

악성 두피 종양(Scalp) 환자의 M3 Wax Bolus를 이용한 방사선치료

동남보건대학교 방사선과¹⁾, 인제대학교 일산백병원 방사선종양학과²⁾

권다운¹⁾·황지혜¹⁾·박인서¹⁾·양준철¹⁾·김수진¹⁾·유아영¹⁾·원영진²⁾·권경태¹⁾

목 적: 두피 악성종양의 치료에 광자선을 사용할 때 필요한 Bolus 재질들의 단점으로 인하여 3D Printer용 헬멧형 bolus가 제작되고 있다. 하지만 사용되는 재질인 PLA은 조직등가물질에 비해 높은 밀도를 가지고 있으며 환자가 착용할 경우 불편한 점들이 발생한다. 이에 본 연구에서는 3D Printer를 이용한 M3 wax 헬멧을 제작하여 악성 두피종양을 치료하는 방법을 시도해 보고자 한다.

대상 및 방법: 헬멧형 M3 wax의 모델링을 위해 두부인체모형팬텀을 CT로 촬영해 DICOM file로 획득하고, 두피 위에 헬멧이 위치할 부위를 Helmet contour로 제작하였다. M3 Wax 헬멧의 제작은 paraffin wax를 녹이고, 산화마그네슘, 탄산칼슘을 섞어 용해시킨 후 PLA 3D 헬멧의 내부에 넣고 표면의 PLA 3D 헬멧을 제거하였다. 치료계획은 총 10 Portal의 Intensity-Modulated Radiation Therapy(IMRT)로 세웠으며, 치료선량은 200 cGy로 eclipse의 Analytical Anisotropic Algorithm(AAA)를 사용하였다. 그 후 EBT3 film과 Mosfet(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor: USA)를 이용해 선량검증을 실시하였으며, CT 모의치료실과 동일한 조건으로 두부인체모형팬텀을 재현해 IMRT Plan을 측정하였다.

결 과: CT상에서 측정된 Bolus의 Hounsfield unit(HU)는 52±37.1으로 나타났다. M3 wax bolus 측정점 A, B, C에서 TPS의 선량은 186.6 cGy, 193.2 cGy, 190.6 cGy으로 확인되었고, Mostet으로 3회 측정된 선량은 179.66±2.62 cGy, 184.33±1.24 cGy, 195.33±1.69 cGy, 오차율은 -3.71 %, -4.59 %, +2.48 %였다. EBT3 Film으로 측정된 선량은 182.00±1.63 cGy, 193.66±2.05 cGy, 196±2.16 cGy이었으며, 오차율은 -2.46%, +0.23 %, +2.83 %로 확인되었다.

결 론: M3 wax bolus는 2 cm의 두께로 제작되어 뇌 부분의 선량을 보다 쉽게 낮추어 치료계획을 수립할 수 있었다. 치료선량 검증에서의 EBT3 Film과 Mosfet의 선량계의 A, B, C 측정값에서도 두피의 표면선량 최대 오차율은 5 % 이내로 측정되었으며, 일반적으로 3 % 이내로 정확하게 측정되었다. M3 wax bolus는 제작과정 기간이 3D Printer보다 빠르고 비용이 저렴하며, 재사용 가능하고, 인체조직 등가물질로서 두피 악성종양 치료에 매우 유용한 Bolus이다. 따라서 3D Printer의 대용량 Bolus, Compensator의 제작시간 및 비용이 비싼 단점을 극복하는 구조형 M3 wax bolus의 사용이 추후 확대될 것으로 사료된다.

