

유리선량계를 이용한 감마나이프의 출력인자 결정

*가톨릭대학교 의과대학 의공학교실, †경희의료원 감마나이프실,
‡경희대학교 의과대학 방사선종양학교실, §한국수력원자력(주) 방사선보건연구원

라정은* · 서원섭† · 신동오‡ · 김희선§ · 서태석*

본 연구에서는 유리선량계가 방사선 치료장비의 선량계로서의 적정성 여부를 확인하고자 감마나이프의 출력인자 및 x축 측방선량분포를 측정하였다. 출력인자는 가장 큰 콜리메이터인 18 mm의 측정값을 기준으로 하여 14, 8 그리고 4 mm에 대해 상대적으로 측정하였고 그 결과 각각 0.980 ± 0.013 , 0.949 ± 0.013 그리고 0.872 ± 0.012 로 나타났다. 이는 제작회사에서 제공하고 있는 표준데이터와 모든 콜리메이터에서 1.0%이내에서 잘 일치하는 결과이다. 또한 유리선량계로 측정된 4 mm 콜리메이터의 x축 측방선량분포의 반치폭은 5.9 mm였다.

중심단어: 유리선량계, 출력인자, x축 측방선량분포, 반치폭

서 론

감마나이프는 201개의 ^{60}Co 감마선을 이용하여 두강내(intra-cranial)의 병변을 치료하는 장비이다. 특히 뇌간(brain-stem)에 인접한 삼차신경통(trigeminal neuralgia)과 같은 병변을 치료를 위해서는 4 mm 이하의 소조사면(small field)에 고 선량을 전달해야 하므로 선량측정 및 기기의 품질관리 측면에서 고 정밀, 정확도가 요구된다. 그러나 소조사면의 특성상 편평한 선량영역(dose plateau region)이 줄어들고 선량의 경사도가 급격히 떨어져 측면 전자평형상태(lateral electron equilibrium)의 부족이 발생함에 따라 기존의 선량 측정 장비인 전리함(ionization chamber)나 다이오드(semiconductor diode), 열형광선량계(TLD; Thermoluminescent Dosimeter)등을 이용하여 4 mm의 소조사면의 정확한 선량을 평가하는데에는 여러가지 제한점이 있으며 현재까지도 많은 연구자들이 다양한 측정 방법과 장비를 이용하여 선량측정 결과를 발표하고 있다.¹⁻⁶⁾ 최근 들어 판독기와 함께 상업화되어 방사선 치료분야에 새롭게 소개되고 있는 것이 유리선량계(GRD; Glass Rod Dosimeter)이다. 유리선량계는 유효

체적이 직경 0.6 mm, 높이 1 mm로 작아 소조사면에 대한 선량평가를 수행하는데 효과적이고 100 Gy의 고 선량까지 선량측정이 가능하며 열형광선량계에 비해 취급이 용이하다고 알려져 있다.⁷⁻⁹⁾ 따라서 본 연구에서는 유리선량계를 이용하여 감마나이프의 출력인자(output factor) 및 측방선량분포(beam profile) 등을 측정하고 이 결과를 pinpoint 전리함과 비교하여 유리선량계가 고선량, 소조사면을 이용하는 방사선 치료장비의 선량 평가에 새로운 선량계로서 가능성을 확인하고자 한다.

재료 및 방법

1. 유리선량계 시스템

본 연구에 사용된 유리선량계(GD-301, Asahi Tech. Glass Corporation, Japan)는 길이가 8.5 mm이고 직경이 1.5 mm인 막대형으로 P 31.55%, O 51.16%, Al 6.12%, Na 11.0% 그리고 Ag 0.17%로 구성되어 있다. 또한 유리선량계의 유효 원자번호와 밀도는 각각 12.04와 2.61 g/cm^3 이다.⁸⁾ 유리의 은 활성인산염에 전리 방사선이 조사되면 전자와 정공 PO_4 가 생성되고 이때 전자는 유리구조내의 Ag^+ 에 포획되어 Ag^0 가 되며 정공은 PO_4^+ 에 포획되거나 시간이 경과함에 따라 Ag^+ 로 이행되어 Ag^{++} 를 형성한다. 이들 Ag^0 와 Ag^{++} 는 보다 안정 상태가 되고 이것을 radiophotoluminescence (RPL) 중심이라고 부른다.⁹⁾ 이들의 중심에 질소 기체에 의해 발생된 펄스화된 자외선이 조사되면 RPL 중심은 여기(excitation)상태가 되고 주황색의 형광이 방출되면서 유리선량

본 논문은 서울시과제 첨단 의료영상기술 개발 혁신클러스터 사업의 연구비 지원으로 수행되었음.

