

---

# 뇌혈관 중재적 시술 시 Bismuth 차폐체 설치의 유용성에 대한 연구

김재석\* · 손진현\*\* · 김영길\*

\*아주대학교 · \*\*신구대학교

Usefulness of Bismuth Shielding in Cerebral Vascular Intervention

Jae-seok Kim\* · Jin-hyun Son\*\* · Young-kil Kim\*

\*Ajou University · \*\*Singu University

E-mail : m4f5r@ajou.ac.kr

## 요 약

뇌신경계 인터벤션시술은 장시간의 시술로 인해 피부의 수포 탈모 홍반등의 방사선 피폭으로 인한 위해가 빈번히 보고되어 지고 있다. 이에 CT(computed tomography) scan 시 피부 및 방사선 감수성이 예민한 인체의 전방부에 위치한 표적장기의 방사선 피폭을 감소시킬 목적으로 제작된 bismuth 차폐체를 인체공학적인 설계에 의하여 뇌혈관계 인터벤션 시술에 적용함으로써 방사선 감수성이 비교적 예민한 두피의 방사선 피폭 저감화를 위하여 연구를 제안 하고자 한다.

## ABSTRACT

Cerebral nervous system intervention procedures have been reported frequently due to radiation exposure such as skin baldness, hair loss, and redness due to prolonged procedures.

Therefore, the bismuth shield designed to reduce the radiation exposure of the target organ located in the anterior part of the human body sensitive to skin and radiation sensitivity during CT (computed tomography) scan is applied to the cerebral vascular system intervention by ergonomic design. To reduce the radiation dose of sensitive scalp, we propose a study.

## 키워드

radiation protection, bithmuth shield, neurovascular intervention

## I. 서 론

인터벤션은 외과적 시술에 비해 감염 위험성이 적고 회복 기간이 짧다는 장점이 있어 임상에서 활용빈도가 증가하고 있는 추세이다. 그러나 영상의학과에서 시행하는 인터벤션 시술은 대부분 투시장비를 이용하면서 장시간 조사해야 하므로 환자와 방사선 관계종사자가 다량의 방사선에 피폭될 가능성이 높다. 즉, 방사선에 의한 피부 손상, 암 발생등의 위험성이 증가하게 된다<sup>1)</sup>. 인터벤션시술 중에서도 뇌혈관 인터벤션시술은 일반단순액

스레이 검사, CT(computed tomography)검사, MRI(magnetic resonance imaging)검사, 혈관조영술 검사 후 가장 최종적으로 이루어지는 시술로서 그 종류로는 다양하게 보고되어지고 있으며, 두부쪽 검사에서 실제 임상에서 빈도수가 많은 시술로 분류하자면 신경외과적 치료인 endovascular Coil embolization과 신경과적인 치료인 뇌졸중 환자의 cerebral vascular thrombectomy와 thrombolysis로 분류 된다. 이러한 뇌혈관 인터벤션 시술은 장시간의 시술을 요하며 그로인해 시술받는 환자의 방사선피폭에 의한 홍반 수포 탈모의

방사선 위해가 종종 보고되어진다<sup>2)</sup>. 뇌 혈관 조영술 및 인터벤션 시술 시 방사선 손상에 가장 취약한 기관은 빔의 근접성과 방사선 감수성의 결과로 눈과 갑상선 그리고 피부(두피)이다.

비스무트 차폐체는 CT 검사 중에 발생하는 방사선으로부터 눈, 갑상선, 및 유방과 같은 표면 장기를 보호하는 수단 중 하나로 CT에서 사용되고 있다. CT Scan하는 동안 비스무트 차폐체는 장기 또는 관심 영역 (Reason of Interest)의 표면 위에 배치되어 1 차 엑스레이 빔이 환자에 도달하기 전에 30-50 % 감쇠하는 효과를 나타낸다<sup>3)</sup>.

본 연구는 CT scan 시 피부 및 방사선 감수성이 예민한 인체의 전방부에 위치한 표적 장기의 방사선 피폭을 감소시킬 목적으로 제작된 bismuth 차폐체를 인체공학적인 설계에 의하여 뇌혈관계 인터벤션 시 양방향 촬영장치에 적용함으로써 방사선 감수성이 비교적 예민한 장기인 수정체 및 두피의 방사선 피폭 저감화를 위하여 연구를 제안 하고자 한다.

