

## 펄스차이 폴라로그래피를 이용한 갑상선기능조절 약제 중의 2-mercapto-1-methyl-imidazole 분석

김일광\* · 천현자 · 한성수<sup>†</sup>  
원광대학교 자연과학대학 화학과, 기초자연과학연구소  
<sup>†</sup>원광대학교 생명자원과학대학 농화학과  
(2003. 3. 18 접수)

## Analysis of 2-Mercapto-1-Methylimidazole in Controlling Drug of Thyroid by Differential Pulse Polarography

Il Kwang Kim\*, Hyun Ja Chun, and Sung Soo Han<sup>†</sup>  
Department of Chemistry, Institute of Basic Nature Science, College of Natural Science,  
Wonkwang University, Iksan city, 570-749, Korea  
<sup>†</sup>Department of Agricultural Chemistry, College of Life Science and Natural Resources,  
Wonkwang University, Iksan city, 570-749, Korea  
(Received March 18, 2003)

**요 약.**  $5.0 \times 10^{-2}$  M LiClO<sub>4</sub> 지지전해질에서 2-mercapto-1-methyl-imidazole(MMI)의 분석을 펄스차이폴라로그래피로 조사하였다. MMI의 분석에서 적정한 조건은 다음과 같다. 초기전위: -0.9 volts, 펄스세기: 0.08 mV, 주사속도: 2 mV sec. 표준검량곡선은  $1.0 \times 10^{-7}$  ~  $8.0 \times 10^{-5}$  M 범위에서 좋은 직선성을 보였으며, 검출한계는  $(2.2 \pm 0.1) \cdot 0.1^{-9}$  M 이었다. 이 방법으로 첨가제의 방해없이 항갑상선 약제중의 MMI를 정량하는데 응용하였다.

**주제어:** 항갑상선 약제, 2-mercapto-1-methyl-imidazole, 펄스차이폴라로그래피

**ABSTRACT.** The determination of 2-mercapto-1-methyl-imidazole (MMI) in  $5.0 \cdot 10^{-2}$  M lithium perchlorate supporting electrolyte has been investigated by the differential pulse polarography. The optimum condition of MMI analysis was as follows: -0.9 volts initial potential, 0.08 mV pulse height, 2 mV/sec scan rate, and medium mercury drop size. Standard calibration curve showed a good linearity in the range of  $1.0 \cdot 10^{-7}$  M to  $8.0 \cdot 10^{-5}$  M and the detection limit has been  $(2.2 \pm 0.1) \cdot 0.1^{-9}$  M. This method was applied for the determination of MMI in antithyroid drug without interference of additives.

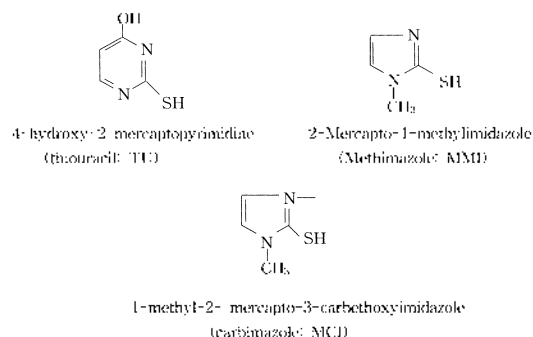
**Keywords:** Antithyroid, 2-Mercapto-1-Methyl-imidazole, Differential Pulse Polarography

### 서 론

갑상선은 호르몬을 합성하는 갑상포(thyroid follicle)의 많은 주머니로 구성되어 있고, 내부는 풍부한 단백질이 함유된 교질액으로 되어 있는 가장 큰 내분비선이다. 갑상선의 갑상포는 혈액중의 요오드 이온을 교질내에서 산화시키고, 교질내의 당단백질을 요오드화하여 thyroglobin을 형성한다. Thyroglobin의 가수분해로

tetraiodothyronine(L-thyroxine)이 되며, 일련의 효소반응을 통하여 L-thyroxine과 L-triiodothyronine 호르몬으로 전환된다.<sup>1,2</sup>

이 호르몬들은 당대사를 증가시키고 성장을 촉진시키는 작용을 하는데, 이러한 갑상선 호르몬이 과잉되거나 결핍되면 대사 이상이 발생하게 된다. 과잉인 경우 갑상선 기능 항진증으로 바세도우씨 혹은 그레이브스 병이 생기는 것으로 알려져 있다. 이에 대한 치료제로는



Scheme 1. A typical structure of antithyroid chemicals.

