

안와 및 안부속기 종양의 방사선치료에서 백내장의 예방을 위한 렌즈보호 장치의 효용성

Efficacy of Lens Shielding Device to Prevent Cataract with Radiotherapy for Orbit or Ocular Adnexal Tumor

조정근*, 조현상**, 한태중*

전주대학교 방사선학과*, 삼성서울병원 방사선종양학과**

Jung-Keun Cho(cjk0129@jj.ac.kr)*, Hyun-Sang Cho(porest00@hanmail.net)**,
Tae-Jong Han(tjhan@jj.ac.kr)*

요약

안와 림프종의 치료에 가장 효과적인 치료법인 방사선 치료는 안구 질환의 증가로 인해 계속 늘어나는 추세이다. 항암화학요법과 치료 기술의 비약적인 발전으로 치료 및 예후가 좋아지고는 있지만 백내장, 안구건조, 망막병증 등의 부작용이 발생되고 있다. 이에 본 연구에서는 안와 림프종의 방사선치료 시 백내장 발생의 방어수단으로써 Lens Shielding Device(이하 LSD)를 고안 제작하였고 이의 제작방법과 방사선 차폐 정도에 대해 알아보았다. 안구 표면에 해당하는 깊이에서 TLD의 측정결과는 3개의 평균값이 5.7%로 나타났고 관심부위인 수정체의 위치에서는 TLD 4.2%, markus chamber 5.1%의 선량값을 나타내었다. 본 연구에서 안와에 발생한 림프종의 방사선 치료로 인한 부작용을 예방하기 위해 제작한 LSD는 치료 중 조사받게 되는 총 30Gy의 선량 중에서 5%에 해당하는 약 1.5Gy의 방사선량만이 수정체와 각막에 영향을 미치는 것으로 확인되어 백내장의 역치선량인 2Gy와 임상적으로 백내장이 발생된다고 보고된 5Gy보다 적은 선량이 조사됨을 알 수 있었다. 방사선 치료 시 발생할 수 있는 여러 부작용의 예방에 유용한 기구임을 확인하였고 환자의 안구와 일치되도록 개인별로 제작하여 착용 시 이물감에 의한 불편을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 치료 시 고정 또한 매우 용이함을 검증하였다.

■ 중심어 : | 과학기술 | 렌즈보호장치 | 악성림프종 | 백내장 |

Abstract :

Radiotherapy which is the most effective for orbit lymphoma has been used increasingly due to the increase of orbit or ocular adnexal tumor patients. Curative effects and convalescence have been being more satisfied thanks to remarkable development of cancer chemotherapy and medical treatments, but side effects such as cataract, dry eye and retinopathy still break out. Thus, in this study, a Lens Shielding Device (LSD hereafter) was designed to prevent occurring of cataract due to radiation therapy for orbit lymphoma and its efficacy through dosimetry were evaluated. And in this paper, its manufacturing process was also explained. LSD is composed of a cover body covering the lens and a side fixing part supporting the cover body. To measure radiation, the patient therapy conditions were simulated and the measurement of the radiation was conducted with Thermo Luminescence Detector (TLD) and Markus chamber. The average TLD value was 5.7% and the TLD value and Markus chamber value were acquired as 4.2% and 5.1% respectively at 6 mm depth where zero lens center was located. Only 1.5Gy (30Gy× 5%) or 5% of total 30Gy with 9 MeV electron beam is estimated to affect on patient's lens. That is smaller dose than the threshold value of cataract (2Gy) or the value (5Gy) that was reported to cause cataract in clinical conditions. Thus, these findings suggest that LSD be very useful for prevention of cataract during radiotherapy for malignant lymphoma of orbit and ocular adnexa. Furthermore, it might be possible to reduce patient's discomfort caused by alien substances and to make it easier to fix the device with customized manufacturing manners.

