

Original Article

## 간담도스캔의 영상수집방법에 따른 담즙배출율의 비교분석

단국대학교병원 핵의학과

김영선 · 서명덕 · 이완규 · 송재범

### A Comparative Analysis of GBEF According to Image Acquisition Method in Hepatobiliary Scan

Yeong-Seon Kim, Myeong-Deok Seo, Wan-Kyu Lee and Jae-Beom Song

Department of Nuclear Medicine, Dankook University Hospital, Seoul, Korea

**Purpose** The quantitative analysis of gallbladder emptying is very important in diagnosis of motility disorder of gallbladder and in biliary physiology. The GBEF obtain the statics acquisition method or the dynamic acquisition method in two ways. The purpose of this study is to compare the GBEF value of statics acquisition method and the dynamic acquisition method. And we find the best way for calculate GBEF.

**Materials and Methods** The quantitative hepatobiliary scan with  $^{99m}\text{Tc}$ -mebrofenin was performed of 27 patients. Initial images were acquired statically, for 60 min after injection of the radioactive tracer. And if the gallbladder is visualized to 60 min, performed stimulation of gallbladder (1egg, 200 mL milk). After that, started acquisition of dynamic image for 30 min. After that, image of after fatty meal of the statics method were acquired on equal terms with 60 min image. The statics GBEF was calculated using the images of before fatty meal and post fatty meal by the statics method. The dynamic GBEF was calculated using the images of time of maximum bile juice uptake ( $T_{\max}$ ) and time of minimum bile juice uptake ( $T_{\min}$ ) images from the gallbladder time-activity curve. A bile juice is secreted from gallbladder while eating a fatty meal. that is named early GBEF and that was calculated using before fatty meal image of the statics method and 1 min image of the dynamic method.

**Results** The result saw very big difference between two according to  $T_{\max}$ . The result, were as follows. 1) In case of less than 1 min, the dynamic mean GBEF was  $40.1 \pm 21.7\%$ , the statics mean GBEF was  $51.5 \pm 23.6\%$  in 16 cases. The early mean GBEF was  $14.0 \pm 29.1\%$ . The GBEF of statics method was higher because that include secreted bile juice while performed stimulation of gallbladder. A difference of GB counts according to acquisition method and the early bile juice counts was  $17.6 \pm 14.8\%$  and  $13.5 \pm 15.3\%$ . 2) In case of exceed than 1 min, the dynamic mean GBEF was  $31.0 \pm 19.7\%$ , the statics mean GBEF was  $21.3 \pm 19.4\%$  in 7 cases. The early GBEF was  $6.9 \pm 4.9\%$ . The GBEF of dynamic method was higher because that include concentrated bile juice to  $T_{\max}$ . A difference of GB counts according to acquisition method and the early bile juice counts was  $14.3 \pm 7.3\%$  and  $5.9 \pm 3.9\%$ .

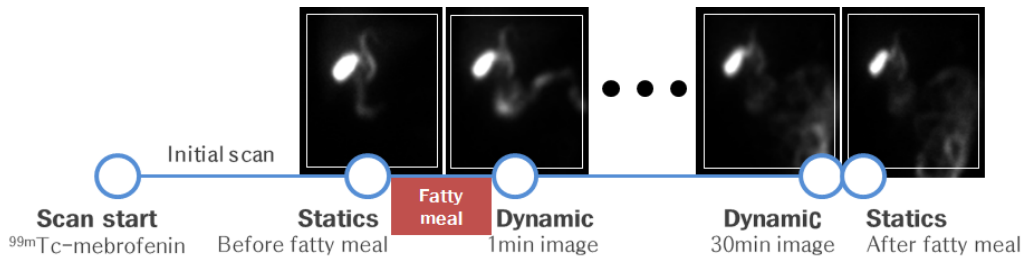
**Conclusion** The statics method is very easy and simple, but in case of  $T_{\max}$  delay, the GBEF can be lower. The dynamic method is able to calculate accurately in case of  $T_{\max}$  delay, but in case of  $T_{\max}$  is less than 1 min, the GBEF can be lower because dynamic GBEF exclude secreted bile juice while performed stimulation of gallbladder. The best way to calculate GBEF is to scan with dynamic method preferentially and to choose suitable method between the two way after conform  $T_{\max}$  on the T-A curve of the dynamic method.

**Key Words** Hepatobiliary scan, GBEF

## 서론

- Received: September 22, 2014. Accepted: October 19, 2014.
- Corresponding author: **Jae-Beom Song**
- Department of Nuclear Medicine, Dankook University Hospital, 359 Manghyang-ro, Dongnam-gu, Cheonan, Chungnam, Korea  
Tel: +82-41-550-6958, Fax: +82-41-550-6955  
E-mail: jbsong@dkuh.co.kr

간담도스캔은 정맥 주사한 방사성의약품이 간세포에 섭취된 후 담즙과 함께 분비되어 담낭과 담도를 통해 십이지장으로 배출되는 양상을 연속적으로 촬영하는 것이다. 따라서 간



**Fig. 1.** Schematic representation of <sup>99m</sup>Tc-mebrofenin hepatobiliary scan by fatty meal. The statics method include time during eating fatty meal and patient positioning for dynamic method. But the dynamic method don't include that time.

