

상용 이온 챔버에 대한 Ge-68/Ga-68선원을 이용한 F-18 교정기술 개발

한 주 봉

이경범, 이종만, 박태순, 이상한, 오필제, 이민기
한국 표준과학연구원
email: donbosco73@hanmail.net

중심어 : F-18, Ge-18, 양전자 방출 핵종, PET/CT, FDG

서론

F-18의 방사능 수치를 알기위해선 F-18 표준 선원으로 이온 챔버를 교정하고 생산된 F-18의 방사능을 측정해야 하지만 F-18 반감기는 약 2시간으로 표준선원으로 만들어 보급하고 교정하기가 어렵다. 이를 극복하기 위해 반감기는 약 270일로 비교적 길고 양전자 방출핵종인 Ge-68/Ga-68 을 써서 F-18 측정용 이온 챔버를 교정할 수 있다. Ge-68/Ga-68 표준선원을 만들고 보급하며 이때 F-18과 Ge-68/Ga-68 의 이온 챔버에서의 반응의 차이를 연구하여 이를 변환인자로 만들어 배포한다. Ge-68/Ga-68 표준선원과 변환인자를 이용하여 F-18 방사능 측정을 위한 이온 챔버를 교정 할 수 있다.

재료 및 방법

F-18과 Ge-68/Ga-68 은 주로 양전자 방출을 하지만 그 비가 96.86%와 89.14%로 다르고 Ge-68/Ga-68 은 붕괴과정에서 전자포획을 한다.

이에 따른 감마선 붕괴확률은 두 선원이 표와 같이 다르다.

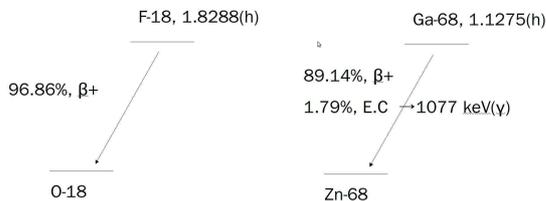


그림 1 F-18과 Ge-68/Ga-68 의 붕괴도

	F-18	Ge-68/Ga-68
붕괴확률	511keV-193.72%	511keV-178.28% 1077kkeV-3.22%

변환인자를 구하기 위해 실험과 전산모사를 하였다.

실험은 F-18과 Ge-68/Ga-68 표준선원을 이용하여 단위 방사능에 대한 이온 챔버의 반응도를 이용하였다.

$$\text{변환인자} = \frac{[\text{반응도/방사능}]_{F-18}}{[\text{반응도/방사능}]_{Ga-68}}$$

전산모사는 아르곤 가스에 흡수된 에너지의 비를 이용하였다. 이 때 흡수된 에너지의 비는 검출기의 반응비와 같다고 가정하였다.

$$\text{변환인자} = \frac{1.9372}{1.7828 + 0.0322 \frac{[\text{흡수된 에너지}@1077keV]}{[\text{흡수된 에너지}@511keV]}}$$

이온 챔버는 두 대의 상용화된 이온 챔버(Atomlab 100, CAPINTEC CRC-15)와 자체 제작한 이동형 표준기를 사용하였다.



그림 2 상용 이온 챔버(Atomlab100, Capintec crc-15r), 자체 제작 이동형 표준기

전산모사에 의한 방법은 이동형 표준기를 형상모사하여 유리바이얼에서 감마선 붕괴선원 511keV와 1077keV를 각각 붕괴시켜 아르곤 가스에 흡수된 에너지를 구하였다.

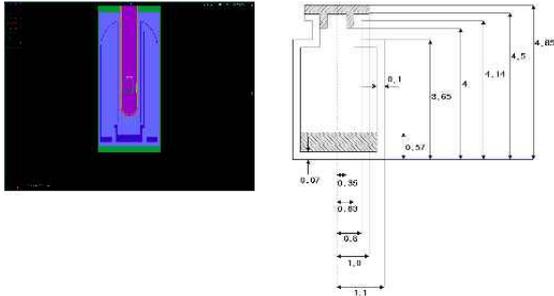


그림 3 전산 모사를 위한 이온 챔버와 유리바이얼 형상

결과 및 고찰

실험으로 구한 변환 인자는 다음 표와 같았다. 불확도는 통계적 불확도만을 다루었다.

	2ml	4ml	6ml
Atomlab	1.0082±0.0014	1.0129±0.0017	1.0138±0.0012
Capintec	1.0188±0.0008	1.0166±0.0008	1.0198±0.0014
Mobile	1.0261±0.0004	1.0267±0.0004	1.0270±0.0004
Monte_carlo	1.0501±0.0004	1.0502±0.0004	1.0500±0.0004

전산 모사 방법과 실험치가 일치하지 않았다. 변환 인자는 비의 형태이므로 이온 챔버의 종류에 상관없이 불확도 범위 안에서 일치한다.

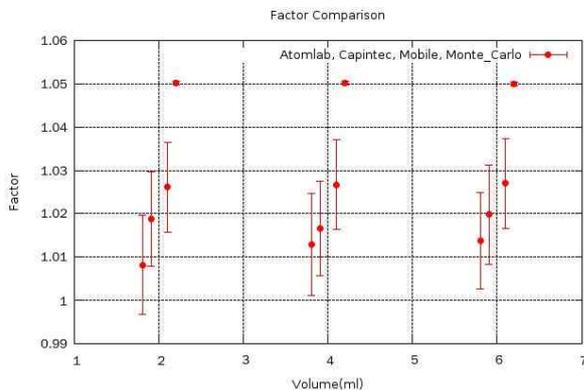


그림 4 변환 인자의 비교

결론

각 병원에서의 이온 챔버는 교정이 필요하다. Ge-68/Ga-68 표준선원을 이용하여 F-18 방사능 측정용 이온 챔버에 교정이 가능하다. 각 기기의 변환인자를 이용하여 Ge-68/Ga-68 선원으로 F-18 선원을 위한 이온 챔버 교정이 가능하다. 실험치와 전산 모사 방법이 다른 이유에 대한 연구가 더 필요하다.

참고 문헌

- [1] L. Mo et al, Calibration of the Capintec CRC-712M dose calibrator for F-18, Applied Radiation and Isotopes 64, 485-489
- [2] B.E. Zimmerman et al, Radioassays and experimental evaluation of dose calibrator settings of F-18, Applied Radiation and Isotopes 54, 113-122