

高齢者の咀嚼嚥下に関する研究

藤田保健衛生大学大学院

医学研究科・外科系整形外科学専攻（指導教授：才藤栄一）

藤 井 航

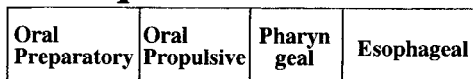
第1章 諸 言

わが国では、高齢化社会が急速に進んでいる。平成12年版厚生白書によると1970年には65歳以上人口は739万人、総人口に占める割合（高齢化率）は7.1%であった。しかし、2000年には65歳以上人口は2,187万人、高齢化率は17.2%となっている。今後さらに高齢者数と高齢化率は増加し、2020年には65歳以上人口は3,334万人、高齢化率は26.9%になると予想されている。これに伴い、障害をもつ高齢者も増加の一途をたどり2000年では280万人、2025年には520万人に達する見込みであるといわれている¹。この高齢障害者の原因疾患は脳卒中が多いとされ、摂食・嚥下障害の主な原因疾患もまた脳卒中である。したがって、摂食・嚥下障害を有する患者の著しい増加も予測される。また、日本人の死因の第4位である肺炎は高齢者に多く、その原因として誤嚥が重要視されている。このように摂食・嚥下障害は社会的に大きな影響を及ぼしており、これらに関する研究は非常に重要なものである。

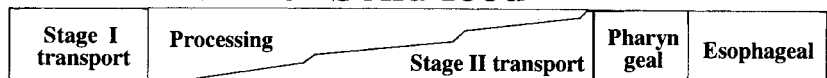
摂食・嚥下の研究は嚥下造影（videofluorography：VF）の登場以来飛躍的に進歩した。非常に速い嚥下運動を動画で記録し、繰り返し再生して検討することが比較的低い放射線被曝で可能となったからである。VFによって、造影剤が一連の嚥下運動によって口腔・咽頭・食道を経て胃に移送される現象を観察することが可能となり、健常人の検討か

らこの嚥下動態が4期連続モデル（four stage model）として捉えられるようになった。これは液体の命令嚥下（command swallow）の観察から、口腔準備期、口腔送り込み期、咽頭期、食道期と時間的連続過程として定義されたものであり、条件が一定な実験的研究で記録された事象の検討においては適切なものであった。しかし、実際の咀嚼を伴った摂食場面とはかけはなれたものであるため、従来の4期連続モデルで説明するには限界があり、異なる嚥下動態の検討がなされるようになった。HiieamaeとPalmerは、咀嚼を要する固形物の嚥下（咀嚼嚥下）動態を解析し、4期連続モデルとは異なる概念、つまり、摂食過程の全体の記録をもとにした咀嚼モデル（Process model）を用いて解釈する必要があることを示した²⁻⁴（図1）。このモデルによると、咀嚼嚥下時では、咀嚼により粉碎された食物が舌による能動的輸送により中咽頭に送り込まれ（stage II transport）、そこで食塊としてまとめられることが大きな特徴とした。この報告がなされてから、摂食・嚥下動態の研究において咀嚼の存在が大きくクローズアップされ、このモデルを基盤とした研究が行われてきた^{5,6}。健常若年群を対象にVFで検討されたこれらの報告では、咀嚼嚥下では嚥下反射開始前に食塊は咽頭に進行し、食塊に液体成分が含有すると下咽頭にまで達するとされる。これは咽頭に開口した喉頭口付近に食塊が存在することになり、命令嚥下に比較して

Swallowing Model for Liquid



Process Model for Solid food



Initiation of stage II transport

Initiation of pharyngeal swallow
(Initiation of hyoid movement)

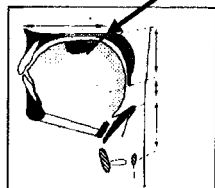


図1 Four Stage ModelとProcess Modelとの比較
(Hiemae, Palmer 1997, modified)

従来の4期連続モデルと比較して、Process modelでは固形物の咀嚼嚥下時には咀嚼（process）が行われている間に、嚥下可能なまでに粉碎され、舌によるstage II transportにより中咽頭にまで送り込まれ、そこで食塊形成がされる特徴が表されている。

誤嚥をひきおこしやすい状態である。この食塊の移送には stage II transportと呼ばれる能動的移送と重力による受動的移送が関与していると考えられる。これらの報告は以下のように臨床重要である。これまで我々はVFを用いて命令嚥下を中心に嚥下機能を評価してきたのであるが、この評価（検査所見）と臨床所見が解離する症例をしばしば経験してきた。すなわち、VFで誤嚥を認めなくても実際の食事場面などでは明らかに誤嚥を示唆する所見を呈する症例が少なからず存在したのである。これは、これまで咀嚼嚥下をVFなどの検査場面において十分に評価してこなかったことによると考えることができる。前述のように喉頭口付近にまで進行した食塊は嚥下障害が存在した場合、適切に処理されない可能性が非常に高いと考えられる。これら一連の報告はこの検査所見と臨床所見との解離を考

察するために非常に有力なものである。一方、これらの報告は若年健常人での検討であった。周知のごとく摂食・嚥下障害者は高齢者が多いので、これらの所見をそのまま当てはめることは適切ではない。摂食・嚥下障害のない高齢者における同様の検討が必要で、その上で摂食・嚥下障害の嚥下動態を論じることが適切である。

摂食・嚥下障害に対する標準的検査としてはVFが広く gold standardとして用いられてきた。誤嚥の有無の確認、不顕性誤嚥の発見、効果的な体位・食物形態・代償法の決定などに有用である^{7,8}。しかし、放射線の被曝があること、被験物には造影剤を含ませなければならないこと、X線透視台の必要性などの施設的な問題点を有し、複数回の検査には難点がある。近年、それに並ぶ有用な検査としてビデオ内視鏡検査（videoendoscopy:VE）が注

目されている。この検査は、鼻咽腔ファイバーを鼻腔より咽頭に挿入し観察するもので、実像を観察できる、被曝がない、検査場所を選ばない、通常食物でも評価可能といった点からその有用性が高く評価されている。しかし、その研究報告においては液体やゼリーなどの被験物を1口で飲む行為、つまり命令嚥下によるものが中心で、咀嚼を伴う嚥下の評価はOhmaeらがリングをもちいて試験的に行った報告や、Duaらにより摂食時の咽頭への食塊の流れと嚥下反射との関連を検討した報告が散見されるのみで、VEによる咀嚼嚥下を対象とした報告は少ない。

本研究の目的は高齢摂食・嚥下障害者に対する咀嚼嚥下評価の基盤を作成することにある。すなわち、健常高齢者の咀嚼嚥下の特徴を検討することと、より汎用性の高いVEを用いた評価方法を検討することである。

本研究は以下の3部より構成される。

研究1：高齢者の咀嚼嚥下の検討。ここではVFを用いて咀嚼嚥下の加齢による変化の検証を健常若年群と健常高齢者群とを比較検討することにより行う。

研究2：VEを用いた若年健常者の嚥下反射運動の観察。ここではVEを用いた若年健常群の咀嚼嚥下を含めた嚥下反射運動の観察から咀嚼嚥下の評価に関するVEの有用性を検証する。

研究3：高齢者嚥下運動におけるVF、VEの同期観察。ここでは健常高齢群の嚥下に関してVFとVEの完全同期画像を用いてその特徴を検討する。

なお、これらのすべての研究は藤田保健衛生大学医学部倫理委員会で審査された承を受けた(平成14年6月19日)。各研究に先立ち、被験者に対して研究の主旨を口頭ならびに文章で十分に説明し、書面にて同意を得た上で施行した。

第2章 研究1：高齢者の咀嚼嚥下の検討

第1節 序 論

1997年にPalmerらにより示されたProcess modelは、咀嚼を要する固形物の嚥下、いわゆる咀嚼嚥下の動態では咀嚼により粉碎された食物が舌による能動的輸送により中咽頭に送り込まれ(stage II transport)、そこで食塊としてまとめられることが特徴であるとしている(前述³)。

武田らは健常成人(若年)10人を対象に、咀嚼運動における嚥下反射前の食塊位置および嚥下時間経過につき詳細に検討した。そして咀嚼条件では嚥下反射開始前に食塊が中咽頭から下咽頭に到達し、特に日常の食事場面でよくみられる液体と固形物の混合物の嚥下ではきわめて高率に下咽頭まで達していることを報告した。また、松尾らは健常成人(若年)10人を対象に嚥下反射開始前におこる食塊の咽頭への輸送は、舌による能動的輸送と重力による受動的輸送の両者の関与があり、特に下咽頭への輸送は受動的輸送が重要であると報告した。しかし、これらの報告は若年者を検討しており、高齢者は含まれていない。

嚥下と加齢との関係はいくつか報告があり、加齢によりその機能は低下するといわれている¹¹⁻¹⁵。咀嚼嚥下に関しても若年者と同様に考えることは不適切であろう。

本章では経口摂取が安定している高齢者を対象に咀嚼嚥下について若年者と比較しその相違点について検討した。

第2節 対象と方法

対象は、摂食・嚥下障害をひきおこすような神経疾患や咽頭・喉頭疾患がなく、通常の食事形態にて食事を摂取している高齢健常者25人(男性17人、女性8人、平均年齢72.2±8.6歳)とした。より加齢の影響を明らかにする目的で高齢健常者を60歳から69歳群(60代)12人(男性10人、女性2人、平均年齢64.8±3.1歳)、70歳以上群(70以上)13人(男性7

人、女性6人、平均年齢 79.2 ± 5.9 歳)と細分化した。また、同様に疾患がなく、食事を摂取している健常成人15人(男性9人、女性6人、平均年齢 30.3 ± 5.2 歳)を若年群(若年)とした。また、義歯の使用については、若年が全員義歯使用なし、60代は部分床義歯使用者が1人、義歯使用なしが11人、70以上では上下総義歯使用者は5人、総義歯と部分床義歯の使用者が3人、部分床義歯使用者が4人、義歯使用なしが1人であった。

嚥下様式は50% w/vバリウム液10mlの命令嚥下(Command Swallow; COM)と、バリウム含有コンビーフ8gを咀嚼させた嚥下(Corned Beef; CB)、バリウム塗布クッキー8gを咀嚼させた嚥下(Cookie; CK)、50% w/vバリウム液5mlとバリウム含有コンビーフ4gの混合物(Mixture; MIX)の4種を設定した。

VFシステムはX線透視撮影台(PBW-30A, 東芝)、ビデオタイマー(VTG-33, 朋栄)、デジタルビデオ(WV-D9000, SONY)、カラービデオモニター(OEV-143, OLYMPUS)、マイクロホンミキサー(MX-50, SONY)、マイクロホン(ECM-R100, SONY)、VF検査用椅子(VF-MT-1, 東名ブレース)の構成であった。

被験者の体位はVF検査用椅子上での自然な座位とし頭部の固定は行わなかった。

嚥下の指示は口頭で与え、COMは「飲んでください」と指示し、CB、CKおよびMIXについては「味わうようによく噛んで食べてください」と指示した。この場合、咀嚼は自由に行わせ嚥下終了まで指示は与えなかった。

施行回数はそれぞれの嚥下様式につき各2施行ずつ、1被験者で計8施行、70以上と60代で計200施行、若年が計120施行、技術的な理由から70以上と60代が計4施行、若年が計3施行を除外したため総計313施行であった。

30フレーム毎秒で録画されたVF動画を、パ

ーソナルコンピュータ(iMac DV model, Apple)を用いビデオ編集ソフトウェア(iMovie, Apple)を応用して繰り返しスロー再生、静止再生、リバース再生などを行い解析した。

測定項目は、武田らあるいはPalmerの報告に準じた^{2,5}。すなわち、嚥下反射開始時点直前における食塊先端位置、位相時間、咀嚼時間、咀嚼回数とした。

嚥下反射開始時点は嚥下に先立って舌骨が上前方へ急速な挙上を開始した時点(Initiation of hyoid movement; IHM)と定義した。

食塊先端位置はIHM直前の画像フレームにより、口腔内(Oral cavity area; OC)、口腔咽頭上部領域(Upper oropharynx area; UOP):VF側面像で硬・軟口蓋境を越え下顎下縁の線に達するまで、喉頭蓋谷領域(Valleculae area; VAL):下顎下縁を越え喉頭蓋谷まで、下咽頭領域(Hypopharynx area; HYP):喉頭蓋谷を越え食道入口部までとして同定した。また、咽頭への深達度を口腔咽頭上部領域以降:UOP+VAL+HTT(UOP以降)、喉頭蓋谷領域以降:VAL+HYP(VAL以降)、HYPの3段階に分けて検討した。(図2, 3)

