

誤嚥性肺炎における嚥下造影検査の定量的・定性的解析

野村 麻優子^{*1)} 牧野 日和^{*2)} 町田 祐子^{*3)} 田中 誠也^{*4)}
高津 淳^{*1)} 古川 博雄^{*2)} 早川 統子^{*2)} 辰巳 寛^{*2)} 山本 正彦^{*2)}

目的：嚥下造影（VF）検査では、一般的に使用されている定性的解析には評価者間にばらつきが生じやすい。定量的解析を用い、精密に評価し、定性的解析との関連および臨床的有用性について検討した。

対象と方法：誤嚥性肺炎および誤嚥性肺炎疑いと診断され、VF検査を必要とした患者9名のVF動画の中で、液体とゼリーの3, 5 mlの合計24例を対象とした。定量的解析は、口腔準備期としての口腔期タイプおよび、口腔期から食道期の嚥下動態のうち計16点を計測し、これらから10項目を算出した。定性的解析では、口腔準備期から食道期までの計23項目を評価した。咀嚼の有無と軟口蓋の下垂が認められた症例も併せて記録した。

結果：定量的解析の物性間比較では、食道入口部開大時間において、液体にて延長する傾向がみられた（ $p = 0.064$ ）。1回の嚥下量においては、有意差は認められなかった。各項目の基準値から外れた症例数は、以下の通りである：食塊の口腔通過時間（液体9例、ゼリー8例）、鼻咽腔閉鎖時間（液体4例、ゼリー6例）、舌骨拳上時間（液体8例、ゼリー9例）、喉頭拳上時間（液体11例、ゼリー12例）、気道（喉頭）閉鎖時間（液体6例、ゼリー10例）、食道入口部開大時間（液体9例、ゼリー12例）、嚥下反射惹起遅延時間（液体4例、ゼリー7例）、食塊の咽頭通過時間（液体5例、ゼリー8例）。嚥下咽頭期の反応時間は全例で正常であった。定性的解析では、評価点を定量的解析による数値で分割することが困難であった。

考察：定量的評価では、10項目の各時間の延長・短縮と相互比較、さらには、16点の時系列（嚥下運動連鎖パターン）の変化を判定に用いた。定性的評価とともに、これらの指標の分析によって、誤嚥のrisk factorsの抽出が可能であった。

結論：定量的解析は咽頭期の評価項目に優れているが、喉頭侵入を同時に記載する必要がある。定性的解析は口腔準備期および食道期の評価ができることが利点である。定量的解析と定性的解析を併用することで、誤嚥性肺炎を惹起する要因の推測に役立つと考えられる。障害部位の詳細な同定は、リハビリテーション計画の立案と選択に重要である。

キーワード：嚥下造影、誤嚥性肺炎、Logemann、定量的解析、定性的解析

*1) 愛知学院大学大学院心身科学研究科健康科学専攻

*2) 愛知学院大学心身科学部健康科学科

*3) 四日市羽津医療センター小児科

*4) 姫路獨協大学医療保健学部言語聴覚療法学科

(連絡先) 山本正彦 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 E-mail:yamamoto.masahiko@gmail.com

I. はじめに

近年,日本人の死因別死亡率の割合は,悪性新生物,心疾患の順に高く,これに脳血管疾患が続いていた。ところが,平成23年以降は,脳血管疾患に変わり肺炎が第3位となった。肺炎で死亡する患者の94%が高齢者であり,肺炎の死亡率は75歳以上で増加し,この傾向は男性で高い^{1) 2)}。高齢者の肺炎の70%は誤嚥に関連しているとされる。肺炎の中でも誤嚥性肺炎は,胃食道逆流や誤嚥によって細菌が肺へ侵入することで生じる。誤嚥は50歳から始まっており,特に,肺炎患者では70歳代で70%以上,80歳以上では90%前後にもなる³⁾。他の生理的機能と同様に,加齢とともに摂食嚥下機能も低下する。それゆえ,誤嚥性肺炎のリスクは増す。そのため,誤嚥性肺炎後には,再発予防のためのリハビリテーションが重要となる。我が国において,摂食嚥下障害に対するリハビリテーションは1980年代半ばより,臨床的に検討されてきた。1994年には摂食機能療法が診療報酬として認められ,この分野における診療・研究が大きく発展してきた⁴⁾。適切なリハビリテーションを行うためには正確な評価が必要である。嚥下機能の評価法には反復唾液嚥下テスト(RSST)や改訂水飲み検査(MWST)等,ベッドサイドでスクリーニングとして行えるものがある。その結果から,摂食嚥下障害を疑う場合には嚥下造影検査(VF検査)や嚥下内視鏡検査,咽頭圧検査等の精密検査が行われる。VF検査は放射線被爆という欠点はあるものの,口腔期から食道期まで全ての過程における嚥下動態が観察できる。咀嚼や食塊形成,誤嚥の有無の評価も可能であり,嚥下機能障害の評価および診断においてGold Standardとされている。一般的に,VF検査の評価には「良好/不良」と

いうような定性的評価が多く用いられている。これは,分析者個人の裁量によるところが大きく,評価の差が生まれたという報告もある⁵⁾。近年,より精密な評価を求めて,解析結果を定量的に示すことのできる空間的解析や時間的解析を行った報告がある^{6~10)}。数値として示すことのできる定量的解析であれば,詳細に分析できると推測し,これを試みた。今回は,空間的解析と比べ評価項目の多い時間的解析に着目した。時間的計測の中でも多くの計測項目がある評価表として,米国の摂食嚥下機能障害領域の第一線で活躍していたLogemannらが作成した定量的評価表を用いることとした。しかし,定量的解析は方法や評価項目が多数あり,計測には多くの時間を要するため,時間的制約のある臨床における活用の負担は大きい。したがって,現在多く用いられている定性的解析も同時に実施し,定量的解析との相関の有無や有用な計測項目について検討した。定性的評価表は日本摂食嚥下リハビリテーション学会(嚥下リハ学会)のものを使用した。

II. 対象および方法

1. 対象(表1)

入院時または入院中に誤嚥性肺炎および誤嚥性肺炎疑いと診断され,VF検査を必要とした患者の中で,液体とゼリーの3cc,5ccの撮影した患者15名において検討した。この中で,定量的解析の細目が測定可能であった9名(男性6名,女性3名,50代~90代,平均年齢82.3歳)のVF検査動画を解析した(表1)。被験者の各種検査および個人情報管理は,VF検査実施病院と愛知学院大学心身科学部健康科学科および健康栄養学科の倫理委員会の指針に従った。患者のデータは連結可能匿名化として扱った。

表1 患者プロフィール

症例	年齢	性別	診断名	既往歴
4	50代	男性	誤嚥性肺炎	知的障害
5	80代	男性	肺炎	認知症
6	90代	女性	肺炎	認知症、高血圧症
7	80代	女性	肺炎	脳梗塞後遺症(左不全麻痺)、心房細動、症候性てんかん、認知症
8	80代	男性	肺炎	脳梗塞後遺症(左片麻痺)、糖尿病
9	80代	女性	肺炎	認知症、アミロイドアンギオパチー、心不全、高血圧症
11	90代	男性	誤嚥性肺炎	胃がん切除後
12	70代	男性	誤嚥性肺炎	—
14	80代	男性	誤嚥性肺炎	—

—:特記事項なし

表2 口腔機能評価および簡易嚥下機能評価

症例	口腔機能					RSST	MWST	飲食中のムセ
	開口量	角下	垂咬合力	挺舌	舌偏位			
4	3横指	なし	十分	十分	なし	1回	4	なし
5	3横指	なし	不十分	十分	なし	1回	4	まれ
6	2横指	なし	不十分	不十分	なし	0回※	4	まれ
7	3横指	なし	不十分	不十分	なし	0回※	4	まれ
8	2横指	なし	不十分	不十分	なし	0回※	4	まれ
9	2横指	なし	不十分	不十分	なし	3回	4	まれ
11	3横指	なし	不十分	十分	なし	2回	4	まれ
12	3横指	なし	十分	不十分	なし	3回	5	まれ
14	3横指	なし	不十分	十分	なし	5回	5	まれ

RSST:反復唾液飲みテスト, MWST:改訂水飲みテスト, ※:指示理解困難, 飲食中のムセ:なし・まれ・頻回

2. 方法

1) 摂食嚥下機能評価 (表 2)

嚥下リハ学会作成の摂食・嚥下機能評価表を使用した。その中で、口腔機能評価 (開口量, 口角下垂, 咬合力, 挺舌, 舌偏位, 飲食中のムセ) と RSST, MWST の結果を示した (表 2)。口腔機能評価においては、口角下垂, 舌偏位は 2 段階評価であり, 開口量, 咬合力, 挺舌, 飲食中のムセは 3 段階評価であった。