-SH나 S=C-기를 포함하는<sup>3,5</sup> 4-hydroxy-2-mercaptopyrimidine (thiouracil: TU), 6-methyl-2-thiouracil(MTU), 2-mercapto-1-methylimidazole(methimazole: MMI), 1-methyl-2-mercapto-3-carboxymidazole (carbimazole: MCI) 등이 있으며, Scheme 1에 그들의 분자구조를 보였다. 이러한 약품들은 thyroglobuline과 결합작용을 하여 thyroglobuline의 생성을 방해하므로써, 갑상선 호르몬의 중간물질인 thyroxine의 과잉을 억제시키므로<sup>6</sup> 항갑상선치료에 적용하여 왔을 뿐 아니라, 사료에 혼합하여 동물의 성장촉진에도 이용되어왔다.

그러나 이들 약품이 과잉섭취된 경우 인체의 건강에 해로운 수 있으므로, 유럽연합은 1981년부터 목장에서 사용하는 것을 금지시켰다. 또한 음식물과 식품에서 이들 약품의 잔류를 최소화하고, 피해를 막기 위해 분석법을 개발하여 발표하고 있다.<sup>7</sup>

이들 약품 중 주로 사용되는 methimazole(MMI)의 분석방법으로 분광광도법,<sup>8-10</sup> 고성능액체크로마토그래피(HPLC),<sup>11-12</sup> GC-mass spectrometry,<sup>13</sup> 기체크로마토그래피,<sup>14,15</sup> 방사면역분석법<sup>16</sup> 등이 보고된 바 있다. 이들 분석방법의 검출한계는  $10^{-5}$  M 정도이었으며, 실험조건설정이 까다롭거나 미량분석에 적합하지 않았다. 전기화학적 방법으로 -SH기를 포함하는 화합물들을 분석한 결과도 보고된 바<sup>17,19</sup> 있으나, MMI의 정량에 대한 보고는 아직 발표된 바 없다. 본 연구에서는 감도가 뛰어나며 방해효과를 적게 나타내는 펄스차이 폴라로그래피를 이용하여 미량의 MMI 정량을 시도하였다.

지지전해질의 종류, 초기 전위, 펄스 높이, 주사속도, 수은방울 크기 등의 분석조건 변화에 따라 붕우리 전류값을 조사하여 최적조건을 찾고, 표준검량 곡선과 검출한계를 제시하였다. 그리고 얻어진 최적조건에서 시판되는 항갑상선약제 중의 MMI 정량에 응용하였다.

## 실 험

시약, 지지전해질인 lithium perchlorate는 Aldrich 회사 제품을 사용하였고, 2-mercapto-1-methylimidazole (MMI)은 표준시약(Aldrich제)을 Milli-Q에 통과시킨 탈이온수에 녹여 저장용액으로 만들어 사용하였다.

구리용액은 AA분석용 Junsei 표준시약을 사용하였고, 작업전극용 수은은 Aldrich제 특급시약(99.9995%)을 구입하여 그대로 사용하였다. 실험 용액속의 용존산소를 제거시키기 위해 시판되는 고순도 아르곤 기체를 구입하여 염기성 pyrogallol 용액과 calcium chloride 용액에 각각 통과 시킨 후, 용액에 아르곤 기체가 미리 포화되어 있는 상태로 하여 실험하였다.

기기 및 장치, EG & G PARC Model 384 B polarographic analyzer에 EG & G PARC Model 303A static mercury drop electrode(ohmic drop 보상을 위한 3전극형)와 PARC Model 0093 digital plotter를 연결하여 펄스차이 폴라로그래피를 얻었다. 작업전극으로는 수은전극, 기준전극으로는 Ag/AgCl 전극, 보조전극으로는 백금선을 사용하였다. pH의 측정은 Orion Research사의 Model 520A digital pH-meter, 온도조절은 A-line Lab의 thermo-cool을 이용하였다. 고체상 추출장치는 1.0 ml, octadecyl 컬럼이 장치된 Baker-10 SPE(solid phase extraction) system을 이용하였다.

실험방법,  $5.0 \times 10^{-2}$  M의  $\text{LiClO}_4$ 로 만든 지지전해질 10.0 mL를 취하여 용기에 넣고 아르곤 분위기에서 적절한 초기전위와 펄스높이를 선택한 다음 양전위쪽(산화)으로 주사하면서 펄스차이 폴라로그래피를 얻었다. 초기전위, 펄스높이, 주사속도, 수은방울의 크기에 따른 전류값을 조사하여 최적조건을 구하고, 이 조건하에서 표준검량곡선을 작성하였다. pH의 영향을 보기 위해서 pH 2-3은 KCl과 HCl 완충용액을, pH 4-8까지는  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 와 citrate 완충용액을, pH 9-11은 borate 완충용액을 사용하였다.<sup>20</sup>의 약품로는 항갑상선 치료제로 쓰이는 알약을 시중에서 구입하여 증류수에 녹이고 고체상 추출장치로 거른 후 최적의 실험조건에 맞추어 전압-전류 그래프를 얻었다. 전류값이를 표준검량곡선과 비교하여 농도를 계산하였다.

