

뇌단일광자단층촬영에서 Tc-99m과 I-123의 동시획득영상에서의
crosstalk 보정

Crosstalk correction for simultaneous Acquisition Imaging by
Tc-99m and I-123 in Brain SPECT

백미영^{*,}, 이 진, 이동수, 신승애[#], 정준기, 이명철

서울대학교 의과대학 핵의학교실, 이화여자대학교 물리학과[#]

요약

두 개의 동위원소가 공간상에 분포하는 영역이 다를 때 동시획득 영상에서 하나의 동위원소에 대한 영상을 분리해 내고자 하였다. 영역의 비가 2:1이 되도록 분할한 뇌모형을 사용했으며, 앞의 영역에서는 Tc-99m(140 keV)이 뒤의 영역에서는 I-123(159 keV)이 분포한다고 할 때, Tc-99m을 185 MBq(5 mCi) I-123을 55.5 MBq(1.5 mCi)을 각 영역에 채웠다. 또한 I-123 영역에 존재하는 Tc-99m을 고려하여 74 MBq(2 mCi)을 넣은 후 평면영상을 얻었다. 광절정의 10 %의 에너지 창을 열어 얻은 영상에서 crosstalk의 영향을 고려하면 $A_{140} = Tc_{pp} + K_{ti}I_{pp}$ 와 $A_{159} = K_{it}Tc_{pp} + I_{pp}$ 의 식을 얻을 수 있다. 즉, 순수한 값에 crosstalk되는 정도를 더해준 것이 우리가 얻게 되는 영상이 된다. 따라서 crosstalk되는 정도를 알면 보정된 영상을 분리해 낼 수 있게 된다. 실험을 통해 얻게된 K_{ti} 와 K_{it} 의 값은 각각 0.38과 0.29 이었다. 이 값을 Tc 창에서 얻은 영상과 I-123의 창에서 얻은 영상에 넣어 보정한 결과 각 동위원소에 따른 영역을 분리해낼 수 있음을 알 수 있었다. 공간적 분포가 다른 경우에도 crosstalk을 보정함으로써 원하는 영상을 분리해낼 수 있으며, 다른 동위원소에도 적용 가능하다고 생각한다.

Abstract

We tend to separate a single isotope image in simultaneous acquisition image

at different spatially distribution of dual isotope. Using the brain phantom to be separate two region with 2:1 ratio, each region filled with Tc-99m (140 keV) 185 MBq (1.5 mCi) and I-123 (159 keV) 55.5 MBq (1.5 mCi). We consider that Tc-99m exists in I-123 region, so inject 74 MBq Tc-99m on that region. For 10 % symmetrical energy windows centered on the Tc-99m and I-123 photopeaks we evaluate the crosstalk effects. That equation express as $A_{140} = T_{cpp} + K_{it}I_{pp}$ 와 $A_{159} = K_{ti}T_{cpp} + I_{pp}$. We acquired increase value comparable with naive value by the crosstalk. Then estimate crosstalk fraction, we can separate correction image. Through the experiment K_{ti} and K_{it} are 0.38 and 0.29. Applying these values to Tc-99m energy window and I-123 window, we conclude that this method is able to separate images of each isotope. It is useful to investigate crosstalk contribution for other combinations of isotope.

1. 서론

Tc-99m HMPAO와 I-123 IMP를 동시에 사용하는 것은 촬영 시간을 줄일 수 있고, 위치 보정을 할 필요가 없는 등 많은 이점이 있다. 하지만 두 동위원소의 광결정 에너지가 140 keV와 159 keV로 큰 차이가 없어 crosstalk의 문제를 해결해야만 한다. Crosstalk 한 동위원소 영상에서 광자가 다른 동위원소의 영상으로 검출되는 것을 말한다. 이 연구에선 이러한 crosstalk에 의한 영향을 보정하여 각 동위원소에 해당하는 영상을 분리해내고자 한다.

2. 방법

호프만 2차원 뇌모형을 사용하여 실험하였고, 감마 카메라는 Prism 2000(Piker,USA)으로 두 개의 헤드로 이루어졌다. 저에너지조준기를 사용하여 5분 동안 평면영상을 얻었다. Tc-99m 만을 넣은 영상과 I-123만을 넣은 영상을 얻어 crosstalk이 되는 비율을 구하였다. 또한 주입 방법에 따라 동위원소의 공간적 위치가 결정된다는 가정 하에 뇌모형의 2/3 영역(내측측두엽)엔 Tc-99m을 1/3 영역(전두두정엽)엔 I-123을 각각 5 mCi와 1.5 mCi를 넣었다. 이는 임상에서 뇌단일광자촬영에 사용하는 Tc-99m과 I-123의 방사선량을 기준으로 해서 얻은 상대적인 양이다. 또한 I-123의 영역에 존재하는 Tc-99m을 고려하여 그때의 양으로 2 mCi를 넣었다.