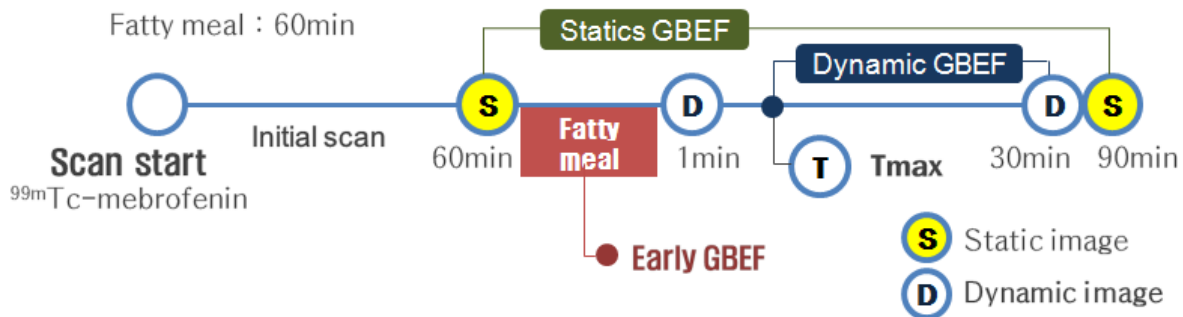
세포와담낭의 기능정도 및 담도계의 폐쇄 여부를 평가할 수 있다. 정상에서는 1시간 이내에 담낭과 소장이 관찰되는데 담낭은 보이거나 장에서의 방사능이 보이지 않을 경우 담도 폐쇄를 의심할 수 있다. 이 경우 담낭에 방사성의약품이 섭취되어 잘 관찰되면 담낭의 수축능력을 보기 위해서 담낭자극을 시행하고 영상을 수집하여 담즙배출율(gallbladder ejection fraction percent: GBEF%)을 산출한다.<sup>1)</sup> GBEF를 산출하기 위한 영상 수집은 정적영상법(static method)과 동적영상법(dynamic method)으로 가능하다. 정적영상법의 GBEF는 담낭자극 전후 영상을 정적으로 수집한 후 각 영상의 담낭에 관심영역(ROI)을 설정하여 산출한다. 동적영상법의 GBEF는 담낭자극을 시행한 후 1분마다 연속 촬영하여 동적으로 영상을 수집한 후 시간방사능곡선(T-A curve)을 구하고 그래프에서 최대 담즙집적시점( $T_{max}$ )의 담낭계수와 최저담즙집적시점( $T_{min}$ )의 담낭계수를 이용하여 산출한다.<sup>1,4)</sup> 두 영상수집방법 간에는 다음과 같은 차이가 있다. 첫째는 담낭자극을 시행하는 동안 소요되는 시간의 포함여부이다. 일반적으로 담낭자극은 계란과 우유 등 지방식을 이용하는데 지방식을 섭취하는 동안에 배출되는 담즙의 포함 여부는 GBEF에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 정적영상법에서는 이 시간이 포함되지만, 동적영

상법에서는 지방식을 섭취한 후에 시작하기 때문에 포함되지 않는다. 둘째는 담낭에 방사성의약품이 충분히 집적되는 시점( $T_{max}$ )의 차이이다. 방사성의약품이 덜 축만된 상태에서 지방식 섭취 또한 GBEF에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 정적영상법은  $T_{max}$ 의 시점이 지방식 전 영상으로 고정되어 있는 반면 동적영상법은 시간-방사능 곡선을 통해  $T_{max}$  시점을 찾기 때문에 유동적이다. 이번 연구를 통해 영상법간 영상수집방법의 차이가 실제로 GBEF에 영향을 주는지 알아보고, 또한 그 차이를 분석하여 정확한 GBEF를 산출하기 위한 방법을 알아보려 했다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 대상

본원에서 간담도 스캔을 시행한 환자 27명을 대상으로 하였으며, 이들의 평균 연령은  $52.8 \pm 20.4$  (mean $\pm$ SD)세였으며, 남자 15명, 여자 12명이었다.



**Fig. 2.** The GBEF of Statics method include early GBEF, but dynamic method don't include the early GBEF. The early GBEF means bile excretion during eating fatty meal and patient positioning for dynamic method.  $T_{max}$  of the statics method is fixed by image before fatty meal, but  $T_{max}$  of the dynamic method is not fixed.

## 2. 검사장비와 검사조건

검사장비는 저에너지 고분해능 조준기(LEHR)를 장착한 감마카메라(Infinia Hawkeye, GE 또는 Symbia, Siemens)를 사용하였으며, 영상분석은 Xeleris functional image workstation (GE)을 이용하였다. 정적영상법의 검사조건은 matrix size 256×256, 60만 계수를 수집하였으며, 동적영상법은 matrix size 128×128, 60 sec/frame로 하여 30 frame의 영상을 수집하였다.

## 3. 영상수집방법

<sup>99m</sup>Tc-mebrofenin 185 MBq (5mCi)을 정맥주사한 후 5분에 전면상으로 60만 계수를 수집한 다음, 시간설정법으로 10, 15, 30, 60분 영상을 수집하였다. 60분 영상(정적영상법 담낭자극 전 영상)에서 담낭이 잘 관찰되면 지방식(우유 200 ml, 삶은 계란 1개)을 이용하여 담낭자극을 시행하였다. 지방식 섭취가 종료되면 즉시 동적영상법으로 30분간 영상을 수집하였으며, 동적영상수집이 종료되면 이어서 60분 영상과 같은 조건으로 90분(정적영상법 담낭자극 후 영상)을 수집하였다(Fig. 1). 60분 영상에서 담낭이 충분히 보이지 않을 경우 30분씩 연장하면서 담낭이 충분히 보이는 시점에 담낭자극을 시행하였다. 담낭자극 시점은 방사선사 2명이 평가하여 시행하였으며, 판단이 어려운 경우에는 핵의학과 의사의 자문을 받았다. 담낭자극 소요시간에 따른 담즙배출량을 알아보기 위해 담낭자극을 시작한 시점부터 동적영상을 수집하기 시작한 시점까지의 시간을 측정하였다.

