

## &lt;원저&gt;

폐암 환자의 정위체부방사선치료 시 호흡인자를 적용한  
방사선 치료계획의 유용성- Usefulness of Radiation Treatment Planning Applied Respiration Factor for  
Stereotactic Body Radiation Therapy in the Lung Cancer -

1)강원대학교 대학원 보건의료과학과·2)서울아산병원 방사선종양학과

신성필<sup>1)</sup>·김태형<sup>1)</sup>·소운영<sup>1)</sup>·백금문<sup>1, 2)</sup>

## — 국문초록 —

본 연구는 폐암 환자의 정위방사선치료 시 환자의 호흡인자를 적용한 치료계획을 설정하여 그 유용성을 평가하고자 하였다. 폐암 환자 10명을 대상으로 4차원 컴퓨터단층촬영을 시행하고, 환자의 호흡 인자를 적용한 치료계획과 기존의 치료계획과 비교 평가하였다. 실험은 폐의 용적변화, 폐의 방사선 흡수선량 변화, 폐암 주위의 중요 장기의 흡수선량 등을 분석하였다. 본 연구에서 호흡인자를 적용한 방사선 치료계획 시 기존의 방법과 비교하여 폐의 용적변화, 폐의 방사선 흡수선량 변화, 폐암 주위의 중요 장기의 흡수선량의 차이를 확인할 수 있었다. 결론적으로 폐암 환자의 정위체부방사선치료를 위하여 호흡인자를 적용한 방사선 치료계획 방법은 유용할 것으로 사료된다.

**중심 단어:** 정위체부방사선치료, 폐암, 방사선 흡수선량, 호흡

## I. 서 론

정위체부방사선치료(Stereotactic Body Radiation Therapy; SBRT)는 악성종양의 비수술적인 치료방법으로서 흉·복부, 척추 또는 골반에 초기 원발성 암이나 전이된 암을 치료함에 있어 효과적인 치료 방법으로 잘 알려져 있다<sup>[1]</sup>. 최근에는 1~2기 폐암이나 전이성 폐암 환자인 경우, 폐 정위체부방사선치료가 고선량 및 적은 분할 횟수를 적용하여 높은 국소 완치율을 얻음으로써 외과적 수술보다 주목을 받고 있다<sup>[2]</sup>. 그러나 폐의 SBRT는 1회에 고선량을 부여하기 때문에 정상 장기의 부작용인 방사선 폐렴 또는 폐섬유화, 골절과 같은 위험성을 내재하고 있어 임상에서는 이

를 해결하기 위하여 방사선 선량 흡수 체적과 정상 장기 체적의 비를 이용함으로써 방사선 치료계획을 평가하고, 가급적 방사선 장애를 줄이기 위한 노력을 하고 있다<sup>[3,4]</sup>.

일반적으로, SBRT를 위한 방사선 치료계획은 특정 부분의 호흡에 대한 정적 “3차원 컴퓨터단층촬영(3-dimensional computed tomography; 3-D CT)을 바탕으로 진행되고 있으나 호흡을 고려한 영상화는 흡기(inspiration)와 호기(expiration)의 각 위상 호흡(phase, %)에 따른 4차원 컴퓨터단층촬영(4-dimensional CT; 4-D CT)과도 융합하여 시행한다<sup>[3-5]</sup>. 또한 종양의 움직임 정보가 내재되어 있는 내부 표적체적(internal target volume; ITV)를 얻어 방사선 치료계획에 반영한다. 그러나 현재까지 방사선 치료계획 시

This study was some cited the thesis of Sung Pil Shin, M.S. in the department of medical health science, kangwon national university graduate school in 2014.