■ keyword : | Science Technology | Lens Shielding Device | Malignant Lymphoma | Cataract |

I. 서론

방사선 치료의 목적은 종양조직에 최대한의 선량을 조사하면서 정상조직의 장해는 최소화하여 치료효과를 극대화하는 것이다. 그러나 악성종양의 대부분이 주변 조직으로 침습 또는 전이하는 특성을 가지고 있어 종양 조직만을 정확히 설정하여 치료하기란 사실상 불가능하다[1]. 따라서 방사선 치료는 항상 여러 형태의 부작용을 동반하게 되며 이러한 부작용을 최소화하는 것은 치료의 질을 향상시키는 중요한 요소가 된다.

특히 안와와 안부속기에 발생하는 악성림프종은 다양한 증상과 증후로 발현되며 타 장기로의 전이 및 재발이 40~60%까지 되고[2], 치료 시 방사선에 매우 민감한 수정체가 위치하고 있어 방사선 조사로 인한 만성장애인 백내장의 발생 가능성이 매우 높다.

최근 안와에 발생하는 악성림프종의 빈도는 증가하는 추세이며 이는 환경적인 요인과 생활양식의 변화와 관련이 있다[3-4]. 또한 지난 수십 년간 염증성 가성종양, 림프 증식성 질환, 그리고 가성 림프종 등으로 정확한 구분과 분류가 되지 않은 질환들이 면역조직화학검사[5-6] 분자 유전학적 분석 등의 조직 병리학적 진단 방법의 발전으로 인하여 질환의 정확한 진단이 가능해진 것에도 관련이 있다. 특히 새로운 진단방법의 개발과 향상으로 환자가 증가하면서 안와 및 안부속기 악성 림프종 치료에 현재까지 가장 효과적이고 탁월한 치료법으로 알려진 방사선 치료의 비중이 증가하고 있다[7]. 최근 항암 화학 요법과 방사선 치료 기술의 비약적인 발전으로 안와 림프종의 치료 및 예후가 좋아지고는 있지만 백내장, 각막미란, 안구건조, 망막병증 등의 부작용이 발생되고 있다[8]. 또한 안와 림프종의 일반적인 치료 방법인 전자선 치료는 총 선량 30Gy의 방사선을 환자에게 조사하도록 되어 있어 백내장의 역치 선량(백내장을 발생시키는 최소한의 선량)인 2Gy나 임상적으로 백내장을 발생한다고 보고 된 5Gy보다 많은 선량이[9] 수정체에 조사되어 치료 종료 후 만성장애에 해당되는 백내장이 나타나게 된다.

이에 본 연구에서는 안와 및 안부속기 악성림프종의 방사선치료 시 백내장 발생의 방어수단으로써 Lens

Shielding Device (이하 LSD)를 고안 제작하였고 LSD의 방사선 차폐 정도와 제작방법에 대해 보고하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 삼성서울병원에서 안와 및 안부속기 악성림프종으로 진단받고 방사선 치료를 수행한 환자 3명의 백내장 예방기구인 LSD를 활용하여 실제 치료 조건과 동일한 상태에서 방사선량을 측정하였다.

2. 연구방법

2.1 LSD 제작방법

환자의 안검을 eye speculum을 이용하여 최대한 벌려 고정 시킨 후 소량의 마취제(알콘액)를 안구에 점적하여 표면만을 국소 마취시킨 상태에서 치과용 인상제 주입기(Dental wax injector, caulk system, GC, Japan)를 이용하여 안구 주변에 치과용 인상제를 주입하고 굳게 하였다[Fig. 1A]. 이러한 과정을 통해 안구의 음각상 (negative lens model)을 제작하였다[Fig. 1B].

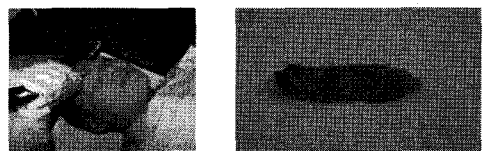


Fig 1. Manufacturing process of an eyeball surface of patient. (A) Wax inserting for manufacturing a mold of an eyeball surface. (B) Completed eyeball surface of patient.