## 4. 영상분석방법

영상분석은 동적영상을 cine 영상으로 확인하여 검사중 심하게 움직였거나 담낭이 장(intestine) 및 담도(CBD)에 걸친 경우는 제외하였다. 영상수집방법에 따른 GBEF와 초기 GBEF를 산출하기 위해 Xeleris functional image workstation (GE)을 이용하여 정적영상법의 담낭자극 전·후 영상, 동적영상법의 1분, T<sub>max</sub>, T<sub>min</sub> 영상을 한꺼번에 띄워놓고 영상 농도를 똑같이 맞춘 후 각 영상의 담낭에 관심영역을 설정하였다. 배후방사능은 정적영상법의 담낭자극 전 영상의 간우엽에 관심영역을 설정하여 복사한 다음 각 영상에 적용함으로써 관심영역의 크기가 일치하도록 하였다. 담낭과 배후방사능의 count/pixel를 기록한 후 두 관심영역의 방사능치를 동일 화소수로 표준화하여 담낭의 방사능치에서 배후방사능치를 제외

시켰다. 각 영상법으로 산출한 GBEF를 단순 비교해 보고, 영상법간 배출되는 담즙량과 초기 담즙배출량을 이용하여 정확한 차이를 비교 분석하였다(Fig. 2).

### 1) 정적영상법의 GBEF

담낭자극 전 영상과 담낭자극 후 영상의 담낭과 배후방사능의 관심영역을 설정 한 후 다음과 같은 공식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{담낭배출률 (GBEF\%)} = \frac{\text{담낭자극 전의 담낭계수} - \text{담낭자극 후의 담낭계수}}{\text{담낭자극 전의 담낭계수}} \times 100$$

### 2) 동적영상법의 GBEF

$$\text{담낭배출률 (GBEF\%)} = \frac{\text{담낭자극 후 } T_{max} \text{의 담낭계수} - \text{담낭자극 후 } T_{min} \text{의 담낭계수}}{\text{담낭자극 후 } T_{max} \text{의 담낭계수}} \times 100$$

### 3) 초기 GBEF

담낭자극을 시행하는 동안 배출되는 담즙의 방사능을 알아 보기 위해 정적영상법의 담낭자극 전 영상과 동적영상법 1분 영상을 이용하여 GBEF를 산출하였으며, 이 시점의 GBEF를 ‘초기GBEF’라고 명하였다. 정적영상법과 동적영상법의 조건을 동일하게 맞추기 위해 각 영상의 담낭에 관심영역을 설정하여 계수를 구한 다음 영상수집시간으로 나누어 count/sec를 구한 후에 아래 식을 이용하여 산출하였다. Matrix size가 계수에 영향을 주는지 알아보기 위해 matrix size를 128×128로 동일하게 맞춘 후에 계수를 확인하였으나 차이가 없었다.

$$\text{초기담낭배출률 (\%)} = \frac{\text{담낭자극 전의 담낭계수 (정적영상)} - \text{동적영상 1분째의 담낭계수}}{\text{담낭자극 전의 담낭계수 (정적영상)}} \times 100$$

### 4) 영상법간 차이와 초기배출률과의 관계 분석

각 수집방법으로 산출한 GBEF와 초기 GBEF의 비교는 기준이 다르기 때문에 정확한 값을 얻을 수 없다. 영상법간 정확한 차이를 비교하기 위해 영상법간 담즙배출 차이와 초기에 배출되는 담즙배출 계수를 정적영상법의 담낭자극 전 담낭의 계수와의 비율을 산출하여 비교하였다.

$$\text{영상법간 담즙배출계수차} = \frac{(A-B) - (C-D)}{A} \times 100$$

$$\text{초기담즙배출계수} = \frac{A-E}{A} \times 100$$

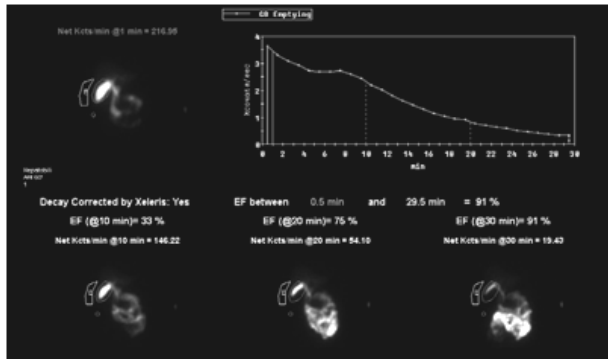


Fig. 3. T-A curve of dynamic method,  $T_{max} \leq 1$  min

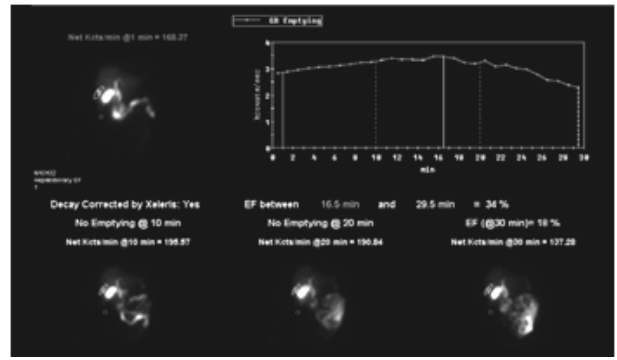


Fig. 4. T-A curve of dynamic method,  $T_{max} > 1$  min

- A = 정적영상법의 담낭자극 전 영상의 담낭계수
- B = 정적영상법의 담낭자극 후 영상의 담낭계수
- C = 동적영상법의  $T_{max}$  영상의 담낭계수
- D = 동적영상법의  $T_{min}$  영상의 담낭계수
- E = 동적영상법의 1분째 영상의 담낭계수

## 결 과

결과분석은 동적영상법 기준으로 GBEF가 10% 이하인 경우에는 임상적으로 큰 의미가 없고 동적영상법의 시간-방사능곡선의 해석이 불가능하여 제외하였다. 결과는 정적영상법이 더 높은 경우는 21 case, 동적영상법이 더 높은 경우는 6