Corresponding author: Tae-Hyung Kim, Department of Radiological Science, Kangwon National University, 346 Hwangjo-gil, Dogye-eup, Samcheeok, 25913, Korea, Tel: +82-33-540-3382 / E-mail: thkim@kangwon.ac.kr

Received 30 October 2016; Revised 30 November 2016 ; Accepted 01 December 2016

환자의 호흡에 의한 종양의 움직임은 고려하고 있으나 호흡에 따른 전체 폐의 체적변화나 인접장기에 대한 방사선 흡수선량의 영향은 고려되지 않는 실정이다. 그러므로 환자의 호흡에 따른 정상조직 체적 측정의 오류가 발생 할 수 있는 가능성이 제시되고 있다<sup>[6]</sup>.

본 연구는 폐 정위체부방사선치료계획 시 호흡에 의한 전체 폐의 체적 변화라는 새로운 인자를 적용하여 방사선치료암 연구회(Radiation Therapy Oncology Group; RTOG)에서 권고하고 있는 기존의 정상조직 합병증확률(Normal Tissue Complication Probability; NTCP)의 방사선 장해요소( $V_{20} < 20\%$  code, 방사선치료계획 시 20 Gy의 흡수선량을 받는 폐 체적이 전체 폐 체적의 20%를 넘지 않게 하는 치료 조건)와 비교하고, 내부표적체적과 인접 정상조직의 방사선 흡수선량의 변화를 분석하고자 한다.

## II. 대상 및 연구방법

본 연구는 강원대학교 생명윤리위원회의 임상연구심의 승인으로 진행하였다(승인번호, KWNUIRB-2014-11-006-001). 2015년 2월 이후 내원하여 1~2기의 초기 폐암 진단을 받고, 폐의 SBRT를 받은 환자 10명을 대상으로 하였다. 모든 환자는 임상 시험 윤리 규정에 맞게 환자의 정보가 유출되지 않도록 하였으며, 4-D CT 영상과 치료계획장치(treatment planning system; TPS)의 프로그램을 사용하여 분석하였다.

연구 진행은 Fig. 1의 내용을 순서로 진행하였으며, 구체적인 실험방법은 다음과 같다.

폐암 환자의 SBRT를 수행하기 위한 방사선 치료계획은 3차원 모의치료 장비인 16채널 컴퓨터단층촬영장치(SOMATO sensation open, Siemens, Erlangen, Germany)를 사용하여 모의치료 과정을 통하여 환자의 특정 어느 정적인 호흡 부분인, 조영 증강된 흉부 컴퓨터단층촬영영상을 얻었다. 호흡에 따른 내부 장기의 움직임 및 체적의 변화에 대한 영상은 추가적으로 실시간 호흡연동장치(ANZAI belt system, Siemens, Erlangen, Germany)를 환자의 우측 가로막 아래에 장착하여 검사를 수행하였으며, 영상 습득 과정에서 각 위상 별(phase, 10% unit) 호흡에 따른 종양의 크기, 위치 및 움직임 등 해부학적 정보가 담긴 4-D CT 영상을 얻었다.

습득된 영상들을 치료계획장치(Pinnacle, Philips, Amsterdam, Netherlands)으로 전송하여 내부표적체적(internal target volume; ITV)과 계획용표적체적(planning target volume; PTV)을 설정하고, 치료하고자 하는 종양이

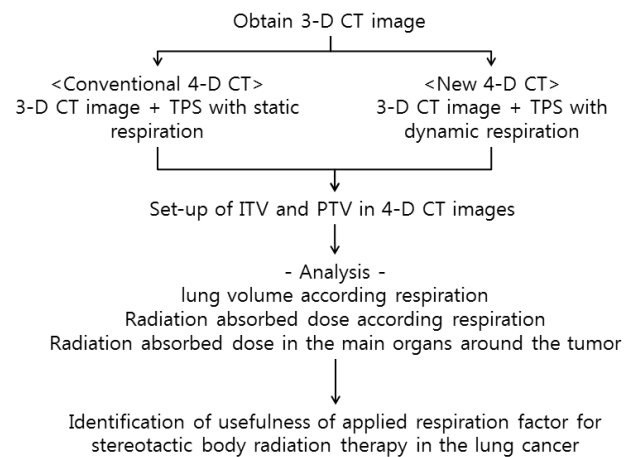


Fig. 1 Research flow chart for the study

Note: CT; computed tomography, TPS; treatment planning system, ITV; internal target volume, PTV; planning target volume