位相時間は食塊がOCを通過する時間:口腔内移送時間(Orol cavity time; OCT)、UOPを通過する時間:口腔咽頭上部領域通過時間(Postfaucal aggregation time; PFAT)、VALを通過する時間:喉頭蓋谷領域通過時間(Valleculae aggregation time; VAT)、HYPに先端が入った食塊全体が食道入口部を通過するまで、すなわち、食塊が下咽頭に存在する時間:下咽頭領域通過時間(Hypopharyngeal transit time; HTT)としてビデオタイマーにより時間を計測し位相時間の差を検討した。

咀嚼時間は口腔内に取り込まれた食塊が上下の歯牙にて変形し始めた時点から下顎運動

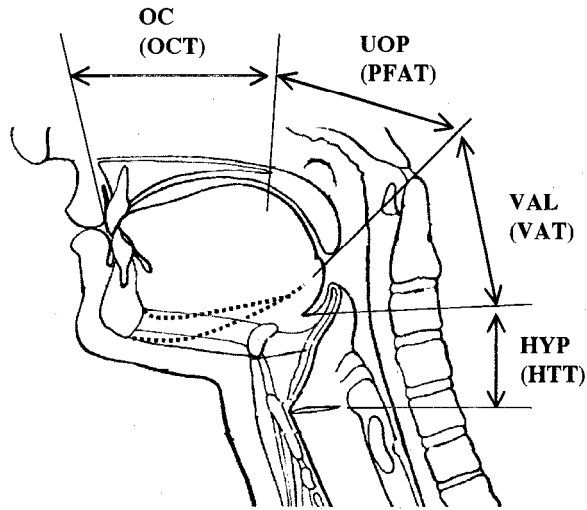
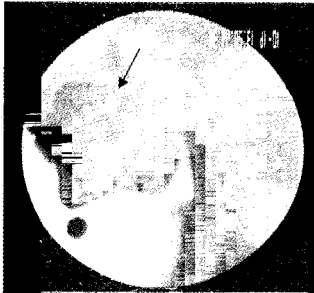
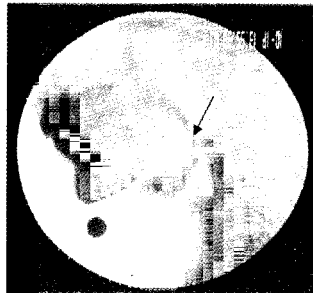


図2 口腔・咽頭領域の区分
 食塊先端位置を示すのに、図のように口腔・咽頭を区分した。
 () 内に領域に対応した位相時間の定義を示した。
 OC : Oral cavity area (口腔内)
 UOP : Upper oropharyngeal area (口腔咽頭上部領域)
 VAL : Valleculae area (喉頭蓋谷領域)
 HYP : Hypopharyngeal area (下咽頭領域)
 OCT : Oral cavity time (口腔内移送時間)
 PFAT : Postfaucal aggregation time (口腔咽頭上部領域通過時間)
 VAT : Valleculae aggregation time (喉頭蓋谷領域通過時間)
 HTT : Hypopharyngeal transit time (下咽頭領域通過時間)

a) COM ; OC



b) CB ; VAL



c) MIX ; HYP

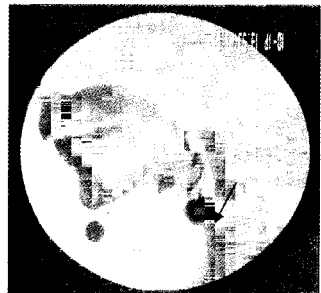


図3 嚥下反射開始直前の食塊先端位置 (若年 ; 31歳)
 嚥下反射開始を舌骨挙上運動開始時と定義し、VF 画像上で舌骨が上前方に急速に移動を開始する直前のフレームから食塊先端の位置を同定した。食塊の先端がCBではVAL, MIXでHYPに達している。
 OC : Oral cavity area, VAL : Valleculae area, HYP : Hypopharyngeal area

停止時 (End of jaw movement ; EJM) までとした。また、その間の咀嚼回数を計測した。

統計学的検定は、食塊先端の各領域への到達率の検討にはFisherの検定を、位相時間の

差の検討にはANOVAを用い、有意水準を5%とした。

第3節 結 果

1. 食塊先端位置の深達度の検討

表1 嚥下反射直前における食塊先端位置の深達度

若年	COM		CB		CK		MIX	
	N	%	N	%	N	%	N	%
総数	29		30		30		28	
OC	12	41.4	4	13.3	1	3.3	0	0.0
UOP	12	41.4	8	26.7	7	23.3	0	0.0
VAL	4	13.8	18	60.0	19	63.3	10	35.7
HYP	1	3.4	0	0.0	3	10.0	18	64.3
UOP以降	17	58.6	26	86.7	29	96.7	28	100.0
VAL以降	5	17.2	18	60.0	22	73.3	28	100.0
HYP	1	3.4	0	0.0	3	10.0	18	64.3

60代	COM		CB		CK		MIX	
	N	%	N	%	N	%	N	%
総数	23		24		24		24	
OC	5	21.7	2	8.3	3	12.5	1	4.2
UOP	9	39.1	5	20.8	5	20.8	1	4.2
VAL	4	17.4	17	70.8	12	50.0	7	29.2
HYP	5	21.7	0	0.0	4	16.7	15	62.5
UOP以降	18	78.3	22	91.7	21	87.5	23	95.8
VAL以降	9	39.1	17	70.8	16	66.7	22	91.7
HYP	5	21.7	0	0.0	4	16.7	15	62.5

70以上	COM		CB		CK		MIX	
	N	%	N	%	N	%	N	%
総数	25		26		25		25	
OC	1	4.0	1	3.8	0	0.0	1	4.0
UOP	4	16.0	5	19.2	2	8.0	0	0.0
VAL	10	40.0	16	61.5	14	56.0	7	28.0
HYP	10	40.0	4	15.4	9	36.0	17	68.0
UOP以降	24	96.0	25	96.2	25	100.0	24	96.0
VAL以降	20	80.0	20	76.9	23	92.0	24	96.0
HYP	10	40.0	4	15.4	9	36.0	17	68.0

OC : Oral cavity area (口腔内), UOP : Upper oropharyngeal area (口腔咽頭上部領域), VAL : Vallecule area (喉頭蓋谷領域), HYP : Hypopharyngeal area (下咽頭領域)

COM : 液体10ml命令嚥下, CB : コンビーフ8g, CK : クッキー8g, MIX : 液体5ml+CB4g

1.1 被験物別の各群間比較

食塊先端位置の各割合を表1, 図4に示す。これらを深達度で比較すると表2, 3のようになる。すなわち, 若年と60代とを比較するとすべての条件において深達度に有意差を認

めなかった。若年と70以上とを比較するとCOMでは3段階すべての深達度で有意差を認めた。CBあるいはCKではHYPの深達度で若年がそれぞれ0.0%, 10.0%, 70以上がそれぞれ15.4%, 36.0%と有意差を認めた。60代と70

表2 嚥下反射直前における食塊先端位置の年代別による深達度の比較

COM	若年-60代	若年-70以上	60代-70以上
UOP以降	0.254	0.001*	0.049*
VAL以降	0.124	<0.001*	0.004*
HYP	0.080	0.001*	0.217

CB	若年-60代	若年-70以上	60代-70以上
UOP以降	0.682	0.358	0.602
VAL以降	0.567	0.253	0.751
HYP	-	0.040*	0.111

CK	若年-60代	若年-70以上	60代-70以上
UOP以降	0.312	0.117	0.110
VAL以降	0.765	0.092	0.037*
HYP	0.686	0.026*	0.196

MIX	若年-60代	若年-70以上	60代-70以上
UOP以降	0.462	0.462	1.000
VAL以降	0.208	0.462	1.000
HYP	1.000	1.000	1.000

Fisher検定による, *p<0.05

年代の違いによる嚥下反射開始直前の食塊到達率の差を検定した。
表中はFisher検定のp値を記した。

COM: 液体10ml命令嚥下, CB: コンビーフ 8g,

CK: クッキー 8g, MIX: 液体 5ml + CB 4g

UOP以降: UOP + VAL + HYP

VAL以降: VAL + HYP

HYP: Hypopharyngeal area (下咽頭領域)

表3 嚥下反射直前における食塊先端位置の被験物による深達度の比較

若年	COM-CB	COM-CK	COM-MIX	CB-CK	CB-MIX	CK-MIX
UOP以降	0.020*	<0.001*	<0.001*	0.353	0.113	1.000
VAL以降	0.001*	<0.001*	<0.001*	0.412	<0.001*	0.005*
HYP	0.492	0.612	<0.001*	0.237	<0.001*	<0.001*

60代	COM-CB	COM-CK	COM-MIX	CB-CK	CB-MIX	CK-MIX
UOP以降	0.245	0.461	0.097	1.000	1.000	0.609
VAL以降	0.025*	0.082	<0.001*	1.000	0.080	0.072
HYP	0.047*	1.000	0.008*	0.109	<0.001*	0.003*

70以上	COM-CB	COM-CK	COM-MIX	CB-CK	CB-MIX	CK-MIX
UOP以降	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.490
VAL以降	1.000	0.417	0.190	0.249	0.100	1.000
HYP	0.064	1.000	0.088	0.116	<0.001*	0.047*

Fisher検定による, *p<0.05

被験物の違いによる嚥下反射開始直前の食塊到達率の差を検定した。
表中はFisher検定のp値を記した。

COM: 液体10ml命令嚥下, CB: コンビーフ 8g,
CK: クッキー 8g, MIX: 液体 5ml + CB 4g
UOP以降: UOP + VAL + HYP
VAL以降: VAL + HYP
HYP: Hypopharyngeal area (下咽頭領域)

以上を比較するとCOMのUOP以降では60代が78.3%, 70以上が96.0%, VAL以降では60代が39.1%, 70以上が80.0%, CKのVAL以降では60代が66.7%, 70以上が92.0%と有意差を認めた。MIXでは各年代間で深達度に有意差を認めなかった。

1.2 各群の被験物間比較

若年ではUOP以降でCOM 58.6%に対して, CB 86.7%, CK 96.7%, MIX 100.0%とCOMとCB, CK, MIX間に有意差を認めた。VAL以降ではCBとCK間を除く全被験物間において有意差を認めた。HYPではMIX 64.3%に対

して, COM 3.4%, CB 0.0%, CK 10.0%と, MIXとCOM, CB, CK間に有意差を認めた。

60代ではVAL以降でCOM 39.1%とCB 70.8%, MIX 91.7%と有意差を認めた。HYPではCOM 21.7%, CB 0.0%, CK 16.7%, MIX 62.5%と, MIXとCOM, CB, CK間, COMとCB間に有意差を認めた。

70以上ではHYPでCOM 40.0%, CB 15.4%, CK 36.0%, MIX 68.0%であり, MIXとCB, CK間に有意差を認めた。

2. 位相時間の検討 (表4, 図6, 7)

COMについて検討してみると, OCT,

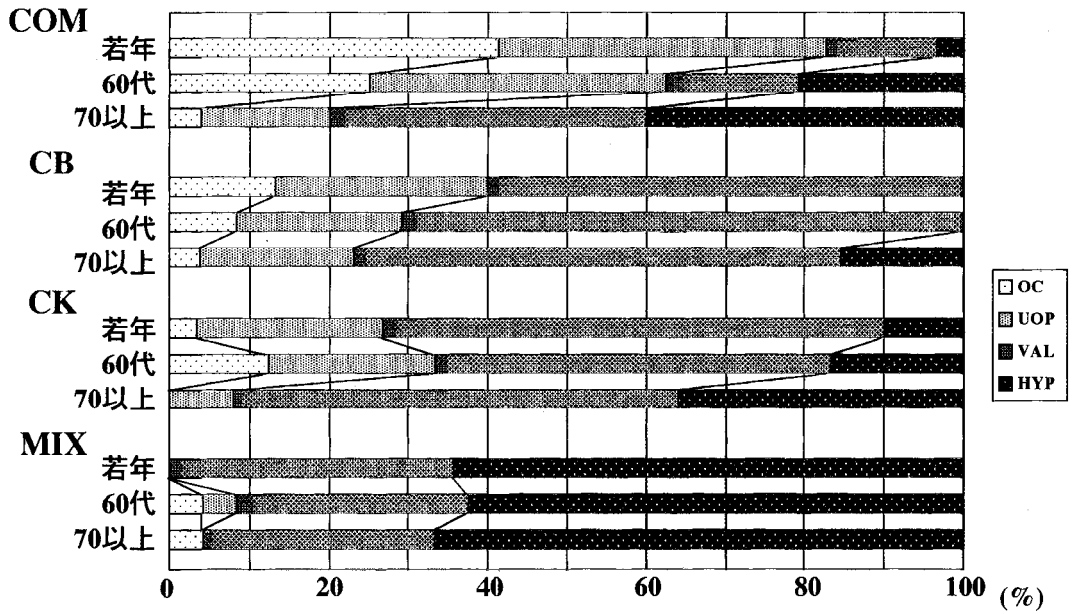


図4 嚥下反射前の食塊先端位置
各被験物の年代別に分けた嚥下反射開始直前の食塊先端位置の分布を示す。
COMでは加齢と共に深達度が深くなっている。
MIXでは年代に関係なく高率にVAL以降に食塊が深達している。

