

소 조사면 X선의 선량분포 측정

가톨릭대학교 강남성모병원 치료방사선과 · 김천대학 방사선과*

황도성 · 김희남 · 나수경* · 박병섭*

I. 서 론

최근 뇌종양치료의 한 방법으로서 뇌절개 등의 수술이 아닌 선형가속기로부터 발생하는 방사선을 이용한 뇌정위적 방사선수술(stereotatic radiosurgery)이 광범위하게 이용되고 있다.

뇌정위적 방사선수술에 이용되는 X선은 특수 콜리메터중앙의 작은 원형구멍을 통과하여 조사되는 조사면이 작은 X선으로서 통상적으로 방사선에 이용되는 사각형의 큰 조사면에서 얻은 자료를 그대로 이용할 수 없으며 새로운 측정이 필요하다.

방사선수술시 목표지점(target)에 최적의 선량을 조사하기 위한 것이며, 또한 선량계산은 최대조직 선량비(tissue maximum ratio), 출력 계수(output factor), OAR의 값 등이 필요하다.

본 연구에서는 선형가속기의 일반 치료용 방사선인 4MV X선과 뇌정위적 방사선수술 전용 방사선인 6MV X선을 측정하여 최적의 방사선 조사를 위한 치료계획의 기본자료로 사용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 연구를 위하여 직경이 1cm에서 4cm까지 2mm간격의 원통형의 납으로 된 특수콜리메터를 부착하여 각각의 조사면에 대하여 beam data를 구하였으며 측정에 사용된 장비 및 기구는

- Digital Mevatron(Siemens사)
- Wellhofer dosimetry system
 - IC 10 ion chamber
 - Electrometer
 - Water phantom 등을 사용하였다.

1. 출력계수(output factor)측정

선원 중심축간거리(SAD) 100cm에 ion chamber를 설치하고 수면으로부터 최대 선량점의 깊이로 잠기도록 한 후 10 × 10 cm의 조사야로 100MU의 방사선을 조사한후 방사선 출력을 측정하고 다시 동일한 위치에서 조사야를 5 × 5 cm로 고정하고 각각의 특수콜리메터를 부착하여 특수콜리메터의 원형 구멍을 통해 조사되는 작은 조사면의 크기에서의 방사선출력을 측정하여 이를 표준 조건인 조사야 크기 10 × 10 cm에서의 방사선량과 비교하여 출력 계수를 산출하였다.

2. 최대조직선량비(TMR, tissue maximum ratio)측정

특수콜리메터를 통하여 나오는 직경 1cm에서 4cm까지의 조사면에 대한 최대 조직선량비는 최대선량점깊이(D_{max} , 4MV : 1cm, 6MV : 1.5 cm)와 깊이 0.5 cm에서 20 cm까지 0.5 cm 간격으로 측정하였다.

3. OAR측정

OAR(off axis ratio)는 중심점으로부터 일정 거리에서의 방사선량과 중심점내에서의 방사선량의 비를 나타낸 것으로 방사선 조사야내부 및 주변 부위에서의 방사선량의 분포를 측정하기 위하여 조사면 중심점으로부터 1mm 간격으로 SAD 100 cm, 최대 선량점 지점에서 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

선형가속기에서의 동일한 양의 방사선이 방출되더라도 일정 지점에 도달하는 방사선량은 선형가속기의 조사면의 크기(1차 조사야)와 특수콜리메이터(2차 조사야)로부터 나오는 조사면의 크기에 따라 달라진다.

따라서 방사선수술시 선형가속기 조사면의 크기를 결정하고 특수콜리메이터로부터 조사면의 크기에 따른 방사선량을 측정하여야 한다.

