

투시조영검사에서 동영상의 컴퓨터 동시캡처방식과 적용 예

ABSTRACT

Synchronous Computer-Capturing Method of Dynamic Images on Fluoroscopic Studies and Applications

Department of Diagnostic Radiology, Ewha Womans' University Mokdong Hospital.

*Department of Diagnostic Radiology, Sohae College **

Dong Hyuk Jang, Kyong Lok Lee, Ji Won Jang, Dae Jung Kim,
Jung Whan Seo, Young Soon Park *

Purpose : The purpose of this study is to present computer-capturing method of dynamic images on fluoroscopic studies, as a substitution for video-recording method, and to help the quantitative analysis of the dynamic studies.

Materials and Methods : Computer-fluoroscopic swallowing study, done in same method as Videofluoroscopic Swallowing Study(VFSS), was performed in 32 patients with swallowing difficulty, admitted to the department of rehabilitation medicine. In CFSS, stand line rate(SLR), divides from video process of TV control unit, was connected to computer. As the dynamic images from examinations are transformed into digital signals by DSI though high line rate(HLR). simultaneously the same information would be also transformed and save on to the computer by SLR. Then images on the computer was edited and saved on to compact disc.

Result : The examinations were successful in thirty of thirty-two patients(93.7%). In two of thirty-two(6.2%) cases the problem were instability of capturing software and mechanical error of fluoroscopic unit. CFSS was repeated in those two cases after correction of the causes and result was successful.

Conclusion : The basis of quantitative analysis of dynamic studies was established with computer-capturing method, as a substitution for subjective evaluation with video-recording method. It would be appropriate to rename VFSS to CFSS. Computer-capturing method can be applicable to other dynamic studies such as defecography, educational program, & etc.

I 서론

투시 조영검사는 비 투과성 물질인 조영제를 이용하여 병변 및 장기의 기능 등을 관찰하고 필요한 경우 저격 촬영을 통하여 순간 정지 영상을 얻어내는 검사 방법이다. 그러나 검사자가 촬영의 필요성을 인지한 후 기계적 조작에 의한 X선이 발생되기까지는 시간이 필요하며 식도의 인두 통과시간이 0.45초 미만인 연하 검사와 같은 순간 움직임의 경우 저격 촬영으로 영상을 얻는데는 어려움이 있다¹⁾.

1983년 발표된 Modified Barium Swallow(MBS)는 이를 보완한 검사법이었으며 이후 비디오투시 연하검사(Videofluoroscopic swallowing study ; VFSS)의 시행으로 흡인 및 연하 곤란을 진단하고 이를 바탕으로 환자 개개인에게 적합한 식이와 자세의 결정에 도움을 주고 있다.

또한 1953년 Snellman²⁾ 배변의 생리를 규명하기 위한 역동적인 검사인 배변 조영술(defecography)을 시행하여 항문 직장각과 회음부 하강정도, 항문관 나비, 직장류 등을 평가하였으며 이후로 Broden 등이³⁾ 배변이 순간적으로 일어남을 감안하여 배변 시 항문직장의 동작을 연속적으로 비디오로 녹화하여 치골 직장근의 이완과 외 항문괄약근의 이완, 회음부 하강의 정도, 직장 중첩증 등 배변 시 항문과 직장의 형태적 변화를 관찰하기 시작한 후 비디오 녹화 방식이 지금까지 이용되고 있다⁴⁾.

이러한 비디오 녹화 방식은 환자의 상태에 따른 기능적 진단과 평가에 유용하게 이용되어 왔으나 재생 구역의 한계와 필요부분 재생의 불편성 등을 감수해 왔으며 단순히 시각에 의한 정성적 분석의 한계를 넘지 못하였

다.

저자들은 투시 조영 검사에서의 비디오 녹화 방식을 보완하여 컴퓨터를 이용한 동시캡처 방식을 고안하여 사용 중에 있으며 이를 소개하여 향후 동적 검사의 필요시 정량적 분석 평가에 의한 진단과 치료에 도움을 주고자 하였다.

II 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2003년 3월부터 2003년 7월까지 뇌졸중으로 본원 재활의학과에 입원 치료중인 환자 중 32명을 대상으로 재활의학과 의사의 협조를 받아 비디오투시 연하검사와 같은 형식으로 컴퓨터를 이용한 연하검사를 시행하였다.

2. 연구방법

투시 연하검사 중 영상 제어장치에서 나오는 비디오 신호를 연결된 컴퓨터를 통하여 실시간 캡처 하였다.

