

## 편도암에 대한 세기조절방사선치료의 예비적 결과

울산대학교 의과대학 서울아산병원 방사선종양학교실

박금주 · 이상욱 · 최은경 · 김중훈 · 송시열 · 윤상민 · 박성호 · 박동욱 · 안승도

**목적:** 편도암 환자를 대상으로 시행한 세기조절방사선치료의 예비적 임상결과를 보고하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2002년 11월부터 2007년 2월까지 서울아산병원에서 세기조절방사선치료를 시행 받은 12명의 편도암 환자를 대상으로 후향적 분석을 시행하였다. 수술 후 방사선치료는 5명, 근치적방사선치료는 7명에서 시행되었고, 이중 6명의 환자가 cisplatin을 기본으로 하는 항암화학요법과 병용으로 치료를 받았다. 세기조절방사선치료는 9명의 환자에서 동시차등조사가속치료(simultaneous modulated accelerated radiation therapy)가 이용되었다. 근치적치료의 경우 일회선량 2.4 Gy 씩 총 72 Gy, 그리고 수술 후 치료의 경우 일회선량 2.2 Gy 씩 총 61.6 Gy의 방사선량이 조사되도록 하였다. 전체 환자의 추적 관찰 기간은 24~80개월(중앙값 34개월)이었다.

**결과:** 전체 대상 환자 12명 모두 치료 중단 없이 계획된 치료를 수행 받았다. 방사선치료 종료 후 11명의 환자에서 완전반응을 보였고 한 명의 환자에서 잔존림프절종양이 발견되어 구제 경부곽청술을 시행하였으나 3개월 후 국소림프절종양이 재발하였다. 완전 반응을 보인 11명의 환자는 마지막 추적 관찰 시점까지 국소림프절 재발 및 원격 전이는 관찰되지 않았다. 치료 기간 중 급성 합병증은 Radiation Therapy Oncology Group 3도 이상의 구강 점막염, 인두염과 구강건조증이 각각 3명, 3명, 6명에서 관찰되었다.

**결론:** 세기조절방사선치료는 편도암의 치료에 있어서 초기 종양반응과 국소제어면에서 임상적으로 적용 가능한 치료법임을 확인 할 수 있었다. 향후 궁극적인 종양반응과 만성 합병증을 알기 위해서는 추가적인 연구대상과 추적 관찰이 필요하겠다.

**핵심용어:** 편도암, 세기조절방사선치료, 방사선치료

### 서 론

구인두암은 미국의 두경부암 중 가장 흔한 종양인 반면, 국내에서는 전체 두경부암 환자의 약 12%로 비교적 낮은 것으로 보고되었다.<sup>1)</sup> 구인두암은 초기암으로 진단된 경우는 수술이나 방사선치료 중 1가지 방법으로 치료하는 것으로 알려져 있고, 진행된 병기인 경우 수술 후 방사선치료 또는 항암화학방사선치료를 시행하는 것으로 알려져 있다.<sup>2)</sup>

구인두암 중에서 편도암에 대한 방사선치료를 시행 할 경우, 기존의 이차원방사선치료 방법으로 양측 편도와 경부림프절을 조사 범위에 포함하게 되면 양측 이하선이 방

사선조사 범위에 포함되어 이하선의 타액 분비 기능 손상으로 인한 영구적인 구강건조증이 발생 할 수 있다.<sup>3)</sup> 하지만 2001년 이후 국내에 도입된 세기조절방사선치료를 두경부암에 적용하는 경우 종양의 국소제어율이 향상되고 방사선치료로 인한 부작용도 감소하는 것으로 보고된 바 있다.<sup>4,5)</sup> 편도암을 포함한 구인두암에서도 세기조절방사선치료가 종양의 국소제어나 생존율에 있어서 유의한 향상을 가져오는지에 대한 확실한 임상연구 결과는 없지만, 표적체적(target volume)에 선량을 충분히 조사하면서 침샘에 고선량이 조사되지 않도록 하는 것이 가능해져 구강건조증을 줄이는 것이 가능한 것으로 알려져 있다.<sup>6)</sup>

본 저자들은 본원에서 시행해 온 편도암의 세기조절방사선치료 예비적 결과를 분석하여 세기조절방사선치료의 안전성과 효용성을 평가하고 향후 편도암에 대한 세기조절방사선치료의 개선점을 발견하고자 본 연구를 진행하였다.