이 논문은 2006년 12월 19일 접수하여 2006년 12월 30일 채택되었음.

책임저자: 서태석, (137-701) 서울서 서초구 반포동 505

가톨릭대학교 의과대학 의공학교실

Tel: 02)590-2414, Fax: 02)532-1779

E-mail: suhsanta@catholic.ac.kr

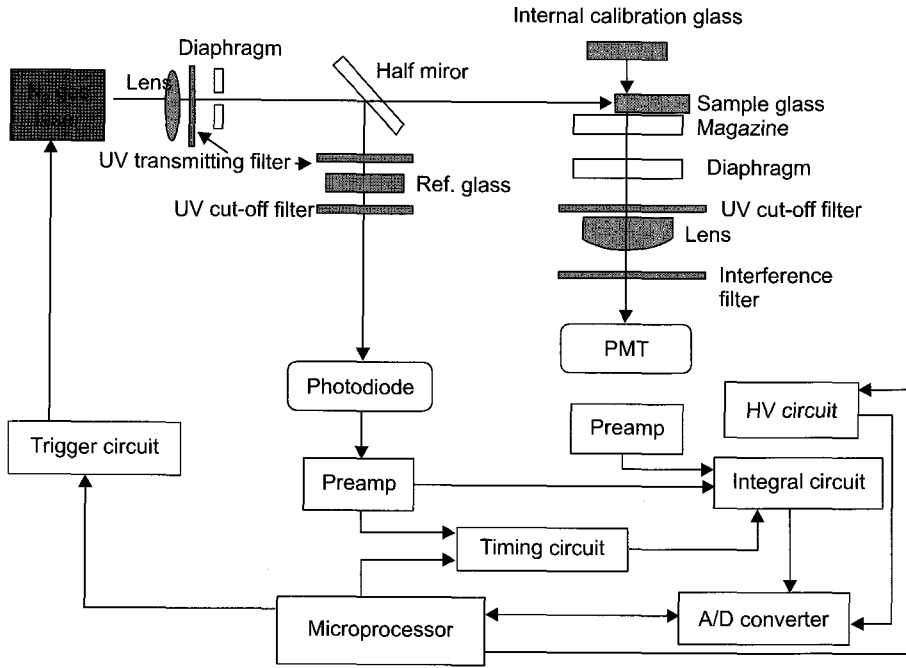


Fig. 1. Block diagram of a radiophotoluminescence readout system. When the irradiated GRD is excited by a pulsed N₂ gas laser beam, the RPL light is emitted and captured by the system. The sample reading is corrected by the reference GRD reading.

계의 RPL 중심은 다시 안정상태로 되돌아오게 된다. 이때 방출되는 RPL 중심의 수는 항상 일정하게 유지되며 관독 과정과 주위환경의 영향으로 인해 소멸되지 않으므로 반복 관독이 가능하다. 이것이 한 번의 관독만을 할 수 있는 열형광선량계와 비교했을 때 가장 큰 차이점이라 할 수 있다. 유리선량계에서 방출되는 형광량의 정도는 조사된 방사선량과 비례하며 간단한 열처리 과정(400°C, 1시간)에 의해 축적된 선량이 리셋(reset)되어 재사용이 가능하게 된다.

유리선량계의 선량 관독은 FGD-1000 관독기(Asahi Tech. Glass Corporation, Japan)를 이용하여 실시하였다. 유리선량계를 관독하기 위해서는 관독기 내부에서 펄스화된 질소기체의 세기를 조절하는 기준 유리선량계(reference GRD)와 표준기관에서 ⁶⁰Co 감마선으로 교정을 받은 표준 유리선량계(standard GRD)가 필요하다. 관독과정을 살펴보면 자외선 필터를 통과한 펄스화된 질소기체는 반사경에 의해 둘로 분리가 되어 하나의 빔은 기준 유리선량계를 통과하고 다른 하나는 관독할 유리선량계를 통과하면서 동시에 측정하게 된다. 기준 유리선량계로부터 발생하는 RPL은 자외선 차단(cut-off) 필터를 통해 광다이오드(photodiode)에서 수집되고 관독해야 할 유리선량계의 RPL은 광전자증배관(photomultiplier)에서 수집된다. 관독에 사용되는 자외선은 337.1 nm의 파장을 가지며 펄스폭은 5 ns이다. 산란된 자외선 및 불필요한 형광스펙트럼은 자외선 차단 필터에 의해 제거된다(Fig. 1). 유리선량계는 선량측정 시 직경이 2.8

