

## 지속적 정정맥 혈액여과투석을 이용하여 성공적으로 치료한 중증 유산산증 3예

계명대학교 의과대학 내과학교실, 신장연구소

곽진호 · 성정훈 · 진규복 · 황은아 · 한승엽 · 박성배 · 김현철

### 서 론

체내 유산의 축적으로 발생하는 유산산증은 중환자실의 중증 환자에서 흔히 당면하는 대표적인 대사성 산증으로 그 원인 질환을 조기에 진단하여 즉시 교정하지 않으면 그 사망률이 매우 높은 중독한 질환이다<sup>1-3)</sup>. 유산산증의 치료로는 유산대사의 장애를 유발한 원인 질환의 교정이 우선적으로 필요한데, 유산산증이 조직의 저산소증과 관련이 있는 경우 조직의 관류개선을 위해 유효 순환량의 회복, 심기능 개선, 패혈증 등의 치료가 필요하다. 생명을 위협하는 정도의 심한 대사산증의 교정을 위해 우선 중탄산나트륨을 투여하여야 하지만 이는 유산생성을 증가시켜 대사성 산증을 악화시킬 수 있으며, 특히 유산산증에 팝뇨성 급성 신부전이 동반될 경우 다량의 중탄산나트륨 정맥주사로 발생할 수 있는 고나트륨혈증과 체액량 증가는 치료를 더욱더 어렵게 만든다<sup>3,4)</sup>. 혈역동 상태가 불안정한 신부전 환자에서 신대체요법으로 각광을 받고 있는 지속적 신대체요법 (continuous renal replacement therapy, CRRT)은 혈역동 상태가 불안정한 환자의 전해질 및 산-염기 장애와 체액량 과다를 효과적으로 치료할 수 있는 방법으로 알려져 있다. 최근에는 급성신부전이 동반된 중증 유산산증을 CRRT로 성공적으로 치료하였음이 보고되어 있으나<sup>5-9)</sup> 아직 국내에서는 이와 같은 보고가 없다. 저자들은 급성신부전이 동반된 혈역동 상태가 매우 불안정한 중증 유산산증 환자 3예를 CRRT를 이용하여 성공적으로 치료하였기에 이를 보고하는 바이다.

### 증례

#### 증례 1

환자: 안○길, 65세, 남자

주소: 호흡 곤란

현병력: 환자는 내원 5년 전 흉통을 호소하여 본원에 입원한 적이 있으며, 이때 관상동맥조영술을 통해 협심증을 진단받고 관상동맥우회로이식술을 받았다. 퇴원 후 환자는 허혈성 심질환으로 외래에서 통원치료하였으며 내원 10일 전부터 호흡 곤란과 흉통이 악화되어 입원하였다.

과거력: 8년 전부터 고혈압이 있었음.

가족력: 특이 사항 없음.

사회력: 15갑-년의 흡연력이 있었으며, 음주력은 없었음.

진찰 소견: 입원 당시 환자는 의식은 명료하였으나 급성 병색 소견을 보였다. 활력징후는 혈압 80/40 mmHg, 맥박 50회/min, 호흡수 30회/min, 체온 36.5 °C이었다. 결막은 창백하지 않았으나 황달 소견이 보였고, 흉부 청진에서 양측 폐 기저부에서 수포음이 들렸으나 심잡음은 들리지 않았고 복부 진찰상 특이소견이 없었다.

검사 소견: 입원 당시 말초혈액 검사에서 혈색소 12.1 g/dL, 백혈구 26,530/mm<sup>3</sup>, 혈소판 139,000/mm<sup>3</sup>였으며, 혈청 생화학 검사에서 BUN 79 mg/dL, 크레아티닌 5.4 mg/dL, 총 단백 5.5 g/dL, 알부민 2.9 g/dL, 총 빌리루빈 5.5 mg/dL (직접형 4.1 mg/dL), ALP 142 IU/L, AST 6,521 IU/L, ALT 4,064 IU/L였다. 혈청 전해질 검사상 나트륨 135 mEq/L, 칼륨 6.5 mEq/L, 염소 95 mEq/L였고, HBsAg, Anti-HCV는 음성이었다. 혈액응고검사에서 Prothrombin time (PT)은 INR 8.38, activated partial throm-

