

## 정상인에서 Dual-Head Gamma Camera를 이용한 위배출 연구

계명대학교 의과대학 내과학교실, 핵의학교실\*

강영우 · 손수호 · 혜정숙 · 박근용 · 안성훈 · 전석길\*

### = Abstract =

#### Gastric Emptying Study using a Dual-Head Gamma Camera in Normal Subjects

Young Woo Kang, M.D., Soo Ho Sohn, M.D., Jung Sook Hur, M.D., Keun Young Park, M.D.  
Seong Hoon Ahn M.D. and \*Seok Gil Jeon, M.D.

Department of Internal Medicine and \*Nuclear Medicine  
College of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

Gastric emptying study has an important role in patients with gastrointestinal functional disorders without demonstrable mechanical or mucosal abnormalities. Although several methods for detection on gastrointestinal functional disorders are well known, non-invasive scintigraphic technique using a Gamma Camera is taken as a gold standard at present.

A Dual-Head Gamma Camera coupled to a computer was used in 20 normal subjects after ingestion of the mixture of  $^{99m}\text{Tc}$ -labelled scrambled egg in order to determine gastric emptying time. Four values including lag time,  $T_{1/2}$ (half gastric emptying time), remnant 1 hour, remant 2 hours were taken at all ages. In the female half gastric emptying time and lag time was slightly shorter, and the amount of remnant radioactive counts at one and two hours was smaller than the male without significant difference. Delayed gastric emptying time was above 109.9 minutes of half gastric emptying time when defined as excess of "Mean+2SD".

We believe this study using a Dual-Head Gamma Camera can be useful for establishment of more accurate gastric emptying study.(Korean J Gastroenterol 1994; 26: 224-229)

**Key Words :** Gastric emptying, Dual-head gamma camera.

### 서 론

우리나라에 흔한 “위기능 장애” 환자에서 내시경이 나 방사선과적 영상진단에 의해 기질적이상이 밝히지 지 않을 경우, 위장의 기능적 평가 등이 요구된다. 위장의 기능장애를 평가하는 방법으로는 위내암검사, 위전도, 방사성 동위원소를 이용한 방법 등이 있다. 이 중 방사성 동위원소를 이용한 위배출능 검사가 비판혈

적이면서 객관적이고 생리적으로 일반 음식물에 부착 사용 가능한 장점등으로 가장 많이 사용되고 있으며, 특히 위마비증(gastroparesis)의 유무 판단과 그 종증도의 결정에 유용하다.<sup>1)</sup>

그러나 현재까지는 Single-Head Gamma Camera로 전면 혹은 전면과 후면을 각각 측정하여 기하평균 등을 이용하는 등 정확성에 문제가 있으며, 국내에서는 아직 Dual-Head Gamma Camera를 이용한 보고가 없는 실정이다. 이에 저자들은 Dual-Head Gamma Camera를 이용해 20대부터 60대까지 각 연령 대별로 남녀 각각 2명씩 총 20명의 건강한 정상인을

대상으로 위배출능을 조사하였다.

## 대상 및 방법

대상군은 특별한 소화기 증상이 없고 내시경상 이상 소견이 없으며 소화기 수술 기왕력이 없는 건강인 20명으로 하였고 이들은 20대부터 60대까지 각 연령대 별로 남녀 각각 2명씩으로, 45.2세의 평균 연령과 26~70세의 연령분포를 나타내었다.

방법은 다음과 같다.

1. 모든 대상자는 검사 하루 전부터 소화기 운동에 변화를 일으킬 수 있는 약물복용을 중단하고, 검사 전 날 밤부터 금식한다.

2. 검사당일 아침 피검자는  $1\text{mCi}$ 의  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sulfur colloid를 주입시킨 scrambled egg를 옥수수식빵 2쪽 사이에 넣어서 250cc 텔몬트 사과쥬스와 함께 먹는다 (Table 1).

