

(表1) 対象者の男女別年齢分布

年齢	～50	～60	～70	～80	80以上	合計
男性	5	10	10	28	10	63
女性	2	4	9	9	13	37

(表2) 対象者の主疾患

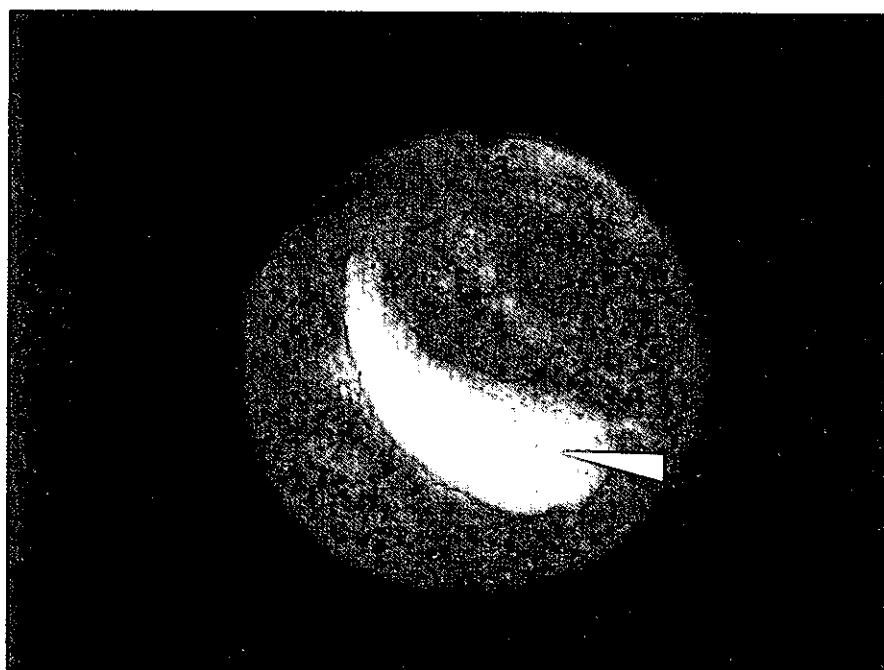
脳血管障害	76名
脳腫瘍	3
頭部外傷	1
低酸素脳症	1
神経内科疾患	5
精神疾患	5
頭頸部癌	4
気管損傷	1
基礎疾患のない肺炎	2
異物感のみ	1
原因不明の球麻痺	1

(表3) 嚥下グレード (藤島)

I	重症	1	嚥下困難または不能、嚥下訓練適応なし 基礎的訓練だけの適応あり 条件を整えば誤嚥は減り、摂食訓練が可能
	経口摂取不能	2	
		3	
II	中等症	4	楽しみとしての摂食は可能 一部(1～2食)経口摂食 3食経口摂取プラス補助栄養
	経口と補助栄養	5	
		6	
III	軽症	7	嚥下食で、3食とも経口摂取 特別に嚥下しにくい食品を除き、3食経口摂取 常食の経口摂取可能、臨床的観察と指導要する 正常の摂食嚥下能力
	経口	8	
		9	
		10	

(表4) 感覚と各種パラメーターについての関連。(Mann-WhitneyのU検定にて判定  
χ<sup>2</sup>検定にて判定した場合は\*、Fisherの直接法を用いた場合は\*\*)

	全症例 (100名)	仮性球麻痺 (61名)	球麻痺 (26名)
体幹角度の設定	p < 0. 01	p < 0. 01	p < 0. 05
VE: 残留量	p < 0. 01	p < 0. 01	N.S
VE: 梨状窩唾液貯留	p < 0. 01	p < 0. 05	N.S
VE: 唾液喉頭流入	p < 0. 05	N.S	N.S
VF: 残留量	N.S	p < 0. 05	N.S
VF: 誤嚥	p < 0. 01	p < 0. 01	p < 0. 01
嚥下グレード	p < 0. 01	p < 0. 05	p < 0. 01
肺炎の有無	p < 0. 01*	p < 0. 01*	p < 0. 05**



(図1) 喉頭蓋中央部、口腔近位部の喉頭面に接触させる

平成 13 年度厚生科学研究

「摂食・嚥下障害の治療・対応に関する統合的研究」

分担研究項目

「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」研究報告書

主任研究者 才藤栄一 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

研究要旨

咀嚼負荷嚥下の発生機序の詳細を解明するため、嚥下反射開始前に起こる下咽頭への食塊輸送に対する咀嚼と重力の影響について検討した。健常成人 10 名を対象に、バリウム水溶液(液体)10ml, バリウム含有コンビーフ(コンビーフ)8g, バリウム水溶液 5ml・バリウム含有コンビーフ 4g の混合物(混合)を座位、よつばい位の 2 体位で咀嚼させ、ビデオ嚥下造影(VF)を各 2 回ずつ試行した。VF 像を解析して、「嚥下反射開始時点の食塊先端の位置(食塊先端位置)」を同定し 4 つに分類した。1) Oral Cavity (OC); 2) Upper Oropharynx (UOP); 3) Valleculae (VAL); 4) Hypopharynx (HYP)。また、咽頭への深達度を UOP+VAL+HYP(UOP-om), VAL+HYP (VAL-om), HYP の 3 段階に分けた。

結果 1. 座位では嚥下反射開始直前の食塊の深達度は VAL-om で、混合と他の 2 食物間で有意差を認められた。さらに HYP では、全食物間で有意差を認められた。2. よつばい位では UOP-om, VAL-om, HYP の 3 段階の全てにおいて、食物の違いによる深達度の有意差はなかった。3. 座位とよつばい位の比較では、コンビーフでは、体位を変化させても食塊先端位置の分布はほとんど変わらなかった。液体では有意な差は認めなかったもののよつばい位において HYP まで達する頻度が減少傾向にあった。混合では、座位に較べ、よつばい位で VAL-om, HYP に達する率が有意に減少した。

考察 嚥下開始前に生じる咽頭への輸送には、舌による能動的輸送と重力による受動的輸送の両者が関与していることが示された。特に下咽頭への進行には受動的輸送が重要と思われた。摂食・嚥下障害者では嚥下開始前の咽頭へと食塊の輸送が喉頭閉鎖機構の障害と相まって誤嚥に結びつく危険性があり、その負荷テストとして、混合物の咀嚼負荷が有用であることが示唆された。

研究協力者 松尾浩一郎 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座  
武田斉子 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 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座  
藤井 航 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座  
奥井美枝 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座  
小野木啓子 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座  
Jeffrey B. Palmer (ジョンズ・ホプキンス大学リハビリテーション科助教授)

