

ORIGINAL ARTICLE

## 내시경 역행성 췌담관조영술에서 자체 제작된 납 차폐막의 방사선 차단효과

김윤정, 조광범, 김은수, 박경식, 장병국, 정우진, 황재석

계명대학교 의과대학 내과학교실

### Efficacy of a Self-designed Protective Lead Shield in Reduction of Radiation Exposure Dose During Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography

Yun Jung Kim, Kwang Bum Cho, Eun Soo Kim, Kyung Sik Park, Byoung Kuk Jang, Woo Jin Chung and Jae Seok Hwang

Department of Internal Medicine, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

**Background/Aims:** The increasing use of diagnostic and therapeutic endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) calls for greater consideration of radiation exposure risk to endoscopists and assistants, and emphasizes the proper system of radiation protection. This study was designed to assess the effect of a newly developed, self-designed, protective lead shield.

**Methods:** A curtain-shaped protective shield composed of seven movable lead plates was developed, each with the following dimensions: depth, 0.1 cm; width, 15 cm; length, 70 cm. The curtain-shaped protective shield was designed to be located between the patient and the endoscopist. Twenty-nine patients (11 men and 18 women) undergoing ERCP between January 2010 and March 2010 were selected for this study. The dose of radiation exposure was recorded with or without the protective lead shield at the level of the head, chest, and pelvis. The measurement was made at 50 cm and 150 cm from the radiation source.

**Results:** The mean patient age was 64 years. The mean patient height and weight was  $161.7 \pm 6.9$  cm and  $58.9 \pm 9.9$  kg, respectively. The mean body mass index (BMI) was  $22.5 \pm 3.0$  kg/m<sup>2</sup>. Endoscopists received  $1522.2 \pm 537.0$  mR/hr without the protective lead shield. At the same distance, radiation exposure was significantly reduced to  $68.8 \pm 88.0$  mR/hr with the protective lead shield ( $p$ -value  $< 0.0001$ ). The radiation exposure to endoscopists and assistants was significantly reduced by the use of a protective lead shield ( $p$ -value  $< 0.0001$ ). The amount of radiation exposure during ERCP was related to the patient's BMI ( $r=0.749$ ,  $p=0.001$ ).

**Conclusions:** This self-designed, protective lead shield is effective in protecting endoscopists and assistants from radiation exposure. (*Korean J Gastroenterol* 2011;57:28-33)

**Key Words:** Radiation; Protective shield; ERCP

Received April 30, 2010. Revised September 1, 2010. Accepted September 3, 2010.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 조광범, 700-712, 대구시 중구 동산동 194, 계명대학교 동산의료원 내과

Correspondence to: Kwang Bum Cho, Department of Internal Medicine, Dongsan Medical Center, Keimyung University School of Medicine, 194, Dongsan-dong, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea. Tel: +82-53-250-7088, Fax: +82-53-250-7088, E-mail: chokb@dsmc.or.kr

Financial support: None. Conflicts of interest: None.

## 서 론

내시경 역행성 췌담관조영술(endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)은 췌담도 질환의 진단 및 치료에 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 ERCP는 X-선을 이용하기 때문에 환자뿐 아니라 의료인들의 방사선 피폭이 잠재적 위험 요소로 인식되어 왔다.<sup>1</sup> ERCP 시술 시에 환자에게 노출되는 방사선 피폭량에 대하여서는 여러 연구가 이루어졌으나<sup>2</sup> 시술 도중에 노출되는 의료인들의 피폭량 및 대응 방침에 대하여서는 연구마다 서로 상이하였다. 즉 ERCP 시술 시에 시술자가 받는 방사선 피폭량은 환자에 비하여 매우 낮아 시술자가 무시할 정도라고 보고한 결과<sup>3</sup>가 있는 반면에 Cohen 등<sup>4</sup>은 노출되는 방사선량이 높아 철저한 방사선 방호와 주의가 필요한 것으로 보고하면서 여러 가지 지침들을 제시하기도 하였다.