동일한 크기의 특수콜리메이터를 사용하여도 선형가속기의 1차 조사야 크기를 변화시키면 1차

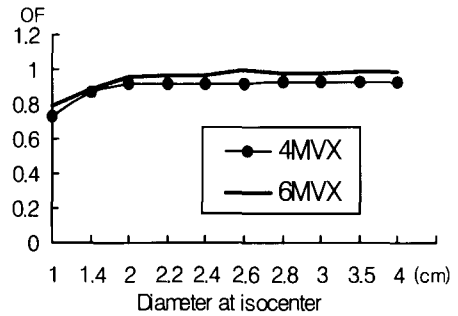


Fig. 1. Out put factor for 6MVX and 4MVX

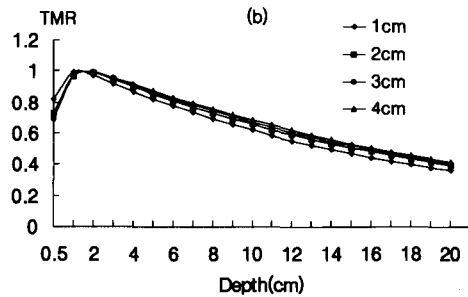
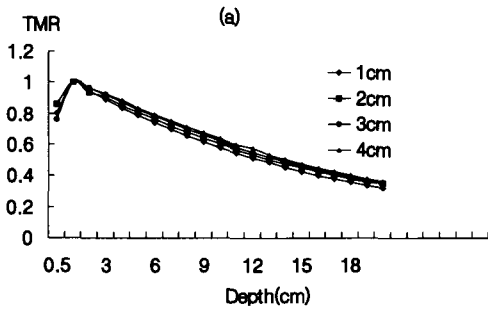


Fig. 2. Tissue maximum ratio for 6MVX(a) and 4MVX(b)

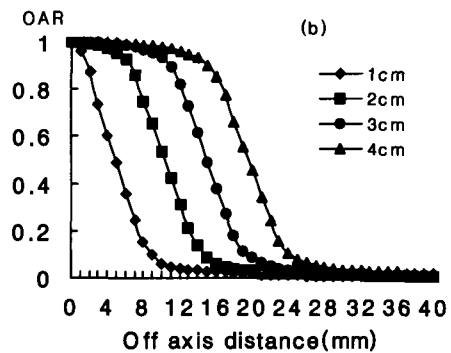
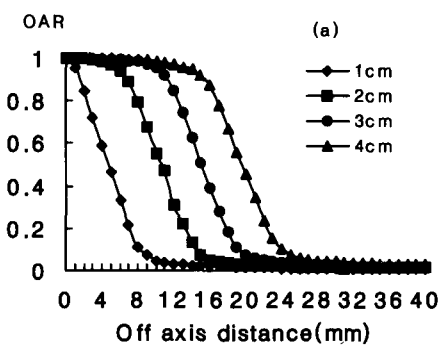


Fig. 3. Off axis ratio for 6MVX(a) and 4MVX(b)

Table 1. Output factors for 6MVX and 4MVX
(SAD = 100cm, primary collimator
= 5cm × 5cm, Dmax = 1.5cm, 1cm)

| 콜리메터 size(mm) (Diameter at isocenter) | Output factor | |
|--|---------------|-------|
| | 6MVX | 4MVX |
| 1 | 0.786 | 0.727 |
| 1.4 | 0.892 | 0.866 |
| 2.0 | 0.964 | 0.920 |
| 2.2 | 0.986 | 0.920 |
| 2.4 | 0.974 | 0.923 |
| 2.6 | 0.977 | 0.923 |
| 2.8 | 0.982 | 0.926 |
| 3.0 | 0.985 | 0.927 |
| 3.5 | 0.990 | 0.930 |
| 4.0 | 0.993 | 0.932 |

조사야의 크기에 따라 MU당 방사선출력이 변화하는 것으로 알려졌으며 그 크기는 특수콜리메터의 직경이 가장 큰 4cm보다 크며 특수콜리메터를 통과하는 방사선을 최소화 하기 위하여 5 × 5 cm로 측정하였다(Fig. 1, Table 1).

방사선이 조사된 후 피부표면에서 인체조직의 깊이에 따라 SAD지점에 도달하는 방사선량이 달라지며 인체내 일정지점에 도달하는 방사선량을 계산하기 위하여 최대 조직 선량비의 데이터가 필수적이다(Fig. 2, Table 2, 3).

일정한 1차 조사야크기 (5 × 5 cm) 및 특수콜리메터의 크기에서 방사선을 조사한 경우 방사선이 조사되는 범위내의 방사선량은 일정하지 않으며 조사면의 중심부위가 가장 방사선량이 많고 그 주변으로 갈수록 감소한다(Fig. 3, Table 4, 5).