영상 증배관(image intensifier)과 TV 카메라를 지나며 변환된 전기적 비디오 신호를 조절하는 영상 제어 장치(TV control unit)의 비디오 처리부(video process)에서 분할되는 고해상도(high line rate)와 표준해상도(stand line rate) 중 고해상도(HLR)는 디지털 영상 처리 장치(digital spot image ; DSI)를 통하여 검사 모니터로 표시 되도록 하고 나머지 표준 해상도(SLR)는 엔지니어의 도움을 받아 케이블로 컴퓨터에 연결하였다 (Fig. 1).

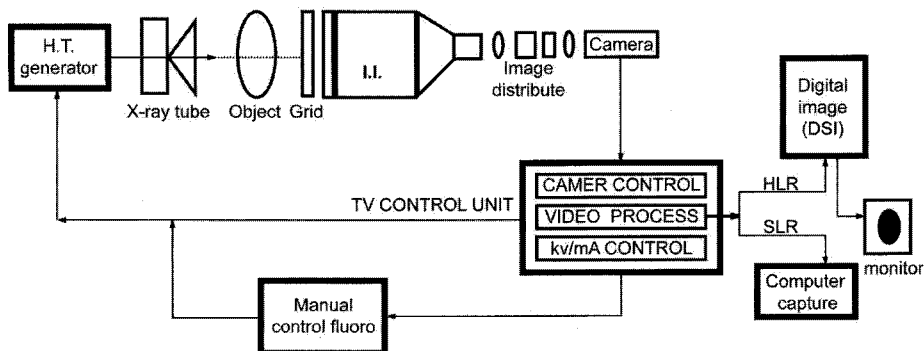


Fig. 1. Block diagram of fluoroscopic unit

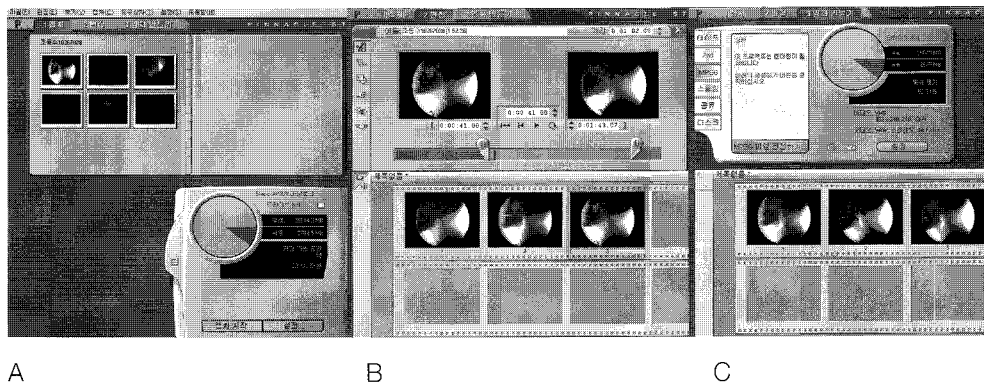


Fig. 2. Processes of Computer Capturing Method
A. Capturing B. Editing C. Reconstruction

투시 장치는 Philips tele diagnost를 사용하였고 컴퓨터는 삼성 컴퓨터 MP20으로 운영체제는 Window 2000, CPU는 Intel pentium4 2.4 GHz, Ram은 512 MB, HDD는 60 G를 사용하였으며, 검사자가 영상 조절 부에서 표준 해상도로 설정한 후 투시용 발판 스위치를 밟는 순간, 신호를 받아 컴퓨터에서 동시에 캡처 되도록 하였다.

캡처는 비디오 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 저장 가능한 피나클사(pinnacle Co.)의 캡처보드 스튜디오 디럭스8(studio deluxe[®])로 초당 30 프레임의 AVI 파일로 캡처하여 저장하였으며 번들로 포함된 pinnacle studio version 8 프로그램을 편집에 이용하였고 캡처가 끝난 후 MPEG 파일로 편집 제작하여 CD에 저장하고 컴퓨터에서 재생하여 진단 및 평가에 이용될 수 있도록 하였다(Fig. 2).

여 성공할 수 있었다(table 1).

또한 이전 방식과 비교한 재활의학과 의사 2인의 의견에서 재생의 편리함과 자료보관 및 이용의 수월함 그리고 컴퓨터를 이용한 동작 분석의 가능성 발견 등 매우 긍정적인 평가를 얻을 수 있었다.

