

도구를 이용한 연하 검사

김덕용 · 정수진

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 연구소

Instrumental Assessment of Swallowing

Deog Young Kim, M.D., Ph.D., Soo Jin Jung, M.D.,

Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Swallowing difficulty is common, especially in the elderly, neurologic disorders, head & neck cancer and etc. It may cause dehydration, weight loss, malnutrition, and aspiration pneumonia. The bedside examination may be important to assess the swallowing difficulty. However, the instrumental assessments such as videofluoroscopic swallowing study, fiberoptic endoscopic examination of swallowing, dynamic CT and manometry are more informative to identify the pathophysiology of dysphagia and are also more helpful to make the therapeutic plans. The unique characteristics of each instrumental assessment of swallowing were reviewed. (JKDS 2011;1:25-30)

Keywords: Swallowing, Dysphagia, Assessment, Videofluoroscopic swallowing study

서론

연하곤란은 먹는 즐거움을 잃게 할 뿐만 아니라, 탈수, 흡인성 폐렴이나 영양실조와 같은 심한 부작용을 초래하고 나아가 사망에 이르게 하는 심각한 문제이다. 연하곤란은 50대 이상에서 15-22%로 보고되고 있으며¹, 단기 입원 환자의 12-13%, 장기 요양시설 환자의 60% 이상으로 보고되고 있다². 뇌졸중, 뇌손상, 파킨슨병, 두경부암 환자의 경우 20-50% 정도에서 발생한다³⁻⁶.

이러한 연하곤란의 원인 및 흡인 여부를 정확히 평가하는 것은 연하곤란 환자의 치료전략을 수립하는 데 매우 필수적이다. 연하과정을 평가하기 위해 임상적인 침상 검사가 가능하지만, 구강기, 인두기, 식도기에서 일어나는 일련의 연하과정을 평가 장비 없이 육안으로 관찰할 수 없다는 점에서 여러

가지 장비를 이용한 평가 방법들이 개발되었다. 현재까지 소개되어 이용되고 있는 방법은 비디오 연하조영촬영(videofluoroscopic swallowing assessment), 내시경적 연하 검사(fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing), 컴퓨터 단층촬영(computed tomography), 초음파(ultrasonography), 신티그래프(scintigraphy), 압력 검사(manometry) 등이 있다. 본 고에서는 이와 같은 여러 가지 검사 방법의 원리를 간략히 소개하고, 임상적 측면에서 장단점을 비교해보아 연하곤란 환자의 평가에 도움을 주고자 한다.

본론

1. 비디오 연하조영촬영

비디오 연하조영촬영은 조영제를 첨가한 음식을 실제

투고일: 2010년 12월 15일, 심사일: 2010년 12월 20일, 게재확정일: 2011년 1월 3일
 책임저자 : 김덕용, 서울시 서대문구 신촌동 134번지
 (120-752) 신촌세브란스병원 재활의학과
 Tel: 02) 2228-3714, Fax: 02) 363-2795
 E-mail: kimdy@yuhs.ac

Copyrights © The Korean Dysphagia Society, 2011.



Fig. 1. Normal finding of videofluoroscopic swallowing study.

로 먹도록 하면서 그때 구강기(oral phase), 인두기(pharyngeal phase), 식도기(esophageal phase)에서의 움직임 및 조화를 보고, 음식의 흡인(aspiration) 여부를 판단하는 것으로 현재 연하장애의 평가 중 가장 많이 이용되고, 유용한 방법으로 현재 표준 검사법이다⁷. (Fig. 1.) 비디오 연하 촬영을 시행하기 위해서는 실시간 방사선 촬영이 가능한 fluoroscopy가 필요하고, 연하과정이 수 초 이내에 일어나는 과정이므로 이를 분석하기 위해서는 실시간 녹화가 가능한 real time video recorder가 필요하다. 비디오 연하 촬영은 환자를 방사선 투시판과 방사선 발생기 사이에 앉은 상태에서 피검자가 조영제가 섞인 음식을 삼키는 동안의 연하과정을 실시간으로 보는 동시에 녹화를 한다. 일반적으로 측면에서의 촬영을 주로 하고, 경우에 따라 전후면 촬영을 추가하여 시행한다. 연하과정은 음식물의 성상에 따라 다르게 나타나므로 여러 가지 종류의 음식을 바랍과 섞어 시도하는데, 일반적으로는 음식물이 없는 상태에서 삼켜보도록 하고, 쿠키와 같은 딱딱한 음식물, 점도를 달리한 진한 액체(thick liquid), 연한 액체(thin liquid) 등을 시도한다⁷.

