

방사선학적 중재적 시술시 납유리의 방사선 방어효과에 관한 연구

장영일*, 송중남*, 김영재**

광양보건대학 방사선과*, 동신대학교 보건의료학과**

Efficacy of a Protective Grass Shield in Reduction of Radiation Exposure Dose During Interventional Radiology

Youngill Jang*, Jongnam Song*, Youngjae Kim**

Dept. of Radiological Science Technology Gwangyang Health College,
Dept. of Public Health and Medicine Dongsin National University***

요 약

목적 : 방사선학적 중재적 시술은 순환기계 또는 소화기계 병변의 진단 및 치료 목적으로 널리 이용되고 있다. 그러나 시술과정에서 방출되는 방사선은 환자뿐만 아니라 의료진에게도 잠재적인 위험요소로 인식된다. 이에 본 연구에서는 납유리를 통하여 효과적으로 방사선 피폭을 차단할 수 있도록 하며 납유리의 설치 전후의 방사선 피폭량 측정을 통해 차폐 성능과 방사선 장해 관리를 용이하게 하고자 한다.

대상 및 방법 : 2010년 9월부터 2010년 12월까지 S병원에서 방사선학적 중재적 시술을 시행한 30명을 대상으로 하였다. 방사선 차폐를 위한 납유리는 납당량 1.6mmPb, 폭 100 cm, 두께 0.8cm 높이 100cm로 구성되어 있으며 환자와 시술자 사이에 위치하도록 하였다. 방사선량의 측정은 X-선관구로부터 50 cm, 150 cm의 거리에서 신체 부위(머리, 가슴, 골반)에 따른 방사선 피폭량을 차폐 전후로 각각 측정하였다.

결과 : 30명 중 남자 13명, 여자 17명이었으며 평균연령은 69세였다. 환자의 평균신장은 159.7 ± 6.7 cm였으며 체중은 60.3 ± 5.9 kg이었으며 평균 체질량지수는 20.5 ± 3.0 kg/m²였다. X-선관구로부터의 출력량은 환자 개개인의 체질량지수와 강한 양의 상관 관계를 나타내었다($r=0.749$, $p=0.001$). X-선관구로부터 50 cm에서의 방사선 피폭량은 차폐 전 1530.2 ± 550.0 mR/hr, 차폐 후 50.3 ± 85.2 mR/hr로 감소하였으며 150 cm에서의 방사선 피폭량은 차폐 전 170.6 ± 60.1 mR/hr, 차폐 후 9.4 ± 8.0 mR/hr로 감소하였다. 차폐용 납유리의 사용은 머리, 가슴, 골반부위 모두에서 방사선 피폭량을 통계학적으로 의미있게 감소시켰다($p=0.0001$).

결론 : 차폐용 납유리의 사용은 방사선피폭량을 감소시켰다. 의료진은 개인방호뿐만 아니라 X-선관구로부터의 원천적인 방호에도 주의를 기울여야 하겠다.

중심단어: 방어용 납유리, 방사선학적 중재적 시술, 방사선 방어

Abstract

Background/Aims : The increasing use of diagnostic and therapeutic interventional radiology calls for greater consideration of radiation exposure risk to radiologist and radiological technician, and emphasizes the proper system of radiation protection. This study was designed to assess the effect of a protective grass shield.

Methods : A protective grass was following data depth, 0.8 cm; width, 100 cm; length, 100 cm, lead equivalent, 1.6 mmPb. The protective shield was located between the patient and the radiologist. Thirty patients (13 male and 17 female) undergoing interventional radiology between September 2010 and December 2010 were selected for this study. The dose of radiation exposure was recorded with or without the protective grass 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 69 years. The mean patient height and weight was 159.7 ± 6.7 cm and 60.3 ± 5.9 kg, respectively. The mean body mass index (BMI) was 20.5 ± 3.0 kg/m². radiologists received 1530.2 ± 550.0 mR/hr without the protective lead shield. At the same distance, radiation exposure was significantly reduced to 50.3 ± 85.2 mR/hr with the protective lead shield (p -value < 0.0001). The radiation exposure to radiologist and radiological technician was significantly reduced by the use of a protective lead shield (p value < 0.0001). The amount of radiation exposure during interventional radiology was related to the patient' BMI ($r=0.749$, $p=0.001$).

