

## 내시경적 역행성 췌관 조영상의 균등한 농도를 위한 적절한 쐐기형 필터의 적용

아산재단 서울중앙병원 방사선과 · 한서대학교 방사선학과\*  
손순룡 · 이희정 · 이원홍 · 조정찬 · 류명선 · 정홍량\*

- Abstract -

### The Application of Wedge Type Compensation Filter for Uniform Density on the Endoscopic Retrograde Pancreatography

Soon Yong Son · Hee Jeong Lee · Won Hong Lee  
Cheong Chan Cho · Meung Sun Ryu · Hong Ryang Jung\*  
Dept. of Diagnostic Radiology, AMC · Dept. of Radiology, Hanseo University\*

Over-density of pancreatic duct tail part on the endoscopic retrograde pancreatogram results from patient's position and inserted air during the study. The aim of this paper is to decide the filter angle to obtain an uniform density.

Endoscopic retrograde pancreatography was performed to 234 patients, and angled wedge filter was used differently. They are 10° (47), 20° (45), 30° (50), and 40° (50). We also did not use wedge filter to 42 patients. We decided reliance degree in 95%. The statistical difference was  $p < 0.05$ . The patients' sex rate was 1.8 : 1 between 18 and 87 years old (average age 58 years). Their body girth was 18.71 cm on the average.

Of total 234 patients, difference of right and left average density was 0.01 by 30° wedge filter, -0.08 40° wedge filter and 0.27 non-wedge filter. These average values of difference density were very significant statistically, and standard deviation also was close to regular distribution.

In conclusion, there is a usefulness of angled wedge filter for increasing diagnostic value of pancreatic duct tail part on the endoscopic retrograde pancreatogram.

## I. 서 론

경제발전과 더불어 소득이 증대됨에 따라 인체에 무해한 방사선 검사법인 자기공명영상(MRI)과 초음파검사(ultrasonography)에 대한 관심이 높아지면서 질병의 진단에 있어서 중요한 영역을 차지하고 있다<sup>1)</sup>. 그러나 인체 피복이라는 다소의 단점을 내포하고 있는 X선을 이용한 검사법은 시대를 불문하고, 의료에 있어 필연적으로 적용되고 있으며, 근래에는 장비의 첨단화와 수기의 발달로 오히려 매년 5~10% 정도 증가하고 있다<sup>2, 3)</sup>.

담도계의 진단에 있어서 여러 가지의 방사선학적 검사법인 상복부 초음파검사, 복부 단층촬영술, 핵의학 간·담도검사(DICIDA scan), 경피경간 담도조영술(percutaneous transhepatic cholangiography)<sup>4)</sup> 등이 시행되고 있지만, 모든 체·담도 질환의 진단에 우수성이 높고, 다양하게 적용되고 있는 내시경적 역행성 담도췌관조영술(en-

doscopic retrograde cholangiopancreatography : 이하 ERCP)은 내시경과 수기의 발달로 진단뿐만 아니라 치료를 병행시행 할 수 있는 장점이 있어 획기적으로 증가하고 있는 추세에 있다<sup>5, 6)</sup>.

그러나, ERCP는 검사를 시행할 경우 환자의 자세가 좌전사위(left anterior oblique position : 이하 LAO)로 위치시킴으로써, 좌우의 두께차이로 인한 담도 영상의 질(image quality)에 문제가 발생되고, 시술 중 내시경삽입으로 인하여 위장에 공기가 충전되므로 위장과 중복되어 나타나는 췌관 췌부(body)와 미부(tail)의 묘출이 저하되며, 특히 미부의 경우 공기음영에 가려져 전혀 묘출되지 않는 사례가 빈번히 발생되고 있어 개선의 필요성이 요구되었다.

피사체의 두께 차이나 투과력의 차이로 부분별 농도(density)의 불균등이 발생될 경우에는 통상 쐐기형의 보상 여과판(wedge type compensation filter : 이하 여과판)을 사용하여 전체적으로 균등한 최적의 농도(average

optical density)를 얻을 수 있다<sup>7)</sup>.

여과판의 재료에는 인체 등가물질(tissue compensation)로써 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리스틸렌(polystyrene), Acryl 등 크게 3종류가 주로 이용되고 있으며, JCAHO(joint commission on the accreditation of healthcare organizations)에서 환자 선량을 측정할 때 사용하도록 권고하는 Lucit 등도 유용되고 있다<sup>8)</sup>.

