

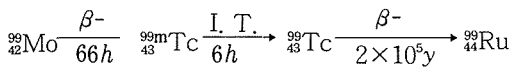
^{99m}Tc 와 ^{99}Tc



김재록
한국에너지연구소 동위원소실

원자번호가 비교적 작은 영역에 있는 원소로는 ^{43}Tc 가 유일하게 안정동위원소가 없어 자연계에 존재치않아 뒤늦게 1937년 인공적으로 생산되면서 처음 알려졌다.

^{99m}Tc 용액에는 언제나 ^{99}Tc 가 있는데 그 양은 일반적으로 생산방법이나 조건, 발생기의 성능, 분리 후 사용까지의 시간 등에 따라 크게 변한다. 그와같은 사실은 아래에 나타낸 붕괴계열을 보면 어느 정도 이해할 수 있을 것이다.



^{99}Tc 양이 어떤 한계치를 넘어서면 방사성의약품의 표지(標識)나 그것을 이용한 이미징에 나쁜 영향을 준다는 증거가 계속 보고되고 있다."

^{99m}Tc 와 ^{99}Tc 는 화학적으로 같은데, ^{99}Tc 의 생성기작을 이해하기 위해서는 아무래도 $^{99}\text{Tc} : ^{99m}\text{Tc}$ (이하 99/99m으로 약)를 예측케하는 수리적모델을 생각할 필요가 있으며 그러려면 먼저 ^{99}Tc 와 ^{99m}Tc 의 양이 다음과 같은 요인들에 의해 달라진다고 가정하지 않을 수 없다.

- 분리에서 사용까지의 시간
- 두 연속분리 시간간격
- 분리효율 등

실제로, 그림 1은 Tc가 발생기안에 있을 때에는 99/99m이 시간변화에 따라 근소한 영향밖에

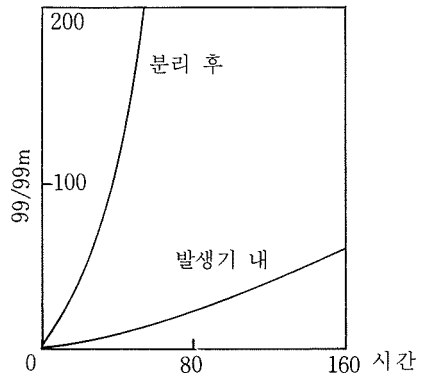


그림 1. 발생기 내 분리후의 99/99m 증가속도 비교

없으나 일단 분리해 낸 후에는 그 비가 시간경과에 따라 크게 변함을 나타내고 있다.

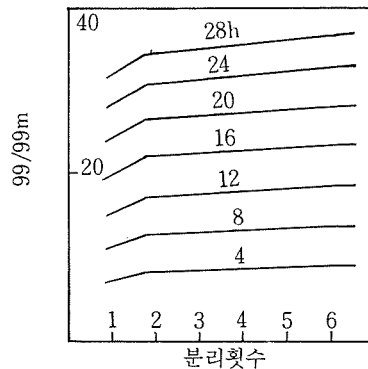


그림 2. 99/99m에 대한 테크네슘 성장효과의 영향 (분리효율: 90%, 분리후 붕괴: 18시간)

그림 2는 두 연속분리시간 간격이 늘어남에 따라 99/99m이 어느정도 증가하나 연속분리의 어느 특정기간에서는 그 값이 분명히 일정해 짐을 보여준다.

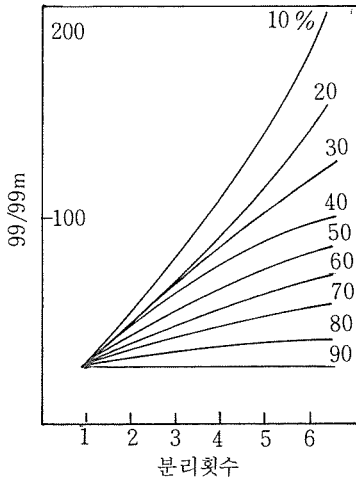


그림 3. 99/99m에 대한 분리효율의 영향 (생장: 24시간, 분리후 붕괴: 18시간)

그림 3은 분리효율과 99/99m을 나타낸다. 이 그림에서 각 곡선들은 분리효율이 낮을 경우 ⁹⁹Tc의 집적(集積)이 일어나 각 연속추출에 의해 점차 99/99m이 증가함을 보여준다.