제작된 음각상 (negative lens model)에 얇은 wax막을 세워 그 안에 석고를 개어 붓고 약 1시간 정도 응고시켰다[Fig. 2A][Fig. B]. 석고가 완전히 굳은 후에 wax를 제거하고 음각상을 떼어 내어 안구의 양각상 (positive lens model)을 완성하였다[Fig. 2C]. 안구의 양각상에 차폐체의 위치를 표시하고 석고로 제작된 안

구의 양각상과 치과용 아크릴 (dental resin acryl)이 잘 분리되도록 분리제를 도포하였다[Fig. 2D].

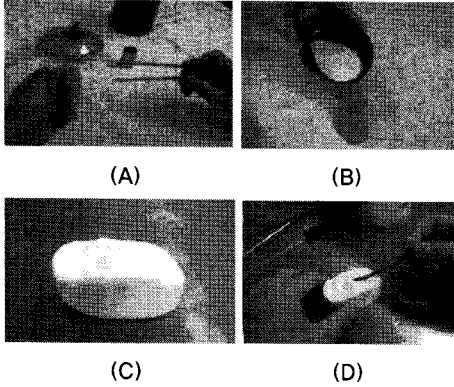


Fig 2. Manufacturing process of an embossing figure of an eyeball surface of patient. (A) Manufacturing process of an embossing mold. (B) Plaster inserting into the mold. (C) Eyeball surface corresponding to the embossing figure. (D) Applying a separator to separate the plaster from acrylamide.

석고에 분리제를 도포한 후 양각상위에 표시된 안구의 모양을 따라 dental resin acrylamide을 바르고 전자선의 차폐 두께인 2 cm 높이로 차폐체가 위치할 부분에 틀을 세웠다[Fig. 3A][Fig. B]. dental resin acrylamide이 다 굳은 후에 주사기를 이용하여 차폐물 (납 합금)을 주입하였다[Fig. 3C]. 차폐물이 다 굳은 후에 양각상과 완성된 LSD를 분리하고 hand grinder를 이용하여 안구 표면에 닿아도 무리가 가지 않게 마무리를 하여 Lens Shielding Device를 완성하였다[Fig. 3D].

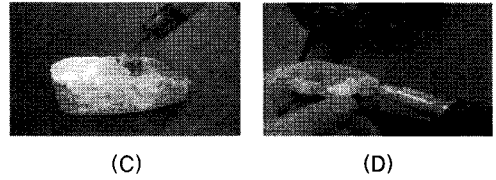
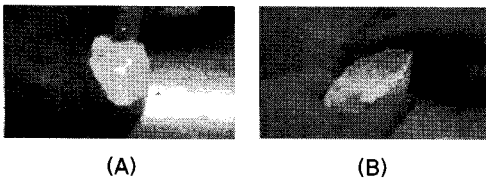


Fig 3. Manufacturing process of a LSD.(A) Application of dental resin.(B) Frame setup using film.(C) Inserting of shielding material.(D) A completed LSD.

2.2 선량측정방법

선량측정은 선형가속기(Clinac2100C. Varian. USA)의 9MeV 전자선을 사용하였다. polystyrene phantom 위에 LSD를 위치시키고 안구의 표면에 해당하는 0mm 깊이에서부터 실제 lens가 위치하는 깊이인 6mm, 안구의 총 지름에 해당하는 18mm 깊이까지 3mm간격으로 측정을 실시하였다[Fig. 4].

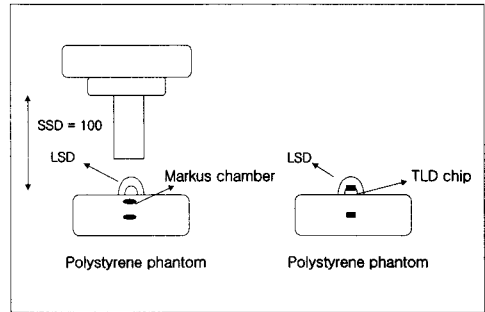


Fig 4. Schematic diagram to measure dose using Markus chamber and TLD.