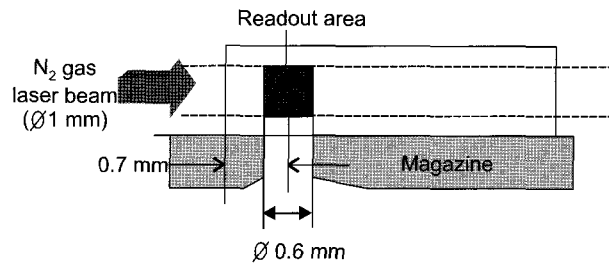


Fig. 2. A schematic diagram of the GRD readout system. The GRD is by the pulsed N₂ gas laser with 1 mm-diameter aperture. The reading of the GRD luminescence is obtained through the readout magazine of a 0.6 mm diameter window.

mm이고 길이가 9.5 mm인 플라스틱 홀더에 넣어 사용하며 관독 전에 형광량 신호를 안정화시키기 위해 30분 동안 70°C에서 예열시키는 과정을 거친다. 예열이 끝난 유리선량계는 실온에서 냉각시킨 후 홀더를 제거하고 20개씩 고선량용 매거진(magazine)에 장착시킨 다음 관독을 실시하게 된다. 이때 조사되는 질소기체 레이저 빔은 직경이 1 mm이며 발광되는 RPL은 0.6 mm 직경의 관독 창을 통해 반응도를 측정하게 되므로 이곳이 유리선량계의 유효측정점(effective point of measurement)이 된다(Fig. 2).

1) 유리선량계의 교정

표준 유리선량계의 정확한 교정을 위해 본 연구에서는 국내 2차 표준기관인 식품의약품안전청(Korea Food &

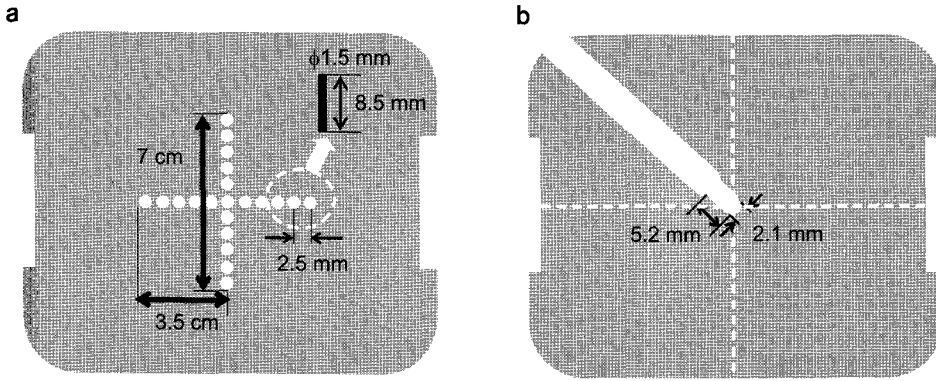


Fig. 3. Schematic diagram of insert placed in the spherical phantom for (a) GRD cassette and (b) pinpoint type ionization chamber cassette.

Table 1. Characteristics of the pinpoint type ionization chamber.

Model of ionization chambers	Cavity volume (cm ³)	Cavity length (mm)	Cavity radius (mm)	Wall material	Wall thickness (g/cm ²)	Central electrode material	Waterproof
PTW 31014	0.015	5.0	1.0	Graphite	0.086	Al	Y

Drug Administration; KFDA)의 ⁶⁰Co 조사장치(Eldorado-6, Theratronics, USA)를 이용하였으며 이때 유리선량계 조사되는 기준 선량은 원통형전리함(2517, NE, USA)과 전기계(6517, KEITHLEY, USA)로 결정하였다.