3. 음식섭취 직후와 2시간까지 15분 간격으로 앙와 위 자세에서 1분씩 전후 동시 촬영하여 ADAC Dual-Head Gamma Camera를 이용한 영상을 얻는다 (Fig. 1).

4. 15분 간격으로 얻은 전후 각각 9개씩의 정체상 (static image)을 이용하여 활동상(dynamic image)을 얻는다.

5. 호흡기타에 의한 위치변화를 보정하기 위해 컴퓨터에 내장된 프로그램으로 위치교정(motion correction)을 실시한다 (Fig. 2).

6. 전후 각각의 활동상에서 시간-활동 곡선(Time-Activity curve)을 구한다.

7. 전후 각각의 활동상을 합하여 반으로 나눈 기하학적 평균에 의한 곡선을 만든다 (Fig. 3).

8. 수학적인 방법으로 정체기(lag time)와 위배출 반감기( $T_{1/2}$  of maximum activity)의 시간을 곡선에서 찾아낸다.

**Table 1.** Composition of Test Meal

	Calories	Carbohy-	Protein	Fat
		drate		
Two slices of white bread	200	46g	4g	
Scrambled egg	100		8g	5g
Delmont apple juice	125	30g		
Total	425	76g	12g	5g

**Fig. 1.** ADAC Dual-Head Gamma Camera.

**Fig. 2.** Motion correction images, anterior and posterior.

위배출능 측정의 지표로서 정체기(분), 위배출 반감기(분), remnant 1 hour, remnant 2 hours을 사용하였다. 여기서 정체기란 ADAC Dual-Head Gamma Camera에서 감지되는 잔여 방사능의 수이고, remnant 2 hours는 마찬가지로 검사시작 2시간 경과후의 잔여 방사능 계수를 의미한다. 이 4가지 지표의 값이 클때 위배출능이 지연됨을 알 수 있다.

이나 방사선과적 영상진단에 의해 기질적 이상이 밝혀지지 않을 경우, 위배출능에 의한 기능적 평가능이 요구된다. 국내에서는 1988년 구등<sup>2)</sup>과 이등<sup>3)</sup>, 1990년 고등<sup>4)</sup>, 1991년 이등<sup>5)</sup>에 의해 방사성 동위원소를 이용해서 gamma camera에 의한 위배출능검사에 관한 연구가 진행되어 왔다. 1966년 Griffith 등<sup>6)</sup>에 의해 방사성 동위원소가 부착된 음식물의 위배출능이 처음 기

## 결 과

여자의 경우 남자에 비해 위배출 반감기와 위정체기가 다소 빨랐고 1시간, 2시간후 위방사능 양도 감소했으나 유의한 차이는 없었다. 연령별로는 4가지 지표 모두에 있어 다양한 양상을 나타내었다. 위배출 지연은 mean + 2SD로 정의할 때 위배출 반감기가 109.9 분 이상이었다(Table 2).