▶ **핵심용어:** M3 Wax Bolus, Helmet, IMRT, Mosfet, Gafchromic EBT3 Film

서 론

두피 악성종양의 일종인 혈관 육종, 림프종, 흑색종, 균상 증후군 및 편평상피세포의 암들은 총 방사선치료로 실

시하여 치료를 하고 있다. 이 악성종양들을 치료하는데 균 일한 방사선 치료 빔의 전달과 뇌, 시신경을 보호함이 우선이나 두피의 굴곡진 모양으로 인해 빔의 전달이 어렵다.⁽¹⁾ 이론적으로 전자선 빔은 두피 및 피부의 치료에 매우 우수한 것으로 알려져 있으나, 두피의 굴곡으로 균질한 선량을 전달하기 어렵고 이를 위해 여러 필드를 사용하여 빔을 전달하는 방법들이 있다.⁽²⁾ 하지만 전자선을 사용

책임저자: 권경태, 동남보건대학교
경기도 수원시 장안구 천천로 74번길 50
Tel: 031) 249-6404
E-mail: ktkwon@dongnam.ac.kr

할 경우 상당한 선량 비균질성 뿐만 아니라 선량을 복잡하게 하는 전자의 산란 문제가 발생한다. 이로 인해 불규칙한 표면과 깊이의 변화를 제거하기 위해 광자선의 사용이 시도되었다.^(3,4) 두피 악성종양에 광자선을 사용하기 위해서는 전자선의 비하여 단점인 피부 선량의 선량부족을 Bolus로 보정을 하는 방법이 필요하고, 현재는 선량의 조절이 가능한 세기변조조절방사선치료(IMRT), 용적변조방사선치료(VMRT), 토모세라피(Helical tomotherapy)들이 사용되고 있다.^(5,6) Bolus의 모형은 두피에 충분한 선량을 전달하기 위하여 헬멧형 모형이 주로 사용되고 그 재료로는 Gel tessuto-equivalente, Paraffin wax, Vaseline Gauze로 밀도가 1.03, 0.9, 0.85 g/cm³으로 알려져 있다.⁽⁷⁾ 조직등가물질에 가장 유사한 Gel tessuto-equivalente는 두피와의 접촉에 용이하지 못하고 air gap을 발생시켜 선량 불확실성을 유발하는 단점이 있고, Paraffin wax, Vaseline Gauze는 조직등가물질에 비하여 밀도가 떨어지며 환자에게 제작 시 시간이 많이 소비되고, 뜨거운 환자에게 고통을 유발한다. 이에 최근에는 이러한 단점을 보완한 3D Printer용 헬멧형 bolus가 제작되고 있다.⁽⁸⁾ 헬멧형 bolus의 가장 큰 장점은 CT 모의치료 시에 환자에게 고통이 없고 위생적이며, air gap이 발생하지 않는다는 것이다. 하지만 사용되는 재료인 PLA의 밀도는 1.2 g/cm³으로 조직등가물질에 비해 높은 밀도를 가지고 있으며 환자가 헬멧을 착용하고 누워있기에는 너무 딱딱하여 불편한 점들이 발생한다. 이에 우리는 3D Printer를 이용한 딱딱하지 않고 조직등가물질에 밀도가 1.05 g/cm³인 M3 wax bolus(MWB) 헬멧을 제작하여 악성 두피종양을 치료하는 방법을 시도해 보고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 헬멧형 MWB 디자인

헬멧형 MWB의 제작과정은 Fig. 1과 같다. 헬멧형 MWB의 모델링을 획득하기 위하여 두부인체모형팬텀(Rando phantom: The alderson radiation therapy phantom-300, Radiology support devices INC., USA)을 Computed Tomography(CT: Light speed RT16,

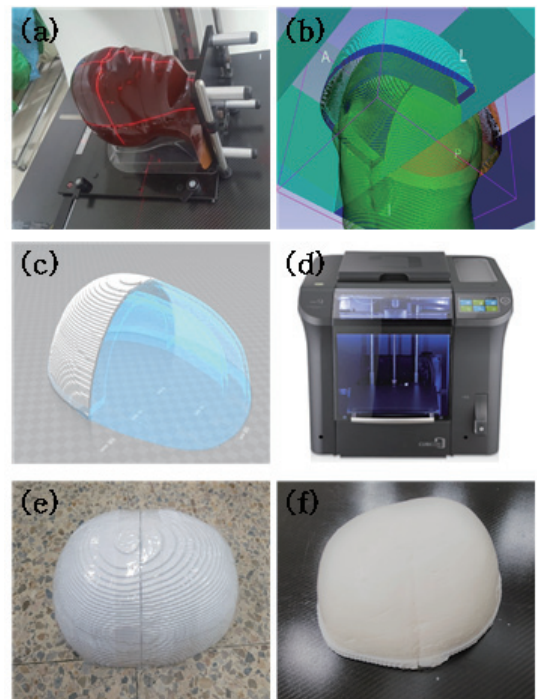


Fig. 1. (a) CT scans of Rando phantom (b) Acquired Body contour and PLA Bolus contour (c) Obtain STL file (d) 3D Printer (e) PLA printout (f) M3 wax bolus