ERCP 시술 중의 방사선 피폭을 막기 위하여 납 가운과 갑상선 보호대, 납 안경 등의 개인 방호를 착용하지만,<sup>5</sup> 내시경 화면의 위치나 시술 방법의 차이에 따라 시술자가 광원으로부터 완전한 방호가 되지 않는 경우가 많다. 이에 이번 연구의 저자들은 ERCP 시술 중 효과적으로 방사선 피폭을 차단할 수 있고 시술에 방해가 되지 않으면서, 시술 중 환자 관리가 용이한 간이 납 차폐막을 자체 제작하였으며, 차폐 전후의 방사선 피폭량 측정을 통해 그 효용성을 확인해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상 및 방법

#### 1) 대상

2010년 1월부터 2010년 3월까지 계명대학교 의과대학 동산의료원에서 췌담관 질환의 진단 및 치료 목적으로 ERCP를

시행한 29명을 대상으로 하였고 환자의 키, 몸무게를 이용하여 체질량지수(body mass index, BMI)를 계산하였다. 모든 환자들에서 동의서를 획득하였으며 헬싱키 선언의 윤리 기준을 따랐다.

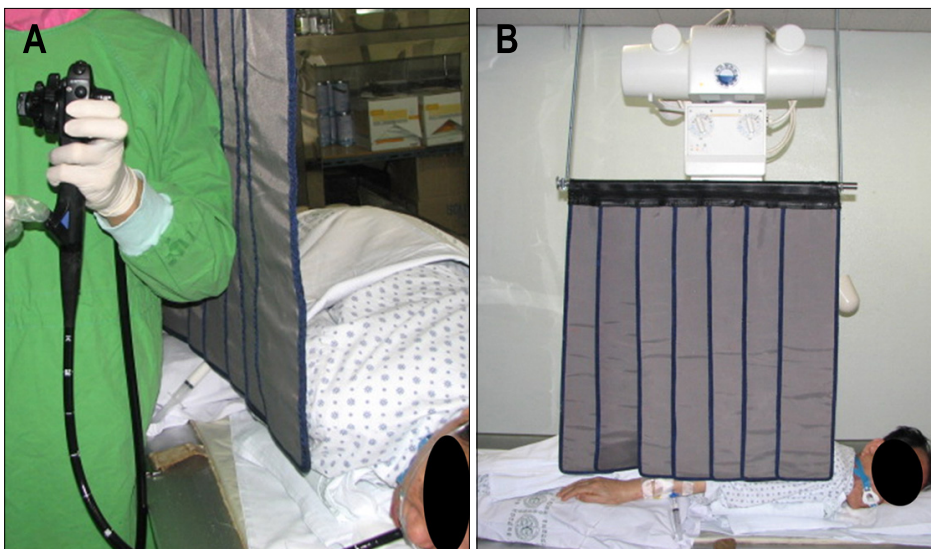
환자는 좌후사위 자세로 ERCP 시술을 받았으며 시술자는 광원으로부터 50 cm, 보조자는 150 cm에 위치하면서 환자와 투시 영상을 관찰하였다. 그리고 십이지장경(JF 260V, TJF 260, Olympus Medical System Co, Tokyo, Japan)을 십이지장 유두부 위치까지 진입시켜, 유두부를 통하여 조영제를 담관이나 췌관에 주입하여 방사선 영상을 통해 이상을 확인하였다.

#### 2) 납 차폐막

자체 제작한 납 차폐막은 유동성의 7개의 납 질편(납당량 1 mmPB, 폭 15 cm, 길이 70 cm, 총무게 9.1 kg)을 겹쳐 배열하여 총 폭 87 cm로 제작되었다. 천장에 홈을 만들고 갈고리 모양의 두 개의 고리를 설치하여 납 차폐막을 커튼 모양으로 천장에 연결, 탈부착할 수 있도록 하였다. 납 차폐막은 환자와 시술자 사이에 위치하도록 하였으며, 천장에서 시술대까지 내려오도록 부착되었다(Fig. 1).

#### 3) 방사선량 측정

투시 촬영기는 Prestige II (General Electric Co., New York, NY, USA)를 이용하였고 방사선량 측정 기구는 Survey Meter Calibration 모델 14C(General Motor Inc., Port Melbourne, Australia)를 이용하여 방사선량을 mR/hr 단위로 측정하였다. 방사선량의 측정은 광원으로부터 50 cm, 150 cm의 거리에서 측정 높이 70 cm, 100 cm, 140 cm에서 방사선 피폭량을 환자가 위치하기 전, 환자 위치한 후의 차폐 전후로 각각 측정하였다. 산란되는 방사선량을 연속 3회 측정하여 그 평균을 기록하였다. 각 시술 시에 거리에 따른 방사선 피폭



**Fig. 1.** Self-designed, protective lead shield. (A) Self-designed, protective lead shield consists of vertically-flexible, disposable, radiation-protective drapes placed directly on the patient in the sterile field. (B) The lead shield does not interfere with the performance of endoscopic procedures, or with fluoroscopic or video endoscopic visualization.

