

舌機能評価を応用した摂食嚥下リハビリテーションの確立

分担研究報告書

第 3 章 成人における年齢と舌圧の関係

平成 15 年 3 月

主任研究者

赤川安正

広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 顎口腔頸部医科学講座

先端歯科補綴学研究室 教授

第3章 成人における年齢と舌圧の関係

1 概要

ヒトの身体の成熟は30歳付近までで起こるとされ、その年齢を過ぎると筋力は加齢とともに低下する(山田と福永, 1997)。摂食・嚥下に関連した筋群においても加齢により筋力低下が起こり、このことが摂食・嚥下障害の原因になると考えられている(Robbins *et al.*, 1995)。しかし現在まで、嚥下に関連する筋の筋力を測定して、加齢の影響を観察した報告は舌圧以外には見当たらない。しかしながら、その舌圧についての研究(Robbins *et al.*, 1995; 北岡ら, 2000; Nagao *et al.*, 2002)でも、広い年代を対象として多数の被験者を用いたものは見当たらず、歯の欠損や義歯の使用についてよく配慮した上での検討もなされていないのが現状である。それゆえ、実際に舌圧が加齢により影響を受けているか否かも不明である。舌圧測定を臨床応用する際には、舌圧の低下が加齢によるものなのか障害によるものなのかをよく判別されなければならない。

そこで本章では、第2章にて開発したディスプレイザブル・プローブを用いる簡便な舌圧測定装置により各年齢層の多数の被験者の舌圧分布を検討して、加齢が舌圧に与える影響を明らかにしようとした。

2 研究対象と方法

1) 被験者

自覚的に摂食・嚥下障害を認めず、本研究の内容について説明を聞き同意した広島大学歯学部教職員と大学院生、学部学生、その他より構成されるボラン

ティア 117 名（男性 59 名，女性 58 名，年齢 20・59 歳）と広島大学歯学部附属病院口腔維持修復歯科 義歯・インプラント診療室（旧第一補綴科）での患者 102 名（男性 48 名，女性 54 名，年齢 44・95 歳）とした。これらの被験者を年齢により，若年群（20・39 歳），中年群（40・65 歳），高年群（66・95 歳）に分けた（表 1，2）。

全被験者のなかで義歯装着者は約 26 %であった（表 3）。後述する分析は，全被験者 219 名を対象とする場合と残存歯が 20 歯以上で可撤性床義歯を装着していない 161 名を対象とする場合の 2 通りで行った。

2) 舌圧測定装置および測定方法

第 2 章 2-2)，3) にて開発したディスプレイの口腔内プローブと舌圧測定装置を用いて，第 2 章 2-4) と同様の方法にて，被験者の最大舌圧と嚥下舌圧を測定した。さらに，嚥下舌圧の波形についても観察した。なお，全被験者のうち可撤性床義歯装着者については，義歯を装着した状態で舌圧を測定した。年齢と舌圧および最大舌圧と嚥下舌圧の統計学的検討にはスピアマンの順位相関を用い，年齢群間での最大舌圧および嚥下舌圧の比較には分散分析 (ANOVA) を用い，有意水準 1 % で検定を行った。

3 結果

全被験者での最大舌圧は最大 42.5 kPa，最小 4.2 kPa，で平均 26.1 ± 6.7 kPa（平均値 ± 標準偏差，以下同様に示す）であった。嚥下舌圧は最大 32.7 kPa，最小 2.0 kPa で平均 11.8 ± 7.5 kPa であった。年齢と最大舌圧の関係を見ると，最大舌圧は加齢とともに低下する傾向が窺えた（図 14）。残存歯 20 歯以上で可