2. 감마나이프에 대한 측정

감마나이프(Model B, Elekta, Sweden)의 출력인자와 측정선량분포에 대한 측정은 직경 160 mm인 폴리스티렌(polystyrene) 재질의 구체 팬텀을 사용하였다. 일반적으로 감마나이프의 품질관리에 사용되는 이 팬텀은 중앙에 홈이 파여져 있어 카세트를 넣고 빼는 것이 가능하도록 되어있으며 본 연구에서는 유리선량계, 전리함을 장착할 수 있는 카세트를 각각 제작하여 측정 선량계에 따라 바꿔 사용하였으며 Fig. 3에는 pinpoint 전리함과 유리선량계에 대한 카세트의 단면도를 각각 나타내었다. 또한 팬텀 양 옆에는 1 mm의 허용 눈금이 부착된 trunnions가 있어 x축을 따라 이동해 가며 콜리메이터의 크기에 따른 각각의 측정중심에 계측기가 위치할 수 있도록 조절하였다(Fig. 4). 전리함은 유효 체적이 0.015 cc인 pinpoint 형태(31006, PTW-Freiburg, Germany)를 사용하였으며 물리적 특성은 Table 1에 나타난 것과 같다.

1) 감마나이프의 출력인자 측정

감마나이프의 출력인자는 가장 큰 콜리메이터인 18 mm의 측정값을 기준으로 하여 14, 8 그리고 4 mm에 대해 전리

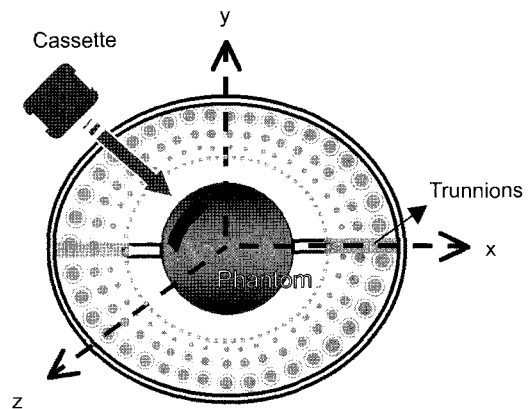


Fig. 4. Schematic diagram of spherical phantom mounted in a Gamma Knife collimator on the x-axis trunnions and the Gamma Knife coordinate system.

함과 유리선량계측정값을 이용하여 상대적으로 비교하였다. 이때 콜리메이터에 대한 출력인자는 동일한 시간 조건하에 측정된 선량과 각 콜리메이터에 대한 타이머 오차(timer error)를 모두 포함하는 것이다. 여기서 타이머 오차는 선량계가 측정점까지 이동할 때 전달되는 선량과 관련이 있으며 콜리메이터의 크기에 따라 달라지게 되므로 출력인자 측정 시 반드시 고려되어야 한다. 특히 전리함으로 결정된 출력인자는 전기계에 부착된 타이머를 작동하여 측정점

isocenter)까지 이동된 후, 측정을 실행하므로 이에 대한 영향을 제거할 수 있으나 유리선량계는 이동되는 동안 선량을 받아 축적이 되므로 콜리메이터 크기에 의한 타이머 오차의 평가가 이루어져야 출력인자에 대한 정확한 정보를 얻을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 유리선량계를 콜리메이터의 크기에 따라 1.0분에서 2.5분까지 0.5분의 시간차를 두고 조사하여 시간에 따른 선량의 변화를 확인하였고 이에 대한 선형함수를 구하여 출력인자 결정시 불확도(uncertainty)에 포함시켜 유리선량계의 정확도를 평가하는데 사용하였다.

2) 감마ナイ프의 측방선량분포 측정

유리선량계를 이용하여 감마ナイ프의 측방선량분포를 측정하기 위해 팬텀 안에 장착이 가능한 카세트를 제작하였다. 이때 카세트는 유리선량계를 쉽게 이동시키기 위해 두 개의 판으로 나누어지도록 하였고 유리선량계의 크기를 고려하여 직경 1.7 mm의 구멍을 뚫으며 서로 인접한 유리선량계의 중심 사이의 거리는 2.5 mm로 하여 총 30개의 데이터를 얻을 수 있도록 고안하였다(Fig. 3). 그러나 제작한 카세트를 이용하여 1회 조사로 콜리메이터 8 mm과 4 mm의 측방선량분포를 확인하기에는 작은 콜리메이터 크기에 비해 유리선량계의 데이터 수가 너무 적어 측정중심에서 1회 조사를 하고 다시 좌우로 1 mm씩을 이동하여 각각 조사를 하였으며 그 결과를 x축을 따라 0.5 mm씩 이동하면서 측정한 전리함의 결과와 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