Table 2. Tissue maximum ratio for 6MVX

(SAD=100cm, SCD=100cm, primary collimator =5×5cm maximum ratio for 6MVX)

| Depth (cm) | Field size (diameter at isocenter)(mm) | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.5 | 4.0 |
| 0.5 | 0.817 | 0.800 | 0.783 | 0.765 | 0.748 | 0.731 | 0.723 | 0.715 | 0.707 | 0.699 | 0.691 | 0.711 | 0.731 |
| 1.0 | 0.990 | 0.986 | 0.983 | 0.979 | 0.976 | 0.972 | 0.970 | 0.969 | 0.967 | 0.966 | 0.964 | 0.965 | 0.965 |
| 1.5 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 2.0 | 0.969 | 0.972 | 0.976 | 0.959 | 0.983 | 0.986 | 0.987 | 0.988 | 0.988 | 0.989 | 0.990 | 0.991 | 0.992 |
| 2.5 | 0.945 | 0.950 | 0.954 | 0.934 | 0.963 | 0.968 | 0.969 | 0.970 | 0.970 | 0.971 | 0.972 | 0.974 | 0.976 |
| 3.0 | 0.918 | 0.923 | 0.929 | 0.910 | 0.940 | 0.945 | 0.946 | 0.948 | 0.949 | 0.951 | 0.952 | 0.954 | 0.956 |
| 3.5 | 0.893 | 0.899 | 0.904 | 0.886 | 0.915 | 0.921 | 0.923 | 0.924 | 0.926 | 0.927 | 0.929 | 0.932 | 0.935 |
| 4.0 | 0.897 | 0.873 | 0.880 | 0.862 | 0.893 | 0.899 | 0.901 | 0.902 | 0.904 | 0.905 | 0.907 | 0.911 | 0.914 |
| 4.5 | 0.843 | 0.849 | 0.856 | 0.839 | 0.896 | 0.875 | 0.877 | 0.880 | 0.882 | 0.885 | 0.887 | 0.891 | 0.894 |
| 5.0 | 0.819 | 0.826 | 0.833 | 0.818 | 0.846 | 0.853 | 0.855 | 0.857 | 0.860 | 0.862 | 0.864 | 0.869 | 0.874 |
| 5.5 | 0.797 | 0.804 | 0.811 | 0.795 | 0.825 | 0.832 | 0.834 | 0.837 | 0.839 | 0.842 | 0.844 | 0.849 | 0.853 |
| 6.0 | 0.775 | 0.782 | 0.789 | 0.774 | 0.802 | 0.809 | 0.812 | 0.814 | 0.817 | 0.819 | 0.822 | 0.827 | 0.832 |
| 6.5 | 0.753 | 0.760 | 0.767 | 0.753 | 0.781 | 0.788 | 0.790 | 0.793 | 0.795 | 0.798 | 0.800 | 0.807 | 0.813 |
| 7.0 | 0.733 | 0.740 | 0.747 | 0.733 | 0.760 | 0.767 | 0.770 | 0.773 | 0.777 | 0.780 | 0.783 | 0.788 | 0.793 |
| 7.5 | 0.711 | 0.718 | 0.725 | 0.712 | 0.740 | 0.747 | 0.750 | 0.753 | 0.756 | 0.759 | 0.762 | 0.768 | 0.774 |
| 8.0 | 0.690 | 0.697 | 0.705 | 0.695 | 0.720 | 0.727 | 0.730 | 0.733 | 0.737 | 0.740 | 0.743 | 0.749 | 0.755 |
| 8.5 | 0.672 | 0.680 | 0.687 | 0.675 | 0.702 | 0.710 | 0.713 | 0.716 | 0.718 | 0.721 | 0.724 | 0.730 | 0.736 |
| 9.0 | 0.653 | 0.660 | 0.668 | 0.659 | 0.683 | 0.690 | 0.693 | 0.696 | 0.700 | 0.703 | 0.706 | 0.712 | 0.718 |
| 9.5 | 0.637 | 0.644 | 0.651 | 0.642 | 0.666 | 0.673 | 0.676 | 0.679 | 0.683 | 0.686 | 0.689 | 0.695 | 0.701 |