General electric, USA)로 촬영하여 Digital Imaging and Communication in Medicine(DICOM) file로 획득하였고, 헬멧의 필요한 체적을 제작하기 위하여 Treatment planning system(TPS: eclipse 8.6, Varian Medical system, USA)로 전송하였다. TPS에서 두피 위에 헬멧이 위치할 부위를 Helmet contour로 Fig. 2와 같이 두피에서 2.5 cm 두피 안으로 0.5 cm의 두께로 제작하였고 내부의 2 cm은 추후 제작될 3D Printer PLA 제품의 내부에 MWB를 주물형으로 제작하기 위하여 비워두었다. Helmet contour를 3D file인 Stereo lithography(STL) file로 변환하기 위하여 3D Slicer(Slicer RT 4.4.0, 3DSlicer, USA) program에서 import하였다. 변환을 마친 Helmet contour STL file을 3D Printer(3DP-310F, CUBICON, Korea) 출력프로그램인 ubicreator(Cubicreator 33.6.4, CUBICON, Korea)로 전송하였다. 전송된 STL file은 Table 1과 같은 조건으로 출력되었다(Fig. 1,2, Table 1).

2. MWB 헬멧의 제작

출력된 PLA 3D 헬멧의 내부를 2 kg의 MWB로 채우기

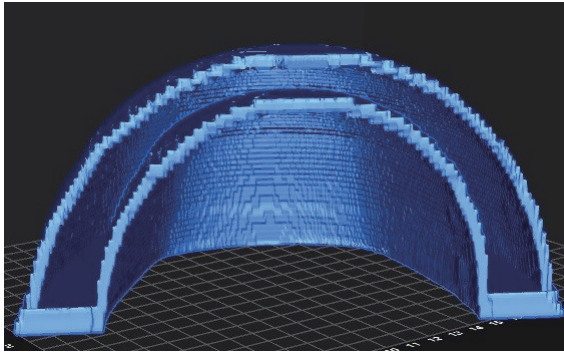


Fig. 2. STL file made of 0.5 cm outer wall 2 cm inner wall

Table 1. 3D Printer Output Condition

Discharge rod temperature	210 °C	Internal fill density	100 %
Floor temperature	65 °C	Rear height	0.2 mm
Chamber temperature	35 °C	Output speed	100 mm/s
Material	PLA	Density	1.2 g/cm ³

Table 2. Properties and composition ratio of MWB

	Density (g/cm ³)	Melting point (°C)	Mass (g)	Config. Ratio (%)
Paraffin wax	0.90	40	1538.6	76.92
MgO	3.58	2852	447.0	22.35
CaCO ₃	2.71	1339	14.4	0.72
M3 wax	1.05	-	2000.0	100.00



Fig. 3. (a) The paraffin wax (b) MgO (c) CaCO₃ (d) The process of mixing magnesium oxide with calcium carbonate in paraffin wax (e) MWB dissolved (f) Process of cooling and cooling PLA casting mold with MWB

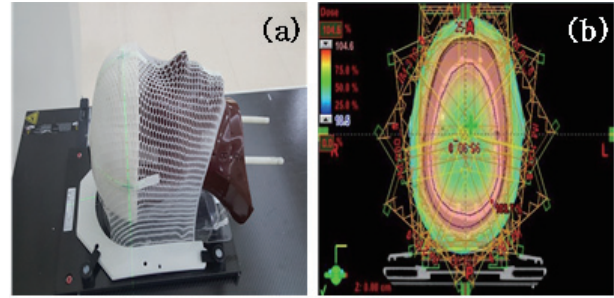


Fig. 4. (a) CT scans MWB with Rando phantom (b) Dose distribution calculated by IMRT treatment plan

위하여, Table 2와 같은 조건의 비율로 70 °C의 온도에서 paraffin wax를 녹인 후 산화마그네슘, 탄산칼슘을 섞어 용해시켰다. 용해된 MWB를 상온에 40 °C까지 식힌 다음 Fig. 3과 같이 PLA 3D 헬멧의 내부에 넣고 식혀서 굳혔다. 상온에서 굳은 MWB를 획득하기 위해 표면의 PLA 3D 헬멧을 제거하였다(Table 2, Fig. 3).

