

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592908

研究課題名(和文) 口腔・咽頭内残留の定量的評価と舌圧との関連

研究課題名(英文) The method for oral and pharyngeal residue quantitatively using aroma

研究代表者

堀 一浩 (Hori, Kazuhiro)

新潟大学・医歯学系・准教授

研究者番号：70379080

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：呼気に含まれる香気量を鼻腔や口腔から測定することにより、口腔・咽頭残留量を評価する方法を考案した。まず被験者の口腔内に香料を保持させて口腔からの呼気に含まれる香気量を測定した。その結果、口腔内保持させている間、量依存的に香気量は上昇し、呼気からの香気量測定は口腔残留評価に有用であると考えられた。次に、香気量による咽頭腔内残留の推定を行った。被験者の咽頭内にそれぞれ0.2、0.4、0.6mlの試料を注入し、120秒間嚥下せずに口腔・咽頭内に保持し、その後嚥下するように指示をした。その結果試料が咽頭内に残留している間の香気量と咽頭残留量には、高い正の相関関係が見られた。

研究成果の概要(英文)：In the present study, we attempt to assess the oral residue and the pharyngeal residue using odor sensor. At first, the aroma of expired air from oral cavity was measured during holding flavor essence. In the result, the aroma of expired air was increased with the amount of holding flavor essence. Second, the retro-nasal aroma from naris was measured for estimating the pharyngeal residue. 0.2, 0.4, 0.6 ml flavor essence was injected to the pharynx of the subjects, and the subjects were instructed to hold it 120 seconds without swallowing before swallow. In the result, the intensity of retro-nasal aroma had a significant liner correlation with the amount of the flavor essence.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：嚥下 咽頭残留 嚥下障害 口腔残留

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会において、脳血管障害や神経疾患（パーキンソン病など）の患者が増加している。こうした患者における咀嚼・嚥下障害は、生命予後を脅かす誤嚥性肺炎や窒息の原因となるだけでなく、ADL(Activity of Daily Living)や QOL(Quality of Life)を低下させるため、治療とリハビリテーションにおける重要な課題の一つとなっている。誤嚥は嚥下前誤嚥・嚥下中誤嚥・嚥下後誤嚥にわけることができ、嚥下後誤嚥は、梨状窩や喉頭蓋谷など咽頭内に残留した食塊や口腔内に残留した食塊が喉頭内に侵入し、誤嚥に至るものである。咽頭残留は、嚥下後誤嚥の原因となるだけでなく、咽頭内へ細菌付着の原因となり、誤嚥性肺炎を引き起こす可能性がある。咽頭残留を引き起こす原因については、食道入口部の開大不全や、鼻咽腔閉鎖不全や舌の可動性低下・咽頭収縮不全などによる嚥下圧の形成不全などが挙げられる。

これまでのところ、口腔内や咽頭内に残留する食塊の定量的評価についての確立された方法はない。多くは口腔内や咽頭内を直接もしくは嚥下内視鏡や嚥下造影で定性的に評価している。また、シンチグラフィを用いた定量的評価の試みが行われているが、装置が大規模となり一般化していない。

本研究において、われわれは香料を使用した口腔・咽頭残留の定量的評価の試みを検討することとする。実際に摂食時に匂いを感じるメカニズムとして、口腔内に取り込まれる前に鼻腔から取り込んだ匂いを感じる場合と、咽頭内へ送り込まれた食塊の匂いが鼻腔へと流れてにおいを感じるものと2つがある。ことに、食物摂取時には口腔・咽頭内で食塊が形成されて匂いを感じることから、後者のパターンが重要であると言われている。

2. 研究の目的

我々は、上記のような嗅覚認知に関するメカニズムを利用して、摂食後の口腔・咽頭残留が発する匂いを計測することでその定量評価を行うことができるのではないかと考えた。

本研究では、口腔・咽頭残留量を定量的に測定する新たな方法について検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 口腔残留評価