| 10.0 | 0.619 | 0.627 | 0.634 | 0.625 | 0.649 | 0.657 | 0.660 | 0.663 | 0.665 | 0.668 | 0.671 | 0.678 | 0.684 |
| 10.5 | 0.602 | 0.610 | 0.617 | 0.608 | 0.632 | 0.640 | 0.643 | 0.646 | 0.648 | 0.651 | 0.654 | 0.660 | 0.666 |
| 11.0 | 0.586 | 0.600 | 0.601 | 0.592 | 0.616 | 0.623 | 0.626 | 0.629 | 0.632 | 0.635 | 0.638 | 0.645 | 0.651 |
| 11.5 | 0.569 | 0.593 | 0.585 | 0.577 | 0.600 | 0.608 | 0.611 | 0.614 | 0.616 | 0.619 | 0.622 | 0.628 | 0.634 |
| 12.0 | 0.554 | 0.577 | 0.570 | 0.562 | 0.585 | 0.593 | 0.596 | 0.598 | 0.601 | 0.603 | 0.606 | 0.613 | 0.619 |
| 12.5 | 0.539 | 0.562 | 0.555 | 0.548 | 0.570 | 0.578 | 0.581 | 0.583 | 0.586 | 0.588 | 0.591 | 0.597 | 0.603 |
| 13.0 | 0.525 | 0.547 | 0.540 | 0.533 | 0.555 | 0.563 | 0.566 | 0.569 | 0.571 | 0.574 | 0.577 | 0.583 | 0.589 |
| 13.5 | 0.510 | 0.533 | 0.525 | 0.520 | 0.540 | 0.548 | 0.551 | 0.554 | 0.557 | 0.560 | 0.563 | 0.569 | 0.574 |
| 14.0 | 0.497 | 0.518 | 0.512 | 0.508 | 0.527 | 0.535 | 0.538 | 0.541 | 0.543 | 0.546 | 0.549 | 0.555 | 0.561 |
| 14.5 | 0.484 | 0.505 | 0.500 | 0.494 | 0.516 | 0.524 | 0.527 | 0.529 | 0.532 | 0.534 | 0.537 | 0.542 | 0.546 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 15.0 | 0.471 | 0.492 | 0.486 | 0.481 | 0.501 | 0.509 | 0.512 | 0.515 | 0.517 | 0.520 | 0.523 | 0.528 | 0.533 |
| 15.5 | 0.459 | 0.479 | 0.474 | 0.470 | 0.489 | 0.496 | 0.499 | 0.501 | 0.504 | 0.506 | 0.509 | 0.515 | 0.521 |
| 16.0 | 0.447 | 0.466 | 0.462 | 0.457 | 0.477 | 0.485 | 0.487 | 0.490 | 0.492 | 0.495 | 0.497 | 0.503 | 0.508 |
| 16.5 | 0.437 | 0.455 | 0.451 | 0.446 | 0.464 | 0.471 | 0.474 | 0.477 | 0.479 | 0.482 | 0.458 | 0.491 | 0.496 |
| 17.0 | 0.425 | 0.444 | 0.439 | 0.457 | 0.453 | 0.460 | 0.463 | 0.465 | 0.468 | 0.470 | 0.473 | 0.479 | 0.484 |
| 17.5 | 0.415 | 0.432 | 0.429 | 0.446 | 0.443 | 0.450 | 0.452 | 0.455 | 0.457 | 0.460 | 0.462 | 0.467 | 0.472 |
| 18.0 | 0.403 | 0.422 | 0.417 | 0.436 | 0.431 | 0.438 | 0.440 | 0.443 | 0.445 | 0.448 | 0.450 | 0.456 | 0.461 |
| 18.5 | 0.393 | 0.410 | 0.407 | 0.424 | 0.420 | 0.427 | 0.429 | 0.432 | 0.434 | 0.437 | 0.439 | 0.445 | 0.450 |
| 19.0 | 0.383 | 0.400 | 0.439 | 0.413 | 0.400 | 0.418 | 0.420 | 0.423 | 0.425 | 0.428 | 0.430 | 0.435 | 0.439 |
| 20.0 | 0.364 | 0.371 | 0.378 | 0.384 | 0.391 | 0.398 | 0.400 | 0.402 | 0.405 | 0.407 | 0.409 | 0.414 | 0.419 |