3. Treatment planning

제작된 MWB를 Fig. 4와 같이 두부인체모형팬텀위에 올려놓고 CT를 촬영하여 TPS로 전송하였다. 전송된 file에 CTV(Clinical tumor volume)를 그려 넣고 PTV(Planning tumor volume) 마진 0.5 cm MLC 마진 0.5 cm을 조건으로 Coplanar 7 portal, Non-Coplanar 3 portal의 총 10 Portal의 Intensity-Modulated Radiation Therapy(IMRT)로 치료계획을 세웠다. 치료선량은 200 cGy로 하였으며, eclipse의 Analytical Anisotropic Algorithm(AAA)를 사용하였다(Fig. 4).

4. 선량검증

선량검증은 Gafchromic EBT3 film(EBT3 film, Ashland, USA)과 Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor(Mosfet: TN-502RD, T&N, Canada)를 이용하여 실시하였다. CT 모의치료실과 동일한 조건으로 방사선 치료실에서 두부인체모형팬텀을 재현하였고 IMRT Plan을 선형가속기(Clinac ix, Varian, USA)에서 Fig. 5(a)와 같은 3개 부위에 3번 반복하여 측정하였다. EBT3 film의 선량교정은 Back scatter 측정용 10 cm의 aqua bolus와 10×10 Flid size, 6X Build region에서 1.5 cm의 bolus를 놓고 교정하였다. BKG, 20, 40, 60, 80, 100, 120,

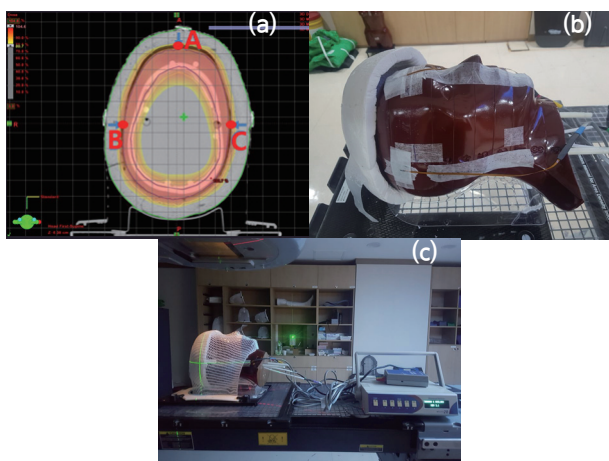


Fig. 5. (a) A, B, and C points for measurement (b) Position of film and Mosfet sensor for measuring point (c) Measurements after reconstruction of measurement site

140, 160, 180, 200, 220, 240 MU로 조사하여 특성곡선을 구해 판독하였고, Mosfet의 선량교정은 위와 같은 동일한 지점 및 조건에서 200 MU을 200 cGy로 교정하여 측정하였다(Fig. 5).^(9,10)

결 과

1. CT 영상의 Hounsfield unit(HU)의 평가

MWB를 Rando phantom에 착용하고 CT 장비에서 촬영된 HU는 52±37.1으로 측정되었다.

2. TPS의 평가

IMRT로 계획되어진 TPS의 전체적인 선량분포(10~104.5 %)는 Fig. 4(b)와 같으며 주요선량분포(80~104.5 %)는 Fig. 5(a)와 같다. CTV의 최대선량은 104.6 %이었으며, 평균선량은 99.0 % 최하선량은 88.4 %, PTV의 최대선량은 104.6 % 평균선량은 97 % 최하선량은 81.4 %로 나타났다. Brian Dose volume histogram(DVH) 25 %, 50 %, 75 %에서의 선량은 12 %, 19.5 %, 58 %로 나타났다.