2) VF 検査 (表 3)

VF 検査は、嚥下リハ学会の手順に準拠した。検査試料は、嚥下の難易度が高い食品として液体, 重度嚥下障害者の直接訓練で多く用いられるゼリー (10 w / v%) を用意した。造影のための硫酸バリウムは、液体とゼリーともに 50 w / v% とした。それぞれの 1 回嚥下量は、3 cc または 5 cc とし、介助下で指示嚥下にて行った。姿勢は車椅子上の安楽座位とした。撮影は 1/30 秒で記録した。撮影時間は、最長連続 30 秒まで可能であるが、必要最小限とした。側面像を基本とし、必要な場合に正面像も撮影した。1 回嚥下量に関しては、嚥下器官の運動性の観察や誤嚥の検出に適する 5 cc を基本としたが、誤嚥の危険がある場合は医師の判断のもとに 3 cc へ変更した¹¹⁾。症例ごとの撮影項目を示した (表 3)。

表 3 症例ごとの検査項目

症例	液体 3cc	液体 5cc	ゼリー 3cc	ゼリー 5cc
4	○		○	
5		○		
6	○	○	○	○
7	○			○
8	○		○	○
9		○		○
11		○		○
12		○		○
14	○	○	○	○

3) 分析

撮影した VF 検査動画に対して、定量的解析と定性的解析をそれぞれ行った。定量的解析の項目は、口腔準備期として口腔期タイプ (Tipper / Dipper), 口腔期から食道期の動態のうち計 16 点 (1. 口腔期の開始, 2. 口腔期の終わり, 3. 軟口蓋挙上開始, 4. 軟口蓋と咽頭後壁の接触開始, 5. 軟口蓋と咽頭後壁の

接触終了, 6. 舌根と咽頭後壁の接触開始, 7. 舌根と咽頭後壁の接触終了, 8. 舌骨挙上開始, 9. 舌骨挙上終了, 10. 喉頭挙上開始, 11. 喉頭挙上終了, 12. 喉頭蓋基部と披裂軟骨接触開始, 13. 気道 (喉頭) の最大閉鎖開始, 14. 気道 (喉頭) 閉鎖終了, 15. 食道入口部開大開始, 16. 食道入口部開大終了) の時間を求めた。さらに、これらを計算することにより、10 項目 (2-1: 食塊の口腔通過時間, 5-4: 鼻咽腔閉鎖時間, 7-6: 舌根と咽頭後壁の接触時間, 9-8: 舌骨挙上時間, 11-10: 喉頭挙上時間, 14-13: 気道 (喉頭) 閉鎖時間, 16-15: 食道入口部開大時間, 16-10: 嚥下咽頭期の反応時間, 10-2: 嚥下反射惹起遅延時間, 16-2: 食塊の咽頭通過時間) の解析をした。また、嚥下回数と食塊の残留部位および量, 誤嚥を記録した。これに加え、4-3: 軟口蓋挙上開始から軟口蓋と咽頭後壁の接触開始までの時間, 13-12: 喉頭蓋基部と披裂軟骨接触開始から気道 (喉頭) の最大閉鎖開始までの時間も計測した。これらの計測においては、1. 口腔期の開始を基準点とし、各項目は小数点第 2 位まで算出した。定性的解析は、口腔準備期から食道期までの計 23 項目 (1. 食物の取り込み, 2. 咀嚼・押しつぶし, 3. 口唇からの漏出, 4. 口腔内保持, 5. 食塊形成, 6~8. 口腔内残留 (前庭部, 口腔底, 舌背), 9. 咽頭への送り込み, 10. 嚥下反射惹起遅延, 11. 口腔への逆流, 12. 鼻腔への逆流, 13. 食道入口部の通過, 14. 喉頭侵入, 15. 誤嚥, 16. 通過経路, 17. 反射的なむせ, 18. 誤嚥物の喀出, 19. 喉頭蓋谷残留, 20. 梨状陥凹の残留, 21. 食道残留, 22. 食道内逆流, 23. 胃食道逆流) を評価した。結果は、嚥下リハ学会指針¹²⁾に基づき記載した。これに加え、咀嚼の有無と軟口蓋の下垂があった症例を定性的解析の結果に併記した。これらの分析は、摂食機能障害領域の認定言語聴覚士の指導の下に行った。

4) 解析方法

液体とゼリーの物性間の差と同物性内の 1 回嚥下量 (3 cc と 5 cc) の比較を試みた。定量的解析において算出した 10 項目および、軟口蓋と咽頭後壁の接触開始と軟口蓋挙上開始の時差, 気道 (喉頭) の最大閉鎖開始と喉頭蓋基部と披裂軟骨接触開始の時差を統計的に処理した。全ての項目において Mann-Whitney の U 検定を用いた。また、症例 6 と症例 14 における物性間の比較では Wilcoxon の符号付き順位検定を使用した。両検定ともに有意水準は 5 % とした。

III. 結果

1. 嚥下機能評価 (表2)

開口量は9症例中3症例が2横指, その他の症例では3横指であった。口角の下垂と舌偏位は全ての症例で認められなかった。咬合力は7症例で不十分であり, 挺舌は5症例が不十分であった。RSSTは指示理解困難であった3症例を除き, 嚥下障害を疑う3回未満が3人と半数を占めた。一方でMWSTは全ての症例でプロフィール4以上であり, カットオフ値以上の正常範囲となった。飲食中のムセは1症例を除く全ての症例でまれとなった。

2. 定量的解析 (表4, 5)

液体の定量的解析において, 過去の報告を基準値として比較した^{13)~24)}。ゼリーは半固形物に分類される。半固形物では, 液体と比較した特徴は記されていた²⁵⁾が, 健常例の個々の値は嚥下咽頭期反応時間を除き明確でない。そのため, 液体で使用した基準値と同じものをゼリーにおいても参考値として使用した。表

への記載は, 検査試料の量ごとに各症例を配列した。同じ物性で2回撮影があったものは, 1回目を症例番号に続き①, 2回目を②として記載した。検査時の誤嚥は, 液体において1症例のみであったため, 本文に記した。

解析にあたり, 症例4の液体では嚥下反射後に舌骨が元の位置まで下がり切らず, 舌骨拳上時間の計測が困難であった。また, 症例14は金属床の義歯を装着していたため, 液体5ccにおいて舌尖と口蓋の接触が不明瞭であり, 口腔期の開始の計測が不可となった。これにより, 嚥下反惹起遅延時間と食塊の咽頭通過時間が算出できなかった。ゼリーでは, 症例7において舌がほぼ不動であったため口腔期の開始は判別困難であった。

1) 口腔期タイプ

口腔準備期は食塊の保持方法により2つのタイプに分かれる。舌背保持型とも言われるTipper型は, 舌尖が歯茎部と接触し, 食物を口蓋と舌背で保持する。一方, Dipper型は口腔底保持型とも言われ, 口腔前方部の口腔底で保持するタイプである。7割程度が

