

두경부암 환자 방사선 치료 시 BinkieRT™(구강용 고정장치)에 대한 유용성 평가

서울대학교병원 방사선종양학과

이경진 · 손상준 · 임경달 · 김찬용 · 이제희

목 적: 본원에서 방사선치료를 받는 두경부암 환자들에게 적용하기 위하여 도입한 구강용 고정장치 BinkieRT™의 구강 내 재현성을 평가하고 기존 고정장치와의 재질과 선량 비교를 통해 그 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법: BinkieRT™를 사용하여 치료한 두경부암 환자 24명을 대상으로 혀 재현성 평가를 위해 치료계획획용 CT와 치료 중 3일 간격으로 촬영된 CBCT영상에 혀를 그린 후 DSC와 중심축 이동값을 분석하였다. 또한 BinkieRT™를 사용하는 경우와 다른 종류의 구강 고정장치(mouth piece, paraffin wax)를 사용했을 때 선량 분포측면에서 혀에 조사되는 선량을 비교하였다. 이를 위해 상악에 위치한 중앙 치료를 받는 환자들과 편측 두경부암 환자들을 각 10명씩 선정하고 전산화 치료 계획 시 혀에 조사되는 선량을 확인하였다. 마지막으로 재질 평가 측면에서는 임상에서 혀를 치료부위 반대 방향으로 보내 고정하는 목적으로 많이 사용하는 Paraffin Wax나 Putty와의 비교를 통하여 BinkieRT™의 단순 물질 특성을 알아보기 위해 전산화 치료 장비로 Mass density 및 상대전자밀도 등을 확인하고, 팬텀과 이온챔버를 이용하여 Transmission Factor를 측정하였다.

결 과: BinkieRT™를 사용 시 DCS (n=144)의 평균은 0.8 ± 0.07 , 95% 신뢰구간은 0.79~0.82로 나타났고, 빈도분포 분석 결과는 왜도 -0.8, 첨도 0.61로 나타났다. 치료 기간 중 혀 중심축 이동에 대한 편차를 분석하기 위해 LR, SI, AP 방향 이동에 대한 95% 신뢰구간과 편차의 이상값인 0에 대한 일표본 t검정을 실시하였다.(n=144) t검정 결과 LR, SI 방향의 평균은 각각 0.01 ± 0.14 cm(p).05), 0.03 ± 0.25 cm(p).05), AP 방향은 -0.08 ± 0.25 cm(p).05)로 나타났다. 혀를 치료부위의 반대 방향으로 고정하는 경우인 편측 귀밑샘 종양 환자들의 경우 BinkieRT™를 사용한 환자들의 혀 평균선량은 처방선량 대비 평균 $16.92\% \pm 3.58\%$, Paraffin Wax 환자 $23.99\% \pm 10.86\%$ 로 BinkieRT™ 사용 시 혀 선량이 비교적 더 낮은 것으로 나타났다(p).05). 반면, 혀를 아래로 누르는 목적으로 BinkieRT™를 사용한 환자들 중 비강암 환자의 혀 평균선량은 평균 $4.4\% \pm 5.6\%$, mouth piece를 사용한 환자들은 $5.9\% \pm 6.8\%$ 로 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않았다(p).05). Paraffin Wax와 BinkieRT™, Putty의 상대전자밀도 측정 결과 각각 0.94, 0.99, 1.26, Transmission Factor는 각각 0.99, 0.98, 0.96로 나타났다.

결 론: BinkieRT™의 치료기간에 걸쳐 나타난 혀 DSC분석 결과는 약 0.8, 고정력은 LR, SI 방향으로의 편차가 0에 가까울 정도로 매우 우수하였으며, AP방향의 고정력 또한 평균 0.08 cm로 우수한 편이었다. 또한 혀를 옆으로 밀어 치료부위 반대 방향으로 고정하는 편측 두경부암 환자의 경우 Paraffin wax나 Putty를 사용하는 것보다 BinkieRT™를 사용하는 것이 혀에 조사되는 불필요한 선량을 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 그러므로 본 실험 결과와 BinkieRT™의 특성을 적절히 고려하여 두경부암 치료에 적용한다면 혀의 재현성 유지 및 선량 감소에 도움이 되리라 사료된다.