접수: 2006년 4월 20일, 송인: 2006년 5월 10일

책임저자: 김현철 대구시 중구 동산동 194

계명의대 농산병원 신장내과

Tel : 053)250-7399, Fax : 053)254-8168

E-mail : k780121@dsmc.or.kr

boplastin time (aPTT)은 40.1초로 증가되어 있었다. 산소마스크로 4 L/min을 주입하면서 시행한 동맥혈 가스 분석검사에서는 Table 1과 같이 pH 7.003,  $\text{HCO}_3^-$  2.9 mmol/L로 심한 대사성 산증이 있었고, 혈중 유산농도는 17.1 mmol/L였고, 음이온차는 37.1로 증가되어 있었다. 단순흉부 X-선상 심비대와 폐부종 소견이 동반되어 있었다. 심전도상에는 유도 V2-V6에서 T파의 음전이 있었고 심초음파상 좌심실 구혈률이 32%로 감소되어 있었으며, 좌심실 심벽의 운동이 감소되어 있었고, CK-MB 11.8 ng/mL, Troponin I 0.47 ng/dL로 증가되어 있었다. 중환자실 입원 당시 APACHE II 점수는 28점이었다.

**지속적 정정액 혈액여과투석** : 치료는 PRISMA system (Gambro, 미국)를 사용하였으며 혈액여과막으로는 표면적이  $0.6 \text{ m}^2$ , polyacrylonitrile인 AN69 (Hospal, 프랑스)를 사용하였고, 상품화된 중탄산염 완충제 Hemosol<sup>®</sup> B0 (Hospal, 프랑스) 용액을 보충액과 투석액으로 사용하였으며 그 조성은 중탄산염 32 mmol/L, 첫산염 3 mmol/L, 나이트륨 140 mmol/L, 칼륨 0 mmol/L, 염소 109.5 mmol/L, 칼슘 1.75 mmol/L, 마그네슘 0.5 mmol/L으로 되어 있다. 혈류는 분당 100-120 mL, 보충액과 투석액의 유량은 각각 분당 17-20 mL로 하였다.

**치료 및 임상경과** : 환자는 허혈성 심질환으로 인한 심부전의 악화 소견과 요량이 시간당 10 mL 이하의 펩뇨성 급성신부전이 동반되었다. 심한 대사성 산증, 혈중 유산 증가와 저산소증 등의 소견이 보여 심부전

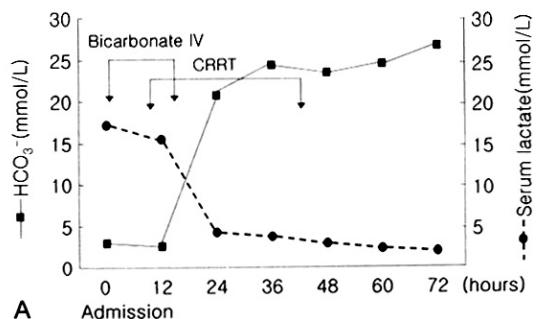
으로 인한 유산산증, 폐부종, 급성신부전과 간부전으로 진단하였으며 환자의 입원 직후 치료 경과는 Fig. 1과 같다. Dopamine과 norepinephrine 등의 승압제와 다양한 중탄산나트륨을 정맥 주사하였으나 심한 저혈압과 대사성 산증이 지속되어 입원 12시간째부터 CRRT를 시행하였다. CRRT 시작 24시간째부터 혈압이 안정화되면서 요량이 시간당 100 mL로 증가되었으며 동맥혈 가스 분석검사상 pH 7.49,  $\text{HCO}_3^-$  23.4 mmol/L, 혈중 유산 1.9 mmol/L로 모두 정상화되었다. 입원 4일째부터 병원감염성 폐렴으로 호흡 곤란과 빌열이 발생하였으나 항생제 투여로 호전되어 입원 16일째 퇴원하였다 (Table 2).