## 결과 및 고찰

지지전해질에 따른 붕우리 전류, 펄스높이, 주사속도

Table 1. Peak current of  $2.0 \times 10^{-6}$  M 2-mercapto-1-methylimidazole(MMI) in various supporting electrolytes.\*

Supporting electrolyte	Peak potential Peak (volts)	Peak current (nA)
0.1 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.130	19.70
0.1 M LiClO <sub>4</sub>	0.018	
0.05 M LiClO <sub>4</sub>	0.030	14.92
0.1 M NaOH	-0.416	23.19
0.05 M NaOH	-0.300	23.52
Acetate buffer(pH 4.6)	-	-
Borax buffer(pH 9.2)	-0.236	3.90

\*pulse height: 0.02 mV, scan rate: 4 mV/sec, initial potential: -0.9 volt, drop size: medium, drop time: 0.5 sec.

등의 조건이 확인되지 않은 초기상태에서 이들을 통상 사용하던 조건<sup>21,22</sup>으로 임의설정하고 지지전해질의 선택을 위한 실험을 먼저 수행하였다. 지지전해질의 조건에 따른 MMI의 봉우리 전류를 측정하여 그 결과를 Table 1에 나타내었다. Table 1에서 봉우리 전위는 지지전해질이 산성용액이면 양전위 방향으로 나타나고, 염기성 용액이면 음전위 방향으로 이동되는 것을 보여주었다. 봉우리 전류값은 약산이나 염기의 완충용액을 지지전해질로 사용하였을 때에 크게 감소하였는데, 이는 완충용액 조건에서 MMI 성분의 확산계수가 떨어지기 때문인 것으로 생각된다. 강산이나 강염기 지지전해질에서는 완충용액보다 높게 나타났으나, 일반적으로 전기분해에서 중성의 지지전해질로 많이 사용되는  $5.0 \times 10^{-2}$  M LiClO<sub>4</sub> 용액을 적합한 지지전해질로 선택하여 사용하였다.

LiClO<sub>4</sub> 지지전해질에서 MMI의 봉우리 전류,  $5.0 \times 10^{-6}$  M LiClO<sub>4</sub> 지지전해질만 있을 때와  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI를 가했을 때의 전형적인 펄스차이 플랴로그그램을 Fig. 1에 나타내었다.

Fig. 1에서 A는 지지전해질만 있을때의 플랴로그그램으로 0.1 V 근방까지 안정한 잔류 전류만을 보였으며, B는 지지전해질 용액에  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI를 첨가한 것으로 0.0 V 부근에서 MMI의 산화 봉우리를 나타내 보였다.

초기전위의 영향. 초기전위가 MMI 산화 전류값에 미치는 영향을 알기 위하여  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI 표준용액에서 초기전위를 -1.0 V로부터 -0.5 V로 변화시키며, MMI의 산화봉우리 값을 얻었으며, 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 이 결과를 보면 초기전위가 음전위일수록 봉우리 전류값은 커지는 것으로 나타났다. 큰 봉우리

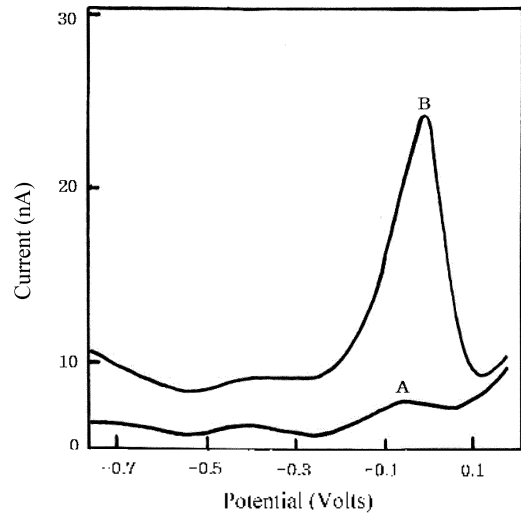


Fig. 1. A typical differential pulse polarogram for  $5.0 \times 10^{-6}$  M 2-mercapto-1-methylimidazole(MMI) in  $5.0 \times 10^{-2}$  M LiClO<sub>4</sub>. Initial potential: -0.9 V, pulse height: 80 mV, scan rate: 2 mV/sec, mercury drop size: medium, drop time: 0.5 sec. A, only  $5.0 \times 10^{-2}$  M LiClO<sub>4</sub> supporting electrolyte. B, added  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI.