이 논문은 2009년 6월 5일 접수하여 2009년 8월 14일 채택되었음.  
책임저자: 이상욱, 울산대학교 의과대학 서울아산병원 방사선종양학교실

Tel: 02)3010-4435, Fax: 02)486-7258  
E-mail: lsw@amc.seoul.kr

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

2002년 11월부터 2007년 2월까지 서울아산병원에서 수술 후 또는 근치적 목적의 세기조절방사선치료를 시행 받은 12명의 편도암 환자를 대상으로 후향적 분석을 하였다. 대상 환자의 연령은 51~77세(평균값 58세)이며, 남녀 성비는 각각 10명과 2명이었다. 임상병기에 대한 평가는 원발 종양의 위치에 따라 American Joint Committee on Cancer (AJCC) 병기분류법을 이용하였다.<sup>7)</sup> 임상병기별 환자는 제 1병기 0명, 제 2병기 1명, 제 3병기 1명, 제 4병기 10명이었

Table 1. Patients and Tumor Characteristics

Characteristics	No. of patients (%)
Age	
Range (mean)	51~77 yr (58 yr)
Gender	
Male	10 (83%)
Female	2 (17%)
T stage	
T1-2	9 (75%)
T3-4	3 (25%)
N stage	
N0	2 (17%)
N+	10 (83%)
AJCC* stage	
I	0 (0%)
II	1 (8%)
III	1 (8%)
IV	10 (84%)
Pathology	
SCC <sup>†</sup>	12 (100%)

\*American Joint Committee on Cancer, <sup>†</sup>squamous cell carcinoma

Table 2. Techniques of Radiotherapy

Techniques	No. of patients (%)
IMRT*	
Definitive	7 (58%)
With chemotherapy	6
Without chemotherapy	1
Postoperative	5 (42%)
SMART <sup>†</sup>	
Yes	9 (75%)
No	3 (25%)

\*intensity-modulated radiotherapy, <sup>†</sup>simultaneous modulated accelerated radiation therapy

다(Table 1). 수술 후 방사선치료는 5명, 근치적방사선치료는 7명에서 시행되었다. 세기조절방사선치료 시 9명의 환자에서 동시차등조사가속치료(simultaneous modulated accelerated radiation therapy, SMART) 방법이 적용되었다(Table 2). 전체 환자의 추적 관찰 기간은 24~80개월(중앙값 34개월)이었다.

### 2. 모의치료 및 IMRT 치료계획

환자는 모의치료계획 및 방사선치료 기간 동안 반듯이 누운 자세에서 자체 제작한 두경부고정틀(custom-made thermoplastic mask)로 두경부를 고정하였다. 진단화단층촬영(computerized tomography, CT)을 이용한 모의치료기(Picker AcQsim, Cleveland, OH, USA)를 통하여 두정부부터 기관분기부까지 2.5 mm 두께의 영상을 얻은 뒤, 정상 장기 및 표적용적을 도해하여 이것을 intensity-modulated radiotherapy (IMRT) 치료계획 시스템(Helix ver. 4.0)에 전송하였다.

### 3. 표적용적의 도해와 선량처방

본 연구에서 표적용적은 International Commission on Radiation Units & Measurements (ICRU) 50, 62에 따라 정의되었다. 근치적방사선치료의 경우, 육안적종양체적(gross tumor volume, GTV)은 CT, MRI, FDG-PET 스캔 등에서 육안으로 확인되는 종양 및 괴사성 중심을 가진 1 cm 이상의 림프절로 정의하였다. 임상표적체적 1 (clinical target volume, CTV1)은 미세종양전이 가능성이 높은 곳으로 GTV에 0.5~1 cm 여유를 둔 부위와 침범된 림프절부위로 하였다. 임상 표적체적 2 (clinical target volume, CTV2)는 CTV1에 양측 level II, III, IV 그리고 V 림프절 부위를 포함하였다. 수술 후 방사선치료의 경우에는 CTV1은 주위 연부 조직 침범의 가능성이 높은 부위를 포함하는 종양의 제거 부위와 침범된 림프절부위로 하였다.