Conclusions : This protective shield grass is effective in protecting radiologist and radiological technician from radiation exposure.

Key Words : Protective shield grass; Interventional radiology; Radiation protection

I. 서 론

방사선을 이용한 혈관 조영술은 순환기계 질환의 진단뿐만 아니라 치료에 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 혈관 조영술은 X-선을 이용하기 때문에 이를 시행하는 영상의학과 전문의나 방사선사 그리고 환자에게 방사선의 피폭이 잠재적인 위험 요소로 인식되어 있으며 국제 방사선 방호 위원회(ICRP, International Committee for Radioactivity Prevention)에서도 이러한 불필요한 피폭을 최소화 하도록 권고 하고 있다^[1]. 방사선을 이용한 혈관조영촬영시 환자에게 피폭되는 방사선량에 대하여 여러 연구가 이루어져 있으나^[2] 시술도중에 노출되는 의료인들의 피폭량 및 대응 방침에 대하여서는 연구마다 서로 상이하였다. 즉, 방사선 혈관조영촬영시 시술자가 받는 방사선 피폭량은 환자에 비하여 매우 낮아 시술자가 무시할 정도라고 보고한 결과^[3]가 있는 반면에 노출되는 방사선량이 높아 철저한 방사선 방호와 주의가 필요한 것으로 보고^[4]하면서

여러 가지 지침들을 제시하기도 하였다.

방사선을 이용한 혈관조영촬영시 방사선 피폭을 막기 하여 납 가운과 갑상샘 보호대, 납 안경 등의 개인 방호를 착용하지만^[5], 환자의 병변 부위나 시술자의 시술 방법의 차이에 따라 시술자가 X-선관구로부터 완전한 방호가 되지 않는 경우가 많다. 이에 본 연구에서는 방사선 혈관조영 시술 시 추가적인 방사선 방호 장비로 납유리를 위치시켜 차폐 전후의 방사선 피폭량 측정을 통해 그 효용성을 확인해 보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상 및 재료

1.1 연구대상

2010년 9월부터 2010년 12월까지 S병원에서 순환기계 질환의 진단 및 치료 목적으로 혈관 조영술을 시행한 30명을 대상으로 하였고 환자의 키, 몸무게를 이용

하여 체질량지수(body mass index, BMI)를 계산하였다. 환자는 바로 누운 자세로 혈관조영술을 받았으며 영상의학과 전문의는 X-선관구로부터 50cm, 방사선사는 150cm에 위치하면서 환자와 투시 영상을 관찰하였다. 그리고 catheter를 넓적다리 동맥을 통하여 관심영역까지 이동시킨 후 조영제를 주입하여 방사선 영상을 통해 이상 유무를 확인하며 시술 하였다.

1.2 납유리

납 유리는 총 폭 100cm (납당량 1.6mmPb, 두께 8mm, 높이 100cm)로 환자와 시술자 사이에 위치하도록 하였으며 시술자의 위치에 따라 이동이 가능하게 제작 되었다.