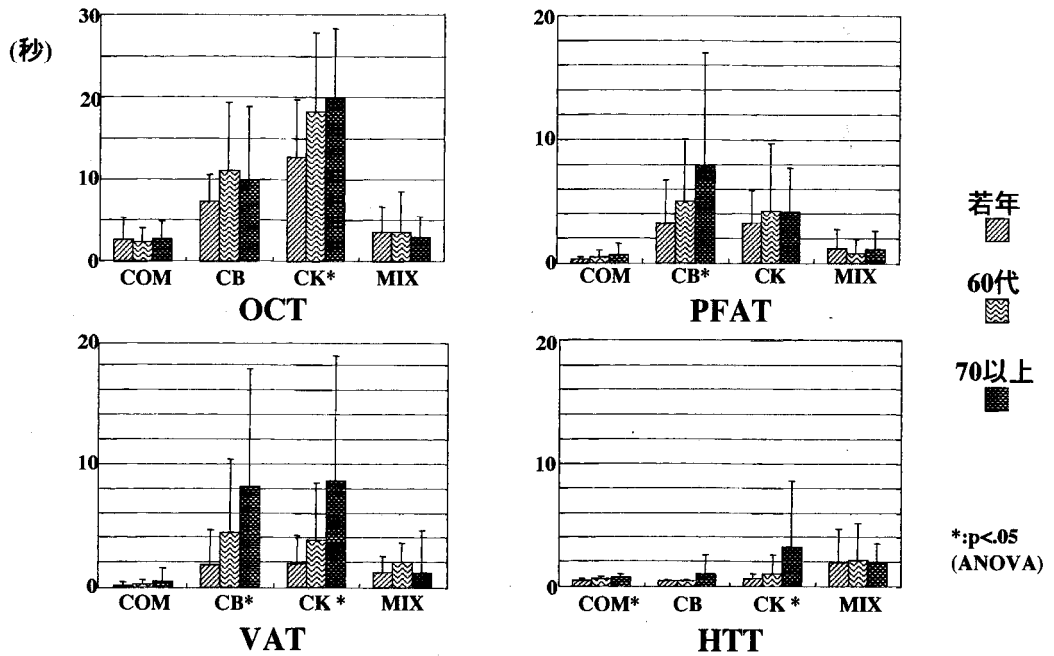


図5 各嚥下位相時間
各嚥下位相時間の位相時間を示す。CB, CKでは加齢と共に各位相時間が増加している。

PFAT, VATは年代間に有意差を認めなかった。HTTは若年が 0.47 ± 0.10 秒, 60代が 0.61 ± 0.22 秒, 70以上が 0.73 ± 0.26 秒であり, 年代間

で有意差を認めた。

CBではOCTは年代間に有意差を認めなかった。PFATは若年が 3.24 ± 3.53 秒, 60代が

表4 嚥下位相時間

(単位:秒)

COM	若年		60代		70以上		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
OCT	2.66	2.72	2.40	1.71	2.77	2.18	0.839
PFAT	0.28	0.23	0.50	0.50	0.61	0.97	0.142
VAT	0.13	0.30	0.19	0.39	0.50	1.03	0.100
HTT	0.47	0.10	0.61	0.22	0.73	0.26	<.001*
EJM-IHM	-	-	-	-	-	-	-

CB	若年		60代		70以上		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
OCT	7.35	3.29	11.15	8.17	10.04	8.75	0.131
PFAT	3.24	3.53	5.05	5.02	7.99	9.08	0.023*
VAT	1.79	2.79	4.38	6.02	8.20	9.54	0.003*
HTT	0.47	0.10	0.45	0.08	1.00	1.58	0.053
EJM-IHM	0.05	0.27	0.20	0.19	0.17	0.21	0.030*

CK	若年		60代		70以上		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
OCT	12.73	6.95	18.20	9.63	19.72	8.64	0.007*
PFAT	3.19	2.75	4.24	5.42	4.14	3.54	0.564
VAT	1.85	2.28	3.71	4.73	8.68	10.02	<.001*
HTT	0.61	0.41	1.04	1.52	3.15	5.48	0.013*
EJM-IHM	0.03	0.12	0.07	0.10	0.08	0.14	0.235

MIX	若年		60代		70以上		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
OCT	3.61	3.10	3.56	5.03	2.99	2.54	0.803
PFAT	1.13	1.59	0.78	1.12	1.07	1.55	0.649
VAT	1.17	1.33	2.03	1.54	1.11	3.39	0.284
HTT	1.92	2.72	2.10	3.08	1.88	1.58	0.950
EJM-IHM	-0.03	0.15	0.06	0.24	0.12	0.30	0.065

ANOVAによる, *p<0.05

COM: 液体10ml命令嚥下, CB: コンビーフ8g,
 CK: クッキー8g, MIX: 液体5ml+CB4g
 OCT: Oral cavity time (口腔内移送時間)
 PFAT: Postfaucal aggregation time (口腔咽頭上部領域通過時間)
 VAT: Valleculae aggregation time (喉頭蓋谷領域通過時間)
 HTT: Hypopharyngeal transit time (下咽頭領域通過時間)
 EJM: End of jaw movement (下顎運動停止時点)
 IHM: Initiation of hyoid movement (舌骨運動開始時点)

高齢者の咀嚼嚥下に関する研究

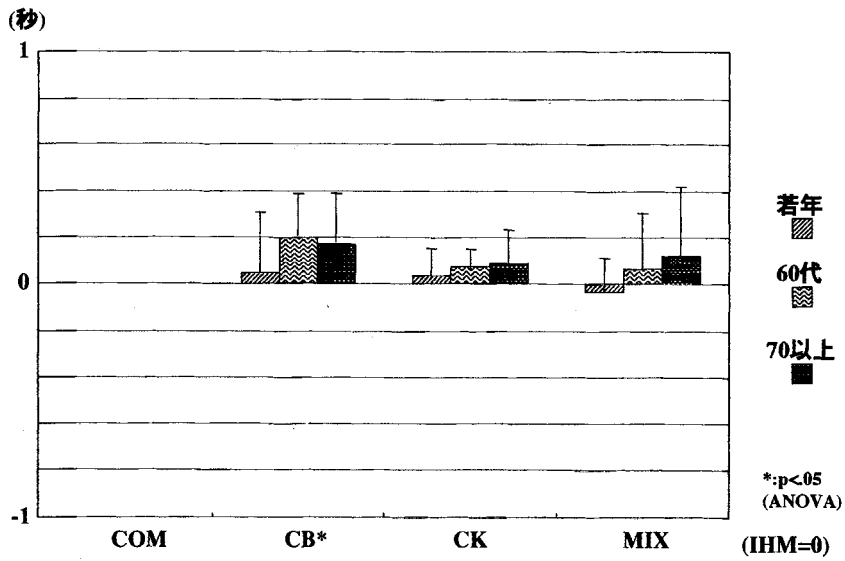


図6 EJM-IHMの時間差
舌骨運動開始は下顎運動停止後におこっており、その時間差は加齢により増加傾向を示した。しかし、若年のMIXでは下顎運動停止よりも先に舌骨運動開始がおこっている。

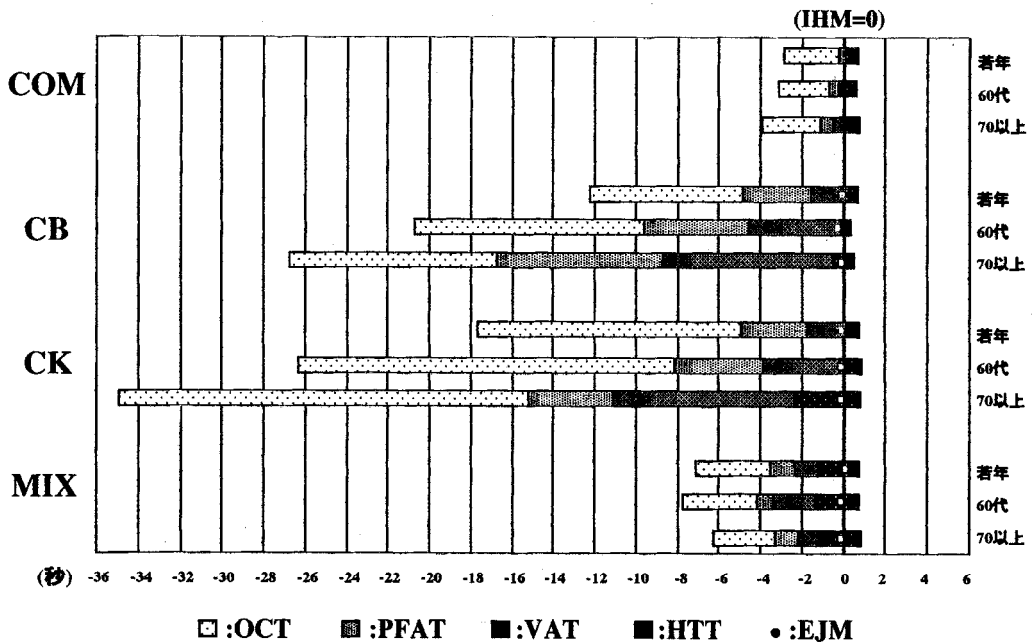


図7 嚥下位相時間
嚥下反射開始時点(舌骨運動開始時点)を0として、各位相時間の平均値を示した。下顎運動停止時点をグラフ中の点で示した。CB, CKでは60代, 70以上とも下咽頭に食塊が達してから嚥下反射がおこっている。MIXでは若年においても下咽頭に食塊が達してから嚥下反射がおこっている。

5.05±5.02秒, 70以上が7.99±9.08秒, VATは若年が1.79±2.79秒, 60代が4.38±6.02秒, 70以上が8.20±9.54秒と年代間で有意差を認めた(ANOVA p<0.05)。HTTは年代間で有意差を認めなかった。

CKではOCTは若年が12.73±6.95秒, 60代が18.20±9.63秒, 70以上が19.72±8.64秒と年代間で有意差を認めた。PFATは年代間に有意差を認めなかった。VATは若年が1.85±2.28秒, 60代が3.71±4.73秒, 70以上が8.68±10.02秒, HTTは若年が0.61±0.41秒, 60代が1.04±1.52秒, 70以上が3.15±5.48秒と年代間で有意差を認めた。

MIXにおいては各項目とも年代間で有意差を認めなかった。

3. EMJとIHMについて

EMJからIHMまでの時間は, CBで若年が0.05±0.27秒, 60代が0.20±0.19秒, 70以上が0.17±0.21秒と, 年代間で有意差を認めた。CKで若年が0.03±0.12秒, 60代が0.07±0.10秒, 70以上が0.08±0.14秒であり年代間で有意差を認めなかった。MIXでは若年が-0.01±0.15秒, 60代が0.06±0.24秒, 70以上が0.12±0.30秒と年代間で有意差を認めなかった。

4. 咀嚼についての検討(表5, 図8, 9)

4.1 咀嚼時間について

咀嚼時間はCBでは若年が12.05±4.77秒, 60代が18.73±8.21秒, 70以上が26.15±20.25秒, CKでは若年が17.65±6.16秒, 60代が26.01±9.16秒, 70以上が34.10±14.12秒と年代間で有意差を認めた。MIXにおいては年代間で有意差を認めなかった。

表5 咀嚼時間・回数について

COM	若年		60代		70以上		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
	咀嚼時間	-	-	-	-	-	
咀嚼回数	-	-	-	-	-	-	-

CB	若年		60代		70以上		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
	咀嚼時間	12.05	4.77	18.73	8.21	26.15	
咀嚼回数	12.88	5.15	24.79	12.48	29.15	22.98	0.001*

CK	若年		60代		70以上		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
	咀嚼時間	17.65	6.16	26.01	9.16	34.10	
咀嚼回数	23.28	5.59	34.17	11.98	50.46	20.22	<.0001*

MIX	若年		60代		70以上		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
	咀嚼時間	7.23	4.35	5.96	6.39	6.09	
咀嚼回数	7.88	5.03	8.21	8.21	13.92	24.16	0.298

