《原　著》

食道動態シンチグラフィーの有用性の検討

相澤　信行*　明石　恒浩*　原　芳邦*　三井　民人**
守谷　孝伸**　鈴木　豊***

要旨　食道動態シンチグラフィーの有用性につき検討した．対象は，健常成人（正常群）34例，食道炎症状を呈し上部消化管内視鏡を施行した例（食道炎群）16例である．方法はTc-99m DTPA 0.3 mCiを嚥下させ，以後15秒ごとに40回嚥下運動を繰り返させた．食道に関心領域をとりこの時間放射能曲線を作成し，t回目のクリアランス率Ctを $Ct=(E_{max}-Et)/E_{max}\times 100$ (Et: t回目の15秒間の放射能，E_{max}: Etの最大値）としクリアランスカーブを作成した．正常群，食道炎群のそれぞれのクリアランスカーブの平均を求めた．食道炎群は正常群に比べて食道運動機能の低下，すなわち食道のクリアランスの低下があると考えられた．異常例に対して病態に応じて与薬を行いクリアランスカーブの正常化があった．本検査法は簡便かつ安全であり，より生理的に軽度の食道運動機能異常を検出しうると考えられた．また，病状の変化の追跡にも有用と考えられた．

I. はじめに

食道運動機能検査にはManometry法，Cine-esophagography法，Acid Clearance法等がある[1~3]が，いずれの方法も食道には通常にはない侵襲が加わっており生理的とはいえない．また，手技も簡単とはいえず，客観的評価もやや困難である．われわれは，当初Tolinら[4]が発表した食道動態シンチグラフィーに改良を加えた方法で，より生理的，客観的にまた，より感度よく食道運動機能を評価し得たので報告する．

II. 対象および方法

1. 対　象

対象は，1. 健常成人群，すなわち上腹部症状の全くない茅ケ崎徳洲会病院に勤務する職員34例（男24例，女10例，平均32.4歳），および，2. 食道炎症状群，すなわち昭和59年9月より昭和60年7月まで茅ケ崎徳洲会病院に受診した胸やけ，胸骨後部痛，嚥下痛のいずれかの症状のある患者で，上部消化管内視鏡検査を施行した例，16例（男6例，女10例，平均50.4歳）の計50例である．

2. データ収集

データ収集には低エネルギー高分解能コリメータを使用し，東芝性GCA90A型シンチカメラとGMS 55A型データ処理装置をオンラインで接続し検査を行った．単シロップ2 m*l*，水10 m*l*，Tc-99m diethylene-triamine pentaacetic acid（以下Tc-99m DTPAと略す）0.3 mCiの混合液を検査液として，患者の口に含ませ，背臥位にて位置ぎめをした．合図により，検査液を一気に嚥下させ，15秒ごとに10分間計40回の嚥下を繰り返させた．データは，マトリックスサイズ64×64，プリセットタイム15秒とし40枚10分間収集した．

3. データ処理

データ処理は，口咽頭および食道に関心領域をとり（Fig. 1）時間放射能曲線を作成し，t回目の嚥下の食道通過率Ctを

* 茅ケ崎徳洲会病院内科
** 同　放射線科
*** 東海大学医学部放射線科
受付：61年4月17日
最終稿受付：61年8月4日
別刷請求先：神奈川県大和市中央4-4-12　(〒242)
大和徳洲会病院内科
相　澤　信　行

Presented by Medical*Online

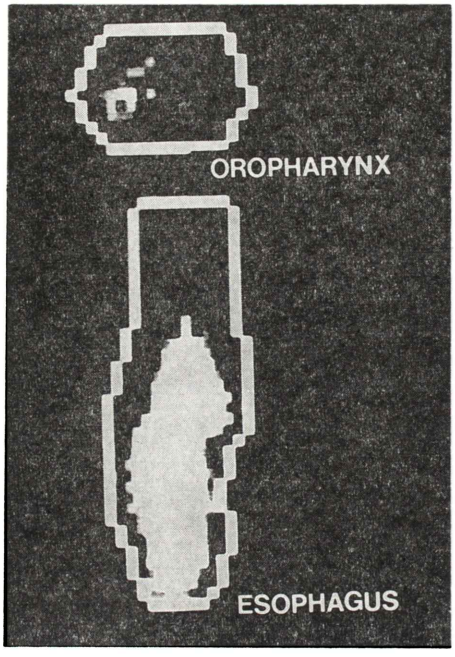


Fig. 1 ROI of the esophagus and oropharynx.

