

## 반고형식을 이용한 정적 흡인 영상법

가천의과대학교 길병원 핵의학과  
윤민기 · 황경훈 · 최원식

### A Static Scintigraphy for Imaging Aspiration Using Semi-Solid Food

Minki Yoon, M.D., Kyung Hoon Hwang, M.D., and Wonsick Choe, M.D., M.P.H.

Department of Nuclear Medicine, Gachon University Gil Medical Center, Incheon, Korea.

**Purpose:** Aspiration scintigraphy is a procedure of nuclear imaging to evaluate aspiration and of quantifying the amount of aspirate. The ultimate goal of our study is to define the correlation between aspiration and aspiration pneumonia by aspiration scintigraphy, and this is a preliminary report of its trial. **Materials and methods:** Ten patients with positive findings by videofluoroscopy were selected. The patients ingested semi-solid food containing Tc-99m tin colloid 92.5 MBq (2.5 mCi) and images were acquired immediately after the ingestion and 3 hrs later. A fraction of aspiration to the ingested was calculated using an equation with a decay correction. **Results:** Five patients were interpreted positive by aspiration scintigraphy. Four patients were positive at initial images and the fractions of aspiration were 0.11%, 0.11%, 0.81%, and 0.11%. The one patient who was shown aspirated at both images had initial 5.82% and delayed 2.26%. **Conclusion:** Aspiration scintigraphy enables us to localize the aspiration at any desired time of the test and to quantify its amount. Follow-up studies are warranted. (Nucl Med Mol Imaging 2006;40(6):327-331)

**Key Words:** aspiration, aspiration pneumonia, aspiration scintigraphy, Tc-99m tin colloid, videofluoroscopy

## 서 론

흡인(aspiration)과 흡인성 폐렴(aspiration pneumonia) 사이에는 어떤 상관관계(correlation)가 있을까? 본 연구의 문제의식은 여기에서 비롯된다. 기도흡인(tracheal aspiration)이란 위 내용물이나 인두 분비물이 후두와 하기도로 흡인되는 것을 말한다.<sup>1)</sup> 기도흡인은 비위관(nasogastric tube)을 통해 영양공급을 받는 중환자나 장기입원 환자의 흔한 합병증이다. 그런데, 이러한 기도흡인이 일어나는 모든 환자에게서 흡인성 폐렴이 반드시 일어나는 것은 아니다. 그렇다면, 도대체 어떠한 경우에 기도흡인이 흡인성 폐렴으로 진행되고 어떠한 경우에는 흡인성 폐렴으로 진행하지 않는걸까? 이 문제를 풀기 위해서 반드시 선행되어야 할 작업은 기도흡인의 유무를 확인하는 일이다. 기도흡인의 유무를 확인하는 기존의 방법으로는 조영제를 이용한 비디오투시연하검사(videofluoroscopy: VF)가 있다. 이 방법은 조영제를 마시면서

서 X-선 촬영을 시행함으로써 마시는 동안 후두-기도에서 발생하는 흡인의 상태를 확인할 수 있다는 장점은 있으나 흡인된 물질의 시간에 따른 경과를 추적할 수 없으며 정량화할 수 없다는 제한점이 있다. 본 연구는 기도흡인의 유무를 확인함과 더불어 흡인된 양을 정량화하고 시간에 따른 경과를 관찰하기 위해 방사성동위원소 화합물을 사용하였다. 이 방법은 기존의 식도통과시간(esophageal transit time) 및 위 배출시간(gastric emptying time) 검사방법을 변용한 것이다. 외국에서는 이 방법론을 가지고 다양한 연구가 시도되고 있으나 우리나라에서는 연하곤란증의 정량적 평가를 위해 신티그래피(scintigraphy)를 활용한 1예가 있을 뿐 흡인과 흡인성 폐렴의 상관관계를 밝히고자 시도한 연구는 현재까지 없다.<sup>2-7)</sup> 본 연구에서는 기도 흡인의 유무 확인 또는 정량화를 위해 방사성동위원소를 활용하여 감마카메라로 촬영(imaging), 정량화(quantification) 하는 일련의 과정을 "흡인 영상법(aspiration scintigraphy)"이라 명명하고자 한다. 본 연구의 최종 목적은 흡인 영상법을 통해 기도흡인과 흡인성 폐렴의 상관관계를 규명하는 것이고, 그 목적을 향한 첫 단계 작업인 흡인 유무의 확인 및 정량화의 결과를 보고한다.