被験者として、摂食・嚥下障害ならびに神経筋疾患、顎関節疾患や矯正治療の既往のない健常有歯顎者5名（男性5名、平均年齢 27.2 ± 2.7 歳）を用いた。

香気量の測定には、新コスモス電機社製ニオイセンサーXP-329ⅢRを用いた。被験試料には、三栄源エフエフアイ社製香料（グレープエッセンス No. 80）を用い、香料原液を1% w/wに希釈した。

姿勢は坐位、頭位はフランクフルト平面が床と平行となる正常座位とした。被験者の口腔内に被験試料0.5 mL、1.0 mL、1.5 mL、2.0 mL、もしくは蒸留水0.5 mLをシリンジで注入し、嚥下しないように指示をした。さらに、15秒ごとにニオイセンサーに呼気を吹きかけるように指示をした。被験試料には、1% w/wグレープエッセンスを用いた。測定は各被験者に対し、すべての試料につき1回ずつ、行った。

(2) 咽頭残留評価

被験者は実験1と同様とした。香気量の測定には、新コスモス電機社製ニオイセンサーXP-329ⅢRを用い、ネーザルチューブを介して鼻腔よりレトロアロマを経時的に測定した。また、咽頭への試料の注入のために経口的に直径1 mmのビニルチューブを挿入し、下顎中切歯から12 cmの距離に先端が来るように留置した。被験試料には、三栄源エフエフアイ社製香料（グレープエッセンス No. 80）を用い、香料原液を1% w/wに希釈した。

姿勢は坐位、頭位はフランクフルト平面が床と平行となる正常座位とした。咽頭内にビニルチューブを介して被験試料を注入し、被験者には嚥下しないように指示をした。注入後2分間の香気量を測定した。被験試料には、1% w/wグレープエッセンス0.2 mL、0.4 mL、0.6 mL、蒸留水0.4 mLを用いた。測定は各被験者に対し、すべての試料につき1回ずつ行った。

まず、注入開始より2分間における香気量の原波形から、呼吸周期で移動平均を行った。さらに、2分間の香気量の積分値を算出し、各試料ごとに比較した。

4. 研究成果

(1) 口腔残留評価

香気量は、呼気を吹きかけたときに最大値を取っており、呼気量によって数値が異なる可能性が考えられた。しかし、その香気量は口腔内保持量依存的に上昇し、相関係数は非常に高く、 $r=0.97$ となった（図1）。

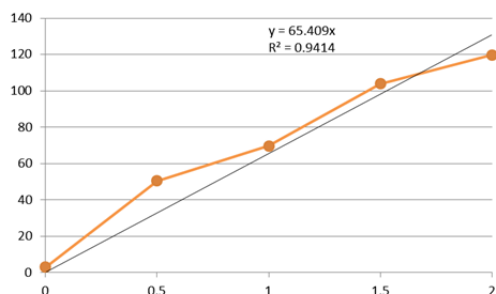


図 1. 口腔保持量と香気量との関係

(2) 咽頭残留評価

香気量は、咽頭への試料注入後直ちに上昇し、おおよそ 1 分後にはプラトーに達した (図 2)。咽頭保持時香気量は、呼吸により影響を受けていたため、これまでと同様に呼吸周期で移動平均を行った。一方で、蒸留水注入時には香気量の変化は認められなかった。

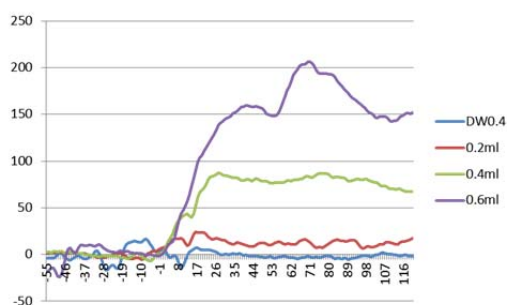


図 2. 咽頭保持時香気量時系列変化

咽頭保持時の香気量は咽頭注入量と有意に相関し、注入量が多いほど高い香気量が観察された。香気量の大きさには個人差が認められたものの、平均値との相関係数は非常に高く、 $r=0.98$ となった (図 3)。