비디오 연하조영촬영은 단순히 흡인여부만을 판단하는 검사가 아니고, 침상 검사에서는 관찰할 수 없는 구강기, 인두기, 초기 식도기에서의 연하과정 동안의 해부학적 또는 기능적인 이상 소견을 관찰할 수 있고, 또한 음식물의 점도를 달리하거나, 알려진 여러 가지 보상기법 하에서 삼킴을 시도하여 가장 안전하고, 효과적인 삼킴 조건을 정할 수 있다⁸⁻¹⁰. 비디오 연하조영 촬영은 육안으로 시공간적인 필수 요소를 확인할 수 있고, 침상 검사에서 확인할 수 없는 무증상 흡인(silent aspiration)을 발견할 수 있다는 점에서 침상검사에 비해 임상적 의의가 있다. 비디오 연하조영촬영을 시행한 2,000명의 환자 중 전체 흡

인의 55%가 무증상 흡인이라는 보고를 참조해 볼 때 연하근란으로 인한 흡인이 의심되는 경우 평가에 있어 비디오 연하조영촬영 검사는 매우 중요함을 알 수 있다¹¹.

비디오 연하조영 검사를 통해 구강기에서는 입순 닫힘(labial closure), 혀의 움직임(tongue movement), 외측 회 닫힘(seal off of lateral sulcus), 식도의 후방 이동(posterior propelling of bolus) 등을 평가할 수 있고, 인두기에서는 연하반사(swallowing reflex)의 지연 여부, velopharyngeal port의 닫힘, 인두 연동작용(pharyngeal peristalsis), 후두 거상(laryngeal elevation), 후두 닫힘(laryngeal closure) 등을 평가할 수 있고, 식도기에서는 윤상인두근 부전(cricopharyngeal dysfunction) 여부를 확인할 수 있다. 또한 본 검사는 식도의 관통(penetration) 및 흡인(aspiration) 등을 평가할 수 있다⁷. 보통 흡인은 연하반사를 기준으로 연하 전, 연하 중, 연하 후 흡인으로 나누어 평가하게 되는데, 연하 전 흡인은 구강 조절 부전이나 연하반사 지연에 의해 주로 일어나는 것이고, 연하 중 흡인은 후두 방어 기전의 문제로 인해 주로 일어나며, 연하 후 흡인은 후두개계곡(valleculae)이나 이상와(pyriform sinus)에 남아있던 잔여물이나 윤상인두근 부전으로 인해 주로 일어난다.

비디오 연하조영촬영은 상기 기술한대로 각 연하 단계의 복잡한 과정을 육안으로 확인할 수 있고, 해부학적 구조와 각 구조의 동적 움직임을 평가할 수 있으며, 흡인의 원인을 알아낼 수 있고, 자세, 음식물의 종류, 여러 가지 보상기법에 따른 변화를 평가할 수 있어 연하 장애의 치료적 전략을 수립하는데 많은 도움을 준다는 장점이 있는 반면에 방사선에 노출되고, 검사과정 중에 흡인이 일어나 폐렴이 발생할 수 있다는 단점과 피검자가 앉은 자세를 유지할 수 있는 능력이 있어야 하고, 협조적이어야 하고, 검사를 시행하고 분석하는데 있어 잘 훈련된 인력이 필요하다는 단점이 있다¹². 하지만 최근 연구에 의하면 비디오 연하조영 촬영술은 방사선 노출의 위험이 있지만, 다른 방사선 검사와 비교하여도 위험한 수준은 아닌 것으로 밝혀졌다¹³. 또한 촬영 중 흡인되는 바륨도 비교적 안전한 것으로 보고되고 있다.

최근 들어 비디오 연하조영촬영 소견을 정량화하려는 많은 시도들이 되고 있는데, 크게 두 가지 접근법이 있다. 첫 번째는 검사를 통해 얻은 소견을 점수화하려는 시도이고, 두 번째는 연하관저에서 보여주는 여러 가지 시공간적 지표를 정량화하려는 시도이다. 첫 번째 접근법의 대표적인 지표는 기능적 연하 척도(functional dysphagia scale)와 투과-흡인 척도(penetration-aspiration scale)이