## 증례 2

**환자** : 김○순, 74세, 여자

**주소** : 의식장애

**현병력** : 내원 10년 전 제2형 당뇨병 진단받았고, 4년 전부터 glimepiride (2 mg bid)과 metformin (500 mg bid)을 복용 중이었다. 내원 1개월 전 우측 대구치의 발치 후 식욕 부진이 발생하였으며, 내원 3



A Admission

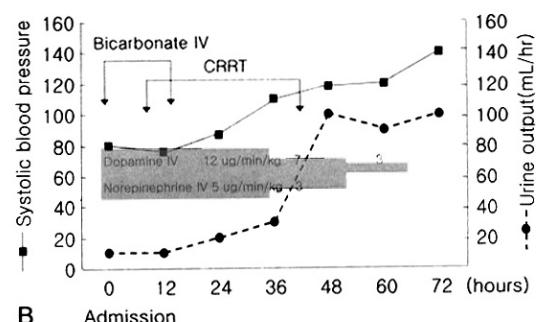


Fig. 1. Serum levels of lactate and  $\text{HCO}_3^-$  (A) and urine output and hemodynamic changes (B) in the patient 1 during continuous renal replacement.

Table 1. Acid base Disturbances at Admission in Three Patients with Severe Lactic Acidosis

	Case 1	Case 2	Case 3
pH	7.003	6.888	6.810
$\text{PCO}_2$ (mmHg)	12.3	9.1	14.4
$\text{HCO}_3^-$ (mmol/L)	2.9	1.6	2.2
$\text{PO}_2$ (mmHg)	130.6	48.7	80.1
$\text{O}_2$ sat(%)	90.7	68.2	95.5
Na(mEq/L)	135	140	156
K(mEq/L)	6.5	8.4	5.4
Cl(mEq/L)	95	96	103
BUN(mg/dL)	79	65	65
Creatinine(mg/dL)	5.4	8.0	9.3
Lactic acid(mmol/L)	17.1	21.4	23.7
Anion gap	37.1	42.4	50.8

Table 2. Clinical Characteristics of the Three Patients with Severe Lactic Acidosis

	Case 1	Case 2	Case 3
Age(year)/Sex	65/male	74/female	46/male
Underlying disease	Angina, CHF, HTN	Type 2 DM, HTN	Type 2 DM, HTN
Cause of lactic acidosis	CHF, Pulmonary edema, Hepatic failure	Sepsis, circulatory collapse	Metformin
Acute renal failure	+	+	+
Use of vasopressor	+	+	+
Ventilator care	-	+	+
APACHE II score	28	32	29
Duration of CVVHDF	32 hours	60 hours	24 hours
Duration of ICU admission	9 days	8 days	10 days
Outcome	Recovery	Recovery	Recovery

Abbreviations : CHF, congestive heart failure; HTN, hypertension; DM, diabetes mellitus; CVVHDF, continuous venovenous hemodiafiltration

일 전부터 간헐적인 복통과 오심, 구토, 전신 쇠약감이 나타났다. 내원 당일 저혈당 (혈당 27 mg/dL)에 의한 의식장애로 개인의원에서 치료를 받았으나 호전되지 않아 본원 응급실로 전원되었다.

**과거력 :** 10년 전부터 고혈압이 있었으며, 항고혈압제 복용 중이었음.

**가족력 및 사회력 :** 특이 사항 없음.

**진찰 소견 :** 입원 당시 환자는 급성 병색을 보였고 의식은 혼미하였다. 활력장후는 혈압 90/60 mmHg, 맥박 84회/min, 호흡수 22회/min, 체온 36.2°C 이었다. 혀는 심한 탈수소견을 보였으며 피부 긴장도 감소되어 있었다. 흉부 정진상 정상이었으며, 심음은 규칙적이었다. 장음은 약간 감소되어 있었고 복부 축진시 압통은 있었으나 복부 강직이나 반발 압통은 관찰되지 않았다.