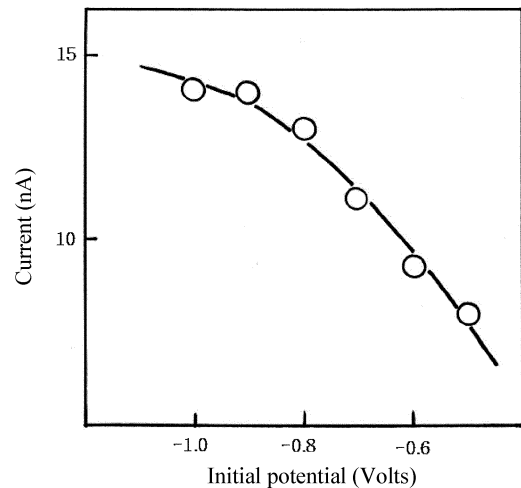


Fig. 2. Effect of initial potential on the peak current for  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI in  $5.0 \times 10^{-2}$  M LiClO<sub>4</sub>. Pulse height: 80 mV, scan rate: 2 mV/sec, mercury drop size: medium.

값을 얻기 위하여 높은 음전위를 택하는 것이 유리하겠지만, 반면 그만큼 더 방해성분의 전류가 포함될 수도 있기 때문에 본 실험에서는 다른 이온들의 방해를 덜 받고 비교적 높은 감도를 유지하면서 주사속도를 단축하기 위하여 -0.9 volts를 초기전위로 선택하였다.

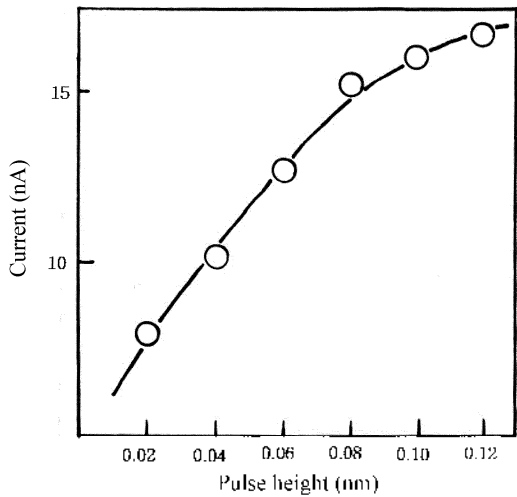


Fig. 3. Effect of pulse height on the peak current for  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI in  $5.0 \times 10^{-2}$  M  $\text{LiClO}_4$ . Initial potential:  $-0.9$  V, scan rate:  $2$  mV/sec, mercury drop size: medium.

**펄스높이의 영향.** MMI 산화 봉우리에 대한 펄스 높이의 영향을 보기 위하여  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI 표준용액에서 초기전위를  $-0.9$  V로 하고 펄스의 높이를  $0.02$  mV로부터  $0.12$  mV까지 변화시키면서 펄스차이 폴라로그래램을 얻었으며, 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3을 보면 펄스 높이가 커짐에 따라 봉우리 전류값은 등온선 모양으로 증가함을 알 수 있었다. 본 실험에서는 봉우리 모양이 안정하면서도 봉우리 전류값이 비교적 높은  $0.08$  mV를 적정펄스높이로 선택하였다.

**주사속도의 영향.** MMI 산화전류에 대한 주사속도의 영향을 알아보기 위하여  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI 표준용액에서 초기전위  $-0.9$  V, 펄스높이  $0.08$  mV로 하고 주사속도를 변화시키면서 펄스차이 폴라로그래램을 얻었다. 주사속도가 증가함에 따라 봉우리 전류값과 분리능이 감소하였으며 본 실험에서는 감도와 분리능이 좋은  $2$  mV/sec의 주사속도를 선택하였다.

**수은 방울 크기의 영향.** MMI 산화전류에 대한 수은 방울 크기의 영향을 알아보기 위하여  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI 표준용액에서 초기전위  $-0.9$  V, 펄스높이  $0.08$  mV, 주사속도  $2$  mV/sec로 하고 수은 방울의 크기를 변화시키면서 펄스차이 폴라로그래램을 얻었다. 가장 큰 수은 방울에서 가장 높은 전류값을 보였으나, 수은방울형성시 크기의 제형성과 오차포함 가능성을 고려하여 중간 크기의 수은방울을 선택하였다.