호흡에 의해 치료 범위를 벗어나지 않도록 치료계획을 세웠다(Conventional method). 또한, 방사선 치료목적에 맞게 정상조직에는 적은 선량이 전달되고, 종양 부위에는 적절한 방사선이 조사되도록 역방향치료계획(Inverse treatment planning)을 수행하였다.

호흡 정보를 고려한 정상조직합병증 확률(normal tissue complication probability; NTCP) 규약을 비교 평가하기 위하여 기존의 4-D CT scanning을 통해 얻은 호흡과정(phase)에서의 영상을 이용하여 호흡에 의한 폐 체적과 종양 주변의 중요 장기의 체적 변화를 하나의 체적과 융합하였다. 여기에 기존의 방사선 치료계획과 동일하게 환자의 호흡과정을 융합하여 폐의 SBRT를 중복시킴으로써 새로운 방사선 치료계획(New method)을 준비하였다.

### 1. 호흡정보 적용 유·무에 따른 폐 체적의 변화

호흡으로 인한 폐 체적의 변화를 알아보기 위하여 치료계획장치(TPS) 이용하였으며, 기존의 치료계획과는 달리 호흡 정보가 적용된 치료계획 방식의 폐 체적을 만들어 내기 위하여 4-D CT영상에서 나타나는 모든 phase별 호흡영상을 이용하였다(10% unit). 폐 체적 영상들에 대해 각각의 체적을 설정하고, 하나의 체적으로 융합시켜 호흡 정보가 적용된 새로운 체적을 만들었다. 호흡정보가 적용된 새로운 폐 체적과 호흡정보가 적용되지 않은 기존 치료계획 방식인 두 라이벌 치료계획의 폐 체적에 각각 환자의 폐의 SBRT와 중복시키고, 치료계획장치(TPS)에서의 관심영역(region of interest; ROI)와 선량히스토그램(dose volume histogram; DVH)을 이용하여 호흡 인자 적용의 유무에 따른 폐 체적의 변화를 비교하였다.

## 2. “V<sub>20</sub><20% 규약” 적용 시 폐 체적의 변화에 따른 방사선 흡수선량

환자 호흡으로 인한 폐 체적의 변화 대한 정보를 가지고, 체적 대비 방사선 흡수선량 값이 나타나 있는 DVH와 치료 계획 평가를 위해 적용하는 V<sub>20</sub><20% 규약을 각 실험 환자 들의 DVH 값에 적용하였다. 총 20 Gy의 흡수선량에 대한 폐 체적(cm<sup>3</sup>)을 구하고, 측정된 폐의 체적 정보를 이용하여 호흡 인자가 적용된 치료계획에서의 DVH에 적용하여 흡수 선량과 비교하였다. 이를 통하여 환자의 호흡 인자 적용 유 무에 따른 두 치료계획의 방사선 흡수선량의 차이를 분석 하였다.