Table 1. Result of Computer Fluoroscopic Swallowing Study.

	Patient(%) / 32(100%)
Successful	30(93.7)
Others	2(6.2)
Instability of program(software)	1(3.1)
Mechanical error of fluoroscopic unit	1(3.1)

III 결 과

대상이 된 32명의 환자 중 남자가 19명이었고 연령은 36세에서 83세까지로 평균 63세였다.

비디오 녹화 방식의 비디오투시 연하검사를 컴퓨터 동시캡처방식으로 변형하여 시행한 결과 32명의 환자 중 30명(93.7%)에서 검사를 원만히 종료할 수 있었으며 2명(6.2%)에서 문제가 발생되었다.

문제가 발생한 2명 중 1명(3.1%)은 캡처 프로그램의 불안정에 의한 문제였고 나머지 1명(3.1%)은 촬영장치의 문제가 원인이었으므로 원인의 해결 후 다시 시도하

IV 고찰 및 적응 예

본 연구자들은 비디오투시 연하검사에 컴퓨터 동시캡처 방식을 적용시켜 시행함으로써 투시 조영 검사에서 동적 검사의 무한한 유용성을 기대할 수 있었으며 배변 조영 검사 등 기타 용도로의 이용에 적합한 방식임을 예측할 수 있었다.

본 연구에 이용된 표준 해상도(SLR) 신호의 캡처 방식이 비디오 녹화 방식에 비하여 화질이 다소 떨어짐을 알 수 있었으나 현재 의료용 장치에서 고 해상도(HLR) 신호를 캡처할 수 있는 기술은 아직 없는 상태로 화질

의 개선과 연 조직의 보상을 위하여 뇌혈관 조영 시 이용되는 알루미늄 필터(cerebral filter 0~12 mm Al)를 사용하여 다소 개선된 화질을 얻을 수 있었다.

1. 비디오투시 연하검사

비디오투시 연하검사(VFSS)는 연하 곤란이 의심되는 환자에게 구강, 인두 및 상부식도의 연하작용을 관찰하여 연하 곤란의 형태 및 흡인을 평가하는 유용한 방법으로⁵⁾ 250% w/v의 바륨을 섞은 고형식(solid)과 반 고형식(semisolid) 그리고 바륨을 35% w/v로 물에 희석한 유동식(fluid)을 종류와 양에 따라 삼키도록 하여 이를 비디오로 녹화하며 관찰하는 검사이다.

현재 재활의학과 의사에 의한 비디오투시 연하검사의 분석은 구순 폐쇄기능(lip closure), 식괴 형성기능(bolus formation), 씹기 및 저작기능(chewing and mastication), 연하 실행증(apraxia of swallow) 연하 반사가 일어나기 전 식괴가 구강에 남아 있는 식괴 잔여물의 정도 등을 검사자의 주관적 판단에 의해 grade 0 : 정상, grade 1 : 경도, grade 2 : 중도 등으로 평가되고 있으며⁶⁾(Table 2), 식괴의 구강 통과시간과 연하 반사의 지연, 후두거상(laryngeal elevation), 후두개 폐쇄(epiglottic closure)의 여부 그리고 식괴의 후두 통과시간(Pharyngeal transit time)과 흡인 및 후두 통과 정도의 구분 등은 녹화된 비디오의 재생으로 평가자의 시각에 의한 정성적 분석에 따르고 있는 경우가 대부분이다.

이러한 정성적(qualitative) 분석은 연하의 기능 및 흡인 여부를 평가자의 주관에 따라 평가하는 방식으로 정확한 위치의 이동과 특성 및 차이점 등을 구분하는데는 부족함이 있으며 이를 보완하기 위한 재활의학과 의사들의 동작 분석에 의한 정량적(quantitative) 분석의 연구가 활발히 진행 중으로 현재 나와있는 정량적 분석의 데이터는 없으나 진행중인 동작 분석의 연구에 후두 거상과 후두개의 폐쇄 그리고 후두 통과시간의 측정 등을 적용시키는 것이 바람직할 것으로 생각된다(Fig. 3).