## II. 중재적 방사선 시술의 의료피폭 및 뇌동맥 색전술

### 2.1 중재적 방사선 시술 및 의료피폭

중재적방사선시술(Interventional Radiology, IR)은 미세한 도관과 유도철선을 체내에 삽입하여 시술함으로써 매우 작은 절개로 감염의 위험성을 크게 감소시켰으며, 침습성 외과 수술에 비하여 마취에 대한 위험도를 감소 시켰다. 최근에는 다양한 시술재료의 개발과 새로운 기술의 중재적 시술이 발전되어 시술빈도가 계속 증가함에 따라 환자가 방사선에 피폭될 수 있는 가능성은 더욱 커지고 있어 그 위험성도 동반하여 증가되고 있다.

2 Gy 이상의 방사선량에 의해서는 급성효과인 결정적 영향이 발생할 수 있으며, 대표적인 방사선 노출에 의한 단기적인 위험으로는 방사선으로 인한 피부손상이 있다. 방사선 피폭에 의한 피부손상의 정도는 방사선의 노출 후 몇 주가 지나야 알 수 있으며, 반복된 노출은 피부손상의 위험성을 증가시킬 수 있다. 특히 같은 신체 부위에 대한 장시간의 방사선 피폭으로 인하여 노출된 피부 방사선량이 과도히 많아질 수 있으며, 이미 중재적

방사선 시술과 관련된 피부손상은 여러 번 보고된 바 있다.

중재적 시술시의 환자선량은 환자의 치료를 위하여 정당성이 확보된 방사선피폭으로, 인위적으로 획일화 하거나 규제하는 것은 가능하지 않지만, 한편으로는 시술자의 방사선 방어에 대한 인식과 피폭 저감화 노력에 따라 최소한의 환자선량으로 최대한의 치료효과를 환자에게 제공할 수 있다<sup>4)</sup>.

### 2.2 뇌동맥 색전술 (cerebral artery embolization)

뇌동맥류란 뇌동맥이 파리모양으로 풍선처럼 부풀어 오르는 것으로, 동맥류가 파열 되면 출혈성 뇌졸중(중풍)을 일으키게 된다. 동맥류가 발생하는 원인은 동맥경화증, 감염, 외상성과 심장질환 등이 원인이며 주로 혈관이 분지하는 부위에 많이 발생한다. 뇌동맥류에 의한 출혈은 24시간 이내에 재출혈 할 가능성이 가장 높으며, 재출혈에 의한 사망률이 매우 높으므로 빠른 치료가 요구되는 질환이다. 치료방법으로는 외과적인 동맥류 결찰술이 많이 시행되고 있으나 동맥류가 발생한 위치나 환자상태에 따라 수술이 어려운 경우가 있다. 또한, 중재적시술의 방법으로 발생한 동맥류내에 백금코일(철사)을 삽입하여, 동맥류로 가는 혈류를 차단함으로써 재출혈을 방지하는 혈관내 치료가 시행되고 있다. 이 시술은 두개를 절개하는 외과적 수술보다 간단한 방법이며, 환자의 회복기간이 짧은 장점이 있다. 시술의 부작용으로는 동맥류의 위치나 형태에 따라 시술이 실패할 수 있고, 시술도중 동맥류가 파열 될 수 있으며, 색전증 등이 발생할 수 있으나 드문 예 이고 대부분의 환자에서 좋은 결과를 기대 할 수 있다<sup>5)</sup>. 이와같이 많은 장점에도 불구하고 시술 시간이 상당히 길고, 여러번의 혈관조영술이 필요하며, 몇몇 환자에게는 일시탈모가 발생하는 경우가 있을 정도로 환자에게 미치는 방사선 선량의 위해가 가장 높을 것으로 판단되어 대상 시술로 선정하였다.

## III. 측정방법

### 3.1 C-arm 노출조건, 실험조건, 차폐도구 재원

실험에 사용된 x-ray c-arm 장비는 Philips allura X-per FD20(Eindhoven, Netherlands)을 사용하였다. 측정 장치는 유리선량계 PRL-glass dosimetry vendor asahi glass co.(FDG-202SE. Japan)을 사용하였다. 그림1은 Bismuth shield 차폐 기구로 재질은 라텍스가 함유되지 않은 비스무스 함침 합성 고무이며,두께는 1mm, size는 42cm width × 16cm height이다.(universal medical Inc)