**pH의 영향.** MMI 산화 전류에 대한 pH의 영향을 알

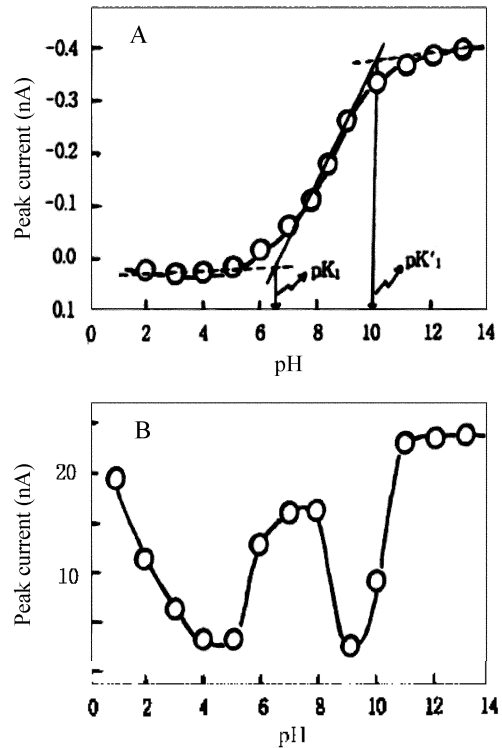


Fig. 4. Effect of pH change on the peak potential and peak current of  $2.0 \times 10^{-4}$  M MMI A, plot of  $E_p$  vs. pH in buffer solution, B, plot of  $I_p$  vs. pH: in buffer solution.

기 위해 National Bureau of Standards (NBS)<sup>20</sup>의 방법에 따라 만들어진 완충용액을 사용하여  $2.0 \times 10^{-4}$  M 표준용액에서 펄스차이 폴라로그래램을 얻고 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 4의  $E_p$  대 pH 도표에서  $E_p$  값이 급격히 증가하기 시작하는 pH 6 부근이  $pK_1$ 이고, 최대치에 도달하는 pH 10 부근이  $pK_1'$ 로 된다.<sup>21</sup>  $pK_1' < \text{pH} < pK_1''$  영역에서 봉우리 전위는 음전위로 이동되었고, 이 범위에서  $\Delta E_p/\Delta \text{pH}$ 는  $62$  mV였다. 이 값을 Meites<sup>24</sup>가 제안한 식  $dE_p/d(\text{pH}) = -0.059 \cdot p/\alpha n_0$ 에 적용하면  $\alpha n_0$ 를 1로 볼 때 양성자수(p)도 1로 얻어지며, 이것은 RSH 형태의 mercaptan 화합물들의 전형적인 결과<sup>25,26</sup>들과 잘 일치하였다.

완충용액으로 pH를 조절할 경우에 전류값의 변화를 Fig. 4의 전류 대 pH 도표에 나타내었다. 완충용액을 사용하였을 경우의 전류값이 크게 낮아지는 현상을 보였으며, 이 결과는 완충용액을 조성하는 양이온들의 크기와 그리고 완충용액 조성에서 MMI 성분의 확산계수

Table 2. Effect of Cu(II) added on the differential pulse polarography peak poteencial for  $5.0 \times 10^{-3}$  M MMI

Added Cu(II) concentration(ppb)	Peak potential(volts)			
	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$
20	-0.156	-	-	-
120	-0.150	-	-	0.118
140	-0.154	-	-	0.116
170	-0.156	-	-	0.115
300	-0.200	-0.292	-0.090	0.094
400	-	-0.280	-0.088	0.084
500	-	-0.214	-0.098	0.080
900	-	-	-0.162	0.078

MMI peak potential only: -0.054V.

$Cu^{2+}$  peak potential only: 0.056V.

$E_1, E_2$ : split peak potential of mixture (MMI -  $Cu^{2+}$ ).

$E_3, E_4$ :  $Cu^{2+}$  peak potential at Cu-Hg amalgam.

변화에 따른 영향으로 사료된다.

**구리의 첨가 영향.** MMI 산화전류에 영향을 미치는 주요 방해성분은 구리이온이다. 이에 대한 정량적 조사를 위하여  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI 용액에 구리이온을 20 ppb로부터 2 ppm까지 첨가하면서 펄스차이 폴라로그래피의 봉우리 전류값을 조사하여 Table 2에 나타내었다.