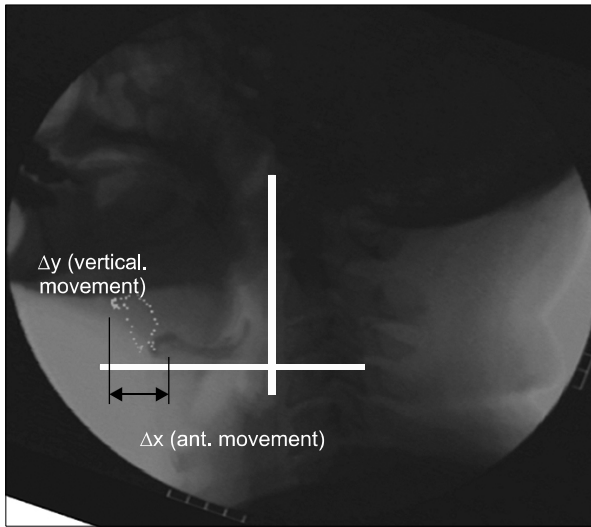


Fig. 2. Quantitative measurement of hyoid bone movement.

다. 기능적 연하척도는 구강기부터 식도기까지의 연하과정의 각각의 주요 요소들을 구하고, 연하장애의 정도 및 흡인의 예측 지표로 쓰기 위해 개발한 것으로 간편하고, 이용하기 쉽다는 장점이 있다¹⁴.(Table 1) 투과-흡인 척도는 투과와 흡인을 세분화하여 점수화한 것으로 검사자간, 검사자 내 신뢰도가 매우 높아 흡인 정도를 측정하는데 가장 많이 이용되는 척도이다¹⁵.(Table 2) 두 번째 시공간적 지표의 정량화하려는 접근은 컴퓨터를 이용하여 비디오를 분석할 수 있는 기술이 발전하면서 활발한 연구가 진행되고 있다^{16,17}.(Fig. 2.) 대표적인 시간적 지표로는 구강통과시간(oral transit time), 인두통과시간(pharyngeal transit time), 인두지연시간(pharyngeal delay time) 등이 있고, 공간적 지표로는 설골(hyoid bone) 및 후두융기(laryngeal prominence)의 움직임, 연두개(epiglottis)의 움직임 등이 있다. 이러한 시공간적 지표는 아직 정상인 표준치가 완전히 정립되지 않은 문제점은 있으나, 중재나 치료 전후를 비교하는데 유용하다.

2. 광섬유 내시경적 연하 검사(fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing)

광섬유 내시경적 연하 검사는 Langmore 등¹⁸에 의해 처음 소개된 방법으로 비강을 통해 내시경을 삽입하여 비강인두(nasopharynx), 구강인두(oropharynx) 및 후두 상방의 해부학적 구조의 이상을 살펴보고, 음식물을 삼키도록 하여 직접 육안으로 연하 전후의 변화를 관찰하는 방법이다¹⁹.(Fig. 3.) 본 검사를 시행하기 위해서는 유연 비인두내시경(flexible nasolaryngoscope), 비디오 카메라와 녹화기, 검사식이 필

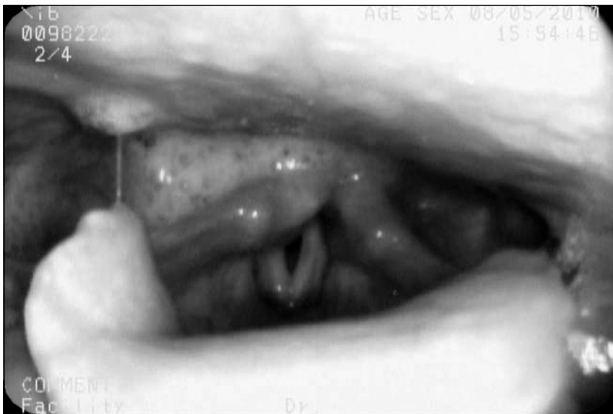
Table 1. Functional dysphagia scale.

Factor	Coded Value	Score
Lip Closure	Infact	0 10
	Inadequate	5
	None	10
Bolus formation	Infact	0 6
	Inadequate	3
	None	6
Residue in oral cavity	None	0 6
	≤10%	2
	10-50%	4
Oral transit time	≥50%	6
	≤1.5s	0 6
	>1.5s	6
Triggering of pharyngeal swallow	Normal	0 10
	Delayed	10
Laryngeal elevation and epiglottic closure	Normal	0 12
	Reduced	12
Nasal Penetration	None	0 12
	≤10%	4
	10-50%	8
Residue in valleculae Dagger	≥50%	12
	None	0 12
	≤10%	4
Residue in pyriform sinuses	10-50%	8
	≥50%	12
	None	0 12
Coating of pharyngeal wall after swallow	≤10%	4
	10-50%	8
	>50%	12
Pharyngeal transit time	No	0 10
	Yes	10
Pharyngeal transit time	≤1.0s	0 4
	>1.0s	4
Total		100