## A.研究目的

嚥下造影検査 (Videofluorography ; VF 検査) がルーチン検査として導入されるようになり、摂食・嚥下障害の臨床は飛躍的發展を遂げた 1)。この検査により、誤嚥の同定、不顕性誤嚥の発見、効果的体位や食物対応法の決定などに関する極めて具体的な指標が得られるようになったからである。従って、近年、嚥下内視鏡検査が新たな臨床的評価法として注目されるようになってきているが、VF 検査が摂食・嚥下障害評価のゴールド・スタンダードであることに違いはない。

従来、この VF 検査による摂食・嚥下障害の評価は 4 期連続モデル (four-stage sequence model) の概念をもとに液体もしくは半固形物を命令嚥下 (command swallow) させることにより行われてきた。4 期連続モデルは、嚥下運動を「口腔準備期があり、その後、一気に口腔送り込み期、咽頭期、そして食道期へと続く」という嚥下 4 期のはっきりとした時間的連続過程としてみる。しかし、1997 年 Palmer らは固形物の咀嚼嚥下 (chew-swallow complex) はこのモデルではうまく説明できないことを示し、プロセスモデル (Process model) を提唱した 2)。プロセスモデルの主張の中心は「固形物の咀嚼嚥下の際には、咀嚼が行われている間にも嚥下反射開始前に咀嚼された食物は少しずつ中咽頭に送られ (Stage II transport)、そこで食塊が形成される」というものである (図 1,2)。

さらに Palmer らは、嚥下反射開始前の食塊の中咽頭への輸送が、主として重力による

受動的過程ではなく能動的過程であることを示すために、よつばい位での咀嚼嚥下の実験を行った 3)。そして、嚥下反射前の中咽頭への食物の送りこみは、よつばい位でも座位と同様に生じ、重力の影響ではなく咀嚼に伴う舌による能動的輸送によって起きていると結論した。

武田らは Palmer らのモデルをさらに発展させ臨床に応用するために、日常摂取する機会の多い固形物と液体の混合物の咀嚼嚥下を追加し、負荷法として標準化する目的で Stage II transport の発生頻度を推定しその詳細を検討した 4)。そして、嚥下反射開始前の食塊位置の検討から、水溶液や固形物に比べ、混合物では嚥下反射開始前に極めて高率 (100%) に中咽頭に輸送され、さらに食塊先端が下咽頭にまで高率に達すること (72%) を明らかにした。

今回、われわれは、液体を含む食物の咀嚼嚥下時に観察された「下咽頭への食塊輸送」がどの程度重力の影響を受けているのかを中心に検討した。

## B.研究方法

摂食・嚥下障害の主訴がなく、嚥下機能に関する神経学的、器質的疾患の既往のない健康成人 10 名 (男性 6 名、女性 4 名、平均年齢 29.2±4.1 歳) を対象とした。被験物として 50%硫酸バリウム水溶液 (液体 ; Liquid) 10ml、バリウム含有コンビーフ (コンビーフ ; CBH) 8g、50%硫酸バリウム水溶液 5ml・バリウム含有コンビーフ 4g の混合物 (混合 ; MIX) を用いた。食物の負荷量は、Palmer ら

の報告 3)を参考に予備的実験を行い、決定した。

はじめに、被験者に VF 検査用椅子に座ってもらい安楽な姿勢をとらせ（座位；Upright Position）、各被験物を咀嚼負荷の条件で2試行ずつ食させ、VF 側面像を記録した。次に、Palmer らの方法 3)に準拠し頸椎と床面とが平行になるように手を台の上に置いた状態（よつばい位；Facedown Position）で、各被験物を同様に食させ VF 側面像を記録した（図 3）。咀嚼負荷にあたって、各被験物とも「味わうようによく咬んで食べてください」と指示を与えた。

実験にあたり、被験者には文章及び口頭で実験の主旨と内容を十分に説明し同意を得た。また、VF 被曝時間は最大5分とした。

デジタルビデオに録画した VF 像をスローモーションで再生して「嚥下反射開始時点の食塊先端の位置（以下、食塊先端位置）」を同定した。嚥下反射運動に伴う舌骨の上前方への挙上開始時を画像における舌骨の急速な移動から判断して嚥下反射運動開始と定義し、その直前の画像フレームにおける食塊先端位置を Hiimae らの報告 5)をもとに以下の4つに分類した。すなわち、1) Oral Cavity（以下、OC：口腔内）；2) Upper Oropharynx（以下、UOP：VF 画像上で硬口蓋と軟口蓋の境界を越えてから下顎下縁と舌背が交わるころまで）；3) Valleculae（以下、VAL：下顎下縁と舌背が交差する部分を越えてから喉頭蓋谷まで）；4) Hypopharynx（以下、HYP：喉頭蓋谷を越えて下咽頭に達したところ）。また、UOP から VAL までを中咽頭、HYP

を下咽頭と定義した（図 4）。

また、全試行での食塊先端位置を同定したのちに、咽頭への深達度を UOP+VAL+HYP(UOP or more；以下、UOP-om)、VAL+HYP (VAL or more；以下、VAL-om)、HYP の3段階に分けた。

そして、採取された各試行ごとの20個のデータを用いて、食物物性と姿勢の違いによる食塊の深達度を比較検討した。統計学的手法にはFisher検定を用いた。なお、座位での混合咀嚼嚥下で3試行、よつばい位でのコンビーフ咀嚼嚥下で1試行の結果を技術的不備から検討より除外した。

## C. 研究結果

実際の VF 画像を図 5 に示す。

嚥下反射開始直前の食塊先端の深達度のためを表 1 および図 6 に示す。

### 1. 座位における検討（表 2 上）

座位での食物物性の変化による深達度の違いを UOP-om、VAL-om、HYP の3段階に分けて比較した。食塊先端位置は、液体とコンビーフで 90%、混合では全例 UOP-om まで達しており、UOP-om への深達度は食物による有意差がなかった。VAL-om まで達した割合は、液体 65%、コンビーフ 55%、混合 100%と、混合と他の2食物間で有意差を認めた（液体-混合； $p<0.01$ 、コンビーフ-混合； $p<0.01$ ）。HYP まで達したものはコンビーフでは 1 例も認めなかったが、液体 35%、混合 70.6%であり、全食物間で有意差を認めた（液体-コンビーフ； $p<0.01$ 、液体-混合； $p<0.05$ 、コンビーフ-混合； $p<0.01$ ）。

## 2. よつばい位における検討 (表 2 下)

よつばい位において UOP-om まで達していた割合は、液体 85%, コンビーフ 100%, 混合 95%であった。VAL-om まで達していた割合は、液体 55%, コンビーフ 52.6%, 混合 60%であった。HYP まで達したものは、液体 10%, コンビーフ 0%, 混合 5%であった。すなわち、UOP-om, VAL-om, HYP の 3 段階の全てにおいて、食物の違いによる深達度の有意差はなかった。