Table 3. Tissue maximum ratio for 4MVX

(SAD=100cm, SCD=100cm , primary collimator = 5×5cm maximum ratio for 6MVX)

| Depth (cm) | Field size (diameter at isocenter)(mm) | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.5 | 4.0 |
| 0.5 | 0.806 | 0.806 | 0.806 | 0.825 | 0.845 | 0.864 | 0.871 | 0.878 | 0.839 | 0.800 | 0.761 | 0.788 | 0.861 |
| 1.0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 1.5 | 0.976 | 0.977 | 0.978 | 0.978 | 0.977 | 0.977 | 0.977 | 0.977 | 0.980 | 0.982 | 0.985 | 0.986 | 0.958 |
| 2.0 | 0.974 | 0.949 | 0.950 | 0.951 | 0.952 | 0.953 | 0.954 | 0.954 | 0.957 | 0.961 | 0.964 | 0.967 | 0.966 |
| 2.5 | 0.919 | 0.922 | 0.924 | 0.926 | 0.928 | 0.930 | 0.930 | 0.929 | 0.933 | 0.937 | 0.941 | 0.946 | 0.946 |
| 3.0 | 0.891 | 0.894 | 0.897 | 0.899 | 0.902 | 0.904 | 0.905 | 0.906 | 0.910 | 0.915 | 0.919 | 0.924 | 0.926 |
| 3.5 | 0.862 | 0.867 | 0.872 | 0.875 | 0.877 | 0.880 | 0.882 | 0.883 | 0.887 | 0.891 | 0.895 | 0.901 | 0.903 |
| 4.0 | 0.837 | 0.841 | 0.844 | 0.847 | 0.851 | 0.854 | 0.859 | 0.863 | 0.866 | 0.869 | 0.872 | 0.879 | 0.883 |
| 4.5 | 0.813 | 0.817 | 0.820 | 0.824 | 0.827 | 0.831 | 0.835 | 0.838 | 0.842 | 0.846 | 0.850 | 0.856 | 0.859 |
| 5.0 | 0.787 | 0.792 | 0.797 | 0.801 | 0.804 | 0.808 | 0.811 | 0.813 | 0.817 | 0.821 | 0.825 | 0.833 | 0.837 |
| 5.5 | 0.764 | 0.768 | 0.772 | 0.776 | 0.780 | 0.784 | 0.789 | 0.794 | 0.797 | 0.800 | 0.803 | 0.812 | 0.816 |
| 6.0 | 0.741 | 0.745 | 0.749 | 0.754 | 0.759 | 0.764 | 0.768 | 0.771 | 0.774 | 0.778 | 0.781 | 0.788 | 0.794 |
| 6.5 | 0.717 | 0.722 | 0.727 | 0.731 | 0.736 | 0.740 | 0.746 | 0.751 | 0.754 | 0.756 | 0.759 | 0.768 | 0.773 |
| 7.0 | 0.697 | 0.702 | 0.706 | 0.710 | 0.714 | 0.718 | 0.724 | 0.730 | 0.733 | 0.735 | 0.738 | 0.746 | 0.751 |
| 7.5 | 0.675 | 0.680 | 0.685 | 0.689 | 0.694 | 0.698 | 0.704 | 0.710 | 0.713 | 0.715 | 0.718 | 0.725 | 0.732 |
| 8.0 | 0.655 | 0.660 | 0.665 | 0.670 | 0.674 | 0.679 | 0.685 | 0.691 | 0.693 | 0.694 | 0.696 | 0.705 | 0.711 |
| 8.5 | 0.635 | 0.641 | 0.647 | 0.650 | 0.653 | 0.656 | 0.665 | 0.673 | 0.674 | 0.675 | 0.676 | 0.684 | 0.692 |
| 9.0 | 0.615 | 0.620 | 0.625 | 0.630 | 0.635 | 0.640 | 0.647 | 0.653 | 0.654 | 0.656 | 0.657 | 0.666 | 0.673 |
| 9.5 | 0.597 | 0.602 | 0.607 | 0.612 | 0.617 | 0.622 | 0.629 | 0.635 | 0.636 | 0.637 | 0.638 | 0.647 | 0.653 |