**Table 1.** Clinical Characteristics of Patients and the Procedure

Characteristics of patients (n=29)	
Age (years, mean±SD)	64.2±12.3
Sex (male:female)	11:18
Height (cm, mean±SD)	161.4±7.7
Weight (kg, mean±SD)	58.0±10.9
BMI (kg/m <sup>2</sup> , mean±SD)	22.1±2.7
Indication of ERCP	
Bile duct stones	19
Pancreatic cancer	4
AIP	1
Pancreatitis	5

SD, standard deviation; BMI, body mass index; AIP, autoimmune pancreatitis.

량을 측정함과 동시에 주광원으로부터의 순간 출력량을 자동 출력 모드로 기록하였다. Survey Meter Calibration 모델 14C는 200 mR/hr가 계측한계이므로 차폐막 없이 50 cm에서의 측정은 정확한 방사선 피폭량을 알기 어려워 150 cm 보조자 위치에서의 측정량을 이용하여 간접적으로 계산하였다. 즉 방사선량은 거리의 제곱에 반비례한다는 역제곱의 공식(inverse square law)을 이용하였다. 조사선량률(X)은  $rS/d^2$  ( $r$ , 감마 상수;  $S$ , 선원의 방사능;  $d$ , 선원으로부터 거리)의 공식을 이용하였다.

방사선 단위는 국제방사선 단위 측정 위원회의 지침에 따라 방사선의 종류와 에너지에 따라 다르게 나타나는 생물학적 효과를 보정해 주는 유효선량 값으로 렘(rem)을 사용하였다.

## 2. 통계

통계 분석은 SPSS ver. 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 시행하였고 각 통계변량의 비교를 위하여 연속 변수는 paired t-test, Spearman's test 를 사용하였고 p 값이 0.05 미만일 때 유의하다고 판정하였다

# 결 과

## 1. 환자의 특성

전체 대상 환자수는 모두 29명으로 대상군의 평균 연령은 64.2세였고 남자가 11명, 여자가 18명이었다(Table 1). 평균 신장은 161.7±6.9 cm, 평균 체중은 58.9±9.9 kg으로 평균 체질량지수는 22.5±3.0 kg/m<sup>2</sup>였다. ERCP의 적응증으로는 담도 결석 제거술 19예, 췌장 질환 진단 및 치료 목적 9예, 자가 면역성 췌장염 진단 1예였다.

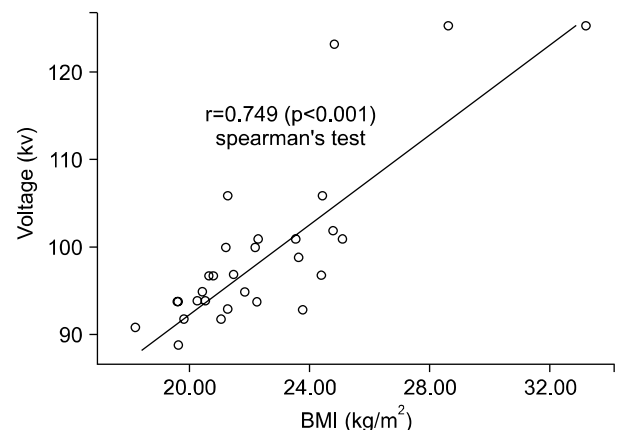
## 2. 환자의 체질량지수와 방사선 출력량과의 관계

투시 촬영기는 환자 및 시술 여건에 따라 자동 조절되므로

**Table 2.** BMI and Amounts of Voltage during ERCP in 29 Patients

BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Amounts of voltage (kv)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Amounts of voltage (kv)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Amounts of voltage (kv)
19.81	92	21.83	95	20.66	97
20.78	97	23.83	93	24.46	97
20.43	95	18.21	91	19.63	94
24.44	106	22.31	101	19.65	89
20.28	94	25.10	101	21.26	100
21.30	106	21.48	97	23.66	99
19.68	94	22.21	100	33.20	125
20.57	94	28.65	125	24.80	102
22.27	94	24.84	123	23.53	101
21.08	92	21.30	93		

BMI, body mass index; ERCP, endoscopic retrograde cholangiopancreatography.