**검사 소견 :** 내원시 말초혈액 검사상 혈색소 15.2 g/dL, 백혈구 32,010/mm<sup>3</sup> (호중구 86.1%), 혈소판 530,000/mm<sup>3</sup>였다. 혈청 전해질 검사상 나트륨 140 mEq/L, 칼륨 8.4 mEq/L, 염소 96 mEq/L였고, 혈청 생화학 검사에서 BUN 65 mg/dL, 크레아티닌 8.0 mg/dL, 총 단백 6.7 mg/dL, 알부민 3.4 mg/dL, 빌리루빈 0.3 mg/dL, 포도당 148 mg/dL, ALP 52 IU/L, AST 26 IU/L, ALT 14 IU/L, 혈청과 요 캐톤은 +1이었다. 혈액응고검사에서 PT는 INR 1.17, aPTT는 34.2초였다. 동맥혈 가스 검사에서는 Table 1과 같이 pH 6.888, HCO<sub>3</sub> 1.6 mmol/L로 중증 대사성 산증이 있었고, 혈중 유산농도 21.4 mmol/L, 음이온 차는 42.4로 증가되어 있었다. 단순흉부 X-선상 경한

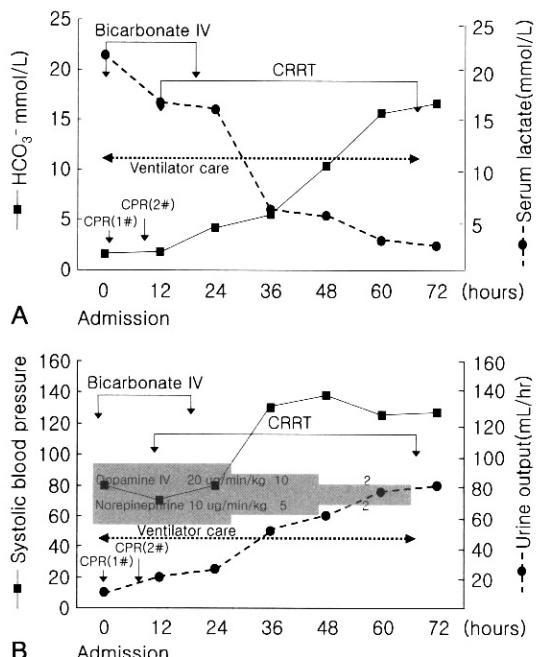


Fig. 2. Serum levels of lactate and HCO<sub>3</sub> (A) and urine output and hemodynamic changes (B) in the patient 2 during continuous renal replacement.

심비대가 관찰되었다. 중환자실 입원 당시 APACHE II 점수는 32점이었다.

**치료 및 임상경과 :** 응급실 도착시 환자는 저혈압이 있었고, 검사상 중증 대사성 산증과 혈중 유산치가 증가되어 Fig. 2와 같이 dopamine, norepinephrine 등의 승압제와 나량의 중탄산나트륨을 정주하였으나 치

료시작 1시간과 9시간째 두 차례의 심정지가 발생하여 심폐소생술을 시행하였다. 이후 중탄산염을 완충제로 한 CRRT를 시행하였다. CRRT 시작 60시간째 혈압이 상승되어 승압제의 사용을 중단하였고 혈중 유산농도, 대사성 산증이 모두 정상화되었다. 입원 4 일째 시행한 혈액 배양검사에서 *Klebsiella pneumoniae*가 배양되어 폐혈증, 순환 혀탈에 의한 유산산증으로 진단하여 ceftriaxone 2주간 사용하였다. 입원 15 일째 입상 증상 및 검사 소견의 호전과 함께 혈압도 안정화되어 개인병원으로 전원되었다 (Table 2).