## 고 칠

우리나라에서 흔한 “위기능 장애”환자에서 내시경

**Fig. 3.** Time activity curve by geographic mean of anterior and posterior dynamic images( $T_{1/2}$ : 3000 seconds.)

**Table 2.** Analysis of Gastric Emptying Time

Age(yr)	lag time(min)	T1/2(min)	One hour(counts)	Two hour(counts)
20	18.8 ± 7.35	91.8 ± 0.35	35287.75 ± 5726.50	18668.25 ± 4088.14
	M 24.0	92.0	39337.00	21559.00
	F 13.6	91.5	31238.50	15777.50
30	15.9 ± 1.56	72.5 ± 4.24	38534.50 ± 12319.92	13149.50 ± 9228.45
	M 17.0	69.5	29823.00	6624.00
	F 14.8	75.5	47246.00	19675.00
40	19.5 ± 10.61	63.4 ± 0.49	32053.75 ± 603.52	15201.00 ± 1236.73
	M 27.0	63.0	31627.00	16075.50
	F 12.0	63.7	32480.50	14326.50
50	18.6 ± 5.16	67.3 ± 4.60	25889.75 ± 7293.45	17806.00 ± 10104.56
	M 14.9	64.0	31047.00	10661.00
	F 22.2	70.5	20732.50	24951.00
60	13.7 ± 0.49	74.0 ± 11.31	48854.25 ± 17373.26	20046.00 ± 12570.94
	M 14.0	82.0	61139.00	28935.00
	F 13.3	66.0	36569.50	11157.00
Total	17.2 ± 6.34	74.6 ± 17.63	36124.00 ± 3493.96	15727.10 ± 323.24
	M 19.2	74.1	38594.60	16770.80
	F 15.2	73.4	33653.40	16313.67

술된 이후 위배출능연구에 있어 많은 발전이 있어왔다. 이러한 비관혈적인 술기는 지금은 연구와 임상적 목적 모두에 있어 위장관 기능 평가의 표준 검사로 생각되어진다.

위배출능 측정을 위한 방사성 동위원소 촬영에는 적당한 음식물이 준비되어야 하고, 이 음식물에 방사성 동위원소가 부착되어야 하며, 컴퓨터에 부착된 gamma camera로 위배출능을 측정해야 하고, 이렇게 해서 얻은 결과를 분석해야 한다. 이러한 단계에 있어 아직 표준화된 것이 없어 조사연구 센터사이에 커다란 방법론적인 변수가 존재한다. 검사용 음식물은 가능한 정상적인 것으로 준비하기 쉽고 800 Kcal미만의 열량을 지니며 모든 환자에 있어 15분안에 완전 섭취 가능한 것이어야 한다. Jobin 및 Jian<sup>7)</sup>, Jian 등<sup>8)</sup>의 보고에 의하면 손쉽게 준비하고 방사성 동위원소의 부착율을 높이기 위해서 고형식의 지표로는 계란흰자위를 익히기 전에  $^{99m}\text{Tc}$  Sulfur colloid를 주입하여 사용하는 것이 좋고 유동식의 지표로는 음료수에  $\text{IIIIn-DTPA}$ 를 첨가하는 것이 좋다고 한다. 고형식과 유동식의 동시측정은 대부분의 gamma camera로써 가능하다.

방사성 동위원소 촬영 자료분석에 있어 위의 기하학적 구조를 고려하는 것이 중요하다. 음식 섭취시 음식물은 처음 위의 기저부에 모이게 되며 이 위치는 위의 말단부에 비해 복부 전면으로부터 보다 뒤쪽에 놓이게 된다. 음식물의 재분배가 일어나는 동안 방사능은 복부의 전면으로 가까이 이동하게 되고 따라서 조직 감쇠(tissue attenuation)가 감소되어 전면 gamma camera에 의해 감지되는 방사능 계수가 증가하게 된다. 따라서 신호 강도(signal intensity)는 환자의 등쪽에 가까운 위 근위부로부터 복벽에 가까운 위 원위부로 진행할수록 변할 수 있다. 이러한 이유로 Dual-Head Gamma Camera를 이용해 전후 동시 측정하거나, 이것이 어려울 경우 Single-Head Gamma Camera로 연속적인 영상을 얻음으로써 전후 동시 촬영에 의한 위배출능 검사를 실시하며, single lateral view에 의해 측정된 교정치보다는 전후 동시 촬영이 더 정확하다. Tothill 등<sup>9)</sup>은 위배출능 검사에 있어 single head camera로 전면측정만 사용할 경우  $\text{Tc}$  colloid를 혼합한 고형식의 경우 26% 가량,  $\text{In}$ 을 혼합한 유동식의 경우 18% 가량의 위배출능의 과소평가가 나타난다

고 보고하였다.