撤性床義歯を使用していない被験者の最大舌圧は最大 38.5 kPa, 最小 4.2 kPa で平均 26.6 ± 6.2 kPa, 嚙下舌圧は最大 32.7 kPa, 最小 2.0 kPa で平均 12.3 ± 7.6 kPa であった。同被験者群の最大舌圧は全被験者の場合と同様, 加齢とともに低下していた (図 15)。全被験者および 20 歯以上残存者はともに, 嚙下舌圧と年齢の相関は認められなかった (図 16, 17)。

全被験者および 20 歯以上残存者を各年齢群に分けて検討したところ, 最大舌圧は加齢により低下する傾向にあったが, 嚙下舌圧ではそのような低下傾向は認められなかった (表 4, 5)。

全被験者の最大舌圧と嚙下舌圧の間には正の相関がみられ ($r_s = 0.371$, $P < 0.0001$) (図 18), 20 歯以上残存者についても同様に正の相関が認められた ($r_s = 0.319$, $P < 0.0001$) (図 19)。

全被験者における 3 回目の嚙下舌圧波形をみると, 若年群では単峰型と二峰型が併せて 69 % の頻度であったのに対し, 中年群では 39 %, 高年群では 23 % と徐々に減少しており (図 20), この傾向は 20 歯以上残存者についても同様であった (図 21)。

4 考察

骨格筋は加齢とともに筋力が低下することが知られており, この現象の直接の要因は筋線維数の減少ならびに速筋線維の選択的萎縮による筋量の減少と考えられている (山田と福永, 1997)。舌においても, 加齢により舌の筋線維が萎縮あるいは消失して脂肪組織が増加することが確認されており (浦郷, 1991), 舌圧を発揮させる主たる筋肉である舌筋に上述の加齢による変化が起こっていることが推察される。本研究で測定した最大舌圧が全被験者, 20 歯以上残存者

のいずれにおいても加齢とともに低下する傾向を認めたことは、このことをよく裏付けている。一方、嚥下舌圧では全被験者、20 歯以上残存者ともに加齢による変化はみられなかった。これは、加齢による筋力の低下は日常生活での利用頻度によるとされることから (山田と福永, 1997), 毎日何度も繰り返される嚥下に要する筋力は加齢による影響を受けにくいと考えられ、本研究結果もこの見解を支持することとなった。

最大舌圧および嚥下舌圧の平均値は全被験者と 20 歯以上残存者とで類似しており、最大舌圧は 25 kPa 前後、嚥下舌圧が 11 kPa 前後であった。これは他の報告 (Fröhlich *et al.*, 1992; Perlman *et al.*, 1993; Poudoux and Kahrilas, 1995; Robbins *et al.*, 1995; Crow and Ship, 1996; Miller and Watkin, 1996; Solomon *et al.*, 1996; 古屋, 1999; Thüer *et al.*, 1999; 北岡ら, 2000; 横山ら, 2000; Nagao *et al.*, 2002) にみられる最大舌圧で 40 - 80 kPa, 嚥下舌圧で 10 - 30 kPa と比べると低い。この差異は被験者の規模に加えて、上記の報告においても測定値にはある程度のばらつきがみられていることから、測定方法、測定装置、測定位置の違いなどによるものと考えられる。本研究では、測定手法の簡便性を最優先に考え、さらに測定部位による舌圧の相違などの細かい観察よりも広く食塊全体にかかる舌圧を捉えようとしたため、局所的に測定された舌圧よりも低い値となったのであろう。また、本研究では、嚥下舌圧の測定の際に水を嚥下させたが、嚥下舌圧は食塊が粘性を増すほど高い舌圧が必要であるとされている (Miller and Watkin, 1996) ことから、本研究で測定された嚥下舌圧は粘性の少ない水を嚥下させたためかもしれない。

最大舌圧と嚥下舌圧の相関は全被験者および 20 歯以上残存者の両者にみられた。これは、最大舌圧を測定することで嚥下舌圧をも推測できる可能性を示すものである。誤嚥を有する患者に対して嚥下舌圧を測定することは非常に危険