### 증례 3

환자 : 김○년, 46세, 남자

주소 : 전신 쇠약감

**현병력 :** 내원 9년 전 제2형 당뇨병과 고혈압으로 인한 출혈성 뇌경색으로 뇌수술을 받았다. 이후 좌측 편부 저마비 상태로 지내왔다. 혈당 조절을 위해 gliclazide (80 mg bid)과 metformin (500 mg bid)을 복용하던 중 내원 7일 전부터 식욕 부진이 발생하였고 내원 3일 전 전신 쇠약감과 요량 감소로 입원하였다.

**과거력 및 가족력 :** 특이 소견 없음.

**사회력 :** 20 갑-년의 흡연력이 있었음.

**진찰 소견 :** 입원 당시 환자는 급성 병색 소견을 보였으나 의식은 명료하였다. 활력징후는 혈압 75/50 mmHg, 맥박 60회/min, 호흡수 24회/min, 체온 36.5 °C이었다. 혀는 건조 소견이 관찰되었고 피부 긴장도는 감소되어 있었다. 흉부 청진시 심잡음이나 수포음, 천명음은 들리지 않았고, 복부 진찰상 이상소견은 없었다.

**검사 소견 :** 말초혈액 검사상 혈색소 15.2 g/dL, 백혈구 32,010/mm<sup>3</sup>, 혈소판 530,000/mm<sup>3</sup>였으며, 혈청 생화학 검사상 BUN 65 mg/dL, 크레아티닌 9.3 mg/dL, 총단백 6.2 mg/dL, 알부민 3.9 mg/dL, 빌리루빈 0.4 mg/dL, 포도당 80 mg/dL, ALP 96 IU/L, ALT 31 IU/L, AST 34 IU/L였다. 혈청 전해질 검사상 나트륨 156 mEq/L, 칼륨 5.4 mEq/L, 염소 103 mEq/L였고, 혈청과 뇨 캐톤은 각각 +2, +1이었다. 혈액응고검사에서 PT는 INR 1.18, aPTT는 47.6초였다. 동맥혈 가스 분석검사상 Table 1과 같이 pH 6.810, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 2.2 mmol/L로 중증 대사성 산증이었고 혈중 유산농도는 23.7 mmol/L, 음이온차는 50.8로 증가되어 있었다. 중환자실 입원 당시 APACHE II 점수는

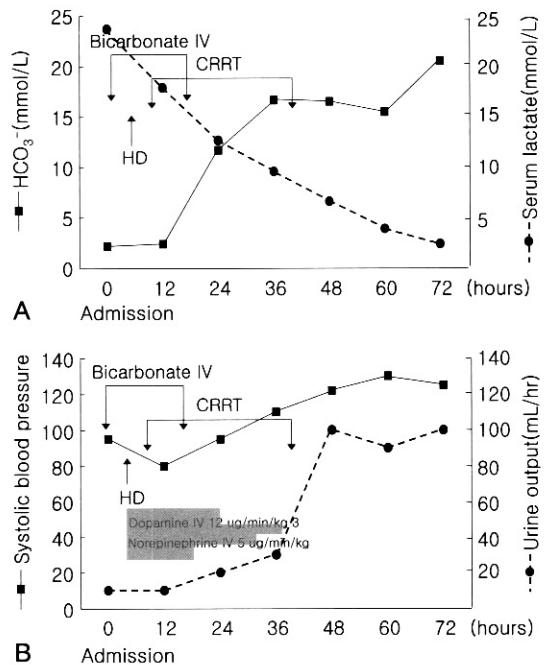


Fig. 3. Serum levels of lactate and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (A) and urine output and hemodynamic changes (B) in the patient 3 during continuous renal replacement.

29점이었다.

**치료 및 임상경과 :** 환자는 요량이 시간당 10 mL 정도의 팝뇨 상태였으며 병력상 metformin을 복용하고 있어 metformin에 의한 유산산증과 팝뇨성 급성 신부전이 동반된 것으로 판단하였다. Fig. 3과 같이 중탄산나트륨을 주입하면서 중탄산염 완충제를 투석액으로 혈액투석을 시행하였으나 투석치료 중 심한 저혈압이 지속되어 투석치료를 중단하였다. 이후 dopamine 등의 승압제를 사용하면서 CRRT로 전환하여 치료를 계속하였다. CRRT 시작 24시간째 혈압이 안정되면서 대사성 산증과 혈중 유산치도 정상화되었다. 입원 11일째 혈청 크레아티닌치도 1.6 mg/dL로 감소되었으며 혈당 조절을 위해 metformin과 gliclazide 대신 인슐린 투여로 교체하여 개인병원으로 전원하였다 (Table 2).