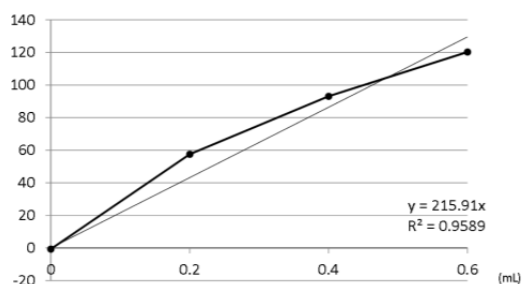


図 3. 咽頭保持量と香気量との関係

本法を応用することにより、臨床の現場でも大型の計測機器や侵襲のある様な装置を使うことなく、咽頭残留量を定量評価できる可能性が示された。一方で、香気量は嚥下運動により大きく影響を受けていた。したがって、嚥下後に咽頭残留した場合には違った香気量の動態を示す可能性がある。今後、嚥下後の咽頭残留をシミュレートし、さらなる検

討を行う必要性が考えられた。

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 17 件)

- ① Hori K, Hayashi H, Yokoyama S, Ono T, Ishihara S, Magara J, Taniguchi H, Funami T, Maeda Y, Inoue M. Comparison of mechanical analysis and tongue pressure analyses during squeezing and swallowing of gels. Food Hydrocolloids. 査読有, 44:145-155, 2015, doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.09.029
- ② Kondoh J, Ono T, Tamine K, Fujiwara S, Minagi Y, Hori K, Maeda Y, Kreissl M, Nitschke I. Effect of complete denture wearing on tongue motor biomechanics during swallowing in edentulous older adults. Geriatr Gerontol Int. 査読有, 15(5):565-571, 2015, doi: 10.1111/ggi.12315.
- ③ Fujiwara S, Ono T, Minagi Y, Fujiu-Kurachi M, Hori K, Maeda Y, Boroumand S, Nitschke I, Ursula V, Bohlender J. Effect of Supraglottic and Super-supraglottic swallows on Tongue Pressure Production against Hard Palate. Dysphagia. 査読有, 29(6):655-662, 2014, doi: 10.1007/s00455-014-9556-3
- ④ Yokoyama S, Hori K, Tamine K, Fujiwara S, Inoue M, Maeda Y, Funami T, Ishihara S, Ono T. Tongue pressure modulation for initial gel consistency in a different oral strategy. PLoS One. 査読有, 9(3):e91920, 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0091920.
- ⑤ Yano J, Aoyagi Y, Ono T, Hori K, Yamaguchi W, Fujiwara S, Kumakura, I, Minagi S, Tsubahara A. Sequential Coordination between Lingual and Pharyngeal Pressures Produced during Dry Swallowing. Biomed Res Int. 査読有, 2014:691352, 2014, doi: 10.1155/2014/691352
- ⑥ Ishihara S, Isono M, Nakao S, Nakauma M, Funami T, Hori K, Ono T, Kohyama K, Nishinari K. Mechanical uniaxial compression test of gellan gels of various fracture properties using artificial tongue and its comparison with human oral strategy for the first size reduction. Journal of texture studies. 査読有, 45(5):354-366, 2014, doi: 10.1111/jtxs.12080
- ⑦ Ishihara S, Nakano S, Nakauma M, Funami