**Fig. 2.** Relation graph between BMI and radiation exposure. The amount of radiation exposure during ERCP was strongly related to the patient's BMI. BMI, body mass index; ERCP, endoscopic retrograde cholangiopancreatography.

주 광원으로부터의 출력량을 측정, 기록하였다. 환자 개인의 체질량지수 및 출력량의 수치는 표와 같으며(Table 2) 출력량은 환자의 체질량지수와 강한 양의 상관 관계를 나타내었다( $r=0.749$ ,  $p=0.001$ , Fig. 2).

## 3. 간이 납 차폐막 유무에 따른 방사선 피폭량

환자가 위치하기 전 투시 촬영기에서의 자동 출력량은 미세하여 6 mR/hr 이하로 측정되었다. 환자 위치 후 간이 납 차폐막 사용 전의 평균 방사선 피폭량은 시술자의 위치인 광원으로부터 50 cm 거리에서 1522.2±537.0 mR/hr로 측정되었으며 보조자의 위치인 광원으로부터 150 cm 거리에서는 169.1±62.7 mR/hr로 측정되었다. 간이 납 차폐막 사용 후의 평균 방사선 피폭량은 시술자의 위치에서 68.8±88.0 mR/hr

**Table 3.** The Comparison of Radiation Exposure in Endoscopist and Assistant Staff during ERCP with or without the Protective Lead Shield

Level of detection	50 cm (Endoscopist)				150 cm (Assistant)			
	Without patient	With patient		p-value	Without patient	With patient		p-value
		Shield (-)	Shield (+)			Shield (-)	Shield (+)	
170 cm (Head)	1.2±0.4	1587.4±516.0	9.5±6.8	<0.0001	<1	176.4±57.3	7.5±6.8	<0.0001
140 cm (Chest)	3.4±0.8	1536.2±573.2	14.2±10.9	<0.0001	<1	170.7±63.7	9.3±4.6	<0.0001
100 cm (Pelvis)	6.0±0.8	1443.1±609.1	182.4±59.2	<0.0001	<1	160.3±67.7	16.8±11.3	<0.0001
Mean level	3.5±0.7	1522.2±537.0	68.8±88.0	<0.0001	<1	169.1±62.7	11.2±8.9	<0.0001

Values are mean±standard deviation in the unit of mR/hr.

ERCP, endoscopic retrograde cholangiopancreatography.

로 측정되었으며 보조자의 위치에서 11.2±8.9 mR/hr로 측정되었다. 같은 부위와 같은 거리에서 납 차폐막 전후의 방사선 피폭량은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.001$ , Table 3).

## 고찰

X-선을 이용하는 ERCP는 진단 및 치료 목적으로 그 이용 범위가 넓어져 가는 가운데 시술 중에 방출되는 방사선에 의한 의료인들의 피폭량 및 그의 대응 방침에 관심이 증가하고 있다. Campbell 등<sup>6</sup>은 의료인들의 방사선 노출은 지속적이며 축적되는 양상으로 직접 피폭된 의료인 본인에게 영향을 미치는 신체적 영향(somatic effect)뿐 아니라 후손에게 심각한 문제를 일으키는 유전적 영향(genetic effect)까지 고려해야 함을 경고한 바 있다. 국제 방사선 방호 위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)는 피폭선량의 한도를 직업상 피폭과 일반인의 피폭, 의료상의 피폭으로 나누어 권고하고 있으며 직업상 피폭인 경우 연간 50 mSv 까지 허용되나 연속 5년 간의 연 평균선량이 20 mSv를 넘지 않도록 권고하고 있다.<sup>7</sup> 한국방사선동위원소협회에서도 ICRP 60의 제안을 받아들여 피폭선량 한도를 동일 규정으로 제한하여 권고하고 있다.