본 연구에서는 췌관 체부와 미부의 농도를 감소시키기 위하여 여러 가지 특성과 경제적 여건 및 보편성을 고려한 아크릴 재질의 여과판을 선택하였으며, 실험을 위해 다양한 각도로 제작하여 각도에 따른 영상의 농도를 측정·비교하여 평균적으로 가장 균등한 농도의 영상을 얻을 수 있는 여과판 각도를 파악함으로써 임상적용의 유용성을 알아보려고 하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 조사대상

2000년 6월부터 12월까지 본원에 입원하여 ERCP가 예정되어 있는 환자 250예를 대상으로 하였으며, 여과판의 각도에 따라 각각 50예씩 분류하여 검사하였다. 그 중 검사의 지연으로 과도하게 공기가 주입된 경우와 수술이나 기타 질환으로 측정이 곤란한 환자 16예를 제외한 234예(10° 47예, 20° 45예, 30° 50예, 40° 50예, Non filter 42예)를 분석의 대상으로 하였다.

대상자의 일반적인 특성으로 연령별 분포는 51~60세가 30.76%(76예)로 가장 높았고, 40세 이하의 연령군에서 비교적 낮은 빈도인 10.25%로 나타났으며, 전체의 평균 연령은 57.93세였다. 체부 둘레는 18.1~20.0 cm가 41.45%로 높은 빈도를 보였고, 22.1 cm 이상은 3.41%로 극히 낮았으며, 평균두께는 18.71 cm였다. 가장 두꺼운 대상자는 27 cm(49세 남자)였고, 가장 얇은 두께는 13.5 cm(72세 남성)였으며, 남녀 성비는 1.8 : 1로 남성이 우위를 보였다(Table 1).

### 2. 조사방법

먼저 환자의 바로 누운 자세(supine position)에서 검사돌기 부분의 두께를 측정한다. 다음, 환자를 prone LAO 자세로 변경하고 여과판의 두꺼운 부분이 췌관 미부에 위치하도록 하여 각각 여과판 별로 50예의 ERCP를 시행하였다.

촬영된 영상은 농도와 대조도의 조정 및 여과과정 없이 출력하여 농도계로 측정하였다. 농도측정은 영상을 좌우 대칭 2등분으로 나누고 다시 좌우 영역을 각각 3등분한 다음, 상하 중간지점을 중심으로 농도를 측정하였다(Fig. 1).

측정점의 오차를 줄이기 위하여 영역마다 3회씩 측정한다. 다음, 평균을 내어 그 영역의 농도로 하였으며, 다시

Table 1. Mean of patients age and thickness

	Classification	Number	%
Age	~40 year	24	10.25
	41~50	35	14.95
	51~60	72	30.76
	61~70	62	26.49
	70 year~	41	17.52
	Total	234	100
Thickness of patients	~18 cm	86	36.75
	18.1~20.0	97	41.45
	20.1~22.0	43	18.37
	22.1~24.0	6	2.56
	24.1 cm~	2	0.85
	Total	234	100
Sex	Male	151	64.5
	Female	83	35.5
	Total	234	100

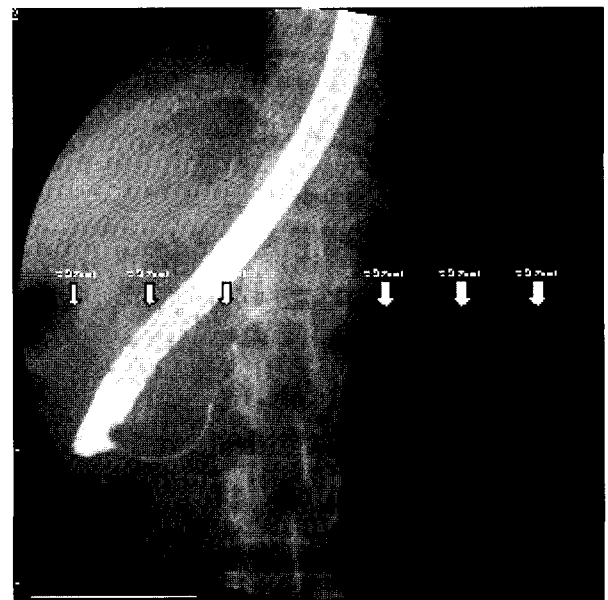


Fig. 1. The measurement area on ERP image. The arrows show measurement point with constant distance at right-left two division area

3영역의 평균을 산정하여 좌우 농도차를 구하였다.