계획표적체적(planning target volume, PTV)은 모든 방향으로 GTV, CTV에 각각 3 mm, 5 mm의 여유를 추가하여 정의하였다. 이하선, 시신경, 시신경교차, 뇌간, 후두, 식도, 그리고 척수를 포함한 인접한 정상 장기는 CT 영상 단면에 동시에 도해되었다.

SMART는 근치적 치료 및 수술 후 치료의 경우 각각 7명, 2명의 환자에서 적용되었는데 근치적 치료의 경우 GTV에 30회에 걸쳐 72 Gy, CTV1은 30회에 걸쳐 60 Gy, CTV2는 23회에 걸쳐 46 Gy의 방사선량이 조사되도록 하였다. 수술 후 치료의 경우 CTV1에 일회선량 2.2 Gy씩 28회에 걸쳐 총 61.6 Gy, CTV2에 2 Gy씩 총 46 Gy를 조사하였다. IMRT 계획은 PTV의 95%에 처방선량의 100%가 조

사되도록 최적화하였다.

4. 항암화학요법

항암화학요법은 근치적 치료를 받은 7명의 환자 중 제 2 병기인 한 명을 제외한 6명의 환자에서 시행되었다. Cisplatin, Docetaxel, 5-Fluorouracil을 이용한 유도항암요법 이후 방사선치료 기간 동안 매주 또는 3주 간격으로 Cisplatin을 정맥주사로 주입하였다.

5. 치료 합병증의 평가와 추적 관찰

방사선치료 기간 및 치료 종료 후 Radiation Therapy Oncology Group (RTOG)의 독성기준<sup>8)</sup>을 사용하여 방사선에 의한 급성과 만성 합병증이 매주 평가되었다. 치료 평가는 방사선치료 종료 후 모든 환자에서 1~2개월이 경과한 시점에서 굴곡비인두경검사와 FDG-PET 스캔 또는 두경부 전산화단층촬영을 통하여 이루어졌다. 이후에는 3년간 3개월 간격으로 이하적 검사와 굴곡비인두경검사를 시행하였고, 그 후에는 6개월 간격으로 추적 관찰하였다.

6. 통계분석

통계 처리는 SPSS ver. 12.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA)

프로그램을 이용하였으며, 전체 생존율(overall survival)과 무병생존율(disease-free survival)의 계산은 Kaplan-Meier법을 이용하였다.<sup>9)</sup> 전체생존율은 치료 시작일로부터 사망 혹은 마지막 추적 관찰된 날 까지를 기준으로 하였고, 무병생존율은 치료 시작일로부터 첫 번째 재발이 확인된 날 또는 마지막 추적 관찰된 날까지로 계산하였다.

결 과

1. 치료성적

12명의 환자 모두 치료 중단 없이 계획된 치료를 수행 받았으며, 치료 반응은 방사선치료 종료 1~2개월 후 시행한 굴곡비인두경검사와 FDG-PET 스캔 또는 두경부 전산화단층촬영을 기준으로, 11명의 환자에서 완전반응을 보였다. 한 명의 환자에서 유도항암화학요법과 방사선치료 시행 후 잔존림프절종양이 발견되어 구제 경부광형술을 시행하였으나 3개월 후 60 Gy 선량이 조사된 CTV1 내에서 국소림프절종양이 재발하였다. 전체 12명의 환자 중 11명은 마지막 추적 관찰 시점까지 국소림프절 재발 및 원격 전이는 관찰되지 않았다. 3년 국소제어율은 91.7%였고, 3년 무병생존율과 전체생존율은 각각 91.7%, 100%였다.

Table 3. Worst Acute Toxicity by Radiation Therapy Oncology Group Scoring System

Type	Grade 0	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
Salivary gland	0	1	5	6	0
Mucous membrane	0	4	5	2	1
Pharynx	0	3	6	3	0
Skin	4	3	5	0	0

