



Case Report

균일한 두피 방사선 치료를 위한 bolus 적용 방법: Sutured bolus

서명호¹, 이솔민², 김귀언², 최진현², 박소현², 김영석²✉

¹제주대학교 의학전문대학원, ²제주대학교 의학전문대학원, 제주대학교병원 방사선종양학교실

Sutured bolus application technique for homogeneous scalp irradiation by Myung Ho Seo¹, Sol Min Lee², Gwi Eon Kim², Jinhyun Choi², So Hyun Park², Young Suk Kim² (¹Jeju National University School of Medicine; ²Department of Radiation Oncology, Jeju National University School of Medicine, Jeju National University Hospital)

Abstract Total scalp irradiation is a challenging treatment because of unique concave target volume and difficulty with bolus applying. There are few reports about bolus applying methods to the entire scalp in detail. Application of conventional bolus (wax or superflab) is widely used, and it is considered effective. However, the curvature and irregularity of the scalp can produce significant air gap, resulting in inadequate radiation dose distribution. We describe a new method to applying the bolus to the entire scalp. We sutured 1 cm thickness superflab bolus on the thermoplastic mask using cotton string. This method can reduce the air gap between the bolus and scalp and be reproducible.

Key words: Scalp, Radiotherapy, Bolus

서 론

혈관육종(angiosarcoma)은 혈관에서 기원하는 드문 악성 종양이다.^{1,2)} 고령의 인구에서 얼굴과 두피에서 가장 흔하게 발생하는 것으로 알려져 있다. 피부를 통해 넓게 퍼져나가는 매우 공격적인 종양으로, 국소재발을 잘하며 초기에 원격전이 를 잘 일으킨다. Satellite lesions이 흔한 것으로 보고되고 있으며, 주변으로 침윤을 잘하는 특성을 갖고 있어 정상 조직과 종양 조직의 구분이 어려운 것으로 알려져 있다.¹⁾ 이러한 특성으로 완치목적의 수술이 어려운 것으로 보고되고 있다. 방사선치료와 항암치료를 통해 치료 성적의 향상을 보이고 있

다.^{1,2)} 두피의 혈관육종 환자에서 방사선 치료는 일반적으로 두피 전체를 clinical target volume (CTV)으로 설정하여 치료 하고 있다.

방사선 치료에서는 치료 부위에 목적인 선량을 균일하게 전달하는 동시에 정상조직에는 최소한의 선량을 전달하는 것이 치료 성적에 영향을 끼친다. 두피에 대한 방사선 치료 시, 두피의 곡면을 포함한 불균일한 모양으로 인해 치료 계획용 모 의 전산화 단층 촬영(computed tomography simulation, CT simulation)에서 뿐만 아니라, 치료를 위한 방사선 전달 시 부정확성을 유발하게 된다.³⁾

최근에는 세기 조절 방사선 치료(Intensity-modulated radiation therapy), 토모테라피(Tomotherapy) 등을 이용한 방사선치료기법에 대한 다양한 연구들이 있으나, 두피 치료에서 보조적으로 적용되는 bolus에 대한 자세한 내용을 다루는 논문은 드물다.^{1,3,4)} Bolus는 일반적으로 방사선의 build-up 영역에서 발생하는 피부표면에서의 선량 감쇄에 대한 보정을 해 줄 뿐 아니라, 불균일한 피부표면을 균일하게 만들어 주는 역

Received: December 4, 2018; Revised: January 4, 2019; Accepted: January 5, 2019

✉ Correspondence to : Young Suk Kim

Department of Radiation Oncology, Jeju National University Hospital,
Jeju National University School of Medicine, Aran 13gil 15, Jeju-si, Jeju
Special Self-Governing Province, 63241, Republic of Korea
Tel: 82-64-717-1330, FAX: 82-64-717-1169
E-mail: yskim@jejunuh.co.kr