であるため、このような患者では最大舌圧を測定し、その値より嚥下舌圧を推測できれば安全である。同様に、最大舌圧と嚥下舌圧の相関が認められたことから、リハビリテーションにて最大舌圧を回復することで、嚥下舌圧も改善できる可能性も考えられよう。

全被験者の最大舌圧、嚥下舌圧と年齢の関係を観察すると、最大舌圧と年齢には相関関係が認められたが、嚥下舌圧と年齢には関係はみられなかった。一方で、最大舌圧と嚥下舌圧の間には相関関係が認められた。最大舌圧、嚥下舌圧および年齢の3者それぞれとの関係を偏相関係数にて検討したところ、最大舌圧と嚥下舌圧は0.402、最大舌圧と年齢は-0.299、嚥下舌圧と年齢は-0.100となり、最大舌圧と嚥下舌圧との間に最も強い相関が認められた。20歯以上残存者についても同様に、嚥下舌圧と最大舌圧の相関関係が最も強いことが判明した。これは摂食・嚥下を考察する際に、暦年齢より最大舌圧を指標とする生理学的評価が有用である可能性を示唆している。

全被験者と20歯以上残存者それぞれの測定3回目における嚥下舌圧波形はいずれも加齢とともに単峰型、二峰型が減少する傾向が認められた。この原因として、加齢による神経・筋機構の低下、筋緊張の低下、靭帯の緩み (Heeneman and Brown, 1986 ; Sheth and Diner, 1988 ; Tracy *et al.*, 1989), 口腔での食塊保持能力の低下 (丘村ら, 1991), 咽頭期開始の遅れ, 口腔期の延長, これらを代償する分割嚥下, 咽頭期の短縮, 安静時の喉頭の低位 (Heeneman and Brown, 1986 ; Elliott, 1988 ; Tracy *et al.* 1989 ; 金子, 1992 ; 越井, 1992), 咽頭収縮圧の低下 (Fulp *et al.*, 1990 ; Dejaeger *et al.*, 1994) などが考えられ、これらにより出現頻度の違いが出たものと推察される。

舌機能評価を応用した摂食嚥下リハビリテーションの確立

分担研究報告書

第 4 章 歯の欠損と義歯の舌圧への影響

平成 15 年 3 月

分担研究者

吉田光由

広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 顎口腔頸部医科学講座

先端歯科補綴学研究室 助手

第4章 歯の欠損と義歯の舌圧への影響

1 概要

多数の歯が欠損して可撤性床義歯を装着した場合、顎間距離や口腔内容積などが変化し、それに併せて摂食・嚥下に関わる口腔内の感覚が変わり、その結果舌圧も影響を受けると予想される。一方、摂食・嚥下障害がある患者が義歯を装着することで、その障害が改善したとの報告もある(藤島, 2001; 村岡, 2002)。しかしながら、現在までの舌圧と可撤性床義歯の関係を検討した報告(古屋, 1999; 北岡ら, 2000)では義歯と加齢の影響が混在しており、見解の一致をみていない。第3章で示されたように、舌圧は加齢により変化すると考えられることから、歯の欠損や義歯の使用を考慮した舌圧の評価・診断法を確立するためには、同じ年齢層の有歯顎者と義歯使用者を対象として歯の欠損あるいは義歯の装着が舌圧へ及ぼす影響を解明することが必要であると考えられる。

本章では、高齢有歯顎者と高齢義歯装着者の舌圧を比較検討することにより、歯の欠損と義歯の有無が舌圧に及ぼす影響を明らかにしようとした。

2 研究対象と方法

1) 被験者

被験者は自覚的に摂食・嚥下障害を認めず、本研究内容をよく説明されて同意した、広島大学歯学部附属病院口腔維持修復歯科 義歯・インプラント診療室(旧第一補綴科)を受診した患者とその他より構成される62・95歳のボランティア61名とした。これらの被験者を、20歯以上の残存歯を持ち可撤性床義歯