表4 液体の定量的評価値

症例	食塊種類・量	口腔期タイプ	食塊の口腔通過時間	鼻咽腔閉鎖時間	舌根と咽頭後壁の接触時間	舌骨拳上時間	喉頭拳上時間	気道(喉頭)閉鎖時間	食道入口部開大時間	嚥下咽頭期の反応時間	嚥下反射惹起遅延時間	食塊の咽頭通過時間	嚥下回数	残留部位・量
4	液体 3cc	Tipper	<u>-1.89</u>	0.51	0.36	—	<u>1.41</u>	0.54	<u>0.36</u>	0.90	<u>2.16</u>	<u>3.06</u>	1	2=3, 5=1, 6=2
6	液体 3cc	Tipper	<u>-0.12*</u>	<u>0.27</u>	0.18	<u>0.33</u>	<u>0.42</u>	0.15	<u>0.15</u>	0.24	0.36	0.60	1	3=3, 6=10, 7=3
7①	液体 3cc	Tipper	<u>-2.40</u>	0.75	0.72	0.99	<u>1.11</u>	<u>0.54**</u>	<u>0.42</u>	0.69	<u>4.05</u>	<u>4.74</u>	1	0
7②	液体 3cc	Tipper	<u>-4.02</u>	0.75	0.69	<u>0.87</u>	<u>1.41</u>	<u>0.63**</u>	<u>0.48</u>	0.75	<u>5.16</u>	<u>5.91</u>	1	0
8	液体 3cc	Dipper	<u>0.27</u>	0.54	0.36	<u>1.02</u>	<u>1.20</u>	0.36	<u>0.24</u>	0.60	-0.24	0.36	2	0
14	液体 3cc	Tipper	1.29	<u>0.48</u>	0.27	<u>1.11</u>	<u>1.11</u>	<u>0.45**</u>	<u>0.24</u>	0.42	0.03	0.45	2	5=2, 7=3
5	液体 5cc	Dipper	0.75	0.69	0.42	<u>1.17</u>	<u>1.17</u>	<u>0.51**</u>	0.45	0.60	0.15	0.75	4	3=2, 5=2
6	液体 5cc	Tipper	<u>-0.48*</u>	<u>0.33</u>	0.18	<u>0.57</u>	<u>0.51</u>	0.15	<u>0.21</u>	0.39	<u>0.72</u>	<u>1.11</u>	1	3=3, 5=2, 6=5
9	液体 5cc	Tipper	<u>0.15</u>	0.81	0.51	2.22	2.28	<u>0.54**</u>	0.54	0.75	0.45	<u>1.20</u>	1	2=20, 11=5
11	液体 5cc	Tipper	<u>0.66</u>	<u>0.48</u>	0.39	<u>0.90</u>	<u>1.14</u>	0.36	<u>0.36</u>	0.54	0.06	0.60	2	0
12	液体 5cc	Dipper	<u>0.18</u>	0.78	0.27	1.26	<u>1.56</u>	0.42	0.54	0.72	0.18	0.90	2	3=1, 6=2
14	液体 5cc	Tipper	—	0.51	0.36	1.74	<u>1.29</u>	<u>0.39**</u>	<u>0.24</u>	0.42	—	—	3	0
基準値(秒)	Tipper Dipper	0.7-1.5 0.5-1.0			M1.25- 2.29 F0.91-1.75	1.98-2.82	1回嚥下の 1/3-2/3	3ml: 0.51 5ml: 0.45 以上	1.0 以内	0.5 未満	1.0 未満	1回		

時間:秒, 残留部位・量:0=残留なし, 1=口腔前庭, 2=舌前方, 3=舌後方, 4=口蓋, 5=舌根, 6=喉頭蓋谷, 7=梨状陥凹, 8=咽頭壁, 9=喉頭前庭, 10=披裂喉頭蓋ヒダ, 11=その他(%), —=計測不可, 下線は基準値を満たさないもの, 舌骨拳上時間:M=男性, F=女性, * **=本文参照

Tipper 型と言われているが、60 歳以上では Dipper 型が増えるとされている²⁴⁾。液体における Dipper 型は 3 症例のみであり、ゼリーは全て Tipper 型であった。平均年齢からみると、両者ともに Tipper 型の割合が高かった。

2) 口腔通過時間

液体は症例 4, 6, 7 の 3 症例が、ゼリーでは症例 6, 11, 14 がマイナスの値をとった。液体において、Tipper 型は Dipper 型に比して長くなっていた。液体とゼリーの物性間の比較において有意な差はなかった ($p=0.324$)。また、1 回嚥下量の比較では液体とゼリーともに有意差はなかった (液体: $p=0.273$, ゼリー: $p=0.705$)。

3) 鼻咽腔閉鎖時間

液体では、症例 6 の 3, 5 cc および症例 14 の 3 cc, 症例 11 で基準値より短かった。ゼリーにおいては、症例 6, 14 の 3, 5 cc と症例 8 の 3 cc, 症例 11②で短かった。物性の比較では、有意差は認められなかった ($p=0.325$)。1 回嚥下量の比較におい

ても、液体とゼリーともに有意な差はなかった (液体: $p=0.629$, ゼリー: $p=0.349$)。

4) 舌根と咽頭後壁の接触

物性間比較に有意差はなかった ($p=0.523$)。一口嚥下量の比較もそれぞれ、統計学的に有意差は認められなかった。 (液体: $p=0.871$, ゼリー: $p=0.545$)

5) 舌骨挙上時間

液体では症例 7 ①, 12, 14 の 5 cc において基準値を満たしていた。ゼリーでは症例 4, 11②は長くなっていた。唯一、症例 9 は液体とゼリーともに基準値以上であった。物性の比較では、有意な差はなかった ($p=0.758$)。1 回嚥下量においても液体、ゼリーともに有意差は認められなかった (液体: $p=0.114$, ゼリー: $p=0.610$)。

6) 喉頭挙上時間

液体では症例 9 のみが基準値内であった。一方、ゼリーでは基準値を満たすものはなかった。物性

表5 ゼリーの定量的評価値

症例	食塊種類・量	口腔期タイプ	食塊の口腔通過時間	鼻咽腔閉鎖時間	舌根と咽頭後壁の接触時間	舌骨挙上時間	喉頭挙上時間	気道(喉頭)閉鎖時間	食道入口部開大時間	嚥下咽頭期の反応時間	嚥下反射惹起遅延時間	食塊の咽頭通過時間	嚥下回数	残留部位・量
4	ゼリー 3cc	Tipper	0.72	0.57	0.42	1.53	<u>1.56</u>	<u>0.66**</u>	<u>0.27</u>	0.63	<u>1.41</u>	<u>2.04</u>	1	5=2
6	ゼリー 3cc	Tipper	<u>-6.78*</u>	<u>0.45</u>	0.21	<u>0.48</u>	<u>0.51</u>	0.18	<u>0.12</u>	0.33	<u>6.78</u>	<u>7.11</u>	1	2=3, 3=3, 6=2
8	ゼリー 3cc	Tipper	0.99	<u>0.48</u>	0.33	<u>0.63</u>	<u>0.60</u>	<u>0.24**</u>	<u>0.15</u>	0.27	-0.09	0.18	1	0
14	ゼリー 3cc	Tipper	<u>-8.64*</u>	<u>0.45</u>	0.30	<u>1.14</u>	<u>1.32</u>	<u>0.36**</u>	<u>0.18</u>	0.45	<u>8.79</u>	<u>9.24</u>	1	5=2, 6=5, 7=3
6	ゼリー 5cc	Tipper	<u>-6.15*</u>	<u>0.27</u>	0.15	<u>0.54</u>	<u>0.66</u>	<u>0.21**</u>	<u>0.09</u>	0.27	<u>6.15</u>	<u>6.42</u>	1	2=2, 3=3
7	ゼリー 5cc	Tipper	—	0.72	0.69	<u>0.69</u>	<u>1.53</u>	<u>0.54**</u>	<u>0.27</u>	0.54	-5.8	<u>9.72</u>	1	2=3, 3=10, 4=3
8	ゼリー 5cc	Tipper	1.26	0.63	0.51	<u>0.99</u>	<u>1.08</u>	<u>0.75**</u>	<u>0.30</u>	0.48	-0.09	0.39	1	3=2
9	ゼリー 5cc	Tipper	<u>0.15</u>	0.75	0.33	1.95	<u>1.80</u>	<u>0.75**</u>	<u>0.27</u>	0.54	-0.2	0.39	1	2=2, 3=2
11①	ゼリー 5cc	Tipper	<u>-2.43*</u>	0.54	0.33	<u>1.08</u>	<u>1.20</u>	<u>0.48**</u>	<u>0.39</u>	0.69	<u>2.61</u>	<u>3.30</u>	2	5=1, 6=3, 7=3
11②	ゼリー 5cc	Tipper	<u>-2.58*</u>	<u>0.42</u>	0.27	1.26	<u>1.26</u>	0.39	<u>0.30</u>	0.60	<u>2.82</u>	<u>3.42</u>	2	5=1, 6=3, 7=1
12	ゼリー 5cc	Tipper	<u>0.69</u>	0.69	0.39	<u>0.81</u>	<u>1.11</u>	<u>0.39**</u>	<u>0.27</u>	0.54	-0.15	0.39	2	3=3, 6=2
14	ゼリー 5cc	Tipper	<u>-5.19*</u>	<u>0.42</u>	0.33	<u>1.20</u>	<u>1.38</u>	<u>0.45**</u>	<u>0.21</u>	0.42	<u>5.37</u>	<u>5.79</u>	2	3=2, 7=3
基準値(秒)	Tipper Dipper		0.7-1.5	0.5-1.0		M1.25-2.29 F0.91-1.75	1.98-2.82	1回嚥下の 1/3-2/3	3ml: 0.51 5ml: 0.45 以上	1.0 以内	0.5 未満	1.0 未満	1回	

時間: 秒, 残留部位・量: 0=残留なし, 1=口腔前庭, 2=舌前方, 3=舌後方, 4=口蓋, 5=舌根, 6=喉頭蓋谷, 7=梨状陥凹, 8=咽頭壁, 9=喉頭前庭, 10=披裂喉頭蓋ヒダ, 11=その他(%), —=計測不可, 下線は基準値を満たさないもの, 舌骨挙上時間: M=男性, F=女性, * **=本文参照

による比較では、有意差は認められなかった ($p = 0.997$)。また、1回嚥下量の比較も同様に、有意差はなかった (液体: $p = 0.422$, ゼリー: $p = 0.497$)。

7) 気道閉鎖時間

液体、ゼリーともに全ての症例で基準以上となり、多くの症例において、基準を超えていた (表 4, 5 **). 物性間で有意な差はなかった ($p = 0.772$). 1回嚥下量においても、液体とゼリーともに有意差は認められなかった (液体: $p = 0.418$, ゼリー: $p = 0.173$).