그러나 현재까지는 single-head gamma camera로 전면 혹은 전면과 후면을 각각 측정하여 기하평균 등을 이용하는 등 정확성에 문제가 있으며, 국내에서는 아직 Dual-Head gamma cammera를 이용한 보고가 없는 실정이다. 이에 저자들은 Dual-Head Gamma Camera를 이용해 20명의 건강인을 대상으로 위배출능을 조사하였다.

위배출능 검사에 있어 고형식의 재료로 생계간(live chicken liver)을 사용하기도 하는데, 이 경우에는 닭의 날개 정맥에  $^{99m}\text{Tc}$  sulfur colloid를 주사하여 20분 경과후 닭을 희생시켜 닭간을 분리하고 요리한 뒤 적당한 크기로 썰어서 사용한다.<sup>10)</sup> 저자들의 경우 생계간 사용시 직접 생체닭을 다루어야 하고 많은 시간과 노력이 필요하며 실제 임상에 응용하기 어려운 점이 많아 간단하게 시행할 수 있는 방법으로  $^{99m}\text{Tc}$  sulfur colloid를 주입한 scrambled egg를 사용하였다. 이러한 방법은 Kroop 등<sup>11)</sup>과 Malmud 등<sup>12)</sup>에 따르면 최초 부착율이 92%, 위액내에서 1시간 경과 후  $4.3 \pm 1.6$  %의 비교적 낮은 유리율을 보여 그 안정성이 인정되고 있으며 실제 국외의 많은 임상센타에서도 그 방법이 선호되고 있다.

위배출시간은 검사음식의 삼투압, 산도, 용량, 열량, 점조도 뿐만 아니라 단백질, 지질, 탄수화물 등의 구성함유량에 따라 다르며 유동식이 고형식보다 빨리 위에서 십이지장으로 배출되므로 위배출시간은 짧다.<sup>13-15)</sup> 즉, 유동식은 단지수 형태(monoexponential pattern)로, 고형식은 직선 형태(linear pattern)로 배출된다. 위배출시간은 또한 피검자의 자세에 따라서 차이가 많은데 앉은 자세나 선 자세에서는 양와위의 자세에서 보다 더 단축된다. 비만한 사람은 비만하지 않는 사람보다 위배출시간이 연장되며 미주 신경의 차단 등 상부위장관 수술을 받은 경우와 여러가지 약제복용, 흡연 등이 위배출시간에 많은 영향을 미친다.<sup>16)</sup> McHugh 및 Moran<sup>17)</sup>, Brener 등<sup>18)</sup>은 각각 원숭이와 사람에 있어 0.2-1 Kcal/ml 범위내에서는 단백질, 지질, 탄수화물용액의 열량이 높을 수록 위배출능이 지연됨을 보고하였고, Hunt 등<sup>19)</sup>은 위배출능이 삼투압에 영향을 받는다고 주장한 바 있다. 그외 위기저부의 긴장도, 위전정부의 연동운동력, 위배출부의 저항력 등이 위배출에 관여되는 요소이다.<sup>1)</sup>

음식물이 십이지장으로 들어가기 전의 위정체기란 음식물이 위기저부에서 위전정부로 재분배되는 시간과 고형식이 작은 입자로 분쇄되는데 필요한 시간 모두를 의미한다.<sup>20)</sup> 따라서 위정체기는 위기저부 긴장과 위의 부피, 위전정부 운동 등에 의해 좌우된다. Sheiner 등<sup>21)</sup>은 고형식에서 위정체기 이후의 직선 형태의 위배출은 위배출동안 비교적 일정한 부피를 계속적으로 유지하려는 위전정부에 의해 일어난다고 주장하였으며, Kelly<sup>22)</sup>는 유동식의 위배출능을 좌우하는 주요한 요소로는 주로 위기저부 긴장에 의해 영향을 받는 위십이지장 접목부위의 압력차이라고 주장한 바 있다.