Table 4. Dose-volume Histogram Statistics for the Target Volume

	GTV* mean (range)	CTV1 <sup>†</sup> mean (range)	CTV2 <sup>‡</sup> mean (range)
Definitive (N=7)			
Mean dose (Gy)	73.3 (67.2~79.2)	66.1 (61.6~70.9)	50.6 (49.1~51.6)
V <sub>95</sub> <sup>§</sup> (%)	98.5 (89.7~100)	98.5 (96.0~99.8)	96.2 (89.1~99.5)
Maximum dose (Gy)	76.0 (67.7~81.2)	74.2 (62.3~80.7)	69.0 (60.4~77.6)
D <sub>5</sub> <sup>  </sup> (Gy)	74.9 (67.6~80.1)	71.2 (62.1~77.8)	60.5 (55.8~68.2)
Minimum dose (Gy)	67.7 (61.9~73.4)	50.4 (41.5~61.9)	30.5 (22.0~36.5)
Postoperative (N=5)			
Mean dose (Gy)		59.0 (56.4~62.7)	50.0 (48.2~51.4)
V <sub>95</sub> (%)		97.1 (93.7~99.7)	95.0 (89.6~98.1)
Maximum dose (Gy)		63.0 (60.0~64.5)	60.6 (53.8~64.0)
D <sub>5</sub> (Gy)		61.7 (59.1~63.8)	56.1 (51.3~60.7)
Minimum dose (Gy)		46.3 (41.9~50.9)	31.0 (23.7~34.3)

\*gross tumor volume, <sup>†</sup>clinical target volume including oropharynx and involved nodal station, <sup>‡</sup>clinical target volume including elective nodal station, <sup>§</sup>percentage of the volume that received 95% of the prescribed dose, <sup>||</sup>dose to 5% of target volume

**Table 5. Dose-volume Histogram Statistics for the Critical Normal Tissues**

Organ	Mean dose (Gy) mean (range)	Maximum dose (Gy) mean (range)
Brainstem	9.4 (2.4~25.4)	47.4 (35.4~70.1)
Optic nerve		
Right	1.2 (0.7~2.3)	1.7 (1.0~3.7)
Left	1.1 (0.7~2.1)	1.6 (0.9~3.5)
Spinal cord	26.1 (17.5~36.0)	44.9 (39.4~50.4)
Parotid gland		
Ipsilateral	30.8 (21.9~41.3)	66.0 (50.7~77.0)
Contralateral	24.1 (16.5~36.2)	56.4 (48.9~77.1)

**2. 합병증**

방사선 치료 중 가장 흔한 급성 합병증은 구강과 인후두의 점막염이었다. 전체 환자 중 RTOG 3도 이상의 구강 점막염과 인후두 점막염은 각각 3명, 3명에서 관찰되었다. 방사선치료 중 발생한 급성 구강건조증은 6명의 환자에서 RTOG 3도로 나타났다(Table 3). 하지만 전체 대상환자인 12명은 모두 치료 중단 없이 계획된 치료를 수행 받았다. 이후 추적 관찰 기간 동안 식도협착은 없었다.

**3. 선량체적 통계량**

전체 12명의 환자에 대하여 표적용적의 선량 분포와 균일성을 분석하였다. 근치적 목적의 방사선치료를 받은 경우 GTV의 평균 용적은 24.8 cc였고 GTV, CTV1, CTV2에 조사된 평균선량은 각각 73.3 Gy, 66.1 Gy, 50.6 Gy이었다. GTV에서 처방선량의 95% 이상을 조사 받는 체적(V<sub>95</sub>)은 98.5%였으며, 체적의 5%가 받는 방사선량(D<sub>5</sub>)은 74.9 Gy였다. 수술 후 방사선치료의 경우 CTV1, CTV2에 조사된 평균선량은 각각 59.0 Gy, 50.0 Gy였다(Table 4). 뇌간 및 시신경에 조사되는 평균선량은 9.4 Gy, 1.0 Gy였고, 동측 및 반대측 이하선에 조사되는 평균선량은 각각 30.8 Gy, 24.1 Gy로 분석되었다(Table 5).