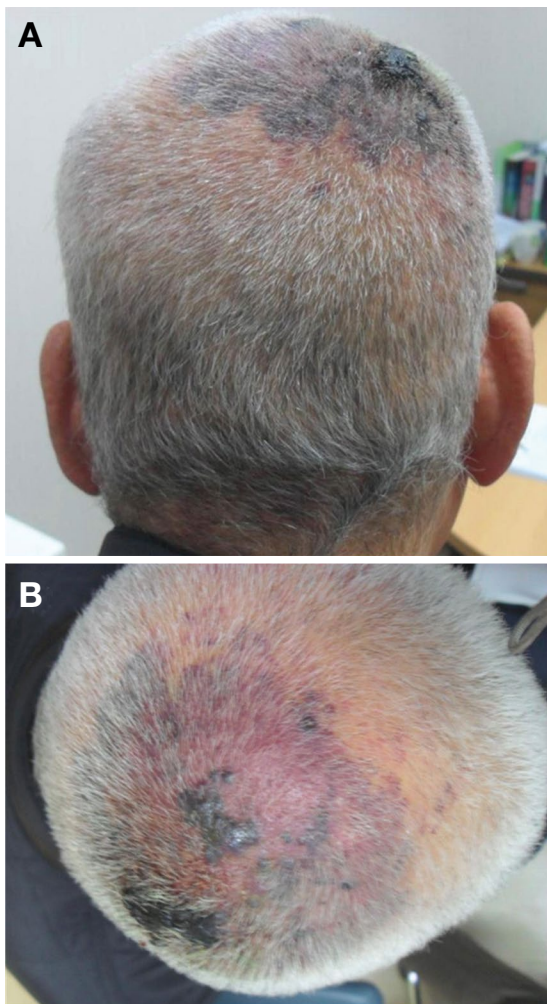


Figure 1. A 73-year-old man presented with verrucous plaque on scalp. Biopsy revealed an angiosarcoma. Posterior (A) and superior views (B).

할을 하기 때문에, 두피를 치료하는 환자에게 처방하고자 하는 선량을 정확하게 전달하기 위한 중요한 역할을 한다.

그러므로, 본 연구에서는 두피에 부착하는 bolus에 대해 재현성과 정확성을 고려하여 적용할 수 있는 새로운 방법을 고안해 보고자 하였다.

증 례

본 연구는 혈관육종을 진단받은 73세 남자 환자를 대상으로 수행되었다. 남환은 2년 전부터 생성된 두피의 사마귀모양 반(verrucous plaque)으로 피부 조직 검사를 받았으며, 검사 결과 혈관육종을 진단받았다. 경부 조영 증강 전산화 단층촬영(CT), 뇌 자기 공명 영상(Magnetic Resonance Imaging,

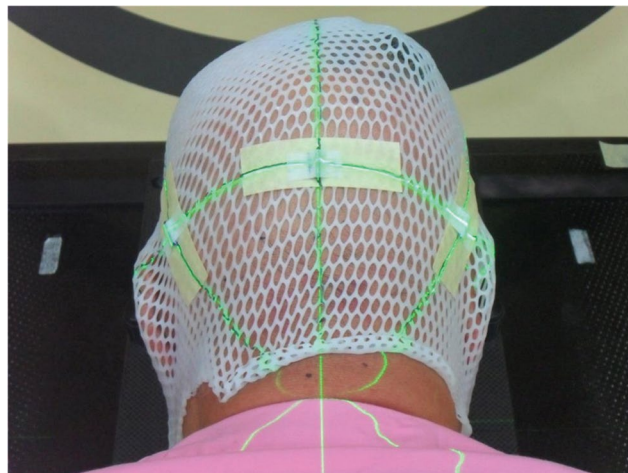


Figure 2. Computed tomography simulation with the thermoplastic mask.



Figure 3. Computed tomography simulation with sutured bolus (1 cm thickness) over the thermoplastic mask.

MRI), 양성자 방출 단층촬영(Positron Emission Tomography, PET)을 시행하였다. CT와 MRI 영상에서 두피에 다발성 결절이 보였다. PET 영상에서 전중격동(Anterior mediastinum)에 전이 의심되는 결절이 있었다. 두피의 출혈이 있어 고식적인 항암 방사선 동시 요법을 진행하기로 하였다. Paclitaxel 70 mg/m²/day, weekly로 치료 시작하였다(Fig. 1).

방사선 치료를 위해, CT simulation은 엎드린 자세(prone position)에서 환자 고정을 위해 thermoplastic mask를 제작하여 진행하였다(Fig. 2). 제작한 mask 표면 위에 여러 개의 bolus를 실을 꿰어 이어줌으로써 환자 두피 모양을 그대로 재현할 수 있도록 하였다(Fig. 3). CT simulation시, 조영제는 사용되지 않았으며 치료 범위 결정을 위해 CT 영상에서 명확히