Table 1. The GBEF according to acquisition method ( $T_{max} \leq 1$ min)

No.	Dynamic GBEF (%)	Statics GBEF (%)	Difference (%)	Early GBEF (%)	Tmax (min)	Tmin (min)
1	10.0	28.5	18.5	10.6	0.5	28.0
2	12.0	14.6	2.6	3.9	0.5	23.5
3	14.0	23.8	9.8	7.3	1.0	29.5
4	14.0	20.1	6.1	3.9	0.5	29.5
5	17.0	29.9	12.9	10.1	0.5	29.5
6	21.0	33.8	12.8	7.5	0.5	29.0
7	30.0	38.3	8.3	8.0	0.5	29.0
8	31.0	36.0	5.0	12.2	1.0	29.5
9	31.0	46.7	15.7	6.3	0.5	29.5
10	38.0	49.0	11.0	1.5	0.5	29.5
11	40.0	49.8	9.8	5.8	0.5	29.5
12	48.0	59.4	11.4	2.0	0.5	27.0
13	50.0	81.3	31.3	52.9	0.5	29.5
14	52.0	54.1	2.1	3.6	0.5	28.5
15	53.0	71.5	18.5	34.3	0.5	20.5
16	59.0	69.9	10.9	16.5	0.5	29.5
17	60.0	70.9	10.9	7.0	0.5	29.5
18	61.0	70.2	9.2	13.8	0.5	28.0
19	76.0	93.6	17.6	41.0	0.5	29.5
20	82.0	89.9	7.9	13.2	0.5	29.5
mean±SD	40.0±21.7	51.6±23.6	11.6±6.6	13.1±13.7	0.6±0.2	28.4±2.3

**Table 2.** The GBEF difference according to acquisition method and the early GBEF ( $T_{max} > 1$  min)

No.	Before fatty meal counts	Difference		Early GBEF		Difference (%)
		GB counts/Ratio (%)		GB counts/Ratio (%)		
1	7749.1	1231.5	15.9	824.4	10.6	5.3
2	2591.0	102.1	3.9	102.1	3.9	0.0
3	3784.2	548.3	14.5	276.1	7.3	6.2
4	2502.2	134.2	5.4	100.9	4.0	1.4
5	3640.0	659.7	18.1	367.3	10.1	8.0
6	7815.3	1099.6	14.1	585.4	7.5	6.6
7	1192.4	188.6	15.8	96.7	8.1	7.7
8	2646.1	77.7	2.9	13.2	0.5	2.4
9	627.8	83.9	13.4	39.6	6.3	7.1
10	2988.2	286.7	10.0	179.8	6.0	4.0
11	3923.3	426.6	10.9	226.0	5.8	5.1
12	1905.0	104.3	5.5	37.6	2.0	3.5
13	6535.1	3527.4	54.0	3442.7	52.7	1.3
14	2308.0	87.1	3.8	82.7	3.6	0.2
15	1176.0	449.4	38.2	402.9	34.3	3.9
16	1921.6	362.6	18.9	316.5	16.5	2.4
17	3498.1	381.9	10.9	243.1	7.0	3.9
18	4532.4	950.4	21.0	602.4	13.3	7.7
19	1152.5	494.7	42.9	472.5	41.0	1.9
20	820.4	106.7	13.0	108.6	13.2	0.2
mean±SD	3246.3±2126.7	565.2±778.5	16.7±13.6	426.0±743.3	12.7±13.8	3.9±2.7

case였다. 이는 동적영상법의 시간-방사능곡선 상에서 담낭 계수의  $T_{max}$ 를 1분 이하와 1분 초과로 나누었을 때와 거의 일치하였다. 단 1 case에서만  $T_{max}$ 가 1분 초과임에도 정적영상법의 GBEF가 더 높게 산출되었다. 결과분석은 담낭계수의  $T_{max}$  시점을 기준으로 1분 이하와 1분 초과인 경우로 나누어 실시하였다(Fig. 3, Fig. 4).

### 1. $T_{max}$ 가 1분 이하인 경우

#### 1) 영상법간 GBEF 차이

$T_{max}$ 가 1분 이하인 경우는 20 case였으며, 모든 case에서 정적영상법의 GBEF 높게 산출되었다. 영상법간 차이는 평균  $11.4 \pm 6.7\%$ 였으며, 초기 GBEF는 평균  $13.3 \pm 13.6\%$ 였다. 모든 case에서 동적영상을 얻기 시작 전에 이미 담즙배출이 이루어지는 것으로 나타났다.

### 2) 영상법간 차이와 초기담즙배출과의 관계분석

영상법 간 담즙배출 차이는 평균  $16.7 \pm 13.6\%$ 였고, 초기에 배출되는 담즙량은 평균  $12.7 \pm 13.8\%$ 였다(Table 2). 두 요소 간 격차는 평균  $3.9 \pm 2.7\%$ 로, 영상법간 GBEF가 차이가 나는 이유는 담낭자극을 시작한 시점부터 동적영상 수집을 시작하기 전까지 배출되는 담즙량 때문이라 할 수 있다.

### 2. $T_{max}$ 가 1분 초과인 경우

#### 1) 영상법간 GBEF의 차이

담낭계수의  $T_{max}$ 가 1분 초과인 경우는 1 case를 제외하고는 모두 동적영상법의 GBEF가 더 높게 산출되었다. 동적영상법의 평균 GBEF는 평균  $31.0 \pm 18.0\%$ 였고, 정적영상법은 평균  $21.3 \pm 21.6\%$ 로, 두 영상법간 격차는 평균  $-9.7 \pm 4.9\%$ 였다. 초기 GBEF는 평균  $-6.6 \pm 4.9\%$ 로 지방식을 섭취하는 동안에도 담즙은 담낭에 계속 집적되었다(Table 3).