$$Ct=\frac{E_{max}-Et}{E_{max}}\times 100$$

Et: t 回目の嚥下から t+1 回目の嚥下までの15秒間の放射能 E_{max}: Et の最大値

として求めた．分子 $E_{max}-Et$ は，t+1 回目までに嚥下された放射能量，分母 E_{max} は1回に嚥下された放射能量の最大値を示している．食道通過率 Ct を縦軸，嚥下回数を横軸にとり，クリアランスカーブを作成した．また，C_{36}–C_{40} は40回の嚥下をしたが，これ以上嚥下を繰り返しても食道から放射能がなくならない時期の食道通過率と考えられ，この C_{36}–C_{40} の5個の値の平均値を，被験者の最終的な食道通過率の指標とし，これを全通過率 (Total Percent Clearance) と定義した．全通過率の約80%の時点でクリアランスカーブはプラトーに達する場合が多く，全通過率の80%に達する最小の嚥下回数 (単位，回) を初期通過指標 (Early Clearance Index) と定義し，初期の通過状態の指標とした．以上の指標を各被験者

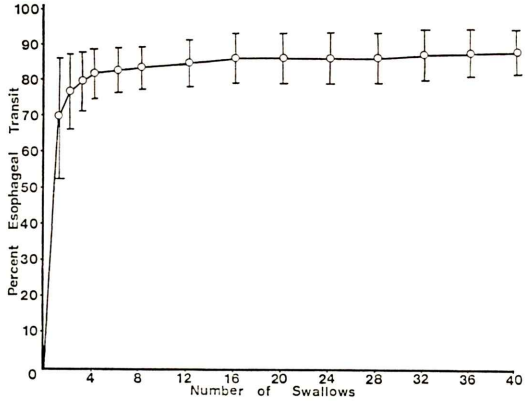


Fig. 2 Average clearance curve of the normal subjects.

について求めた．健常成人および食道炎症状群につき，クリアランスカーブ，全通過率，初期通過指標の各平均および標準偏差を求め比較検討した．

III. 結 果

1. 健常成人のクリアランスカーブを Fig. 2 に示した．健常成人では，最終的な通過率すなわち全通過率は89.3%で，その80%になる最小の嚥下回数すなわち初期通過指標は平均1.6回であった．

2. 食道炎症状例の内視鏡所見は，食道の発赤のみ3例，食道に発赤とびらんのあった例4例，食道に発赤，びらんと隆起のあった例2例であり，7例は食道に異常所見はなかった．この7例のうち表層性胃炎が4例あったが，他の3例は胃にも有意な所見はなかった．食道炎症状群の症状の内訳は，胸やけは全例にあり，胸骨後部痛と嚥下痛は2例ずつあった．また，立位よりも臥位で悪化した例が13例にあった．メトクロプラミド，マーロックス，コランチルのうちの1剤または2剤を含む内服薬で治療され，全例2–4週間後に症状の改善を確認した．

3. 食道炎症状群の平均クリアランスカーブを健常成人例と同スケールとして Fig. 3 に示した．食道炎症状例では健常成人例に比べて有意に全通過率は低下し，初期通過指標は遅延していた

Presented by Medical*Online

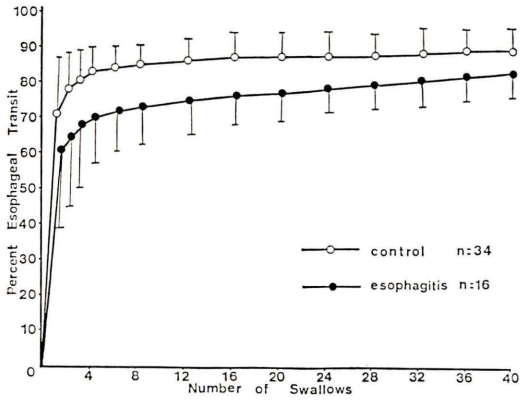


Fig. 3 Average clearance curves of the patients with esophagitis and normal subjects.