### 고찰

정상인에서의 유산은 하루 15~25 mmol/kg로 생성되고, 대부분 끌격근, 뇌, 피부, 적혈구 등의 조직에서

해당과정을 통해 만들어진다. 유산은 피루브산이 환원된 NADH와 반응하여 생성되는 대사종물이기 때문에 피루브산이 유일한 전구체가 된다. 생성된 유산의 대부분은 간에서 당신생과정을 통해 피루브산으로 대사되어 이산화탄소와 물로 산화되며 10-20%만이 신장의 퇴적을 통해 배설되며, 일부는 심장에서 제거된다<sup>1-3, 10)</sup>.

Cohen과 Woods<sup>2)</sup>는 유산산증을 조직의 저산소증 유무에 따라 심인성 속, 패혈성 속, 중증 저산소증 등에 의해 유산이 과생산될 경우 A형으로, 조직 저산소증이 없이 당뇨병, 간질환 등의 기저질환에 의해 유산이 축적될 경우를 B<sub>1</sub>형, biguanide, ethanol 등의 약물에 의한 경우를 B<sub>2</sub>, 선천성 대사장애에 의한 경우를 B<sub>3</sub>로 분류하였다. 그러나 실제 임상에서는 이들 유형들이 흔히 혼합되어 발생하기도 한다<sup>2, 11)</sup>. 본 증례 1과 2는 심인성 속과 패혈성 속에 의한 A형 유산산증이었으며, 증례 3은 경구용 혈당강하제인 metformin에 의한 B<sub>2</sub>형 유산산증이었다.

최근 metformin에 의한 유산산증의 발생 보고가 증가되고 있는데 발생률은 100,000인·년당 1-9례이며, 사망률은 약 50%에 달한다<sup>12, 13)</sup>. Metformin은 90% 이상이 신장을 통해 제거되는데 본 증례에서와 같이 급성신부전이 동반될 경우 체내에 축적된 metformin에 의해 간의 당신생이 억제되므로 유산의 간내 이용이 저해되어 유산산증이 발생된다<sup>13)</sup>.

유산산증의 치료로는 원인 질환의 교정이 우선적이며 A형 유산산증의 경우에는 조직의 저산소증과 저관류를 개선함으로써 유산 생성을 중지시키는 것이 급선무이다. 심혈관 상태의 개선을 위해서는 충분한 수액 공급 및 적절한 숨압제의 투여가 필요하며 패혈증의 치료를 위해 적절한 항생제의 선택이 필수적이다. 그리고 중증 산증의 교정을 위해 다량의 중탄산나트륨 투여가 필요하나 이는 나트륨 저류에 의한 수분 저류를 일으키며, 반동 작용으로 대사성 산증을 악화시키며, 혈중 칼륨과 칼슘치의 변동을 통한 혈관 확장과 심장의 수축력을 저하시켜 혈압의 하강을 유발시킬 수 있어 그 사용이 논란이 되고 있다<sup>2, 4, 11)</sup>. 본 증례 모두에서 내원시 중증 저혈압이 지속되어 norepinephrine과 dopamine을 투여해야 했으며, 대사성 산증의 교정을 위해 중탄산나트륨을 투여하였으나 대사성 산증이 지속되었으며 증례 2에서는 중탄산나트륨의 투여 중 2회의 순환허탈로 심폐소생술을 시행하였

을 정도로 혈역동 상태가 매우 불안정하였다.