1회 치료선량인 2Gy를 치료와 동일한 상태인 SSD(source skin distance)법으로 setup 한 후 방사선을 조사하였다. 안구에 밀착되는 LSD의 표면은 안구의 형태대로 제작되어 곡면을 띄고 있기 때문에 선량측정 시 측정기구와 LSD사이에서 공간이 발생하게 되는데, 이 부분은 측정의 정확성을 기하기 위해 조직등가물질인 bolus를 채워 넣어 보정하였다. 또한 표면선량측정계인 Markus chamber는 기구의 구조상 LSD의 밑면에 위치할 수 없어 관심영역인 lens가 위치하는 6mm부터 측정하였고 TLD는 chip의 형태이기 때문에 안구의 표면에

해당하는 LSD의 바로 뒷면에서부터 측정할 수 있었다. 측정값은 LSD를 사용하지 않고 측정된 9MeV 전자선의 각각의 깊이에서의 선량을 기준으로 사용하였으며 결과는 백분율(%)로 나타내었다.

III. 결과

각 환자의 특성에 맞게 제작한 LSD를 Polystyrene phantom위에 위치시키고 안구의 표면에 해당하는 0mm 깊이에서부터 실제 lens가 위치해 있는 6mm, 또한 안구의 총 지름에 해당하는 18mm 깊이까지 3mm간격으로 측정을 실시하였다. 차폐능력의 측정 결과

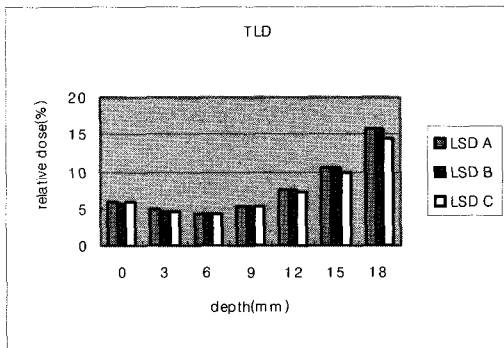


Fig 5. Measurement of dose at each depth using TLD while changing the depth with each LSD. It indicates 5.7% at 0mm that is the depth of cornea and 5.1% for 6mm that is the depth of lens.

[Fig. 5]에서 보는 바와 같이, 안구 표면에 해당하는 0mm 깊이에서 TLD의 측정결과는 3개의 평균값이 5.7%를 나타내었고, 관심부위인 수정체 (6mm)의 위치에서는 TLD는 4.2%로 나타났으며, Markus chamber의 경우 평균 5.1%의 선량을 나타내었다[Fig. 6].

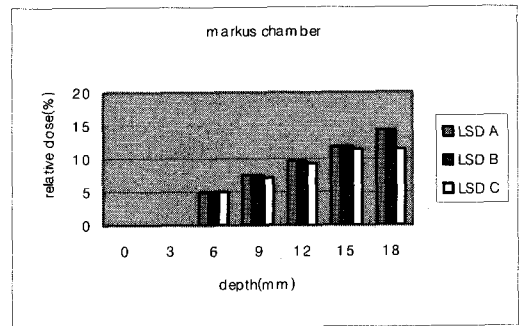


Fig 6. Measurement of dose at each depth using Markus chamber while changing the depth with each LSD. 5.5% for 6 mm that is the depth of lens.