### 3. 실험기자재

- Fluoroscopic unit : DR-2000 MC(HITACHI, Japan)
- Development unit : FL-IMD laser print(Fuji, Japan)
- Densitometer : Digital densitometerII(Victoreen, U.S.A.)
- Wedge type compensation filter(acryl material) : 4 EA(10°, 20°, 30°, 40°)

#### 4. 분석방법

3회 측정하여 각각 평균 농도를 구한 다음, 좌측 평균 농도에서 우측 평균 농도를 감산하여 얻은 좌우 농도차를 부호화(cording) 과정을 거쳐 SPSS 통계프로그램을 이용하여 여과판 각도에 따른 유의성을 검증하였다. 분석을 위한 통계적 기법으로는 ANOVA test를 이용하였으며, 95%의 신뢰도에 P-value가 0.05미만인 경우를 유의한 것으로 결정하였다.

### III. 결 과

#### 1. 여과판의 각도별 농도차이 현황

조사대상자 234에 가운데 non-filter가 18.0%, 10° 20.0%, 20° 19.2%, 30°와 40°가 21.4%의 빈도를 보였으며, 좌우 농도차의 평균은 30°에서 0.01로 거의 균등한 농도를 보였으며, 여과판을 사용하지 않은 군에서 0.27의 농도차이를 보여 대상 군 가운데 가장 높게 나타났으며, 40°의 군에서는 오히려 여과판에 의해 과도하게 농도가 보상되어 좌우차가 -0.08로 나타났다(Table 2).

Table 2. Mean of difference density by angle of wedge filter

Classification	Number	%	M.O.D.D*	Max.	Min
Non - filter	42	18.0	0.27	0.95	-0.83
10°	47	20.0	0.17	0.70	-0.33
20°	45	19.2	0.16	1.15	-0.31
30°	50	21.4	0.01	0.65	-0.57
40°	50	21.4	-0.08	1.03	-0.90
Total	234	100	0.098	1.15	-0.92

\* M.O.D.D\* : Mean of difference density

#### 2. 여과판의 각도에 따른 평균 농도차이의 비교 분석

조사대상자에서 획득한 영상의 좌우 농도차이는 평균 non-filter가 0.27, 10° 0.17, 20° 0.16, 30° 0.01, 40° -0.08로 나타나 여과판의 각도에 따른 농도차이의 평균은 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였다(P<0.01). 표준편차는 10°와 30°의 여과판에서 평균농도의 분포가 상대적으로 보다 정규분포에 가깝게 나타났다(Table 3).

### IV. 고 찰

인체의 두께나 곡선부위에서는 단순한 방사선촬영으로

Table 3. The result of signification by ANOVA test

Classification	Non - filter	10°	20°	30°	40°	Total
Number	42	47	45	50	50	234
Total	11.22	8.33	7.39	0.28	-4.21	23.01
Mean	0.27	0.17	0.16	0.01	-0.08	0.098
St. D	0.3754	0.2538	0.3110	0.2695	0.3327	0.3255

\* F = 7.726 df = 4 Sig = 0.000

는 영상의 전체적인 최적의 농도를 얻을 수 없으므로 균등한 농도분포를 위해서는 허<sup>9)</sup>와 Jorge et al<sup>10)</sup> 등은 환자의 두꺼운 부위를 췌기형 보상 여과판의 얇은 쪽으로 하여 X선이 많이 투과하도록 하고, 환자의 얇은 부위는 여과판의 두꺼운 쪽으로 하여 두께차이에 따른 불균등 사진농도를 보상할 수 있다고 주장한 바, 본 연구대상의 시술인 ERCP의 환자가 사위자세를 취하므로 좌측의 두께가 우측보다 얇고, 좌측의 체관 체부와 미부에 시술중 주입한 공기 때문에 과농도(overexposed density)가 형성되어 진단가치가 현저히 저하되므로 상기 이론에 부합시켜 여과판의 두꺼운 부분을 좌측에 위치시켰다(Fig. 2).

또한, 허<sup>9)</sup>와 Edward et al<sup>11)</sup>에 의하면 여과판을 사용하면 장파장의 X선이 제거되어 환자선량을 어느 정도 감소시킬 수 있으므로 여과후 보다 여과전의 환자선량이 많다고 주장하였으며, 김<sup>12)</sup>는 부가여과판의 두께를 증가시킬수록 환자선량 및 피부선량이 감소된다고 보고하고 있다. 그러므로 여과판의 사용은 오히려 환자의 피폭면에서도 유익하다고 할 수 있다.

여과판의 재질로써 Anthony<sup>7)</sup>는 적절하지 못한 재질의 여과판을 사용할 경우 현저한 농도의 감소 내지는 영상의 질적 저하의 원인이 될 수 있다고 하여 왁스(wax) 등 인체의 등가물질을 사용해야 한다고 보고하였다.