- T, Hori K, Ono T, Kohyama K, Nishinari K, Compression Test of Food Gels on Artificial Tongue and Its Comparison with Human Test, *Journal of texture studies*, 査読有, 44(2): 104-114, 2013, doi: 10.1111/jtxs.12002
- ⑧ 小野高裕, 堀一造, 中島純子, 舌接触補助床 (PAP) を用いた口腔機能リハビリテーション. *日本歯科医学会誌*, 66(1), 6-15, 2013
- ⑨ 堀一造, 真柄 仁, 谷口裕重, 井上 誠, 補綴装置を用いた摂食・嚥下リハビリテーションが奏功した重症筋無力症症例. *顎顔面補綴*, 査読有, 36(1): 54-60, 2013
- ⑩ 小野高裕, 堀一造, 藤原茂弘, 皆木祥伴, 摂食・嚥下障害患者への対応—舌圧測定と舌接触補助床—, *日補綴会誌*, 査読有, 5(3): 247-253, 2013
- ⑪ Hori K, Srinivasan M, Barbezat C, Tamine K, Ono T, Müller F. Effect of lingual plates on generating intra-oral pressure during swallowing: an experimental study in healthy subjects. *J Neuroeng Rehabil*. 査読有, 10(1):64, 2013, doi: 10.1186/1743-0003-10-64
- ⑫ Fukuoka T, Ono T, Hori K, Tamine K, Nozaki S, Shimada K, Yamamoto N, Fukuda Y, Domen K. Effect of the effortful swallow and the Mendelsohn maneuver on tongue pressure production against the hard palate. *Dysphagia*. 査読有, 28(4):539-47, 2013, doi: 10.1007/s00455-013-9464-y
- ⑬ Li Q, Hori K, Minagi Y, Ono T, Chen YJ, Kondo J, Fujiwara S, Tamine K, Hayashi H, Inoue M, Maeda Y. Development of a system to monitor laryngeal movement during swallowing using a bend sensor. *PLoS One*. 査読有, 8(8):e70850, 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0070850
- ⑭ Hayashi H, Hori K, Taniguchi H, Nakamura Y, Tsujimura T, Ono T, Inoue M. Biomechanics of human tongue movement during bolus compression and swallowing. *J Oral Sci*. 査読有, 55(3):191-8, 2013, https://www.jstage.jst.go.jp/article/josnusd/55/3/55_191/_article
- ⑮ Hori K, Taniguchi H, Hayashi H, Magara J, Minagi Y, Li Q, Ono T, Inoue M. Role of tongue pressure production in oropharyngeal swallow biomechanics. *Physiol Rep*. 査読有, 1(6):e00167, 2013, doi: 10.1002/phy2.167
- ⑯ 堀一造: 舌接触補助床を利用した嚥下機能回復, *顎顔面補綴*, 査読有, 36(2): 66-69, 2013
- ⑰ 堀一造, 小野高裕. 咀嚼・嚥下時の舌圧のはたらき. *FFI ジャーナル*, 査読無,

217 : 234-241, 2012

[学会発表] (計 16 件)

- ① Takahashi K, Hori K, Hayashi H, Fujiu-Kurachi M, Ono T, Inoue M: Impact of Submental Neuromuscular Electrical Stimulation on Tongue Pressure and Hyoid Movement. The Dysphagia Research Society 23rd Annual Meeting, 2015. 3. 12-14. Chicago (USA).
- ② Hori K, Takahashi K, Hayashi H, Magara J, Ono T, Inoue M: Immediate Effects on Tongue Pressure and Hyoid Movement of Surface Electrical Stimulation. 4th Congress of European Society for Swallowing Disorders, 2014. 10. 25, Brussels (Belgium).
- ③ 高橋圭三, 堀一造, 林 宏和, 谷口裕重, 倉智雅子, 小野高裕, 井上 誠: 経皮的電気刺激が嚥下時舌圧・舌骨挙上に及ぼす影響. 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6-7日, 京王プラザホテル(東京)
- ④ Hori K, Hayashi H, Takahashi K, Magara J, Taniguchi H, Inoue M: Retro-nasal aroma is correlated with pharyngeal swallowing pressure. 3rd International conference on food oral processing, 2014. 6. 29. Wageningen (Netherland).
- ⑤ Funami T, Isono M, Ikegami A, Nakao S, Ishihara S, Nakauma M, Fujiwara S, Minagi Y, Hori K, Ono T: Sensory characteristics of beverages determined by in vivo measurements of swallowing. 3rd International conference on food oral processing, 2014. 6. 29. Wageningen (Netherland).
- ⑥ 谷口裕重, 堀一造, 林 宏和, 辻村恭憲, 真柄 仁, 井上 誠: 咀嚼運動が嚥下反射に与える影響. 日本老年歯科医学会第25回学術大会, 2014年6月13-4日, 福岡国際会議場(福岡市)
- ⑦ 磯野 舞, 石原清香, 中尾理美, 中馬 誠, 船見孝博, 堀一造, 小野高裕, 神山かおる: モデル舌を用いた摂食様式の評価. 第37回日本バイオレオロジー学会年会, 2014年6月5日, 大宮ソニックシティ(さいたま市).
- ⑧ Fujiwara S, Ono T, Fujiu-Kurachi M, Minagi Y, Tokuda Y, Hori K, Maeda Y: The effect of bolus viscosity on tongue pressure production during supraglottic and super-supraglottic swallows. Dysphagia Research Society 22th Annual Meeting, Mar. 6-8. 2014, Nashville (USA).
- ⑨ 矢野実郎, 青柳陽一郎, 熊倉勇美, 椿原