ANOVAによる, *p<0.05

COM: 液体10ml命令嚥下, CB: コンビーフ 8g,
CK: クッキー 8g, MIX: 液体 5ml+CB 4g

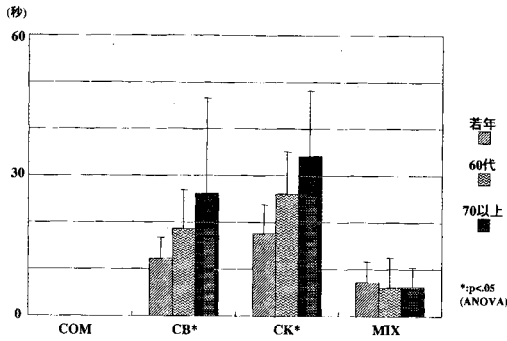


図8 嚥下反射開始までの咀嚼時間
各被験物の嚥下反射開始までの咀嚼時間を示す。CB, CKでは加齢と共に咀嚼時間が延長している。

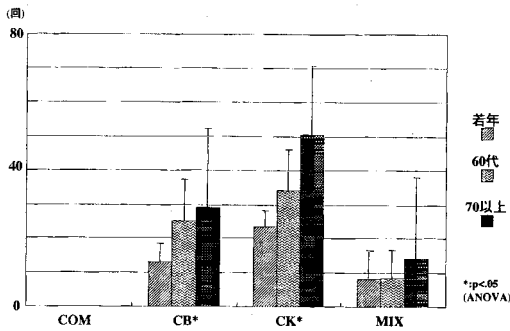


図9 嚥下反射開始までの咀嚼回数
各被験物の嚥下反射開始までの咀嚼回数を示す。CB, CKでは加齢と共に咀嚼回数が増加している。

4.2 咀嚼回数について

咀嚼回数はCBでは若年が 12.88 ± 5.15 回、60代が 24.79 ± 12.48 回、70以上が 29.15 ± 22.98 回、CKでは若年が 23.28 ± 5.59 回、60代が 34.17 ± 11.98 回、70以上が 50.46 ± 20.22 回と年代間で有意差を認めた。MIXにおいては年代間で有意差を認めなかった。

第4節 考察

人の摂食・嚥下機能は、その他の様々な機能と同様に加齢により低下すると考えられる。しかし、その嚥下機能の加齢による生理的な変化については、個体差が大きいこと、脳血管障害や神経変性疾患、慢性呼吸不全などの疾患やそれに対する投薬、全身的な機能低下などが複雑に摂食・嚥下機能に影響を及ぼす

ことから十分に解明されているとは言い難い。さらに口腔・咽頭・喉頭の感覚低下、唾液分泌量の低下、咳反射の低下、う蝕や歯周病による歯牙の喪失などの修飾因子もあり、高齢者の嚥下動態の解釈を困難にしている。しかし、高齢者の肺炎の1/3が誤嚥性肺炎であるということから考えても、加齢に伴う摂食・嚥下機能の生理的な変化を把握することは高齢者における摂食・嚥下障害の病態を理解し治療指針を確立するうえで非常に有意義である。本章では経口摂取が自立している高齢者における咀嚼嚥下動態を若年者と比較してその差異を検討し、加齢が咀嚼嚥下に及ぼす影響を考察した。

命令嚥下について

今までの摂食・嚥下の加齢変化については、嚥下反射の惹起遅延、喉頭低位に由来する喉頭運動の追従の遅れ、食道入口部の開大能の低下などいくつかの報告がみられ、それらは液体の命令嚥下による検討が中心である。Tracy¹⁶らは食塊の先端が下顎下縁と舌根部の交差する部分を通じた時点と喉頭挙上運動が開始した時点との時間的ずれをpharyngeal delay time: PDTとして測定し、高齢者群ではPDTが延長し嚥下反射の惹起が遅延したと報告している。これは、本研究とは嚥下反射開始の指標が喉頭挙上と舌骨運動開始という若干の違いはあるものの、下顎下縁と舌根部の交差する部分を通じた時点については、本研究でのVALの上端と同一であり、VATの開始時点と同じである。本研究においても嚥下反射開始時前にVAL以降へ食塊が進行した(VAL以降)例は、COMでは若年と60代は有意な差がなかったものの、70以上では有意に高率であった。今回の結果はこの報告を裏付けるものであり、加齢が命令嚥下に大きな変化を及ぼしている可能性が示唆された。

咀嚼嚥下について

咀嚼嚥下において嚥下反射前の食塊の深達

度について考えると、若年と60代ではどの被験物においても深達度の割合に有意差を認めなかったのに対し、若年と70以上の比較ではCBあるいはCKのHYPで、60代と70以上との比較ではCKのVAL以降で有意差を認めた。この加齢による食塊深達度の変化の要因の1つに嚥下反射の惹起遅延を考慮することができるかもしれない。加齢により嚥下反射惹起に関与する感覚神経の閾値が上昇しているとする報告がいくつかある。嚥下反射惹起の遅延があれば、咽頭に食塊が進行してから嚥下反射開始までの時間が長くなり、食塊はより深く咽頭内に進行すると考えられる。また、これはCBやCKでの位相時間の結果と比較しても矛盾がない。

しかし、MIXについては各年代間において、その深達度と位相時間に有意差を認めなかった。MIXは武田らの報告において咀嚼嚥下を評価する場合の1条件として設定され、固形物と液体をともに口腔内に投与したもので、実際の食事場面を想定した形態である。このMIXでは若年においても高率にHYPにまで食塊が深達していた。この結果はMIXの液体成分がstage II transportの能動的移送よりも重力による受動的移送の影響で移送されるからと考えられる。液体はUOPに進行した時点で重力による移送が中心になり容易に下咽頭に達すると思われる。もしここで加齢による嚥下反射惹起の遅延が食塊の深達度に影響をしていると仮定しても、深達度に関しては天井効果があり各年代間で有意差を認めなくても不合理ではない。一方、食塊通過時間は延長するはずである。しかし、結果では位相時間にも変化を認めなかった。このことは食塊の深達度は単純に嚥下反射惹起性の変化のみでは説明できないことを表していると考えられる。

ところで、古川¹²は加齢による嚥下機能の変化を喉頭運動という面から報告している。そ

れによると加齢に従い喉頭は下方へ位置するようになり、70歳以上になると急激な喉頭の位置の低下に喉頭運動が追従できなくなり、その結果として気道の閉鎖不全、前方移動の減少がおり、誤嚥のリスクが高まる可能性を示唆している。前述のような食塊の深達度の増加に加え、喉頭位置の低下などの解剖学的変化により高齢者は若年者と比較して、そのリスクは非常に高くなっているものと推察される。

咀嚼運動との関連について

下顎運動停止時間と舌骨挙上開始時間は「咀嚼運動から嚥下運動へと運動が切り替わる過程を反映している」といわれている⁵。すなわち、咀嚼が停止し下顎が固定してから嚥下反射が開始すると考えられている。本研究でのEJMとIHMとの時間差の結果はほぼ、それを裏付けるものであった。また、若年のMIXのみはEJMより先にIHMがおこっていたが、武田らの報告と同様の結果であった。これらの時間差はEJMからIHMの時間が加齢により延長する傾向を認め、CBで有意であった。これまでに報告された加齢に伴う嚥下反射惹起遅延を考慮し、咀嚼運動の停止が嚥下反射惹起の要因の一つと仮定すると、加齢によって咀嚼から嚥下への移行、すなわち咀嚼-嚥下連関が円滑に行われなくなることが推察された。また、武田らの若年者の研究はMIXにおいてIHMがEJMより先行することについて、深く進行した食塊の誤嚥を防ぐための緊急的な反射機構の存在を仮定している⁵。しかし、本研究の高齢群である60代、70以上では他の条件と同様にEJMがおこってからIHMがおこっていた。これは加齢に伴う緊急的反射機構の機能低下が推察され、喉頭内侵入や誤嚥の危険性に影響することが示唆される。

義歯による咀嚼効率の低下と回数によるその補償について、久野¹⁹は一口量のピーナツ

ツを用いて自由咀嚼した後に、嚥下直前にて吐き出させその物性と咀嚼回数を計測し、その結果として正常有歯顎者と上下顎全部床義歯者との食塊の物性の比較では両者間に有意な差を認めず、咀嚼回数では全部床義歯者が正常有歯顎者の1.5倍であり、咀嚼効率の低下を咀嚼回数で補っていると報告している。義歯使用者は若年では存在せず、60代では部分床義歯が1人、70以上では上下総義歯は5人、総義歯と部分床義歯の両方の使用者が3人、部分床義歯が4人であった。今回の結果では咀嚼時間と咀嚼回数はCB、CKともに年代ごとに有意に増加していた。これは加齢による咀嚼効率の低下がその要因として考えられ、特に70以上では義歯による咀嚼効率の低下が咀嚼回数の増加に影響していると推察された。また、総義歯や多数歯欠損の部分床義歯を使用すると口腔粘膜の大部分は床により覆われる。これが粘膜による食塊の感覚入力を減弱し、stage II transportに影響し、結果として咀嚼時間が延長する可能性も考えられた。以上より口腔内環境の要素も、加齢による変化をより修飾する可能性が示唆された。

本章のまとめ

高齢者の嚥下は、若年者と異なっており、特に70歳以上では顕著な相違点があった。命令嚥下においては、嚥下反射開始前に高率に中咽頭以降に食塊が進行した。咀嚼嚥下では高率に下咽頭に食塊が進行することを観察した。これらは誤嚥の危険性を増加するものと考えられた。また、高齢者は咀嚼時間が長く、咀嚼停止後から嚥下反射開始までの時間が延長するといった特徴が観察された。

第3章 VEを用いた若年健常者の嚥下反射運動の観察

第1節 序 論

摂食・嚥下障害の評価法としてVEが使用され始めたのは、Langmoreら²⁰がFiberoptic

Endoscopic Examination of Swallowing Safety (FEES)として1988年に報告してからである。その後名称の変更 (FEES) はあるもののその有用性はVFとの比較などから数多く報告されている²¹⁻²⁵。本邦においても、藤島らをはじめ数多くの報告がなされており、今日ではVFと並びgold standardとなりつつある。その利点としては咽頭・喉頭を直視的に観察できる、放射線による被曝がない、造影剤などで加工したものではなく実際の食事場面での観察が可能、小児でも観察可能、検査場所があまり限定されずベッドサイドでも可能、施設的にVFが施行できない特別養護老人ホームや介護施設などでも可能であるといった点があげられる²⁶⁻²⁸。しかし、軟口蓋の挙上または咽頭管の収縮によるwhiteoutにより嚥下反射時の観察が不可能であるといった大きな欠点がある。この欠点からVEと嚥下反射の関係についてはあまり検討がなされていない。

臨床におけるVE評価の主な着目点は構造と嚥下反射直後における咽頭腔内あるいは喉頭腔内の食塊残留である。残留の程度により喉頭や咽頭機能の左右差や、誤嚥の有無を評価する。つまり、VEの評価は嚥下運動そのものではなく嚥下運動の結果の評価が中心である。これは、VEがwhiteoutによる嚥下反射中の視野消失により、この間の観察が不可能であるためとされている。Whiteoutは軟口蓋あるいは咽頭管収縮などによりひきおこされる運動の結果であり、理論上想定される生理学的な嚥下反射開始時点より後の現象である。実際、PerlmanとVanDaeleは超音波検査との同期画像から液体命令嚥下ではwhiteoutは喉頭蓋の反転開始後0.34秒で、また、Logemannら²³もVFとの同期画像から喉頭挙上開始後0.021秒でおこると報告している。つまり、VEを用いた注意深い観察により嚥下反射開始後初期の情報は得られると考えられる。また、whiteout直後に関してもこの時点では未だ嚥下反射

は終了していないと考えられ、嚥下反射終末の情報も得られると考える。

これまで、嚥下反射の評価、特に嚥下反射開始との時間的相互関係の評価はもっぱらVFを中心に行われてきた^{33,34}。しかし、上述のとおりVEを用いて、嚥下反射の初期と終末期の情報を得ることが可能である。つまり、VEを用いても一連の嚥下過程の一部ではあるがその動態の観察は可能であると考ええる。

本章ではVEを用いた咀嚼嚥下の評価の可能性と有用性について若年健常群にて検討した。

第2節 対象と方法

対象は摂食・嚥下障害の訴えがなく、咀嚼と嚥下に関して機能的あるいは器質的疾患のない健常成人7名（男性5名、女性2名、平均年齢 26.7 ± 2.4 歳）とした。

嚥下様式は空嚥下（Dry Swallow；DRY）、50% w/vバリウム液5mlの命令嚥下（Command Swallow；COM5）と、50% w/vバリウム液5mlを投与後に咀嚼をさせた嚥下（Mastication Swallow；MST5）、バリウム含有コンビーフ8gを咀嚼させた嚥下（Corned Beef；CB）の4種とした。

VEシステムは鼻咽腔内視鏡（ENFtypeP-4、先端径3.4mm、可動域径3.6mm、視野角85° OLYMPUS）、光源（CLH-SC、OLYMPUS）、ビデオシステム（OTV-SC、OLYMPUS）、ビデオタイマー（VTG-33、朋栄）、デジタルビデオ（WV-D9000、SONY）、カラービデオモニター（OEV-143、OLYMPUS）、マイクロホンミキサー（MX-50、SONY）、マイクロホン（ECM-R100、SONY）の構成であった。