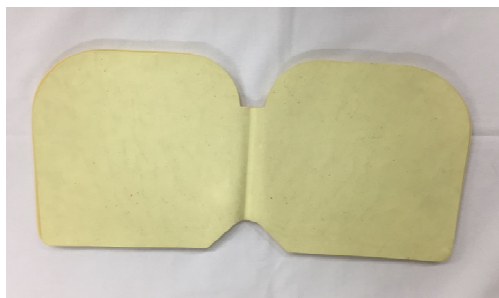


그림 1. 비스무스 차폐체

tissue equivalent human phantom 실험조건은 endovascular coil embolization 시술을 할 때와 동일한 환경으로 촬영조건은 80 kV, 23 mA~1,000 mA의 범위 내에서 환자의 두께에 따라 mA/sec가 변환된다(AEC). Detector의 크기는 48.26cm×43.18cm이며 Colimation 하지 않은 상태이다. 정면촬영은 장비의 height: 85 cm, SID(Source to Image Receptor Distance): 110 cm로 투시 조사야는 확대하지 않고 FD:48cm이며, 측면 촬영은 SID 100cm, FD는 25cm이며 장치 내외부의 실험 이외의 여과필터는 정면측면 모두 0-12mm Al filter사용 하였다. 그림2는 두개골 조직등가팬텀(인체 모형 팬텀 Head RS-109T)을 사용하였으며, 실제 시술을 할 때와 동일한 두개골 고정장치(Manufactured by MTD.Inc.24 slabtown creek Rd.Blairstown, NJ07825. 908-362-6807)를 환자테이블에 고정 후 두부조직등가팬텀을 두부고정기에 장착하여 사용하였다.

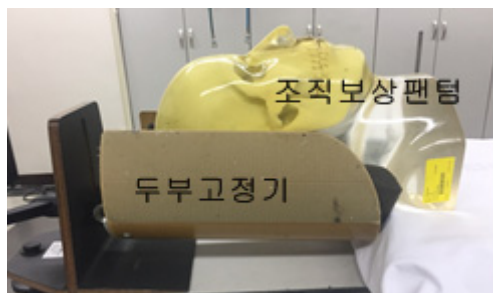


그림 2. 두부 고정대 및 두부조직등가팬텀

### 3.2 선량측정

그림3과 4는 두부고정장치위에 두개골 조직등가팬텀을 실제 endovascular coil embolization을 할 때와 동일한 조건으로 nasation이 영상의 중심선으로 오게 장착한 후 머리의 피부를 9개 부분(오른쪽 귀 위 4cm, 오른쪽 귀 아래 4cm, 왼쪽 귀 위 4cm, 왼쪽 귀 아래 4cm, 후두 중앙 위 4cm, 후두 중앙 아래 4cm, 후두 중앙 오른쪽 측면 4cm, 후두 중앙 왼쪽 측면 4cm,이마)에 측정기를 부착 후 비스무스차폐 기구를 사용전과 후를 측정한 후 선량을 비교 분석 하였다. 또한 엑스레이 장치의 조건은 투시타임으로 설정하였으며, ‘중재적 시술에서 환자선량 저감을 위한 방사선 방어 가이드라인’에 소개된 한국의 주요 의료기관의 뇌혈관 코일 색전술 평균 투시시간 38.75 시간을 기준으로 투시시간(30분)을 실험시간으로 설정 하였으며 비스무스 차폐체 설치 전 후를 비교 하였다. Digital subtraction angiography 4회, navigate road map 30 min, 3 Dimension rotation angiography 3회로 측정하였으며, 각각 10회 측정하여 평균값을 얻었다. 각각의 측정값은 장비내의 자동노출 시스템(auto exposure system)에 의하여 시행되었다.