**고안 및 결론**

구인두암에서 기존의 이차원방사선치료를 시행 받은 환자들은 이하선에 한계선량 이상의 방사선이 조사되어 비록 정도의 차이는 있지만 대부분 영구적인 구강건조증이 발생한다. RTOG 9003 연구<sup>10</sup>에서 이차원방사선치료를 두경부암에 적용하였을 때 60~75%의 환자가 RTOG 2도 이상의 만성 구강건조증을 경험한다고 보고한 바 있다. 이러한 침범의 영구적인 손상은 영양, 치아 관리, 구강 위생 등에

나쁜 영향을 미친다. 하지만 두경부암 환자에서 IMRT를 적용하는 경우 이하선에 조사되는 방사선량을 현저히 줄이는 것이 가능해져 구강건조증의 심각성이 완화되는 것으로 알려져 있다.<sup>11,12</sup> 실제 두경부암 환자에서 방사선치료 후 침범 기능을 평가한 연구<sup>13</sup>에서 이하선에 조사되는 평균선량이 1 Gy 증가할수록 방사선치료 종료 후 6개월째의 침범 분비량이 4%씩 감소하는 것을 확인한 바 있다. 이차원방사선치료를 비하여 IMRT를 시행한 경우 2도 이상의 급성 구강건조증은 차이가 없으나, 만성 구강건조증은 감소한다고 보고한 연구도 있다.<sup>6</sup> 본 연구 결과를 살펴보면 방사선치료 중에 전체 12명 중 11명의 환자가 2도 이상의 구강건조증이 발생하여 IMRT가 급성 구강건조증의 개선에는 도움이 되지 않는 것으로 생각되었다. 본 연구를 통하여 만성 구강건조증의 평가하기에는 제한이 있었지만, 다른 연구 결과를 고찰해 보았을 때 방사선치료 중 손상된 이하선의 기능이 회복하는데 IMRT가 효과적인 것으로 판단 되었다.

두경부암에서 IMRT를 적용함으로써 주위의 중요 기관을 보호할 수 있다는 것은 상당히 고무적이나 중요 기관 근처, 특히 이하선 주위의 국소재발의 위험성에 대한 우려가 있을 수 있다. 하지만 Schoenfeld 등<sup>14</sup>과 Sanguineti 등<sup>15</sup>의 연구에서는 PTV 주위 재발이 전체 국소재발의 3% 정도로 낮은 발생을 나타내었다. 구인두암에서 IMRT를 적용하는 것은 방사선치료 부작용을 줄일 뿐 아니라 종양의 국소제어율을 향상 시키는 것으로 보고되고 있다. Eisbruch 등<sup>16</sup>이 80명의 구인두암 환자에서 IMRT를 시행한 연구에서 3년 국소제어율이 94%인 것으로 나타났고, Chao 등<sup>11</sup>과 de Arruda 등<sup>12</sup>이 시행한 연구에서도 국소제어율이 87%, 98%로 보고된 바 있다. 본 연구에서는 국소제어율이 91.7%였는데, 기존의 연구결과와 비교할 때 유사한 결과라고 판단 된다. 그러나 대상 환자수가 적고, 수술 후 방사선치료 환자와 근치적방사선치료 환자가 모두 포함되어 연구 대상이 균일하지 않으며, 후향적 분석을 통한 연구라는 점에서 명확한 결론을 내리기에는 한계가 있어 향후 더 많은 환자를 대상으로 한 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 근치적 목적의 방사선 치료를 시행 받은 7명의 환자 모두 SMART를 이용한 IMRT가 시행 받았다. 실제 RTOG 9003 연구<sup>10</sup>에서 두경부암에서 SMART를 이용한 가속분할조사의 경우 2 Gy 분할선량의 통상분할조사법(conventional fractionation)에 비하여 국소제어율이 향상됨이 보고된 바 있다. 일일 1회 조사량이 증가하게 되면 방사선치료기간이 단축되어 가속분할조사가 되기 때문에 치료성적이 향상된 것으로 추측해 볼 수 있다. 한편 저자

**Table 6. Summary of Fractionation Schemes for the SMART\* Boost IMRT<sup>†</sup> Technique**

	Fx size (Gy)/No. of Fx/ total dose (Gy)	
	GTV	CTV
Butler et al. (Baylor college) <sup>17)</sup>	2.4/25/60.0	2.0/25/50.0
Wu et al. (McGuire VA hospital) <sup>18)</sup>	2.5/28/70.0	1.8/28/50.4
RTOG 0022 protocol	2.2/30/66.0	1.8/30/54.0
Wolden et al. (MSKCC) <sup>19)</sup>	2.34/30/70.2	1.8/30/54.0

\*simultaneous modulated accelerated radiation therapy, <sup>†</sup>intensity-modulated radiotherapy