## 3. 座位とよつばい位との比較 (表 3)

姿勢の違いによる食塊先端位置の差を各食物において比較検討した。

コンビーフでは食塊先端位置が UOP-om に達したものは、座位 90%, よつばい位 100%であった( $p=0.256$ )。VAL-om に達したものは、座位 55%, よつばい位 52.6%であった( $p=0.568$ )。HYP にまで達した例は、座位、よつばい位ともに認めなかった。すなわち、コンビーフでは、体位を変化させても食塊先端位置の分布はほとんど変わらなかった。

液体では食塊先端位置が UOP-om に達したものは、座位 90%, よつばい位 85%であった( $p=0.500$ )。VAL-om に達したものは、座位 65%, よつばい位 55%であった( $p=0.374$ )。HYP まで達したものは、座位 35%, よつばい位 10%であった( $p=0.064$ )。有意な差は認めなかったものの液体ではよつばい位において HYP まで達する頻度が減少傾向にあった。

混合では食塊先端位置が UOP-om に達したものは、座位 100%, よつばい位 95%であった( $p=0.541$ )。VAL-om に達したものは、座位 100%, よつばい位 60%であった

( $p=0.003$ )。HYP まで達したものは、座位では 70.6%あったが、よつばい位では 5%のみであった( $p<0.001$ )。すなわち、混合では、座位に比べ、よつばい位で VAL-om, HYP に達する率が減少した。

## D. 考察

Palmer らは、固形物の咀嚼嚥下の際には、液体や半固形物の命令嚥下時とは異なり、咽頭嚥下反射開始前に咀嚼のすんだ食物が中咽頭へ輸送 (Stage II transport) され食塊形成されることを示した 2)。さらに、この輸送が重力によるものではないことを示すために、固形物の咀嚼嚥下を座位とよつばい位で行わせ、両者を比較した 3)。すなわち、座位における口腔と咽頭の解剖学的方向性が口峽部を境に水平方向と垂直方向とに分かれることを利用して、よつばい位をとらせることで口腔部を抗重力位、咽頭部を水平位とし、それでも重力の影響に逆らって座位と同様にこの輸送が生じることを示し、咀嚼中の舌による能動的な動きによって生じていると結論した。

武田らは、固形物の咀嚼嚥下に加え、液体、液体と固形物の混合物の咀嚼嚥下の実験を行った 4)。そして、咀嚼によって液体や混合でも Stage II transport が起こり、嚥下反射開始前に食塊が中咽頭に送り込まれことを示し、さらに、混合では食塊が高率に下咽頭にまで進行することを報告した。

我々は、4期連続モデルとプロセスモデルという 2 つのモデルの存在は、飲むとき (drink) と食べる時 (eat) とで嚥下動態

が異なることを意味するものと考えている。つまり嚥下評価では4期連続モデルによる「drink」の評価と、プロセスモデルによる「eat」の評価の2種類を行う必要があると考えている。

今回、液体を含む食物の咀嚼嚥下時の嚥下反射開始前の咽頭への進入にたいする重力の影響を調べ、これらの過程の発生機序と臨床的意義につき検討した。

コンビーフの咀嚼嚥下では座位、よつばい位において、それぞれUOP-omに90%, 100%, VAL-omに55%, 52.6%, HYPには共に0%と、ほぼ同様の深達傾向を示した。すなわち、固形物の咀嚼嚥下の際には、咀嚼する体位に関係なく咀嚼中に中咽頭への食塊の輸送が起こっていた。これは咀嚼中の中咽頭への食塊輸送が、重力によるのではなく、主に舌による能動的な送り込みによって生じることを示唆し、Palmerの報告3)と一致した。また、コンビーフの場合、後述する液体や混合と異なり、下咽頭にまで食塊が達することはなかった。これは、コンビーフの高い粘性のため食塊が喉頭蓋谷部分にとどまっていたためと考えられ、Palmerの検討で下咽頭への輸送という現象を発見できなかった原因と思われる。

液体でのUOP-om, VAL-omに達する率は、両体位ともそれぞれ90%程度、60%程度でコンビーフと同様であり、液体でも咀嚼した場合、舌による能動的な輸送が行われると考えられた。しかし、座位では、HYPまで達したものが35%と多く、この点がコンビーフと異なっていた。一方、よつばい位でHYP

まで達したものは10%のみであり、以上は流動性の高い液体を含む場合、嚥下反射開始前の下咽頭への食塊の進行に重力による受動的過程が関与することを示唆するものといえた。

混合では、UOP-omには、両体位ともほぼ全例で達していた。つまり、能動的過程を裏付けるものであった。しかし、VAL-omに達したものは座位では100%、よつばい位では60%と両者に差を認めた( $p=0.003$ )。

混合においてVAL-omに達したものが座位で100%であり、コンビーフ、液体の率と大きく異なる現象は、舌運動による能動的過程だけからでも、あるいは液体の流動性で生じる重力の影響による受動的過程だけからでも説明しにくい。すなわち、前述したような能動的あるいは受動的過程では、流動性の高い液体がその主役をなすなら、むしろ混合より液体のVAL-omに達する率の方が高くなると思われるからである。その原因の説明として、以下の2つを検討する必要がある。まず、液体の咀嚼嚥下が不自然な課題であった可能性がある。すなわち、通常の食事において液体の咀嚼嚥下という課題はほとんど存在しない。それ故、この課題の際には、「自然な咀嚼」が起こりにくく、従って、本来の能動的過程が発現しにくく、混合の結果との差になった可能性がある。もう一つは、混合では咀嚼時の口峽部での舌と口蓋とによるシールが不完全になるという考え方である。すなわち、咀嚼時には、食塊として十分に満足できる形態になった食物が咽頭へと送られるように感覚系のフィードバックによりその輸送が調整されている可能性がある。その際、

水分は下咽頭への進行も起こりうるため、ある程度制限されるだろうと想像できる。しかし、水分を含んだ混合物の咀嚼嚥下では、固形物が舌上にあるため、その感覚入力によって固形物用のシールになり、水分へのシールが不完全になり、咽頭へと送り込まれやすくなった可能性が考えられる。いずれにせよ、座位において液体より混合の方が容易に咽頭まで進行していた。

また混合において HYP まで達したものは、座位で 70.4%と高率であったが、よつばい位ではわずか 1 例のみとなった。これは、口峡通過後の食塊の下咽頭への進行には重力による受動的過程が重要であることを意味するだろう。水分の結果と併せて、水分を含んだ食物の咀嚼嚥下では、健常者でも咽頭嚥下反射開始前に食塊が下咽頭まで高率に達すると結論できた。

以上、食物を咀嚼する際の嚥下反射前の咽頭への食塊輸送には、舌の能動的な送り込みとともに重力による受動的な輸送が関与していると思われた。特に粘性の低い液体を含む食物の咀嚼時に生じる下咽頭への輸送には重力の影響が大きいと考えられた。また、混合物では水分のみより咽頭への輸送が高率に生じていた。