**Table 3.** The GBEF according to acquisition methods ( $T_{max}$ >1 min, Dynamic method)Statics method)

Subject No.	Dynamic GBEF (%)	Static GBEF (%)	Difference	Early GBEF (%)	Tmax (min)	Tmin (min)
1	12.0	-0.3	-12.3	-5.6	3.5	26.5
2	14.0	12.4	-1.6	-2.6	4.5	22.5
3	26.0	18.7	-7.3	-1.2	5.5	29.5
4	31.0	15.5	-15.5	-3.1	9.5	29.5
5	37.0	24.5	-12.5	-18.5	11.0	29.5
6	66.0	57.1	-8.9	-8.6	11.0	29.5
mean±SD	31.0±18.0	21.3±21.6	-9.7±4.9	-6.6±4.9	7.5±4.6	27.8±2.7

**Table 4.** The difference of GBEF according Scan methods ( $T_{max} \geq 1.5$  min, Dynamic method)Statics method)

Subject No.	Dynamic GBEF (%)	Static GBEF (%)	Difference	Early GBEF (%)	Tmax (min)	Tmin (min)
1	34.0	54.1	20.1	32.0	16.5	29.5

**Table 5.** The difference of GBEF according to acquisition method and early GBEF ( $T_{max}$ >1 min)

Subject No.	GB count of Tmax	Difference		Early GBEF		Difference %
		GB counts/Ratio (%)	GB counts/Ratio (%)	GB counts/Ratio (%)	GB counts/Ratio (%)	
1	1129.0	-89.0	-7.9	-30.0	-2.7	-5.2
2	1468.0	-132.8	-9.0	-71.7	-4.9	-4.2
3	787.0	-133.0	-16.9	-32.9	-4.2	-12.7
4	3818.0	-868.0	-22.7	-544.0	-14.2	-8.5
5	192.0	-46.0	-24.0	-12.5	-6.5	-17.4
6	1559.0	-80.0	-5.1	-45.2	-2.9	-2.2
mean±SD	1492.2	-224.8	-14.3±7.3	-122.7	-5.9±3.9	-8.4±5.3

1 case에서는 동적영상법의  $T_{max}$ 가 16.5분으로 지방식 후에 도 담낭계수가 계속 집적되는 양성임에도 초기배출 또한 32%로 나타났다. 동적영상법의 GBEF는 34.0%, 정적영상법의 GBEF는 54.1%로 초기배출의 영향으로 정적영상법이 더 높게 산출되었다(Table 4).

**2) 영상법간 차이와 초기배출과의 관계분석**

동적영상에서  $T_{max}$ 의 담낭계수를 기준으로 영상법간 담즙배출 차이와 초기에 배출되는 담즙량을 비교한 결과, 영상법간 담즙배출 차이는 평균 -14.3±7.3%였고, 초기배출계수는 평균 -5.9±3.9%로, 차이는 평균 -8.4±5.3%였다(Table 5). 영상법간 GBEF가 차이가 나는 이유는 담낭자극을 시행하는 동안 집적되는 담즙량(-5.9±3.9%) 외에도  $T_{max}$  시점까지 집적되는 담즙량(-8.4±5.3%) 때문인 것으로 나타났다.

**3. 지방식 시간과 초기GBEF 관계**

$T_{max}$ 가 1분 이하인 경우, 20 case를 이용하여 담낭자극 시간과 초기배출률과의 관계를 분석하였다. 영상법간 시간차이는 평균 5.3±0.5분이었으며, 지방식을 섭취하기 시작한 시점부터 동적영상법 시작 시점까지는 평균 2.7±1.4분이었다. 지방식의 섭취 시간과 초기에 배출되는 담즙량과는 무관한 것으로 나타났으나, 이는 비정상군의 데이터가 혼재되어 있어서 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다(Fig. 5). 정적영상법의 구간별 초기 배출되는 양과의 관계는 GBEF가 60% 이상 정상수치 구간에서 다른 구간에 비해 압도적으로 높게 나타났다(Fig. 6). 즉, 지방식 시간이 1분 이내로 짧다고 하더라도 GBEF가 정상수치일 경우 초기배출은 많이 일어날 수 있다.

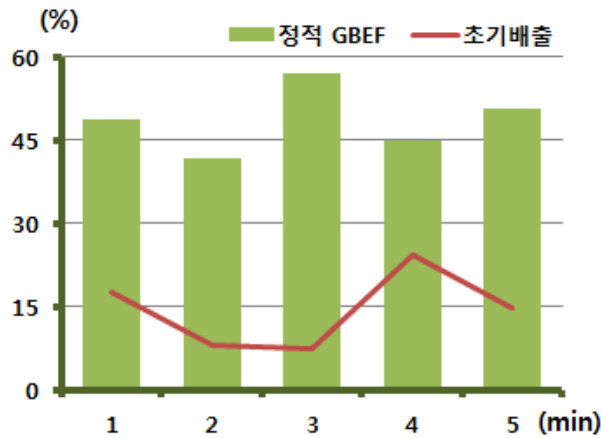


Fig. 5. The early GBEF according to fatty meal time.

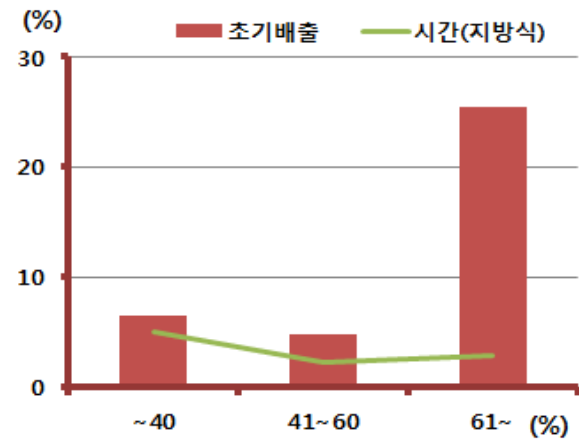


Fig. 6. The early GBEF according to GBEF of statics method.

