

## 후두와 종양의 방사선치료 시 표적용적의 결정을 위한 적절한 치료자세 연구

울산대학교 의과대학 서울아산병원 방사선종양학과\*, 신경외과<sup>†</sup>, 소아과<sup>‡</sup>

윤상민\* · 이상욱\* · 안승도\* · 김종훈\* · 이병용\* · 나영신<sup>†</sup> · 김태형<sup>‡</sup> · 최은경\*

**목적** : 전산화단층촬영모의치료를 이용한 후두와(posterior fossa) 종양의 방사선치료 시 어떤 자세로 치료하는 것이 치료범위 결정 및 치료계획에 유리한지에 대한 논의는 거의 이루어지지 않았다. 따라서 저자들은 후두와 치료의 적절한 치료자세를 설정하고 이를 이용한 치료계획을 소개하고자 본 연구를 시행하였다.

**대상 및 방법** : 본 연구는 소뇌 총부에 발생한 수모세포종으로 수술 후 방사선치료를 받은 13세 남자 환아를 대상으로 하였다. 환아는 두개적수방사선치료를 일일선량 1.8 Gy로 30.6 Gy 시행 받은 후 후두와 영역에 추가방사선치료계획을 위해 전산화단층촬영모의치료를 받았다. 전산화단층촬영 시 복와위로 두부고정틀을 이용하여 자세를 고정하고 조영제를 주입하면서 두개골에서 경부 하방까지 촬영하였다. 단층 영상에 정상조직과 치료영역을 표시하였고 3차원 입체치료계획시스템을 이용해 비동일평면 입체조형 빔을 이용하여 치료계획을 세웠다.

**결과** : 전산화단층영상 촬영이 진행되는 동안 환아는 안정되고 편안한 자세를 유지할 수 있었고, 이 후 치료 중에도 자세를 재현하는데 큰 어려움이 없었다. 복와위 자세로 얻은 전산화단층영상에서 천막과 일부 정맥동의 조영증강이 잘 관찰되어 후두와의 해부학적 범위를 결정하기가 용이하였다. 또 복와위 자세에서 후두와가 환아의 전면에 위치하게 되어 3차원 입체치료계획 시 방사선의 방향의 제약을 받지 않았고 치료 침대에 의한 선량분포의 불확실성이 없어서 보다 정확한 치료계획이 가능하였다.

**결론** : 본 연구에서 후두와 치료 시 적절한 치료자세는 복와위임을 알 수 있었고, 안정되고 치료계획이 용이한 자세를 찾아내기 위해, 마취(sedation)가 필요하지 않거나 의식상태가 명료한 소아 환자를 통하여, 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

**핵심용어** : 후두와(posterior fossa), 전산화단층촬영모의치료, 3차원 입체조형치료, 복와위

### 서 론

원발성 중추신경계 종양은 가장 흔한 소아 고형종양으로 알려져 있고, 그 중 후두와(posterior fossa)에서 발생하는 종양은 전체 중추신경계 종양의 60% 이상을 차지한다.<sup>1)</sup>

후두와 종양의 방사선치료로는 종양세포에 따라 두개적수방사선치료(craniospinal irradiation, CSI)가 필요한 경우도 있으나, 원발 부위에 대한 방사선치료도 반드시 필요하여서 이에 대한 많은 연구가 진행되어왔다.<sup>2~10)</sup> 전산화단층촬영모의치료기(CT simulator)가 도입되지 않았던 시기에는 해부학적 구조물에 따라 방사선치료 범위를 결정하여 양측면 대향조사(parallel-opposed lateral fields)하는 것이 일반적인 방법이었다.<sup>2~4)</sup> 이후 전산화단층촬영모의치료기와 가상모의치료(virtual

simulation) 그리고 3차원 입체 방사선치료계획장치 등의 방사선치료 기술이 진보함에 따라 더욱 정확하고 정밀한 치료계획이 가능해졌고, 주변 정상조직, 특히 정상 뇌조직과 내이(inner ear)에 조사되는 방사선량을 최소화 시키는 노력을 계속 해왔다.<sup>7~11)</sup>

