

^{99m}Tc제너레이터의 원리와 특징



서 두 환

한국원자력연구소 원자로관리실장

오늘날, 의료진단의 RI이용에 있어서 ^{99m}Tc은 핵의학검사에 적절한 특성을 가진 반감기가 짧은 핵종으로써 그 수요가 증가하고 있다. 그러나, 이와 같은 핵의약품을 제조원에서 사용자에게 넘겨 주는데는 물리적, 경제적인 제한이 있다. 이것을 해결할 수 있는 것이 제너레이터장치이다. 즉, 방사평형을 이용하여 반감기가 긴 어미핵종에서 생성되는 반감기가 짧은 유용한 자핵종을 분리, 사용가능토록 하는 장치이다.

방사성붕괴계열(어미핵종) $\xrightarrow{\lambda_1}$ (자핵종) $\xrightarrow{\lambda_2}$ (손핵종)에서, 어미핵종의 반감기가 자핵종의 반감기 보다 길 때, 시간이 충분히 지나가면 어미핵종의 원자수 N_1 과 자핵종의 원자수 N_2 및 붕괴상수(λ)와의 사이에는, 다음과 같은 관계식이 성립한다.

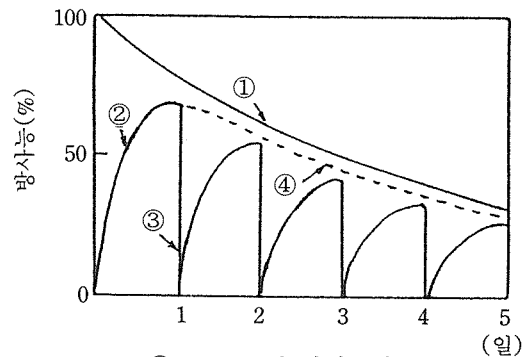
$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \dots\dots\dots (1)$$

즉, 어미핵종과 자핵종과의 원자수비는 일정하게 되어 양쪽 모두 어미핵종의 반감기에 따라 감소하게 된다. (1)식에서 자핵종의 방사능을 A_2 , 시간 $t=0$ 일 때 어미핵종의 방사능을 $A_1(0)$ 로 하면, 임의의 시간 t 에 대한 A_2 는 다음과 같이 주어진다.

$$A_2 = A_1(0) \frac{T_1}{T_1 - T_2} (e^{-0.693t/T_1} - e^{-0.693t/T_2}) \dots (2)$$

의료진단에 많이 사용하고 있는 ^{99m}Tc은,

원자로에서 ⁹⁸Mo(n, γ)⁹⁹Mo 반응에 의하여 생산된 ⁹⁹Mo로 부터 방출되는 자핵종이며 RI이다. ⁹⁹Mo의 반감기 $T_1=66$ 시간, ^{99m}Tc의 반감기 $T_2=6$ 시간, $t=24$ 시간을 (2)식에 대입하면 $A_2=0.77A_1(0)$ 로 된다. 그러나 그 중에서 약 87%가 ^{99m}Tc으로 되기 때문에, ⁹⁹Mo방사능의 67%가 ^{99m}Tc으로 된다. 즉, ⁹⁹Mo-^{99m}Tc계에서는 반감기 입장에서 보면 ^{99m}Tc을 마치 ⁹⁹Mo처럼 취급할 수 있다는 것이다.



- ① Mo-99의 감쇠곡선
- ② Tc-99m의 생성곡선
- ③ Tc-99m의 용출
- ④ 과도평형곡선

Fig. 1 방사능곡선

이 ^{99m}Tc제너레이터의 또 다른 이점은 반복사용이 가능하고 수시로 사용할 수 있다는 것이다. 즉, 생성된 ^{99m}Tc을 분리하고 그후

다시 생성된 ^{99m}Tc 을 분리하고, 이와 같은 반복조작을 밀킹(젖소에서 우유를 짜낸다는 뜻)이라 한다. 그 모양(방사능곡선)을 그림1에 대표적인 제너레이터장치인 $^{99}\text{Mo}-^{99m}\text{Tc}$ 제너레이터의 구조를 그림2에 나타내었다. 그림에서 ^{99}Mo 를 흡착한 알루미늄 칼럼 속에 생리식염액을 흘려 주면 생성된 ^{99m}Tc 을 반복적으로 그리고 수시사용 가능함을 이해할 수 있을 것이다. 같은 원리로 $^{68}\text{Ge}-^{68}\text{Ga}$, $^{113}\text{Sn}-^{113m}\text{In}$, $^{81}\text{Rb}-^{81m}\text{K}$ 제너레이터가 공급되고 있다.

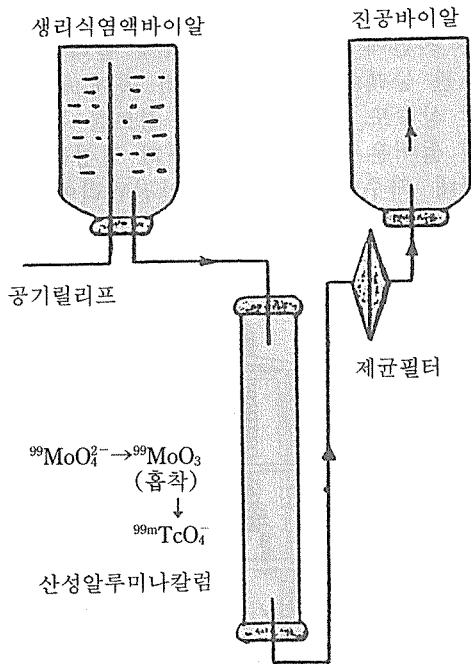


Fig. 2 ^{99m}Tc 제너레이터의 구조

^{99m}Tc 은 그 핵의학진단에 적합한 핵적특성과 제너레이터로부터의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 와 별도공급되는 키트와 조합시켜 사용할 수 있기 때문에, 수많은 유용한 표지화합물이 발견되었다. 현재, 키트(표지화합물) 및 기초제주사액 형태로 공급되어 많이 사용되고 있다. 참고로, 한국원자력연구소에서 생산·제조하고 있는 ^{99m}Tc 표지화합물의 제품명과 주요용도를 표1에 게재하였다.

표 1. 원자로이용생산 주요국산 Tc- 99m 제품

제 품 명	주 요 용 도
파이테이트-Tc- 99m	간 진단
MDP-Tc- 99m	골격 진단
DISIDA-Tc- 99m	감·담도계 진단
DTPA-Tc- 99m	신장 진단
PP-Tc- 99m	골격 진단
Sn클로이드-Tc- 99m	간 진단
HSA-Tc- 99m	심 박출량 측정
MAA-Tc- 99m	폐 진단
ASC-Tc- 99m	임파계 진단
DMSA-Tc- 99m	신장/암 진단