

# $^{99m}\text{Tc}$ 제네레이터

— 多樣化 時代온다 —



한국에너지연구소  
理學博士 김 재 록



$^{99m}\text{Tc}$ 는 診斷用 RI의 寵兒로 일컬어지고 있는데 그 理由는 半減期가 6시간이고 140keV의 單一에너지  $\gamma$ 放出核種이어서 인체에 대한 放射線被曝을 적게 주면서도  $\gamma$ 影像을 얻기에 알맞기 때문이다. 또 研究用原子爐에서 비교적 廉價로 대량 생산되며 여러 종류의 有機化合物에 標識·利用될 수 있는  $^{99m}\text{Tc}$  固有의 장점도 있다.

Tc는 43번 元素로써 自然界에는 존재하지 않는 순수 人工元素이다.

Tc (technetium)이란 이름은 인간이 技術(technology, technics 등)로 만든데서 비롯된 것이며 바른 이름은 “테크네튬”이 아닌 “텍니-섬”(tekni: fiam)이다.

우리나라에서도 많은 양의  $^{99m}\text{Tc}$ 이 生産·輸入·利用되고 있다. 1985년에는 生産 約 300Ci, 輸入 約 600Ci 등 總900Ci가 이용되었는데 約 30%의 年次增加率이 당분간 계속될 것으로 전망된다.

제네레이터(發生器)란 딸核種( $^{99m}\text{Tc}$ )을 어미核種( $^{99}\text{Mo}$ )으로부터 간편히 分離(milking)할 수 있게 만든 裝置(cow system)를 말한다.  $^{99m}\text{Tc}$  제네레이터에는 抽出型, 알루미늄 대롱 크로마토그래피型, 젤 대롱 크로마토그래피型, 승화型 등 4種이 알려져 있는데, 여기서는 이들을 각각 제1, 제2, 제3, 제4제네레이터라고 命名기로 하자.

## 가. 제1제네레이터

$^{99}\text{Mo}$ 를 溶液狀態로 제네레이터에 充填하고 有機溶媒로  $^{99m}\text{Tc}$ 을 抽出하도록 만들어졌다. 오랫동안 이용되어 왔고 우리나라에서도 國產品을 보급하고 있다. 그런데 이 型을 쓸 경우에는 抽出操作을 거처야 한다.

## 나. 제2제네레이터

$^{99}\text{Mo}$ 와  $^{99m}\text{Tc}$ 을 더욱 간편히 分離하고 高放射能濃度の  $^{99m}\text{Tc}$ 을 얻으려면 제네레이터가 우선 密集小型(compact type)이어야 한다. 즉 그와 같은 목적을 이루기 위하여 작은 유리대롱안에 알루미늄을 채워 여기에는  $^{99}\text{Mo}$ 를 吸着시키고 一定時間마다 0.9% 生理食鹽水를 흘려내려  $^{99m}\text{Tc}$ 을 分離(milking)하도록 만든 알루미늄 대롱 크로마토그래피型이 開發·利用되어 왔다.

대롱이 작고 거기에 들은 알루미늄의 양도 작아 吸着시킬 수 있는  $^{99}\text{Mo}$ 양도 극소량으로 制限된다. 研究用原子爐에서 (n, r) 反應으로 생산한  $^{99}\text{Mo}$ 는 상당량의  $^{99}\text{Mo}$ 를 含有하므로, (즉 低比放射能)그와 같은 小型 대롱에는 極微量밖에 吸着시킬 수 없어서 부득이 (n, r) $^{99}\text{Mo}$  그대로는 이 型의 제네레이터를 만들기 곤란하였다. 따라서 濃縮우라늄을 原子爐內에서 核分裂시켜 生成하는 核分裂生成物中的

$^{99}\text{Mo}$ (즉 핵분열  $^{99}\text{Mo}$ )를分離해 이를 吸着·充塡시킴으로써 비로소 그 제작이 가능하였다. 핵분열 $^{99}\text{Mo}$ 는 거의 無擔體狀態임으로 少量의 알루미늄이나에 대한 吸着은 數Ci까지도 가능하다. 이 型의 제네레이터는 小型이며 사용이 간편하고 高濃度·高純度의  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 를 얻을 수 있어서 이용자들이 즐겨 쓰는 편이나 高價인것이 短點이다. 그리고 製造者의 입장에서 볼 때에는 그 밖에도 高放射能準位の 핵분열生成物을 다루면서 번잡한 分離操作을 해야하며 高準位·長壽命의 放射性廢棄物發生, 高價의 濃縮우라늄使用, 使用後 우라늄의 回收 등 문제점도 많다. 따라서 그 개발을 위해서는 정책적인 方向設定도 前提되지 않을 수 없다고 본다.