▶ **핵심용어:** 두경부암 방사선치료, 구강용 고정장치, BinkieRT™

책임저자: 이경진, 서울대학교병원 방사선종양학과
서울시 종로구 대학로 101
Tel: 02) 2072-4956
E-mail: 21791@snuh.org

서론

현재의 암 치료는 암의 진행도와 종류에 따라 수술과 항암요법, 방사선치료가 적절하게 배치되고 병행되어지고 있다. 그 중 방사선치료는 모든 암 환자에게 진행도와 발생 부위에 큰 제약 없이 시행이 가능하여 암 치료에 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 특히 두경부암의 경우에는 해부학적 특성상 수술적 접근이 어렵거나 불가능한 경우가 있어 방사선치료가 우선적으로 고려되기도 한다.⁽¹⁾ 방사선 치료를 받는 두경부암 환자들은 치료 중 구강건조증이나 침샘의 기능 저하를 경험하고 이에 대한 고통을 호소하기도 한다.^(2, 3) 또한 치료 후에도 오랜 기간 동안 구강 내 다양한 불편감, 점막염, 연하곤란증, 치아부식, 만성 식도염 같은 부작용으로 인해 삶의 질이 현저하게 저하된다.^(2,4) 하지만 최근에는 세기 조절방사선치료와 영상유도방사선치료 등 치료기법의 발전을 통해 선량분포 측면에서 상당한 개선이 이루어짐으로써 침샘이나 인두 등의 과다 피폭으로 인한 부작용들을 줄이는데 많은 도움이 되었다.⁽⁵⁻⁸⁾

이러한 발전에도 불구하고 치료 방법과 목적에 맞는 적절한 혀의 위치를 고려하지 않았을 때 구강 내 혀에 생기는 부작용을 줄이는 것은 어려웠고, 이런 문제를 해결하기 위하여 구강 고정을 위한 여러 방법이 사용되어 왔다. 혀는 방사선 피폭에 의해 침 생성 기능 저하나 미각 둔화, 발성장애나 연하곤란 등 다양한 문제가 야기 될 수 있으므로⁽⁶⁻¹³⁾ 두경부암 방사선 치료 시 혀의 적절한 위치나 치료 간 재현성은 반드시 고려되어야 할 부분이다.^(14, 15) 혀는 두경부의 다른 장기와는 다르게 필요에 따라 조사야에서 이격시키는 것이 가능하기 때문에 선량 분포 개선으로 피폭을 줄이는 것 보다는 조사야와 물리적인 거리를 확보하는 것이 혀의 불필요한 피폭을 줄이는데 더 효율적이다. 이러한 이유로 mouthpiece나 설압자와 같은 구강고정장치가 사용되어 왔지만 이는 입을 개구시키고 혀를 아래로 누르는 것으로만 한정되어있어 편측 두경부암(unilateral head and neck cancer)환자에 대한 방사선 치료 시 혀의 피폭 감소효과가 떨어지고 환자 개인마다의 구강환경을 적용하여 사용할 수 없는 한계점이 있었다.⁽¹⁶⁾ 이를 보완하여 혀를 특정 위치로 고정하기 위해 치과용 Putty나 Paraffin Wax로 개인맞춤형 구강고정장치를 제작하여 사용하고 있지만,⁽¹⁷⁾ 제작자의 숙련도나 환자의 구

강 상태 등에 따른 완성도 차이로 인해 방사선치료 시 선량 분포와 구강 내에서의 재현성에 영향을 미치는 등 여러 단점이 존재한다. 이런 제한점을 개선하기 위해 국내외 임상에서는 종양의 위치에 따라 혀를 다양한 방향으로 고정시키고 개인맞춤이 가능한 고정장치를 개발하여 사용 중이다. 여러 구강고정장치 중 본원에서는 BinkieRT™를 도입하였고 본 연구에서는 두경부암 환자의 방사선 치료 시 BinkieRT™의 구강 내 재현성을 평가하고 기존 고정장치와의 재질과 선량 비교를 통해 그 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

1) 사용배경

구강 내 혀의 고정방향 한계성을 보완하기 위해 임상에서는 Paraffin Wax나 Putty를 구강고정장치로 사용한다. 하지만 Putty는 재질의 높은 밀도로 인하여 구강 내 선량 분포에 영향을 미칠 수 있다는 단점이 있으며⁽¹⁸⁾ Paraffin Wax 또한 조직등가물질이라는 장점이 있지만 견고함이 떨어지고⁽¹⁹⁾ 이는 환자에게 이물감을 유발할 수 있다. 본원에서는 치료 부위와 환자의 상태에 따라 일정크기로 개구된 상태에서 구강 내 다양한 방향으로 혀를 위치시킬 수 있는 견고한 구강고정장치가 필요했고 이러한 조건을 갖추고 변형 또한 잘 되지 않으며 개인 맞춤 제작이 수월한 BinkieRT™를 도입하여 사용하게 되었다.