요하다. 광섬유 내시경은 음식물의 종류를 달리하거나 보상 전략의 효과를 직접 알아보기 위해 이용되기도 하고, 최근 들어서는 감각 검사(fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing with sensory test; FEESST)를 하여 인두 감각을 정량적으로 측정할 수 있다²⁰. 감각 검사는 모뎀-후두덮개 주름(aryepiglottic fold)에 일정한 공기 압력을 불어넣어 후두내전반사(laryngeal adduction reflex; LAR)를 유발 여부를 확인하는 것으로, 일반적으로 6 mmHg 이상의 공기 압력에 반응이 없는 경우 기도 흡인이나 흡인성 폐렴이 발생할

Table 2. Penetration-aspiration scale.

1. Material does not enter the airway
2. Material enters the airway, remains above the vocal folds, and is ejected from the airway
3. Material enters the airway, remains above the vocal folds, and is not ejected from the airway
4. Material enters the airway, contacts the vocal folds, and is ejected from the airway
5. Material enters the airway, contacts the vocal folds, and is not ejected from the airway
6. Material enters the airway, passes below the vocal folds and is ejected into the larynx or out of the airway
7. Material enters the airway, passes below the vocal folds, and is not ejected from the trachea despite effort
8. Material enters the airway, passes below the vocal folds, and no effort is made to eject

**Fig. 3.** Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (by permission of Se Hee Jung, M.D.).

가능성이 높은 것으로 알려져 있다²¹.

광섬유 내시경적 연하 검사는 비디오 연하조영촬영과 비교하여 흡인에 대한 민감도는 더 높다²². 침상에서 누운 자세에서도 검사가 가능하여 앉는 자세를 취할 수 없거나, 의식 저하로 인해 협조가 잘 되지 않거나, 환자가 침상에서 벗어나 이동하기 어려운 경우와 같이 비디오 연하조영촬영이 불가능한 경우에 유용하며, 두경부암 수술 후나 방사선 치료 후 구조적 변화를 살펴보는 데 매우 우수하고, 소아의 경우 방사선 노출이 전혀 없고, 비디오 연하조영촬영술을 시행하는데 협조적이지 않은 경우가 많아 고려해 볼 수 있는 검사법이다.

광섬유 내시경적 연하 검사는 방사선 노출이 전혀 없고, 기기의 이동성이 좋고, 바륨이 섞이지 않은 실제 음식을 시도해 볼 수 있고, 성대의 움직임, 흡인, 관련 해부학적

구조를 직접 육안으로 관찰할 수 있고, 흡인이나 삼킴 후 후두의 잔여물 및 침 고임을 살펴보는 데 유용하다는 장점이 있다²³. 하지만 구강이나 식도를 관찰할 수 없고, 연하과정 중 인두기에서 상부식도 열림, 후두 거상, 인두의 연동을 관찰하기 어렵고, 특히 삼킴 순간에 인두 수축근의 수축과 후두 덮개가 닫히면서 보이지 않게 되는 시야 상실(white out)이 나타나는 문제점이 있고, 연하 장애의 기전을 밝히는 데는 어렵고, 불편감이 있는 경우가 있고²⁴, 검사를 하기 위해서는 숙련된 전문가가 필요하다는 단점이 있다¹². 부작용으로 구역질, 실신, 후두경련, 비출혈 등이 있을 수 있으나 그 발생 가능성은 매우 드물며 안전한 검사로 알려졌다²⁵⁻²⁶. 광섬유 내시경적 연하 검사는 비디오 연하조영촬영과 더불어 임상적으로 매우 유용한 검사이며, 서로 보완적인 측면을 고려해야 시행해야 할 것이다²⁷.

3. 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography)

컴퓨터 단층 촬영은 삼킴과 관련된 여러 해부학적 구조를 확인하기 위해 주로 사용되어 왔으나, 기술의 발전으로 초당 10 프레임 이상 일정 부위를 촬영할 수 있는 area detection CT가 개발되면서 삼킴 동안의 동적 움직임을 삼차원으로 재구성하여 연하장애를 평가하려는 시도가 있다. 이러한 동적 컴퓨터 단층 촬영은 고해상도로 연하와 관련된 해부학적 구조의 시공간적 변화 및 조화를 보다 정확하게 측정할 수 있어 연하 생리 연구에 많은 도움을 줄 수 있다²⁸⁻²⁹. 하지만, 고가의 장비를 이용해야 하고, 방사선 노출이 위험이 있다는 점에서 한계가 있어 아직 임상적 적용은 어려운 상태이다¹⁷.