전산화단층촬영모의치료를 이용한 후두와 추가조사 시 환자의 치료자세는 각 연구기관에 따라 복와위나 양와위 등으로 일정하지 않았고<sup>7~10)</sup> 소아 환자의 협조성(cooperation) 여부에 따라 적절한 자세를 결정하여 치료하였으나 어떤 자세로 치료하는 것이 치료범위 결정 및 치료계획에 보다 이점이 있는지에 대한 논의는 거의 이루어지지 않았다. 본원에서 그 동안 후두와에 방사선 조사를 위해 일반적으로 선택된 환자의 자세는 양와위였지만, 최근 복와위 자세를 이용한 치료계획을 시행하였고 이를 통하여 양와위 자세 보다 몇 가지 장점을 발견할 수 있었다. 따라서 저자들은 복와위 자세를 이용한 3차원 입체 방사선치료계획을 소개하고 이를 통하여 치료 시 적절한 두경부 자세를 제시하고자 본 연구를 시작하였다.

이 논문은 2003년 1월 3일 접수하여 2003년 2월 28일 채택되었음,

책임저자: 이상욱, 울산대 서울아산병원 방사선종양학과  
Tel: 02)3010-4435, Fax: 02)486-7258  
E-mail: ccr@korea.com

## 대상 및 방법

### 1. 대상 환자

13세의 남자 환아를 대상으로 본 연구를 시행하였다. 환아는 약 한 달 동안 지속된 두통을 주소로 내원하였고, 소뇌충부(cerebellar vermis)에 발생한 종양으로 near total resection을 시행하여 수모세포종으로 진단되었다. 수술 후 검사한 척추자기공명영상 및 뇌척수액 세포진 검사에서 원격전이 소견은 관찰되지 않았다. 환아는 수술 후 3주 경부터 두개척수 방사선치료를 일일선량 1.8 Gy로 30.6 Gy 시행 받은 후 후두와 영역에 추가방사선치료 계획을 위해 전산화단층촬영모의

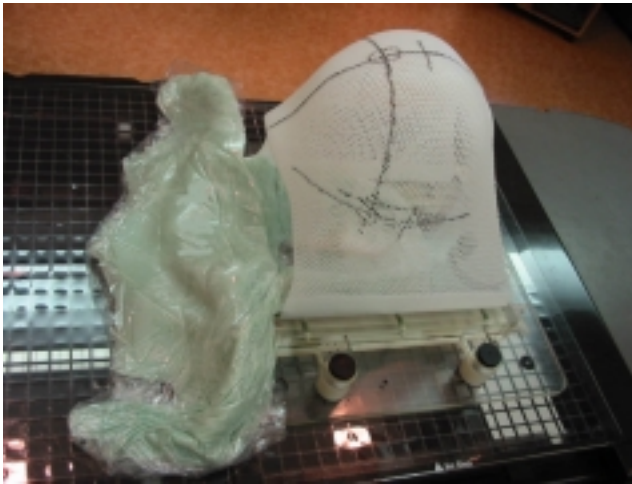


Fig. 1. Immobilization devices were consisted of aquaplast mask and immobilization mold. The latter supported the patient shoulder, anterior neck, jaw, and cheeks comfortable.

치료를 받았다.

### 2. 전산화단층촬영모의치료의 방법

환아는 복와위 상태로 자세 고정을 위해 두부고정틀(Thermoplastic mask, Aquaplast<sup>®</sup>)을 이용하여 전산화단층촬영모의치료(AcQSim, Marconi, USA)를 시행하였다. 촬영 시 턱으로 머리부분을 받치는 자세를 취하게 하였고, 턱과 어깨의 안정성을 위해 mold (RT Cradle<sup>®</sup>, ROM, Korea)를 이용하여 지지하였다(Fig. 1). 자세의 재현성 확인 및 치료계획의 정확도를 위해 두부고정틀에 세계의 방사선 불투명물질(radio-opaque material)을 표시하고 환자의 등에도 기준선 및 기준점을 표시하였다. 수술 영역과 정상조직의 구분 및 혈관의 조영을 위해 정맥을 통하여 조영제(Ultravist<sup>®</sup>, 한국웨링, Korea)를 주입하면서 전산화단층영상을 얻었고, 영상은 두개골에서 경부하방까지 1 cm 두께로 촬영하였고 후두와 부위에는 5 mm 두께로 영상을 얻었다.