2) 구강고정장치의 구성

방사선 치료용 환자 구강고정장치인 BinkieRT™는 가압체, 고정체, 회전기둥으로 이루어져 있고, 가압체 부분은 가압헤드와 가압 패들로 이루어져 있으며 가압헤드의 모양에 따라 크게 4가지 type으로 나뉜다(Figure 1). 혀의 고정방향에 따라 각 type이 선택적으로 사용되며 모든 제품은 환자의 구강 크기나 벌어짐의 정도에 따라 불편함을 느끼지 않는 범위 안에서 길이 조절이 가능하고 가압헤드를 돌리거나 회전시켜 혀를 위치별로 조절할 수 있다(Figure 2). 치료 부위에 따라 고정장치의 type을 선택하고 가압체의 각도와 위치를 조절 후, 가열장치를 이용해 고정

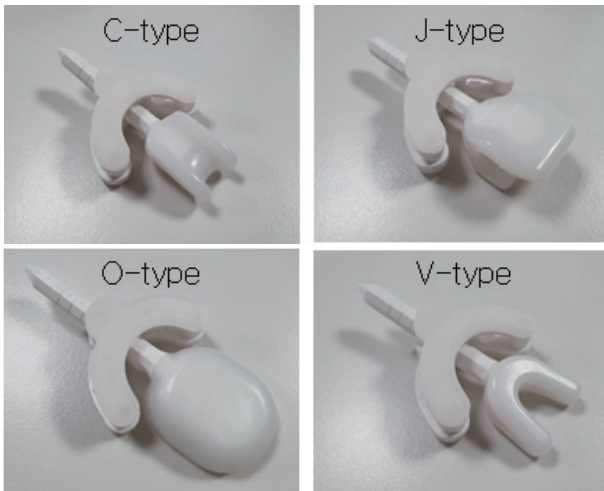


Fig. 1. 4 types of BinkieRT™

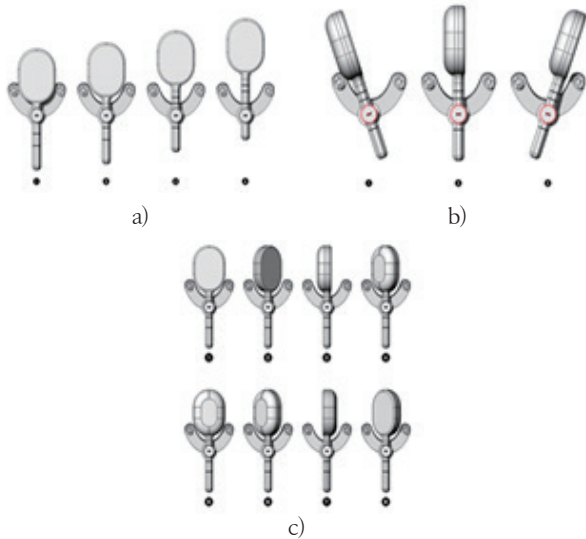


Fig. 2. (a) depth adjustment (b) angle adjustment (c) rotation adjustment

체에 있는 인상 채득층을 녹여 환자의 구강에 다시 삽입해 치아 형상을 채득하여 사용한다.

2. 연구방법

1) 재현성 평가

우선 BinkieRT™가 구강 고정장치로서의 기본적인 구강 내 재현성 유지 기능을 수행 할 수 있는지 확인하기 위해 재현성 평가를 시행하였다. 이를 위해 BinkieRT™를 사용하여 방사선치료를 받은 두경부암 환자 24명을 무작위 위로 선정하였고, 28회 치료기간 중 3일 간격으로 촬영된

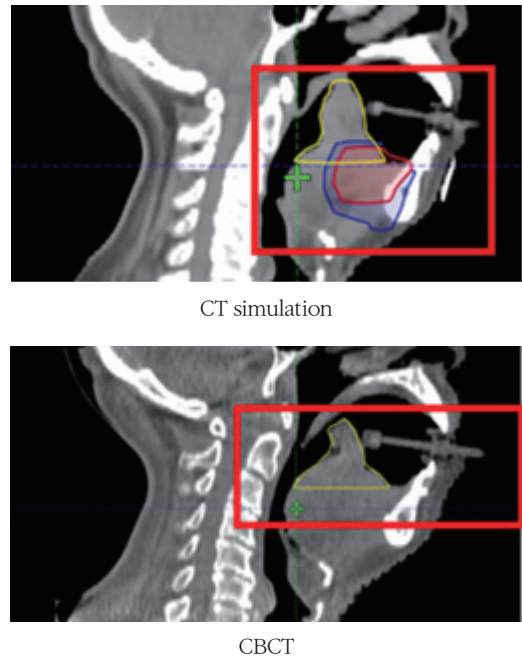


Fig. 3. Tongue contouring for image comparison (tongue = yellow line)

CBCT(Cone Beam CT)상의 혀 위치를 치료계획용 CT와 비교하여 분석하였다(Figure 3). 각 치료 시 마다 혀의 재현성을 평가하기 위해 3D Slicer를 사용하여 Dice similarity coefficient(DSC)로 분석하였다.⁽²⁰⁻²³⁾ DSC는 두 영상결과를 직접 비교하여 그 체적 유사도를 평가하는데 사용하며, 1에 가까울수록 두 영상 간 유사도가 높다는 것을 의미한다.^(23, 24)

$$DSC = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|} \text{ ----- [식 1]}$$

또한 중심축 이동도 평가하였다. DSC와 마찬가지로 동일 간격으로 촬영된 CBCT에 그려진 혀 구조물의 중심을 치료 기간 동안 추적하여, 각 환자의 치료계획용 CT영상의 혀를 기준으로 LR(Left-Right), SI(Superior-Inferior), AP(Anterior-Posterior) 방향으로의 변화량을 측정하였다.