3. 선량 평가

Table 3과 같이 MWB의 측정점 A, B, C에서 TPS의 선량은 186.6 cGy, 193.2 cGy, 190.6 cGy으로 확인되었고,

Mosfet으로 3회 측정된 선량은 179.66±2.62 cGy, 184.33±1.24 cGy, 195.33±1.69 cGy이었으며, 오차율은 -3.71 %, -4.59 %, 2.48 %였다. EBT3 Film으로 측정된 선량은 182.00±1.63 cGy, 193.66±2.05 cGy, 196±2.16 cGy이었으며, 오차율은 -2.46 %, 0.23 %, 2.83 %였다(Table 3).

결론 및 고찰

본 연구는 기존 악성 두피종양의 방사선 치료 시 기존 Bolus 치료방법에 대한 개선사항과 특히 3D Printer에 사용되는 PLA Filament 소재를 사용하여 제조한 헬멧을 사용하였을 때의 발생하는 문제를 개선하여 MWB를 적용한 환자 맞춤형 헬멧을 제작했다. 기존 치료방법에 사용되는 Bolus 재질의 물성 특성은 Table 4와 같으며 MWB는 Soft tissue의 HU 영역에 가장 가까운 40~80 HU 사이인 50 HU에 위치한다.⁽¹¹⁾ Bolus가 soft tissue의 영역에서 사용될 때의 장점은 Bolus와 scalp tissue 사이의 밀도차가 없다. Choi의 연구에 따르면 보상체와 접촉피부면의 급격한 밀도의 차이에 따라 선량의 불확실성이 발생할 수 있다고 하기 때문에 MWB와 같이 밀도차가 없는 Bolus는 방사선치료에서 매우 유용하게 사용할 수 있다(Table 4).⁽¹²⁾

3D Printer의 소재인 PLA는 MWB에 비해 높은 밀도뿐만 아니라, 제작하는데 시간이 많이 소요되며 소재의 비용이 높아 비경제적이다. 이에 반해 MWB는 PLA의 내부

Table 3. Scalp A, B, C surface dose

Measuring position	Planning dose (cGy)	Mosfet (cGy)	Error rate (%)	EBT3 Film (cGy)	Error rate (%)
A	186.6	179.66±2.62	-3.71	182.00±1.63	-2.46
B	193.2	184.33±1.24	-4.59	193.66±2.05	0.23
C	190.6	195.33±1.69	2.48	196.00±2.16	2.83

Table 4. Properties of Bolus

	MWB	Gel tessuto -equivalente	Paraffin wax	Vaseline gauze	PLA
HU	50	30	-100	-150	200
Density	1.05	1.03	0.9	0.85	1.2