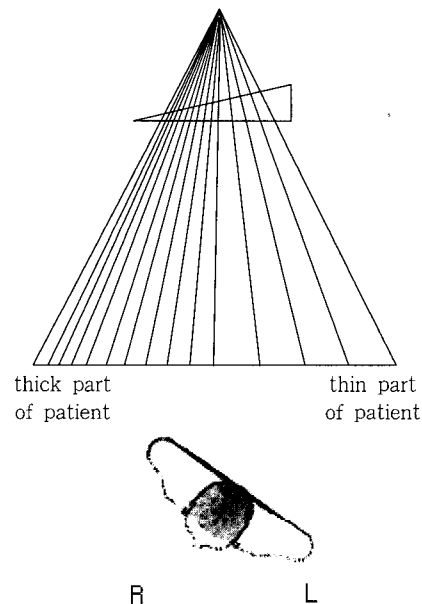


Fig. 2. Direction of wedge filter by patient position and location of inserted air

Stephen et al<sup>13)</sup>과 Dev<sup>14)</sup>은 대표적인 인체 등가물질로 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리스틸렌(polystyrene), 아크릴(acryl) 등이 있으며, 폴리에틸렌은 지방과 조직에 가까운 등가물질이고 폴리스틸렌과 아크릴은 지방보다 조직에 가까운 물질이기에 유방촬영용 여과판으로는 폴리에틸렌이 가장 적절하고 폴리스틸렌과 아크릴은 부적절하여 사용할 수가 없다고 권고하였으나, 조직과 뼈로 구성된 검사(일반·투시촬영용 여과판)에는 폴리에틸렌과 폴리스틸렌, 아크릴재질 모두 사용이 가능하다고 하였으며, 그 외 JCAHO(joint commission on the accreditation of healthcare organizations)에서 환자선량을 측정할 때 사용을 권고하는 Lucit 등이 있다고 보고하였다.

저자들은 비록 폴리에틸렌과 폴리스틸렌은 사용하지 못하였지만, 경제적 여건과 보편성을 고려하여 아크릴재질로

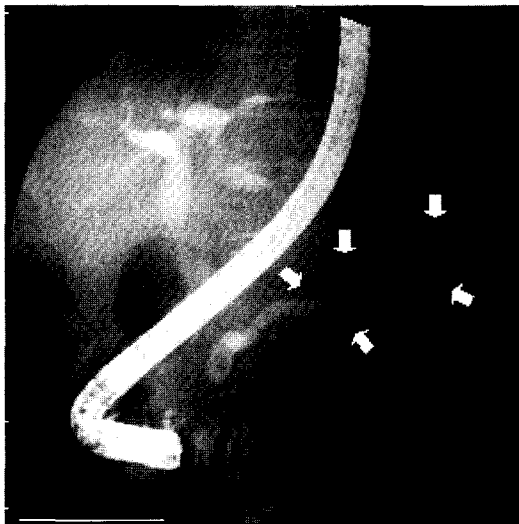
여과판을 제작함으로써 ERCP에는 적절한 재질의 선택이 라고 할 수 있다.

또한, 지금까지의 여과판에 대한 연구는 대부분 필름-증감시스템에 관한 이론이었지만, 저자들이 사용한 X선 장치는 디지털 장치(digital radiographic unit)라는 특징이 있다.

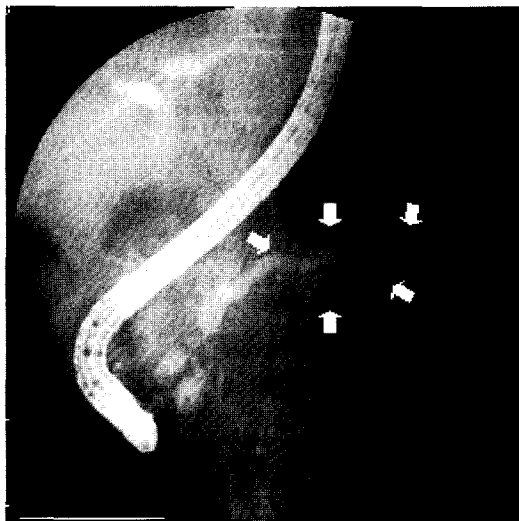
물론, 디지털 장치에서의 농도보상은 parameter를 조절하여 보상할 수 있다고 보고한 Anthony<sup>7)</sup>과 같이 디지털 장비에서 여과판 사용의 필요성에 회의적인 시각들이 있지만, 임상에서 실제로 parameter가 매우 민감하고 자유롭게 조절하기에 복잡함과 어려움이 있으며, 특히 일부분만의 조절에는 과정(processing)이 고도의 전문가적인 지식과 기술을 요하며, 영상 하나 하나마다 조절하는 데에는 한계가 있다고 할 수 있다.