### 3. 3차원 입체조형방사선치료계획

전산화단층영상을 얻은 후 후두와, 내이, 뇌간, 뇌하수체, 안구 및 렌즈, 그리고 척수신경 등의 구조를 각각의 단면에 표시하였다. 임상표적체적(clinical target volume, CTV)은 전체 후두와로 정의하였고, 환아의 움직임과 치료 설치(setup)의 부정확성을 고려한 계획용표적체적(planning target volume, PTV)은 CTV에서 5 mm를 추가하여 정의하였다(Fig. 2). 이후 영상을 전산화치료계획시스템(Render plan, Elekta, Sweden)으로 전환한 후 비동일평면 입체조형 빔(non-coplanar conformal beams)을 이용하여 치료계획을 시행하여 그림(Fig. 3)의 3차원 입체치료계획을 세웠고 PTV를 포함하는 96% 등선량곡선

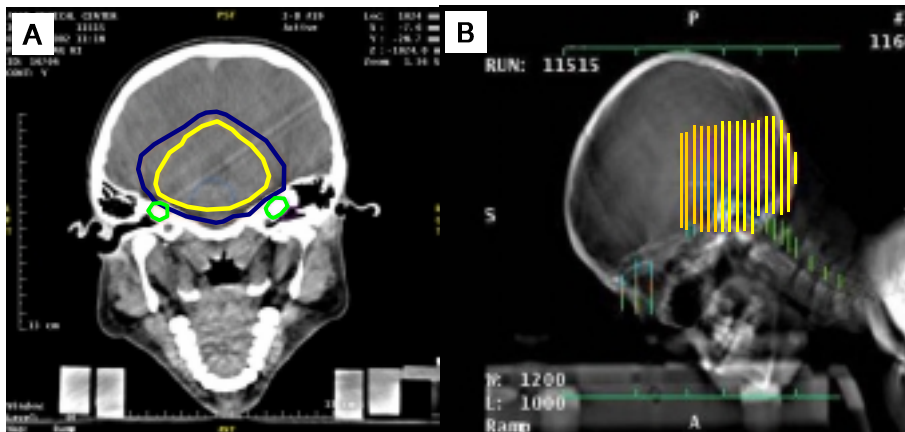


Fig. 2. CT simulator scanning and contouring; (A) axial CT image, (B) sagittal CT image. Various normal structures and target volumes were delineated on each slice. Clinical target volume (CTV) was defined as the entire posterior fossa and planning target volume (PTV) was added around the CTV with 5 mm margin.

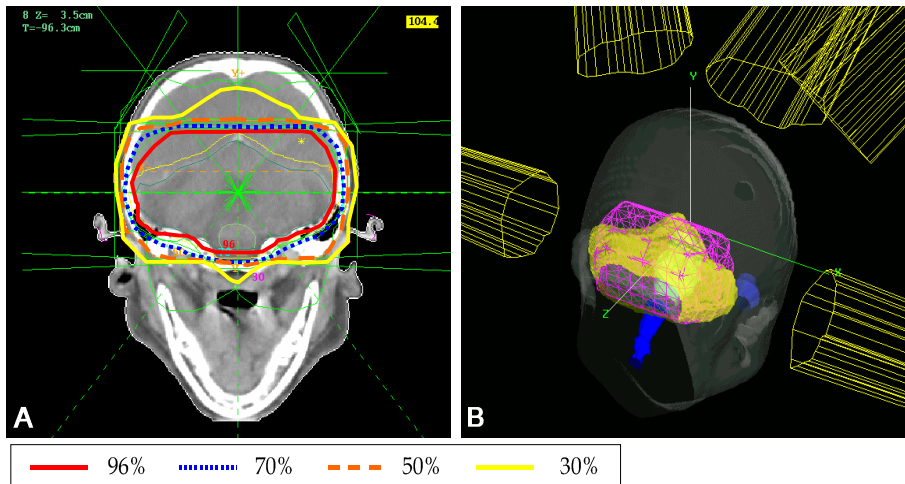


Fig. 3. Radiotherapy planning was done, using 5 non-coplanar conformal beams, with 3D RTP system; (A) planning isodose curves, (B) physician's eye view of beam arrangement.