1993년 Ghoos 등<sup>23)</sup>은 26명의 건강인을 대상으로 Dual-Head Gamma Camera를 이용해 61분 가량의 위배출반감기를 보고한 바 있으며 이것은 저자들이 구한 74.6분의 위배출 반감기와 유사한 수치를 보이고 있고, 검사에 사용된 음식도 빵 두 쪽에 Tc이 부착된 scrambled egg와 150ml의 물로서 저자들이 사용한 음식과 유사하였다.

1991년 Christian 등<sup>24)</sup>은 10명의 건강한 남자를 대상으로 고형식의 위정체기를 증명하기 위해 “(1)위배출 곡선의 관찰 (2)부착된 방사성 동위원소의 위내에서의 활동도가 2% 감소하는 지점의 시간 (3)부착된 방사성 동위원소가 십이지장에서 나타나기 시작하는 지점의 시간”의 3가지 방법을 사용하여  $8.6 \pm 2.52$ 분의 위정체기와  $78.4 \pm 27.35$ 분의 위배출 반감기를 보고한 바 있으며, 이들은 처음 2시간동안 30초 간격으로 gamma camera를 통한 연속적인 영상을 얻어 위정체기와 위배출 반감기를 구하였다. 그러나 저자들의 경우 여러 현실적인 문제로 음식섭취 직후부터 15분 간격으로 2시간까지 gamma camera를 통한 영상을 얻어서 구한 값들의 선상 연결에 의한 그래프로 위정체기와 위배출반감기를 구하였다. 저자들의 경우, 정상인의 위정체기는 17.2분, 위배출반감기는 74.6분으로 Christian 등<sup>24)</sup>의 8.6분, Collins 등<sup>20)</sup>의 21분 Loo 등<sup>25)</sup>의 23.7분의 위정체기와 Christian 등<sup>24)</sup>의 78.4분, Griffith 등<sup>6)</sup>의 70분, Harvey 등<sup>26)</sup>의 56분의 위배출 반감기와는 다소 차이를 보이고 있으며 이는 앞에서 언급한 여러가지 인자들에 의한 것으로 생각된다.

## 요약

저자들은 20대부터 60대까지 각 연령대별로 남녀 각각 2명씩 건강인 20명을 대상으로 Dual-Head Gamma Camera를 이용해 위배출능을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

여자의 경우 남자에 비해 위배출 반감기와 위정체기가 다소 빨랐고 1시간, 2시간후 위방사능 양도 감소했으나 유의한 차이는 없었다. 연령별로는 4가지 치표 모두에 있어 다양한 양상을 나타내었다. 위배출 지연은 Mean+2SD초과로 정의할 때 위배출 반감기가 109.9분 이상이었다.

이 결과는 앞으로 Dual-Head Gamma Camera를 이용한 위배출능 측정에서 정상군의 치표로 유용할 것이라고 생각한다.

## 참고문헌

- 1) Kang YW, Kim CH: *Gastroparesis: Diagnostic and therapeutic strategies*. *Dig Dis Sci* 10:181, 1992
- 2) 구본환, 하승우, 손상균, 이재태, 이규보, 황기석: 방사성 동위원소를 이용한 *Gastric emptying time*의 연구. 대한핵의학회지 22:187, 1998
- 3) 이철우, 김창근, 김병찬, 원종진: 정상인의 *Gastric emptying rate* 측정. 대한핵의학회지 22:193, 1988
- 4) 고은미, 김덕윤, 김병호, 김광원, 장린, 최영길: 위배출시간측정시 감쇠보정에 의한 효과, 대한핵의학회지 24: 260, 1990
- 5) 이지영, 이경수, 김창근, 정선관, 원종진: 고형음식물 위배출시 초기정체기의 존재에 대한 연구. 대한핵의학회지 25:207, 1991
- 6) Griffith GH, Owen GM, Kirkman S, Campbell H: *Measurement of rate of gastric emptying using chrominum-51*. *Lancet* 1:1244, 1961
- 7) Jobin G, Jian R: *Isotope studies in gastric emptying (Letter)*. *Dig Dis Sci* 27:571, 1982
- 8) Jian R, Vigneron N, Najean Y, Bernier JJ: *Gastric emptying and intragastric distribution of lipids in man. A new scintigraphic method of study*. *Dig Dis Sci* 27:705, 1982
- 9) Tothill P, McLoughlin GP, Heading RC: *Techniques and errors in scintigraphic measure-*