## 3. 폐 체적의 변화에 따른 종양의 주변 중요장기의 방사선 흡수선량

호흡으로 인해 발생된 폐 체적의 변화가 종양 주변의 장 기들의 흡수선량에 미치는 변화를 분석하기 위하여 종양 주 변의 갈비뼈, 기관-기관지, 식도, 척수 등에서 방사선 흡수 선량을 측정하였다. 방사선 흡수선량을 비교할 수 있는 라 이벌 치료계획을 만들기 위해 모의치료 과정에서 얻은 호흡 과정의 phases별 4-D CT를 이용하여 종양 주변의 장기들 의 체적을 설정하였다. 설정된 호흡과정의 phases별 장기 들의 체적들을 하나의 새로운 장기 체적으로 융합하였으며, 융합된 체적을 바탕으로 기존의 폐 SBRT와 중복되도록 하 였다. 또한, 호흡 인자가 적용되지 않은 기존 SBRT 계획에 서의 중요 장기 체적과 호흡 인자가 적용된 새로운 치료계 획에서의 중요 장기 체적에 대하여 흡수선량을 구할 수 있 게 하였으며, 정상조직 합병증확률(NTCP)과 비교 분석하기 위하여 최대 흡수선량을 지표로 사용하여 평가하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 호흡정보 적용 유·무에 따른 폐 체적의 변화

폐의 SBRT를 위한 전산화치료계획을 시행하였을 때, new method를 적용한 폐의 체적 변화는 호흡 정보를 적용 하지 않은 기존의 방법과 비교하여 더 크게 나타났으며, 그 차이는 최소 189 cm<sup>3</sup>, 최대 416 cm<sup>3</sup>이었으며, 평균 261 cm<sup>3</sup> 이었다(Fig. 3).

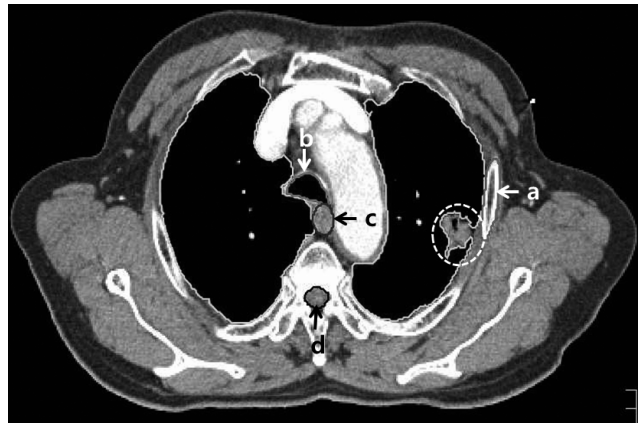


Fig. 2 Computed tomographic image of the normal organs around tumor in lung cancer, point ring; tumor, a; ribs, b; tracheobronchus, c; esophagus, d; spinal cord

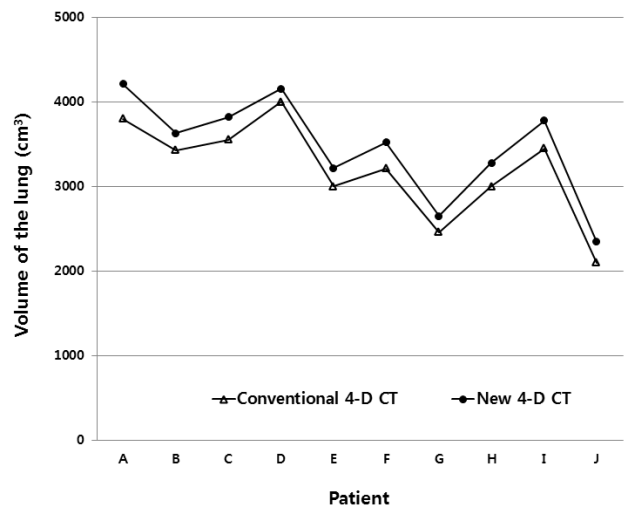


Fig. 3 Changes in lung volume between conventional 4-Dimensional CT and new 4-Dimensional CT

#### 2. “V<sub>20</sub><20% 규약” 적용 시 폐 체적의 변화에 따른 방사선 흡수선량

Radiation Therapy Oncology Group에서 권고한 Normal Tissue Complication Probability의 “V<sub>20</sub><20% 규약”을 적용한 결과, 모든 환자에서 호흡정보를 적용하지 않은 기존 의 방사선치료계획에서 new method를 적용하였을 때보다 많은 방사선 흡수선량을 받고 있는 것으로 나타났다(Fig. 4). 새로운 치료계획은 “V<sub>20</sub><20% 규약”에 맞게 일정한 선량 분포를 보였으나, 환자 B 경우는 전체 폐 체적 중 20% 폐 체적에서 받는 흡수선량 차이가 900 cGy로, 10명의 환자 중 가장 크게 나타났다.