Fig. 4. During the treatment time, the patient had no complaints on respiration difficulty or neck discomfort with prone position.

(isodose curve)에 방사선량을 처방하였다.

### 결 과

전산화단층영상 촬영이 진행된 약 20분 동안 환이는 안정 되고 편안한 자세를 유지할 수 있었고, 매일 치료자세를 재현하는 데에도 호흡 곤란이나 불안정한 자세에 따른 어려움이 없었다(Fig. 4).

복와위 자세로 얻은 전산화단층영상에서 천막(tentorium)에 분포하는 정맥동(sinus)과 작은 혈관의 조영 증강이 배와위 자세 때 보다 잘 관찰되어(Fig. 5) 후두엽(occipital lobe)과 후



Fig. 5. In the prone position, the posterior fossa was well distinguished from occipital lobes by enhanced tentorial sinuses or vessels (arrows), so it made target volume definition easy.

두와의 경계를 쉽게 파악할 수 있었고, 따라서 후두와의 해부학적인 범위를 결정하기 용이하였다.

또 복와위 자세에서 후두와가 환아의 전면에 위치하게 되어 3차원 입체치료계획시 방사선의 방향의 제약을 받지 않았고, 양와위에서 방사선 빔이 치료 침대 및 고정기구를 투과하여 나타날 수 있는 선량분포의 불확실성이 없어서 보다 정확한 치료계획이 가능하였다.

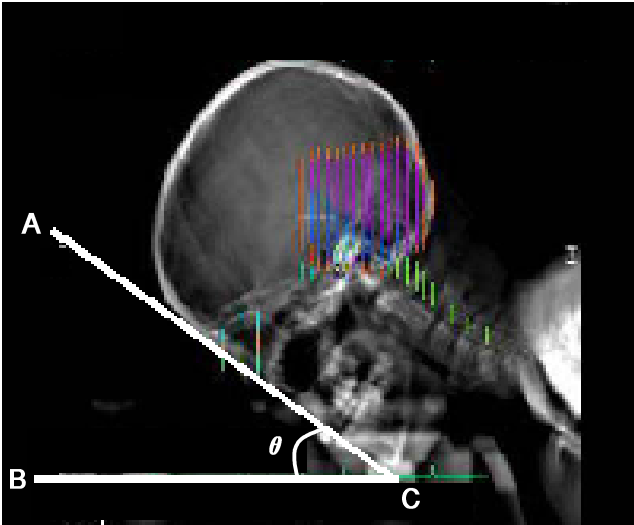


Fig. 6. The angles( $\theta$ ) between line from glabella to symphysis menti (A-C) and table (B-C) may be an objective value of the optimal patient position, and further evaluation will be needed to define it.

### 고안 및 결론

후두와에 발생한 종양의 방사선치료 시 후두와 추가조사면은 전통적으로 양측면 대향조사(parallel-opposed lateral fields)를 사용하는 것이 일반적이었다.<sup>2-4)</sup> 주로 해부학적인 구조물을 기준으로 소개된 조사면의 범위로는 앞쪽으로 뒤침대돌기(posterior clinoid), 아래쪽으로 1번 경추와 2번 경추의 사이, 뒤쪽으로 후두개골을 포함하는 면, 그리고 위쪽으로 대후두공(foramen magnum)과 머리마루점(vertex)의 중간지점에서 1 cm 위로 정의되었다. 그 중에서도 후두와 위쪽면의 경계는 불명확하여 Drayer 등<sup>4)</sup>은 자기공명영상과 모의치료사진을 비교하여 치료범위의 결정방법을 소개하기도 하였다. 이 후 전산화단층촬영모의치료기의 사용과 방사선 치료계획 및 기술의 발전으로, 정확한 치료계획과 아울러 주변 정상조직의 방사선량을 최소화할 수 있는 치료법이 연구되어져 왔다.<sup>7-11)</sup>

후두와 추가조사를 위한 환자의 치료자세는 각 연구기관에 따라 양와위 또는 복와위 등이었고 이는 소아 환자의 협조성에 따라 정한 것으로 알려져 있으나 명확한 기준이나 자세의 이점에 대한 언급은 없다. 따라서 본 연구를 통하여 저자들은 복와위 치료자세의 장점을 아래와 같이 두 가지 면으로 고찰하였다.