• Received: 2006. 7. 28. • Accepted: 2006. 10. 16.  
• Address for reprints: Wonsick Choe, M.D., M.P.H. Department of Nuclear Medicine, Gachon University Gil Medical Center #1198 Guwol-dong, Namdong-gu, Incheon 405-760, Korea  
Tel: 82-32-460-3310, Fax: 82-32-460-3313  
E-mail: wchoe@gilhospital.com

Table 1. Imaging Results

Patient	Sex	Age	Medical history	Aspiration scintigraphy		Videofluoroscopy
				Percentage of aspiration (%)	Result	
1	M	72	Cerebral infarction	I: 0.11	Aspirated	Aspirated
2	M	59	ICH		No	Aspirated
3	M	44	Hypoxic brain damage	I: 0.11	Aspirated	Aspirated
4	M	61	ICH		No	Aspirated
5	M	61	ICH	I: 0.81	Aspirated	Aspirated
6	M	62	ICH		No	Aspirated
7	M	70	ICH	I: 0.11	Aspirated	Aspirated
8	M	58	Cerebellar infarction		No	Aspirated
9	M	30	Aneurysmal rupture		No	Aspirated
10	M	76	ICH	I: 5.82 D: 2.26	Aspirated	Aspirated

M: male, ICH: intracerebral hemorrhage, I: initial, D: delayed

## 대상 및 방법

### 1. 대상

뇌출혈, 뇌경색 등 뇌손상이 발생한 후 연하장애가 의심되는 환자들을 대상으로 하였다(Table 1). 2004년 4월부터 6월까지 가천의과학대학교 길병원 재활의학과 입원환자들 중에서 임상적으로 흡인이 의심되고 앉아서 보호자의 도움으로 식사가 가능한 환자들을 선택하였다. 비디오투시연하검사에 의해 흡인이 확인된 10명의 남자 환자(평균연령: 59.4세)를 대상으로 흡인 영상법을 시행하였다.

### 2. 촬영방법

핵의학과 안정실에서 국 60 cc에 Tc-99m tin colloid 92.5 MBq(2.5 mCi)를 넣은 후 밥 100 g을 넣고 일회용 손가락으로 섞었다. 보호자로 하여금 환자의 식사를 돕게 하였고 안정실과 촬영실이 오염되지 않도록 교육시켰다. 환자는 앉은 상태에서 보호자의 도움으로 식사를 하였다. 식사 종료 후 환자의 기침 발생에 대비하여 마스크를 착용하도록 하였으며 가능한 빨리 초기 영상을 얻었다. 후두-기도의 위치를 추정하기 위해 갑상연골의 좌측에 방사성동위원소가 들어있는 주사바늘로 방사선사가 촬영 중에 표시(marking)를 하였다. 평행다중구멍조준기를 사용하므로 환자의 흉복부가 한 화면에 모두 포함되지 않기 때문에 두 장의 화면을 상하방향으로 붙였다. 이때에 기준점으로 이용되는 액와 위치에도 주사바늘로 촬영 중에 표시를 하였다. 촬영은 양와위자세(supine position)에서 정적영상(static image)으로 2분/image 동안 시행하였다(Vertex-EPIC, ADAC, USA). 초기 촬영 시에 구강부터 흉부를 포함한 전면(anterior: ANT) 사진 1장, 위(stomach) 부터 흉부가 포함된 전면사진 1장, 우전사면(right anterior oblique: RAO) 80도 사진 1장을 각각 찍었다. Tc-99m tin colloid의 인체 내에서의 물리적 붕괴(물리적

반감기: 6.02 시간) 및 생물학적 대사와 촬영실 상황을 고려하여 3시간 후에 초기촬영과 동일한 방식으로 모든 환자에서 지연영상(delayed image)을 얻었다.<sup>7)</sup> 초기영상의 전체계수를 알고 있는 Tc-99m의 반감기를 이용하여 보정함으로써 지연영상의 전체계수를 얻을 수 있어 지연촬영에서는 전면은 구강부터 흉부가 포함된 1장만 찍었고, 표시(marking)는 갑상연골에만 시행하였다.