### 3. 종양 주변의 중요장기의 방사선 흡수선량

폐 체적 변화에 따른 종양주변의 각 중요장기의 방사선 흡수선량의 변화는 Table 1에 요약하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

폐의 SBRT시 종양 주변에 인접해 있는 갈비뼈의 방사선 흡수선량은 기존 치료계획으로 시행하였을 때 평균 5,847.4 cGy (4,980.2~6,411.3 cGy)이었고, New method를 시행하였을 때는 평균 6,002.3 cGy (5,000.1~6,590.3)이었다. 그 차이는 평균 154.9 cGy (환자 C의 경우, 최소-76.6 cGy, 환자 F의 경우, 최대 600.3 cGy)이었다.

기관-기관지의 방사선 흡수선량은 기존 방법으로 시행하였을 때 평균 2,657.8 cGy (830~6,851.2 cGy)이었고, New method를 시행하였을 때는 평균 2,720.9 (940~6,902.5) cGy이었다. 기존의 방법과 비교한 방사선 흡수선량의 차이는 그 차이가 없거나 최대 124.1 cGy (평균 63.1 cGy)이었다.

식도의 방사선 흡수선량은 기존 방법으로 시행하였을 때 평균 1,258.3 cGy (942~3,132.8 cGy)이었고, New method를 시행하였을 때는 평균 1,511.5 cGy (942~4,824.7 cGy)이었다. 방사선 흡수선량의 차이는 그 차이가 없거나 최대 192.6 cGy (평균, 253.2 cGy)이었다.

척수는 기존 방법으로 시행하였을 때 평균 885.7 cGy (423.2~1,251.5 cGy)이었고, New method를 시행하였을 때는 평균 908.8 cGy (429.3~1,272.5 cGy)이었다. 방사선 흡수선량의 차이는 평균 23.1 cGy (환자 C의 경우, 최소-4.5 cGy, 최대 95.4 cGy)이었다.

### IV. 고찰 및 결론

일반적으로 초기 폐암을 치료하기 위해 시행되었던 외과적 종양제거술은 초기 폐암 치료의 유일한 방법이었다. 1950년대 Gamma Knife를 이용한 Leksell의 두개 내 종양 치료를 시작으로 방사선치료 장비의 발전과 환자의 정확한 치료 자세 재현 및 종양의 움직임을 파악할 수 있게 되어 목적 부위에 보다 더 정확한 선량 전달이 가능하게 되었다<sup>[7]</sup>. 또한 종양 부위에 높은 선량을 전달하고, 정상 조직에는 보다 적은 선량만이 전달되어 생물학적 효과가 증대되고, 종양 주변의 정상 조직을 보호하는 효과를 얻게 되었다. 더욱이 SBRT가 초기 폐암 치료에 도입됨에 따라, 외과적 수술 방법보다 더 높은 국소 완치율과 5년 생존율을 얻게 되었다. SBRT의 장점은 환자의 경제적 부담이 감소할 뿐만 아니라 치료 시간의 단축효과가 발생하였으며, 이러한 이유들로 최근 임상에서는 SBRT가 폐암 치료 방법으로 외과적 수술보다 관심을 받기 시작하였다<sup>[8-10]</sup>.