Fig. 5에는 유리선량계를 사용하여 18 mm와 4 mm의 콜

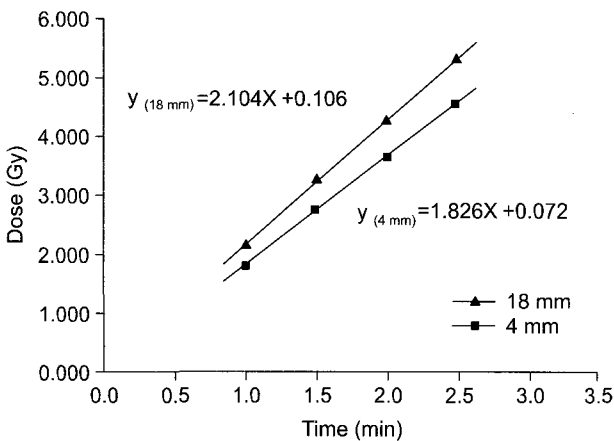


Fig. 5. Dose/time plot for 18 and 4 mm collimator of the Gamma Knife measured with GRD.

리메이터에서 시간에 따른 선량차이를 선형함수로 나타낸 것이다. 이는 콜리메이터의 크기에 따라 유리선량계가 측정점까지 이동하는 동안 ⁶⁰Co 감마선원의 노출정도가 변하게 되므로 이에 대한 영향을 고려하여 출력인자를 산출하기 위함이다.¹⁰⁾ 여기서 시간 t=0일 때 선량측과 만나는 교점이 타이머 오차가 되며 18 mm 콜리메이터인 경우 0.050±0.007 min였으며 4 mm 콜리메이터에서는 0.039±0.005 min으로 나타났다. 타이머 오차는 유리선량계의 불확도 산출에 포함되어 유리선량계의 정확도 평가에 사용하였다.

Table 2에는 전리함과 유리선량계를 이용하여 각 콜리메이터 크기에 대한 출력인자를 나타내었으며 감마나이프 제조회사에서 제공하고 있는 표준데이터와 비교하였다. 또한 유리선량계와 비교를 위해 1999년 C.Yu 등이 1×1×1 mm³의 cube형태인 LiF 열형광선량계로 감마나이프의 출력인자를 측정하여 발표한 논문의 데이터를 인용하여 함께 나타내었다.¹¹⁾ 이때 유리선량계의 모든 출력인자의 불확도는 5번 측정값의 표준편차(1σ)와 교정과정에서 발행하는 오차 그리고 타이머 오차들의 합성불확도(combined uncertainty)로 산출하여 나타낸 것이다. 또한 전리함의 불확도는 5번 측정값의 표준편차와 표준기관에서 발급받은 교정정수(calibration factor)에 대한 오차 그리고 측정에 사용한 전기계에 대한 오차를 역시 합성불확도로 나타내었다. 유리선량계로 측정된 출력인자는 모든 콜리메이터에서 표준데이터와 ±1.0% 이내에서 잘 일치하였다. 이는 열형광선량계를 이용하여 측정 시 4 mm 콜리메이터에서 ±4.0% 이상 차이를 보였던 논문의 결과와 비교했을 때 유리선량계가 상대적으로 정확한 것으로 나타났다. 또한 열형광선량계의 불확도는 일반적으로 2.0% (1σ) 정도로 알려져 있으나 본 연구에서 유리선량계의 불확도를 계산한 결과 1.5% (1σ)을 보여 불확도 측면에서 우수한 것으로 나타났다.¹²⁾ 또한 열형광선량계는 한번의 판독만이 가능한 반면에 유리선량

Table 2. Relative output factor of Gamma Knife collimator size as measured by GRD, pinpoint chamber and compared with manufacture's value.

	18 mm	14 mm	8 mm	4 mm
Manufacture's value (standard data)	1	0.984	0.956	0.870
GRD	1	0.980±0.013	0.949±0.015	0.872±0.015
Pinpoint chamber	1	0.979±0.005	0.911±0.004	0.699±0.004
LiF TLD (published data)	1	0.985	0.948	0.833