2) 혀 선량 평가

본원에서는 BinkieRT™ 사용 이전에는 상악에 위치한 종양 치료 시 혀에 조사되는 불필요한 피폭을 줄이고자 혀를 아래쪽으로 누르는 mouthpiece를 사용하였고 편측

귀밑샘 종양 같은 편측 두경부암 환자들은 Paraffin Wax를 사용하여 혀를 치료부위 반대 방향으로 보내 고정하였다. 본 연구에서는 재현성 평가와 더불어 BinkieRT™를 사용하는 경우와 다른 종류의 구강고정장치(mouthpiece와 Paraffin Wax)를 사용했을 때 선량분포측면에서 혀에 조사되는 선량을 비교하였다. 이를 위해 비강암(Nasal Cavity Cancer)환자 중 BinkieRT™를 사용한 환자와 mouthpiece를 사용한 환자를 각각 10명, 편측 귀밑샘 종양(Unilateral Parotid Gland Cancer)환자 중 BinkieRT™를 사용한 환자와 Paraffin Wax를 사용한 환자를 각각 10명을 선정하여 총 40명의 환자에 대해 전산화 치료 계획 시 혀에 조사되는 선량을 확인하였다.

3) 선량 특성

임상에서 많이 사용하는 Paraffin Wax나 Putty와의 비교를 통하여 BinkieRT™의 단순 물질 특성을 알아보기 위해 WP1D motorized water Phantom(SCU, IBA)을 사용하여 CT촬영을 하였다. 각 충전물로 가로 4 cm, 세로 5 cm, 두께 1.4 cm의 기둥 샘플을 제작 후 팬텀의 수면아래 5 cm 깊이에 샘플을 위치시켰다(Figure 4). CT촬영은 Brilliant Big Bore CT(Philips Medical, Netherlands)를 이용하여 관전압 140Kv, 관전류량 246mAs, 단면두께 3mm조건으로 영상을 획득하고 획득된 영상은 Eclipse

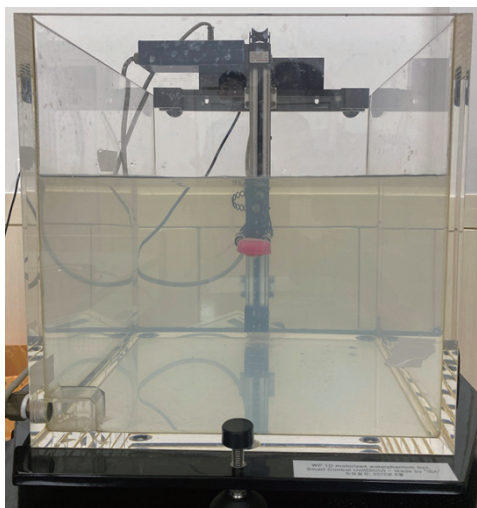


Fig. 4. CT scan for material properties measurement in water phantom

TPS (Ver.16.1, Varian Medical System, USA)로 전송하여 Mass density 값과 상대전자밀도를 확인하였다.

CT 촬영 후 Transmission Factor 값 측정을 위하여 선형가속기 VitalBeam™(Varian Medical System, USA)의 6MV X선 200MU를 사용하여 Dose rate 600, 조사야 10 cm x 10 cm 조건으로 Paraffin Wax, BinkieRT™, Putty에 대하여 각각 단일 조사로 3회 측정해 각 평균값을 비교 측정하였다. 측정 장비는 전리함(0.125 cc compact chamber (water proof, BNC)과 전리계(PTW UNIDOS_E., BNTf)를 사용하였다.

4) 통계분석

혀의 중심축 이동은 각 방향으로의 변화량을 95% 신뢰구간으로 나타내고 편차의 이상값인 0에 대한 일표본 t검정(one-sample t-test)을 실시하였고 혀 선량 평가를 위해 BinkieRT™를 사용하는 경우와 다른 종류의 구강고정장치를 사용한 집단에 대하여 독립표본 t검정(independent samples t-test)을 실시하였다. 유의수준은 0.05로 설정하였고 모든 통계 분석에는 Prism(ver.9.4.1, Graph-Pad software, San Diego, USA)을 사용하였다.