従来、下咽頭に食物が進入しても嚥下反射が起きない場合、嚥下反射の遅延が存在すると考えられてきたが、咀嚼嚥下の場合には必ずしも病的ではないことが示された。しかし、咀嚼中には気道は咽頭に開いていて、呼吸も継続している。従って、食塊が咀嚼中に咽頭に輸送されることは、臨床上、食物の気道へ

の侵入の危険性を考える上で、極めて重要である。

嚥下障害患者の食事では、ゼリーなどを飲み込む、いわゆる、「丸飲み」が中心になっている。これを今回の結果から考えると、最初から咽頭通過に都合の良い性状の食塊を咀嚼せずに丸飲みすることで、咀嚼嚥下で生じる嚥下反射前の咽頭への進行を予防する方略といえよう。しかし、患者が「嚙む食事」を望むことも多い。また、単一食物の咀嚼嚥下における Stage II transport 発生頻度は 100%ではなく、個人差もあると思われることから、その可変性が示唆されている 4)。従って、嚥下反射前の咽頭輸送を安全に行える食事形態の開発、また、安全な咀嚼法の開発が今後の検討課題である。

才藤らの定義した臨床的重症度分類 6)における「機会誤嚥」には、通常の VF 検査の時には誤嚥が認められなくても食事の中でよくむせていたり、食後に痰が増えるなど日常生活において誤嚥の存在が示唆される例が含まれている。日常の食事では咀嚼を伴い、また、汁物や水気の多い果物など混合に類する形態の食物を取ることも多く、喉頭閉鎖機能の不全がある場合、咀嚼嚥下の際に生じる中・下咽頭への食塊の輸送によって誤嚥が発生している可能性がある。従って、このような食事を開始している摂食・嚥下障害患者の評価には、今後、咀嚼を負荷した嚥下評価法を適用する必要があるだろう。その際の負荷法としては、混合物の咀嚼負荷が有効であろう。

また、根本に戻って、従来、咀嚼と嚥下の研究は主としてそれぞれ歯科領域と耳鼻咽喉



科領域において別々に行われてきたが、ここで人間における咀嚼と嚥下の関連をその神経機構を含めて再検討する必要がある7)。

近年、ベッドサイドや在宅でも簡便に試行可能な嚥下内視鏡検査 (Videoendoscopy ; VE検査) が普及してきた。VE検査には、咽・喉頭腔を簡便にかつ詳細に観察できる、被曝しない、実際の食品を加工せずに検査できるなどの利点はあるものの、嚥下反射時の様子は観察できないという大きな欠点がある。しかし、咀嚼負荷の際の嚥下反射前の食塊の咽頭への輸送は観察可能であり、最適な検査法といえる。Duaらは、健常人の固形物、ガムなどの咀嚼時の咽頭腔の様子を内視鏡で観察し、嚥下反射前に咽頭に食塊が集積することを報告している8)。そして、固形物の咀嚼ではほとんどが喉頭蓋谷までしか達していないが、ガムを咀嚼したときの唾液は喉頭蓋の両脇を流れて下咽頭にまで達したと述べている。この報告は定性的ではあるが今回のわれわれの結果とほぼ一致している。VE検査は咀嚼嚥下の検査法として極めて有望と考えられる。

#### E. 結論

咀嚼嚥下の際の嚥下反射開始前の下咽頭への食塊輸送における舌による能動的輸送と重力による受動的輸送の関与を考察する目的で、座位とよつばい位での3種類の食物の咀嚼嚥下について実験的に検討した。

1. 咀嚼を負荷することにより、座位、よつばい位とも、食物物性が異なっても、食塊先端は嚥下反射開始前に高率に中咽頭へ達していた。

2. 液体と液体を含む混合物の咀嚼嚥下では、座位においては食塊先端が嚥下前に高率に喉頭蓋谷から下咽頭にまで達していたが、よつばい位で下咽頭への進行は低率となった。また、座位における喉頭蓋谷から下咽頭への進行は、液体単独より、液体を含む混合物の咀嚼嚥下の際に明確であった。コンビーフでは体位の違いは嚥下前の食塊先端の位置にほとんど影響しなかった。

3. 嚥下開始前に生じる咽頭への輸送には、舌による能動的輸送と重力による受動的輸送の両者が関与していることが示された。特に下咽頭への進行には受動的輸送が重要と思われた。また、食物物性の感覚フィードバックが口腔から咽頭への輸送の程度を調整している可能性があり、その検討が課題として残った。

4. 摂食・嚥下障害者では嚥下開始前の咽頭へと食塊の輸送が喉頭閉鎖機構の障害と相まって誤嚥に結びつく危険性があり、その負荷テストとして、混合物の咀嚼負荷が有用であることが示唆された。

#### F. 参考文献

- 1) 才藤栄一, 木村彰男, 千野直一, 他: 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, 1986
- 2) Palmer J.B.: Integration of oral and pharyngeal bolus propulsion: a new model for the physiology of swallowing, 日摂食嚥下リハ会誌, 1: 15-30, 1997.
- 3) Palmer J.B.: Bolus aggregation in the

oropharynx does not depend on gravity.

Arch Phys Med Rehabil 79 : 691-6, 1998

4) 武田斉子, 才藤栄一, 松尾浩一郎, 他 :  
食物形態が咀嚼-嚥下連関に及ぼす影響, リ  
ハ医学. 投稿中

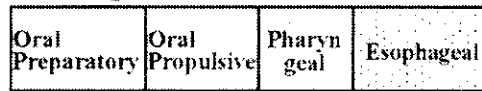
5) Hiimeae K.M., Palmer J.B. : Food  
transport and bolus formation during  
complete feeding sequences on foods of  
different initial consistency, Dysphagia,  
14 : 31-42, 1999

6) 馬場 尊, 才藤栄一 : 摂食・嚥下障害に  
対するリハビリテーションの適応, 臨床リハ,  
9 : 857-863, 2000

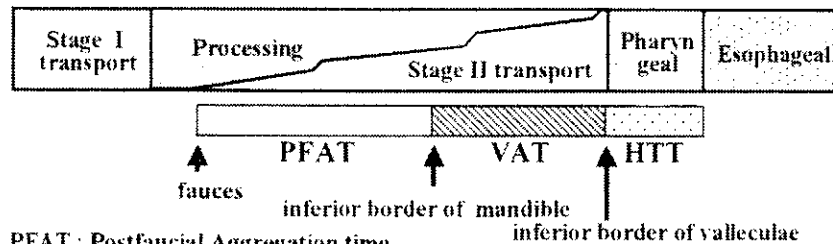
7) M Lamkadem, O R. Zoungrana, M  
Amri, et al. : Stimulation of the chewing  
area of the cerebral cortex induces  
inhibitory effects upon swallowing in  
sheep, Brain Research, 832 : 97-111,  
1999

8) K S. Dua, J Ren, R Shaker, et al. :  
Coordination of deglutitive glottal  
function and pharyngeal bolus transit  
during normal eating, Gastroenterology  
112 : 73-83, 1997