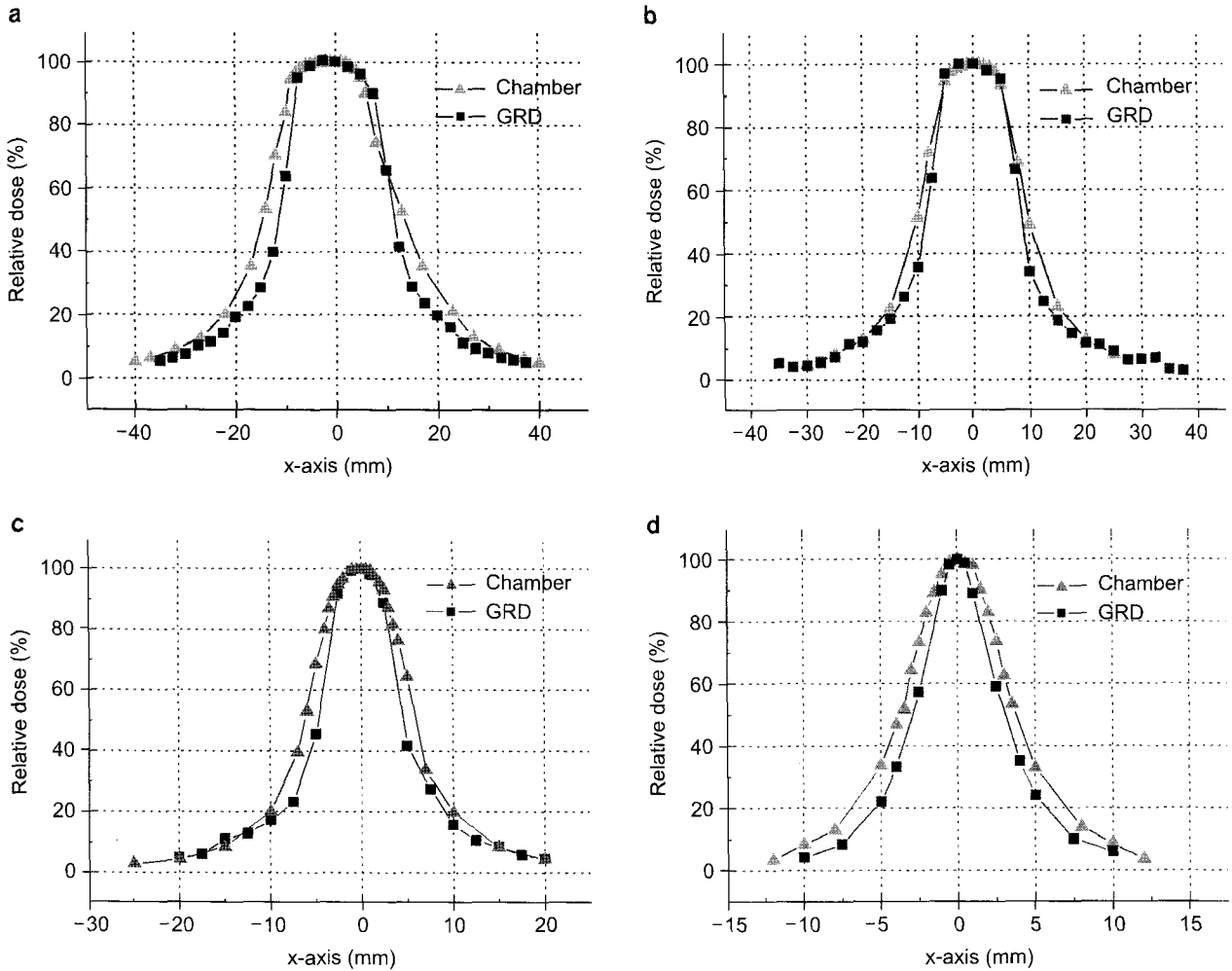


Fig. 6. Graph showing comparison of Gamma Knife collimator x-axis beam profiles as measured with GRD and pin-point type chamber. (a) 18 mm collimator (b) 14 mm collimator (c) 8 mm collimator (d) 4 mm collimator.

계는 관독과정을 거쳐도 신호가 소멸되지 않아 반복관독이 가능하여 측정 편차를 줄일 수 있으며 취급상에도 매우 편리한 등의 장점이 있다. 그러나 전리함의 경우에는 8 mm의 콜리메이터에서는 표준데이터와 4.9%의 차이를 보였고 4 mm의 콜리메이터에서는 24% 이상의 차이를 보여 0.015 cm³의 작은 체적을 가지는 pinpoint 전리함에도 불구하고 4 mm의 소조사면을 정확하게 측정하기에는 여전히 전리함의 유한 체적(finite volume)이 큰 것을 알 수 있었다. 이에 반해 유리선량계는 직경이 0.6 mm이고 높이가 1 mm의 작은 유효 체적(effective volume)을 가지므로 소조사면에서도 정확한 측정이 가능하였다.