### 3. 흡인의 유무확인 및 정량화

초기영상의 전면상 상하 두 장의 계수를 액와를 기준으로 합한 후 표시(marking)한 부분의 계수를 빼서 초기영상의 전체계수(total count)를 얻었다. 지연영상의 전체계수는 전술한 붕괴 보정(decay correction)을 하여 구하였다. 초기영상과 지연영상에서 흡인으로 보이는 관심영역(region of interest: ROI)을 그려서 흡인계수를 얻은 후, 다음의 식에 의해 초기영상 또는 지연영상의 흡인분율을 구하였다.

$$\text{흡인분율}(\%) = \text{흡인계수} \times 100 / \text{전체계수}$$

## 결 과

10명의 비디오투시연하검사 양성 환자 중에서 5명의 흡인 영상법 양성 환자가 있었다(Table 1). 초기영상에서 흡인이 있었던 5명의 환자 중에 우측 폐에만 흡인이 있었던 환자는 3명이었고, 기관절개술(tracheostomy)을 시행한 부위에 흡인이 되어 있는 환자가 2명, 양측 폐에 흡인이 되어 있는 환자가 1명이었다. 양측 폐에 흡인이 되어 있던 환자는 기관절개술을 시행한 부위에도 흡인이 되어 있었다. 3시간 후 지연영상에서 갑상선에 동위원소의 섭취가 5명의 환자에서 관찰되었다(Fig. 1). 초기 영상에서만 흡인을 보인 4명의 환자에서 흡인된 영역의 흡인분율은 각각 0.11%, 0.11%, 0.81%,

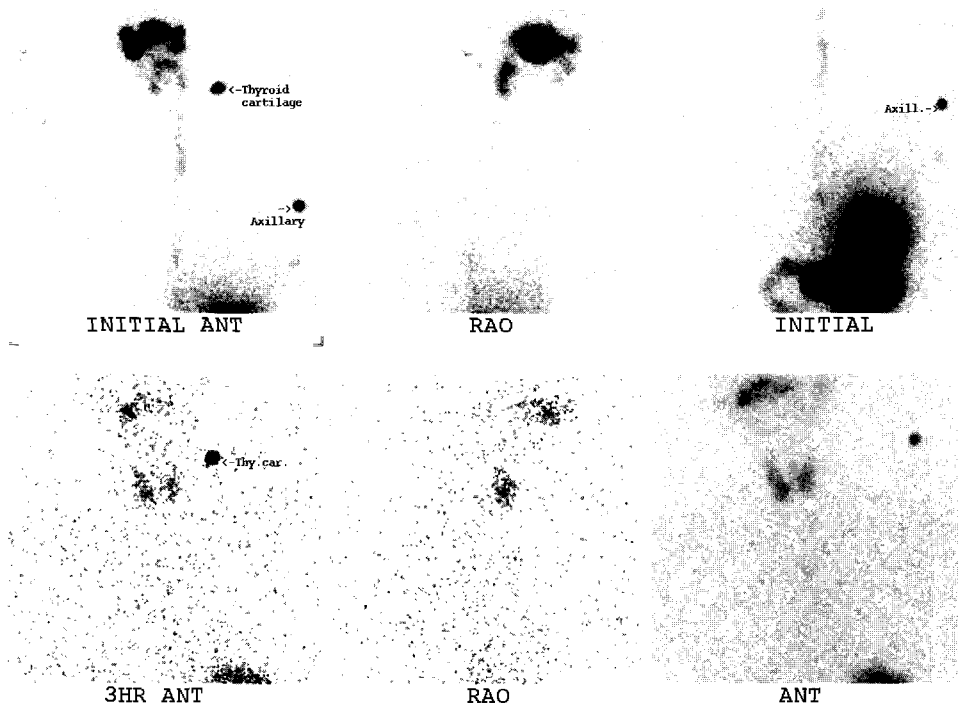


Fig. 1. A 30-year-old man with a history of aneurysmal rupture performed aspiration scintigraphy(No. 9). There is no evidence of aspiration. The thyroid uptake is observed in the delayed image. The third delayed image was obtained for more acquisition time to manifest the thyroid.