2. 방사선량 측정 및 통계

2.1 방사선량 측정

방사선 발생 장치는 Innova2100-IQ(General Electric Co., NewYork, NY, USA)를 이용하였고 방사선량 측정 기구는 Survey Meter Calibration Model 14C(General Motor Inc., Port Melbourne, Australia)를 이용하여 방사선량을 mR/hr 단위로 측정하였다. 방사선량의 측정은 X-선관구로부터 50cm, 150cm의 거리에서 측정 높이 70cm, 100cm, 140cm에서 방사선 피폭량을 환자가 위치하기 전, 환자 위치한 후의 차폐 전후로 각각 측정하였다. 산란되는 방사선량을 연속 5회 측정하여 그 평균을 기록하였다. 각 시술 시에 거리에 따른 방사선 피폭량을 측정함과 동시에 주X-선관구로부터의 순간 출력량을 자동출력 모드로 기록하였다. Survey Meter Calibration Model 14C는 200 mR/hr가 계측한계이므로 차폐막 없이 50cm에서의 측정은 정확한 방사선 피폭량을 알기 어려워 150cm보조자 위치에서의 측정량을 이용하여 간접적으로 계산하였다. 즉 방사선량은 거리의 제곱에 반비례한다는 거리역사승법칙(inverse square law)을 이용하였다. 조사선량률(X)은 $\frac{S}{d^2}$ (γ : 감마상수, S : 선원의 방사능, d : 선원으로부터 거리)의 공식을 이용하였다. 방사선 단위는 국제방사선 단위 측정 위원회의 지침에 따라 방사선의 종류와 에너지에 따라 다르게 나타나는 생물학적효과를 보정해 주는 유효선량 값으로 렘(rem)을 사용하였다.

2.2 통계분석

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

II. 결 과

1. 환자의 특성

전체 대상 환자 수는 모두 30명으로 대상군의 평균 연령은 69세였고 남자가 13명, 여자가 17명이었다.[Table 1] 평균 신장은 159.7 ± 6.7cm, 평균 체중은 60.3 ± 5.9 kg으로 평균 체질량지수는 20.5 ± 3.0 kg/m2 였다.

Table 1. Clinical Characteristics of Patients and the Procedure

(SD : Standard deviation, BMI : body mass index)

Characteristics of patients(n=30)	
Age (years, mean ± SD)	69 ± 10
Sex (male : female)	13 : 17
Height (cm, mean ± SD)	159.7 ± 6.7
Weight (kg, mean ± SD)	60.3 ± 5.9
BMI (kg/m2, mean ± SD)	20.5 ± 3.0

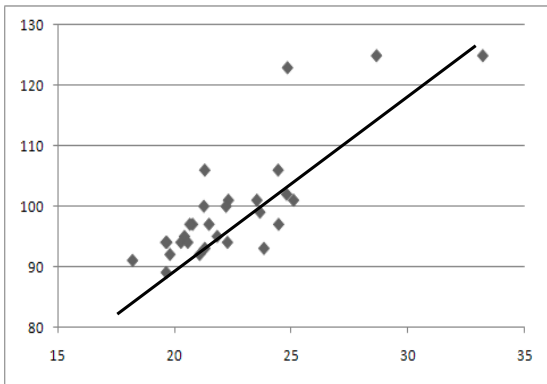
2. 환자의 체질량지수와 방사선 출력과의 관계

방사선 발생장치는 환자 및 시술 여건에 따라 자동 조절되므로 주 X-선관구로부터의 출력량을 측정, 기록 하였다. 환자 개개인의 체질량지수 및 출력량의 수치는 표와 같으며[Table 2] 출력량은 환자의 체질량지수와 강한 양의 상관관계를 나타내었다.[r=0.749, p=0.001, Fig. 2]

Table 2. BMI of Amount of Voltage

(BMI, body mass index)

BMI (kg/m ²)	Amounts of Voltage(kV)	BMI (kg/m ²)	Amounts of Voltage(kV)	BMI (kg/m ²)	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		