유리선량계와 전리함을 이용하여 결정한 x축 측방선량분포를 Fig. 6에 나타내었으며 이때 두 선량계로 측정된 각 콜리메이터에 대한 반치폭(full width half maximum; FWHM)은

Table 3. X-axis FWHM data as measured GRD and pinpoint type ionization chamber for each collimator compared to published data measured with EDR film.

	18 mm x-axis FWHM	14 mm x-axis FWHM	8 mm x-axis FWHM	4 mm x-axis FWHM
GRD	25.1	19.0	11.1	5.9
Pinpoint chamber	25.8	20.3	12.6	7.1
EDR film (published data)	24.6	19.6	11.6	6.2

2002년에 Y.Li가 발표한 EDR 필름(2, Kodak, USA)로 측정된 반치폭 결과와 비교하여 Table 3에 나타내었다.¹³⁾ 결과에서 알 수 있듯이 모든 콜리메이터에서 유리선량계로 측

정한 측방선량분포의 반치폭은 EDR 필름의 결과와 5.0% 내외의 차이를 보였으며 pinpoint 전리함은 4 mm 콜리메이터에서 필름과 14.5%의 차이를 나타냈다. 또한 pinpoint 전리함으로 측정된 반치폭의 크기가 유리선량계에 비해서 모든 콜리메이터에서 크게 나타남을 확인할 수 있었다. 이와 같이 선량계간의 차이를 보이는 이유는 우선 pinpoint 전리함은 출력선량과 마찬가지로 전리함의 유한체적으로 인해 유리선량계에 비해 반치폭이 크게 측정되었을 것이라 분석되며 유리선량계 경우는 한 측정점에서 1회 조사로 측방선량분포를 결정하였으므로 5회 측정에 대한 평균치로 출력인자를 산출한 것에 비해 측정시간의 편차가 커 신뢰도 있는 결과를 얻을 수 없었다. 또한 본 연구에서 제작한 측방선량분포용 카세트는 2.5 mm의 중심거리로 인해 인접한 유리선량계간의 산란선 발생으로 측정결과에 영향을 끼쳤을 것으로 예상되며 8 mm와 4 mm 콜리메이터 시에는 획득한 데이터 수가 적어 측정중심에서 한번 조사 후 다시 좌우 1 mm씩 이동하여 측정된 결과이므로 카세트의 위치 이동에 따른 오차가 있을 수 있으므로 측방선량분포에 대한 측정방법의 개선점이 필요할 것으로 판단이 된다. 향후 연구에서는 측정 횟수를 5회 이상으로 늘리고 x축뿐만 아니라 y축과 z축에 대해서도 측방선량분포를 확인한다면 좀더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각이 된다.

결 론

본 연구에서는 유리선량계로 감마나이프의 출력인자 및 측방선량분포를 측정하여 고선량, 소조사면을 이용하는 방사선 치료장비의 선량평가에 새로운 선량계로서 가능성을 확인해보았다. 유리선량계를 이용하여 결정된 출력인자는 감마나이프 제조회사에서 제공하고 있는 표준데이터와 모든 콜리메이터 크기에 대해 $\pm 1.0\%$ 이내에서 잘 일치하는 결과를 보였다. 이는 14 mm와 8 mm의 콜리메이터에서는 표준데이터와 잘 일치하였으나 4 mm 콜리메이터에서는 $\pm 4.0\%$ 이상 차이를 보였던 열형광선량계와 비교했을 때 유리선량계가 상대적으로 정확한 결과를 보였으며 불확도 역시 1.5%로 평가되어 일반적으로 2.0%의 불확도를 가지는 열형광선량계에 비해 우수한 것으로 나타났다. 그러나 전리함의 경우 4 mm의 콜리메이터에서 표준데이터와 24% 이상의 차이를 나타내 0.015 cm³의 작은 체적을 가지는 전리함에도 불구하고 감마나이프와 같이 소조사면을 이용하는 방사선 치료장비의 선량을 정확하게 측정하기에는 여전히 유한체적이 큰 것을 알 수 있었다. 이에 반해 유리선량

계는 직경이 0.6 mm이고 높이가 1 mm의 작은 유효 체적을 가지므로 소조사면에서도 정확한 측정이 가능하였다. 또한 유리선량계와 전리함을 이용하여 x축 측방선량분포의 반치폭을 Y. Li가 발표한 EDR 필름과 비교 분석한 결과 유리선량계는 5.0%내외의 차이를 보였다. 이는 한번의 조사로 측방선량분포를 결정하여 측정편차가 컸으며 카세트 제작에 따른 선량계간의 산란선의 영향 및 위치 이동에 따른 오차요인이 있었을 것으로 판단이 된다. 향후 연구에서는 측방선량분포용 카세트에 대한 개선과 더불어 측정횟수를 5회 이상으로 늘리고 x축뿐만 아니라 y축과 z축에 대해서도 측방선량분포를 확인한다면 좀더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각이 된다.