を装着していない 31 名（男性 21 名，女性 10 名，年齢 66・87 歳）（20 歯以上残存者群）と，少なくとも上顎に総義歯を装着した 30 名（男性 15 名，女性 15 名，年齢 62・95 歳）（上顎総義歯使用者群）の 2 群に分類した（表 6）。このうち 18 名は下顎にも総義歯を装着していた（表 7）。

2) 舌圧測定装置および測定方法

第 2 章で開発した舌圧測定装置を用い，第 3 章と同様の方法により最大舌圧と嚙下舌圧を測定するとともに，嚙下舌圧波形も観察した。上顎総義歯使用者群では，義歯を装着した状態（義歯群装着時）と非装着の状態（義歯群非装着時）で舌圧の測定を行った。

20 歯以上残存者群，義歯群装着時と義歯群非装着時それぞれの舌圧の比較には分散分析（ANOVA）を用い，有意水準 1 % および 5 % で検定した。

3 結果

20 歯以上残存者群の最大舌圧の平均値±標準偏差は 21.5 ± 6.9 kPa，義歯群装着時は 23.6 ± 8.5 kPa となり，両者の間には統計学的に有意な差は認められなかった。一方，義歯群非装着時で最大舌圧は 27.3 ± 8.1 kPa となり，20 歯以上残存者群との間で有意な差 ($P < 0.01$) がみられ，義歯を装着しなかった上顎総義歯使用者群では 20 歯以上残存者群より大きな最大舌圧を示した（図 22）。

嚙下舌圧は 20 歯以上残存者群，義歯群装着時，義歯群非装着時でそれぞれ 10.3 ± 7.0 kPa， 10.9 ± 7.0 kPa， 13.7 ± 9.6 kPa となり，いずれの間にも統計学的に有意な差を認められなかった（図 22）。

嚙下舌圧波形をみると，20 歯以上残存者群では単峰型と二峰型が合わせて

22 %であったのに対して、義歯群装着時では 36 %、義歯群非装着時では 47 %と増加したが、いずれも各群間にも統計学的に有意な差は認められなかった(図 23)。

4 考察

本章では歯の欠損と義歯装着が舌圧に及ぼす影響を検討するため、20 歯以上残存者群と少なくとも上顎に総義歯を装着した上顎総義歯使用者群を比較したところ、最大舌圧に有意差はなかった。これは上顎に総義歯を装着した状態が最大舌圧を発揮することにおいて有歯顎と同様の状態であったことを示唆している。一方、義歯を装着しなかった上顎総義歯使用者群の最大舌圧は 20 歯以上残存者群より有意に高かった。このことは、上顎総義歯使用者群では義歯を装着していない時に顎間距離が安定せず、その結果プローブ受圧部と舌の距離が短くなり最大舌圧を発揮しやすくなったと推察される。

嚥下舌圧はいずれの群間にも統計学的な有意差は認めず、同様に嚥下舌圧波形の出現頻度にも有意な違いはなかった。これらの結果より、嚥下舌圧は義歯の装着の影響よりむしろ嚥下の機能的因子(Curtis and Cruess, 1984 ; Cook *et al.*, 1989 ; Dodds *et al.*, 1989 ; Linden *et al.*, 1989)や個人の習慣、食塊の量と粘性(Miller and Watkin, 1996)などによって決定されるとみなされよう。

現在、摂食・嚥下障害のリハビリテーションでは、舌運動障害を有する上顎義歯使用者に対して同義歯の口蓋部厚径を厚くすることによって嚥下時に舌が口蓋に接触しやすくするための舌接触補助床(Davis *et al.*, 1987 ; Logemann *et al.*, 1989 ; 向井, 1998 ; 細野ら, 2001)が提案されている。本研究において開発した舌圧測定装置を用いれば、実際に発揮される舌圧をその場で観察できるため、この観察をしながら舌接触補助床の形態を調整する事も可能となり、摂