3. 납유리 유무에 따른 방사선 피폭량

환자가 위치하기 전 방사선 발생장치에서의 자동 출력량은 미세하여 6mR/hr 이하로 측정되었다. 환자 위치 후 납유리 사용 전의 평균 방사선 피폭량은 시술자의 위치인 X-선관구로부터 50cm 거리에서 1530.2 ± 550.0 mR/hr로 측정되었으며 보조자의 위치인 X-선관구로부터 150 cm 거리에서는 170.6 ± 60.1 mR/hr로 측정되었다. 납유리 사용 후의 평균 방사선 피폭량은 시술자의 위치에서 50.3 ± 85.2 mR/hr로 측정되었으며 보조자의 위치에서 9.4 ± 8.0 mR/hr로 측정되었다. 같은 부위와 같은 거리에서 납 차폐막 전후의 방사선 피폭량은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다. [p<0.001, Table 3]

Table 3 The Comparison of Radiation Exposure in Radiologist and Radiological Technologist during interventional angiography with or without the Protective Lead Glass (Values are means±standard deviation in the unit of mR/hr)

Level of detection	50cm (Radiologist)			
	Without patient	With patient		p-value
		Shield(-)	Shield(+)	
170cm (Head)	1.2 ± 0.4	1595.4 ± 510.9	10 ± 6.9	<0.0001
140cm (Chest)	3.4 ± 0.8	1554.2 ± 584.3	13.2 ± 9.2	<0.0001
100cm (Pelvis)	6.0 ± 0.8	1441.1 ± 594.8	129.4 ± 54.9	<0.0001
Mean level	3.5 ± 0.7	1530.2 ± 550.0	50.3 ± 85.2	<0.0001

Level of detection	150cm (Radiological Technologist)			
	Without patient	With patient		p-value
		Shield(-)	Shield(+)	
170cm (Head)	<1	177.9 ± 56.8	7.3 ± 6.8	<0.0001
140cm (Chest)	<1	171.8 ± 58.1	8.2 ± 4.6	<0.0001
100cm (Pelvis)	<1	162.3 ± 65.5	12.9 ± 11.3	<0.0001
Mean level	<1	170.6 ± 60.1	9.4 ± 8.0	<0.0001

Ⅲ. 고찰 및 결론

방사선을 이용한 혈관 조영 및 중재적 시술은 그 이용 범위가 진단 및 치료로 확대되며 이에 따라 시술 중에 발생하는 의료인의 방사선 피폭량 및 대응 방침이 갈수록 증가하고 있다. Campbell 등^[6]은 의료인들의 방사선 노출은 지속적 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 mSv까지 허용되나 연속 5

년 간의 연 평균선량이 20 mSv를 넘지 않도록 권고하고 있다^[7]. 한국 방사선 동위원소협회에서도 ICRP 60의 제안을 받아들여 피폭선량 한도를 동일 규정으로 제한하여 권고하고 있다. 시술자가 받는 방사선 피폭량은 방사선 광원의 전압, 조영노출 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 방호장비 착용은 필수적이라 할 수 있다^[8]. Cohen 등은 시술 동안 노출되는 방사선량이 높아 철저한 방사선 방호와 주의가 필요한 것으로 보고하며 몇 가지 지침들을 마련하였는데 0.5mm 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^[4]. Johlin 등^[9]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 산란선의 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^[10]은 어떠한 방호 장치도 없이 방사선 시술을 시행하였을 때 발생하는 방사선 피폭량을 조사, 발표 하였는데 25회 이상의 시술에서 평균 8.3 mR의 피폭량을 보고하였다. 하지만 납옷 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 X-선관구로부터의 원천적인 방호 효과로 산란파를 효과적으로 억제할 수 있는 방호장비로 인정받고 있다. 이상적인 차폐막은 환자 방향에서 방출되는 산란파를 최소화하며 시술에 최소한으로 방