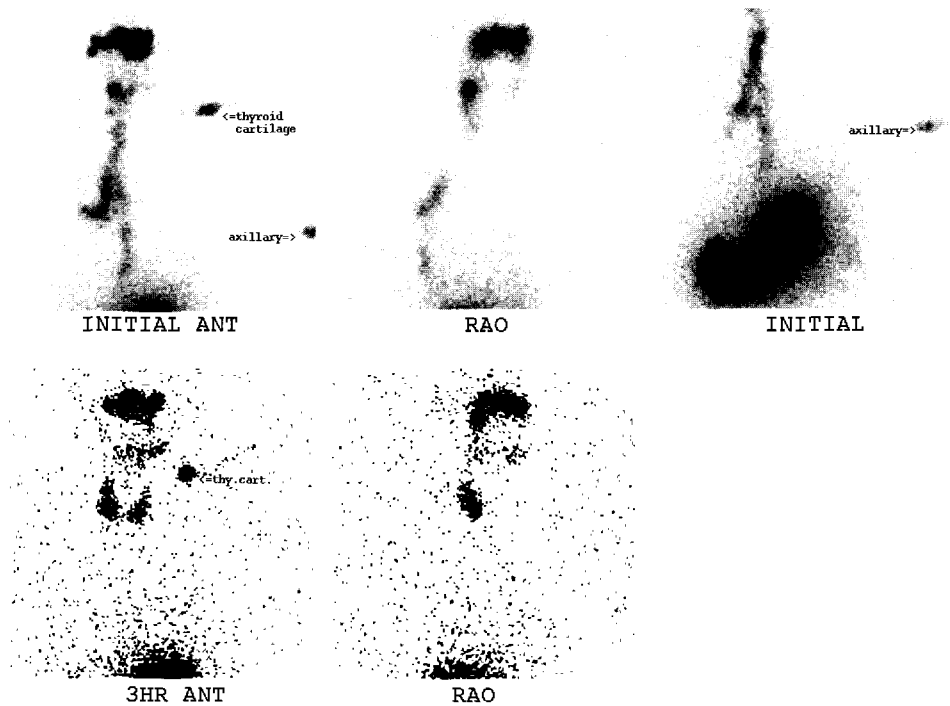
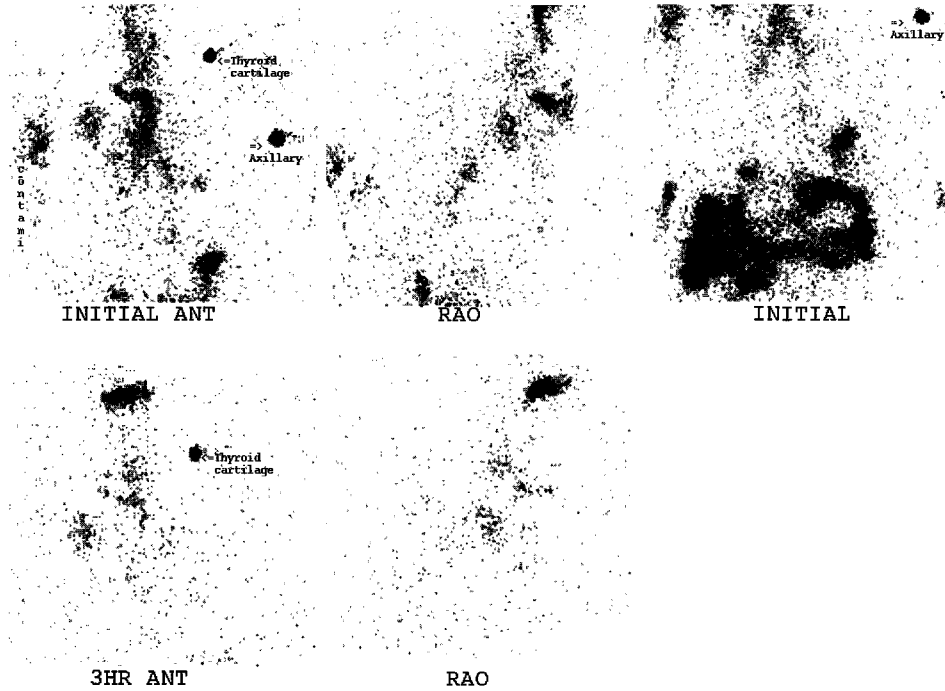


Fig. 2. A 61-year-old man with a history of intracerebral hemorrhage performed aspiration scintigraphy (No. 5). Linear uptake (percentage of aspiration: 0.81%) is observed in the right lung field in the initial image, but it is not seen in the delayed image. The thyroid uptake is observed in the delayed image.



**Fig. 3.** A 76-year-old man with a history of intracerebral hemorrhage performed aspiration scintigraphy (No. 10). Increased uptake is observed in the bilateral lung fields and the trachea in the initial image and persists in the delayed image. The initial percentage of aspiration is 5.82%, and the delayed percentage 2.26%.