치유 80 ppb 까지는 MMI 표준용액의 봉우리 전류값은 거의 변화가 없고, 봉우리 전위만 -0.05 V에서 -0.150 V( $E_1$ ) 근처로 약간의 음전위 이동이 있었다.  $Cu^{2+}$ 를 120 ppb 첨가시 -0.150 V에서 봉우리 전류값이 증가되고 동시에 0.10 V( $E_4$ ) 근처에서 Cu-Hg 아말감의 봉우리 전류값이 크게 나타났다. 170 ppb를 첨가시 MMI의 봉우리 전류가 서서히 갈라지는 현상을 보여 -0.292 V에서  $Cu^{2+}$ 에 의한 봉우리 전류값이 증가되었고 -0.152 V의 봉우리 전류값은 감소하였으나 갈라진 두 봉우리의 합은  $5.0 \times 10^{-6}$  M MMI 고유의 봉우리 전류값과 거의 같았다. 봉우리의 갈라짐은 아마도 Cu-MMI 착분의 형성 때문이라고 생각되며, 이런 갈라짐현상은 Wandruszka<sup>3)</sup>의 연구에서도 보고된 바 있다. 300 ppb 이상에서는 갈라지던 봉우리가 -0.24 volts 부근으로 모여서 나타나고, -0.09 volts( $E_3$ ) 근처에서  $Cu^{2+}$ 만의 봉우리 전류가 나타나기 시작하였다. 500 ppb 이상에서는 -0.24 volts ( $E_2$ ) 근처의 봉우리 전류가 뒤쪽  $E_3$  봉우리 전류로 이동되는 현상을 보이며, 900 ppb 이상에서는 앞쪽의 봉우리 전류가 없어지고 뒤쪽의  $Cu^{2+}$  봉우리 전류에 이동되는 현상을 보였다. 900 ppb 이상에서는 앞쪽의 봉우리 전류 ( $E_1$ )가 없어지고 뒤쪽의  $E_2$  봉우리 전류에 모두 합쳐져서 나타났다. 이는 구리의 양이 증가

함에 따라 Hg-MMI 착분은 줄어들고 Cu-MMI 착분이 증가되기 때문으로 생각된다. Table 2에서  $E_1$  봉우리 전위는 MMI의 고유한 봉우리 전위이며,  $E_2$ 와  $E_3$ 는 MMI와 구리의 착분에 의해 갈라지는 봉우리 전위이다. 한편 120 ppb 이상에서부터 나오는 0.1 V 근처의 ( $E_4$ ) 봉우리 전위는 Cu와 Hg의 아말감에 의한 것으로 보이며,  $Cu^{2+}$ 의 농도가 증가함에 따라 음전위 ( $E_2$ ) 쪽으로 이동되는 현상을 보였다.

Miller<sup>1)</sup>는 cysteine을 Hg 전극으로 분석할 때 증금속 이온을 첨가하면 Hg-cysteinate로부터 Hg를 치환하는 경향이 있어 환원봉우리가 음전위쪽으로 이동된 결과를 보고한 바 있다. 본 실험에  $Cu^{2+}$ 의 양이 낮을 때 Hg-MMI에서 치환되는  $Hg^{2+}$ 의 환원봉우리가 양전위 (0.11 V)에서 나타나고,  $Cu^{2+}$ 의 양이 증가될수록 Miller와 비슷한 결과로서 Cu-MMI의 새로운 봉우리가 음전위(-0.16 V)에 크게 증가되어 나타났다.

**MMI 농도에 대한 표준 검량곡선.** 이제까지의 조건 실험에서 선택된 초기전위 -0.9 V, 펄스높이 0.08 mV, 주사속도 2 mV/sec, 중간크기 수은방울, 그리고  $5.0 \times 10^{-2}$  M  $LiClO_4$  용액의 조건에서 MMI의 표준용액을 높은 농도로부터 진한 농도로 첨가하여 주면서 펄스차이 폴라로그래피를 얻고, 그 결과를 Fig. 5의 표준검량곡선에 나타내었다. Fig. 5의 MMI 표준검량곡선은  $1.0 \times 10^{-7}$

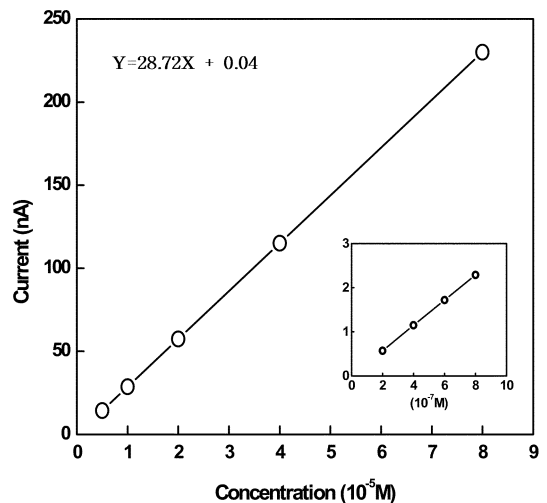


Fig. 5. Calibration curve for the differential pulse polarographic determination of MMI in  $5.0 \times 10^{-2}$  M  $LiClO_4$ . Initial potential: -0.9 V, pulse height: 80 mV, scan rate: 2 mV/sec, mercury drop size: medium, drop time: 0.5 sec. <sup>1</sup>Detection limit:  $(2.2 \pm 0.1) \times 0.1$  M.