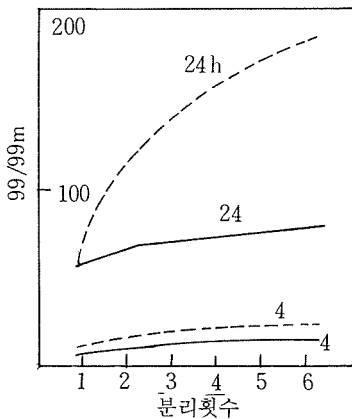


그림 4. 99/99m에 대한 분리효율 및 분리후 붕괴시간의 영향 (분리효율: — 90%,40%)

그림 4는 분리효율과 분리후 붕괴시간을 함께 고려한 효과를 나타낸다. 실선은 분리효율이 90% 때에 각각 4시간 및 24시간 붕괴할 경우의 99/99m을 나타내며 점선은 분리효율이 40% 때에 위와 같은 붕괴시간에 대한 99/99m을 나타낸다. 후자의 경우, 99/99m에 대한 4시간 붕괴와 24시간 붕괴사이의 차이는 각 분리에 따라 증가함을

볼 수 있다.

^{99m}Tc용액 중의 전체 Tc 양은 99/99m에 직접 관계되며 방사능과의 관계식은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$Tc(ng) = 0.19(1 + 99/99m) \cdot {}^{99m}Tc(mCi)$$

따라서, ^{99m}Tc의 방사능(1 Ci=37GBq)이외에 용출횟수, 용출효율, 용출후 경과시간 등을 알면 그림으로부터 99/99m이 구해짐으로 Tc양을 구할 수가 있다. Tc양(^{99m}Tc양+⁹⁹Tc양)이 많아지면 이것을 킬레이트화합물로 만드는 기능기를 가진 각종 "Cold vial"내용물 양이 일정함으로 일부의 ^{99m}Tc와 ⁹⁹Tc가 킬레이트화합물로 되지 못하고 남게되는데 이렇게 되는것을 표지수율이 저하된다고 한다. 그러면 그 방사성의약품의 방사화학적순도가 저하되는데 그 일정량을 생체에 그대로 투여하면 ^{99m}Tc표지방사성의약품 이외에도 상당량의 비표지 ^{99m}Tc가 혼입되어 필연적으로 당해 장기에의 집적율이 저하되고 백그라운드방사능이 상대적으로 높아져 이미징이 악화된다.

따라서, 발생기의 연속용출사이클을 선정함에 있어서는 충분히 주의해야하며 ^{99m}Tc를 발생기로부터 용출하려면 정기적으로 효율이 충분히 높게 용출해야한다. 특히 용출효율이 나빠졌거나 분리 후 사용까지의 시간이 부득이 길어질 수 밖에 없는 경우에는 ⁹⁹Tc증가로 인한 영향에 특히 주의해야 한다.

발생기화학의 불충분한 이해나 이들 제반 요인의 부적절한 조정으로 말미암아 ^{99m}Tc의 질을 떨어뜨려 궁극적으로 이미징을 나쁘게하는 경우가 있다는 사실에 항상 유념해야 할 것이다.

⁹⁹Tc의 존재가 이미징에 영향을 주는것 이외에 ^{99m}Tc의 정상적투여에 수반되는 ⁹⁹Tc가 주는 또 다른 영향에 대해서는 아직 논란의 여지가 없다. 그 이유는 ⁹⁹Tc가 대부분 체외로 배설되고 또 극미량이 남는다하더라도 ⁹⁹Tc의 방사능은 극히 미미하기 때문이다. 앞의 붕괴계열에서 보는 바와 같이 2×10^5 년의 반감기는 붕괴정수(λ)를 10^{-13} 으로 낮게하여 거의 붕괴하지 않기 때문이다.

1. R. E. Boyd et al., Radionuclide Generator Technology, Status and Prospectus. 'Radiopharmaceuticals and Labelled Compounds', IAEA Proceedings Series ; IAEA - CN - 45 / 102, 79 - 82(1985)