食・嚥下障害へ歯科領域から新たなアプローチができるものとする。

舌機能評価を応用した摂食嚥下リハビリテーションの確立

分担研究報告書

第 5 章 総括

平成 15 年 3 月

主任研究者

赤川安正

広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 顎口腔頸部医科学講座

先端歯科補綴学研究室 教授

第5章 総括

定量的評価と診断に基づいて摂食・嚥下障害患者のリハビリテーションを行うために日常臨床で応用可能な舌機能評価を目指して、簡便な舌圧測定装置を開発、これを用いて各年代成人の随意的に発揮できる最大の舌圧および水 5 ml 嚥下時の舌圧を測定したところ、以下の結果を得た。

1. ディスポーザブルの口腔内プローブと圧力導入型ひずみゲージ式圧力変換器とデジタルオシロレコーダーから構成される舌圧測定装置を開発することができた。また、これを用いて被験者の最大舌圧と嚥下舌圧を簡便に再現性よく測定できた。

2. 加齢とともに最大舌圧は減少する傾向が認められたが、嚥下舌圧にその傾向はなかった。一方、最大舌圧と嚥下舌圧の間には正の相関が認められた。嚥下舌圧波形では単峰型、二峰型が若年群に比べ中年群、高年群で減少する傾向がみられた。

3. 自覚的に摂食・嚥下障害を認めない高齢者では、上顎総義歯を使用している者は義歯装着時において 20 歯以上が残存する者が発揮する最大舌圧と同等の値を示し、一方、義歯非装着時においては 20 歯以上の残存者と比較して高い最大舌圧を発揮した。上顎総義歯を使用している者は義歯装着時と非装着時のいずれにおいても、20 歯以上の残存者と同等の嚥下舌圧を発揮していた。

以上の結果より、簡便性を有し日常的に応用が可能な舌圧測定装置を開発でき、さらにこれを用いた舌圧測定により高齢者の舌圧に関する知見を集積した。これらにより、加齢や歯の欠損に伴う舌圧の変化の一端を明らかにすることができた。

文献

Cook, I. J. , Dodds, W. J. , Dantas, R. O. , Kern, M. K. , Massey, B. T. , Shaker, R. and Hogan, W. J. : Timing of videofluoroscopic, manometric events, and bolus transit during the oral and pharyngeal phases of swallowing. *Dysphagia* **4**, 8—15, 1989.

Crow, C. H. and Ship, A. J. : Tongue strength and endurance in different aged individuals. *J. Gerontol.* **51A**, M247—M250, 1996.

Curtis, D. J. and Cruess, D. F. : Videofluoroscopic identification of two types of swallowing. *Radiology* **152**, 305—308, 1984.

Davis, J. W. , Lazarus, C. , Logemann, J. and Hurst, P. S. : Effects of a maxillary glossectomy prosthesis on articulation and swallowing. *J. Prosthet. Dent.* **57**, 715—719, 1987.

Dejaeger, E. , Pelemans, W. , Bibau, G. and Ponette, E. : Manofluorographic analysis of swallowing in the elderly. *Dysphagia* **9**, 156—161, 1994.

Dodds, W. J. , Taylor, A. J. , Stewart, E. T. , Kern, M. K. , Logemann, J. A. and Cook, I. J. : Tipper and dipper types of oral swallow. *Am. J. Roentgenol.* **153**, 1197—1199, 1989.

Elliott, J. L. : Swallowing disorders in elderly : A guide to diagnosis and treatment. *Geriatrics* **43**, 95–100, 1988.

Feinberg, M. J., Knebl, J., Tully, J. and Segall, L. : Aspiration and the elderly. *Dysphagia* **5**, 61–71, 1990.

Fröhlich, K., Ingervall, B. and Thüer, U. : Further studies of the pressure from the tongue on the teeth in young adults. *Eur. J. Orthod.* **14**, 229–239, 1992.