결 과

1. 재현성 평가

24명 환자에 대한 DSC분석 결과 0.8 ± 0.07 , 왜도 -0.8, 첨도 0.61 이었고, 95% 신뢰구간은 0.79~0.82로 나타났다(Figure 5, 6). 혀 구조물 중심축의 이동 평가 결과 LR, SI, AP 방향 고정력은 95% 신뢰 구간에서 각각 $-0.01 \sim 0.03$ cm, $-0.01 \sim 0.07$ cm, $-0.11 \sim 0.04$ cm로 나타났으며, t검정 결과 LR, SI 방향의 평균은 각각 0.01 ± 0.14 cm(p>.05), 0.03 ± 0.25 cm(p>.05)로 나타나 통계적으로 평균 0에 가까웠고, AP 방향은 -0.08 ± 0.25 cm(p<.05)로 나타났다(Figure 7, 8).

2. 혀 선량 평가

혀를 아래로 누르는 목적으로 BinkieRT™를 사용한 비강암 환자의 혀 평균선량은 처방선량 대비 평균 $4.4\% \pm$

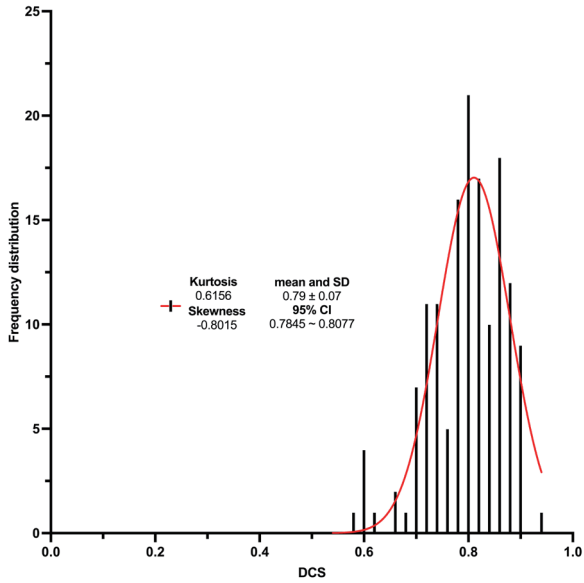


Fig. 5. Frequency distribution of Dice similarity coefficient(DSC)

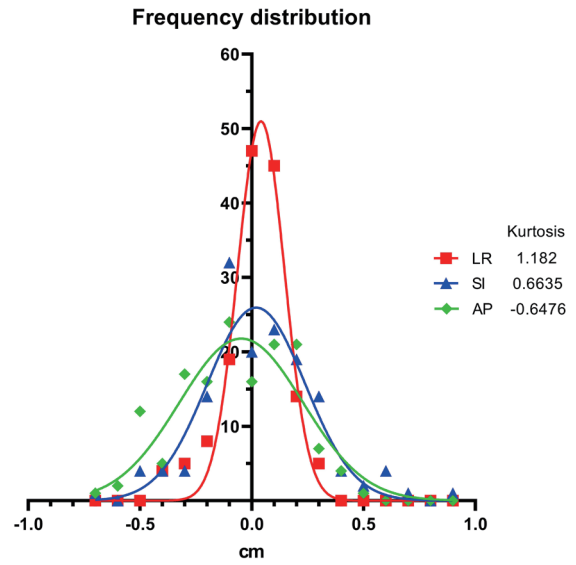


Fig. 7. Histogram of tongue shift

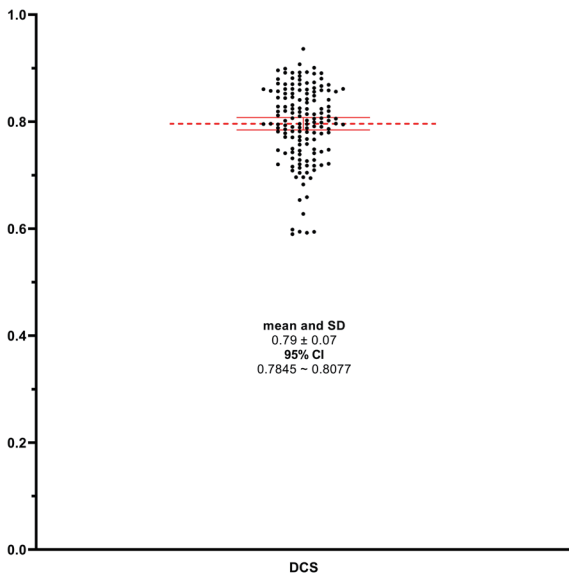


Fig. 6. Statistical analysis of Dice similarity coefficient(DSC)

5.6%, mouthpiece를 사용한 환자들은 $5.9\% \pm 6.8\%$ 로 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p > .05$). 반면 BinkieRT™를 사용하여 혀를 치료 부위에서 반대 방향으로 고정된 편측 귀밀샘 중앙 환자의 경우 혀 평균선량은 처방선량대비 $16.92\% \pm 3.58\%$ 로 나타났고 Paraffin Wax를 사용한 경우 $23.99\% \pm 10.86\%$ 로 BinkieRT™ 사용 시 혀 선량이 비교적 더 낮은 것으로 나타났다($p < .05$) (Figure 9).