본 연구 결과에 의해 유리선량계는 열형광선량계와 달리 반복적으로 판독이 가능하여 취급과정이 매우 간단하고 불확도 역시 우수한 것으로 나타났으며 pinpoint 전리함에 비해 유효체적이 작은 장점 등으로 인해 소조사면을 사용하는 방사선 치료분야에 적합한 선량계라는 것을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Heydari M, Hoban PW, Beddoe AH: A comparison of dosimetry techniques in stereotactic radiosurgery. *Phys Med Biol* 41:93-110 (1996)
2. Lee HR, Pankuch M, Chu JC, Spokas JJ: Evaluation and characterization of parallel plate microchamber's functionalities in small beam dosimetry. *Med Phys* 29:2489-2496 (2002)
3. Kubo HD, Araki F: Dosimetry and mechanical accuracy of the first rotating Gamma-Knife system installed in North America. *Med Phys* 29:2497-2505 (2002)
4. Rickner G, Grusell E: Selective shielding of a p-Si detector for quality independence. *Acta Radiol Oncol* 24:65-69 (1985)
5. Rickner G: Characteristic of a selectively shield p-Si detector in 60Co and 8 and 16 MV x-ray radiation. *Acta Radiol Oncol* 24:205-208 (1985)
6. Mobit PN, Nahum AE, Mayles P: A Monte Carlo study of the quality dependence factors of common TLD materials in photon and electron beams. *Phys Med Biol* 43:2015-2032 (1998)
7. Araki F, Ikegami T, Ishidoya T, Kubo DH: Measurements of Gamma-Knife helmet output factors using a radiophotoluminescent glass rod dosimeter and a diode detector. *Med Phys* 30:1976-1981 (2003)
8. Tsuda M: A few remarks on radiophotoluminescence dosimetry with high energy x-ray. *Jpn J Med* 20:131-139 (2000)
9. Technical Report: Explanation material of RPL glass dosimeter: small element system. Asahi Techno Glass Corporation (2000)
10. Ertl A, Zehetnayer M, Schoggl A, et al: Shuttle dose at

the Vienna Leksell Gamma Knife. Phys Med Biol 43:1567-1578 (1998)

11. Yu C, Luxton G, Appuzzo MLJ, Petrovich Z: TLD measurements of the relative output factors for the Leksell Gamma Knife. Stereotac Funct Neurosurg 72:150-158 (1999)
12. Kirby TH, Hanson WF, Johnston DA: Uncertainty analysis

of absorbed dose calculations from thermoluminescence dosimeter. Med Phys 19:1427-1433 (1992)

13. Li Y: Absorbed dose measurements and MCNP modeling for the Leksell Gamma Knife. Nuclear Engineering Graduate Program (2002)

Determination of Output Factors for the Gamma Knife using a Radiophotoluminescent Glass Rod Detector

Jeong Eun Rah*, Won Seop Suh[†], Dong Oh Shin[†], Hee Sun Kim[§], Tea Suk Suh*

*Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, The Catholic University of Korea,
[†]Gamma Knife Center, Kyung Hee University Medical Center, [‡]Department of Radiation Oncology,
 College of Medicine, Kyung Hee University, [§]Radiation Health Research Institute

The purpose of study is to investigate whether glass rod detector (GRD) would be suitable for dosimeter of radiotherapy units. A GRD is used for the measurement of the output factors and x-axis beam profiles from Gamma Knife. The output factors measured with GRD from the 14, 8 and 4 mm collimators relative to the 18 mm collimator are 0.980 ± 0.013 , 0.949 ± 0.013 and 0.872 ± 0.012 , respectively. The output factors obtained with a GRD are within 1.0% in good agreement with the values recommended by the manufacture. The full width at half maximum (FWHM) of x-axis beam profiles measured with GRD are 5.9 mm at a 4 mm collimator.

Key Words: Radiophotoluminescent glass rod detector, Output factor, x-axis dose profile, FWHM