8) 食道入口部開大時間

液体は、症例 5, 9, 12 が基準値を超えた。ゼリーは、全ての症例で基準値未満であった。物性の比較においては、液体がゼリーと比較して長く、統計学的にも有意な傾向があった ($p = 0.064$). 一方で、1回嚥下量の比較は、液体とゼリーともに有意差はなかった (液体: $p = 0.373$, ゼリー: $p = 0.100$).

9) 嚥下咽頭期の反応時間

液体、ゼリーともに全て基準値内に収まっていた。液体とゼリーの物性の比較に有意差はなかった ($p = 0.164$). 1回嚥下量においても同様に、液体とゼリーともに有意な差は認められなかった (液体: $p = 0.687$, ゼリー: $p = 0.346$).

10) 嚥下反射惹起遅延時間

液体は、症例 4 と 7 ①②で基準値より顕著に長く、症例 6 の 5 cc も超えていた。症例 8 ではマイナスの値であった。ゼリーにおいては、症例 4, 6, 11 ①②, 14 で延長していた。その他の症例では、マイナスの値となった。物性の比較では、有意差は認められなかった ($p = 0.622$). 加えて、一口嚥下量においても有意差はなかった (液体: $p = 0.584$, ゼリー: $p = 0.201$).

11) 食塊の咽頭通過時間

液体では、症例 4 と 7 ①②で著しく延長しており、症例 6 の 5 cc と 9 はわずかに延長していた。ゼリーにおいては、症例 8, 9, 12 が基準値以内であるが、その他の症例では著明に長かった。物性比較では、有意差はなかった ($p = 0.295$). 1回嚥下量も液体、ゼリーともに有意な差はなかった (液体: $p = 0.927$, ゼリー: $p = 0.864$).

12) 嚥下回数および残留、誤嚥

液体では、1回の嚥下にて残留がなかったのは症例 7 ①②のみであった。症例 8, 11 と 14 の 5 cc では 2 回以上嚥下をすることにより残留はなかった。症例 4, 6, 9 では 1 回のみの嚥下で残留はあり、症例 5, 12 と 14 の 3 cc では 2 回以上嚥下したにも関わらず残留があった。ゼリーにおいては、症例 8 のみが 1 回の嚥下で残留なしであった。症例 11 ①②, 12, 14 は 2 回以上も嚥下を繰り返したが、残留は取りきれなかった。その他の症例においては、1回嚥下をして残留があった。症例 5 においては、嚥下反射前に食塊の 1 % 程度の誤嚥を確認した。

14) 軟口蓋挙上から咽頭後壁との接触開始までの時間 (図 1)

物性の比較をしたが、統計学的に有意な差は認められなかった ($p = 0.901$). また、1回嚥下量においても、同様に有意差はなかった (液体: $p = 0.573$, ゼリー: $p = 1.000$).

15) 喉頭蓋基底部と披裂軟骨接触開始から気道 (喉頭) の最大閉鎖開始までの時間 (図 1)

物性の比較において、統計学的に差に有意差はなかった ($p = 0.214$). また、1回嚥下量でも、液体とゼリーともに有意差はなかった (液体: $p = 0.933$, ゼリー: $p = 0.795$).

3. 定性的解析 (表 6, 7)

液体において、症例 7 ①②と 9 で嚥下反射惹起中に喉頭進入がみられた。症例 5 では少量の誤嚥を認めたが、反射的なむせは生じなかった。この他の症例では、喉頭侵入および誤嚥は観察されなかった。口腔内保持、食塊形成、残留、咽頭送り込み、嚥下反射惹起遅延の項目において、2 以下の評価となる症例があった。他の項目では、正常にあたる 3 の評価のみであった。ゼリーでは、症例 9 に嚥下中に喉頭侵入を認めた。これ以外には、喉頭侵入も誤嚥もなかった。また、咀嚼・押しつぶし、口腔内保持、食塊形成、残留、咽頭への送り込み、嚥下反射惹起遅延にて、評価 2 以下となる症例があった。これ以外の項目では、3 のみであった。

早期咽頭流入の評価につながる項目を比較した。定性的解析項目は口腔内保持、定量的解析項目から口腔通過時間の値を「定性的評価 = (定量評価 (秒))」の

表6 液体の定性的評価

症例	食塊種類・量	食物の取り込み	咀嚼・押しつぶし	口唇からの漏出	口腔内保持	食塊形成	口腔残留・前庭部	口腔内残留・口腔底	口腔内残留・舌背	咽頭送り込み	嚥下反射惹起時間	口腔への逆流	鼻腔への逆流	食道入口部通過	喉頭侵入	誤嚥	通過経路	反射的なむせ	誤嚥物の喀出	喉頭蓋残留	喉頭蓋残留部位	梨状陥凹残留	梨状陥凹残留部位	食道残留	食道内逆流	胃食道逆流	咀嚼	軟口蓋の下垂	
4	液体	3cc	3	—	3	1	3	3	3	2	2	1	3	3	3	3	—	—	—	2	—	3	—	3	3	—	○	○	
6	液体	3cc	3	3	3	1	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—		○	○
7①	液体	3cc	3	—	3	1	2	3	3	3	2	1	3	3	3	2	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—		○	○
7②	液体	3cc	3	—	3	1	2	3	3	3	2	1	3	3	3	2	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○	○	
8	液体	3cc	3	—	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—		○	○
14	液体	3cc	3	—	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	—	—	—	2	—	3	—	3	3	—		○	○
5	液体	5cc	3	—	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	—	1	1	2	—	3	—	3	3	—	○	○
6	液体	5cc	3	3	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○		○
9	液体	5cc	3	—	3	1	1	3	2	1	1	1	3	3	3	2	両	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○		○
11	液体	5cc	3	—	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○	○	
12	液体	5cc	3	—	3	1	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	—	—	—	2	—	3	—	3	3	—	○	○	
14	液体	5cc	3	—	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	右	—	—	2	—	3	—	3	3	—	○	○	