藤島一郎：脳卒中の摂食・嚥下障害. 2版. 医歯薬出版, 東京, 87–156, 1993.

藤島一郎：摂食・嚥下のリハビリテーションと歯科補綴. 補綴臨床 **34**, 29–36, 2001.

Fulp, S. R., Dalton, C. B., Castell, J. A. and Castell, D. O. : Aging-related alterations in human upper esophageal sphincter function. *Am. J. Gastroenterol.* **85**, 1569–1572, 1990.

古屋純一：全部床義歯装着が高齢無歯顎者の嚥下機能に及ぼす影響. 口病誌 **66**, 361–369, 1999.

Heeneman, H. and Brown, D. H. : Senescent changes in and about the cavity and pharynx. *J. Otolaryngol.* **15**, 214–216, 1986.

Hiiemae, M. K., and Palmer, B. J. : Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency. *Dysphagia* 14, 31–42, 1999.

平松 隆, 栗田慶子, 大西将美, 村井道典, 野村有希 : 摂食・嚥下リハビリテーションのチームアプローチへの一考察. 日摂食嚥下リハ会誌 4, 11–19, 2000.

細野 純, 稲垣明弘, 田村文誉, 水上美樹, 中村厚一, 岡野哲子, 向井美恵 : 嚥下補助装置(Swalloaid)を適応した4症例について. 日摂食嚥下リハ会誌 5, 48–54, 2001.

金子 功 : 嚥下における舌骨運動の X 線学的解析—男女差及び年齢変化について—. 日耳鼻 95, 974–987, 1992.

金子芳洋, 千野直一 : 摂食・嚥下リハビリテーション (才藤栄一, 田山二郎, 藤島一郎, 向井美恵編). 1版. 医歯薬出版, 東京, 2–4, 1998.

川野亜紀, 高橋智子, 大越ひろ, 大塚義彰, 向井美恵 : ペースト状食物の飲み込み特性と舌運動—温度と物性の影響—. 日摂食嚥下リハ会誌 5, 11–18, 2001.

北岡直樹, 薦田淳司, 市川哲雄, 石川正俊, 永尾 寛, 河野文昭, 羽田 勝 : 嚥下時の口蓋に対する舌接触圧の観察 : 若年有歯顎者と高齢総義歯装着者の比

較. 補綴誌 44, 379–385, 2000.

越井健司: 咽頭食道接合部における嚥下機能に対する加齢の影響. 獨協医誌 8, 45–57, 1992.

Leopold, N. A. and Kagel, M. C. : Swallowing, ingestion and dysphagia. *Arch. Phys. Med. Rehab.* 64, 371–373, 1983.

Linden, P., Tippett, D., Johnston, J., Siebens, A. and French, J. : Bolus position at swallow onset in normal adults : Preliminary observations. *Dysphagia* 4, 146–150, 1989.

Logemann, J. A., Kahrilas, P. J., Hurst, P., Davis, J. and Krugler, C. : Effects of intraoral prosthetics on swallowing in patients with oral cancer. *Dysphagia* 4, 118–120, 1989.

Logemann, J. A. : Evaluation and treatment of swallowing disorders. Second ed. Austin, Pro Ed, Tex, 367–379, 1998.

道脇幸博, 横山美加, 道 健一, 大越ひろ, 高橋智子, 広田恵実子 : 嚥下訓練食のテクスチャー特性に関する検討. 日摂食嚥下リハ会誌 4, 28–32, 2000.

Miller, L. J. and Watkin, L. K. : The influence of bolus volume and viscosity on anterior lingual force during the oral stage of swallowing. *Dysphagia* 11, 117–124,

1996.

宮岡里美, 宮岡洋三, 山田好秋, : 食塊量の増減に伴う嚥下感覚の変化. 日摂食嚥下リハ会誌 **5**, 25-31, 2001.