를 비워 출력하여 주조하는 방식이기 때문에 보다 빠른 시간에 제작이 가능하고, 소재의 비용이 낮으며, 열을 가하면 다시 액체 상태로 돌아가기 때문에 적용 환자가 치료가 끝나면 다른 환자에게 녹여 재사용이 가능한 장점이 있다. 이 때문에 대형 MWB를 제작할수록 비용을 더욱 낮출 수 있다.⁽¹³⁾ 최근 scalp 방사선 치료계획 선량은 뇌, 눈, 시신경은 750 cGy 이하, 뇌간, 뇌척수, 뇌하수체, 이하선 350 cGy 이하로 유지할 것을 권고한다. 이런 낮은 선량을 유지하려면 치료계획은 tomotherapy, IMRT, VMRT 등을 이용하여야 진행할 수 있고, Bolus의 두께가 최소한 Build up 깊이를 넘어야 가능하다.^(14,15) 본 연구에서도 MWB의 두께는 2 cm으로 제작하여 두피부분에는 충분한 선량을 전달하고 뇌부분의 선량을 보다 쉽게 낮추어 치료계획을 수립할 수 있었다. 치료선량 검증에서의 EBT3 Film과 Mosfet의 선량계의 A, B, C 측정값에서도 두피의 표면선량 최대 오차율은 5 % 이내로 나타났다. 이는 Mosfet 자체의 오차율이 크다는 점과 IMRT는 각 지점마다의 선량이 달라 측정할 때 오차가 심하다는 점에서 나타난 것으로 보이지만 일반적으로 3 % 이내로 정확하게 측정되었다. MWB는 제작과정 기간이 3D Printer보다 빠르고 비용이 저렴하며, 재사용이 가능하고, 인체조직 등가물질로서 두피 악성종양치료에 매우 유용한 Bolus이다. 3D Printer의 대용량 Bolus, Compensator의 제작시간 및 비용이 비싼 단점을 극복하는 주조형 MWB의 사용이 추후 확대될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Wojcicka JB, Lasher DE, McAfee SS, Fortier GA. “광범위한 두피 병소 방사선조사에서의 3 가지 다른 치료기법의 선량 비교”, *Radiother Oncol*. 2009;91:255-60.
2. Charles M. Able, MS*, Michael D. Mills, Ph.D.*, Marsha D. McNeese, MD†, Kenneth R. Hogstrom, Ph.D. “충두피 전자 조사 기술의 평가”, University of Texas MD Anderson Cancer Center, Houston, Texas 77030.
3. Lonika Majithia¹, Yi Rong², Farzan Siddiqui³, Todd Hattie¹, Nilendu Gupta¹, Michael Weldon¹, Arnab Chakravarti¹, Henry K. Wong⁴, Pierluigi Porcu⁵, and Meng Xu-Welliver⁶, “조직보상기로 쌀을 사용하여 광조사로 고도로 불규칙한 표면을 가진 피부 T 세포 림프종 치료”, *Front Oncol*. 2015;5:49.
4. Sponseller P, Paravathancni U. “전자 치료법에 따른 두피 두피의 강도 변조 방사선 요법에 대한 방사선 치료 계획의 사례 연구”, *Med Dosim*. 2013;38:122-4.
5. Vyas V, Palmer I, Mudge R, et al. “메가 볼트 이온 광자 및 전자 방사선 치료를 위한 볼 러스”, *Med Dosim*. 2013;38:268-73.
6. Song JH, Jung J-Y, Park H-W, et al. “충두피 조사에 대한 3 가지 다른 치료 방법의 선량 비교: 종래의 측방 광자 - 전자 기술, 헬리컬 토모테라피 및 체적 변조된 원 호 치료”, *J Rad Res*. 2014;56: 717-26.
7. Wojcicka JB, Lasher DE, McAfee SS, Fortier GA. “광범위한 두피 병소 방사선조사에서의 3 가지 다른 치료기법의 선량 비교” *Radiother Oncol*. 2009;91:255-60.
8. 오세안, 이창민, 이민우, 이영석, 이규환, 김성훈, 김성규, 박재원, 예지운. “두피의 방사선 요법을 위한 3차원 프린터를 갖춘 환자 맞춤형 헬멧 제작”, *Prog Med Phys*. 2017 Sep;28(3):100-105. English. Published online September 30, 2017.
9. Valeria Casanova Borca, Massimo Pasquino, Giuliana Russo, Pierangelo Grosso, Domenico Cante, Piera Sciacero, Giuseppe Girelli, Maria Rosa, La Porta, Santi Tofani “IMRT 선량 검증을 위한 감마선 측정 및 GAFCHROMIC EBT3 필름 사용”, *radiatio oncol. Journal of Applied Clinical Medical Physics*. 2013.
10. GanesanBharanidharanM, ScaDuraiManigandanM, ScaKrishnamurthyDevanM,Sca, et al. “상업용 MOS-FET 검출기에 대한 응답의 특성화 및 보정 계수 비교”, *Medical Dosimetry*. Volume 30, Issue 4, Winter 2005, Pages 213-218.
11. D. R. White. “실험 방사선 물리학에서 조직 대용품”,

Medical Physics, Volume 5, Issue 6, November 1978, Pages 467-479.