内視鏡は可及的に少量の局所麻酔（キシロカインゼリー）を使用して経鼻的に挿入した。内視鏡先端の位置については、「高位（HIGH）として、披裂間切痕を視野の中央に置き、視野の下縁に口蓋垂を確認できる高さ」、「低位（LOW）として披裂間切痕を視野の中央に置き、視野の下縁に喉頭蓋先端を確認できる高

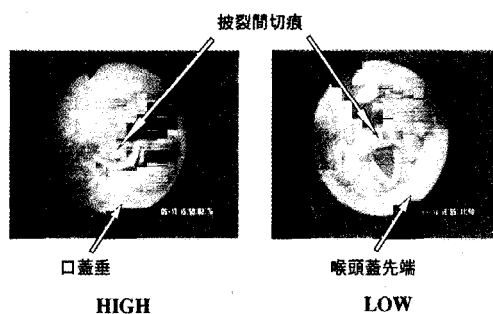


図10 内視鏡先端の位置

HIGH：披裂間切痕を視野の中央に置き、口蓋垂を視野の下縁に置いた位置。

軟口蓋上から中咽頭腔以下が観察される。

LOW：披裂間切痕を視野の中央に置き、喉頭蓋先端を視野の下縁に置いた位置。

喉頭口内と下咽頭腔が観察される。

さ」の2種を設定した。なお、被験者の体位は自然な座位とし、頭部はヘッドレストにて安定させ、頭位が変化しないようにした（図10）。

嚥下の指示は口頭で与え、DRYおよびCOM5は「飲んでください」と指示し、MST5およびCBについては「味わうようによく噛んで食べてください」と指示した。この場合、咀嚼は自由に行わせ嚥下終了まで指示は与えなかった。

施行回数はそれぞれの嚥下様式につき、HIGHおよびLOW、各3施行ずつ、1被験者で計24施行、総計168施行であった。

30フレーム毎秒で録画されたVE動画を、パーソナルコンピュータ（iMac DV model, Apple）を用いビデオ編集ソフトウェア（iMovie, Apple）を応用して繰り返しスロー再生、静止再生、リバース再生などを行い解析した。

観察項目は、whiteout、喉頭蓋運動、披裂運動、食塊の咽頭進行とした。それぞれの観察点は、視野全体の消失時点をwhiteoutの開始（Onset of whiteout：OWO）、および視野の回復時点をwhiteoutの終了（End of whiteout：EWO）、喉頭蓋の運動開始を喉頭蓋運動

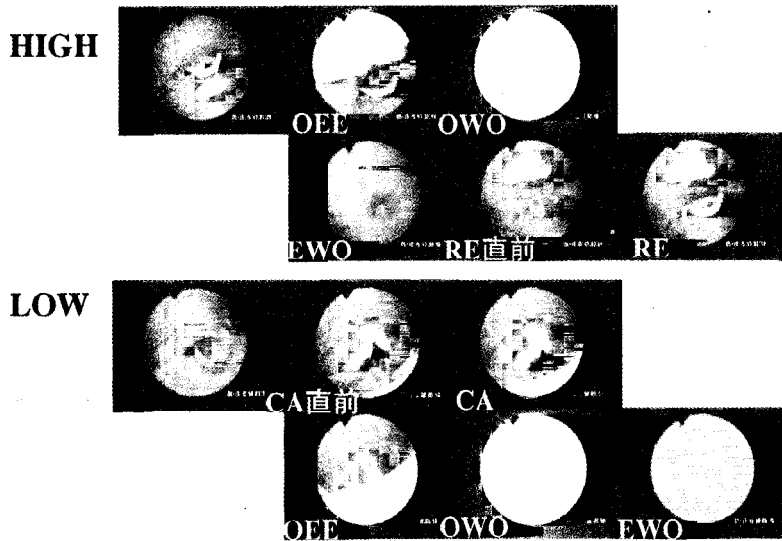


図11 Whiteout, 喉頭蓋運動, 披裂運動の見え方

HIGH: DRYの例

嚥下前の状態では奥舌と喉頭蓋先端は接触しているが、OEEでは離れている。また、同時に咽頭後壁は腹側にせり出し披裂部を隠している。EWOは視野が回復しているが軟口蓋と咽頭は接触している。咽頭腔が再度観察された時点では未だ喉頭蓋が翻転してその前壁が観察されたのち喉頭蓋復位となった。

LOW: DRYの例

披裂部は外転位から内転しOEE前に披裂間切痕が閉鎖している。OEEでは喉頭蓋先端が大きく背側に動き、披裂部を隠しつつある。whiteout後は唾液の付着で視野の回復が得られなかった。

CA: 披裂間切痕閉鎖, OEE: 喉頭蓋運動開始, OWO: whiteoutの開始,

EWO: whiteoutの終了, RE: 喉頭蓋復位

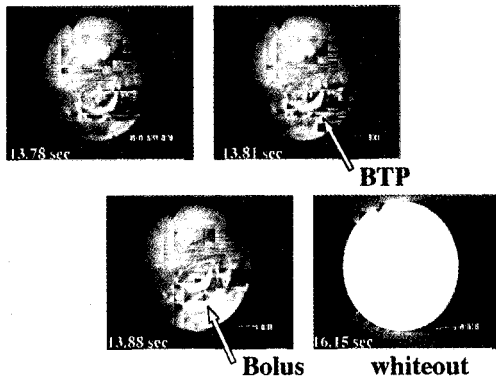


図12 Whiteout 前咽頭進行 (Bolus transport into pharynx: BTP)

HIGH: CBの例

13.78秒の時点では食塊は観察されていない。1フレーム後の13.81秒の時点で食塊が軟口蓋のほぼ正中部に初めて同定された (BTP)。その後も咀嚼に伴い食塊はさらに進行し、BTP後2.34秒でwhiteoutとなった。

開始 (Onset of elevation of epiglottis: OEE), 披裂間切痕閉鎖を (Closure of arytenoids: CA), whiteoutの終了後, 喉頭蓋が元の位置に戻った時点を決して喉頭蓋復位 (Return of epiglottis: RE) とした。また, whiteout前で最初に食塊の先端を観察できた時点を決してwhiteout前咽頭進行 (Bolus transport into pharynx: BTP) とし, 内視鏡先端の高さごとに, 映像から上記の各時点の同定を試み, それぞれの嚥下様式で同定が可能であった割合の変化を検討した (図11, 12)。

第3節 結果

施行した全168施行中, 技術上の理由から観察に不相当であった4施行を削除し, 合計164施行の観察を行った。

1. 喉頭蓋運動開始 (OEE) (表6)

表6 喉頭蓋運動開始 (OEE) 同定有無の頻度

ALL	HIGH		LOW	
	N	%	N	%
OEEあり	38	47.5	68	81.0
OEEなし	40	50.0	14	16.7
観察不可	2	2.5	2	2.4
計	80	100.0	84	100.0
DRY				
OEEあり	11	55.0	16	76.2
OEEなし	9	45.0	5	23.8
観察不可	0	0.0	0	0.0
計	20	100.0	21	100.0
COM5				
OEEあり	9	42.9	18	85.7
OEEなし	12	57.1	1	4.8
観察不可	0	0.0	2	9.5
計	21	100.0	21	100.0
MST5				
OEEあり	10	50.0	15	71.4
OEEなし	10	50.0	6	28.6
観察不可	0	0.0	0	0.0
計	20	100.0	21	100.0
CB				
OEEあり	8	42.1	19	90.5
OEEなし	9	47.4	2	9.5
観察不可	2	10.5	0	0.0
計	19	100.0	21	100.0

ALL:すべての嚥下様式
N:観察した施行数
OEE (Onset of elevation of epiglottis)
:喉頭蓋運動開始
DRY:空嚥下
COM5:液体5ml命令嚥下
MST5:液体5ml咀嚼嚥下
CB:コンビーフ8g咀嚼嚥下

OEEはHIGHで47.5% (80施行中38施行), LOWで81.0% (84施行中68施行) 同定された。OEE前にOWOとなった (OEEが同定されない) 施行はHIGHで50.0% (80施行中40施行), LOWで16.7% (84施行中14施行) であった。

2. 披裂間切痕閉鎖 (CA) (表7)

披裂間切痕の観察が可能であった施行はHIGHで21.3% (80施行中17施行), LOWで

表7 披裂間切痕閉鎖 (CA) 同定有無の頻度

ALL	HIGH		LOW	
	N	%	N	%
閉鎖あり OEE直前	8	10.0	36	42.9
OWO直前	6	7.5	7	8.3
閉鎖なし OEE直前	1	1.3	24	28.6
OWO直前	2	2.5	6	7.1
観察不可 OEE直前	29	36.3	8	9.5
OWO直前	34	42.5	3	3.6
計	80	100.0	84	100.0
DRY				
閉鎖あり OEE直前	1	5.0	8	38.1
OWO直前	2	10.0	2	9.5
閉鎖なし OEE直前	1	5.0	6	28.6
OWO直前	0	0.0	3	14.3
観察不可 OEE直前	9	45.0	2	9.5
OWO直前	7	35.0	0	0.0
計	20	100.0	21	100.0
COM5				
閉鎖あり OEE直前	2	9.5	13	61.9
OWO直前	2	9.5	1	4.8
閉鎖なし OEE直前	0	0.0	3	14.3
OWO直前	1	4.8	0	0.0
観察不可 OEE直前	7	33.3	2	9.5
OWO直前	9	42.9	2	9.5
計	21	100.0	21	100.0
MST5				
閉鎖あり OEE直前	4	20.0	9	42.9
OWO直前	2	10.0	4	19.0
閉鎖なし OEE直前	0	0.0	5	23.8
OWO直前	0	0.0	2	9.5
観察不可 OEE直前	6	30.0	1	4.8
OWO直前	8	40.0	0	0.0
計	20	100.0	21	100.0
CB				
閉鎖あり OEE直前	1	5.3	6	28.6
OWO直前	0	0.0	0	0.0
閉鎖なし OEE直前	0	0.0	10	47.6
OWO直前	1	5.3	1	4.8
観察不可 OEE直前	7	36.8	3	14.3
OWO直前	10	52.6	1	4.8
計	19	100.0	21	100.0

ALL:すべての嚥下様式
N:観察した施行数
OWO (Onset of whiteout): whiteoutの開始
DRY:空嚥下
COM5:液体5ml命令嚥下
MST5:液体5ml咀嚼嚥下
CB:コンビーフ8g咀嚼嚥下

86.9% (84施行中73施行) であった。

LOWにおいてCAはOEE前に42.9% (84施

行中36施行)が同定され、OEE前にCAをみないものは28.6% (84施行中24施行)であった。OEEが同定されずOWO前にCAが同定されたものは8.3% (84施行中7施行)、CAをみないものは7.1% (84施行中6施行)であった。

LOWにおいて嚥下様式別にみると、OEE前でCAをみた例はCOM5では61.9% (21施行中13施行)、MST5で42.9% (21施行中9施行)、DRYで38.1% (21施行中8施行)、CBで28.6% (21施行中6施行)であった。

3. Whiteout前咽頭進行 (BTP) (表8)

BTPが同定された施行は、HIGHで55.9%

表8 Whiteout前咽頭進行 (BTP) の同定頻度

	HIGH			LOW		
	N	BTP	%	N	BTP	%
COM5	20	8	40.0	21	3	14.3
MST5	20	13	65.0	21	4	19.1
CB	19	12	63.2	21	2	9.5
計	59	33	55.9	63	9	14.3

N: 観察した施行数
 BTP: BTPが同定された施行数
 DRY: 空嚥下
 COM5: 液体5ml命令嚥下
 MST5: 液体5ml咀嚼嚥下
 CB: コンビーフ8g咀嚼嚥下

(59施行中33施行)、LOWで14.3% (63施行中9施行)であった。HIGHにおいて嚥下様式別にみるとCOM5は40.0% (20施行中8施行)、MST5は65.0% (20施行中13施行)、CBは63.2% (19施行中12施行)であった。

4. 喉頭蓋復位 (RE) (表9)

REが同定された施行は、HIGHで92.5% (80施行中74施行)、LOWで35.7% (84施行中30施行)であった。EWOの時点ですでにREが終了していたものはHIGHで5.0% (80施行中4施行)、LOWで34.5% (84施行中29施行)であった。