向井美恵 : 老年者の摂食・嚥下機能障害とリハビリテーション. 歯界展望 **91**, 309-318, 1998.

村岡正規 : 加齢による嚥下障害と思われた総義歯補綴の一症例. 補綴誌 **46**, 283-284, 2002.

Nagao, K., Kitaoka, N., Kawano, F., Komoda, J. and Ichikawa, T. : Influence of changes in occlusal vertical dimension on tongue pressure to palate during swallowing. *Prosthodont. Res. Pract.* **1**, 16-23, 2002.

丘村 熙, 稲木匠子, 森 敏裕 : 高齢者の嚥下機能咽頭食道透視よりの観察. 日気食会報 **42**, 116-120, 1991.

Perlman, A., Schultz, G. J. and Vandaele, D. : Effects of age, gender, and bolus viscosity on oropharyngeal pressure during swallowing. *J. Appl. Physiol.* **75**, 33-37, 1993.

Pouderoux, P. and Kahrilas, J. P. : Deglutitive tongue force modulation by volition volume and viscosity in humans. *Gastroenterology* **108**, 1418-1426, 1995.

Robbins, J. , Levine, R. , Wood, J. , Roecker, E. B. and Luschei, E. : Age effect on lingual pressure generation as a risk factor for dysphagia. *J. Gerontol.* **50A**, M257–M262, 1995.

Robin, D. A. , Goel, A. , Somodi, L. B. and Luschei, E. S. : Tongue strength and endurance : relation to highly skilled movements. *J. Speech Hear. Res.* **35**, 1239–1245, 1992.

佐々木啓一：咀嚼・嚥下機能の検査・診断. 補綴誌 **46**, 463–474, 2002.

Sheth, N. and Diner, W. C. : Swallowing problems in the elderly. *Dysphagia* **2**, 209–215, 1988.

Solomon, P. N. , Robin, A. D. , Mitchinson, I. S. , VanDaele, J. D. and Luschei, S. E. : Sense of effort and the effects of fatigue in the tongue and hand. *J. Speech Hear. Res.* **39**, 114–125, 1996.

総務省統計局：国勢調査報告 平成 12 年 第 2 卷その 1 全国編（総務省統計局編）。総務省統計局，東京，2–93，2001.

高橋智子，川野亜紀，大越ひろ，大塚義彰，向井美恵：極めて粘稠なムース状食品の力学的特性，飲み込み特性と舌運動の関係：日摂食嚥下リハ会誌 **4**, 3–10, 2000.

Thüer, U., Sieber, R. and Ingervall, B. : Cheek and tongue pressures in the molar areas and the atmospheric pressure in the palatal vault in young adults. *Eur. J. Orthod.* **21**, 299–309, 1999.

Tracy, J. F., Logemann, J. A., Kahrilas, P. J., Jacob, P., Kobara, M. and Krugler, C. : Preliminary observations on the effects of age on oropharyngeal deglutition. *Dysphagia* **4**, 90–94, 1989.

浦郷篤史：口腔諸組織の加齢変化。1版。クインテッセンス出版，東京，147–163，1991.

山田 茂，福永哲夫：骨格筋・運動による機能と形態の変化。1版。ナップ，東京，161–188，1997.

山田好秋：よくわかる摂食・嚥下のしくみ。1版。医歯薬出版，東京，81–84，1999.

山下夕香里，石野由美子，横山美加，平野 薫，衣松令恵，難波亜紀子，道脇幸博，高橋浩二，鈴木規子，道 健一：摂食・嚥下訓練による舌・口唇・喉頭挙上運動の改善過程について。日摂食嚥下リハ会誌 **5**，11–19，2001.

横山美加，道脇幸博，小澤素子，衣松令恵，道 健一：嚥下時の舌圧測定に関する基礎的研究 第一報：測定信頼性についての検討。口科誌 **49**，1711–