## Four-Stage Model for Liquid



## Process Model for Solid food



PFAT : Postfaucal Aggregation time

VAT : Valleculae Aggregation time

HTT : Hypopharyngeal Transit time

図1 Four-Stage Model と Process Model との比較

従来の4期連続モデル (four-stage sequence model) に対して、プロセスモデル (Process Model) の特徴は、「固形物の咀嚼嚥下の際には、咀嚼(Processing)が行われている間にも嚥下反射開始前に咀嚼された食物は少しずつ中咽頭に送られ (Stage II transport) , そこで食塊が形成される。」といえる。

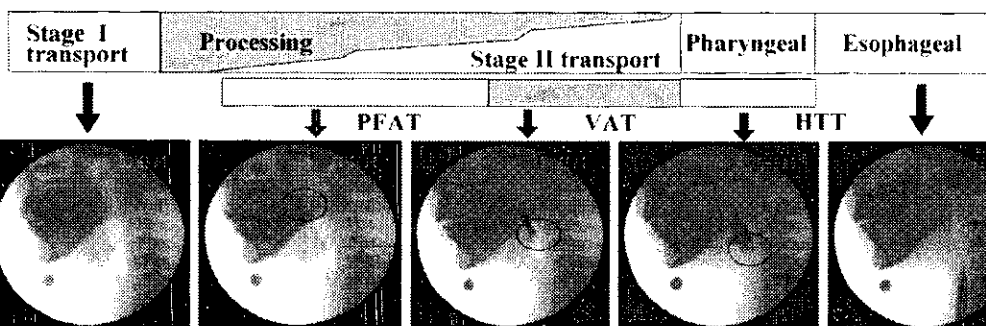
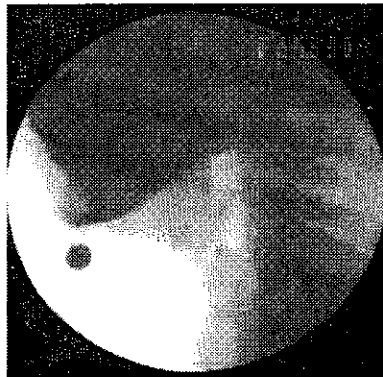


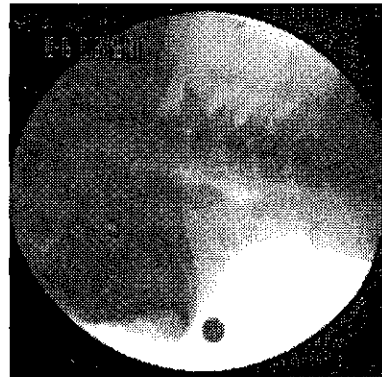
図2 プロセスモデルの流れ (KM Hiimeae & JB Palmer : 1999<sup>5)</sup>)

プロセスモデルの模式図と健常人が半固形物 (コンビーフ) を咀嚼嚥下したときのVF画像を示す。食物は舌により臼歯部まで運ばれた (Stage I transport) 後に、咀嚼され (Processing) 嚥下可能なまでに粉碎され、舌による能動輸送により中咽頭まで送り込まれ (Stage II transport) , そこで食塊形成される。

Hiimeらは、Stage II transportによって送り込む時期を、PFAT (Postfaucal Aggregation time : 口峽を越えてから下顎下縁と舌背が変わるところまで) , VAT (Valleculae Aggregation time : 下顎下縁と舌背が交差する部分を越えてから喉頭蓋谷まで) の2期に分け、狭義の咽頭期をHTT (Hypopharyngeal Transit time : 喉頭蓋谷を越えてから食道入口部に達するまで) と定義した。



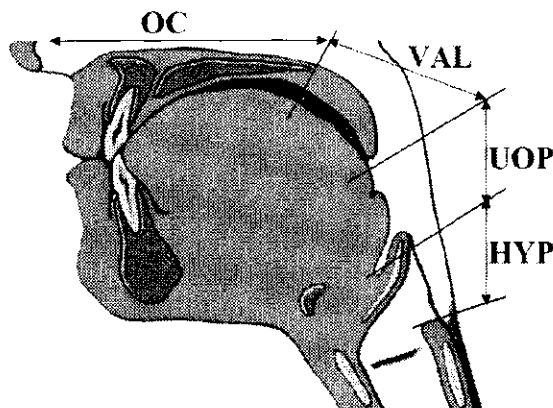
座位 (Upright Position)



よつばい位 (Facedown Position)

図3 VF撮影条件

- 座位 (Upright Position)、よつばい位 (Facedown Position)でのVF側面像を示す。
- はじめに、被験者にVF検査用椅子に座ってもらい安楽な姿勢をとらせ (座位; Upright)、各被験物を咀嚼負荷の条件で2試行ずつ食させ、VF側面像を記録した。次に、Palmerらの方法<sup>2)</sup>に準拠し頰椎と床面とが平行になるように手を台の上に置いた状態 (よつばい位; Facedown) で、各被験物を同様に食させVF側面像を記録した。



- 1) OC :Oral Cavity
- 2) UOP :Upper Oropharynx
- 3) VAL :Valleculae
- 4) HYP :Hypopharynx

図4 嚥下反射開始時の食塊先端位置

嚥下反射開始時の食塊先端位置の分類を示す。  
 嚥下反射運動に伴う舌骨の上前方への挙上開始時を嚥下反射運動開始と定義し、その直前の画像フレームにおける食塊先端位置をHiemaeらの報告<sup>3)</sup>をもとに以下の4つに分類した。1) Oral cavity (以下、OC:口腔内); 2) Upper oropharynx (以下、UOP:VF画像上で硬口蓋と軟口蓋の境界を越えてから下顎下縁と舌背が交わるまで); 3) Valleculae (以下、VAL:下顎下縁と舌背が交差する部分を越えてから喉頭蓋谷まで); 4) Hypopharynx (以下、HYP:喉頭蓋谷を越えて下咽頭に達したところ)。