출 줄 수 있으며 환자의 관리에 불편함을 주지 않아야 한다. Chen 등^[11]의 보고에서 납당량 0.5 mmPb의 납유리를 사용한 것에 비하여 이번 연구에서는 납당량 1.6 mmPb의 납유리를 사용하여 보다 현격한 차폐 효과를 나타내었으며 이는 가동성이 유지되는 범위에서 가능하다면 완벽한 차단이 되는 납유리의 사용이 바람직함을 의미한다. 이에 차폐용 납 유리는 완벽한 차폐 효과뿐 아니라 이동이 자유롭기 때문에 설치하기가 쉬운 장점이 있다. 그러나 이번 연구의 결과에서 각각의 부위에서 납유리의 사용에 따른 방사선 피폭량의 감소는 현저하였으나 골반부위에서의 피폭량은 다른 부위에 비해 상대적으로 방호 효과가 감소된 이유는 유리와 시술대 사이의 차폐되지 않는 공간으로 산란파가 누출되었기 때문으로 생각된다. 시술 동안 시술자가 받는 방사선 피폭량은 방사선 광원의 전압, 조영노출시간, 환자로부터의 거리, 보호 장비의착용 등 여러 요소에 따라 달라질 수 있음은 기존 연구에서 보고되었다^[12]. 이번 연구에서는 환자군의 키, 몸무게를 측정하여 체질량지수와 방사선 피폭량과의 관계를 확인하였을 때 주X-선관구로부터의 출력량을 측정된 값은 환자 개개인의 복부 두께를 반영하는 체질량지수와 양의 상관 관계를 나타내었다. 향후 비만 인구가 늘어가는 가운데 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 광원에서 방사선 피폭량, 산란파를 측정하여 시술자의 총 피

폭량을 측정하지 못하였다. 하지만 시술 건수 및 조영 투시시간과 비례하여 방사선 피폭량은 증가할 것이기에 나름의 의미는 있을 것으로 사료된다.

결론으로 시술자가 방사선을 이용한 중재적 시술 중 피폭되는 방사선량은 매우 많음을 확인할 수 있었으며 납유리가 이러한 방사선 산란과를 효과적으로 차단하였다. 향후 그 이용 범위가 확대될 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Selmaier M, Stillkrieger W, Müller RG, Hahn EG, Ell C. "Radiation burden in diagnostic and therapeutic endoscopic retrograde cholangiopancreatography" Vol. 32, pp.671-674, 1994
- [2] Peters PE, Katz G, Safrany L, Weitemeyer R. "Radiation exposure in patients undergoing endoscopic retrograde cholangiopancreatography and endoscopic papillotomy" *Gastrointest Radiol*, Vol. 3, pp.353-355, 1978.
- [3] Wagner RH, Boles MA, Henkin RE. "Treatment of radiation exposure and contamination" *Radiographics*, Vol 14 pp.387-396, 1994.
- [4] Cohen RV, Aldred MA, Paes WS, et al. "How safe is ERCP to the endoscopist?" *Surg Endosc* Vol. 11, pp.615-617, 1997.
- [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* Vol. 3, pp.924-931. 2006.
- [6] Campbell N, Sparrow K, Fortier M, Ponich T. "Practical radiation safety and protection for the endoscopist during ERCP" *Gastrointest Endosc*, Vol. 55, pp.552-557, 2002.
- [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*, Vol. 53, pp.161-164, 2001.
- [9] Johlin FC, Pelsang RE, Greenleaf M. "Phantom study to determine radiation exposure to medical personnel involved in fluoroscopy and its reduction through equipment and behavior modifications" *Am J Gastroenterol*, Vol. 97, pp.893-897, 2002.
- [10] 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*, Vol. 44, pp.287-292, 1996.
- [11] Chen MY, Van Swearingen FL, Mitchell R, Ott DJ. "Radiation exposure during ERCP: effect of a protective shield" *Gastrointest Endosc*, Vol. 43, pp.1-5, 1996.
- [12] Uradomo LT, Goldberg EM, Darwin PE. "Time-limited fluoroscopy to reduce radiation exposure during ERCP: a prospective randomized trial" *Gastrointest Endosc*, Vol. 66, pp.84-89, 2007.