IV. 고찰

본 연구에서는 안와 및 안부숙기에 발생하는 악성림프종 환자의 방사선 치료 후 나타나는 백내장을 비롯한 합병증의 예방과 치료의 효율성을 높이기 위한 수정체 방어방법을 제시하였다. 수정체는 방사선감수성이 높은 조직으로서 백내장, 각막염, 안구건조증, 망막증, 침모소실 등의 합병증을 일으키기 때문에 이의 방어는 매우 중요하다. 수정체의 차폐를 위해 본 연구에서 고안 제작한 LSD를 이용하여 검사한 결과 수정체에 미치는 방사선량이 5%이하로 감소하였다. 수정체가 방사선량 10~12Gy에 내성이 있다는 보고도 있지만 대개의 경우 2Gy의 분할선량과 4~5Gy의 총선량이 백내장을 유발시키는 것으로 알려져 있으며 노출 후 잠복기는 방사선 조사량과 역비례로 6개월에서 30년까지 걸리는 것으로 보고되고 있다. 수정체 차폐의 중요성을 보고한 Uehara는 수정체 차폐를 한 경우와 그렇지 않은 경우의 비교에서 차폐를 안 한 경우 5년 내에 64%, 차폐를 한 경우에 있어서 8년 내 16%의 발생을 비교한 바 있고 Smitt 등은 수정체 차폐를 하지 않은 경우 33%에서 백내장이 발생하였고 차폐를 한 경우에는 발생되지 않았다고 보고하였다. Chao 등은 그들의 연구에서 사용한 차폐방법인 치료기와 환자 사이에 수정체의 지름과 같은 7mm의 납 막대를 메달아 환자가 그것을 보게 하는 방법을

소개했지만 환자의존도가 높아 차폐의 정확성이 떨어졌다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 고안된 방법은 망막과 수정체에 위치되는 차폐물에 안와 전체의 모양을 본 뜬 지지대를 부착하는 방법으로 차폐물의 움직임으로 인한 부작용을 줄일 수 있었다. 방사선이 조사되었을 경우 안구 표면의 손상으로 눈물 층의 감소가 발생하고 망막혈관의 손상, 망막출혈, 신생혈관 형성 등의 부작용이 보고된 바 있으며 Jerbe등도 안구에 밀착시킨 차폐물의 움직임으로 인한 안구의 손상 사례를 보고했다. 본 연구에서는 기존의 차폐물 성분인 납이 안구에 직접 닿아 발생하는 망막의 상처를 제거하기 위해 안구 표면에 접촉되는 면을 치과 진료용 아크릴로 마무리하여 상처 및 환자의 이물감을 최소화하는 효과도 얻었다. 본 연구에서 제작한 LSD는 결과에서 보듯이 총선량의 5%만이 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 치료시 발생하는 부작용의 방지에 효과가 있음을 시사한다. 환자의 지속적인 추적관찰을 통해 부작용 발생의 추이를 확인하여 발생 시기 등을 정리하고 치료정보를 자료화해야하며 또한 부작용 발생의 또 다른 요인으로 추정되는 나이, 당뇨, 가족력 등의 위험요소들과의 관계도 규명하여 안구에 발생하는 악성림프종 환자의 치료 후 삶의 질까지도 향상시킬 수 있는 방법을 모색하는 연구가 이루어져야 한다고 사료된다.

V. 결론

안와 및 안부속기에 발생한 악성림프종은 국소 방사선 치료에 잘 반응하며 높은 치료율을 보이는 질환이다. 하지만 수정체의 방사선 조사로 인한 부작용으로 백내장을 비롯한 여러 가지 합병증의 발생 확률이 높은 것으로 보고되고 있다. 본 연구는 이러한 점에 착안하여 수정체의 방사선량을 줄일 수 있는 LSD를 환자의 안구구조에 맞게 제작하였고 방사선 치료에 이용되는 전자선에 대한 차폐능력을 평가하였다. 측정 결과 실제로 lens의 중심이 위치하는 6mm 깊이에서의 상대선량은 TLD의 경우 각각 4.2, 4.1, 및 4.2%로 나타났고 Markus chamber를 이용한 측정값은 5.1%의 결과를 보

였다.