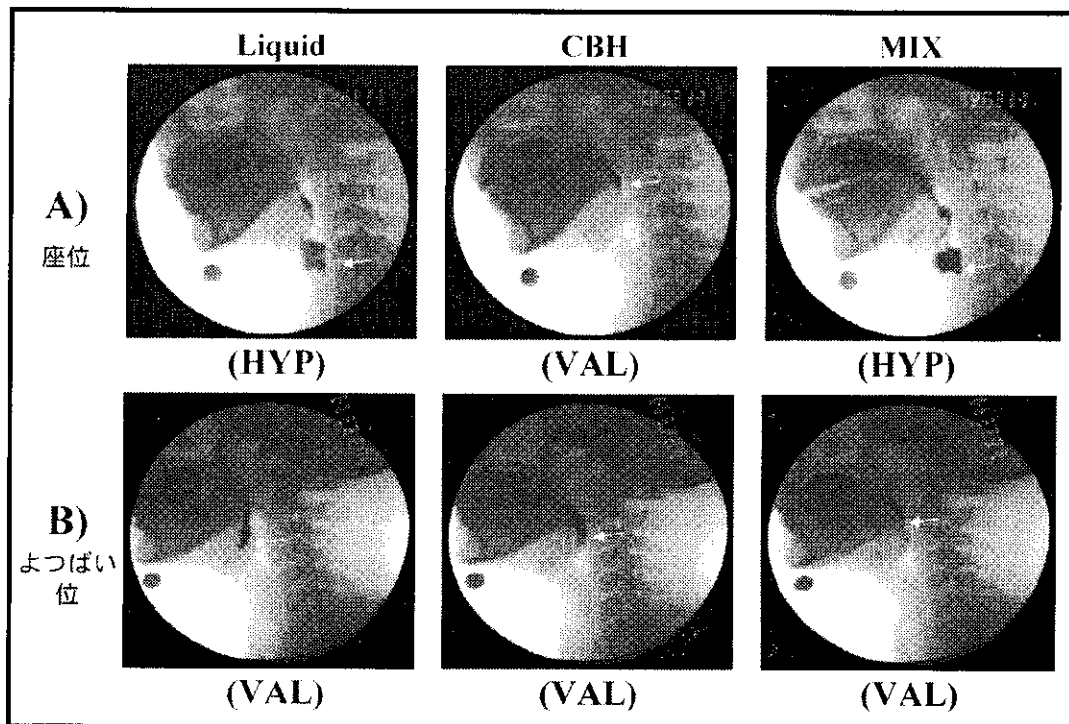
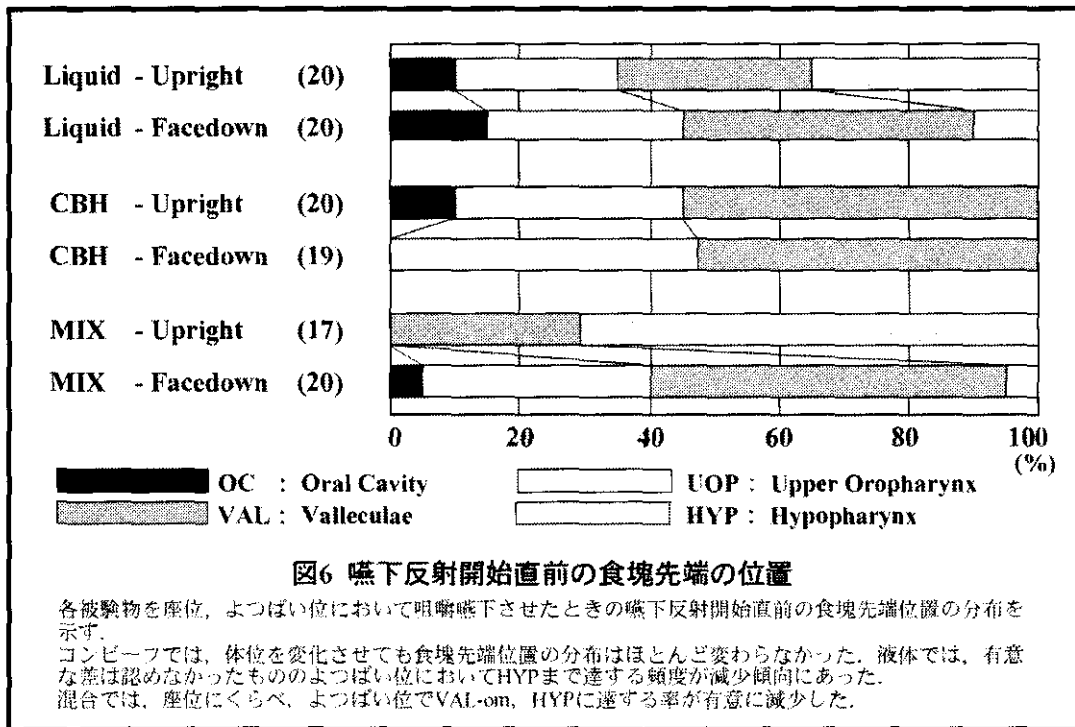


図5 各体位での嚥下反射開始時の食塊先端位置  
A) 座位, B) よつばい位

座位およびよつばい位にて、3種類の被験物を咀嚼嚥下させたときの嚥下反射開始直前のVF画像を示す。健康成人女性、31歳。なお、座位との比較を容易にするため、よつばい位の画像は90°回転して示している。

A) コンビーフ (CBH) の咀嚼嚥下では、嚥下反射開始直前に食塊先端はVALまで達していた。液体 (Liquid)、混合 (MIX) では中咽頭を越えて下咽頭 (HYP) まで達していた。

B) いずれの食物形態においても嚥下反射開始直前にはVALにまで達していたが、HYPにまで達していなかった。



**表 1. 嚥下反射開始直前の食塊先端の位置 No (%)**

	Upright position			Facedown position		
	Liquid	CBH	MIX	Liquid	CBH	MIX
<b>Total</b>	20 (100)	20 (100)	17 (100)	20 (100)	19 (100)	20 (100)
OC	2 (10.0)	2 (10.0)	0 (0.0)	3 (15.0)	0 (0.0)	1 (5.0)
UOP	5 (25.0)	7 (35.0)	0 (0.0)	6 (30.0)	9 (47.4)	7 (35.0)
VAL	6 (30.0)	11 (55.0)	5 (29.4)	9 (45.0)	10 (52.6)	11 (55.0)
HYP	7 (35.0)	0 (0.0)	12 (70.6)	2 (10.0)	0 (0.0)	1 (5.0)
UOP-om	18 (90.0)	18 (90.0)	17 (100)	17 (85.0)	19 (100)	19 (95.0)
VAL-om	13 (65.0)	11 (55.0)	17 (100)	11 (55.0)	10 (52.6)	12 (60.0)
HYP	7 (35.0)	0 (0.0)	12 (70.6)	2 (10.0)	0 (0.0)	1 (5.0)

表 2. 嚥下反射開直前の食塊先端の深達度の食物物性の違いによる比較

<b>Upright</b>	<b>Liquid - CBH</b>	<b>Liquid - MIX</b>	<b>CBH - MIX</b>
UOP-om	1.000	0.285	0.285
VAL-om	0.373	0.008**	0.001**
HYP	0.004**	0.033*	<0.001**
<b>Facedown</b>	<b>Liquid - CBH</b>	<b>Liquid - MIX</b>	<b>CBH - MIX</b>
UOP-om	0.125	0.303	0.513
VAL-om	0.568	0.500	0.444
HYP	0.256	0.500	0.513

Fisher検定による. \*: p<0.05, \*\*: p<0.01

表 3. 嚥下反射開直前の食塊先端の深達度の摂食体位の違いによる比較

<b>Upright vs Facedown</b>	<b>Liquid</b>	<b>CBH</b>	<b>MIX</b>
UOP-om	0.500	0.256	0.541
VAL-om	0.374	0.568	0.003
HYP	0.064	-----	<0.001