| 10.0 | 0.579 | 0.584 | 0.589 | 0.594 | 0.599 | 0.604 | 0.611 | 0.617 | 0.618 | 0.620 | 0.621 | 0.629 | 0.636 |
| 10.5 | 0.560 | 0.567 | 0.573 | 0.578 | 0.582 | 0.587 | 0.595 | 0.602 | 0.603 | 0.603 | 0.604 | 0.611 | 0.619 |
| 11.0 | 0.545 | 0.551 | 0.556 | 0.560 | 0.564 | 0.568 | 0.581 | 0.593 | 0.591 | 0.588 | 0.586 | 0.594 | 0.600 |
| 11.5 | 0.529 | 0.534 | 0.539 | 0.543 | 0.548 | 0.552 | 0.562 | 0.572 | 0.571 | 0.570 | 0.569 | 0.577 | 0.585 |
| 12.0 | 0.514 | 0.520 | 0.525 | 0.529 | 0.533 | 0.537 | 0.544 | 0.551 | 0.552 | 0.552 | 0.553 | 0.562 | 0.576 |
| 12.5 | 0.499 | 0.504 | 0.509 | 0.513 | 0.516 | 0.520 | 0.529 | 0.538 | 0.538 | 0.538 | 0.538 | 0.545 | 0.554 |
| 13.0 | 0.488 | 0.491 | 0.494 | 0.498 | 0.501 | 0.505 | 0.513 | 0.521 | 0.521 | 0.522 | 0.522 | 0.531 | 0.538 |
| 13.5 | 0.471 | 0.475 | 0.479 | 0.483 | 0.488 | 0.492 | 0.501 | 0.509 | 0.509 | 0.509 | 0.509 | 0.515 | 0.521 |
| 14.0 | 0.457 | 0.462 | 0.467 | 0.471 | 0.475 | 0.479 | 0.487 | 0.494 | 0.494 | 0.494 | 0.494 | 0.506 | 0.507 |
| 14.5 | 0.443 | 0.451 | 0.459 | 0.461 | 0.463 | 0.465 | 0.474 | 0.438 | 0.482 | 0.482 | 0.481 | 0.488 | 0.495 |
| 15.0 | 0.430 | 0.436 | 0.442 | 0.446 | 0.449 | 0.453 | 0.461 | 0.469 | 0.468 | 0.467 | 0.466 | 0.473 | 0.478 |
| 15.5 | 0.417 | 0.423 | 0.428 | 0.431 | 0.435 | 0.438 | 0.447 | 0.456 | 0.455 | 0.454 | 0.453 | 0.461 | 0.466 |
| 16.0 | 0.404 | 0.410 | 0.416 | 0.420 | 0.423 | 0.427 | 0.436 | 0.444 | 0.443 | 0.441 | 0.440 | 0.447 | 0.452 |
| 16.5 | 0.393 | 0.399 | 0.404 | 0.408 | 0.411 | 0.415 | 0.424 | 0.432 | 0.431 | 0.430 | 0.429 | 0.436 | 0.440 |
| 17.0 | 0.380 | 0.386 | 0.392 | 0.397 | 0.401 | 0.406 | 0.414 | 0.421 | 0.419 | 0.418 | 0.416 | 0.423 | 0.428 |
| 17.5 | 0.369 | 0.375 | 0.381 | 0.385 | 0.388 | 0.392 | 0.401 | 0.409 | 0.407 | 0.406 | 0.404 | 0.410 | 0.416 |
| 18.0 | 0.359 | 0.364 | 0.369 | 0.374 | 0.378 | 0.383 | 0.390 | 0.396 | 0.395 | 0.393 | 0.392 | 0.400 | 0.405 |
| 18.5 | 0.349 | 0.355 | 0.360 | 0.363 | 0.366 | 0.366 | 0.378 | 0.387 | 0.385 | 0.384 | 0.382 | 0.391 | 0.393 |
| 19.0 | 0.339 | 0.344 | 0.349 | 0.353 | 0.356 | 0.360 | 0.370 | 0.380 | 0.377 | 0.375 | 0.372 | 0.379 | 0.383 |
| 20.0 | 0.320 | 0.325 | 0.330 | 0.339 | 0.343 | 0.351 | 0.354 | 0.358 | 0.356 | 0.353 | 0.351 | 0.357 | 0.362 |