第4節 考 察

被験物・嚥下様式について

今回の被験物・嚥下様式は武田らの報告を

表9 喉頭蓋復位 (RE) の同定有無の頻度

ALL	HIGH		LOW	
	N	%	N	%
復位確認	74	92.5	30	35.7
復位済み	4	5.0	29	34.5
観察不可	2	2.5	25	29.8
計	80	100.0	84	100.0
DRY				
復位確認	18	90.0	11	52.4
復位済み	2	10.0	10	47.6
観察不可	0	0.0	0	0.0
計	20	100.0	21	100.0
COM5				
復位確認	20	95.2	7	33.3
復位済み	0	0.0	12	57.2
観察不可	1	4.8	2	9.5
計	21	100.0	21	100.0
MST5				
復位確認	18	90.0	4	19.0
復位済み	1	5.0	2	9.5
観察不可	1	5.0	15	71.5
計	20	100.0	21	100.0
CB				
復位確認	18	94.7	8	38.1
復位済み	1	5.3	5	23.8
観察不可	0	0.0	8	38.1
計	19	100.0	21	100.0

ALL: すべての嚥下様式
 N: 観察した施行数
 DRY: 空嚥下
 COM5: 液体5ml命令嚥下
 MST5: 液体5ml咀嚼嚥下
 CB: コンビーフ8g咀嚼嚥下

参考にした。この報告では咀嚼嚥下の検討が詳細に行われているので、それと比較検討するためである。したがって、被験物の調整には、本来は造影剤を必要とはしないが、物性を同一にする目的でバリウムを含有させた。

内視鏡先端の位置について

今回の研究では内視鏡先端位置が重要になる。先端の位置によりwhiteoutのタイミングが変わり、喉頭蓋や披裂の見え方が異なる。

ここではLogemann²³らやOhmae⁹らの報告を参考にそれらの報告よりも若干高い位置で設定した。その理由は、今回は喉頭蓋の運動を主要な観察点としているため、喉頭蓋の先端を視野に入れることと、この研究の事前検討において、Ohmaeらの位置では咀嚼を伴う嚥下の評価の場合、咽頭に進行する食塊あるいは咀嚼運動による喉頭の動きにより喉頭の観察が困難な場合が多かったためである。この調整により食塊または唾液の影響などの技術的理由によって評価不能であった施行は168施行中4施行のみであった。

喉頭蓋運動の開始 (OEE) について

従来のVFを用いた嚥下反射における軟口蓋運動や喉頭運動に関する命令嚥下での報告では、軟口蓋挙上と喉頭挙上はほぼ同時におけるとされている。今回、VEによる検討ではOWO前にOEEが同定できた割合は内視鏡先端の位置により変化し、HIGHで47.5%、LOWでは81.0%であった。HIGHの内視鏡先端位置は軟口蓋上にあるため、この時のwhiteoutは軟口蓋挙上によるもの、LOWのwhiteoutは咽頭管の収縮、あるいは喉頭と内視鏡先端の接触によるものと考えられる。従来のVFによる報告に照らし合わせると、HIGHの場合のOEEの同定は軟口蓋の運動により困難であることが推測されるものの、鼻咽腔閉鎖前にOEEがおこればその同定は可能と考えられる。今回の結果は、約半数でOEEの同定が可能であった。このことは軟口蓋挙上と喉頭蓋離転がほぼ同時におこり、それらの運動の開始の同定が無作為にばらついている結果と考えるとこれまでの報告と比較して妥当であると思われる。

一方、LOWは先端が軟口蓋を越えて喉頭蓋直上にあるため、whiteoutは軟口蓋運動の影響は受けず、喉頭挙上あるいは喉頭挙上開始後におこる中咽頭以下の収縮による。したがって、OEEや嚥下反射初期における披裂の観

察に適していると推測される。同様の報告はLogemann²⁸らにより喉頭挙上運動 (laryngeal elevation) について行われている。この報告では喉頭挙上運動についての明確な定義はされていないが、喉頭蓋の運動ではなく喉頭の垂直方向への運動を評価していることが推察され、その結果は液体の命令嚥下でhigh positionで31%、low positionで63%に確認されたとある。これらの位置は前述の通り今回の研究よりもそれぞれ低く設定している。特にlow positionでは内視鏡先端は喉頭口内にあり、喉頭蓋先端は観察されない。この場合、喉頭運動は軸位方向からの観察となりメルクマールが曖昧になる可能性がある。一方、喉頭蓋はVEにおいてもその運動が観察しやすく喉頭運動開始の指標として適切な器官であると思われる。今回はこの報告よりもやや高い位置に内視鏡先端を置きLOWにおいても喉頭蓋先端の観察を可能にした。今回の結果では8割以上の例でOEEが同定され喉頭蓋運動の開始の確認はLOWが適していると考えられた。一方、2割弱で指摘されなかったが、それらはOEE前にwhiteoutがおこった場合が多かった。

披裂間切痕の閉鎖 (CA) について

CAは嚥下運動の早期におこり、被験物の量によってその開始時間は変わらないといわれている。また披裂は呼吸による運動も認められ、随意的な呼吸停止 (息こらえ) で閉鎖する³⁵など、呼吸による影響は無視できないと思われる。

VEを用いたCAの観察頻度は、5mlの液体嚥下・喉頭挙上直前という条件でOhmae⁹らの82%、Logemann²³らの77%としている。本研究の同条件の結果では76.5% (13/17) であり、やや低い頻度であった。この差は、前述したとおり内視鏡先端の位置がそれらの報告よりも、やや高い位置に設定し喉頭蓋を観察可能にしたため喉頭蓋による死角の増加によ

ると考えられた。

咀嚼嚥下との関連について

第1章で述べたProcess Modelの報告²より咀嚼嚥下の研究が進められている。これらの研究はVFを中心に行われているが、咀嚼を伴う嚥下の一連の過程を記録することは、放射線被曝の関連から、繰り返して行うことが困難である。したがって、被曝のないVEにより一定の評価が可能であれば今後の研究に非常に有用な手段となる。本研究ではそのための基礎研究として、従来の命令嚥下だけでなく咀嚼運動を加えて評価を行った。

今回の結果では、咀嚼運動を加えても、披裂が観察されなかった割合はLOWにおいてMST5で9.5%、CBで14.3%、喉頭蓋運動が観察できなかった割合はMST5で0%、CBで4.8%であり、その割合については咀嚼の有無により大きな変化はなかった。したがって、咀嚼を伴う嚥下でもVEを用いて一定の評価が可能と考えられた。

今回、武田らの咀嚼嚥下の報告⁵と比較検討する目的で、whiteout前における食塊の咽頭進行を検討した。武田らはVFを用いて嚥下反射開始直前の食塊の位置が硬口蓋先端を超えたものと下顎骨下縁を超えたものの割合を、それぞれ液体命令嚥下で38.6%、10.5%、液体咀嚼嚥下で55.0%、45.0%、コンビーフ咀嚼嚥下で85.0%、55.0%と報告している。今回のHIGHの結果は液体命令嚥下で40.0%、液体咀嚼嚥下で65.0%、コンビーフ咀嚼嚥下で63.2%となり、武田らの報告と比較して液体を含む被験物でやや高率、コンビーフでは前者と後者のほぼ中間的な結果となっている。この理由は、VFとVEの特徴の差、すなわち、実像と透過像の差異にあると考えた。VFは透過像であるので、X線非透過体がなければ死角は生じない。一方、VEは死角が生じ観察できない範囲がある。すなわち、HIGHでは中咽頭腔内で一部軟口蓋が死角となる。このため武

田らの硬口蓋先端の位置は観察することができず、軟口蓋による死角を超えて奥舌に食塊が進んだ時に初めて観察できることになる。下顎骨下縁は、およそ奥舌の中間ほどの高さに位置している。つまり、HIGHでは武田らの定義した両者の範囲の中間的な領域を観察していると考えた。コンビーフの咀嚼嚥下では食塊が一塊になっており、咽頭内に進行するときも一定の量以上になっているので、VFで咽頭内進行を観察できないことは少ないと考えられる。したがって、コンビーフの咀嚼嚥下での武田らとの報告の差異はこの観察領域の違いによるものと考えた。

LOWについては、内視鏡先端位置が中咽頭内にあるため観察範囲がそれより尾側に限られる。したがって、食塊はそれ以下に進行した場合に観察される。武田らの報告では下咽頭下部に食塊が進行したのは液体咀嚼嚥下で25%とあり、今回の結果とほぼ合致している。液体命令嚥下とコンビーフ咀嚼嚥下に関しては、武田らは下咽頭下部までの進行はないと報告しているが、今回の結果ではCOM5が14.3%、CBが9.5%観察された。これは観察範囲がLOWでは下咽頭よりも頭側に広い範囲を観察していることによるものと考えた。

以上より武田らの報告との一定の整合性があり、今回の観察結果は妥当と考え、嚥下反射開始前の食塊の咽頭進行はVEでも評価が可能であると考えた。

CAについてMST5とCBとにおいて検討すると、OEE前にCAをみない例、すなわち、OEE直前まで披裂間切痕が閉鎖しない例の割合はMST5 23.8%、CB 47.6%と高かった。咽頭期嚥下運動は一連の反射運動であるため、咀嚼の有無の影響でこの一連の運動が変化することは考えにくい。したがって、この割合の変化は、嚥下と呼吸の関連にあると考える。つまり、一般的に命令嚥下では口腔内に食塊が存在しているうちに呼吸は停止しているた

め、披裂は内転し切痕は閉鎖している。一方、咀嚼を伴う嚥下では、咀嚼中に呼吸していることが多く、これに伴い披裂は内転、外転を繰り返す。嚥下反射に伴う披裂間切痕の閉鎖は基本的には呼吸性の披裂の運動には影響されないと考えられるが、命令嚥下時は呼吸が停止しているため披裂は内転した状態からの閉鎖あるいはすでに閉鎖した状態であり、OEE前のCAになりやすいと考えられる。一方、咀嚼を伴う嚥下は吸気による披裂外転位からの閉鎖運動の開始となる場合が考えられ、結果的にCAが遅れOEE後のCA、つまり、OEEで披裂間切痕が閉鎖していない例が多くなった可能性を考えた。いずれにせよ咀嚼によるstage II transportにより中咽頭から下咽頭に食塊が進行したときにCAが遅れることは、喉頭閉鎖のタイミングが遅れると予測され喉頭内侵入などの確率を高める可能性が示唆された。

空嚥下と液体の咀嚼嚥下について

今回は空嚥下 (DRY) と液体の咀嚼嚥下 (MST5) を検討する嚥下様式としてとり上げた。空嚥下は臨床評価として多用される嚥下様式である。指示をして嚥下を行わせることは命令嚥下と同様であるが、口腔内に食塊がなく感覚入力によるfeedbackがないことが異なり、嚥下反射を起こすのにより大きな筋力を使う³⁶、また、通常の命令嚥下に比較し喉頭の挙上、閉鎖時間がやや延長するなどの報告がある。また、MST5は「液体を嘔む」という日常ではあまり行われ⁵ない嚥下様式である。しかし、武田らの咀嚼嚥下の報告ではこの嚥下様式の検討を行い、咀嚼による嚥下動態の変化が非常に大きいと報告している。

今回の結果で特徴的なことは、OEE直前でCAが観察されなかったものの割合が、液体命令嚥下とコンビーフ咀嚼嚥下との中間的な値となり、かつそれぞれの割合がほぼ同程度であったことである。この理由は液体咀嚼嚥

下が不自然な咀嚼であり、その嚥下動態が不安定であった可能性、あるいは液体は咀嚼をする場合でも呼吸が停止していることが多い可能性などが考えられた。空嚥下の場合も液体咀嚼嚥下と同様に食塊のない嚥下という不自然な嚥下様式の結果あるいは呼吸との関連を考えることは可能である。しかし、空嚥下を振り返って考えてみると、我々が空嚥下を命じられた場合、しばしば口腔内に存在する微量の唾液を舌で集積し奥舌あるいは咽頭へ送り込むような運動を行う、この運動がいわゆるstage II transportと類似した運動となり咀嚼を伴う嚥下に似た嚥下動態になるとも考えられた。

喉頭蓋の復位 (RE) について

嚥下反射におけるREは一連の嚥下反射運動の終了の指標となる重要な所見の一つで、VFと筋電図の同時施行などの報告³⁸⁻⁴⁰がある。一方、VEではこれに関しての報告は少ない。VEでREの同定が可能であれば、VEによる嚥下動態の評価に非常に有用な知見となる。本研究ではREが同定できた割合は全体で75.9% (103/137) であり、各被験者間による頻度の違いはみられなかった。内視鏡の位置による相違は、HIGHが92.5%、LOWで35.7%であった。HIGHのEWOは軟口蓋と咽頭後壁の開放による視野の回復からなるので、喉頭蓋の運動、喉頭挙上運動には直接影響されず、EWOがREより先におこればそれは同定される。ただし、咽頭に残留した食塊により喉頭蓋が被覆されればその同定は困難になる。実際、REは9割以上で観察され、残りの1割弱は食塊の影響により同定が困難であった。他方、LOWの場合、EWOは喉頭挙上運動に影響されやすい。喉頭挙上により内視鏡先端が喉頭蓋先端の下方に移動すると、復位の評価はできなくなる。また、先端は食塊の通過経路に位置し嚥下による食塊の通過後には食塊がレンズに付着し視野の十分な回復が得られない