시술자가 받는 방사선 피폭량은 방사선 광원의 전압, 조영 노출 시간, 환자로부터의 거리, 보호 장비의 착용, 시술자의 숙련도 등 여러 요소에 따라 달라질 수 있으며 이에 따른 방사선 피폭량의 변화가 있을 수 있으나 의료인들에게 지속적으로 노출되는 피폭량을 최소화하려는 노력과 기본적인 개인 방호 장비 착용은 필수적이라 할 수 있다.<sup>8</sup> 필수적인 개인 방호 장비로는 납 옷, 갑상선 보호대, 납 안경이 있으며 그 외 납 장갑, 납 모자 등이 있고 전체적인 산란파 차단을 위하여 차단막이 소개되었다. 미국 소화내시경학회에서는 시술실에 있는 모든 의료진은 납옷과 갑상선 보호대를 착용할 것을 권고하고

있으며 내시경 시술자 앞에 납 커튼과 같은 차단막을 장치하도록 권유하고 있다.<sup>9</sup> Cohen 등<sup>4</sup>도 ERCP 시술 동안 노출되는 방사선량이 높아 철저한 방사선 방호와 주의가 필요한 것으로 보고하며 몇 가지 지침들을 마련하였는데 0.5 mm 두께의 납 옷은 필수이며, 납 옷을 착용할 경우에는 전신이 받는 연간 방사선 피폭한도를 넘지 않도록 한 달에 23개 이하의 시술만이 허용될 수 있고, 갑상선 보호 장비를 착용하지 않으면 한 달에 19개 미만, 납 안경과 같은 눈 보호 장비를 착용하지 않을 경우에는 한 달에 7개의 시술까지만 허용될 수 있다고 권고하였다. Johlin 등<sup>10</sup>도 그의 연구에서 방사선 피폭량을 줄이기 위한 장비 및 행동 지침들을 소개하였는데 이러한 장비 및 지침들은 최소한의 방사선 촬영 및 시간 단축으로 방사선 자체의 노출을 줄이며 산란파의 양을 최대한 분산시켜 개개인의 노출을 줄이는 것을 그 목적으로 하였다. 이런 장비 중 하나로 납 차폐막이 소개되었으며 납 차폐막이 특히 생식기 등의 장기 보호에 크게 도움이 되었음을 소개한 바 있다. Heyd 등<sup>11</sup>은 어떠한 방호 장치도 없이 ERCP를 시행하였을 때 발생하는 방사선 피폭량을 조사, 발표 하였는데 25회 이상의 시술에서 평균 8.3 mR의 피폭량을 보고하였다. 하지만 납 옷 등의 한 겹의 납 차폐막을 사용하여 방사선 피폭량이 93% 까지 감소 효과를 보였으며 납 옷과 이동 차단막 등의 두 겹의 차폐막을 사용하였을 때에는 방사선 피폭량이 연간 방사선 허용 한계를 넘지 않는 선까지 감소하였음을 보고하였다. 이처럼 납으로 만든 커튼이나 이동식 납유리판과 같은 차단막은 광원으로부터의 원천적인 방호 효과로 산란파를 효과적으로 억제할 수 있는 방호장비로 인정받고 있다.

이상적인 차폐막은 환자 방향에서 방출되는 산란파를 최소화하며 시술에 최소한으로 방해를 줄 수 있으며 환자의 관리에 불편함을 주지 않아야 한다. Chen 등<sup>12</sup>은 0.5 mm 두께의 납으로 만든 이동식 유리판을 했을 때와 하지 않았을 때 시술한 건 당 시술자가 받는 방사선 피폭량의 평균치가 각각 2.5 mR과 0.27 mR로 현격한 차이를 보임을 보고한 바 있다. 그