Table 1 Quantitative assessment of esophageal scintigraphy

	Cases	Total percent clearance (%)	Early clearance index (times)
Control	34	89.3±4.3*	1.6±1.3
Esophagitis	16	81.2±5.0	5.7±5.0

* $p<0.05$

Table 2 Correlation of endoscopic findings and scintigraphic findings

Scintigraphic abnormality	Endoscopic abnormality	
	(+)	(−)
(+)	9	5
(−)	0	2

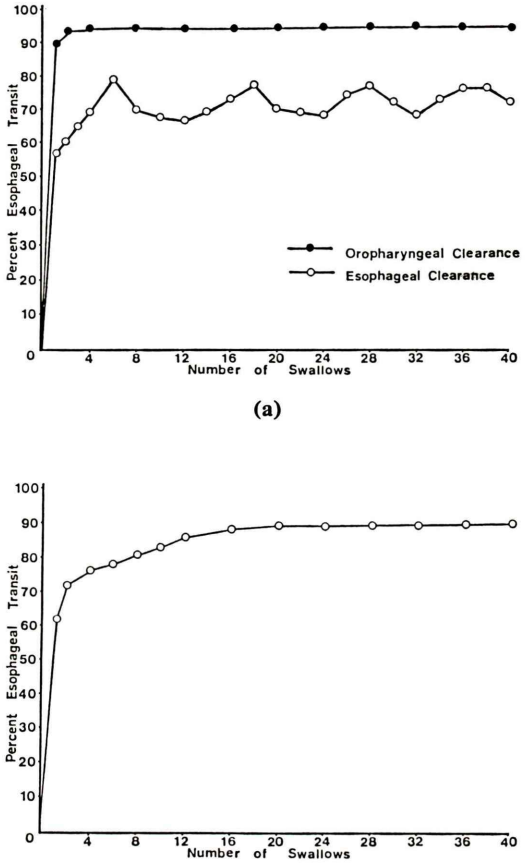
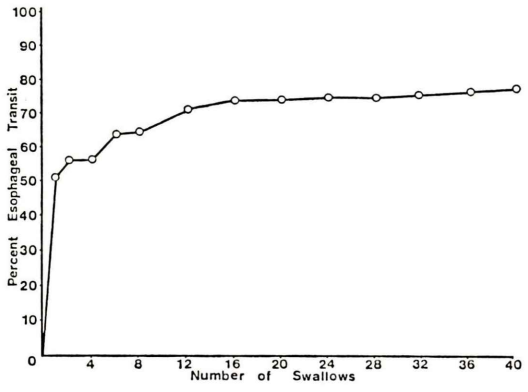


Fig. 4 (a) Clearance curve of a case of 49 year-old-male with retrosternal pain.
(b) Post-treatment with antacid and metoclopramide.

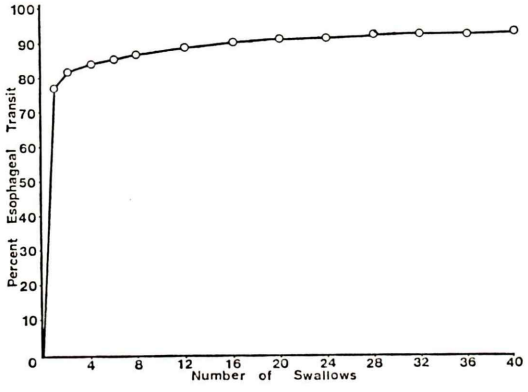
(Table 1). 上部消化管内視鏡所見で食道に発赤，びらん，隆起のあるものを異常所見とし，食道動態シンチグラフィーにおいて健常成人の平均±2 SD (標準偏差) をこえるもの，すなわち全通過率80%以下または初期通過指標3回以上を異常とすると，上部消化管内視鏡検査で異常を呈して食道動態シンチグラフィーが正常なものは一例もなかった．逆に，食道動態シンチグラフィーが異常で，上部消化管内視鏡が正常な例が5例あった (Table 2). この5例は，全例，立位よりも臥位で胸やけが悪化しており，制酸剤とメトクロプラミドで症状が改善していることより，臨床上食道炎と考えられた．また，食道動態シンチグラフィー所見および上部消化管内視鏡検査所見ともに正常な症例が2例あるが受診から上部消化管内視鏡検査施行までに1例は3日もう1例は4日ありこの間投薬されていたために所見が改善した可能性がある．

4. 症例1. 49歳男性．2か月前より胸骨後部に時々痛みが出現していた．食道動態シンチグラフィーを施行したところ (Fig. 4a) クリアランスカーブは波動状を呈した．口咽頭の通過率は95%以上で口咽頭の障害は否定的であるため，胃からのアイソトープの逆流によるものすなわち，逆流

Presented by Medical*Online



(a)



(b)

Fig. 5 (a) Clearance curve of a case of 76 year-old-female with angina-like chest pain.
(b) Post-treatment with calcium channel blocking agent and metoclopramide.