### 고찰

연구결과를 토대로 각 영상법의 지방식 전 정적영상 때부터 종료 때까지, 시간에 따른 담낭계수의 변화를 유추해보면 다음과 같다. 대부분 아래 두 가지로 나타나지만 일부에서 다른 양상을 보이는 경우도 있기 때문에, 정확한 GBEF를 산출하기 위해서는 배출양상에 따라 추가적으로 보완해야한다고 본다.

#### 1) 방사성의약품의 최대 집적시점이 1분 이하인 경우

모든 케이스에서 담낭자극을 시행하는 동안에 배출되는 담즙량 만큼 정적영상법의 GBEF가 더 높게 산출되었다. 동적영상법 1분의 담낭계수가 정적영상법 담낭자극 전 영상의 담낭계수보다 높은 경우는 없었다. 이는 동적영상법으로 검사를 시행할 경우 오류를 최대한 줄이기 위해서는 가능한 짧게 담낭자극을 시행해야 한다는 것을 의미한다. 날계란을 우유에 섞어 단숨에 마시도록 함으로써 시간을 줄 일 수는 있으나 이

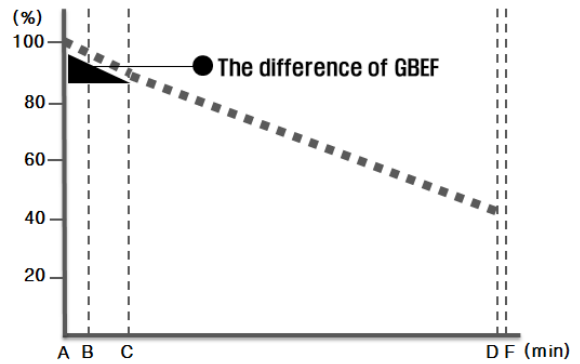


Fig. 7. A : Static-before fatty meal, B : fatty meal, C : Dynamic-1 min ( $T_{max}$ ), D : Dynamic-30 min, F : statics-after fatty meal, A-F : static GBEF, C-D : Dynamic GBEF, A-C : Early GBEF.

방법은 한계가 있으며, 날계란에 대한 거부감이 있는 환자는 시행하기 어렵다는 단점도 있다. 실제로 1분 이내에 담낭자극을 실시한 경우, 영상법간 차이는 평균  $21.6 \pm 22.4\%$ , 초기배출률은 평균  $17.5 \pm 54.8\%$ 로 높게 나타났다. 정상군의 데이터였으면 더 높을 것으로 생각된다. 최대한 담낭자극 시간을 짧게 하더라도 담즙배출은 즉시 일어날 수 있다(Fig. 7).

이해를 돕기 위해, 담즙의 배출기전에 대해서 살펴보면, 담즙의 저장과 십이지장으로의 유입은 담췌관팽대부(hepatopancreatic ampulla)의 오디괄약근에서 조절하게 된다. 오디괄약근이 닫히게 되면 담즙이 담낭에 축적되고, 이것이 열리게 되면 담즙이 십이지장으로 유입된다. 지방과 단백질이 십이지장, 공장 의 점막과 접촉하면 담즙 분비호르몬인 cholecystokinin (CCK)의 분비가 촉진된다. 이는 소장의 표피세포에서 만들어져 소장의 첫 부분인 십이지장의 표피세포에서 분비된다. 이는 혈류를 통해 운반되며 담낭에 도달하게 되면 담즙의 간 분비를 증가시키고 담낭의 수축을 자극하며, 오디괄약근을 이

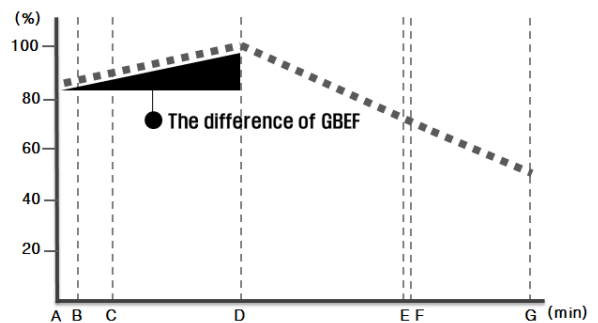


Fig. 8. A : Static-before fatty meal, B : Start eating the fatty meal, C : Dynamic-1 min, D : Dynamic- $T_{max}$ , E : Dynamic-30 min, F : Static-after fatty meal, G : Trend analysis counts, A-F : Static GBEF, D-E : Dynamic GBEF, A-C : Early GBEF, D-G : Trend analysis GBEF

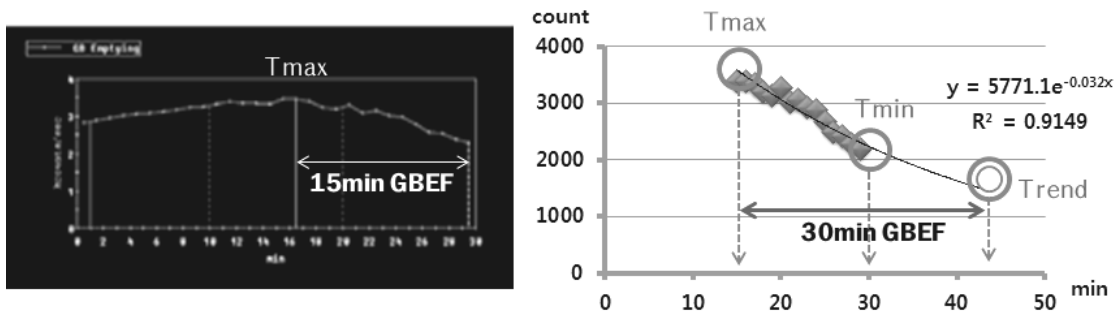


Fig. 9. Example of trend analysis.  $T_{max}$  16 min, prediction interval 16 min.