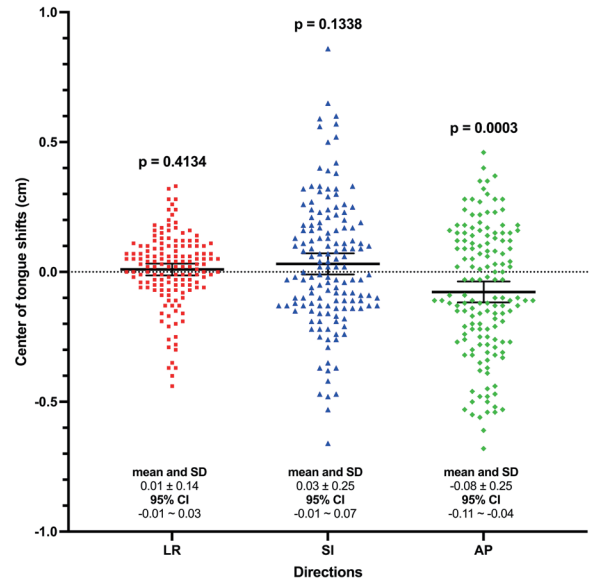


Fig. 8. Scatter dot plots about center of tongue shifts for each (n=144) directions. Mean, 95% confidence interval and one sample t-test($H_0: \bar{X}=0$) p values were denoted.

3. 선량 특성

CT촬영 후 Eclipse에서 확인한 결과 Paraffin Wax와 BinkieRT™, Putty의 상대전자밀도는 각각 0.94, 0.99, 1.26 이었고 Mass density 값은 각각 0.95, 0.99, 1.32 (g/

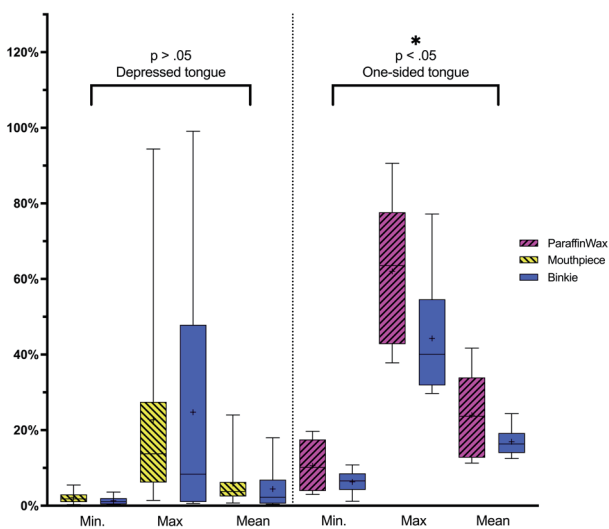


Fig. 9. Tongue dose of with BinkieRT™ versus the other stents. (each n=10)

cc), Transmission Factor는 각각 0.99, 0.98, 0.96으로 나타났다(Table 1).

결론 및 고찰

구강 고정 장치를 사용하는 목적은 구강 내 재현성을 유지시키고 혀에 조사되는 불필요한 선량을 줄이고자 하는 것이므로^(14, 15) 본 연구에서는 두경부암 환자의 방사선 치료 시 BinkieRT™의 구강 내 재현성을 평가하고 다른 구강 고정장치와의 재질과 선량 비교를 통해 그 유용성을 평가하고자 하였다. 구강 내 재현성 평가 측면에서 BinkieRT™의 치료기간에 걸쳐 나타난 혀 DSC분석 결과는 약 0.8, 고정력은 LR, SI 방향으로의 편차가 0에 가까울 정도로 매우 우수하였으며, AP방향의 고정력 또한 평균 0.08 cm 로 우수한 편이었다.

BinkieRT™사용 시 혀에 조사되는 선량 평가 측면에서 혀를 아래로 위치시키는 경우에는 mouthpiece와 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 하지만 BinkieRT™는 환자 개인 구강 환경을 채득함으로써 맞춤형으로 사용이 가능하고 길이를 조절하여 혀의 깊은 곳 까지 고정할 수 있다는 장점이 있다. 또한 혀를 좌, 우측으로 위치시키는 경우에는 혀에 조사되는 불필요한 선량이 Paraffin Wax

Table 1. Relative electron density and mass density, Transmission Factor of Paraffin Wax, BinkieRT™, Putty.