Fisher検定による. \*\*: p<0.01

## 平成 13 年度厚生科学研究

### 「摂食・嚥下障害の治療・対応に関する統合的研究」

#### 分担研究項目

「経管栄養管理者に対する肺炎予防のための摂食機能訓練の効果について」

#### 研究報告書

分担研究者 植田耕一郎 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻  
摂食・嚥下障害学分野加齢歯科診療室

#### 研究要旨

経管栄養管理下における全介助状態の高齢者 21 名（平均年齢 88.5 歳，男性 2 名，女性 19 名）に対して，定期的な摂食機能訓練が肺炎の発生頻度に与える影響を明らかにする目的で，2 年 6 ヶ月間の調査を行った。口腔ケアのみの対応群 10 名（非訓練群），口腔ケアと摂食機能訓練の対応群 11 名（訓練群）の 2 群に分けて，週 1 回の割合で，歯科医師が対応し，両群の肺炎発生回数について前方視的に，1999 年 7 月より 2001 年 12 月までの 2 年 6 ヶ月間追跡し，各年ごとの肺炎発症回数を調査した。追跡し得た非訓練群 9 名の肺炎発生回数の平均値は各年ごとに減少したものの，それらの間に統計的有意差は認められなかった。それに対し，追跡し得た訓練群 9 名では，1999 年と 2000 年，および 1999 年と 2001 年との間で肺炎発生回数に統計的に有意な減少が認められた。すなわち，本研究から，経管栄養管理下で ADL が全介助状態の高齢者に対して，専門的口腔清掃に加え週 1 回の摂食機能訓練を行うことが，肺炎予防に貢献できることが明らかとなった。

#### A.研究目的

近年，肺炎予防としての口腔ケアの意義が強調されるようになってきた。

著者らは，昨年まで，本研究（摂食障害の治療・対応に関する統合的研究）の分担項目として，要介護高齢者に対して，専門的口腔ケアの介入が口腔衛生状態の改善にどれだけ有効であるかを知る目的で，口腔ケア介入頻度別に調査を行ってきた。その結果，疾患慢性期から安定期に至る要介護者に対して，週に 1 回の介入の場合 12 週後，2 週に 1 回の

割合の場合，22 週後に口腔衛生状態の改善が認められ，4 週に 1 回の割合の介入では改善が期待できないという結論を得た。

今回は，さらに障害が重いと推定される経管栄養管理下における全介助状態の高齢者に対して，定期的な摂食機能訓練が肺炎の発生頻度に与える影響について，2 年 6 ヶ月間の調査を行ったので報告する。

#### B.研究方法

対象は，新潟市内の高齢者介護施設入所者



において、経管栄養管理下で全介助状態（日常生活動作 FIM の各項目が 1 点）にある者 21 名、平均年齢 88.5 歳、男性 2 名、女性 19 名を対象とした。多発性脳梗塞および脳血管性痴呆 14 名、老人性痴呆 7 名であった。

口腔ケアのみの対応群 10 名（以下、非訓練群と略す）、口腔ケアと摂食機能訓練の対応群 11 名（以下、訓練群と略す）の 2 群に分けて対応し、両群の肺炎発生回数について、1999 年 7 月より 2001 年 12 月までの 2 年 6 ヶ月間について各年ごとに調査をした。両群の年齢には有意差がなかった。両群への対応は、週 1 回の割合で、歯科医師により行われた。それ以外の日は、施設の寮母により口腔清掃が施されたが、歯科医師から寮母に口腔清掃法についての特別な指導は行わなかった。

口腔ケアは、スポンジブラシにて口唇を湿润することから開始し、頬粘膜、口蓋、舌を各々前後あるいは左右に 10 往復擦った。歯が残存している者に対しては、歯ブラシ、歯間ブラシを用いて機械的清掃を行った。加えて、摂食機能訓練は間接的訓練として、頸部マッサージ、口唇と頬のストレッチ運動、電動歯ブラシによる頬と舌の振動刺激訓練、および、直接的訓練として 1.6%ゼラチンゼリー 40ml の経口摂取を行った。その際の摂食姿勢は、一般に最も容易とされる 30 度仰臥位頸部前屈位とした。

ゼラチンゼリー摂取に当たっては、OLYMPUS 社製鼻咽腔ファイバースコープ Type XP（ファイバー外径 1.8 mm）を経鼻栄養チューブ挿入部位の反対側から挿入し、軟口蓋鼻咽腔閉鎖機能、声帯閉鎖機能、咽頭

部残留物の貯留状態、ファイバーによる触感覚を観察した後、開始した。またゼリー摂取時も咽頭部での残留、嚥下直後の気道への流れ込みの有無について、適宜確認し、安全性の確保に努めた。

肺炎の診断は、胸部レントゲン検査、血液検査の所見を基に介護施設に勤務する内科主治医により行われた。

### C. 研究結果

経過中、栄養法が変更されたものはなかった。非訓練群 10 名中、1 名は 2001 年 10 月に心不全にて死亡したため、2001 年末までに経過を追跡できたのは 9 名であった。各年ごとに肺炎発生回数の平均値は減少したものの、それらの間に統計的有意差は認められなかった (fig 1)。

訓練群 11 名のうち、2001 年 2 月と 9 月に老衰と心不全により 2 名が死亡したので、2001 年末までに経過を追跡できたのは 9 名であった。1999 年と 2000 年、および 1999 年と 2001 年との間で肺炎発生回数に統計的に有意な減少が認められた (fig 2)。

有意差検定には、One Way Repeated Measure ANOVA を用いた。

### D. 考察

今回の対象者 21 名が経管栄養管理となった契機は、「肺炎の発症」「食事介助に長時間を要する」「口腔に食物を取り込ませてもすぐに吐き出し、食事を拒否するようになった」などであった。そして、経過中、栄養法が変更されたものはなかった。従って、対象者は、原疾患や病態が定常状態になっており、

かつ、一定の頻度で肺炎を併発している状況にあるといえた。

非訓練群において、年平均肺炎発生回数は減少傾向を認めたものの、中には肺炎発生回数が増加した例もあったために、統計的な有意差とはならなかった。従って、経管栄養管理下で ADL が全介助状態の高齢者に対しては、週 1 回の専門的口腔ケアの対応は、肺炎予防という観点において、その効果には限界があるものと推測された。