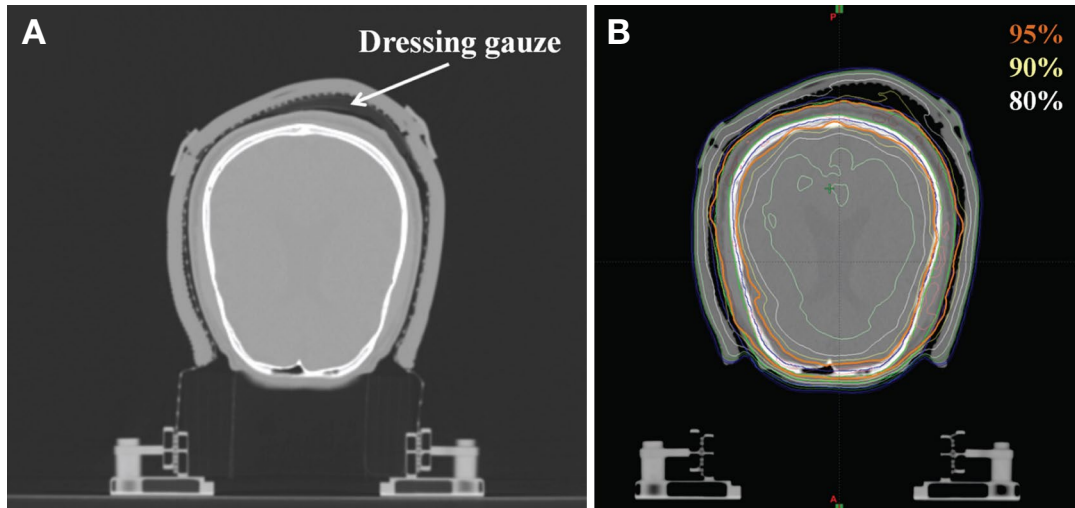


Figure 4. Computed tomography simulation image with sutured bolus (1 cm thickness) over the thermoplastic mask (A) and intensity modulated radiation treatment plan (B).

Table 1. Various bolus applying methods for scalp irradiation

Authors	Methods	Comments
Bedford ⁵⁾ , Tung ⁶⁾ , Ostheimer ⁷⁾	Wax bolus on scalp surface	Bolus on scalp surface
Sponseller ⁸⁾	Superflab bolus on scalp surface	Bolus on scalp surface
Hadziahmetovic ¹⁾	Neoprene hoods on scalp surface	Bolus on scalp surface
Zou ⁴⁾	Customized bolus using 3D printer on scalp surface	Bolus on scalp surface
Kim ²⁾	Three sheets of thermoplastics filled with paraffin	Bolus on scalp surface
Mellenberg ⁹⁾	Superflab bolus over the solid mask	Bolus on mask surface
Lin ³⁾	Superflab bolus glued to the surface of the aquaplast mesh	Bolus on mask surface
Our study	Superflab bolus sutured to the surface of the aquaplast mesh	Bolus on mask surface

구분할 수 있는 납줄을 이용하여 환자에 표시하였다. CT 영상 (Brilliance CT Big Bore; Philips Medical Systems, Cleveland, OH, USA)은 두께 3 mm로 획득하였다(Fig. 4A). 치료 부위는 가시적으로 확인되는 병변에서 약 2 cm 이상의 margin 영역을 CTV로 정의하였으며, 주변 정상조직을 고려하여 각 방향으로 CTV margin을 조정하여 정상부위를 제외한 두피 전체가 CTV가 되도록 설정하였다.

치료 기법은 선형가속기 (Clinac ix; Varian Medical Systems Inc, Palo Alto, CA, USA)를 이용한 입체적 세기조절 회전 방사선 치료 (volumetric modulated arc therapy)를 적용하였으며, 처방선량은 2 Gy/day, 33회 총 66 Gy로 진행되었다(Fig. 4B). 정확한 방사선 치료를 위해, 매주 kv portal image를 촬영하여 환자의 자세 정확성을 확인하였다. 치료 기간 중, 23회 치료 시점에서 두피 가려움, 통증 및 귀의 진물 등을 호소하여, 방사선 치료를 9일 동안 쉬었다. 휴식 후에 상기 증상 일부 호전되어 다시 방사선 치료 시작을 고려하였다. 하지만 환자가 더 이상의 방사선 치료를 거부하여 치료 종료하였다. 방사선 치료

종료 한달 뒤에 weekly paclitaxel 80 mg/m²을 5 cycles 진행하여 종양이 부분적으로 감소하는 소견이었다. 이후 환자는 3개월간 임의로 병원에 내원하지 않았다. 이후 다시 weekly paclitaxel 80 mg/m²을 4 cycles 추가로 진행하였으나 다시 두피의 병변이 자라기 시작하고 출혈 소견이 있었으며, 양쪽 안검까지 부종이 진행되었다. 항암제를 변경하여 pazopanib을 5개월간 투여하였으나 종양이 일부 감소하였다가 다시 두피에 출혈과 얼굴 부위에 발적, 부종이 새롭게 발생하였다. 항암제를 다시 변경하여 adriamycin 60 mg/m²과 olaratumab 15 mg/kg을 한차례 투여하였으나, 두피 전체와 얼굴 전체에 걸쳐 발적, 부종이 악화되었다. 이후 호스피스 돌봄을 위하여 타병원으로 입원하였다.