들의 ERCP를 시행받은 20명의 환자를 대상으로 한 보고에서 차폐막이 없는 상황에서 시술자가 진단 목적의 ERCP 시술시에 술 건당 1.5 mR의 피폭량을, 시술 및 치료 목적의 ERCP 시술시에 술 건당 3.17 mR의 피폭량을 받았다. 하지만 0.5 mm 차폐막을 사용하였을 때 각각의 피폭량은 0.25 mR, 0.28 mR으로 의미 있게 감소하였다. 위의 보고에서 차폐막 전후의 방사선 피폭량이 1/10 정도 감소 소견을 보이거나 이번 연구에서는 1/100까지 더 감소한 이유는 납 차폐막의 두께 때문으로 사료된다. 즉 위의 보고에서 납당량 0.5 mmPB의 납 차폐막을 사용한 것에 비하여 이번 연구에서는 납당량 1 mmPB의 납 차폐막을 사용하여 보다 현격한 차폐 효과를 나타내었으며 이는 가동성이 유지되는 범위에서 가능하다면 완벽한 차단이 되는 납 차폐막 사용이 바람직함을 의미한다. 이에 자체 제작한 납 차폐막은 완벽한 차폐 효과뿐 아니라 시술대 위쪽으로 유동성있는 납 절편들로 구성되어 시술 및 환자 관리가 용이한 것이 특징이며 탈부착 및 이동이 자유로우며 설치 하기가 쉬울 뿐더러 제작 비용면에서도 저렴한 것이 또 다른 장점이다. 그러나 이번 연구의 결과에서 각각의 부위에서 납 차폐막의 사용에 따른 방사선 피폭량의 감소는 현저하였으나 골반 부위에서의 피폭량은 다른 부위에 비해 상대적으로 방호 효과가 감소된 이유는 납 차폐막과 시술대 사이의 차폐되지 않는 공간으로 산란파가 누출되었기 때문으로 생각된다.

ERCP 시술 동안 시술자가 받는 방사선 피폭량은 방사선 광원의 전압, 조영 노출시간, 환자로부터의 거리, 보호 장비의 착용 등 여러 요소에 따라 달라질 수 있음은 기존 연구에서 보고되었다.<sup>13</sup> 이번 연구에서는 환자군의 키, 몸무게를 측정하여 체질량지수와 방사선 피폭량과의 관계를 확인하였을 때 주 광원으로부터의 출력량을 측정한 값은 환자 개개인의 복부 두께를 반영하는 체질량지수와 양의 상관 관계를 나타내었다. 향후 비만 인구가 늘어가는 가운데 ERCP 시술 대상자 중의 비만 인구도 늘어날 것으로 추정되며 이것이 시술자의 방사선 피폭량을 증가시키는 요인으로 작용하리라 사료된다.

또한 이번 연구에서는 환자가 위치하기 전후의 투시 촬영기에서의 출력량을 측정하여 산란파의 위험성을 확인해 보고자 하였다. 환자가 위치하기 전의 투시 촬영기에서의 출력량은 6 mR/hr 이하로 미약한데 비하여 환자가 시술대 위에 위치하여 반사되는 산란파는 월등히 높아, 시술 도중 간과할 수 있는 산란파의 위험성을 실지 측정, 제시하였기에 중요한 의의가 있다.

이번 연구의 제한점으로는 측정 방법의 제한점을 들 수 있다. 계측 기기의 측정 한계를 초과한 50 cm에서 측정은 간접적으로 측정되었기에 투시 장비와 광원의 특성에 따른 산란파의 정확한 세기를 측정할 수가 없었다. 또한 이번 연구에서의 방사선 피폭량은 조영 시간을 고려하지 않은 상태로 순간적인

광원에서의 방사선 피폭량, 산란파를 측정하여 시술자의 총 피폭량을 측정하지 못하였다. 하지만 시술 건수 및 조영 투시 시간과 비례하여 방사선 피폭량은 증가할 것이기에 나름의 의미는 있을 것으로 사료된다.

결론으로 시술자가 ERCP 시술 중 피폭되는 방사선량은 매우 많음을 확인할 수 있었으며 간이 납 차폐막이 효과적으로 방사선 산란파를 차단하였다. 향후 그 이용 범위가 확대될 것으로 사료된다.

## 요 약

**목적:** ERCP는 담관 및 췌관질환의 진단 및 치료 목적으로 널리 이용되고 있다. 그러나 시술과정에서 방출되는 방사선은 환자뿐만 아니라 의료진에게도 잠재적인 위험요소로 인식된다. 이에 저자들은 효과적으로 방사선 피폭을 차단할 수 있고 시술에 방해가 되지 않으면서, 시술 중 환자 관리가 용이한 간이 납 차폐막을 자체 제작하였으며, 차폐 전후의 방사선 피폭량 측정을 통해 그 효용성을 확인해 보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2010년 1월부터 2010년 3월까지 계명의대 동산의료원에서 ERCP를 시행한 29명을 대상으로 하였다. 저자들이 제작한 납 차폐막은 유동성의 7개의 납 절편(납당량 1 mmPB, 폭 15 cm, 길이 70 cm, 총무게 9.1 kg)을 겹쳐 제작하였으며 커튼 모양으로 천장에 연결, 부착하여 환자와 시술자 사이에 위치하도록 하였다. 방사선량의 측정은 광원으로부터 50 cm, 150 cm의 거리에서 신체 부위(머리, 가슴, 골반)에 따른 방사선 피폭량을 차폐 전후로 각각 측정하였다.