- 彰夫, 皆木省吾, 堀 一浩, 藤原茂弘,
小野高裕: 舌圧と咽頭内圧の同時測定-
 食塊量・粘度の影響-. 第19回日本摂食・
 嚥下リハビリテーション学会, 2013年9
 月22-23日, 川崎医療福祉大学(倉敷市)
- ⑩ Fujiwara S, Fujiu-Kurachi M, Ono T,
 Miyamoto J, Minagi Y, Tamine K, Kondo
 J, Hori K, Inoue M, Maeda Y: Tongue
 Pressure Production against Hard
 Palate During Tongue-hold Swallows in
 Elderly People. Dysphagia Research
 Society 21th Annual Meeting,
 2013. 3.13-16, Seattle (USA).
- ⑪ Hori K, Taniguchi H, Tamine K, Hayashi
 H, Magara J, Inoue M, Ono T:
 Videofluorographic Analysis of
 Sequential Events on the Tongue
 Pressure Waves during Swallowing. the
 60th anniversary of the founding of the
 Japanese Association for Dental
 Research, 2012.12.14-15, ときメッセ
 (新潟市).
- ⑫ Fujiwara S, Ono T, Tamine Ki,
 Fujiu-Kurachi M, Hori K, Maeda Y, Sara
 B, Ina N, Vith U, Bohlender J: Tongue
 pressure production against hard
 palate during supraglottic swallow and
 super supraglottic swallow. European
 Society for Swallowing Disorders 2nd
 congress, 2012.10.27, Barcelona
 (Spain).
- ⑬ 横山須美子, 小野高裕, 田峰謙一, 藤原
 茂弘, 前田芳信, 堀 一浩, 石原清香, 船
 見孝博: ゼリー状食品の力学特性と摂食
 様式が舌圧に及ぼす影響. 第17・18回日
 本摂食・嚥下リハビリテーション学会,
 2012年8月30日-9月1日, 札幌市教育
 文化会館(札幌市).
- ⑭ Hori K, Hayashi H, Yokoyama S,
 taniguchi H, tamine K, Ishihara S,
 Funami T, Ono T, Inoue M. Tongue
 pressure during ingestion of food gels.
 2nd International Conference on Food
 Oral Processing - Physics, Physiology,
 and Psychology of Eating, 2012.7.1-5,
 Beaune (France).
- ⑮ Ono T, Hori K, Tamine K, Maeda Y, Aoyagi
 Y, Yano J, Iizumi T: Novel and
 Biomechanical Evaluation Techniques
 of Oro-pharyngeal Swallowing. 2nd
 International Conference on Food Oral
 Processing - Physics, Physiology, and
 Psychology of Eating, 2012.7.1-5,
 Beaune (France).
- ⑯ 林 宏和, 堀 一浩, 谷口裕重, 井上
誠, 小野高裕: ゲル試料の押しつぶし撮
 取時嚥下動態-舌圧と嚥下内視鏡の同時
 測定. 日本老年歯科医学会第23回学術大
 会, 2012年6月22-23日, つくば国際会
 議場(つくば市).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀 一浩 (HORI, Kazuhiro)
 新潟大学・医歯学系・准教授
 研究者番号: 70379080

(2) 研究分担者

井上 誠 (INOUE, Makoto)
 新潟大学・医歯学系・教授
 研究者番号: 00303131

小野 高裕 (ONO, Takahiro)
 新潟大学・医歯学系・教授
 研究者番号: 30204241