Table 4. Off asxi ratio for 6MVX
(SAD = 100 cm, SCD = 100 cm, Depth = 1.5 cm,
Primary collimator = 5 × 5cm)

| Off axis distance (mm) | Field size(cm) (Diameter at isocenter) | | | |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|
| | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| 0.0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 1.0 | 0.955 | 0.999 | 0.999 | 1.000 |
| 2.0 | 0.846 | 0.999 | 0.997 | 1.000 |
| 3.0 | 0.722 | 0.994 | 0.996 | 0.999 |
| 4.0 | 0.590 | 0.987 | 0.996 | 0.998 |
| 5.0 | 0.461 | 0.974 | 0.994 | 0.998 |
| 6.0 | 0.330 | 0.944 | 0.990 | 0.998 |
| 7.0 | 0.215 | 0.889 | 0.983 | 0.994 |
| 8.0 | 0.133 | 0.793 | 0.982 | 0.993 |
| 9.0 | 0.071 | 0.674 | 0.967 | 0.991 |
| 10 | 0.046 | 0.550 | 0.954 | 0.989 |
| 11 | 0.034 | 0.472 | 0.918 | 0.986 |
| 12 | 0.030 | 0.308 | 0.848 | 0.977 |
| 13 | 0.027 | 0.217 | 0.739 | 0.970 |
| 14 | 0.025 | 0.129 | 0.624 | 0.959 |
| 15 | 0.023 | 0.077 | 0.510 | 0.947 |
| 16 | 0.021 | 0.053 | 0.390 | 0.922 |
| 17 | 0.021 | 0.043 | 0.278 | 0.847 |
| 18 | 0.020 | 0.037 | 0.184 | 0.781 |
| 19 | 0.018 | 0.032 | 0.112 | 0.671 |
| 20 | 0.018 | 0.030 | 0.077 | 0.560 |
| 21 | 0.016 | 0.027 | 0.060 | 0.455 |
| 22 | 0.015 | 0.025 | 0.049 | 0.343 |
| 23 | 0.013 | 0.023 | 0.043 | 0.238 |
| 24 | 0.010 | 0.022 | 0.039 | 0.152 |
| 25 | 0.008 | 0.020 | 0.035 | 0.100 |
| 26 | 0.008 | 0.018 | 0.032 | 0.076 |
| 27 | 0.007 | 0.016 | 0.029 | 0.062 |
| 28 | 0.006 | 0.015 | 0.028 | 0.054 |
| 29 | 0.006 | 0.015 | 0.026 | 0.047 |
| 30 | 0.006 | 0.013 | 0.025 | 0.044 |
| 31 | 0.006 | 0.013 | 0.022 | 0.041 |
| 32 | 0.006 | 0.013 | 0.021 | 0.039 |
| 33 | 0.006 | 0.013 | 0.020 | 0.036 |
| 34 | 0.006 | 0.013 | 0.020 | 0.034 |
| 35 | 0.006 | 0.013 | 0.018 | 0.034 |
| 36 | 0.006 | 0.013 | 0.018 | 0.030 |
| 37 | 0.006 | 0.013 | 0.017 | 0.029 |
| 38 | 0.006 | 0.013 | 0.016 | 0.028 |
| 39 | 0.006 | 0.013 | 0.016 | 0.027 |
| 40 | 0.006 | 0.013 | 0.015 | 0.026 |

Table 5. Off asxi ratio for 4MV
(SAD = 100cm, SCD = 100cm, Depth = 1.0 cm,
Primary collimator = 5×5cm)