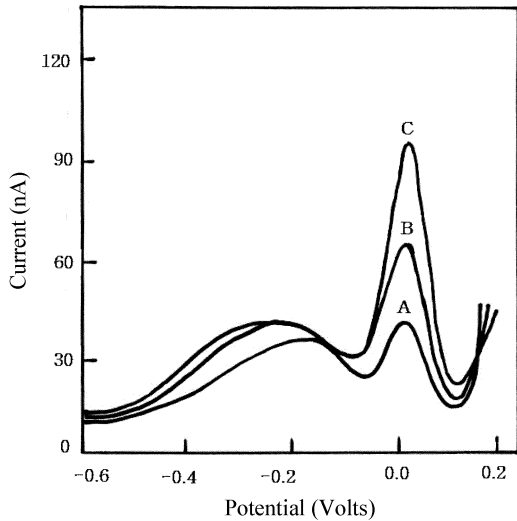


Fig. 6. Determination of MMI in antithyroid tablet. A:  $1.5 \times 10^{-5}$  antithyroid tablet, B: A +  $1.5 \times 10^{-5}$  M antithyroid tablet, C: B +  $1.0 \times 10^{-5}$  MMI standard.

M부터  $8.0 \times 10^{-5}$  M 범위에 걸쳐 좋은 농도비례를 보여 주었으며, 검량감도는 28.72이었다. 검출한계는 바탕실험 5회, 99% 신뢰수준에서  $(2.2 \pm 0.1) \times 0.1^9$  M이었다.

이 검출한계는 생체시료, 특히 단백질 중에 -SH기가 포함된 아미노산화합물의 분석에 쉽게 이용할 수 있을 것이다. 본 실험에서는, 민지 시료용액의 조성이 비교적 단순한 의약품중의 MMI 정량에 응용하였다.

**의약품 중의 MMI 성분 분석.** 시중에서 구입한 의약물을 증류수에 녹인 후 octadecyl 퀴린의 고체상 추출 장치로 거르고 100  $\mu$ l를 취하여 10.0 ml가 되도록 전해질 용액으로 희석하였다. 표준용액에서의 최적조건과 동일한 조건에서 펄스차이 폴라로그래프를 얻었으며, 그 결과를 Fig. 6에 보였다.

Fig. 6의 A는  $1.5 \times 10^{-5}$  M의 methimazole 시료용액의 봉우리 전류값을 측정된 것이고, B는 여기에 다시  $1.5 \times 10^{-5}$  M의 methimazole 시료용액을 첨가한 것이다. C는 B에 표준용액인 MMI 용액을  $1.0 \times 10^{-5}$  M 첨가한 것이고, 봉우리 전류값은 첨가되는 methimazole의 농도에 비례하는 결과를 보였다. -0.4 V에서 -0.2 V 사이에 넓게 나타나는 봉우리 전류는 항갑상선약제에 포함된 특정 첨가제의 전류파로 여겨지나 MMI 정량에 큰 영향을 주지 않았다. 의약품 중에 함유된 MMI의 순도를 확인하기 위하여 표기상  $3.0 \times 10^{-5}$  M 농도를 표준검량 곡선과 비교하여 농도로 환산해 본 결과 실제농도는

$1.47 \times 10^{-5}$  M이 되어 약 49.2%의 MMI가 함유된 것으로 나타났고, 이것은 제약회사의 시방서에 제시된 함량 48%와 오차범위에서 일치하였으며, 이로써 약제 중에 포함된 -SH기의 화합물을 펄스차이 폴라로그래피 방법으로 분석할 수 있었다.

## 결 론

$5.0 \times 10^{-7}$  M LiClO<sub>4</sub> 수용액을 지지전해질로 하여 펄스차이 폴라로그래피로 2-mercapto-1-methyl-imidazole (MMI)의 정량을 초기전위 -0.9 V, 펄스차이 0.08 mV, 중간 크기 수은 방울, 주사속도 20 mV/sec의 조건에서 실시하였다. 검량선은  $1.0 \times 10^{-7}$  M에서  $8.0 \times 10^{-5}$  M 범위까지 농도증가에 따라 좋은 직선성을 보여 주었으며, 이 조건에서 검출한계는  $(2.2 \pm 0.1) \times 0.1^9$  M이었다. 이 방법은 구리이온이 100 ppb 이상 존재할 경우 영향을 받기 시작하였으며, 항갑상선 약제 중 MMI의 분석에 응용한 결과 첨가제의 방해를 받지 않고 정량이 가능하였다.

