

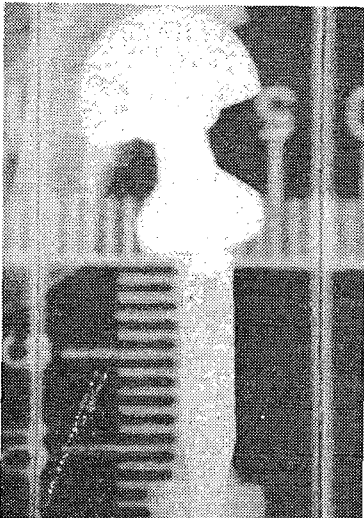
# 인공고관절에 의한 방사선 선량분포의 변화에 대한 고찰

경북대학교병원 치료방사선과

박두천 · 이진국 · 임익수 · 최영현

## 서 론

방사선 치료에 있어서 환자의 인체를 구성하고 있는 조직이나 장기들의 불균질성에 의하여 실제 치료되어지는 부위에서의 방사선 선량분포는 많은 영향을 받게 된다. 특히 폐나 공기낭에서는 흡수선량이 줄어들고 rebuild up 현상이 나타나며, 뼈( $\rho=1.3g/cm^3$ )와 같이 밀도가 높은 부위에서는 흡수선량이 증가하고 back scattering도 증가하는 것으로 알려져 있다<sup>1,2)</sup>. <그림 1>과 같이 인공고관절을 삽입한 환자의 골반부위에 대한 방사선조사에 있어서 인공고관절의 밀도가 다른 조직에 비하여 훨씬 큰 값을 가지므로 특히 밀도차에 의한 영향은 더욱 크게 나타날 것이며 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다<sup>3-7)</sup>. 본 실험에서는 인공고관절이 삽입된 환자에 대하여 치료계획용 컴퓨터로 방사선량의 분포를 계산하였으며 실험을 위하여 제작된 팬텀에 대하여 열형광선량계를 이용하여 방사선량의 분포를 측정하여 그 결과



<그림 1> 인공고관절이 삽입된 환자의 simulation film

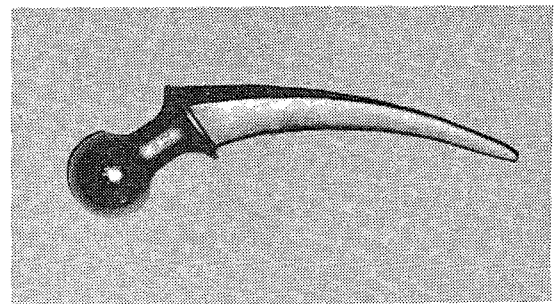
를 비교하여 봄으로써 실제 인공고관절을 사용한 인체 내부에서 방사선량의 분포에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다.

## 실험재료 및 장치

- 치료계획용 컴퓨터 : PDP 11/84(Mevaplan 10.1)
- 인공고관절 : Ti( $\rho=4.5g/cm^3$ )
- TLD Reader : Harshaw 4000
- TLD : TLD 100(LiF ; rod type)
- 팬텀 : 파라핀
- 치료기 : MEVATRON KD 6MV-X(Siemens)

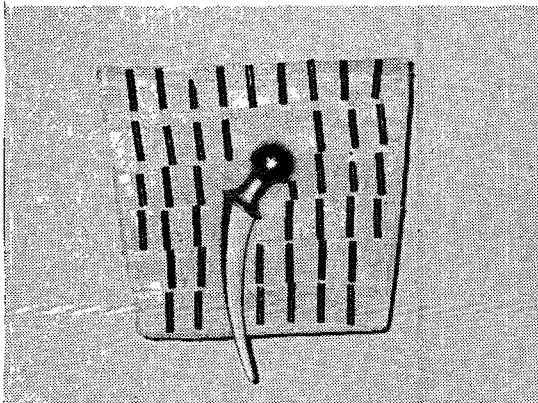
## 실험방법

<그림 2>는 본 실험에서 사용한 인공고관절이며 대부분의 인공고관절은 스테인레스, 철, 몰리브덴, 니켈 등의 합금으로 구성되며 본 실험에 사용된 인공고관절은 주로 티타늄으로 구성되어 있다. 인공고관절은 크게 head, neck 그리고 stem 부위로 나눌 수 있으며 그 중에서 직경 3.2cm의 head 부분과 neck에서 주로 많은 영향이 나타날 것으로 생각된다. 따라서 이에 대하여 중점적인 실험을 실시하였다.



<그림 2> 실험에 사용된 인공고관절

우선 인공고관절과 뼈가 있을 경우에 대하여 각각 RTP system을 이용한 선량분포도 작성을 계산하여 그 결과를 비교, 분석하였다. 그리고 파라핀을 사용하여 직경 20cm 정도의 팬텀을 제작하고 여기에 인공고관절을 삽입하여 그 값을 측정, RTP system에 의한 결과와 비교하였다. 이때 <그림 3>과 같이 팬텀 내부에 열형광선량계를 삽입할 수 있게 2cm 간격으로 구멍을 만들었으며 인공고관절도 들어갈 수 있게 제작하였다. 제작된 팬텀에 열형광선량계를 적절하게 삽입한 후 선형가속기로 6MV X-선을 조사하였다. 방사선에 조사된 열형광선량계를 판독하여 선량분포도를 작성하였다.