4. 초음파 연하검사(ultrasonography)

초음파연하검사는 비디오 연하조영촬영에서 방사선을 이용하는 것과는 달리 초음파를 이용하는 것으로 비디오 연하조영촬영에서는 볼 수 없는 연부 조직의 구조를 잘 관찰할 수 있고, 방사선의 노출이 없고, 이동이 자유롭고, 구강기의 움직임을 잘 관찰할 수 있다. 하지만 연하과정 중 인두기 과정 및 흡인여부를 정확히 관찰하기가 어렵고, 해상도가 떨어지고, 검사자의 숙련도에 의해 검사결과가 영향을 많이 받는다는 단점이 있어 현재 잘 이용되지 않고 있다¹².

5. 신티그래피(scintigraphy)

감마카메라를 이용하여 동위원소가 포함된 식이를 섭취 후 음식물의 각 단계별 통과시간, 통과량을 측정할 수 있고, 위식도 역류 여부를 측정할 수 있으며, 폐로의 흡인

여부를 측정할 수 있다는 장점이 있으나, 비디오 연하조영촬영에 비해 해상도가 떨어지고, 연하와 관련된 해부학적 구조와의 관계를 알 수 없어, 흡인 및 연하장애의 원인을 알아보는데 무리가 있다. 이러한 점에서 비디오 연하조영촬영의 보완적인 검사로 이용할 수 있다. 그러나 동위원소를 식이에 섞지 않고 입에 주입한 후 폐로의 타액 흡인 여부, 흡인 정도 및 흡인된 동위원소의 제거 정도를 알아보아 식이로 인한 흡인이 아닌 타액으로 인한 흡인 여부를 알아보는데 유용한 검사로 이용된다.

6. 인두 및 식도 압력 검사(pharyngeal and upper esophageal manometry)

압력 검사는 압력 센서를 삽입한 후 일반적으로 식도 부위의 압력을 측정하여 식도기에서의 연동운동이나 윤상인두근의 이완/수축 정도를 측정하는 데 주로 이용되고 있고, 최근 들어 인두부 압력을 측정하는 데도 일부 이용되고 있고, 특히 인두 수축근의 약화나 윤상인두근의 이완이 잘 되지 않는 경우 연하장애 평가에 도움이 된다³⁰. 하지만 압력 센서의 위치를 잘 고정하는 데 어려움이 있다는 단점이 있다.