완시켜 담즙을 분비하도록 한다.<sup>2)</sup> 또한 CCK 이외에도 motilin, gastrin 등의 소화관 호르몬 및 췌장분비 효소 등도 담낭의 운동에 영향을 미치며, 미주신경, 교감신경 등 자율신경의 조절도 담낭운동에 상당히 관여하는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup> 담낭자극 역할을 하는 우유와 계란의 소화과정을 살펴보면 우유는 카제인(80%)과 유청 단백질(20%)로 구성되어 있다. 카제인은 위에 들어가면 산화되어 응고되어 위를 통과하는 시간이 길다. 유청 단백질은 산에 응고되지 않아 위를 빠르게 통과해서 소장으로 내려간다. 지방을 함유한 식품과 함께 먹으면 유당(유청에 함유)이 소장에 오래 머물러 소화가 잘 된다. 유청 단백질은 쉽게 소화되고 체내 대사 효율성이 높아 단백질 생물이가가 높을 뿐 아니라 천연 단백질 식품 가운데 분자사슬 아미노산의 함량이 가장 높다. 즉, 검사 중 담낭자극을 시행할 경우 지방식 섭취와 함께 기계적인 반응과 함께 빠르게 소장으로 내려가는 우유와 계란의 일부가 담낭을 자극하여 초기배출이 빠르게 일어나는 것으로 생각된다.

2) 방사성의약품의 최대 집적이 1분을 초과하는 경우

영상법간 GBEF는 동적영상법이 대부분 더 높게 산출되었다. 담낭에 담즙이 최대로 집적되는 시점이 정적영상법 지방식 전 영상 시점보다 지연되는 경우로, 정적영상법의  $T_{max}$  시점이 상대적으로 낮아지기 때문이다. 대부분의 경우에서 초기배출은 이루어지지 않고 오히려 담낭계수는 증가하였다 (Fig. 8).

통상적으로 GBEF는 담낭자극을 시행하고 30분 후의 영상을 이용하여 산출한다. 동적영상법에서는  $T_{max}$  부터  $T_{min}$  시점까지 계산하기 때문에  $T_{max}$ 가 지연되는 경우에는 30분에서 지연된 시간만큼 제외된다. 정확한 30분 GBEF를 산출하기 위해서는 시작부터  $T_{max}$ 까지의 시간을 연장하여 계산해야 한다. 실제로  $T_{max}$ 가 9.5분 이상인 4 case를 시간을 연장해서 추세분석을 실시하였다. 먼저 동적영상법의  $T_{max}$ 로부터 종료 시점까

Table 6. Trend analysis GBEF ( $T_{max}$ >1 min)

Subject No.	$T_{max}$ (min)	Static GBEF (%)	Dynamic GBEF (%)	Trend analysis GBEF (%)
1	9.5	15.5	31.0	35.8
2	16.5	54.1	34.0	58.7
3	11.0	24.5	37.0	49.9
4	11.0	57.1	66.0	84.3
mean±SD	12±3.1	37.8±20.9	42±16.2	57.2±20.4

Table 7. GBEF Using delayed image ( $T_{max}$ >1 min)

No.	$T_{max}$ (min)	Static GBEF (%)	Dynamic GBEF (%)	Trend analysis GBEF (%)	Delayed GBEF (%)
1	16.5	54.1	34.0	58.7	70.0

지의 각 영상에 담낭과 배후방사능의 관심영역을 설정하여 담낭계수를 산출하였다. 예측구간을 1분부터  $T_{max}$ 까지 시간만큼 설정하고 추세분석을 실시하여 설정 시간 후의 담낭계수를 산출한 후  $T_{max}$ 의 담낭계수와 설정 시간 후의 담낭계수를 이용하여 추세 GBEF 값을 산출하였다(Fig. 9).

추세 GBEF는 정적영상법보다는 평균 19.4% 높게 산출되었고, 동적영상법보다는 평균 15.2% 높게 산출되었다 (Table 6).

$T_{max}$ 가 지연된 경우에 가장 정확한 GBEF를 산출방법은 실제로 연장된 시간이 지난 다음 정적영상을 수집하여 GBEF를 구하는 것이다. 실제로 1 case를 직접 구해본 결과, 추세분석 GBEF보다 다소 높게 산출되었다(Table 7).

결론

정적영상법은 비교적 간단하게 GBEF을 산출할 수 있으며, 환자의 움직임 등 여러 가지 오류로부터 영향을 적게 받는다



는 장점이 있다. 반면 담낭에 담즙이 최대로 집적되는 시점 ( $T_{max}$ )을 가늠하기가 쉽지 않아서  $T_{max}$  이전에 담낭자극을 시행할 경우 GBEF가 낮게 산출될 수 있다. 동적영상법은 담낭에서 담즙이 배출되는 양상을 보면서 분석할 수 있다는 장점이 있다. 담낭에 담즙이 충분히 충전되지 않은 경우에도 정적영상법과 달리  $T_{max}$ 에서 GBEF를 산출하기 때문에 정확한 값을 얻을 수 있다. 하지만 지방식을 섭취한 후에 검사가 시작되기 때문에 지방식 섭취 동안에 배출되는 담즙이 제외되어 GBEF가 낮게 산출될 수 있다. 가장 정확한 GBEF를 산출하는 방법은 동적영상법을 우선적으로 시행하여 시간-방사능 곡선을 통해 담즙배출 양상을 확인한 후 영상법을 선택하는 것이다.  $T_{max}$ 가 1분 이하인 경우에는 동적영상법에 이어서 정적영상(지방식 후 영상 또는 지연된  $T_{max}$  시간 후의 영상)을 수집하여 GBEF를 산출하고,  $T_{max}$ 가 1분을 초과한 경우에는 동적영상법을 이용하여 GBEF를 구하는 것이 바람직하다고 사료된다.