ことも多い。これらのことから、LOWで同定された割合が低かったと考えた。

嚥下造影との対比など

これまでの嚥下運動のタイミングに関する研究はVFが中心であった。VFは咽頭期嚥下運動時の舌骨、喉頭蓋、喉頭（甲状軟骨）運動などの観察や、造影剤含有食塊との位置関係などが明確である。このため、X線で可視化できるこれらの組織をメルクマールにいくつかの検討が行われている^{9,23}。しかし、被曝の問題から同一例の反復施行は倫理的な問題で行うことができない。このため、多数回施行による再現性の検討などはほとんど行われていない。また、VFは間接像または透過像であるので、三次元的情報が二次元的情報に変換されることによる奥行き情報の相殺が常に生じる。また、披裂・声帯などの軟部組織の運動がとらえ難い。さらに、造影剤の濃度によって食塊の見え方が変わるなどの欠点もある。

他方、VEは被曝がなく、実像である。繰り返し何度でも施行をすることができ、三次元的情報を評価することができる。今回の結果からは、内視鏡先端の位置を変化させる必要はあるものの、1回の施行で今回の目的とした運動の7割から9割を観察することができた。観察できなかった場合は、分泌物や食塊の影響や手技の問題のようなランダムな要因が多く含まれていると考えられ、複数回施行することによりほぼ全例に観察が可能になると思われた。

今回は喉頭蓋運動と披裂の運動を観察対象としたが、どちらも嚥下反射開始時の指標となりうるものである。また、軟口蓋の挙上も同様に指標となりうる。今回の結果から、VEを用いてこれらの観察は可能であり、今後、嚥下運動のタイミングを検討する有用な指標になると考えた。特にいくつかの嚥下様式による多数回施行の検討は再現性の検討など今

後、有用な情報となりうると考えた。

また、今回はwhiteoutを基点に喉頭蓋あるいは披裂の運動を評価したが、VFでは舌骨運動を嚥下反射開始の基点として多くの検討が行われてきた⁵。これらの報告との整合性を検討することが必要である。このためにはVEとVFとを同一施行で完全に同期させて行うことが有用である。このような報告は散見される^{9,23}ものの、特に咀嚼嚥下においては十分な検討はなされていないと思われる。また、これは実像と透過像を同期することとなり、新たな知見が得られる可能性がある⁹と考える。さらに、披裂部運動の考察に関しては呼吸の影響を考慮する必要があり、呼吸モニターとの同期施行が必要と思われた。

本章のまとめ

咀嚼嚥下を含めたいくつかの嚥下様式を観察しwhiteout、喉頭蓋の運動開始と復位、披裂間切痕の閉鎖の同定と食塊進行の観察を試みた。目的によって内視鏡先端位置を変える必要があるが、それらの観察は可能であった。咀嚼の有無は喉頭蓋運動の観察には大きく影響せず一定の観察が可能であった。HIGHは食塊の動きの観察、喉頭蓋復位の観察に適していた。LOWは喉頭蓋運動開始の同定と披裂間切痕閉鎖の同定に適していた。咀嚼嚥下では嚥下反射開始直前に披裂間切痕が閉鎖していなかった。これは呼吸の影響が想定され咀嚼嚥下時の誤嚥の危険性に影響することが考えられた。

第4章 高齢者におけるVF、VEの同期観察

第1節 序 論

第2章ではVFを用いて高齢者の咀嚼嚥下について検討した。また、第3章ではVEを用いて若年群でwhiteoutを基点に喉頭蓋あるいは披裂の運動を検討した。本章ではVFとVEとを同時施行しその同期画像を用いて高齢者の嚥下時におけるwhiteout開始時点と舌骨運動

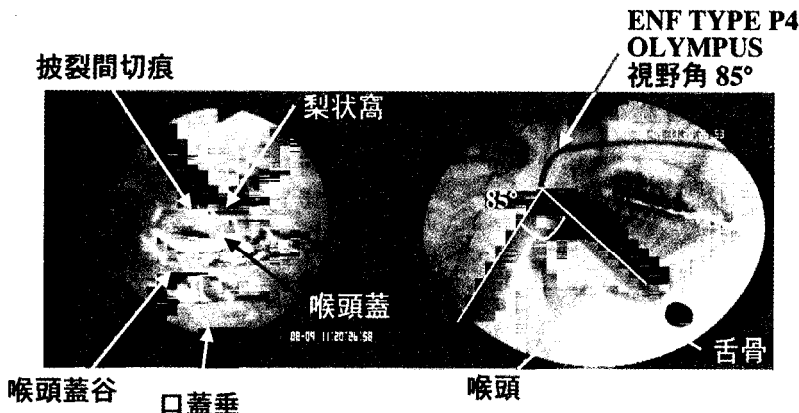


図13 VFとVEの同期観察
HIGH: 右にVF像を左にVE像を示す。同期はVEシステムのCCDカメラにてVF像上のタイムコードをとらえ、同一画面に写すことによって時間差を補正している。

開始時点の時間差の検討、VFとVEとにおける食塊先端位置の同定のされ方の違いについて検討した。

第2節 対象と方法

対象は摂食・嚥下障害をひきおこすような神経疾患や咽頭・喉頭疾患を有しておらず、通常の食事形態にて食事を摂取している高齢者群8人(男性8名、平均年齢 64.1 ± 3.0 歳; 高齢群)とした。

嚥下様式は50% w/vバリウム液10mlの命令嚥下(COM)と、バリウム含有コンビーフ8gを咀嚼させた嚥下(CB)、バリウム塗布クッキー8gを咀嚼させた嚥下(CK)、50% w/vバリウム液5mlとバリウム含有コンビーフ4gの混合物(MIX)の4種を設定し、各1施行ずつとした。内視鏡先端位置はHIGHとした(図13)。

VFあるいはVEシステムはそれぞれ第2章、

第3章と同様である。画像の同期方法はビデオタイマーを応用した。すなわち、VEシステムのCCDカメラにてVFモニターを撮影し両者のタイムコードを同一画面上に録画し、その誤差を修正した。

測定項目は、VEではOWO、摂食開始後はじめて食塊が確認された時点(BTP)、VFではIHM、その時点での食塊先端位置、BTPのVF上での食塊先端位置、OWO直前のVF上での食塊先端位置とした。食塊先端位置の定義は第2章と同様である。

統計学的検定としては、ANOVAを用い有意水準を5%とした。

第3節 結果

高齢群において各被験物1施行ずつ1人あたり4施行、計32施行の観察を行った。

IHMとOWOの時間差をみると、IHMを基準として、COM 0.14 ± 0.45 秒(変動係数3.2)、

表10 OWO-IHMの時間差

	(単位:秒)							
	COM (8)		CB (8)		CK (8)		MIX (8)	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
60代	0.138	0.454	0.140	0.091	0.121	0.106	0.124	0.127

NS

COM: 液体10ml命令嚥下, CB: コンビーフ8g, CK: クッキー8g, MIX: 液体5ml+CB4g

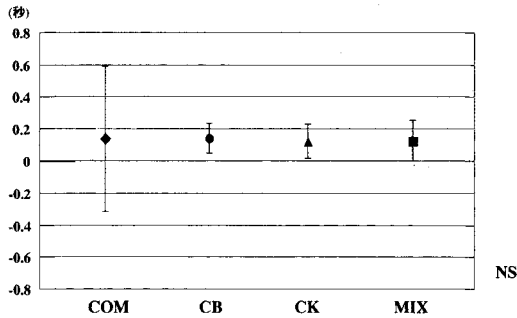


図14 OWO-IHMの時間差 (高齢群)
 高齢群におけるVE上のwhiteoutの開始とVF上の舌骨運動開始の時間差を示す。
 各被験物においてwhiteoutは舌骨運動開始よりも遅れておこっていた。

CB 0.14 ± 0.09 秒 (変動係数0.64), CK 0.12 ± 0.11 秒 (変動係数0.92), MIX 0.12 ± 0.13 秒 (変動係数1.08) と被験物間で有意差を認めなかった (表10, 図14)。

BTPが同定できた割合はCOM 62.5% (8施行中5施行), CB 75.0% (8施行中6施行), CK 100.0% (8施行中8施行), MIX 100.0% (8施行中8施行) であった。

BTP時点でVF上の食塊先端到達位置についてみるとVAL以降に達していた施行はCBで2例, CKで2例, MIXで1例であった。

BTPが同定された施行においてIHMでの深達度をみるとCOMではUOP以降が100.0% (5施行中5施行), VAL以降が80.0% (5施行中4施行), HYPが60.0% (5施行中3施行), CBではUOP以降が83.3% (6施行中5施行), VAL以降が66.7% (6施行中4施行), HYPが0%, CKではUOP以降が87.5% (8施行中7施行), VAL以降が62.5% (8施行中5施行), HYPが12.5% (8施行中1施行), MIXではUOP以降が87.5% (8施行中7施行), VAL以降が75.0% (8施行中6施行), HYPが50.0% (8施行中4施行) であった。

同様にOWOでの深達度をみるとCOMではUOP以降が100.0% (5施行中5施行), VAL

以降が80.0% (5施行中4施行), HYPが60.0% (5施行中3施行), CBではUOP以降が100.0% (6施行中6施行), VAL以降が66.7% (6施行中4施行), HYPが0%, CKではUOP以降が100.0% (8施行中8施行), VAL以降が62.5% (8施行中5施行), HYPが25.0% (8施行中2施行), MIXではUOP以降が100.0% (8施行中8施行), VAL以降が87.5% (8施行中7施行), HYPが75.0% (8施行中6施行) であった (表11)。

第4節 考察

OWOとIHMの時間差について

OWOとIHMの時間差には被験物間による有意差は認めなかった。平均するとIHMに0.12秒から0.14秒遅れてOWOとなっていた。このことは嚥下反射開始前の食塊移送を観察するのに適した特徴と考えられた。しかし、その標準偏差, 変動係数は小さくはない。VFにおいてはIHMを嚥下反射開始の指標と考えることが多いが, IHMも嚥下反射による運動の結果を同定したものであり, IHM自体にも本来の嚥下反射開始からは反応時間とそれが運動として確認できるまでの時間が加算され, さらに単位時間あたりの動画フレーム数の影響もある。そして, それぞれに系統誤差と偶発誤差が加わっているため, ある程度の分散が存在することは否めず嚥下反射開始を正確に反映しているわけではない。一方, whiteoutは本研究では嚥下反射に伴う軟口蓋挙上運動による結果と考えられるのでIHMの同定と同様の誤差を想定しなければならない。したがって, この変動係数は妥当な範囲と考えた。しかし, COMの変動係数は非常に大きい。これは命令嚥下の嚥下様式の特徴やあるいは加齢の影響などの要因が考えられるかもしれない。いずれにしてもCOMを検討する場合には注意を要する所見と受け止めることができる。今回の結果より咀嚼嚥下においてはwhiteoutを嚥下反射開始の基準として評価を行うこと

表11 VEでの各時点とVF上の食塊深達度

	COM		CB		CK		MIX	
	N	%	N	%	N	%	N	%
	8		8		8		8	
BTP時	5	62.5	6	75.0	8	100.0	8	100.0
OC	1	20.0	2	33.3	2	25.0	3	37.5
UOP	4	80.0	2	33.3	4	50.0	4	50.0
VAL	0	0.0	2	33.3	2	25.0	1	12.5
HYP	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
UOP以降	4	80.0	4	66.7	6	75.0	5	62.5
VAL以降	0	0.0	2	33.3	2	25.0	1	12.5
HYP	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
IHM時	5		6		8		8	
OC	0	0.0	1	16.7	1	12.5	1	12.5
UOP	1	20.0	1	16.7	2	25.0	1	12.5
VAL	1	20.0	4	66.7	4	50.0	2	25.0
HYP	3	60.0	0	0.0	1	12.5	4	50.0
UOP以降	5	100.0	5	83.3	7	87.5	7	87.5
VAL以降	4	80.0	4	66.7	5	62.5	6	75.0
HYP	3	60.0	0	0.0	1	12.5	4	50.0
OWO時	5		6		8		8	
OC	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
UOP	1	20.0	2	33.3	3	37.5	1	12.5
VAL	1	20.0	4	66.7	3	37.5	1	12.5
HYP	3	60.0	0	0.0	2	25.0	6	75.0
UOP以降	5	100.0	6	100.0	8	100.0	8	100.0
VAL以降	4	80.0	4	66.7	5	62.5	7	87.5
HYP	3	60.0	0	0.0	2	25.0	6	75.0