0.11%였다(Fig. 2).

지연영상에서는 1명만이 흡인이 되어 있었으며 우측 폐와 기관절개술을 시행한 부위에 흡인이 되어 있었다(Fig. 3). 이 환자는 초기영상에서 양측 폐와 기관절개술을 시행한 부위에 흡인이 되어 있었으며 흡인분율은 초기에 5.82%, 지연에 2.26% 였다.

## 고찰

### 1. 방법에 대한 고찰

기존의 보고들이 방사성동위원소를 물에 타서 마시는 방법을 사용한 반면 본 연구는 환자가 평상시 먹는 음식의 종류와 형태에 가장 가깝게 하기 위해서 반고형식(semi-solid)을 택했다.<sup>7)</sup> 본 연구의 후속 주제인 식이 개선(diet modification)을 고려하여 한국적 상황에 맞게 밥을 물에 말아서 식사하도록 하였다.

Silver 등<sup>7)</sup>은 필요에 따라 코발트 표시(cobalt marker)를 락, 홍골 등에 부착하였으나 본 연구에서는 부착하지 않고 몸 밖에 위치하게 함으로써 전체계수를 구할 때 표시의 계수를 빼주기가 용이해졌다. 또한, 후두-기도 경계부위를 추정하기 용이하도록 갑상연골을 기준점으로 삼았다는 점과 전

체계수를 구하기 위한 방법으로 액와에 표시하는 방법을 제시했다는 점이 특징적이다. 지연영상의 흡인분율을 구하는 과정에서, 초기영상의 전체계수를 붕괴 보정에 의해 계산하여 얻음으로써 지연영상 시에 전체계수를 구하기 위한 촬영 작업을 없앨 수 있었고, 부가적으로 액와에 표시하는 번거로움을 줄일 수 있었다.

### 2. 결과에 대한 고찰

비디오투시연하검사서 흡인이 관찰된 10명의 환자 중에서 흡인 영상법으로 5명은 흡인이 관찰되었고(초기영상 5명 중 1명만이 지연영상에서 흡인이 관찰됨), 5명은 흡인이 관찰되지 않았다는 것은 몇 가지 해석의 가능성을 제시한다. 첫째, 비디오투시연하검사가 흡인 영상법 보다 더 예민하게 흡인을 발견해낸다. 둘째, 비디오투시연하검사를 통한 흡인의 확인이 일시적인 흡인의 관찰일 뿐 반드시 흡인 물질의 지속적인 기도 및 폐의 점유(occupation)를 의미하지는 않는다. 즉, 비디오투시연하검사에 의한 흡인의 관찰이 기존의 흡인의 정의(definition)를 만족시켜 주지만 기도-폐에서의 흡인 물질의 점유를 보장하지는 못한다. 셋째, 비디오투시연하검사와 흡인 영상법 초기영상의 결과 비교, 흡인 영상법 초기영상과 지연영상의 결과 비교는 시간의 경과에 따라 흡

인 물질이 제거되는 것을 보여준다. 요컨대, 지속의 범위(duration)를 얼마로 정하느냐에 따라 흡인의 정의를 일시적(transient) 흡인 또는 지속적(persistent) 흡인으로 세분하여 볼 수 있겠으나, 본 연구의 궁극적 관심사인 흡인성 폐렴의 유발 가능성 여부 및 기여도에 따라 흡인을 세분화할 필요가 있는지는 결정되리라 생각한다. 본 연구가 흡인의 유무 확인과 더불어 기대했던 흡인 물질의 정량화 결과는 흡인분율의 수치가 1예를 제외하고는 1% 미만이었다. 흡인의 정도를 비교하여 흡인과 흡인성 폐렴의 의미있는 상관관계를 규명하는 데는 전향적 연구가 더 필요할 것 같다. Tc-99m tin colloid를 사용하였는데 갑상선에 동위원소의 섭취가 관찰된 것에 대해서는 아직 확실한 이유를 알아내지 못하였으나, Tc-99m의 중간대사물(intermediate metabolite) 때문으로 추정하고 있다.