性食道炎と診断した．内視鏡所見では，食道下部に発赤と多数のびらんがあった．制酸剤およびメトクロプラミドで治療し，Fig. 4b のように，クリアランスカーブは正常パターンに近いものとなった．

5. 症例 2. 71歳女性．半年前より左前胸部痛があり，特に早朝に出現していた．狭心症が疑われたが，冠状動脈造影，負荷心電図等には異常は認められなかった．食道動態シンチグラフィーを施行したところ (Fig. 5a) 食道運動機能異常があり，狭心症に似た胸痛を有することより食道攣縮と考えた．内視鏡所見は食道下部に発赤が強く多数のびらんがあった．食道造影上，特徴的な数珠状の変化があり，食道攣縮を診断した．カルシウム拮抗剤，メトクロプラミド等にて治療したところ自覚症状は消失し，食道動態シンチグラフィーも正常パターンとなった．

6. 食道動態シンチグラフィー施行中に副作用，合併症は一例もなく，安全に検査が施行された．

IV. 考 案

食道動態シンチグラフィーは粘度が水とほぼ同じと考えられる検査液を嚥下するのみで行え，全く非侵襲的で生理的である．検査液に単シロップを混ぜることにより，被験者の口の中の検査液の存在を認識させるだけでなく，唾液の分泌を促してより生理的な wet swallow としている．Tc-99m DTPA を使用したのは食道，胃，腸管からの吸収がないからである．データ処理は，オンラインで接続したコンピュータによって行われ即座に結果を得ることが可能で誰にでも操作できる．

シンチグラフィー上，口咽頭部，食道部，胃部は容易に分離可能である．口咽頭部にも関心領域をおくのは確実に嚥下されているのを確認するためである．これにより，症例 1 のようにクリアランスカーブが波動状を呈した時にこの原因が口咽頭からアイソトープが徐々に嚥下されたものか，胃からの逆流かが鑑別可能である．

食道炎を起こす機序として，胃内容の食道への逆流や食道クリアランスの低下があり[3]食道動態シンチグラフィーは，これを容易に検出し得るものと考えられる．食道炎はこれらの機序に対して食道粘膜組織の破壊が起こり生じるものであり，食道粘膜組織の破壊までに至らない機能的な異常をも，本検査で評価することが可能かもしれない．上部消化管内視鏡が正常にもかかわず食道動態シンチグラフィーが異常な症例があるのは以上のような機序によるものと考えられる．

メトクロプラミドは胃排出能を促進し[5,6]下部食道括約筋圧を上昇させ，逆流性食道炎に有効である[7,8]．症例 1 では，メトクロプラミドの有効

Presented by Medical*Online

性を食道動態シンチグラフィーによって証明したものと考えられる．

最近，狭心症に似た胸痛発作をきたす食道運動機能異常すなわち Diffuse esophageal spasm が注目されているが，その診断は必ずしも容易ではない[9]．食道動態シンチグラフィー法は Diffuse esophageal spasm に対して Manometry 法で異常な例には100％陽性である[4]．症例2は，Diffuse esophageal spasm を考え，カルシウム拮抗剤[10]等を投与したところ，食道動態シンチグラフィー上改善を認め，本検査が病状の変化を追跡する手段としても有用と考えられた．

食道運動機能についての検査は Manometry 法，Cine-esophagography 法，Acid Clearance 法等があるが，いずれの方法も食道には通常存在しない侵襲が加わっているために，必ずしも生理的とは言えない[1~3]．Manometry 法は，侵襲的かつ技術的に誰もが可能という検査ではなく，患者の協力も必要である．また食道運動機能を考える時には食道の圧よりも，具体的な食道のクリアランスを測る方が，より生理的な機能をみていると考えられる．Cine-esophagography 法では客観性に乏しく，その解釈も観察者によって異なる．被曝量は食道動態シンチグラフィーが約 40 mrad であるのに対して 5–10 rad とかなり大である．Barium は非生理的で食道内ではたして通常の水や食物と同じ動きをするかどうかは不明である．Acid Clearance 法は，pH メーターを食道内に入れるという点で侵襲的，非生理的である．