	Paraffin Wax	BinkieRT™	Putty
Relative electron density	0.94	0.99	1.26
Mass Density(g/cc)	0.95	0.99	1.32
Transmission Factor	0.99	0.98	0.96

대비 10% 내외의 차이로 감소되는 것을 확인할 수 있었다. Paraffin Wax와 다르게 BinkieRT™는 반복적으로 사용하는 경우에도 모양의 변형이나 파손되는 경우가 적었으며 파손 시에도 치아채득 부위가 남아있어 동일하게 재 성형이 가능하여 유지관리 측면에서도 우수하여 편측 두경부암 환자의 방사선 치료 시 BinkieRT™의 사용이 더 유용할 것으로 사료된다. Paraffin Wax 이외에도 현재 임상에서 혀를 치료부위에서 반대편으로 밀어 고정시키는 용도로 Putty를 사용하기도 하는데 Putty는 재질의 전자밀도가 높아 구강 내 불필요한 피폭을 증가시킬 수 있고⁽²⁵⁾ CT HU 값이 커짐에 따라 치료계획 선량과 실제 전달선량 차이 또한 커질 수 있으므로⁽²⁶⁾ HU 값이 물과 비슷한 BinkieRT™를 사용하는 것이 선량 전달 불확실성을 줄일 수 있을 것이라 사료된다.

실험의 객관성과 일관성을 부여하기 위해서는 각 환자마다 구강고정장치를 바꿔가며 실험, 측정하여 쌍체검정 하는 것이 이상적이겠지만, 한 환자에게 여러 구강고정장치를 번갈아가며 사용하기 어려운 점, CBCT 촬영 제약 등으로 인해 적절한 대조군 확보가 어려웠던 점이 본 실험의 한계점이라 사료된다. 하지만 본 연구 결과를 통해 BinkieRT™의 특성을 분석할 수 있었고 그 특성을 적절히 고려하여 두경부암 치료 시 적용한다면 기존의 구강고정장치보다 우수한 구강 내 재현성 유지 및 선량 감소에 도움이 되리라 사료된다.

참고문헌

1. Bhide SA, Nutting CM, et al. Advances in radiotherapy for head and neck cancer. *Oral Oncol.*
2. C Scully and J.B. Epstein *European Journal of Cancer. Part B, Oral Oncology*, 32B.
3. I.H. Valdez, J.C. Atkinson, J.A. Ship and P.C, et al. *Fox International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics.*
4. Parsons JT. Time-dose-volume relation in radiation therapy. In: Million RR, Cassisi NJ, editors. *Management of Head and Neck Cancer. A Multidisciplinary Approach*. Philadelphia, PA: Lippincott Co.
5. Nutting C, Morden J, Harrington K, et al. Parotid-sparing intensity modulated versus conventional radiotherapy in head and neck cancer (PARSPORT): a phase 3 multicentre randomized controlled trial. *Lancet Oncol.*
6. Little M, Schipper M, Feng FY, et al. Reducing xerostomia after chemo-IMRT for head-and-neck cancer: beyond sparing the parotid gland. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.*
7. Eisbruch A, Schwartz M, Rasch C, et al. Dysphagia and aspiration after chemoradiotherapy for head-and-neck cancer: Which anatomic structures are affected and can they be spared by IMRT? *Int J Radiat Oncol Biol Phys.*
8. Sanguineti G, Guinn G, Parker B, et al. Weekly dose-volume parameters of mucosa and constrictor muscles predict the use of percutaneous endoscopic gastrostomy during exclusive intensity modulated radiotherapy for oropharyngeal cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.*
9. Tabak LA. In defense of the oral cavity: structure, biosynthesis, and function of salivary mucins. *Annu Rev Physiol.*
10. Hand A, Pathmanathan D, Field R. Morphological features of the minor salivary glands. *Arch Oral Biol.*
11. Mossman KL. Gustatory issue injury in man: Radiation dose response relationships and mechanisms of taste loss. *Br J Cancer.*
12. Jacobi I, Navran A, van der Molen L, et al. Radiation dose to the tongue and velopharynx predicts acoustic-articulatory changes after chemo-IMRT treatment for advanced head and neck cancer. *Eur Arch Otorhinolaryngol.*
13. Mantini G, Manfrida S, Cellini F, et al. Impact of dose and volume on radiation-induced mucositis. *Rays.*
14. Manon R, Myers J, Khuntia D, Harari P. Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology: Oral cavity cancer, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
15. Atsushi Musha, Hirofumi Shimada, Katsuyuki Shirai. Prediction of Acute Radiation Mucositis using an Oral Mucosal Dose Surface Model in Carbon Ion Radiotherapy for Head and Neck Tumors
16. Kudoh T1*, Ikushima H2, Kudoh K1, et al. Effectiveness of Newly Developed Water-Equivalent Mouthpiece during External Beam Radiotherapy for Oral Cancer.
17. Z.Feng, P.Wang, L.Gong, et al. Construction and clinical evaluation of a new customized bite block used in radiotherapy of head and neck cancer.
18. Cheewin Towithelertkul, Yuka I, Sumita, Toshihiro Murakami, et al. Radiation attenuation properties of materials used to fabricate radiotherapy prostheses in vitro study.