실제로 본 연구에서 아크릴재질의 여과판을 사용하여 농도보상을 시도한 결과, 여과판을 사용하지 않은 대조군보다 전체적으로 균등한 농도의 분포를 얻을 수 있었으며, 여과판의 각도에 따라 농도분포가 다양하게 나타났다. 비록 40° 여과판에서는 과도한 보상으로 오히려 농도의 분포가 반전되는 역효과도 있었지만, 30°에서는 거의 농도차이가 없을 정도로 균등한 분포를 보였다. 즉 ERCP 중 환자체위에 의한 두께차이로 발생된 농도의 불균형을 적절한 각도의 여과판을 사용함으로써 보상할 수 있었으며, 시술중 주입된 공기 때문에 형성된 과농도로 진단이 어려웠던 췌관 체부와 미부의 관찰이 용이해 전체적인 진단가치가 높아졌음을 알 수 있었다(Fig. 3).

이는 디지털 장치에서도 여과판이 농도를 보상하는데 매우 유익함을 증명해 주는 실증적인 사례로서 규명된 parameter하에 적절한 각도의 여과판을 사용하면 균등한 농도의 영상을 얻는데 매우 유익하리라 판단된다.



A



B

Fig. 3. Comparison of non filtration ERP image with wedge filtration ERP image

A) Non filtration ERP image

B) 30° wedge filtration ERP image

## V. 결 론

ERCP 시술중 환자체위와 주입된 공기로 인하여 영상의 전체적인 농도저하 및 췌관 체부와 미부의 묘출이 어려웠으나, 적절한 각도의 아크릴 여과판을 이용하여 X선 입사에너지의 여과율을 변동시켜 광자의 흐름을 보상함으로써 균등농도의 영상을 얻을 수 있다. 그로 인하여 전체적으로 췌관의 균등한 농도의 형성 및 묘출능력을 향상시킬 수 있어 ERCP에서의 적절하게 선택된 아크릴 여과판은 진단적 가치가 높으므로 임상적용에 매우 유효하리라고 사료된다.

향후 주입된 공기량과 환자의 체부 두께 및 환자의 사위정도(oblique position angle) 등에 따른 보다 체계적이고 계량화된 연구가 요구된다.

## 참 고 문 헌

1. Thomas JB : CT Technology Overview : State of the

- Art and Future Directions<sup>1</sup>, RSNA : A categorical course in physics, 161-172, 1996.
2. 大塚昭義 : X線検査におはる患者被曝低減の技術的研究, 日本放射線技術學會雜誌, Vol. 39, No. 5, 760-778, 1983.
  3. 中村實 : X線撮影におはる被曝量減少について, 中村博士業績集, 267-341, 1977.
  4. 이희정, 손순룡, 김건중 등 : 총담관류 진단에 내시경적 역행성 담도조영술(ERC)을 이용한 연속적 저격촬영술의 유용성에 관한 고찰, 대한방사선사학회지, Vol. 25, No. 1, 1999.
  5. 김명환, 민영일, 이성구 : ERCP(역행성 담도촬영술), 일조각, 1-13, 1994.
  6. 손순룡 : ERCP 시술중 Balloon Cholangiography의 유용성에 관한 고찰, 대한방사선기술학회지, Vol. 20, No. 1, 1997.
  7. Anthony BW. : Physics of Radiology, prentice-hall international, Inc., 168-169, 1993.
  8. Dev PC : Acceptance Testing, Quality improvement, and Dose Assessment of Fluoroscopy system<sup>1</sup>, RSNA : A categorical course in physics, 81-101, 1996.
  9. 허준 : X선기술원론, 고문사, 193-200, 1984.
  10. Jorge E, Vilagran MS, Barry BG, et al : Reduction of Patient Exposure by Use of Heavy elements as radiation filter in diagnosis radiology, Radiology, Vol. 127, 249-254, 1978.
  11. Edward EC, Thomas SC, James ED : An Introduction to the Physics of Diagnostic Radiography, 2nd ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 59-89, 1978.
  12. 김영근 : 진단방사선영역에서 선속변화에 따른 흡수물질의 유용성에 관한 연구, 동신대학교 박사학위논문, 24-27, 2000.
  13. Stephen R, Daniel RB : Spatial shaping of the beam : Collimation, Grids, Equalization filter, and region of interest Fluoroscopy<sup>1</sup>, RSNA : A categorical course in physics, 75-85, 1995.
  14. Dev PC : Acceptance Testing, Quality improvement, and Dose Assessment of Fluoroscopy system<sup>1</sup>, RSNA : A categorical course in physics, 81-101, 1996.