### 3. 의의

중환자인 경우의 흡인(aspiration)에 대한 North American summit의 Consensus statement에서 흡인의 증후(signs & symptoms)를 결정하는 요소로서 1)흡인의 양(high volume vs. low volume) 2)흡인물질의 성질(acidic vs. neutral pH, particulate vs. non-particulate, contaminated vs. non-contaminated) 3) 흡인의 횟수 4)환자 요소(age, immune status, underlying disease processes)를 제시하였다.<sup>8)</sup> 흡인성 폐렴(aspiration pneumonia)을 발생시키는 요소들은 1)흡인 물질 내에 병소의 존재 2)흡인의 발생 3)폐가 병소에 대응할 수 없는 능력상태로 요약될 수 있고,<sup>9)</sup> 흡인성 폐렴의 발생은 흡인물질 속에 있는 병소의 독성과 환자의 방어기전 사이의 평형상태에 달려 있다. 본 연구는 이러한 흡인과 흡인성 폐렴에 대한 복잡 다단한 관계를 풀어나가기 위해 정량적 핵의학적 영상 방법을 도입했다는 데 의의가 있다.

### 4. 결론

흡인 영상법은 시간의 경과에 따라 흡인의 유무를 확인할 수 있고 흡인된 물질의 양을 정량화 할 수 있다. 앞으로 환자에 대한 추적관찰이 필요하다.

## 요 약

**목적:** 흡인 영상법은 흡인의 유무를 확인하고 흡인된 물질의 양을 정량화하기 위한 핵의학적 영상법이다. 본 연구의 최종 목적은 흡인 영상법으로 흡인과 흡인성 폐렴의 상관관계를 규명하는 것이고, 이 논문은 그 시도에 대한 예비적 보

고이다. **대상 및 방법:** 비디오투시연하검사서 양성으로 확인된 10명의 환자들을 선택하였다. 환자들이 Tc-99m tin colloid 92.5 MBq (2.5 mCi)을 넣은 반고형식을 먹은 직후 초기영상을 얻었고, 3시간 후에 지연영상을 얻었다. 식사한 양에 대한 흡인량의 비율인 흡인분율을 붕괴 보정을 이용한 방정식에 의하여 계산하였다. **결과:** 5명의 환자들이 흡인 영상법에 의해 양성으로 판독되었다. 4명은 초기영상에서만 양성으로 판독되었고, 1명은 초기영상과 지연영상 모두에서 양성으로 판독되었다. 흡인분율은 0.11%, 0.11%, 0.81%, 그리고 0.11% 였다. 초기영상과 지연영상 모두에서 흡인된 환자의 흡인분율은 초기에 5.82%, 지연에 2.26% 였다. **결론:** 흡인 영상법에 의해 시간의 경과에 따라 흡인의 위치를 확인할 수 있고 흡인된 물질의 양을 정량화 할 수 있다. 앞으로 환자에 대한 추적관찰이 필요하다.

## 감사의 글

본 연구를 수행하는데 도움을 준 이우철 선생에게 감사함을 표한다.

## References

- Gomes GF, Pisani JC, Macedo ED, Campos AC. The nasogastric feeding tube as a risk factor for aspiration and aspiration pneumonia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003;6:327-33.
- Park SG, Hyun JK, Lee SJ. Quantitative evaluation of dysphagia using scintigraphy. *Korean J Nucl Med* 1998;32(3):276-89.
- Hamlet S, Choi J, Kumpuris T, Holliday J, Stachler R. Quantifying aspiration in scintigraphic deglutition testing: tissue attenuation effects. *J Nucl Med* 1994;35:1007-13.
- Hamlet S, Choi J, Zormeier M, Shamsa F, Stachler R, Muz J et al. Normal adult swallowing of liquid and viscous material: scintigraphic data on bolus transit and oropharyngeal residues. *Dysphagia* 1996;11:41-7.
- Muz J, Mathog RH, Miller PR, Rosen R, Borrero G. Detection and quantification of laryngotracheopulmonary aspiration with scintigraphy. *Laryngoscope* 1987;97:1180-5.
- Stachler RJ, Hamlet SL, Choi J, Fleming S. Scintigraphic quantification of aspiration reduction with the Passy-Muir valve. *Laryngoscope* 1996;106:231-4.
- Silver KH, Van Nostrand D. The use of scintigraphy in the management of patients with pulmonary aspiration. *Dysphagia* 1994;9:107-15.
- McClave SA, Demeo MT, Delege MH. North American summit on aspiration in the critically ill patient: consensus statement. *J Parenter Enteral Nutr* 2002;26(Suppl):S80-5.
- Marik PE. Aspiration pneumonitis and aspiration pneumonia. *N Engl J Med* 2001;344:665-71.