첫번째로 후두와의 정확한 해부학적 위치를 용이하게 파악할 수 있었다. 후두와의 해부학적인 위치는 위쪽으로 천막

(tentorium)이 위치하여 후두엽과의 경계를 이룬다. 이 천막은 직정맥동(straight sinus)과 횡정맥동(transverse sinus), 그리고 추체정맥동(petrosal sinus) 등에 의해 경계를 이루고 있고 여러 저자들에 의해 천막 내에도 부행로(collateral channels)로 중요한 역할을 하는 정맥동이 있어 앞서 언급한 정맥동과 연결되어 있음을 보고한 바 있다.<sup>12, 13)</sup> 하지만 이러한 구조물은 일반 방사선촬영 및 모의치료사진에서는 잘 나타나지 않을 뿐 아니라, 배와위로 전산화단층촬영을 시행하여도 단층영상에서 천막의 구분이 쉽지 않아 후두와의 경계를 구분하기는 용이하지 않다. 본 연구에서 시행한 복와위 자세는 턱으로 머리부분을 받쳐서 경부를 신전시킴으로 천막이 스캔 단면과 일정한 각도를 유지하게 되어 정맥동의 조영 증강을 확인할 수 있었고, 이를 이용하여 후두와의 위치를 확인하는데 쉬운 이점이 있음을 발견하였다.

두번째로 3차원 입체치료계획의 용이성을 들 수 있다. 후두와는 신체의 후방에 위치하는 구조물로 배와위로 치료계획을 할 때 방사선의 방향이 주로 후방에서 전방으로 분포하게 되어 치료 침대로 인한 선량분포의 불확실성이 나타날 가능성이 있다. 하지만 복와위 자세에서는 후두와가 전방에 위치하게 되어 치료계획에서의 방사선 방향의 제약이 최소화되고, 치료 침대의 및 고정기구의 영향을 받지 않아 보다 정확한 치료를 전달해 줄 수 있다.

복와위에서 경부를 어느 정도 신전 시켜서 치료계획을 세울 것인가에 대한 것은 보다 많은 임상경험을 바탕으로 추가적인 연구가 있어야 할 것이다. 경부를 많이 신전 시킬수록 자세의 안정성이 떨어지고 치료계획에서 아래쪽 방향의 방사선 빔의 설정이 제약을 받게 되고, 적게 신전 시키면 호흡이 어려워 질 수도 있기 때문이다. 적당한 신전 각도를 객관적인 수치로 표현하기 위해 턱뼈결합(symphysis menti)과 미간(glabella)을 잇는 선과 치료 침대와의 각도(Fig. 6)를 이용하여 가장 적합한 자세를 기술하는 것도 필요할 것으로 생각된다. 또한 최근 많은 연구가 이루어지고 있는 영상등록(image registration)기술을 이용하여 보다 정확한 치료범위를 설정할 수 있으리라 생각한다.<sup>14)</sup>