**결과:** 29명 중 남자 11명, 여자 18명이었으며 평균연령은 64세였다. 환자의 평균신장은  $161.7 \pm 6.9$  cm였으며 체중은  $58.9 \pm 9.9$  kg이었으며 평균 체질량지수는  $22.5 \pm 3.0$  kg/m<sup>2</sup>였다. 주 광원으로부터의 출력량은 환자 개개인의 체질량지수와 강한 양의 상관 관계를 나타내었다( $r=0.749$ ,  $p=0.001$ ). 광원으로부터 50 cm에서의 방사선 피폭량은 차폐 전  $1522.2 \pm 537.0$  mR/hr, 차폐 후  $68.8 \pm 88.0$  mR/hr로 감소하였으며 150 cm에서의 방사선 피폭량은 차폐 전  $169.1 \pm 62.7$  mR/hr, 차폐 후  $11.2 \pm 8.9$  mR/hr로 감소하였다. 간이 납 차폐막의 사용은 머리, 가슴, 골반부위 모두에서 방사선 피폭량을 통계학적으로 의미있게 감소시켰다( $p=0.0001$ ).

**결론:** 자체 제작한 간이 납 차폐막은 의미있게 방사선피폭량을 감소시켰다. 의료진은 개인방호뿐만 아니라 광원으로부터의 원천적인 방호에도 주의를 기울여야 하겠다.

**색인단어:** 방사선; 차폐막; 내시경 역행성 췌담관조영술

## REFERENCES

1. Selmaier M, Stillkrieg W, Müller RG, Hahn EG, Ell C. Radiation burden in diagnostic and therapeutic endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP). *Z Gastroenterol* 1994;32:671-674.
2. Peters PE, Katz G, Safrany L, Weitemeyer R. Radiation exposure in patients undergoing endoscopic retrograde cholangiopancreatography and endoscopic papillotomy. *Gastrointest Radiol* 1978;3:353-355.
3. Wagner RH, Boles MA, Henkin RE. Treatment of radiation exposure and contamination. *Radiographics* 1994;14:387-396.
4. Cohen RV, Aldred MA, Paes WS, et al. How safe is ERCP to the endoscopist? *Surg Endosc* 1997;11:615-617.
5. Strzelczyk JJ, Damilakis J, Marx MV, Macura KJ. Facts and controversies about radiation exposure, part 1: controlling unnecessary radiation exposures. *J Am Coll Radiol* 2006;3:924-931.
6. Campbell N, Sparrow K, Fortier M, Ponich T. Practical radiation safety and protection for the endoscopist during ERCP. *Gastrointest Endosc* 2002;55:552-557.
7. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection: adopted by the Commission in November 1990. 1st ed. Oxford: Pergamon, 1991.
8. Larkin CJ, Workman A, Wright RE, Tham TC. Radiation doses to patients during ERCP. *Gastrointest Endosc* 2001;53:161-164.
9. Kimmey MB, Al-Kawas FH, Burnett DA, Carr-Locke DL, Gannan RM, Saeed ZA. Radiation safety during endoscopy. *Gastrointest Endosc* 1994;40:801-804.
10. Johlin FC, Pelsang RE, Greenleaf M. Phantom study to determine radiation exposure to medical personnel involved in ERCP fluoroscopy and its reduction through equipment and behavior modifications. *Am J Gastroenterol* 2002;97:893-897.
11. Heyd RL, Kopecky KK, Sherman S, Lehman GA, Stockberger SM. Radiation exposure to patients and personnel during interventional ERCP at a teaching institution. *Gastrointest Endosc* 1996;44:287-292.
12. Chen MY, Van Swearingen FL, Mitchell R, Ott DJ. Radiation exposure during ERCP: effect of a protective shield. *Gastrointest Endosc* 1996;43:1-5.
13. Uradomo LT, Goldberg EM, Darwin PE. Time-limited fluoroscopy to reduce radiation exposure during ERCP: a prospective randomized trial. *Gastrointest Endosc* 2007;66:84-89.