지금까지는 어느 한 정적인 호흡 phase의 3-D CT 영상을 바탕으로 4-D CT 영상을 통해 얻은 내부표적체적을 적용하여 치료계획을 세웠고, 방사선 치료 암 연구회에서 권고하는 규약 중의 하나인  $V_{20} < 20\%$  규약과 함께 폐 정위체부 방사선치료계획을 평가하였다. 하지만 폐 정위체부방사선 치료를 실시할 때, 실제 환자의 호흡은 정지 상태가 아닌 자유 호흡을 하는 상태이기 때문에, 어느 정적 호흡의 영상인 3차원 폐 체적만을 가지고 방사선 치료 계획을 세우고 평가

**Table 1** Radiation absorbed dose of main organs around tumor (Unit: cGy)

| Organ           | Method of RTP | Average Radiation Absorbed Dose | Average Difference between Absorbed Dose |
|-----------------|---------------|---------------------------------|--|
| Ribs            | Conventional  | 5,847.4<br>(4,980.2 ~ 6,411.3)  | 154.9                                    |
|                 | New           | 6,002.3<br>(5,000.1 ~ 6,590.3)  |  |
| Tracheobronchus | Conventional  | 2,657.8<br>(830 ~ 6,851.2)      | 63.1                                     |
|                 | New           | 2,720.9<br>(940 ~ 6,902.5)      |  |
| Esophagus       | Conventional  | 125.3<br>(511.3 ~ 3,132.8)      | 253.2                                    |
|                 | New           | 1,511.2<br>(578.3 ~ 4,824.7)    |  |
| Spinal cord     | Conventional  | 885.7<br>(423.2 ~ 1,641.1)      | 23.1                                     |
|                 | New           | 908.8<br>(429.3 ~ 1,653.6)      |  |

Note: RTP; radiation treatment planning

하는 것은 부정확하다고 말할 수 있다. 본 연구에서도 환자의 호흡에 따른 폐 체적변화를 확인할 수 있었으며, 환자 A의 경우는 폐의 SBRT의 관상면(coronal view)을 이용하여 나타낸 결과, Fig. 4에 나타낸 것과 같이 방사선 치료계획 시 환자의 호흡이 고려된 4-D CT 영상을 이용한 폐 정위체부방사선치료계획의 폐 체적이 호흡 인자를 고려하지 않은 기존의 방법보다 더 크게 나타났다.

기존의 폐 정위체부방사선치료계획과는 달리 환자 호흡인자를 적용한 새로운 폐 정위체부방사선치료계획을 세우고, 실제 환자 호흡에 의한 폐 체적의 변화 정도와  $V_{20}$ (20% 규약을 적용시킴으로써 20Gy의 흡수선량을 받은 실제 폐 체적 그리고 종양 주변 중요장기의 방사선 흡수선량을 알 수 있었다. 본 연구를 통하여 환자의 호흡 인자를 적용한 치료계획에서의 전체 폐 면적의 20%가 받는 흡수선량은 호흡인자를 적용하지 않는 방사선치료 방법보다 더 큰 것으로 나타났으며, 호흡 인자를 적용한 치료계획에서의 20% 폐 체적에 대한 흡수선량은 2,000 cGy로 나타났으며, 호흡 인자를 적용하지 않는 치료계획에서의 폐 20%의 흡수선량은 2,900 cGy로 나타나 약 900 cGy의 흡수선량 차이가 나는 것으로 나타났다. 이는 환자의 호흡으로 인한 폐의 움직임에 따른 체적변화가 방사선 흡수선량의 변화를 유발할 수 있는 가능성을 확인하였다.