본 연구를 통하여 후두와 치료 시 적절한 치료자세는 복와위임을 알 수 있었고, 안정되고 치료계획이 용이한 자세를 찾아내기 위해, 마취(sedation)가 필요하지 않거나 의식상태가 명료한 소아 환자를 통하여, 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. Greenberg HS, Chandler WF, Sandler HM. Posterior fossa tumors. In: Greenberg HS, eds. Brain tumors. 1st ed. New York: Oxford university press Inc. 1999:201-236
2. Carrie C, Alapetite C, Mere P, et al. Quality control of radiotherapeutic treatment of medulloblastoma in a multicentric study: the contribution of radiotherapy technique to tumour relapse. *Radiother Oncol* 1992;24:77-81
3. Solit DB, Goldwein JW. Posterior fossa: Analysis of a popular technique for estimating the location in children with medulloblastoma. *Radiology* 1995;195:697-698
4. Drayer JA, Marks LB, Bentel G, et al. Defining the superior border of posterior fossa radiation treatment fields. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998;41:625-629
5. Paulino AC, Saw CB, Wen BC. Comparison of posterior fossa and tumor bed boost in medulloblastoma. *Am J Clin Oncol* 2000;23:487-490
6. Fukunaga-Johnson N, Lee JH, Sandler HM, Robertson P, McNeil E, Goldwein JW. Patterns of failure following treatment for medulloblastoma: is it necessary to treat the entire posterior fossa? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998; 42:143-146
7. Fukunaga-Johnson N, Sandler HM, Marsh R, Martel MK. The use of 3D conformal radiotherapy (3D CRT) to spare the cochlea in patients with medulloblastoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998;41:77-82
8. Huang E, Teh BS, Strother DR, et al. Intensity-modulated radiation therapy for pediatric medulloblastoma: early report on the reduction of ototoxicity. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;52:599-605
9. Paulino AC, Narayana A, Mohideen MN, Jeswani S. Posterior fossa boost in medulloblastoma: an analysis of dose to surrounding structures using 3-dimensional (conformal) radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;46: 281-286
10. Lin R, Hug EB, Schaefer RA, Miller DW, Slater JM, Slater JD. Conformal proton radiation therapy of the posterior fossa: a study comparing protons with three-dimensional planned photons in limiting dose to auditory structures. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;48:1219-1226
11. Merchant TE, Zhu Y, Thompson SJ, Sontag MR, Heide-man RL, Kun LE. Preliminary results from a Phase II trial of conformal radiation therapy for pediatric patients with localized low-grade astrocytoma and ependymoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;52:325-332
12. Matsushima T, Suzuki SO, Fukui M, Rhoton AL Jr, de Oliveira ED, Ono M. Microsurgical anatomy of the tentorial sinuses. *J Neurosurg* 1989;71:923-928
13. Muthukumar N, Palaniappan P. Tentorial venous sinuses: an anatomic study. *Neurosurgery* 1998;42:363-371
14. Aoyama H, Shirato H, Nishioka T, et al. Magnetic resonance imaging system for three-dimensional conformal radiotherapy and its impact on gross tumor volume delineation of central nervous system tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;50:821-827

---

**Abstract**

---

## **Technical Review of Target Volume Delineation on the Posterior Fossa Tumor : An Optimal Head and Neck Position**

Sang Min Yoon, M.D.<sup>\*</sup>, Sang-wook Lee, M.D.<sup>\*</sup>, Seung Do Ahn, M.D.<sup>\*</sup>  
Jong Hoon Kim, M.D.<sup>\*</sup>, Byong Yong Yi, Ph.D.<sup>\*</sup>, Young Shin Ra, M.D.<sup>†</sup>  
Thad Ghim, M.D.<sup>‡</sup> and Eun Kyung Choi, M.D.<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Department of Radiation Oncology, <sup>†</sup>Neurosurgery, and <sup>‡</sup>Pediatrics, Asan Medical Center,  
College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea

**Purpose:** To explore a 3D conformal radiotherapy technique for a posterior fossa boost, and the potential advantages of a prone position for such radiotherapy.

**Materials and Methods:** A CT simulator and 3D conformal radiotherapy planning system was used for the posterior fossa boost treatment of a 13-year-old medulloblastoma patient. He was placed in the prone position and immobilized with an aquaplast mask and immobilization mold. CT scans were obtained of the brain from the top of the skull to the lower neck, with IV contrast enhancement. The target volume and normal structures were delineated on each slice, with treatment planning performed using non-coplanar conformal beams.

**Results:** The CT scans, and treatment in the prone position, were performed successfully. In the prone position, the definition of the target volume was made easier due to the well enhanced tentorium. In addition, the posterior fossa was located anteriorly, and with the greater choice of beam arrangements, more accurate treatment planning was possible as the primary beams were not obstructed by the treatment table.

**Conclusion:** A posterior fossa boost, in the prone position, is feasible in cooperating patients, but further evaluation is needed to define the optimal and most comfortable treatment positions.

---

**Key Words:** Posterior fossa, CT simulation, Conformal radiotherapy, Prone position