Crosstalk 비율을 정의하는 식은 다음과 같다. 이를 K_{it} 와 K_{ti} 로 표현할 수 있는데 이는 주 광결정창에서 검출되어지는 계수 값에 대한 crosstalk 창에서 검출되어지는

계수 값의 비이다.

$$K_{ti} = I \text{ 창에서 얻은 } T_c \text{ 광자수} / T_c \text{ 창에서 얻은 } T_c \text{ 광자수} \quad (1)$$

$$K_{ti} = T_c \text{ 창에서 얻은 } I \text{ 광자수} / I \text{ 창에서 얻은 } I \text{ 광자수} \quad (2)$$

이러한 crosstalk은 한 동위원소의 에너지 영역에서 다른 동위원소의 에너지 영역으로 광자가 얼마나 넘쳐 들어갔는지를 말한다. 실제 영상 구성은 다음과 같다.

$$A_{140} = T_{c_{pp}} + K_{it}I_{pp} \quad (3)$$

$$A_{159} = K_{it}T_{c_{pp}} + I_{pp} \quad (4)$$

여기에서 A_{140} 은 T_c -99m 창에서 얻은 영상이고, A_{159} 는 I -123에서 얻은 영상이다. 또한 $T_{c_{pp}}$ 는 T_c -99m 창에서의 T_c -99m이고, I_{pp} 는 I -123의 창에서 I -123의 값이 된다. (3), (4)식을 이용하여 보정된 영상은 다음과 같이 유도되어질 수 있다.

$$T_{c_{pp}} = (A_{140} - K_{it}A_{159}) / (1 - K_{it}K_{ti}) \quad (5)$$

$$I_{pp} = (A_{159} - K_{it}A_{140}) / (1 - K_{it}K_{ti}) \quad (6)$$

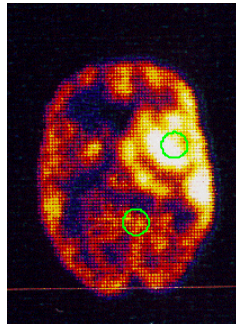
식(6)을 이용하여 I -123의 영역을 분리하고자 하였다. 또한 crosstalk 보정 전후의 영상의 대조도를 비교 분석하였다. 대조도는 $(T-B)/(T+B)$ 로 표현되며 T 는 관심영역의 계수 B 는 배후의 계수를 나타낸다.

3. 결과

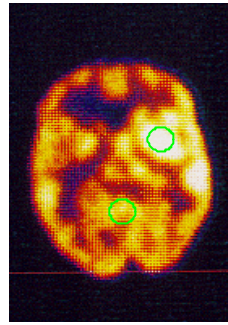
실험을 통해 얻게된 광결정 창의 영상에서 T_c -99m 영역과 I -123 영역에서 ROI를 이용하여 계수 값을 구하였다. 이 계수 값에 의하여 K_{it} 와 K_{ti} 의 값을 계산하였다. 그 값은 각각 0.38과 0.29였고, 위의 (6)식에서 유도된 식을 이용하여 얻은 영상은 아래 그림과 같다. 두 영상간의 대조도는 다음과 같다.

<표 1 > 대조도

	I_{pp}	I_{159}
대조도	0.44 ± 0.09	0.18 ± 0.07



<그림 1>
보정한 I 영상



<그림 2>
실제 I 영상

4. 토의

원하는 동위원소가 분포하는 영역을 crosstalk 보정을 통해 분리해낼 수 있었다. 그러나, crosstalk을 구하는 문제는 에너지 창의 크기나 선택된 에너지 창의 위치, 사용하는 동위원소의 특성 등에 영향을 받을 수 있다. 따라서 crosstalk 정도를 구하는 방법에서 좀더 정량적인 방법이 필요하겠고, 이를 위해 Monte Carlo 모사 방법을 적용하는 것이 바람직하겠다.

5. 결론

Crosstalk을 보정함으로써 다른 두 종류의 동위원소의 사용에서도 얻고자 하는 영상을 분리해 낼 수 있으리라 생각한다.

6. 참고문헌

1. Michael DD, Sr., James LL, Dual-Isotope brain SPECT imaging with Technetium and Iodine-123: Validation by phantom studies, *J. Nucl Med* 1992;33:2030-2035
2. Ivanovic M, Weber DA, Feasibility of dual radionuclide brain imaging with I-123 and Tc-99m, *Med. Phys.* 1994;21:667-674
3. Dana M, Brandy SW, Beth CA, Diagnostic application of simultaneously acquired dual-isotope single-photon emission CT scans, *AJNR* 1994;15:63-71
4. O'leary DS, Madsen MT, Hurtig R, Dual isotope brain SPECT imaging for monitoring cognitive activation: initial studies in humans, *Nucl. Med. Commu.* 1993;14:397-404