— = 評価不能, ○ = あり, 両 = 両側, 右 = 右側

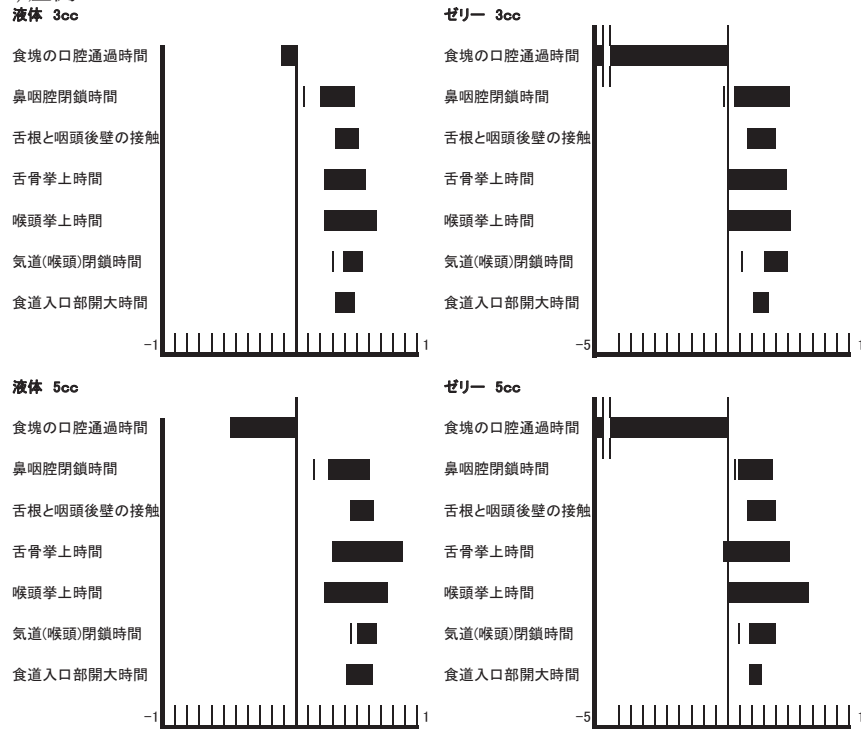
表7 ゼリーの定性的評価

症例	食塊種類・量	食物の取り込み	咀嚼・押しつぶし	口唇からの漏出	口腔内保持	食塊形成	口腔残留・前庭部	口腔内残留・口腔底	口腔内残留・舌背	咽頭送り込み	嚥下反射惹起時間	口腔への逆流	鼻腔への逆流	食道入口部通過	喉頭侵入	誤嚥	通過経路	反射的なむせ	誤嚥物の喀出	喉頭蓋残留	喉頭蓋残留部位	梨状陥凹残留	梨状陥凹残留部位	食道残留	食道内逆流	胃食道逆流	咀嚼	軟口蓋下垂
4	ゼリー	3cc	3	—	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○	○
6	ゼリー	3cc	3	3	3	1	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○	○
8	ゼリー	3cc	3	—	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○	○
14	ゼリー	3cc	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	—	—	—	2	—	3	—	3	3	—	○	○
6	ゼリー	5cc	3	3	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	—	—	—	2	—	3	—	3	3	—	○	○
7	ゼリー	5cc	3	2	3	2	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○	○
8	ゼリー	5cc	3	—	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○	○
9	ゼリー	5cc	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	—	—	—	3	—	3	—	3	3	—	○	○
11①	ゼリー	5cc	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	両	—	—	2	左	2	左	3	3	—	○	○
11②	ゼリー	5cc	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	両	—	—	2	左	2	—	3	3	—	○	○
12	ゼリー	5cc	3	—	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	両	—	—	2	—	3	—	3	3	—	○	○
14	ゼリー	5cc	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	両	—	—	2	両	2	両	3	3	—	○	○

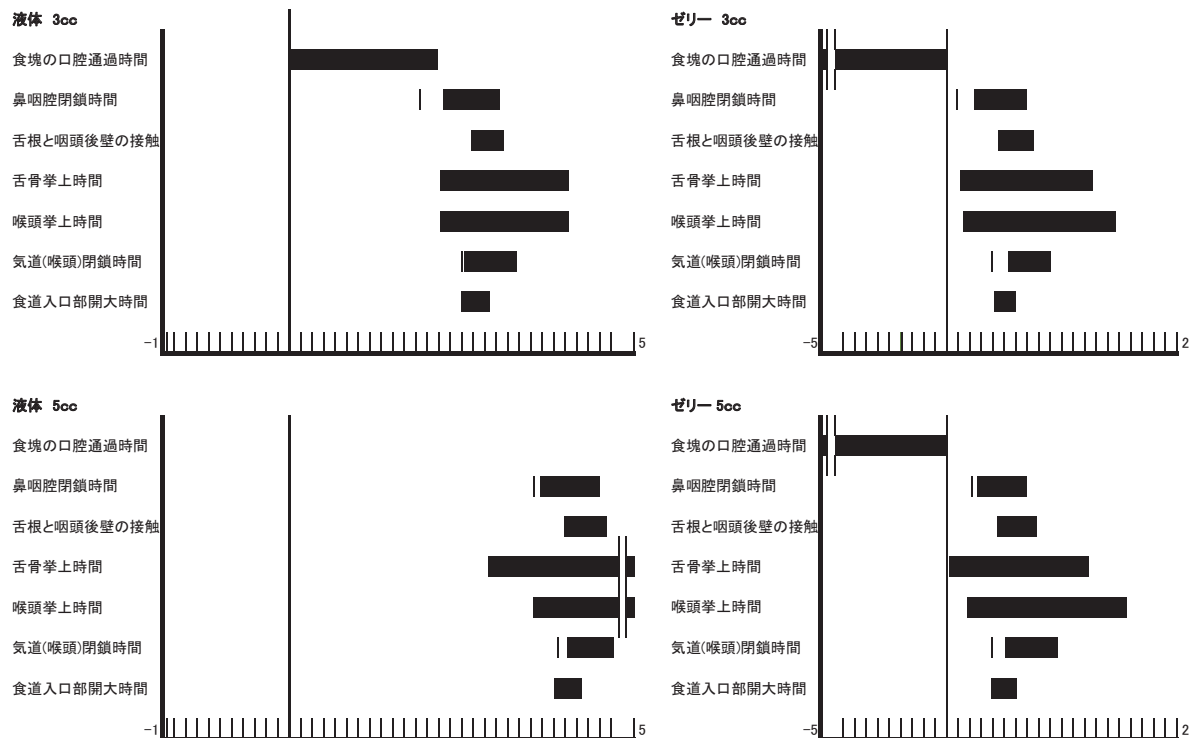
— = 評価不能, ○ = あり, 両 = 両側, 左 = 左側

図1 VF における嚥下運動連鎖パターン

(A) 症例 6



(B) 症例14



鼻咽腔閉鎖時間における縦線は軟口蓋挙上を表す。また、気道(喉頭)閉鎖時間における縦線は喉頭蓋基底部と披裂軟骨接触開始を示す。縦二重線は、数値の省略を表す。

ように示す。液体では、1 = (-4.02~0.18), 2 = (0.75), 3 = (0.66~1.29) となった。正常である3と障害のある2の値が重なっていた。ゼリーでは、1 = (-6.78~-6.15), 2 = (-8.64~-5.19), 3 = (-2.58~1.26) であった。1と2, 2と3が重複していた。また、嚥下反射惹起遅延時間は定性的解析、定量的解析で同じ名称であり、上記と同様に比較した。液体は、1 = (0.45~4.05), 2 = (0.15~0.36), 3 = (-0.24~0.72) であり、1~3の区分ができなかった。ゼリーでは、1 = (評価値なし), 2 = (6.78), 3 = (-5.76~8.79) となり、2と3を明確に分けることができなかった。

ゼリーは、咀嚼する症例と咀嚼しない症例に分かれた。また、液体においても、咀嚼する症例がみられた。通常、咽頭期においては、食塊移送と逆流防止のために舌根と咽頭後壁が接触する。しかし、液体とゼリーの同一症例において、舌根と咽頭後壁の間に軟口蓋をはさみ込む現象がほぼ全症例に観察された。

嚥下動態を時系列に沿って配置すると、口腔期終了とともに喉頭と舌骨が挙上し、その後に軟口蓋挙上と食道入口部開大がほぼ同時に起こり、最後に気道閉鎖が生じている症例が多かった。これは、ゼリーと液体で概ね一致していた。喉頭侵入例においても、大きな違いを示す症例はなかった。また、数値を可視化すると、物性ごとに嚥下のパターンが類似していたことがよく分かる(図1)。

4. 代表的な症例

症例6と症例14は検査試料と1回嚥下量の組み合わせを全て撮影しているため、症例内における物性や1口嚥下量の違いで嚥下動態の異同を検討した。

症例6：各項目の数値を比較した。1回嚥下量の比較において液体では、舌根と咽頭後壁の接触時間と気道閉鎖時間が同じ値である以外は、全て3ccに比して5ccで長かった。部位は異なるが、少量の残留は3, 5ccともにみられた。ゼリーでは、鼻咽腔閉鎖時間のみ同じ値であり、舌骨挙上時間、喉頭挙上時間、気道閉鎖時間は3ccに比して5ccで延長していた。その他の項目は、3ccが5ccより長くなっていた。残留は、3ccのみにあった。物性間比較では、3ccにおいて、鼻咽腔閉鎖時間は同様であり、食道入口部開大時間のみで液体が長かった。残留部位は、舌後方と喉頭蓋谷が共通していた。5ccは、口腔通過時間、喉頭挙上時間、気道閉鎖時間、嚥下反射惹起遅延時間、咽頭通過時間はゼリーが長く、それ以外の

数値は液体が長かった。残留部位は、舌後方が共通していた。物性の比較では、全ての項目において統計学的に有意差はなかった。

症例14：1回嚥下量の比較において各項目の数値を比較すると、液体では気道閉鎖時間のみ3ccが長く、食道入口部開大時間と咽頭期の反応時間が同じ値であった。その他の項目は、5ccが長くなっていた。嚥下回数は5ccが1回多く、残留なしは共通であった。ゼリーでは、口腔通過時間、鼻咽腔閉鎖時間、咽頭期の反応時間、反射惹起遅延時間、咽頭通過時間にて3ccが5ccに比して長かった。嚥下回数は、液体と同様に5ccにて1回増えた。残留部位は、喉頭蓋谷と梨状窩凹が共通していた。物性比較の3ccでは、鼻咽腔閉鎖時間と気道閉鎖時間、食道入口部開大が液体よりも延長していた。残留は、舌根と梨状窩凹が共通していた。5ccにおいては、鼻咽腔閉鎖時間、舌根と咽頭後壁の接触、舌骨挙上時間、食道入口部開大時間、咽頭反応時間は液体が長かった。残留は、ゼリーのみにあった。物性の比較において、統計学的に有意差はなかった。