一方、訓練群では、肺炎の発生回数が顕著に減少した。これは、統計的に明らかであった。今回用いた訓練には、食物を使わないので理論的に安全とされる間接的訓練に加え、誤嚥した場合、肺炎を誘発する可能性がないとは断定できない直接訓練も含んでいた。しかし、近年、注意深い観察のもとに行われるゼラチンゼリー摂取を中心とした直接的訓練は、安全性が高いと考えられるようになってきた。すなわち、ゼラチンゼリーは COO<sup>-</sup>、CH<sub>3</sub><sup>+</sup>の親水基を含んでいるために凝集性が高く、周辺の物を取り込む物性がある。したがって、ゼラチンゼリーを摂取することにより、口腔内および咽頭部残留物や上皮残渣を取り込みながら、摂食・嚥下器官の洗浄効果も期待できると思われるからである。

今回の場合、口腔ケアに加え、これら直接訓練を含む摂食機能訓練の実施により、機能時唾液の分泌を促進し、口腔内、咽頭部の自浄作用を向上させ、口腔環境とその機能の改善をもたらしたと思われる。また、経口摂取が意識覚醒の改善を生み、それが日常の嚥下機能の促進につながった可能性がある。

このような機序を通し、結果として、肺炎発生率の低下を達成できたものと思われる。

さらに、摂食機能訓練は、肺炎予防のみならず摂食・嚥下器官の廃用を予防するために必要と考えられるため、経管栄養管理下であっても、安全性を確認しながら少量の定期的な経口摂取を含む訓練が有効と考えられた。

#### E.まとめ

痴呆の進行に伴い食事介助時間が増加し、栄養が不足し、経管栄養へ移行するという状況が散見される。今回の検討で、経管栄養管理下にある ADL が全介助状態の高齢者に対して、専門的口腔清掃に加え、週 1 回の摂食機能訓練を行うことにより肺炎予防に貢献できることが強く示唆された。

今後は、能率的な介護を推進するために、障害の重症度別による口腔ケアと摂食機能訓練の手技の確立、および摂食機能訓練の頻度別による肺炎発生予防の効果について検討する必要がある。また、機能改善の指標も含めて、その効果発現の機序の詳細を明確化した。

#### F.参考文献

- 1) 植田耕一郎：脳血管障害者の口腔の疾患と補綴治療。老年歯学第 16 巻第 3 号，320-326，2002。
- 2) 植田耕一郎：脳卒中患者の口腔ケア，医歯薬出版，東京，2000。

表 各年における肺炎発生回数

非訓練群

患者名 年	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1999	4	3	4	2	2	1	1	1	0	3
2000	3	2	2	2	0	2	2	1	1	3
2001	0	3	1	2	1	0	0	1	0	*

訓練群

患者名 年	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
1999	4	4	3	3	3	3	2	1	0	4	2
2000	2	1	2	3	2	0	1	0	0	1	2
2001	0	1	1	0	0	0	0	0	0	*	*

\* 死亡

Fig1 非訓練群(10名)

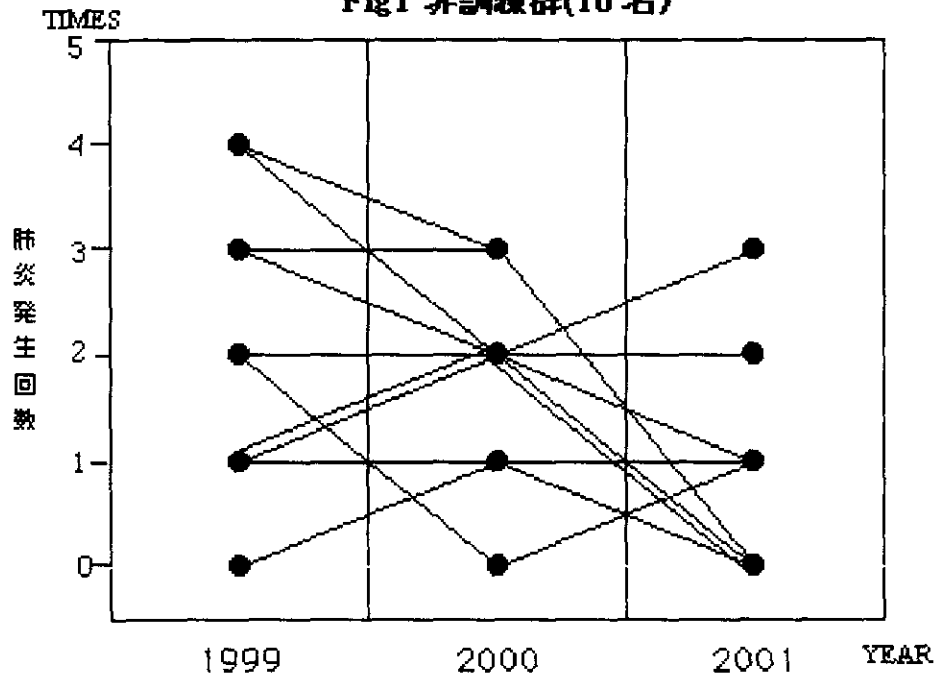
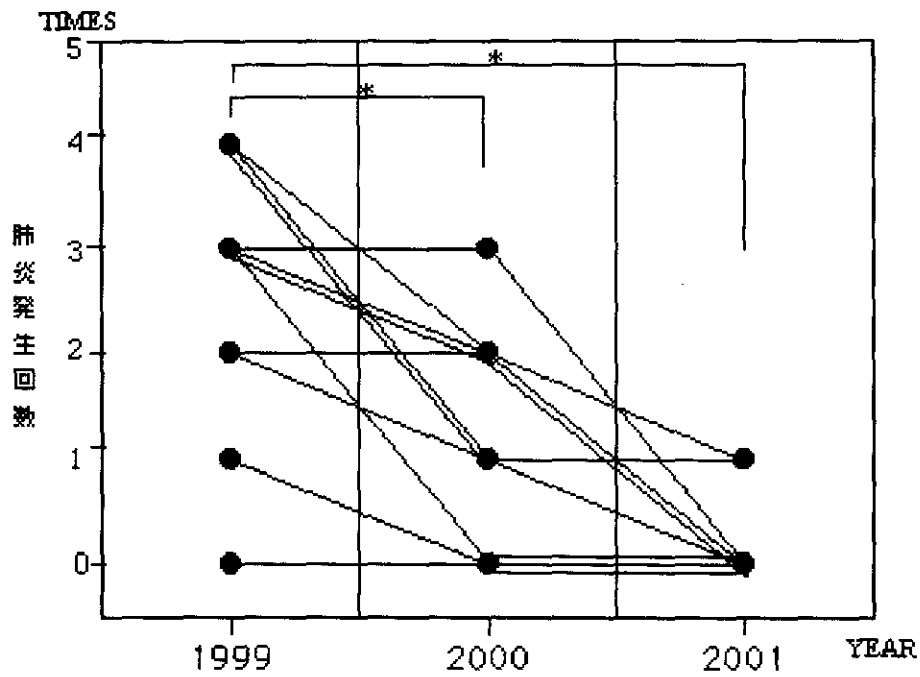


Fig 2 訓練群 (11名)



One Way Repeated Measures ANOVA  $p < 0.05$  \*有意差あり