| Off axis distance (mm) | Field size (mm) (Dimeter at isocenter) | | | |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|
| | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| 0.0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 1.0 | 0.960 | 0.999 | 1.000 | 1.000 |
| 2.0 | 0.876 | 0.992 | 0.999 | 1.000 |
| 3.0 | 0.737 | 0.985 | 0.998 | 1.000 |
| 4.0 | 0.600 | 0.976 | 0.996 | 0.998 |
| 5.0 | 0.491 | 0.956 | 0.992 | 0.998 |
| 6.0 | 0.359 | 0.926 | 0.987 | 0.995 |
| 7.0 | 0.243 | 0.861 | 0.979 | 0.993 |
| 8.0 | 0.155 | 0.746 | 0.969 | 0.990 |
| 9.0 | 0.097 | 0.658 | 0.956 | 0.985 |
| 10 | 0.062 | 0.534 | 0.933 | 0.980 |
| 11 | 0.047 | 0.422 | 0.896 | 0.973 |
| 12 | 0.039 | 0.310 | 0.821 | 0.962 |
| 13 | 0.033 | 0.213 | 0.728 | 0.950 |
| 14 | 0.031 | 0.136 | 0.613 | 0.931 |
| 15 | 0.028 | 0.088 | 0.492 | 0.902 |
| 16 | 0.026 | 0.062 | 0.376 | 0.855 |
| 17 | 0.024 | 0.049 | 0.270 | 0.773 |
| 18 | 0.022 | 0.041 | 0.179 | 0.662 |
| 19 | 0.020 | 0.031 | 0.115 | 0.555 |
| 20 | 0.019 | 0.028 | 0.084 | 0.454 |
| 21 | 0.016 | 0.026 | 0.064 | 0.344 |
| 22 | 0.014 | 0.024 | 0.052 | 0.244 |
| 23 | 0.012 | 0.021 | 0.043 | 0.162 |
| 24 | 0.011 | 0.019 | 0.036 | 0.107 |
| 25 | 0.010 | 0.018 | 0.033 | 0.080 |
| 26 | 0.009 | 0.017 | 0.029 | 0.063 |
| 27 | 0.008 | 0.015 | 0.026 | 0.053 |
| 28 | 0.007 | 0.013 | 0.024 | 0.046 |
| 29 | 0.007 | 0.012 | 0.022 | 0.041 |
| 30 | 0.006 | 0.012 | 0.020 | 0.035 |
| 31 | 0.006 | 0.010 | 0.019 | 0.033 |
| 32 | 0.005 | 0.010 | 0.019 | 0.030 |
| 33 | 0.005 | 0.009 | 0.018 | 0.029 |
| 34 | 0.005 | 0.009 | 0.016 | 0.027 |
| 35 | 0.005 | 0.009 | 0.016 | 0.026 |
| 36 | 0.005 | 0.009 | 0.015 | 0.024 |
| 37 | 0.005 | 0.008 | 0.013 | 0.023 |
| 38 | 0.005 | 0.008 | 0.013 | 0.021 |
| 39 | 0.005 | 0.008 | 0.013 | 0.020 |
| 40 | 0.005 | 0.008 | 0.013 | 0.020 |

IV. 결 론

Ion chamber를 이용하여 4MV X선 및 6MV X선의 최대조직선량비, 출력계수(output factor), OAR(off axis ratio) 등의 beam data를 측정하였다.

일반 방사선인 4MV X선과 방사선수술전용 방사선 6MV X선의 data를 분석한 결과

- 1) 최대 조직선량비에 있어 방사선수술전용 방사선의 TMR값이 조사면의 크기 및 깊이가 증가할 수록 높게 나타났다.
- 2) 출력계수는 방사선수술전용 방사선이 평균 5.2%높게 나타났다.
- 3) 조사면 중심부에서의 방사선량은 방사선수술전용 방사선이 높게 나타났으며 조사면 가장자리로 갈수록 낮게 나타나 원추형의 선량분포를 나타내었다.

방사선 수술전용방사선이 일반 치료용 방사선보다 물리적인 특성에서는 우수하며 선량률을

높일 수 있어 치료시간을 단축시킬 수 있다.

참 고 문 헌

1. Tae-suk Suh, Sei-chui Yoon, Kyung-sub Shin, et al. : Measurement of Dose distribution in small beams of Philips 6 and 8MVX Linear Accerelator. J Korean SOc THer Radiol, 1991 ; 11(2)
2. 박찬일 : 선형가속기를 이용한 서울대학교 병원형 뇌정위적방사선수술 시스템의 개발. 1991
3. Surendra N, Rustgi and Douglas MD. Frye : Dosimetric characterization of Radiosurgical beams with a diamond detector. Med Phy, 1995 ; 22
4. 최동락 : 뇌정위적 방사선수술을 위한 소조사면 측정. Korean journal of medical physics 1995 ; 6(