폐 정위체부방사선치료계획은 일반적으로 컴퓨터단층촬영 장비를 이용하여 방사선 치료계획용 영상을 얻는다. 또한, 양전자 컴퓨터 단층촬영 장비(Positron emission tomography computed tomography; PET-CT)의 도입으로 인하여 보다 더 정확한 종양의 크기와 종양의 침윤 범위 등 생물학적 정보를 얻을 수 있게 되었다<sup>[11]</sup>. 하지만 3-D CT는 어느 한 정적인 영상만을 나타내기 때문에 환자의 호흡에 의한 종양 움직임이 왜곡되어 있어서 이를 위해 보다 더 정확한 종양의 모양과 크기 및 움직임, 해부학적 정보 등을 얻기 위해 4-D CT를 이용하게 되었다. 4-D CT simulation을 통하여 내부표적체적을 얻게 됨에 따라, 환자가 치료 중에 자연스러운 호흡을 하여도, 많은 선량을 전달되어야 하는 목적 종양이 치료 범위를 벗어나지 않을 수 있게 되었다<sup>[5]</sup>. 하지만 이러한 폐의 SBRT의 특성은 치료 중 환자의 호흡에 따른 내부 장기의 움직임 등이 발생하였을 때, 목적인 종양과 인접한 정상적인 폐 조직에 원치 않는 높은 선량을 부여하게 된다. 특히 목적 종양이 호흡으로 인하여 움직임이 많은 곳에 위치한 경우, 흡수선량의 변화가 나타난다. 이는 치료계획과는 다른 선량 분포를 갖게 되며, 방사선치료 중 또는 종료 후에 방사선 폐렴이나 섬유화 또는 골절이라는 부작용으로 나타나기도 한다<sup>[12]</sup>. 본 연구 결과에

서도 기존의 치료계획과 달리 종양주위에 있는 정상 장기의 방사선 흡수선량의 차이가 뚜렷이 나타남을 확인할 수 있었다. 특히, 호흡 인자가 적용된 치료 계획에서 환자 C의 갈비뼈의 흡수선량은 6,186 cGy로, 기존의 치료 계획에서 예상했던 갈비뼈 흡수선량 6,262.6 cGy 보다 76.6 cGy가 더 적게 분석되었으며, 환자 F의 경우는 흡수선량 차이가 600.3 cGy로 기존 치료 계획에서 예상되었던 흡수선량 값보다 약 10% 이상 증가한 것으로 나타났다. 반면, 식도의 경우는 몇몇 환자들을 제외하고는 그리 큰 차이가 나타나지 않았으며, 특징적으로, 환자 A와 J 경우 중요 장기가 치료 목적 종양 부근에 위치해 있어 다른 환자들의 중요 장기 흡수선량보다 대체적으로 많은 흡수선량을 받고 있는 것으로 나타났다. 그러므로 폐의 SBRT시 환자의 호흡에 따른 주위 장기의 방사선 흡수선량의 차이가 발생할 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 아래와 같이 제한점과 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

첫째, 대상 환자 수의 부족으로 실제 임상에서 폐의 SBRT를 시행한 환자라고 하지만, 그 연구의 개체수가 10명으로 제한되었기 때문에 보다 더 정확하고 객관적인 평가를 위하여 더 많은 개체 수를 가지고 추가적인 연구가 필요할 것이라 생각된다. 또한, 환자의 폐암 발생부위, 연령, 체형 등과 같이 다양한 인자를 고려한 분석도 필요할 것으로 생각된다. 둘째, 본 연구는 SBRT 시행 전의 치료계획의 정보를 이용하여 분석하였다. 따라서 실질적으로 폐암 환자에서 새로운 치료계획이 도입된 결과를 분석한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

폐의 정위체부방사선치료(SBRT) 시 호흡에 의한 체적 변화를 적용한 방사선치료계획은 기존에 방법에 비해 보다 정확한 치료계획을 제공할 것으로 예상되며, 이는 내부표적체적과 인접 정상조직의 흡수선량을 관리하는데 유용한 자료로 활용 가능할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. Robert Timmerman, Rebecca Paulus et al.: Stereotactic Body Radiation Therapy for Inoperable Early Stage Lung Cancer, American Medical Association, 1070-