들이 시행한 선량분할법은 두경부암에 적용된 다른 연구와 비교해 보았을 때(Table 6) 육안적병변과 미세병변부위에 조사된 선량은 유사하였으나, 통상적으로 예방적립절에 조사하는 50~56 Gy의 선량<sup>20)</sup>에 비하여 낮은 46 Gy를 조사하였다. 하지만 일회 조사량이 2 Gy 씩 46 Gy를 조사하는 것은 일회 조사량이 1.8 Gy일 경우 50 Gy와 같은 선량이기 때문에 처방선량이 부족하다고 볼 수는 없으며, 본원에서 시행한 다른 연구에서도 예방적립절부위에서 재발한 경우가 없는 것으로 나타났기 때문에 적절한 치료선량이라고 생각된다.<sup>21)</sup>

IMRT는 선량균일성(dose homogeneity)의 측면에서 표적체에 비균등한(non-uniform) 선량 형태를 전달하여 원하는 형태의 선량 분포를 만들 수 있다는 점에서 방사선치료 기술의 발전적 형태라 할 수 있다. 하지만 1회 고선량을 조사하였을 경우, 극대화된 선량 비균일성(dose inhomogeneity)으로 인하여 육안적종양체적 또는 주위 정상조직 내에 열점(hot spot)이 생길 수도 있다.<sup>22)</sup> 현재까지는 과도한 만성 합병증이 보고된 바 없으나 장기적인 추적 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 IMRT는 편도암의 방사선치료에 있어서 종양반응과 국소제어율에서 고무적인 것으로 나타나 임상적으로 안전하게 적용 가능한 치료법인 것으로 평가되었다. 궁극적인 종양반응 및 국소제어에 대한 평가를 위하여 전향적인 분석을 통한 장기적인 추적관찰이 필요할 것으로 생각되며, 급성 합병증을 감소시키기 위한 추가적인 연구가 이루어져야 하겠다.

**참 고 문 헌**

1. **Central Cancer Registry Center.** Annual Report of the Central Cancer Registry in Korea, 2002. Seoul; Ministry of Health and Welfare, 2007

2. **Devita VT, Lawrence TS, Steven A, eds.** DeVita, Hellman, and Rosenberg's Cancer: Principles & Practice of Oncology. 8th ed. Philadelphia; Lippincott Williams & Wilkins, 2005:839-844

3. **Bjordal K, Kaasa S, Mastekaasa A.** Quality of life in patients treated for head and neck cancer: a follow-up study 7 to 11 years after radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1994;28:847-856

4. **Chao KS, Low DA, Perez CA, Purdy JA.** Intensity-modulated radiation therapy in head and neck cancers: the Malminkrodt experience. *Int J Cancer* 2000;90:92-103

5. **Chao KS, Ozyigit G, Tran BN, Cengiz M, Dempsey JF, Low DA.** Patterns of failure in patients receiving definitive and postoperative IMRT for head-and-neck cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003;55:312-321

6. **Chao KS, Majhail N, Huang CJ, et al.** Intensity-modulated radiation therapy reduces late salivary toxicity without compromising tumor control in patients with oropharyngeal carcinoma: a comparison with conventional techniques. *Radiother Oncol* 2001;61:275-280

7. **American Joint Committee on Cancer.** AJCC Cancer Staging Manual. 6th ed. New York; Springer, 2002

8. **Cox JD, Stetz J, Pajak TF.** Toxicity criteria of the Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) and the European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC). *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995;31:1341-1346

9. **Kaplan EL, Meier P.** Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Stat Assoc* 1958;53:457-481

10. **Fu KK, Pajak TF, Trotti A, et al.** A Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) phase III randomized study to compare hyperfractionation and two variants of accelerated fractionation to standard fractionation radiotherapy for head and neck squamous cell carcinomas: first report of RTOG 9003. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;48:7-16

11. **Chao KS, Ozyigit G, Blanco AI, et al.** Intensity-modulated radiation therapy for oropharyngeal carcinoma: impact of tumor volume. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004;59:43-50

12. **de Arruda FF, Puri DR, Zhung J, et al.** Intensity-modulated radiation therapy for the treatment of oropharyngeal carcinoma: the Memorial Sloan-Kettering Cancer Center experience. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006;64:363-373