19. Joon-Yong Choi, Young-Jin Won, Ji-Yeon Park, et al. Development of a Thermoplastic oral Compensator for Improving Dose Uniformity in Radiation Therapy for Head and Neck Cancer.
20. Gooding MJ, Smith AJ, Tariq M, Aljabar P, Peresutti D, van der Stoep J, et al. Comparative evaluation of autocontouring in clinical practice: a practical method using the Turing test. *Med Phys*.
21. Van der Veen J, Willems S, Deschuymer S, Robben D, Crijns W, Maes F, et al. Benefits of deep learning for delineation of organs at risk in head and neck cancer.
22. Heimann T, Van Ginneken B, Styner MA, Arzhaeva Y, Aurich V, Bauer C, et al. Comparison and evaluation of methods for liver segmentation from CT datasets. *IEEE Trans Med Imaging*.
23. Femke Vaassen, Colien Hazelaar, Ana Vaniqui, et al. Evaluation of measures for assessing time-saving of automatic organ-at-risk segmentation in radiotherapy.
24. Orhu Utku Aydin, Abdel Aziz Taha, Adam Hilber, et al. On The Usage Of Average Hausdorff Distance For Segmentation Performance Assessment: Hidden Bias When Used For Ranking.
25. J. Seco, P.M. Evans et al. Assessing the effect of electron density in photon dose calculations.
26. Luca Cozzi, Antonella Fogliata, Francesca Buffa, et al. Dosimetric impact of computed tomography calibration on a commercial treatment planning system for external radiation therapy.

Evaluating the usefulness of BinkieRT™ (oral positioning stent) for Head and Neck Radiotherapy

Department of Radiation Oncology, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

GyeongJin-Lee, SangJun-Son, GyeongDal-Lim, ChanYong-Kim, JeHee-Lee

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of oral positioning stent, the BinkieRT™ in radiation treatment for head and neck cancer patients in terms of tongue positions reproducibility, tongue doses and material properties.

Materials and Methods: 24 cases using BinkieRT™ during radiation treatments were enrolled. The tongue was contoured on planning CT and CBCT images taken every 3 days during treatment, and then the DSC and center of tongue shift values were analyzed to evaluate the reproducibility of the tongue. The tongue dose was compared in terms of dose distribution when using BinkieRT™ and different type of oral stents (mouthpiece, paraffin wax). Randomly selected respective 10 patients were measured tongue doses of initial treatment plan for nasal cavity and unilateral parotid cancer. Finally, in terms of material evaluation, HU and relative electron density were identified in RTPS.

Results: As a result of DSC analysis, it was 0.8 ± 0.07 , skewness -0.8 , kurtosis 0.61 , and 95% CI was $0.79-0.82$. To analyze the deviation of the central tongue shift during the treatment period, a 95% confidence interval for shift in the LR, SI, and AP directions were indicated, and a one-sample t-test for 0, which is an ideal value in the deviation ($n=144$). As a result of the t-test, the mean and SD in the LR and SI directions were 0.01 ± 0.14 cm ($p \rightarrow .05$), 0.03 ± 0.25 cm ($p \rightarrow .05$), and -0.08 ± 0.25 cm ($p \leftarrow .05$) in the AP direction. In the case of unilateral parotid cancer patients, the Dmean to the tongue of patients using BinkieRT™ was $16.92\% \pm 3.58\%$ compared to the prescribed dose, and $23.99\% \pm 10.86\%$ of patients with Paraffin Wax, indicating that the tongue dose was relatively lower when using BinkieRT™ ($p \leftarrow .05$). On the other hand, among nasal cavity cancer patients, the Dmean of tongue dose for patients who used BinkieRT™ was $4.4\% \pm 5.6\%$, and for those who used mouthpiece, $5.9\% \pm 6.8\%$, but it was not statistically significant ($p \rightarrow .05$). The relative electron density of Paraffin Wax, BinkieRT™ and Putty is 0.94 , 0.99 , 1.26 and the mass density is 0.95 , 0.99 and 1.32 (g/cc), Transmission Factor is 0.99 , 0.98 , 0.96 respectively.

Conclusion: The result of the tongue DSC analysis over the treatment period was about 0.8 and Deviation of the center of tongue shifts were within 0.2 cm, the reproducibility was more likely excellent. In the case of unilateral head and neck cancer patients, it was found that the use of BinkieRT™ rather than Paraffin Wax or Putty can reduce the unnecessary dose irradiated to the tongue. This study might be useful to understand of BinkieRT™'s properties and advantages. And also it could be another considered option as oral stent to keep the reproducibility of tongue and reducing dose during head and neck radiation treatments.

▶ **Key words:** Head and neck cancer, oral positioning stent, BinkieRT™