2. 배변 조영술

배변 조영술은 만성 특발성 변비 및 변실금과 같은 배변장애의 진단과 치료 지침을 얻기 위한 직장 항문 기능 검사(anorectal physiologic investigation)의 한 종류로 항문 직장의 해부학적 정보와 배변시 역동적인

변화 및 골반저의 운동상태를 파악할 수 있고 배변 기능의 이상을 평가하는데 유용한 검사로 이용되고 있으며 검사는 황산바륨(BaSO₄)과 감자전분을 물에 섞은 고농도 바륨 150~200 ml를 하부 S-상 결장이 보일 때까지 주입한 후 물로 채워진 고무튜브를 올려놓은 검사용 특수 의자에 앉아 방사선 투시로 관찰하며 정지기(resting), 수축기(squeezing), 하압기(straining), 배변기(defecating), 배변후 정지기(post evacuation)의 영상을 저격 촬영으로 얻고 비디오로 녹화하여 항문 직장의 형태 변화와 회음 하수 등을 측정하는 것이 일반적이다.

배변은 대장의 수축운동을 하행결장내의 변이 직장으로 이동하여 직장 내압을 증가시키게 되고 직장벽 내에 있는 신전 수용체(stretch receptor)를 자극하여 내 항문 괄약근의 이완(rectoanal inhibitory reflex), 외 항문 괄약근의 불수의적인 수축(rectoanal contractile reflex)등 반사작용에 이어서 외 항문 괄약근의 수의적인 수축으로 변을 참게 되고, 복부내의 압력을 증가시켜 직장 내압을 상승하게 하여 치골 직장근과 항문 괄약근이 이완이 되어 변을 배출하게 된다⁹⁾.

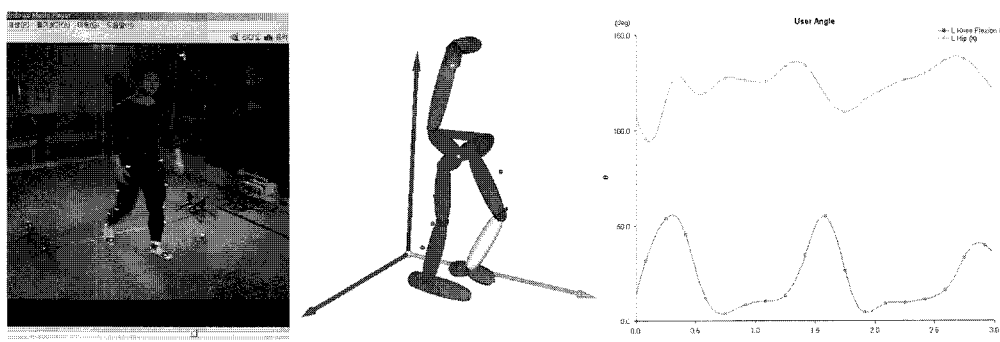
이러한 배변 과정의 평가는 방사선과 의사에 의하여 항문관의 장축과 직장의 중심점을 정하여 이를 지나는 직장의 장축을 이루는 각을 측정하는 항문 직장각(anorectal angle; ARA, 중심축 방법(central axis method))과 배변 시 항문직장 경계(anorectal junction)의 상하 이동 정도인 회음 하강, 그리고 배변 시 상방의 직장벽이 하방의 직장벽 내로 함입되는 장 중첩증과 직장의 전벽 또는 후벽에서 직장관외로 돌출되는 직장류, 골반저 근육의 약화상태를 알 수 있는 회음 하수¹⁰⁾와 경련성 골반저 중후근, 배변 실금, 장류 등으로 구분되어 평가되고 있으나 아직까지 표준화된 검사 방법이 없으며 진단 기준 및 합의점이 정립되지 않았고 배변 시 항문 직장부위의 해부학적 변화가 반드시 증상과 연관되지는 않는다는 점 등이 문제점으로 지적되고 있다^{11,12)}.

배변 작용의 순간 저격 촬영의 단점을 보완하기 위하여 비디오 녹화에 의한 기능 및 형태적 변화의 관찰이 이루어지고 있으나 이 또한 평가자의 주관에 의한 정성적 평가에 해당되며 본 연구의 컴퓨터 동시 캡처 방식은 배변 과정 시 일어나는 일련의 모든 과정을 쉽게 캡처하여 저장하고 편집하여 역동적 변화를 판별할 수 있는 정량적 분석의 기틀을 마련한 것으로 생각된다.

Table 2. Examples of subjective evaluation by examiner with VFSS.

ID	10197532	10242164	96373948	10240022	10252503	...
Name	김*훈	임*복	구*훈	이*재	이*선	...
Sex/Age	M/67	M/50	M/79	F/58	F/67	...
lip closure	1	0	0	1	1	...
bolus formation	0	0	1	2	0	...
chewing and mastication	1	1	2	2	2	...
apraxia of swallow	1	1	1	2	1	...
premature bolus loss	2	2	2	2	1	...
:	:	:	:	:	:	

* provided by Department of Rehabilitation Medicine, Ewha Womans' University, Mokdong Hospital.