고 찰

전체 두피에 적절한 방사선을 조사하기 위해서는 두피에

bolus를 최대한 밀착시키는 것이 중요하다. 본 연구에서 제안된 bolus 적용 방법은 air gap 발생 문제를 해결하고 환자에게 맞춤으로 적용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 현재까지 보고된 bolus 적용에 대한 논문들은 Table 1에서 정리하였다. 이러한 논문들을 바탕으로 두피에 bolus를 적용하는 방법은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째 방법은 직접 두피에 bolus를 부착하고 그 위에 thermoplastic mask를 제작하는 것이다.^{1,4-8)} 두 번째는 thermoplastic mask를 먼저 제작하고 그 위에 bolus를 부착하는 방식이다.^{3,9)} 본 연구에서는 두 번째 방법을 적용하되, bolus 전체가 thermoplastic mask에 고르게 부착될 수 있도록 실을 꿰어 제작하는 방식을 도입하였다.

본 사례에서는 CT simulation 당시, bolus를 직접 두피에 부착하는 것을 시도하였으나, 두피의 굴곡진 모양으로 인해 종이 테이프를 이용한 bolus의 부착에 많은 시간이 소요되었으며 환자 또한 불편감을 호소하였다. 또한 bolus와 두피 사이에 다량의 air gap이 발생하여 그대로 치료를 진행하기에는 어려움이 있다고 판단하였다. 그래서 환자에서 먼저 thermoplastic mask를 적용하였으며, 그 위에 bolus를 덮는 방법을 선택하였다. 이 과정에서도 처음 시도와 같이 종이 테이프를 활용하였으며, 결론적으로 다량의 air gap이 발생하여 최종적으로 바느질을 통해 thermoplastic mask와 bolus를 air gap이 발생하지 않도록 실로 꿰매는 방식을 고안하였다. 그 결과 air gap이 거의 발생하지 않은 환자 맞춤형 bolus 적용이 가능하게 되었다. 또한, 실을 이용하여 mask에 bolus를 고정할 상태이기 때문에 치료 때마다 bolus를 부착하여야 하는 시간 소모를 줄일 수 있었으며, 높은 재현성을 확보하여 환자 치료를 진행할 수 있었다.

본 연구에서는 bolus와 두피를 최대한 고르게 밀착시키는 방법에 대해 제안하였다. 이 방법은 air gap을 줄이고 환자 맞춤형 bolus를 제작할 수 있다는 점에서 장점을 가지고 있으나, thermoplastic mask와 bolus를 연결하는 과정에서 시간 소모와 노력이 많이 필요하다는 단점도 내포하고 있다. 현재는 3D printer를 활용한 환자 맞춤형 보정 장비 적용이 많이 활용되고 있지만, 이러한 환경을 갖추지 못한 환경에서는 본 사례에서 시도한 방법이 정확한 두피 방사선 치료에 많은 도움이 될 것으로 생각한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors report no conflicts of interest with regard to this study.

REFERENCES

1. Hadziahmetovic M, Weldon M, Pearson M, Werner P, Siddiqui F. Scalp uniform bolus application (SCUBA) technique for homogeneous scalp and regional nodal irradiation. *Pract Radiat Oncol* 2014;4:e95-9.
2. Kim JY, Choi JH. Angiosarcoma of the scalp: A case report and the radiotherapy technique. *J Kor Soc Ther Radiol Oncol* 1998;163:351-5.
3. Lin SH, Latronico D, Teslow T, Bajaj GK. A highly reproducible bolus immobilization technique for the treatment of scalp malignancies. *Med Dosim* 2008;33:30-5.
4. Zou W, Fisher T, Zhang M, Kim L, Chen T, Narra V, et al. Potential of 3D printing technologies for fabrication of electron bolus and proton compensators. *J Appl Clin Med Phys* 2015;16:90-8.
5. Bedford JL, Childs PJ, Hansen VN, Warrington AP, Mendes RL, Glees JP. Treatment of extensive scalp lesions with segmental intensity-modulated photon therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005;62:1549-58.
6. Tung SS, Shiu AS, Starkschall G, Morrison WH, Hogstrom KR. Dosimetric evaluation of total scalp irradiation using a lateral electron-photon technique. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993;27:153-60.
7. Ostheimer C, Janich M, Hubsch P, Gerlach R, Vordermark D. The treatment of extensive scalp lesions using coplanar and non-coplanar photon IMRT: a single institution experience. *Radiat Oncol* 2014;9:82.
8. Sponseller P, Parvathaneni U. A case study of radiotherapy planning for intensity modulation radiation therapy for the whole scalp with matching electron treatment. *Med Dosim* 2013;38:122-4.
9. Mellenberg DE, Schoeppel SL. Total scalp treatment of mycosis fungoides: the 4×4 technique. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993;27:953-8.