IV. 考察

定量的解析の各項目の意味と、物性および1回嚥下量における嚥下動態の相違を検討した。これに加え、各症例における摂食嚥下障害の要因について、嚥下機能評価および定量的解析、定性的解析を踏まえ、考察した。

1. 定量的解析

口腔期タイプのDipper型は、Tipper型に比べ食塊を口腔底から舌上に乗せる動作を含むため、送り込みに要する時間が長くなる²⁵⁾。液体の口腔通過時間を比較すると、これと相反する結果となった。口腔通過時間を算出するために用いる口腔期の開始は、舌が口蓋に接触した点をとる。このため、Dipper型における食塊をすくい上げる動作の時間は計測されず、口腔通過時間においてTipper型とDipper型による違いは現れず、食塊を咽頭へ移送する時間のみとなっている。つまり、口腔通過時間の延長は咽頭への送り込みの障害を示すと考えられる。しかし、送り込みの障害は、舌尖が口蓋に接触する前の時間が延長することもあり、計測値からのみでは判断し難い場合があると思われる。また、また、早期咽頭流入が起きた場合は舌上の食塊量が減るため、送り込みの障害はさらに異常

値として現れにくい。基準値より短い場合には送り込みの圧力が強いと判断され、容易に送り込めていると判断される²⁶⁾。液体の症例 8, 9, 11, 12 およびゼリーの症例 9, 12 は、基準値より短時間であり、これに値すると思われる。口腔通過時間を計測することでリハ効果を数値として実感できると考えられる。粘性が高い食品では、基準値よりわずかに延長することがあると言われているが¹³⁾、液体とゼリーで有意差はなかった。

マイナスの値は、咀嚼の有無で異なる意味を持つと推測される。Logemann によると、下顎骨下縁と舌根の交差点が嚥下反射惹起する地点であり、トリガーポイントとしている¹³⁾。トリガーポイントは、口腔期の終わりの計測地点と一致する。マイナスの値は、口腔期の開始に先行して、食塊がトリガーポイントへ侵入した場合に生じる。液体の命令嚥下では、一般的に 4 期モデルによって説明される。4 期モデルにおいて、食塊が送り込みに先立ち咽頭へ入ることは早期咽頭流入にあたる。つまり、マイナスの値は口腔内保持力低下による早期咽頭流入と考えられる。一方、咀嚼のある場合は、一般的にプロセスモデルが適用される。プロセスモデルにおける送り込みは、stage II transport にあたる。食物は咀嚼により嚥下可能なまでに粉碎されつつ、舌により中咽頭（口峽〜喉頭蓋谷）まで能動的に輸送され、その位置で食塊としてまとめられる²⁷⁾。咀嚼が停止しなければ嚥下反射は生じず、咀嚼が長ければトリガーポイントを超える可能性は十分にある。トリガーポイント通過後の時間が長くなれば、マイナスの値も大きくなる。このため、咀嚼のある時は、マイナスの値であっても異常所見として扱わなくてよいと思われる（* 表 4, 表 5）。食品によっては、約 20 秒以上も咀嚼する場合がある²⁸⁾。トリガーポイントを使用する嚥下反射惹起遅延時間と食塊の咽頭通過時間も同様に、咀嚼のある場合、解釈は慎重にすべきである。

鼻咽腔閉鎖および舌根と咽頭後壁の接触は、嚥下反射時に陽圧形成を担っており、食塊移送に大きく関連している。舌根と咽頭後壁の接触においては、咽頭残留の指標となるとされている²⁹⁾。これより、同じ役割のある鼻咽腔閉鎖の短縮も咽頭残留と関連していると推測される。喉頭蓋谷に残留の多かった症例 6 の液体 3 cc, 5 cc と症例 14 のゼリー 3 cc では鼻咽腔閉鎖時間は基準値より短くなっていた。また、鼻咽腔閉鎖と舌根と咽頭後壁の接触を比較すると、舌根と咽頭後壁の接触時間が短いことが明らかとなった。

食道入口部は舌骨と喉頭の挙上とともに、輪状咽頭筋が弛緩することにより開大する。すなわち、舌骨と喉頭挙上が十分であっても、輪状咽頭筋が弛緩しなければ、良好な開大は得られない。逆に、舌骨挙上時間と喉頭挙上時間が短縮した場合は、食道入口部開大時間の短縮にもつながると予測される。その結果、食塊通過が妨げられ、梨状窩等の残留の一因となる。定量的解析は、食道入口部の評価と併せて舌骨、喉頭挙上を評価しているが、開大幅はこれだけでは評価できない。定性的解析では、食塊が食道入口部を通過する量の多少を評価しており、これは食道入口部の開大幅と共通すると考えられる。そこで、定性的解析を用いて検討する。食道入口部開大時間が良好であり開大幅が狭い時は、舌骨・喉頭挙上は良好だが、輪状咽頭筋の弛緩は不良であると考えられる。食道入口部開大時間が短縮し、開大幅が良好の場合は舌骨・喉頭の上方移動が不足していると思われる。今回、実施した計測方法では上方のみに特化して計測していないため、計測地点や方法を定める必要があると考えられる。

気道閉鎖時間の基準は 1 回嚥下の 1/3 ~ 2/3 である¹³⁾。咽頭期の反応時間は、トリガーポイントから食道入口部閉鎖までの時間であり、いわゆる嚥下反射と同義であると考えられる。つまり、1 回嚥下は咽頭期反応時間を指すと判断される。咽頭期の反応時間の最大値は 1 秒であり、1 秒の 2/3 にあたる 0.66 秒が最大閉鎖時間であると推測する。液体、ゼリーともに基準値以下を示したものはおらず、閉鎖時間は十分であったと思われる。この中で、液体は、6 例が基準を超えたが、最大閉鎖を超えた症例はいなかった。一方、ゼリーでは 10 例と半数以上が基準を超え、最大閉鎖時間を超えた症例を 3 例認めている。命令嚥下であり、意図して嚥下したために努力性となり、延長した可能性も考えられたが、喉頭挙上等の他の部位は短縮しており矛盾する。今回の検討のみでは判断ができなかった。

食塊の咽頭通過時間は、患者の年齢や食物の粘度に関わらず通常 1 秒以内とされ、2 秒以上や誤嚥を認めた場合、異常とされる¹²⁾。食塊が咽頭に侵入した時点から食道入口部が閉鎖するまでを示し、嚥下咽頭期の反応時間と嚥下反射惹起遅延時間の和である。このどちらかが延長すると、必然的に食塊の咽頭通過時間も異常となる。今回、物性に関わらず、すべての症例において嚥下咽頭期の反応時間は基準値以内となっていた。つまり、咽頭通過時間の延長があった症例は、嚥下反射は遅延しても、嚥下反射の時間は保たれてい

ることが分かった。

健常成人では、健常成人の生理的許容範囲の1回嚥下量は10ccとされる²⁴⁾。これより、3, 5 ccは1回で嚥下可能なはずである。嚥下可能であるが、残留量5%未満と極少量の症例を含めるとほぼ全例で残留があった。この中でも、自発的に複数回嚥下する症例がみられた。これらの症例においては、食塊を感知する咽頭感覚が良好であるため、自発的に空嚥下を行い、残留を除去しようと働いたと考えられる。空嚥下は生じても残留が取れなかった症例は、筋力低下により陽圧形成が低下していたことが原因と考えられる。

ゼリーのような半固形物の単独嚥下は、鼻咽腔閉鎖時間や咽頭通過時間など、各期の通過時間が液体と比べて長くなる。ただし、食道入口部開大時間のみ短縮すると言われている²⁴⁾。これは、半固形物は液体に比べて粘性や付着性が増し、咽頭通過に要する時間がかかるためと推測される。ところが、食道入口部開大時間の短縮傾向はあったが、その他の項目において有意な差を認めなかった。これは、筋力低下により液体における時間が延長した可能性や物性が異なることによる調節能が低下していたことが推測される。

単独嚥下では、食塊の大きさが増加すると口腔・咽頭通過時間の減少、舌根部前方移動の早期開始、軟口蓋挙上の早期開始と挙上延長、舌骨・喉頭の早期挙上、食道入口部の早期開口・開大時間と直径の増加、披裂喉頭蓋ヒダの早期挙上、嚥下時無呼吸時間の延長、舌と咽頭の食塊推進圧の増加、より大きな舌骨の挙上が生じるとされる²⁴⁾。1回嚥下の食塊量による有意な差は認められなかった。食塊量を変更して比較を行っている報告はあるが、検索した中では、5 ccと20 ccなど食塊量に大きな差をつけていた。最も僅差のものは、1 ccと5 ccであった。これより、3 ccと5 ccでは統計学的に有意な差が出るほどの変化はなく、微細な調節がなされていると予測される。