12. 최준용, 원영진, 박지연, 김종원, 문봉기, 윤홍근, 문수호, 정중병, 서태석. “두경부 방사선 치료에서 선량 균일성 개선을 위한 열가소성 구강 보상기 개발”, Korean Journal of Medical Physics 2012;23(4):269-278.
13. Eric D Ehler¹, Brett M Barney², Patrick D Higgins¹ and Kathryn E Dusenbery¹. “IMRT 품질보증을 위한 환자 특정 3D 인쇄 팬텀”, Physics in Medicine & Biology, Volume 59, Number 19
14. R S SAMANT¹, MD, G W FOX², RTT, L H GERIG³, PhD, L A MONTGOMERY⁴, BSc, and D S ALLAN⁵, MD. “진행성 피부 T 세포 림프종에 대한 영상 유도 IMRT를 이용한 총 두피 방사선”, British Institute of Radiological Science, 2014.
15. Chen YJ¹, Liu A, Han C, Tsai PT, Schultheiss TE, Pezner RD, Vora N, Lim D, Shibata S, Kernstine KH, Wong JY. “식도암에서 방사선 치료를 위한 헬리컬 토모테라피: 더 잘 일치하는 목표 범위와 더 균일한 선량 분포”, Med Dosim, 2007 Fall;32(3):166-71.

Radiation Therapy Using M3 Wax Bolus in Patients with Malignant Scalp Tumors

Department of Radiological Technology, Dongnam Health University¹⁾,
Department of Radiation Oncology, InJe University Ilsan Paik Hospital²⁾

**Kwon Da Eun¹⁾, Hwang Ji Hye¹⁾, Park In Seo¹⁾, Yang Jun Cheol¹⁾, Kim Su Jin¹⁾,
You Ah Young¹⁾, Won Young Jinn²⁾, Kwon Kyung Tae¹⁾**

Purpose: Helmet type bolus for 3D printer is being manufactured because of the disadvantages of Bolus materials when photon beam is used for the treatment of scalp malignancy. However, PLA, which is a used material, has a higher density than a tissue equivalent material and inconveniences occur when the patient wears PLA. In this study, we try to treat malignant scalp tumors by using M3 wax helmet with 3D printer.

Methods and materials: For the modeling of the helmet type M3 wax, the head phantom was photographed by CT, which was acquired with a DICOM file. The part for helmet on the scalp was made with Helmet contour. The M3 Wax helmet was made by dissolving paraffin wax, mixing magnesium oxide and calcium carbonate, solidifying it in a PLA 3D helmet, and then eliminated PLA 3D Helmet of the surface. The treatment plan was based on Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT) of 10 Portals, and the therapeutic dose was 200 cGy, using Analytical Anisotropic Algorithm (AAA) of Eclipse. Then, the dose was verified by using EBT3 film and Mosfet (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor: USA), and the IMRT plan was measured 3 times in 3 parts by reproducing the phantom of the head human model under the same condition with the CT simulation room.

Results: The Hounsfield unit (HU) of the bolus measured by CT was 52 ± 37.1 . The dose of TPS was 186.6 cGy, 193.2 cGy and 190.6 cGy at the M3 Wax bolus measurement points of A, B and C, and the dose measured three times at Mostet was 179.66 ± 2.62 cGy, 184.33 ± 1.24 cGy and 195.33 ± 1.69 cGy. And the error rates were -3.71 %, -4.59 %, and 2.48 %. The dose measured with EBT3 film was 182.00 ± 1.63 cGy, 193.66 ± 2.05 cGy and 196 ± 2.16 cGy. The error rates were -2.46 %, 0.23 % and 2.83 %.

Conclusions: The thickness of the M3 wax bolus was 2 cm, which could help the treatment plan to be established by easily lowering the dose of the brain part. The maximum error rate of the scalp surface dose was measured within 5 % and generally within 3 %, even in the A, B, C measurements of dosimeters of EBT3 film and Mosfet in the treatment dose verification. The making period of M3 wax bolus is shorter, cheaper than that of 3D printer, can be reused and is very useful for the treatment of scalp malignancies as human tissue equivalent material. Therefore, we think that the use of casting type M3 wax bolus, which will complement the making period and cost of high capacity Bolus and Compensator in 3D printer, will increase later.

► **Key words:** M3 Wax Bolus, Helmet, IMRT, Mosfet, Gafchromic EBT3 Film