## 인 용 문 헌

1. Lehninger, R. *Principle of Biochemistry*; Worth Publishers Inc.: New York, 1982, p 796.
2. 고건일 외, *인체생리학*, 탐구당; 서울, 한국, 1993, p 212.
3. Schumjann, D.; Benes, R.; Vanel, P.; Bellostas, D. *J. Electroanal. Chem.*, 1979, 101, 73.
4. Buess-Herman, C.; Gierst, L.; Gonze, M.; Silva, F. *J. Electroanal. Chem.*, 1987, 226, 267.
5. Wandlowski, T. *J. Electroanal. Chem.*, 1991, 312, 245.
6. 백태홍 외, *생화학 요론*, 유학문화사; 서울, 한국, 1985, p 295.
7. Official J. of the EEC, Comomssopm Directives 96/23/CE, 1996, Document number L125.
8. Gallo, N.; Bianco, P.; Tapino R.; Luisi, G.; *Minerva Medica*, 1983, 74(16), 875.
9. Sultan, S. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 1992, 10, 1059.
10. (a) Jovanovic, T.; Stankovic, B.; Koricanac, Z. *Pharmazie*, 1992, 47, 798. (b) Sanchez-Pedreno, C.; Albero, M.; Garcia, M.; Rodenas, V. *Anal. Chim. Acta*, 1995, 308, 457.
11. Okuno, A. *Endocrinologica Acta*, 1987, 115(1), 112.
12. Okamura, Y.; Shigemasa, C.; Tatsubara, T. *Endocrinologica Japonica*, 1986, 33(5), 605.
13. Skellern, G.; Knight, B.; Stenlake, J. *J. of Chromatog-*

- raphy*, **1976**, *124*(2), 405.
14. Bending M. R.;Stevenson, D. *J. of Chromatography*, **1978**, *154*(2), 267.
  15. Floberg, C.; Lunbeck, K.; Lindstrom, B. *J. Chromatography*, **1980**, *182*(1), 63.
  16. Kampmann, J.; Hansen, J. *Clinical Pharmacokinetics*, **1981**, *6*(6), 401.
  17. Ahmed, Z.; Ahmed, M.; Ibtahim, M.; Kamel, M.; Temerk, Y. *Talanta*, **1994**, *41*, 659.
  18. Ciesielski, W.; Kasprzak, M. *Acta Polonica Pharmaceutica*, **2000**, *57*, 337.
  19. Guzman, A.; Agui, L.; Pedreno, M.; Yanez-Sedeno, P.; Pingarron, J. *Talanta*, **2002**, *56*, 577.
  20. Weast, R.C. CRC Handbook of Chemistry and physics, 68th ed.; CRC press: Boca Raton, Florida, 1987-1988, D-145.
  21. Kim, I. K.; Chun, H. J.; Jeong, S. I.; Park, J. H. *J. Kor Soc. Anal. Sci.*, **1994**, *7*(2), 141.
  22. Kim, I. K.; Chun, H. J.; Paik, S. O.; Park, S. W. *J. Kor Soc. Anal. Sci.*, **1995**, *8*(4), 655.
  23. Zuman, P. *The Elucidation of Organic Electrode Process*; Academic Press: New York, **1969**, Chap II.
  24. Meites, L. *Polarographic Techniques*, 2nd Ed.; John Wiley & Sons: New York, **1965**, 248.
  25. Frumkin, A. N.; Grigorev, N. B. *J. Electroanal. Soc.*, **1972**, *119*, 1695.
  26. Chandrasekara, K.; Pillai, K. C.; Waghorne, W. E. *J. Electroanal. Chem.*, **1981**, *125*, 487.
  27. Hills, G.; Silva, F. *J. Electroanal. Chem.*, **1982**, *137*, 387.
  28. Skompska, M.; Jaszczunski, K. *J. Electroanal. Chem.*, **1989**, *272*, 207.
  29. Bard, A. *Encyclopedia of Electrochemistry of the Elements*; Marcel Dekker Inc.: New York, **1973**, Vol. XII, p. 411.
  30. Wandruszka, R.; Yuan, X. *Talanta*, **1993**, *40*, 37.
  31. Miller, I. R.; Teva, J. *J. Electroanal. Chem.*, **1972**, *36*, 157.
-