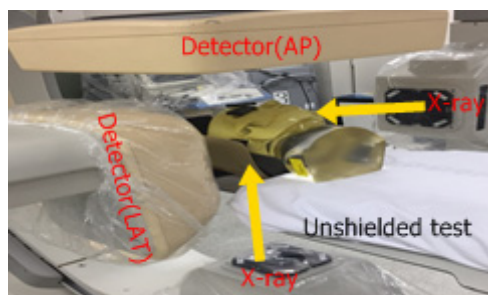


그림3.비스무스 차폐체 사용 전 측정

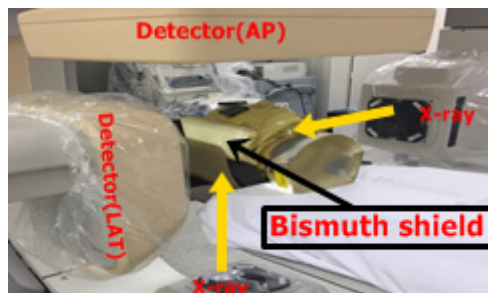


그림4. 비스무스 차폐체 사용 후 측정

### 3.3 측정 결과

비스무스 사용 전 후에 따른 차이를 통계적으로 검증하기 위해서 통계프로그램(SPSS, statistic ver 22.0)을 통하여 대응표본 t검정 (Paired t-test)를 실시하였다. 그 결과, 오른쪽 귀 위 4cm, 왼쪽 귀 위 4cm, 왼쪽 귀 아래 4cm, 이마, 오른쪽 눈, 왼쪽 눈에서는 unshield 조건에 비해서 Bi used 조건이  $\mu$ Gy가 높은 것으로 나타났으며, 모두 통계적으로 유의했다( $p < .001$ ). 반면에, 오른쪽 귀 아래 4cm, 후두 중앙 위 4cm, 후두 중앙 아래 4cm, 후두 중앙 오른쪽 측면 4cm, 후두 중앙 왼쪽 측면 4cm에서는 unshield 조건에 비해서 Bi used 조건이  $\mu$ Gy가 낮은 것으로 나타났으며, 모두 통계적으로 유의했다. ( $p < .001$ ) 중요 부위를 합친 후두 전체와 모든 부위를 합친 전체에서도 unshield 조건에 비해서 Bi used 조건이  $\mu$ Gy가 낮은 것으로 나타났으며, 모두 통계적으로 유의했다. ( $p < .001$ )

표 1에서와 같이 후두 전체에서 비스무스 사용 유무 간의 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, unshield(416316.4  $\mu$ Gy)에 비해서 Bi used(259467.7  $\mu$ Gy)에서  $\mu$ Gy가 낮은 것으로 검증되었다. ( $p < .001$ )

또한 비스무스를 사용 시 후두 전체의 방사선량 감소율은 37.6%로 나타났으며, 전체 측정부위에서의 비스무스 사용유무에 대한 값의 차이는 비스무스 차폐체 사용 시에서 22.1%로 감소된 측정값을 나타냈다.

표.1 비스무스 사용 유 무 차이(후두부  $\mu$ Gy )

Device	평균(M)	표준편차(SD)	N	df	t
unshield	416316.4	133761.248	40	39	11.056
Bi used	259467.7	68280.023	40		***

$p < .001^{***}$

### IV. 결론

평균적으로 비스무스를 사용하는 조건이 사용하지 않는 조건에 비해서  $\mu$ Gy를 감소시키는 것으로 나타났으며, 후두 전체 부위와 전체 부위에서 비스무스를 사용하는 조건

이 사용하지 않는 조건에 비해서  $\mu$ Gy를 감소시키는 것으로 나타났다. 이를 세부적으로 살펴본 결과, 오른쪽 귀 아래 4cm, 후두 중앙 위 4cm, 후두 중앙 아래 4cm, 후두 중앙 오른쪽 측면 4cm, 후두 중앙 왼쪽 측면 4cm에서는 Bi를 사용하는 조건이 사용하지 않는 조건에 비해서  $\mu$ Gy를 감소시키는 것으로 나타났다. 하지만 오른쪽 귀 위 4cm, 왼쪽 귀 위 4cm, 왼쪽 귀 아래 4cm, 이마, 오른쪽 눈, 왼쪽 눈에서는 Bi를 사용하는 조건이 사용하지 않는 조건에 비해서  $\mu$ Gy를 증가시키는 것으로 나타났으며 특히, 이러한 경우의 대안은 수정체 부위의 방사선량 증가는 수정체 전용 비스무스 차폐체를 사용함으로써 방사선량을 감소시킬 수 있으며 endovascular coil embolization 시술 시 후두부에 탈모가 가장 빈번히 보고되어 지고 있으므로 본 연구에서 사용되어진 bismuth shield는 탈모방지와 특정부위(후두부)의 방사선량 저감화의 효과를 얻을 수 있다.

### 참고문헌

- [1] Balter S, Hopewell JW, Miller DL, Wagner LK, Zelefsky MJ. Fluoroscopically guided interventional procedures: a review of radiation effects on patients' skin and hair. Radiology Feb;254(2). p326-41. 2010
- [2] Koenig TR, Wolff D, Mettler FA, Wagner LK. Skin injuries from fluoroscopically guided procedures: part 1, characteristics of radiation injury. AJR Am J Roentgenol 177. p3-11. 2001
- [3] AAPM. Position statement on the use of bismuth shielding for the purpose of dose reduction in CT scanning. Retrieved from. <http://www.aapm.org/publicgeneral/BismuthShielding.pdf>
- [4] 정진욱 제환준 김영환 중재적 시술에서 환자선량 저감을 위한 방사선 방어 가이드 라인 식품의약품안전처 p2-5 2014
- [5] 정진욱 제환준 김영환 중재적 시술에서 환자선량 저감을 위한 방사선 방어 가이드 라인 식품의약품안전처 p13-14 2014