#### 다. 제3제네레이터

以上과 같은 難題들의 근본적 해결을 위한 노력이 계속되어 왔는데 그 중 하나는 IAEA/RCA 사업으로 수행하는“(n, r)反應  $^{99}\text{Mo}$ 를 이용한  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 제네레이터 開發”이다. 이 課題의 關聯, 호주와 인도에서 각기 별도의 研究開發이 進陟되어 왔는데 최근 상당한 성과를 올려 곧 本格實用化 段階에 進入,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 제네레이터 製造·利用史上 새로운 장을 열게 되었다.

比放射能이 낮은 (n, r) $^{99}\text{Mo}$ 를 몰리브덴酸지르코늄 젤로 만들어 씌우로서 앞에 列擧한 제반 문제점들을 제거하는 것이다. 알루미늄에는 Mo은 최대 0.2%(Wt)밖에 흡착시키지 못하는데 반해 몰리브덴酸지르코늄 젤은 25%(Wt)의 Mo을 자신이 含有하므로 低比放射能인 (n, r) $^{99}\text{Mo}$ 를 쓰고 密集小型제네레이터로 만들더라도 37 GBq(=1Ci)나 그 이상까지도 유리대롱에 充塡할 수 있기 때문이다. 젤은 일종의 陽이온 交換樹脂처럼 作用하면서 작은 부피, 높은  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 溶出率을 나타내고  $^{99}\text{Mo}$ 는 젤 構造에 化學結合한 상태여서 쉽게 흘러내리지 않는다. 經濟性은 물론  $^{99\text{m}}\text{Mo}$ 充塡效果,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 溶出效果, 生成  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 純度 標識反應試驗, 實證試驗 등이 수행되어 그 결과가 보고되었는 바 그 製品特性 몇 가지를 소개하

면 아래 표와 같다.<sup>1)</sup>

· 放射能濃度( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )	2000MBq / ml
· pH	4.0~5.6
· 核種純度	$^{99\text{m}}\text{Tc} > 99\%$ ( $^{99}\text{Mo} < 1.2 \times 10^{-4}\%$ )
· 放射化學的純度( $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ )	$> 99.9\%$
· Zr濃度	$< 5 \times 10^{-6} \text{ g / ml}$
· 生體實驗結果	第2제네레이터와 同一

#### 라. 제4제네레이터

제2제네레이터 製造에 수반되는 諸般 短點의 除去對策은 또 다른 각도에서도 강구되었다. 즉 제2제네레이터 이용에서 보는 간편성은 최대한 유지하면서 (n, r) $^{99}\text{Mo}$ 를 핵분열 대신에 사용하려는 것이며 그런 면에서 제3제네레이터와 같은 취지이나 제4제네레이터에서는 몰리브덴酸지르코늄 젤로 만들지 않고 (n, r) $^{99}\text{Mo}$ 에서 생성하는  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 을 昇華시켜  $^{99}\text{Mo}$ (+ $^{99}\text{Mo}$ )로부터 分離해내는 것이다. 따라서 이型은 加熱裝置가 별도로 있다. 최근 그 加熱온도를 380~450℃로 맞추어도 가능하게되어 試製品을 만들어 보급하려는 단계에 와있다. 이 型은 헝가리 과학자에 의해 개발되었으며 아마도 제3제네레이터보다도 약간 앞서 개발되었다고 본다.

제3제네레이터와의 특징을 대비하면 제3이 사용시 加熱操作이 필요하지 않아 편리하며 加熱裝置도 없어서 小型인 反面  $^{99}\text{Mo}$ (+ $^{99}\text{Mo}$ )를 몰리브덴酸지르코늄 젤로 만들어야하는 번잡함이 있다.

이렇게 一長一短이 있으나 이들 제3, 제4제네레이터가 제2제네레이터 製造上의 큰 단점을 없애기 위해 개발되었다는 점에서 높이 평가되고 있다.

상당기간 다양화된 이용이 예상되나 제조상의 放射性廢棄物發生量, 경제성, 簡便性 등의 最大公約數가 얻어지는 방향으로 점진적으로 바뀌어 갈 것으로 본다.

<sup>1)</sup> 參考文獻

1) P.W. Moore et al., Int'l J. Appl. Radiat. Isot. 38(1), 25~29(1987).