2. 定性的解析

定性的解析における口腔内保持の評価は、「1：咽頭へ多量流入」、「2：咽頭へ少量流入」、「3：良好」である。定量的解析項目の口腔通過時間と定性的解析項目の口腔内保持を比較すると、評価1および2は早期咽頭流入であり、定量的解析値はマイナスをとると推測された。ところが、液体では「1」の定量的解析値はマイナスであるが、「2」においてはプラスの値となり境界は不明瞭であった。ゼリーにおいても「3」にてマイナスの値が認められる等、はっきりと

区分されなかった。口腔内保持は咽頭へ流入という表現であり、計測地点の指定はなかったが、口峽を越えて咽頭に侵入した地点で計測していた。一方、口腔通過時間はトリガーポイントを計測地点としている。同じ早期咽頭流入の評価でも計測地点の違いにより、数値が混在したと思われる。同計測地点で比較すると一貫性がある可能性がある。また、嚥下反射惹起遅延時間は、定性的解析では「2」以下で反射遅延が認められる。定量的解析では0.5秒未満が遅延なしである。これにおいても、明確に分けることができなかった。これは、定性的解析と定量的解析で同様の名前の項目であるが、早期咽頭流入の評価と同様に、両者の計測地点が異なることにより生じたと判断される。定量的解析ではトリガーポイントで記録し、定性的解析においては梨状窩を基準としている。このため、定性的解析結果が良好であっても、定量的解析では、嚥下反射が遅延する症例がみられた。定量的解析と比較して、定性的解析の計測地点は下方にあるため、誤嚥の高リスク者として判断できると考えられる。今後、早期咽頭流入および嚥下反射惹起遅延において、計測地点を統一させて計測することで、有用なデータが得られる可能性がある。

嚥下反射時における軟口蓋下垂の症例が多数確認された。これは、口蓋帆挙筋の筋力低下によるものか、舌根と咽頭後壁の接触不十分への代償的变化として出現したものか等、検証を行ったが結論を出すことはできなかった。また、検索した範囲内では報告されていない。そのうえ、今回のデータは高齢者かつ嚥下障害患者を対象にしているため、今後、正常例も踏まえ検討する必要がある。

3. 解析方法による利点

定性的解析、定量的解析のそれぞれの利点を見いだした。定量的解析表では分からない、口腔準備期の評価に有用な食塊形成や咀嚼・押しつぶしの項目が定性的解析表には記載されている。定量的解析を用いる場合は、この2点を加えて評価することが望ましいと考えられる。

口腔期では送り込みの障害は定性的解析を用いる方がよいと思われる。口腔通過時間の短縮が送り込みの容易さと関連するため、リハ効果を検討するには定量的解析が有効と判断される。

咽頭期においては、誤嚥は定量的解析、定性的解析ともに評価項目として存在する。一方、喉頭侵入は定性的評価にのみある。食塊が喉頭侵入して喀出されな

かった場合は、吸気時に誤嚥につながることもある。高齢者では喉頭侵入は増えるとされており¹²⁾、誤嚥リスク評価の指標ともなる重要な所見の一つである。それゆえ、VF 検査において、喉頭侵入の有無は結果の記載が必要だと思われる。定量的解析は定性的解析に比べ、咽頭期の項目が充実しており、どの部位が障害されているのか判断しやすい。

食道期は定量的解析には項目がないため、定性的解析において逆流の有無や残留を評価する必要がある。

4. 摂食嚥下障害の部位局在と誤嚥誘発要因

1) 各評価からみた障害部位

RSST および MWST の結果は誤嚥の有無との相関が強いとされる^{30) 31)}。唯一、誤嚥を認めた症例 5 は RSST の結果が 1 回と不良であった。その他の症例においては、RSST が指示理解困難であった症例を除き、両者ともに比較的良好な結果であり、VF 検査にて誤嚥を認めなかった。早期咽頭流入や咽頭残留などがある症例で嚥下機能の低下が起こり、誤嚥のリスクが確認された。VF 検査では 3 cc ～ 5 cc と少量ずつの単独嚥下であったが、食事場面では検査と比較して一口量は増え、連続的に摂取する。つまり、検査場面よりも多量に早期咽頭流入や残留があった可能性があり、誤嚥のリスクは高まっていたと推測される。実際に、症例 4 を除き食事場面においてムセが生じている。

健常高齢者の液体における嚥下パターンは時間が延長することがあっても時系列は崩れないことが分かっている³²⁾。定量的解析の評価項目と報告の評価項目がすべては一致していないため、同じ項目から考える。食塊が後鼻棘を越えると、軟口蓋が拳上を開始し、次に舌骨・喉頭の拳上運動が始まる。さらに、喉頭口が閉鎖し、続いて食道入口部が開大する。その後、食道入口部は閉鎖し、喉頭蓋が立ち戻ることで嚥下は終了する。今回の症例に当てはめると、症例 4、8、9 では時系列の順に進んでおり、加齢の影響が大きいと判断した。一方、症例 5、6、7、11、12、14 では、前後している項目があり、加齢以外の要因が主であると言える。症例 7 においては、既往歴に脳梗塞後遺症があり、この影響が強かったと予測される。

2) 各症例の誤嚥性肺炎の要因

誤嚥の生じた症例 5 では、機能評価および定性的解析から、咬合力低下と食塊形成の低下があると考えられ、口腔準備期の障害があったと判断する。これにより、口腔内残留が生じたと思われる。3 つすべて

の評価より、咽頭期の障害もあると考えられる。障害部位は定量的解析より、舌骨拳上時間の短縮と気道閉鎖に先行して食道入口部開大が生じていることの 2 点が挙げられる。また、自発的に複数回嚥下をしていることから、残留を感知する感覚は良好であるが、咽頭クリアランスは低下していると考えられる。誤嚥の要因としては、気道閉鎖が遅れていることが主であると推測する。

喉頭侵入が起こったのは、症例 7 と症例 9 である。症例 7 では、機能評価と定性的評価より咬合力と舌運動低下による食塊形成能低下から口腔準備期の障害があると思われる。口腔期障害も認める。定性的評価より、送り込みの障害があるとされる。また、3 つの評価から、舌筋力低下によって食塊保持ができず早期咽頭流入が生じたと考えられる。咽頭期の障害も 3 つ全ての評価から示されている。舌骨と喉頭の拳上時間短縮に加え、咽頭通過時間延長により気道閉鎖時間が不足しており、定量的解析と定性的解析の両方で嚥下反射惹起遅延と判断された。さらに、舌骨拳上が軟口蓋拳上に先駆けて起こり、気道閉鎖は食道入口部開大に遅延して生じており、嚥下パターンは乱れている。これより、嚥下反射惹起遅延や嚥下パターンの乱れ等の誤嚥の要因が複数あり、肺炎が生じたものと考えられる。症例 9 の機能評価と定性的評価より、口腔準備期の障害を認める。咬合力と舌運動低下、開口量減少から咀嚼・押しつぶしと食塊形成が制限されていると考えられる。ならびに、機能評価と定量、定性的解析から口腔期障害がみられた。舌運動低下による口腔内保持能低下と送り込みの障害を認め、これによる残留もあった。咽頭期は舌骨拳上不足による残留と液体の定量解析から嚥下反射惹起遅延が起こっていた。

VF 検査からは誤嚥も喉頭侵入も確認できなかったのは症例 4、6、8、11、12、14 である。この中で、すべての物性と形態が比較できた症例 6、14 の動態についてリハの視点からも検討した。症例 6 は舌運動低下による口腔内保持低下、嚥下反射惹起遅延、鼻咽腔閉鎖時間、舌骨拳上時間、食道入口部開大時間の短縮があった。気道閉鎖が食道入口部開大よりも遅れていた (図 1 (A)、液体 5 cc)。さらに、咽頭残留を認めた。咽頭残留は鼻咽腔閉鎖時間短縮による陽圧不足と食道入口部開大が短縮したことによると推測される。舌骨拳上も低下している。このような症例ではシャキア法やブローイング法が選択される。症例 14 においては、食塊形成能の低下、口腔内の残留、鼻咽

腔閉鎖、舌骨挙上、食道入口部開大時間の短縮があった。軟口蓋挙上が舌骨挙上よりも遅延し、気道閉鎖も食道入口部開大よりも遅れていた（図1（B））。液体5cc）。症例6とほぼ共通であり、リハ方法も大きく変わりはないと思われる。ただし、症例14は口腔内の残留があるため、舌運動のリハも加えて行くと良いと考えられる。症例11, 12でも、気道閉鎖が食道入口部開大に遅延して生じている。これは嚥下前誤嚥との関連が強いと考えられる。誤嚥と喉頭侵入が観察されなかった症例においては、早期咽頭流入を認めた症例が1例（症例4）、多くの咽頭残留を認めた症例はなし、気道閉鎖時間の短かった症例もなし、軟口蓋挙上が舌骨挙上よりも遅延した例が1例（症例11）、気道閉鎖と食道開大が逆転してした症例が2例（症例11, 12）、であった。