결론

연하장애를 평가하기 위한 여러 가지 검사법들이 많이 소개되고 있다. 각 검사마다 고유의 특성과 장단점이 있으므로, 연하장애를 평가할 때 이러한 특성을 잘 이해하고 접근한다면 연하장애 상태와 원인을 정확히 이해하고, 이를 치료에 응용할 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Lindgren S, Janzon L. Prevalence of swallowing complaints and clinical findings among 50-79-year-old men and women in an urban population. *Dysphagia*. 1991;6:187-92.
- Siebens H, Trupe E, Siebens A, Cook F, Anshen S, Hanauer R, et al. Correlates and consequences of eating dependency in institutionalized elderly. *J Am Geriatr Soc*. 1986;34:192-8.
- Gordon C, Hewer RL, Wade DT. Dysphagia in acute stroke. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1987;295:411-4.
- Horner J, Massey EW, Riski JE, Lathrop DL, Chase KN. Aspiration following stroke: clinical correlates and outcome. *Neurol*. 1988;38:1359-62.
- Logemann JA, Blonsky ER, Boshes B. Dysphagia in parkinsonism. *JAMA*. 1975;231:69-70.
- Larsson M, Hedelin B, Johansson I, Athlin E. Eating problems and weight loss for patients with head and neck cancer: a chart review from diagnosis until one year after treatment. *Cancer Nurs*. 2005;28:425-35.
- Palmer JB, Kuhlemeier KV, Tippet DC, Lynch C. A protocol for the videofluorographic swallowing study. *Dysphagia*. 1993;8:209-14.
- Leslie P, Carding PN, Wilson JA. Investigation and management of chronic dysphagia. *BMJ*. 2003;326:433-6.
- Raut VV, McKee GJ, Johnston BT. Effect of bolus consistency on swallowing--does altering consistency help? *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2001;258:49-53.
- Shanahan TK, Logemann JA, Rademaker AW, Pauloski BR, Kahrilas PJ. Chin-down posture effect on aspiration in dysphagic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74:736-9.
- Garon BR, Sierzant T, Ormiston C. Silent aspiration: results of 2,000 video fluoroscopic evaluations. *J Neurosci Nurs*. 2009;41:178-85.
- Palmer J, Monahan D, Matsuo K. Rehabilitation of patients with swallowing disorders. In: Braddom R, ed. *Physical medicine & rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2007:597-616.
- Zammit-Maempel I, Chapple CL, Leslie P. Radiation dose in videofluoroscopic swallow studies. *Dysphagia*. 2007;22:13-5.
- Han TR, Paik NJ, Park JW. Quantifying swallowing function after stroke: a functional dysphagia scale based on videofluoroscopic studies. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82:677-82.
- Rosenbek JC, Robbins JA, Roecker EB, Coyle JL, Wood JL. A penetration-aspiration scale. *Dysphagia*. 1996;11:93-8.
- Logemann JA, Pauloski BR, Rademaker AW, Kahrilas PJ. Oropharyngeal swallow in younger and older women: videofluoroscopic analysis. *J Speech Lang Hear Res*. 2002;45:434-45.
- Paik NJ, Kim SJ, Lee HJ, Jeon JY, Lim JY, Han TR. Movement of the hyoid bone and the epiglottis during swallowing in patients with dysphagia from different etiologies. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18:329-35.
- Langmore SE, Schatz K, Olsen N. Fiberoptic endoscopic examination of swallowing safety: a new procedure. *Dysphagia*. 1988;2:216-9.
- Kidder TM, Langmore SE, Martin BJ. Indications and techniques of endoscopy in evaluation of cervical dysphagia: comparison with radiographic techniques. *Dysphagia*. 1994;9:256-61.
- Aviv JE, Kim T, Sacco RL, Kaplan S, Goodhart K, Diamond B, et al. FEESST: a new bedside endoscopic test of the motor and sensory components of swallowing. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1998;107:378-87.
- Aviv JE, Spitzer J, Cohen M, Ma G, Belafsky P, Close LG. Laryngeal adductor reflex and pharyngeal squeeze as predictors of laryngeal penetration and aspiration. *Laryngoscope*. 2002;112:338-41.
- Leder SB, Sasaki CT, Burrell MI. Fiberoptic endoscopic evaluation of dysphagia to identify silent aspiration. *Dysphagia*. 1998;13:19-21.

23. Kelly AM, Leslie P, Beale T, Payten C, Drinnan MJ. Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing and videofluoroscopy: does examination type influence perception of pharyngeal residue severity? *Clin Otolaryngol*. 2006;31:425-32.
24. Warnecke T, Teismann I, Oelenberg S, Hamacher C, Ringelstein EB, Schabitz WR, et al. The safety of fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing in acute stroke patients. *Stroke*. 2009;40:482-6.
25. Aviv JE, Murry T, Zschommler A, Cohen M, Gartner C. Flexible endoscopic evaluation of swallowing with sensory testing: patient characteristics and analysis of safety in 1,340 consecutive examinations. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2005;114:173-6.
26. Cohen MA, Setzen M, Perlman PW, Ditkoff M, Mattucci KF, Guss J. The safety of flexible endoscopic evaluation of swallowing with sensory testing in an outpatient otolaryngology setting. *Laryngoscope*. 2003;113:21-4.
27. Wu CH, Hsiao TY, Chen JC, Chang YC, Lee SY. Evaluation of swallowing safety with fiberoptic endoscope: comparison with videofluoroscopic technique. *Laryngoscope*. 1997;107:396-401.
28. Inamoto Y, Fujii N, Saitoh E, Baba M, Okada S, Katada K, et al. Evaluation of swallowing using 320-detector-row multislice ct. Part II: kinematic analysis of laryngeal closure during normal swallowing. *Dysphagia*. 2010 (in press).
29. Fujii N, Inamoto Y, Saitoh E, Baba M, Okada S, Yoshioka S, et al. Evaluation of swallowing using 320-detector-row multislice ct. Part I: single- and multiphase volume scanning for three-dimensional morphological and kinematic analysis. *Dysphagia*. 2010 (in press).
30. Hila A, Castell JA, Castell DO. Pharyngeal and upper esophageal sphincter manometry in the evaluation of dysphagia. *J Clin Gastroenterol*. 2001;33:355-61.