<그림 3> 파라핀 팬텀과 열형광선량계와 인공고관절이 삽입된 모습

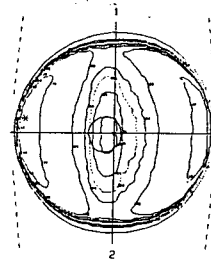
결 과

1. 치료계획용 컴퓨터에 의한 결과

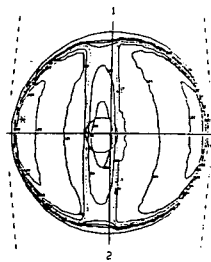
<그림 4>의 (a)와 (b)는 치료계획용 컴퓨터를 사용하여 뼈일 때와 인공고관절일 때를 head 부위에 대하여 비교한 것이다. 전후방향으로 방사선을 조사하였을 때 두 경우 모두 뼈와 인공고관절의 전후방향에 대하여 선량이 감소하며 좌우방향에는 선량이 증가하는 것을 알 수 있다. 그러나 인공고관절이 삽입된 경우 뼈일 때보다 선량분포에 더욱 큰 영향을 미침을 확인할 수 있었다.

2. 팬텀을 이용한 결과

<그림 5>는 열형광선량계가 삽입된 팬텀에 대하여 방사선을 전후방향으로 조사한 후 coronal 방향의 측



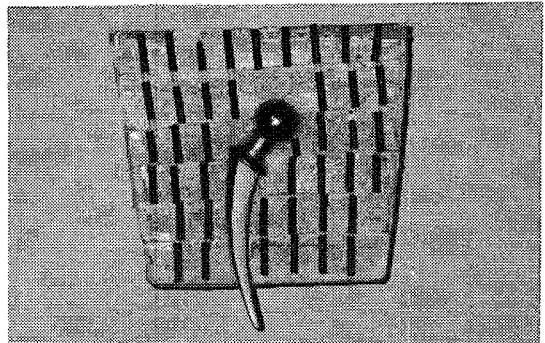
(a) 뼈일 경우



(b) 인공고관절이 삽입된 경우

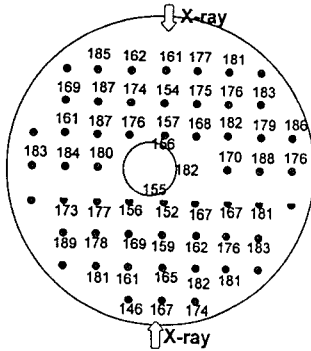
<그림 4> 치료계획용 컴퓨터를 이용한 선량분포 정값을 나타낸 것이다. 인공고관절 주위로 back scattering에 의한 선량증가를 보여주고 있다. 실험 결과 인공고관절의 head 부근에서 약 7% 정도의 선량 증가가 나타났다.

<그림 6>에서는 동일하게 조사된 팬텀에 대하여 axial방향의 측정값을 나타낸 것이다. Head 부근에서 전후방향에 대하여 약 9% 정도의 선량감소를 관측할 수 있었고, 조사되는 방사선의 coronal 방향으로 인공고관절주위에서 산란에 의한 선량 증가를 확인하였다.



<그림 5> 팬텀에 대하여 coronal방향의 선량분포

## REFERENCE



〈그림 6〉 인공고관절 head 부분에서 axial방향의 선량분포

### 고 찰

본 실험에서는 인공고관절 사용할 때 선량분포의 변화에 대하여 알아 보았다. 밀도가 높고 또한 높은 원자번호를 가진 금속에 의하여 방사선 조사시 큰 영향이 나타남을 확인하였고 특히 대퇴부에 인공고관절을 삽입하였을 때 방사선의 조사방향에 대하여 약 9%의 선량감소, 조사방향의 수직방향에 대하여 7%의 선량증가를 확인하였다. 이는 전후방향에 대해서는 고밀도 금속에 의한 흡수선량의 증가로 인하여 선량감소가 나타나고, 좌우방향에 대해서는 back scattering에 의하여 선량증가가 나타나는 것으로 확인되었다.

1. A. Niroomand-Radm K. W. Harter, S. Thobejane, and K. Bertrand, "Air cavity effects on the radiation dose to the larynx using Co-60, 6MV, and 10MV photon beams", *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 29(5) : 1139-1146, 1994.
2. Epp, E. R. Loughed, M. N. McKay, J. W., "Ionization buildup in upper respiratory air cavities during teletherapy with Co-60 radiation." *Br. J. Radiol.*, 31 : 361-367, 1958.
3. P. J. Biggs, and B. S. Russell, "Effect of a femoral head prosthesis on megavoltage beam radiotherapy", *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 14(3) : 581-586, 1988.
4. J. Dutreix, and M. Bernard, "Dosimetry at isotopes for high energy X- and  $\gamma$ -rays", *Brit. J. Radiol.*, 39 : 205-210, 1966.
5. F. R. Hudson, M. T. Crowley and M. Samarasekera, "Radiotherapy treatment planning for patients fitted with prostheses." *Brit. J. Radiol.*, 57 : 603-608, 1984.
6. B. Nilsson and A. Montelius, "Fluence perturbation in photon beams under nonequilibrium conditions", *Med. Phys.* 13 : 191-195, 1986.
7. V. Thambi, A. K. Murthy, G. Alder, and P. K. Kartha, "Dose perturbation resulting from gold fillings in patients with head and neck cancers." *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 5 : 581-582, 1979.