V. まとめ

定量的解析の解釈では、口腔通過時間はリハ効果を検討するのに有用と考えられる。食道入口部開大不全の要因について、定量的解析と定性的解析の双方を用いることで、判断しやすくなる。しかし、喉頭挙上時間は上方と前方に分けて計測する等の工夫が重要である。また、定性的解析との比較にあたっては、計測位置を統一する必要がある。早期咽頭流入と嚥下反射惹起遅延の評価は、定性的解析および定量的解析にて可能であるが、計測地点が異なったために相関はなかった。今後、計測地点を一致させ評価することで新たな結果が得られると思われる。さらに、定量的解析は咽頭期の項目が多く、障害部位の判断に優れる。ただし、喉頭侵入の記録がないため、併記することが望ましい。咀嚼のある場合の定量的解析では、口腔通過時間、嚥下反射惹起遅延時間と食塊の咽頭通過時間は結果の解釈に注意を要する。また、各項目の時系列に着目することで、気道閉鎖と食道入口部開大が逆転していると誤嚥のリスクが高まると予測された。

謝辞

定量的解析を行うにあたりご指導いただいた新潟リハビリテーション大学の倉智雅子先生に深謝致します。

引用文献

- 1) 厚生労働省：平成23年人口動態統計月報年計（概数）の概況（<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai11/dl/gaikyou23.pdf>）
- 2) 日本呼吸器学会：感染症—肺炎（http://www.jrs.or.jp/quicklink/journal/nopass_pdf/ajrs/002060663j.pdf）
- 3) Teramoto S., et al.: Japanese Study Group on Aspiration Pulmonary Disease. High incidence of aspiration pneumonia in community- and hospital-acquired pneumonia in hospitalized patients: a multicenter, prospective study in Japan. J Am Geriatr Soc 2008
- 4) 摂食嚥下リハビリテーション、公益社団法人日本リハビリテーション医学会：（http://www.jarm.or.jp/civic_cases/civic_case12.html）
- 5) 戸原玄，他：Videofluorography の評価に関する信頼性の検証—検者内および検者間における検討—。日摂食嚥下リハ会誌 9（2）：139-147, 2005
- 6) 梅崎俊郎，他：嚥下造影検査における咽頭クリアランスの定量的評価。嚥下医学 3（1）：118-126, 2004
- 7) 横山美加，他：X線ビデオ透視画像による嚥下動態の解析—第一報：評価法に関する基礎検討。口科誌 49（1）：16-24, 2000
- 8) 横山美加，他：X線ビデオ透視画像による嚥下動態の解析—第三報：喉頭蓋の形態と誤嚥の危険性との関連—。口科誌 50（4）：223-226, 2001
- 9) 宮地英彰，他：液体とゼリー嚥下時の咽頭期嚥下動態の相違—LEDTによる検討—。耳鼻 56（補2）：S138-S144, 2010
- 10) 上田菜美，他：一回嚥下量の変化が嚥下時の舌骨運動に与える影響について。日摂食嚥下リハ会誌 17（1）：36-44, 2013
- 11) 倉智雅子，他：言語聴覚士のための摂食・嚥下障害学，医歯薬出版株式会社，2013
- 12) 嚥下造影検査法（詳細版）：日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会2011版案
- 13) 道健一，道脇幸博：Logemann 摂食・嚥下障害，医歯薬出版株式会社，2000
- 14) Dodds W.J. : Physiology of swallowing. Dysphagia 3 : 171-178, 1989
- 15) Smith D., Harmlet S., Jones L. : Acoustic technique for determining timing of velopharyngeal closure in swallowing. Dysphagia 5（3）：142-146, 1990
- 16) 中原学，他：嚥下時における舌骨運動のX線学的研究。日耳鼻 90：699-679, 1989.
- 17) 金子功，他：嚥下における舌骨運動のX線学的解析—一男女

- 差及び年齢変化について－. 日耳鼻95:974–987, 1992.
- 18) 古川浩三: 嚥下における喉頭運動の X 線学的解析－特に年齢変化について－. 日耳鼻87: 169–181, 1983
- 19) Martin B.J.W., Logemann J.A., Shaker R., Dodds W.J.: Coordination between respiration and swallowing: Respiratory phase relationships and temporal integration. J Appl Physiol 76 (2): 714–723, 1994
- 20) Cook I.J., Dodds W.J., Dantas R.O., et al.: Opening mechanisms of the human upper esophageal sphincter. Am J Physiol 275: G748–459, 1989
- 21) Jacob P., Kahrilas P.J., Logemann J.A., et al.: Upper esophageal sphincter opening and modulation during swallowing. Gastroenterology 97:1469–1478, 1989
- 22) Lazarus C.L., Logemann J.A., Rademaker A.W., et al.: Effect of bolus volume, viscosity, and repeated swallows in nonstroke subjects and stroke patients. Arch Phys Med Rehabil 74: 1066–1070, 1993
- 23) Cook I.J., Dodds W.J., Dantas R.O., et al.: Timing of videofluoroscopic, manometric events, and bolus transit during the oral and pharyngeal phases of swallowing. Dysphagia, 4: 8–15, 1989
- 24) 金子芳洋, 他: 摂食・嚥下メカニズム UPDATE 構造・機能からみる新たな臨床への展開, 医歯薬出版株式会社, Chapter 4: 97–112, 2010
- 25) Doos W.J., Taylor A.J., Stewart E.T., et al.: Tipper and dipper types of oral swallows. Am J Roentgenol 153: 1197–1199, 1989
- 26) 森田俊博: 服薬ゼリーの開発. 薬学雑誌 123 (8): 665–671, 2003
- 27) 才藤栄一: 摂食嚥下リハビリテーション, 臨床神経学 48 (11): 857–879, 2008
- 28) 木幡浩子, 他: 市販加工食品の食感の唾液分泌および咀嚼時間に及ぼす影響. 日本栄養・食糧学会誌 40 (4): 229–305, 1987
- 29) 杉浦むつみ: 高齢者の X 線造影検査における咽頭残留と舌根－咽頭後壁接触の関連: 日食会報, 62 (6): 517–524, 2011
- 30) 小口和代, 他: 機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(the Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST) の検討. リハビリテーション医学 37 (11): 809–809, 2000.
- 31) 戸原玄: Videofluorography を用いない摂食・嚥下障害評価フローチャート. 日摂食嚥下リハ会誌 6 (2): 196–206, 2002.
- 32) Kendall K.A., McKenzie S., Leonard R.J., et al.: Timing of events in normal swallowing—A videofluoroscopic study. Dysphagia, 15 (2): 74–83, 2000.
- (平成28年1月6日 受理)

Quantitative and Qualitative analysis of videofluorography in patients with aspiration pneumonia

Mayuko NOMURA, Hiyori MAKINO, Yuko MACHIDA, Seiya TANAKA, Jun TAKATSU,
Hiroo FURUKAWA, Toko HAYAKAWA, Hiroshi TATSUMI, Masahiko YAMAMOTO

Abstract

Objective: We analyzed quantitative parameters of videofluorography (VF) , in comparison with qualitative scales.

Patients and Methods: Nine patients with aspiration pneumonia or those suspected of having aspiration pneumonia were subjected to VF. VF parameters (Logemann) , which are comprised of 16 and 10 timing points, were measured on the 24 images of these patients. Qualitative scales were scored in the 23 items.

Results: Duration of cricopharyngeal opening tended to be prolonged in liquid swallowing rather than in jelly-paste. The over half of those images were abnormal in oral transit time, duration of hyoid elevation and laryngeal elevation, and duration of cricopharyngeal opening. It is accentuated that pharyngeal response time was within normal limits in all the images. Qualitative scores were not clearly categorized into the values of the quantitative parameters.

Discussion: In addition to each duration of the 10 items, the movement sequence pattern of swallowing (16 timing points) leads to the detection of the individual risk factor for aspiration.

Conclusion: The quantitative analysis is appropriate to the pharyngeal stage of swallow, whereas the qualitative analysis is suitable to oral and esophageal stages. Both analyses are likely to be useful to the precise rehabilitative intervention, resulting in prevention of aspiration pneumonia.

Key words: videofluorography, aspiration pneumonia, Logemann, quantitative analysis, qualitative analysis