실제 임상에서 9Mev 전자선으로 총 조사선량 30Gy를 처방하였을 경우 환자의 수정체에 조사되는 것으로 추정되는 방사선의 총량은 약 1.5Gy (3000 × 5%)로 백내장의 역치선량인 2Gy나 임상적으로 백내장이 발생된다고 보고 된 5Gy보다 적은 선량이 조사됨을 확인하였다. 상술된 결과와 같이 LSD는 안와 및 안부속기 악성림프종의 방사선 치료 시 발생할 수 있는 백내장을 비롯한 여러 부작용의 예방에 매우 유용한 기구임을 확인할 수 있었고, 환자의 안구와 일치되도록 개인별로 제작하여 사용함으로써 착용 시 이물감으로 인한 불편감을 줄일 수 있었을 뿐만 아니라 치료 시 차폐물의 고정 또한 매우 용이함을 검증하였다. 금후 차폐물 두께의 조절이나 새로운 성분의 차폐체등을 개발하여 조사선량을 더욱 감소시킬 수 있는 방법을 모색하는 것이 앞으로의 과제이지만 본 연구에서 도출된 성과만으로도 부작용 예방에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] J. Dobbs and A. Barrett, *Practical Radiotherapy Planning*. London:Edward Arnold, 1985.
- [2] E. Bessell, J. Henk, J. Wright, and A. Whitelocke, "Orbital and conjunctival lymphoma treatment and prognosis," *Radiother Oncol.*, Vol.13, pp.237-244, 1988.
- [3] F. Uehara, N. Iwakiri, and N. Ohba, "A twenty-year review of orbital tumor," *J. of Eye* Vol.12, pp.1177-1179, 1995.
- [4] K. Suzuki, M. Ogawa, T. Sakurazawa, and M. Mamatsu, "Astatistical study of clinical and pathological finding in patients with exophthalmos," *Folia Ophthalmol Jpn*, Vol.49, pp.64-370, 1998.
- [5] A. C. Witherspoon, T. C. Diss, and L. X. Pan, "Primary low-grade B-cell lymphoma of the

conjunctiva: a mucosa-associated lymphoid tissue type lymphoma," *Histopathology* Vol.23, pp.417-424, 1993.

[6] S. E. Coupland, L. Krause, and H. J. Delecluse, "Lymphoproliferative lesions of the ocular adnexa: analysis of 112 cases," *Ophthalmology* Vol.105, pp.1430-1441, 1998.

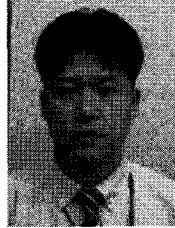
[7] M. C. Smitt and S. S. Donaldson, "Radiotherapy is successful treatment for orbital lymphoma," *Int. J. Radiat Oncol Biol Phys*, Vol.26, pp.59-66, 1993.

[8] J. H. Ellis, P. M. Banks, R. J. Campbell, and T. J. Liesegang, "Lymphoid tumors of the ocular adnexa: Clinical correlation with the working formulation classification and immunoperoxidase staining of paraffin sections," *Ophthalmology*, Vol.92, pp.1311-1324, 1985.

[9] G. C. Bentel, C. E. Nelson, and K. T. Noell, *Treatment Planning and Dose Calculation in Radiation Oncology*, 3rd ed. New York, NY: Pergamon, 1982.

조 현 상(Hyun-Sang Cho)

정회원



- 2006년 : 건국대학교 생물공학과 (이학석사)
- 1994년 ~ 현재 : 삼성서울병원 방사선종양학과

<관심분야> : 보건의료, 방사선의료

한 태 종(Tae-Jong Han)

정회원



- 1981년 : 고려대학교 물리학 석사
- 1987년 : 고려대학교 물리학 박사
- 1990년 ~ 1991년 : University of Toronto, Post-Doc

▪ 1984년 ~ 현재 : 전주대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 보건의료, 방사선의료

저자 소개

조 정 근(Jung-Keun Cho)

정회원



- 2004년 8월 : 한서대학교 방사선학과 (이학석사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 원광대학교 화학과 (박사과정)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 보건의료, 방사선의료