## 요 약

간담도 스캔에서 GBEF의 산출은 정적영상법과 동적영상법으로 가능하다. 이번 연구를 통해 영상수집 방법에 따른 GBEF 차이를 알아보고, 정확한 GBEF를 산출하기 위한 방법을 강구하고자 한다. 본원의 환자 27명을 대상으로 하였으며,  $^{99m}\text{Tc}$ -mebrofenin을 정맥주사한 후 60분 동안은 정적영상법으로 영상을 수집하고 담낭이 잘 관찰되면 지방식(우유 200 ml, 삶은 계란 1개)을 섭취하도록 하였다. 지방식 섭취 후 동적영상법으로 60 sec/frame, 30분간 영상을 수집하고, 종료 후 60분 영상과 같은 조건으로 90분 영상을 수집하였다. 정적 GBEF는 지방식 전·후 정적 영상의 담낭계수를 이용하여 산출하고, 동적 GBEF는 시간-방사능곡선 상에  $T_{max}$ 와  $T_{min}$ 의 담낭계수를 이용하여 산출하였다. 또한 정적영상법의 지방식 전 영상과 동적영상법의 1분째 영상을 이용하여 지방식을 섭취하는 동안의 담즙배출량(초기담즙배출량)을 산출하였다. 결과는  $T_{max}$ 가 1분 이하인 경우는 20 case였으며, 정적영상법이 평균  $11.4\pm 6.7\%$  높게 산출되었다(동적 :  $40.1\pm 21.7\%$ , 정적 :  $51.5\pm 23.6\%$ ).  $T_{max}$ 가 1분을 초과한 경우는 7 case였으며, 동적영상법이 평균  $-9.7\pm 4.9\%$  높게 산출되었다(동적 :  $31.0\pm 19.7\%$ , 정적 :  $21.3\pm 19.4\%$ ). 정확한 비교를 위해 영상법에 따른 담즙배출차이와 초기배출량을 지방식 전 담낭계수와 의 비

율로부터 산출하였다.  $T_{max}$ 가 1분 이하인 경우, 영상법간 차이는 평균  $16.7\pm 13.6\%$ , 초기배출량은 평균  $12.7\pm 13.8\%$ 로, 오차범위 이내에서 일치하였다. 이는 영상법간 GBEF의 차이가 동적영상법이 시작되기 전에 이미 배출된 담즙때문이라는 것을 의미한다.  $T_{max}$ 가 1분을 초과한 경우, 영상법간 차이는 평균  $-14.3\pm 7.3\%$ , 초기배출량은  $-5.9\pm 3.9\%$ 로, 8.4% 차이가 났다. 이는 지방식 섭취를 시작한 시점부터 동적영상법을 시작한 후 일정 시점( $T_{max}$ )까지 계속 담즙이 집적되고 있음을 의미하며, 이 때문에 영상법간에 GBEF가 차이가 나는 것으로 판단된다. 정확히 30분 동안의 GBEF 산출하기 위해서,  $T_{max}$ 가 9.5분이 상인 4 case를 추세 분석하여 GBEF를 산출한 결과, 평균  $57.2\pm 20.4\%$ 로, 정적영상법(평균  $37.8\pm 20.9\%$ ) 보다는 20% 정도, 동적영상법(평균  $42.0\pm 16.2\%$ ) 보다는 15% 정도 높게 산출되었다. 정적영상법은 비교적 간단하게 GBEF를 산출할 수 있으며, 환자의 움직임 등 여러 가지 오류로부터 영향을 적게 받는다는 장점이 있다. 반면에  $T_{max}$  이전에 담낭자극을 시행한 경우이거나 환자의 상태에 따라서 담낭자극에 반응이 느린 경우엔 GBEF가 낮게 산출된다. 동적영상법은 담낭에서 담즙이 배출되는 양상을 분석할 수 있다는 장점이 있다. 배출이 지연되는 경우에도 T-A curve를 통해  $T_{max}$  시점을 알 수 있기 때문에 정확한 GBEF를 산출할 수 있다. 하지만 지방식을 섭취한 후에 검사가 시작되기 때문에 지방식을 섭취하는 동안에 배출되는 담즙이 제외되어 GBEF가 낮게 산출된다. 연구 결과 간담도 스캔을 통해 정확한 GBEF를 산출하기 위해서는 우선적으로 동적영상법을 시행하여 T-A curve를 통해 담즙배출양상( $T_{max}$ 의 시점)을 확인한 후에 두 영상법 중 적합한 GBEF를 선택하는 것이 바람직하다고 본다.

## REFERENCES

1. 정준기, 이명철. 고창순 핵의학, 제3판, **고려의학**; 2008.
2. 류진숙, 신상기, 문대혁, 이명혜. 정상인에서 지방식 투여와 CCK 연속주입에 의한 담낭 수축의 비교 연구. **대한핵의학회지**, 1992.
3. 정영태, 정경아. 인체 생리학, 개정 4판, 청구문화사, 1994.
4. Mark Tulchinsky, Brian W. Ciak, Dominique Delbeke, Andrew Hilson, Kelly Anne Holes-Lewis, Micneaal G. Stabin and Harvey A. Ziessman. SNM practice guideline for hepatobiliary scintigraphy 4.0. 2010.