13. **Chao KS, Deasy JO, Markman J, et al.** A prospective study of salivary function sparing in patients with head-and-neck cancers receiving intensity-modulated or three-dimensional radiation therapy: initial results. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;49:907-916

14. **Schoenfeld GO, Amdur RJ, Morris CG, et al.** Patterns of failure and toxicity after intensity-modulated radiotherapy for head and neck cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;71:377-385

15. **Sanguineti G, Gunn GB, Endres EJ, Chaljub G, Cheruvu P, Parker B.** Patterns of locoregional failure after exclusive IMRT for oropharyngeal carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;72:737-746

16. Eisbruch A, Marsh LH, Dawson LA, et al. Recurrences near base of skull after IMRT for head-and-neck cancer: implications for target delineation in high neck and for parotid gland sparing. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004;59:28-42
17. Butler EB, Teh BS, Grant WH 3rd, et al. Smart (simultaneous modulated accelerated radiation therapy) boost: a new accelerated fractionation schedule for the treatment of head and neck cancer with intensity modulated radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;45:21-32
18. Wu Q, Manning M, Schmidt-Ullrich R, et al. The potential for sparing of parotids and escalation of biologically effective dose with intensity-modulated radiation treatments for head and neck cancers: a treatment design study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;46:195-205
19. Wolden SL, Chen WC, Pfister DG, Kraus DH, Berry SL, Zelefsky MJ. Intensity-modulated radiation therapy (IMRT) for nasopharynx cancer: update of the memorial sloan-kettering experience. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006;64:57-62
20. Chao KS. Dose prescription and target delineation for nodal volume. Philadelphia, PA: Lippincott Co, 2003
21. Park JH, Lee SW, Back GM, et al. Preliminary results of phase I/II study of simultaneous modulated accelerated (SMART) for nasopharyngeal carcinoma. *J Korean Soc Ther Radiol Oncol* 2006;24:1-10
22. Puri DR, Chou W, Lee N. Intensity-modulated radiation therapy in head and neck cancers: dosimetric advantages and update of clinical results. *Am J Clin Oncol* 2005;28:415-423

---

**Abstract**

## **The Preliminary Results of Intensity-Modulated Radiotherapy for Tonsillar Cancer**

Geumju Park, M.D., Sang-wook Lee, M.D., Eun Kyung Choi, M.D.,  
Jong Hoon Kim, M.D., Si Yeol Song, M.D., Sang Min Youn, M.D.,  
Sung Ho Park, Ph.D., Dong-wook Park, Ph.D., and Seung Do Ahn, M.D.

Department of Radiation Oncology, Asan Medical Center, University of Ulsan  
College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** We wanted to present the preliminary results of intensity-modulated radiotherapy (IMRT) for the treatment of tonsillar cancer.

**Materials and Methods:** We retrospectively analyzed 12 patients who underwent IMRT for tonsillar cancer at Asan Medical Center between November 2002 and February 2007. Seven patients (58%) received definitive treatment, and five (42%) were treated in the postoperative setting. Among the definitively treated patients, 6 patients received cisplatin-based chemotherapy regimens. Simultaneous modulated accelerated radiation therapy (SMART) was used in nine patients. The prescribed dose was 72 Gy at 2.4 Gy/fraction for the definitively treated cases and 61.6 Gy at 2.2 Gy/fraction for the postoperative cases. The median follow-up period was 34 months.

**Results:** All twelve patients completed treatment without interruption, and eleven showed a complete response. One patient had persistent loco-regional disease after treatment. The three-year estimates of loco-regional control, disease-free survival and overall survival were 91.7%, 91.7%, and 100%. The worst acute mucositis was Grade 1 in four patients, Grade 2 in five patients, Grade 3 in two patients and Grade 4 in one patient. Grade 3 xerostomia was observed in six patients.

**Conclusion:** Intensity-modulated radiotherapy was shown to be a safe and effective treatment modality for tonsillar cancer. Further studies with a larger number of patients and a longer follow-up period are needed to evaluate the ultimate tumor control and late toxicity of IMRT for treating tonsillar cancer.

---

**Key Words:** Tonsillar cancer, Intensity-modulated radiotherapy, Radiotherapy