以上より，食道動態シンチグラフィーは，従来の食道運動機能検査に比べて生理的，非侵襲的，簡便であり，今後，食道運動機能のスクリーニング法として[11]だけでなく，各疾患における食道運動機能を客観的に評価し，病状の変化を追跡する手段として有用な検査法と考えられた．

V. まとめ

食道動態シンチグラフィーの正常パターンを求めた．上部消化管内視鏡を施行した食道炎症状例の食道動態シンチグラフィーの平均的パターンを求め正常パターンと対比した．食道動態シンチグラフィーは簡便，安全かつ非侵襲的であり，食道運動機能異常を検出するスクリーニングとなる鋭敏な検査であり，病状の客観的評価法も可能でその追跡手段としても有用である．

文　献

1) Kikendall JW, Johnson LF: Tests of esophgeal Function, in Esophageal Function in Health and Disease, ed by Castell DO, Johnson LF, pp. 187–209, Elsevierbiomedical, 1983
2) Dats FL: The role of Radionuclide Studies in Esophageal Disease. J Nucl Med **25**: 1040–1045, 1984
3) 常岡健二，三輪　剛，関口利和：上部消化管運動障害．文光堂，東京，1985
4) Tolin RD, Malmud LS, Rerlly J, et al: Esophageal Scintigraphy To Quantitative Esophageal Transit (Quantitation of Esophageal Transit). Gastroenterol **76**: 1402–1408, 1979
5) Hancock BD, Jones BE, Dixon R, et al: The effect of metclopramide on gastric emptying of solid meals. Gut **15**: 462, 1974
6) Meeroff JC: The effect of metoclopramide on human gastric emptying and secretion. Acta Gastroenterol Latinoam **6**: 55–61, 1974
7) McCallum RW, Kline MM, Curry N, et al: Comparative effects of metoclopramide and bethanecol on lower esophageal sphincter pressure in reflex patients. Gastroenterol **68**: 1114, 1970
8) Winnan J, Auella J, Callachan C, et al: Double blind trial of metclopramide versus placebo-antacid in symptomatic gastroesophageal reflux (abstract). Gastroenterol **78**: 1292, 1980
9) Richter JE, Castell DO: Diffuse esophageal spasm: a reappraisal. Ann Intern Med **100**: 242, 1984
10) Nasrallah SM: Nifedipine in the treatment of diffuse esophageal spasm. Lancet **2**: 1285, 1982
11) 相沢信行，明石恒浩，鈴木　豊：食道動態シンチグラフィーの臨床例．臨床核医学 **52**: 58, 1985

Presented by Medical*Online

Summary

Clinical Assessment of Esophageal Scintigraphy

Nobuyuki AIZAWA*, Tsunehiro AKASHI*, Yoshikuni HARA*,
Tamito MITSUI**, Takanobu MORIYA** and Yutaka SUZUKI***

**Department of Internal Medicine, **Department of Radiology,*
Chigasaki Tokushuukai Medical Center, Kanagawa,
****Department of Nuclear Medicine, School of Medicine, Tokai University, Kanagawa*

We have evaluated the usefulness of the esophageal scintigraphy. Study subjects included 34 normal volunteers and 16 patients with symptoms of esophagitis, who had been evaluated endoscopically beforehand.

Three hundred microcurie of ^{99m}Tc-DTPA solution was administered orally, which was followed by serial swallows at 15 sec. intervals for 40 times. Count rates over the esophageal area of interest were obtained and the clearance curve was made with the following formula: $Ct=(E_{max}-Et)/E_{max} \times 100$ where Ct represents percent esophageal transit at time t; E_{max}, the maximal count rate; and Et, the count rate at t. The following 2 indices were obtained from clearance curves. The 1st index was total clearance; average Ct from C_{36} to C_{40}. The 2nd one is early clearance index; a minimum number of swallows requiring 80% of total clearance. The 2 indices were compared between the normal subjects and patients with the symptoms of esophagitis. The total percent clearance of the patients with the symptoms of esophagitis was significantly lower than that of normal subjects. The early clearance index of the patients with symptoms of esophagitis is delayed in comparison with that of normal subjects. These indices were more sensitive in diagnosis of esophagitis than endoscopy.

Among patients with deranged clearance curves, normalization of each curve was observed after the appropriate therapy.

Key words: Esophageal scintigraphy, Esophagitis, Esophageal transit, Esophageal dysmotility.

Presented by Medical*Online