- ments of gastric emptying. *J Nucl Med* 19;256, 1978
- 10) Meyer JH, MacGregor IL, Gueller R, Martin P, Cavalieri R: *99mTc-tagged chicken liver as a marker of solid food in the human stomach. Am J Dig Dis* 21;296, 1976
- 11) Kroop HS, Long WB, Alavi A, Hansell JR: *Effect of water and fat on gastric emptying of solid meals. Gastroenterology* 77;997, 1979
- 12) Malmud LS, Fisher RS, Knight LC, Rock E: *Scintigraphic evaluation of gastric emptying. Semin Nucl Med* 12;116, 1982
- 13) Heading RC, Tothill P, McLoughlin GP: *Gastric emptying rate measurement in man;A double isotope scanning technique for simultaneous study of liquid and solid components of a meal. Gastroenterology* 71;45, 1976
- 14) Moore JG, Christian PE, Coleman RE: *Gastric emptying of varying meal weight and composition in man;evaluation by dual liquid-and-phase isotope method. Dig Dis Sci* 26;22, 1981
- 15) Fisher RS, Malmud LS, Bandini P, Rock E: *Gastric emptying of a physiologic mixed solid-liquid meal. Clin Nucl Med* 7;215, 1982
- 16) Domstad PA, Kim EE, Coupal JJ, et al.; *Biologic gastric emptying time in diabetic patients using Tc-99m labelled resin-oatmeal with and without metoclopramide. J Nucl Med* 21;1098, 1980
- 17) McHugh PR, Moran TH: *Calories and gastric emptying;a regulatory capacity with implication for feeding. Am J Physiol* 236;254, 1979
- 18) Brener W, Hendrix TR, McHugh PR: *Intraduodenal glucose calories control gastric emptying in man. [Abstract] Gastroenterology* 80;1116, 1981
- 19) Hunt JN, Stubbs DF: *The volume and energy content of meals as determinants of gastric emptying. J Physiol* 245;209, 1975
- 20) Collins PJ, Horowitz M, Cook JD Harding PE, Shearman DJC: *Gastric emptying in normal subjects-a reproducible technique using a single scintillation camera and computer system. Gut*, 24;1117, 1987
- 21) Sheiner HJ, Quinlan MF, Thompson IJ: *Gastric motility and emptying in normal and post-vagotomy subjects. Gut*, 21;753, 1980
- 22) Kelly KA: *Gastric emptying of liquids and solids;roles of proximal and distal stomach. Am J Physiol* 239;71, 1980
- 23) Ghoos YF, Maes BD, Geypens BJ, Mys G, Hiele MI: *Measurement of gastric emptying rate of solids by means of a carbon-labeled octanoic acid breath test. Gastroenterology* 104;1640, 1993
- 24) Christian PE, Datz FL, Moore JG: *Confirmation of short solid-food lag phase by continuous monitoring of gastric emptying. J Nucl Med* 32; 1349, 1991
- 25) Loo FD, Palmer DW, Soergel KD, Kalbfleisch JH, Wood CM: *Gastric emptying in patients with diabetes mellitus. Gastroenterology* 86;485, 1984
- 26) Harvey RF, Brown NJC, Mackie DB, Kelling DH, Davies WT: *Measurement of gastric emptying time with a gamma camera. Lancet* 1;16, 1970