A



B

Fig. 3. An illustration of the three-Dimensional reconstruction and kinematic analysis (A) and capturing from fluoroscopic swallowing study (B).

* provided by Department of Rehabilitation Medicine, Ewha Womans' University, Mokdong Hospital(A).

3. 교육용 프로그램

현재의 교육은 교재와 함께 촬영된 정지 영상이 주로 이용되고 있다.

본 연구의 컴퓨터 동시캡처방식은 설치비가 저렴하고 모든 투시 조영검사에 이용이 가능하며 편집 또한 간편하므로 연수 교육 및 임상 기초교육에 널리 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

V 결 론

뇌졸중으로 본원 재활의학과에 입원 치료중인 32명의 환자에게 컴퓨터 동시캡처방식을 적용하여 투시 연하검사를 시행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 연하기능의 포괄적 평가와 추적 관찰 시 비디오 녹화 방식에서의 검사자 주관에 의한 평가에서 벗어나 그 변화를 정량적으로 대변할 수 있는 동작 분석의 기틀을 마련하였다.

2. 컴퓨터 동시캡처방식을 이용한 투시 연하검사는 컴퓨터투시 연하검사(computer-fluoroscopic swallowing study ; CFSS)로 새롭게 명명되어야 할 것이다.

3. 본 방식의 적용은 배변 조영술과 같은 동적 검사의 필요부분에 편리하고 유용하게 이용될 수 있으며 교육용 프로그램의 개발에도 이용 될 수 있을 것이다.

현재의 PACS 시스템에서 저장 용량이 DICOM 파일 동영상의 저장과 이용에 실용성이 떨어짐을 감안 할 때 본 방식은 병원 내에 비치된 일정 사양의 일반 컴퓨터와 비교적 저렴한 캡처보드만으로도 투시 동영상을 동시캡처 하여 쉽게 편집 이용이 가능한 장점이 있으므로 향후 투시 조영검사의 동영상 이용부분에 널리 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

Reference

1. Daniels SK, Foundas AL : The role of the insular cortex in dysphagia. *Dysphagia* 1997 ; 12 : 146-156.
2. Ekengren K, Snellman B. : Roentgen appearances in mechanical rectal constipation. *Acta Radiol* 1953 ; 40 : 447-456.
3. Broden B, Snellman B.:Procidencia of the rectum studied with cineradiography. A contribution to the discussion of causative mechanism. *Dis Colon Rectum* 1968 ; 11 : 330-347.
4. 나용호, 장명규, 김태현, 김형언, 유광현, 진경민 : 건강한 한국인에게서의 배변조영술 소견. *대한소화기학회지* 1995 ; 27 : 309-316.
5. Groher ME : The detection of aspiration and videofluoroscopy. *Dysphagia* 1994 ; 9 : 147-148.
6. Tai Ryoan Han, Nam Jong Paik : The Functional Dysphagia Scale Using Videofluoroscopic Swallowing Study in Stroke Patients. *J. of Korean Acad. of Rehab* 1999 ; 23 : 1118-1126.
7. Mahieu P, Pringot J, Bodart P. : Defecography II. Contribution to the diagnosis of defecation disorders. *Gastrointest Radiol* 1984 ; 9 : 253-261.
8. Kuijpers HC, Bleijenberg G, de Morree H. : The spastic pelvic floor syndrome. Large bowel outlet obstruction caused by pelvic floor dysfunction: a radiological study. *Int J Colorectal Dis* 1986 ; 1 : 44-48.
9. Farm HN. : The ciba collection of medical illustration 5th edi. New Jersey:Ciba 1979 ; Vol. 3 : 86-88.
10. Karasick S, Karasick D, Karasick SR. : Functional disorders of the anus and rectum: findings on defecography. *AJR* 1993 ; 160 : 777-782.
11. Kuijpers HC, Bleijenberg G. : Assessment and treatment of obstructed defecation. *Ann Med* 1990 ; 22 : 405-411.
12. Jorge JM, Wexner SD, Ger GC, Salanga VD, Noguera JJ, Jagelman DG. : Cine-defecography and electromyography in the diagnosis of nonrelaxing puborectalis syndrome. *Dis colon Rectum* 1993 ; 36 : 668-676.