- 1076, 2010
2. Hiroshi Onishi, Hiroki Shirato et al.: Stereotactic Body Radiotherapy (SBRT) For operable Stage I Non-Small Cell Lung Cancer: Can SBRT be comparable to surgery?, International Journal Of Radiation Oncology Biology Physics, 81(5), 1352-1358, 2011
  3. Tracey, Schefter, Brian, Kavanagh et al.: A Phase I/II Trial of Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT) for Lung Metastases: Initial report of Dose Escalation and Early Toxicity, International Journal Of Radiation Oncology Biology Physics, S120-127, 2006
  4. Matthias Guckenberger, Katrin Heilmana, et. al.: Pulmonary Injury and Tumor Response after Stereotactic Body Radiotherapy (SBRT): Results of a Serial Follow-up CT Study, Radiotherapy and Oncology, 85, 435-442, 2007
  5. Jianzhou Wu, Huiling Li, Raj Shekhar et al.: An Evaluation of Planning Techniques for Stereotactic Body Radiation Therapy in Lung Tumor, Radiotherapy and Oncology 87 pp. 35-43, 2008
  6. Yvette Seppenwoolde, Joos, Lebesque, et. al.: Comparing Different NTCP Models that Predict the Incidence of Radiation Pneumonitis, International Journal Of Radiation Oncology Biology Physics, 55(3), 724-735, 2003
  7. S. Senan, Lagerwaard et al.: Stereotactic Radiotherapy For Stage I Lung Cancer: Current Results And New Developments. Cancer Radiotherapy 14 pp.115-118, 2010
  8. Alice W.Y Ng et al.: Hypofractionated Stereotactic Radiotherapy for Medically Inoperable Stage, Non-Small Cell Lung Cancer - Report on Clinical Outcome and Dose to Critical Organs, Radiotherapy and Oncology 87 pp.24-28, 2008
  9. Trovo, Linda, EI Naga et al.: Early and Late Lung Radiographic Injury Following Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT). Lung Cancer 69 pp. 77-85, 2010
  10. Guckenberger, Heilman, Wulf, Mueller, Beckmann et al.: Pulmonary Injury and tumor response after Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT) : Result of a Serial Follow-up CT Study. Radiotherapy and Oncology 85 pp.435-442, 2007
  11. Stanley. Benedict, Kamil. Yenice et al.: Stereotactic Body Radiation Therapy: The Report of AAPM Task Group 101. Medical Physics. 37 (8), 2010
  12. Neal, Dunlap et al.: Chest Wall Volume Receiving >30gy Predicts Risk of Severe Pain And/ or Rib Fracture After Lung Stereo Static Body Radiotherapy. Int J Radiation Oncology Biol, Phys, Vol 76 No.3 pp. 796-801, 2010

•Abstract

## Usefulness of Radiation Treatment Planning Applied Respiration Factor for Stereotactic Body Radiation Therapy in the Lung Cancer

Sung Pil Shin<sup>1)</sup>·Tae-Hyung Kim<sup>1)</sup>·Woon Young So<sup>1)</sup>·Geum Mun Back<sup>1,2)</sup>

<sup>1)</sup>*Department of Medical Health Science, Graduate School, Kangwon National University*

<sup>2)</sup>*Department of Radiation Oncology, Asan Medical Center*

We are evaluated the usefulness of radiation treatment planning applied respiration factor for stereotactic body radiation therapy in the lung cancer. Four dimensional computed tomography images were obtained in 10 patients with lung cancer. The radiation treatment plans were established total lung volume according to respiration images (new method) and conventional method. We was analyzed in the lung volume, radiation absorbed dose of lung and main organs (ribs, tracheobronchus, esophagus, spinal cord) around the tumor, respectively. We were confirmed that lung volume and radiation absorbed dose of lung and main organs around the tumor deference according to applied respiration. In conclusion, radiation treatment planning applied respiration factor seems to be useful for stereotactic body radiation therapy in the lung cancer.

---

**Key Words :** Stereotactic body radiation therapy, Lung cancer, Radiation absorbed dose, Respiration