COM: 液体10ml命令嚥下, CB: コンビーフ 8g,
 CK: クッキー 8g, MIX: 液体 5ml + CB 4g
 OCT: Oral cavity time (口腔内移送時間)
 PFAT: Postfaucal aggregation time (口腔咽頭上部領域通過時間)
 VAT: Valleculae aggregation time (喉頭蓋谷領域通過時間)
 HTT: Hypopharyngeal transit time (下咽頭領域通過時間)
 EJM: End of jaw movement (下顎運動停止時点)
 IHM: Initiation of hyoid movement (舌骨運動開始時点)
 OWO: Onset of the whiteout (whiteoutの開始時)

は可能と判断できる。一方、摂食・嚥下障害者例に応用する場合、軟口蓋麻痺が存在するとwhiteoutは大きく変化する可能性がある。臨床応用する場合には注意が必要と思われる。BTPとVFにおける食塊先端位置について

本研究での内視鏡先端位置はHIGHに設定した。この位置でBTPの食塊の先端はおおよそVAL以降に相当すると考えられる(第3章参照)。このときのVF上での食塊先端位置は多くの場合OCあるいはUOPに留まっていた。

これは、VEは実像を観察していることとVFは透過像を観察していることの違いと考えられる。透過像であるVFでの造影剤の可視化はその濃度依存性に造影剤の量に左右される。少量の造影剤は可視化されていない場合がある。一方、VEは実像であるので、生体組織の色と十分なコントラストがついていれば、ごく少量でも観察可能である。つまり、VEはVFで観察できない少量の咽頭進行を同定しており、食塊の咽頭進行の同定についてはより感度の高い検査法であると考えた。

IHMとOWOとのVF上の食塊の深達度を比較してみるとOWOがより深く深達していた。これはOWOがIHMより遅く開始することによるものと考えられた。これは、VEでは嚥下反射開始前の食塊咽頭進行を十分に評価することができるという特徴を表していると思われた。

本章のまとめ

60歳代の健常高齢者に対し、VFとVEを同期させて嚥下を観察した。咀嚼嚥下に伴う食塊の咽頭進行をVEで評価することが可能であった。VFと比較すると、食塊の咽頭進行の同定についてVEはより感度の高い検査法であると思われた。また、whiteoutを嚥下反射開始の指標とすることは可能であるが、舌骨挙上開始より0.1秒程度遅い傾向が認められた。また、命令嚥下では舌骨挙上開始と比較した場合、そのばらつきが大きく観察には注意が必要と考えられた。

第5章 まとめと結語

VFならびにVEを使用して高齢者の咀嚼嚥下を総合的に検討した。咀嚼嚥下時の加齢による変化の特徴は、嚥下位相時間が延長し、嚥下反射前の食塊の深達度が深くなることであった。加えて、命令嚥下においてもその深達度は深くなっていた。これらの特徴は70歳以上で顕著であった。これらから、高齢者で

は誤嚥の危険性が高くなっている可能性が示唆された。VEでは観察対象により内視鏡先端位置を変化させる必要があるものの咀嚼嚥下においてもその評価は可能であった。特に食塊の咽頭進行については、内視鏡先端を軟口蓋の位置に置くことによって十分な評価が可能であった。咀嚼嚥下時にはwhiteout前に披裂間切痕が閉鎖していない例が命令嚥下と比較して増加しており、この特徴も喉頭内侵入や誤嚥の危険性に関連すると思われた。VEとVFの同期による評価により、whiteoutは舌骨運動開始よりやや遅れて観察されることから、VEでは嚥下運動開始直後の食塊進行の観察や、嚥下運動終了前の食塊残留の観察が可能であった。VFとVEでは透過像と実像の違いから、VFでは同定されない嚥下反射前食塊進行がVEでは確認され、VEは食塊進行の同定についてより感度の高い検査法であった。

本研究により上述のような特徴が明らかとなり、高齢摂食・嚥下障害者に対する咀嚼嚥下評価の基盤を作成することができた。また、VEを用いた咀嚼嚥下の評価は可能であることを示した。今後の咀嚼嚥下研究の可能性を広げたと考える。

これからさらなる超高齢化社会を迎えるに当たり、高齢者の健康維持と、障害者のリハビリテーションは重要な課題である。摂食・嚥下は諸言で述べた通りこれらに大きな影響を及ぼしている。特に咀嚼嚥下は我々が食事ごとに繰り返し行わなければならないものであり、これに関する知見は摂食・嚥下リハビリテーションに不可欠なものである。今後、本研究で得られた知見を臨床での摂食・嚥下評価の基盤として応用し、さらに研究を進めて行きたいと考えている。

稿を終えるに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座才藤栄一教授に深甚なる謝意を捧げます。本研究を直接御指導して頂いた藤田保健衛生大学

医学部リハビリテーション医学講座馬場 尊講師に心から感謝申し上げます。研究実施にあたり暖かい御助言御尽力を頂きましたJohns Hopkins University, Jeffrey B. Palmer教授, 八尾はあとふる病院柴田斉子

先生に深く感謝致します。また, 本研究に御協力頂きましたリハビリテーション医学講座医局員各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 厚生省 (2000) 厚生白書. 平成12年度版. 東京
- 2) Palmer, J. B. (1997) Integration of oral and pharyngeal bolus propulsion: a new model for the physiology of swallowing. *日摂食嚥下リハ誌*1. 15-30.
- 3) Palmer, J. B. (1998) Bolus aggregation in the oropharynx does not depend on gravity. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 79. 691-696.
- 4) Hiiemae, K. M. and Palmer, J. B. (1999) Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency. *Dysphagia* 14. 31-42.
- 5) 武田斉子, 才藤栄一, 松尾浩一郎, 馬場 尊, 藤井 航, Palmer, J. B. (2002) 食物形態が咀嚼-嚥下連関に及ぼす影響. *リハ医学*39. 322-330.
- 6) 松尾浩一郎, 才藤栄一, 武田斉子, 馬場 尊, 藤井 航, 小野木啓子, 奥井美枝, 植松 宏, Palmer, J. B. (2002) 咀嚼および重力が嚥下反射開始時の食塊の位置に及ぼす影響. *日摂食嚥下リハ誌*6. 65-72.
- 7) 才藤栄一, 木村彰男, 矢守 茂, 森 ひろみ, 出江 紳一, 千野直一 (1986) 嚥下障害のリハビリテーションにおけるVideofluorographyの応用. *リハ医学*23. 121-124.
- 8) Palmer, J. B., Kuhlemeier, K. V., Tippett, D. C., and Lynch, C. (1993) A protocol for the videofluorographic swallowing study. *Dysphagia* 8. 209-214.
- 9) Ohmae, Y., Logemann, J. A., Kaiser, P., Hanson, D. G., and Kahrilas, P. J. (1995) Timing of glottic closure during normal swallow. *Head Neck* 17. 394-402.
- 10) Dua, K. S., Ren, J., Bardan, E., Xie, P., and Shaker, R. (1997) Coordination of deglutitive glottal function and pharyngeal bolus transit during normal eating. *Gastroenterology* 112. 73-83.
- 11) 小林武夫 (1989) 老人の喉頭・声道の病態. *耳鼻咽喉科・頭頸部外科MOOK*12. 128-135.
- 12) 古川浩三 (1989) 老人の嚥下. *耳鼻咽喉科・頭頸部外科MOOK*12. 145-150.
- 13) 進 武幹 (1989) 老人の嚥下障害. *耳鼻咽喉科・頭頸部外科MOOK*12. 211-216.
- 14) 丘村 照, 稲木匠子, 森 敏裕, 福井康二, 相原隆一 (1991) 高齢者の嚥下機能-咽頭食道透視よりの観察-. *日気管食道会報*42. 116-120
- 15) 大前由紀雄, 杉浦むつみ, 茂木立学 (2003) 超高齢者の嚥下機能の変化. *日気管食道会報*54. 1-7.
- 16) Tracy, J. F., Logemann, J. A., Kahrilas, P. J., Jacob, P., Kobara, M., and Krugler, C. (1989) Preliminary observations on the effects of age on oropharyngeal deglutition. *Dysphagia* 4. 90-94.
- 17) Aviv, J. E., Martin, J. H., Jones, M. E., Wee, T. A., Diamond, B., Keen, M. S., and Blitzer, A. (1994) Age-related changes in pharyngeal and supra-glottic sensation. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 103. 749-752.
- 18) Shaker, R., Ren, J., Zamir, Z., Sarna, A., Liu, J., and Sui, Z. (1994) Effect of aging, position, and temperature on the threshold volume triggering pharyngeal swallows. *Gastroenterology* 107. 396-402.
- 19) 久野昌隆, 兩宮 賢, 石田哲也, 平井敏博, 越野寿, 石島 勉, 相馬邦道 (2002) 食塊の流れからみた咀嚼機能評価法. *日歯医学会誌*21. 52-59.
- 20) Langmore, S. E., Schatz, K., and Olson, N. (1988) Fiberoptic endoscopic examination of swallowing safety: a new procedure. *Dysphagia* 2. 216-219.
- 21) Wu, C. H., Hsiao, T. Y., Chen, J. C., Chang, Y. C., and Lee, S. Y. (1997) Evaluation of swallowing safety with fiberoptic endoscope, comparison with videofluoroscopic technique. *Laryngoscope* 107. 396-401.
- 22) Langmore, S. E., Schatz, K., and Olson, N. (1991) Endoscopic and videofluoroscopic evaluations of swallowing and aspiration. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 100. 678-681.
- 23) Logemann, J. A., Rademaker, A. W., Pauloski, B. R., Ohmae, Y., and Kahrilas, P. J. (1998) Normal swallowing physiology as viewed by videofluoroscopy and videoendoscopy. *Folia Phoniatri. Logop.* 50. 311-319.
- 24) Logemann, J. A., Rademaker, A. W., Pauloski, B. R., Ohmae, Y., and Kahrilas, P. J. (1999) Interobserver agreement on normal swallowing physiology as viewed by videoendoscopy. *Folia Phoniatri. Logop.* 51. 91-98.
- 25) Shaker, R., Dodds, W. J., Dantas, R. O., Horgan, W. J., and Arndorfer, R. C. (1990) Coordination of deglutitive glottic closure with oropharyngeal

- swallowing. *Gastroenterology* 98. 1478-1484.
- 26) 藤島一郎 (1999) 脳卒中中の摂食・嚥下障害. pp.74-79, 医歯薬出版, 東京
 - 27) 椿原彰夫 (2000) 嚥下障害の評価 ビデオ嚥下造影検査からビデオ喉頭内視鏡検査へ. 日摂食嚥下リハ誌4. 78-79.
 - 28) 石井雅之 (2001) 嚥下内視鏡による誤嚥評価-嚥下造影との比較-. 川崎医学会誌27. 323-330.
 - 29) Leder, S. B. and Karas, D. E. (2000) Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing in the pediatric population. *Laryngoscope* 110. 1132-1136.
 - 30) 小森祐子, 杉田佳織, 豊里 晃, 植田耕一郎, 野村修一 (2001) 特別養護老人ホームでのビデオ内視鏡を用いた摂食機能評価. 新潟歯会誌31. 163-166.
 - 31) 豊里 晃, 植田耕一郎, 野村修一 (2002) 介護施設における摂食・嚥下機能評価及び訓練へのビデオ内視鏡の応用. 障害者歯23. 181-184.
 - 32) Perlman, A. L. and VanDaele, D. J. (1993) Simultaneous videoendoscopic and ultrasound measures of swallowing. *J. Med. Speech-Lang. Pathol.* 1. 223-232.
 - 33) Kendall, K. A., McKenzie, S., Leonard, R. J., Goncalves, M. I. and Walker, A. (2000) Timing of events in normal swallowing: a videofluoroscopic study. *Dysphagia* 15. 74-83.
 - 34) Kendall, K. A., Leonard, R. J. and McKenzie, S. W. (2003) Sequence variability during hypopharyngeal bolus transit. *Dysphagia* 18. 85-91.
 - 35) Martin, B. J. W., Logemann, J. A., Shaker, R., and Dodds, W. J. (1993) Normal laryngeal valving patterns during three breath hold maneuvers: a pilot investigation. *Dysphagia* 8. 11-20.
 - 36) Gupta, V., Reddy, N. P., and Canilang, E. P. (1996) Surface EMG measurements at the throat during dry and wet swallowing. *Dysphagia* 11. 173-179.
 - 37) Kara, J., Kleinjan, M. A., and Logemann, J. A. (2002) Effects of repeated wet and dry swallows in healthy adult females. *Dysphagia* 17. 50-56.
 - 38) Johnson, E. R., McKenzie, S. W., Rosenquist, J., Lieberman, J. S., and Silvers, A. E. (1992) Dysphagia following stroke: quantitative evaluation of pharyngeal transit times. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 73. 419-423.
 - 39) Johnson, E. R. and McKenzie, S. W. (1993) Kinematic pharyngeal transit times in myopathy: evaluation for dysphagia. *Dysphagia* 8. 35-40.
 - 40) Johnson, E. R., McKenzie, S. W., and Silvers, A. E. (1993) Aspiration pneumonia in stroke. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 74. 973-976.