 644-663.