최근 유산산증의 치료에 혈액여과투석법과 같은 CRRT가 도움이 된다는 보고들이 있다<sup>5-9)</sup>. Hilton 등<sup>8)</sup>은 7년간에 걸쳐 중증 유산산증과 급성신부전이 동반된 200명의 환자에서 기존의 젖산염이 함유된 투석액 대신에 중탄산염 완충액과 보충액을 이용한 지속적 혈액여과를 시행하여 다량의 중탄산나트륨을 정맥 주사할 경우에 발생될 수 있는 고나트륨혈증과 체액량 증가의 발생없이 산혈증을 성공적으로 교정을 할 수 있음을 보고하였다. 이들 환자의 45%에서는 혈액여과 치료 중 유산산증이 치료되었고, 결국 28.5%의 환자가 생존하였음을 보고하였으며, 혈중 유산농도나 산증의 중증도보다는 환자의 연령, 평균동맥압과 APACHE II 점수가 더 중요한 예후인자라고 주장하였다. Levraut 등<sup>7)</sup>은 지속적 정정맥 혈액여과투석시 투석막을 통한 유산의 제거율은 전체 제거율의 3%에 불과하므로 지속적 정정맥 혈액여과투석에 의한 유산산증의 교정은 투석막에 의한 유산의 제거보다는 산·염기 및 대사 개선에 의한다고 설명하였다. Schetz<sup>14)</sup>는 혈역동 상태가 불안정하고 중독한 유산산증 환자의 치료로 통상적인 혈액투석을 시행할 경우 저혈압을 야기하므로 혈역동 상태가 불안정한 유산산증 환자의 치료로 CRRT를 권장하였다. 본 증례 1과 2의 경우 지속적 정정맥 혈액여과투석에 의한 유산산증의 개선은 중탄산염 완충액을 투석액과 보충액으로 사용했기 때문이며, CRRT 치료는 혈액투석에 비해 혈역동 상태의 안정과 함께 다량의 중탄산나트륨의 정맥 주사시 발생될 수 있는 체액량 증가를 효과적으로 예방할 수 있었기 때문에 생각된다.

Metformin에 의해 유발된 유산산증의 치료로는 혈액투석이 효과적임이 보고되고 있는데 이는 산혈증의 교정 외에도 축적된 metformin을 혈액에서 제거할 수 있기 때문이다<sup>15, 16)</sup>. Heaney 등<sup>15)</sup>과 국내의 최 등<sup>16)</sup>은 혈역동 상태가 안정된 유산산증 환자에서는 혈액투석으로 유산산증을 치료할 수 있다고 하였으나, 본 증례 모두 심한 저혈압이 있어 혈액투석을 실시할 수 없었고, 본 증례 3의 경우에는 혈액투석 치료 중 저혈압이 지속되어 혈액투석 치료를 중단해야 했으며 이후 지속적 정정맥 혈액여과투석으로 교체하여 안정적으로 치료할 수 있었다. 최근 몇몇 증례보고에서는 metformin에 의한 중증 유산산증의 치료로 지속적 정정맥 혈액여과치료로 반응하지 않는 경우 동시에

다른 혈관접근을 통한 투석 치료를 추가하여 성공적으로 치료하였음을 보고하였으나<sup>17, 18)</sup>, 저자들은 중증 유산산증 환자 3예 모두 중탄산염 완충제를 보충액과 투석액으로 사용한 지속적 정정액 혈액여과투석 치료로 저혈압의 개선과 함께 다량의 중탄산나트륨의 정맥주사에 의한 과나트륨혈증이나 체액량 파다 등의 합병증없이 성공적으로 치료하였다.

결론적으로 혈역동 상태가 불안정한 중증 유산산증의 치료로는 지속적 정정액 혈액여과투석 치료가 매우 효과적이며 앞으로 이들 환자의 치료로 CRRT를 적극적으로 선택되어야 할 것으로 생각된다.

= **Abstract** =

**Successful Treatment of Severe Lactic Acidosis by Continuous Venovenous Hemodiafiltration**

Jin Ho Kwak, M.D., Jung Hoon Sung, M.D.  
Kyu Bok Jin, M.D., Eun Ah Hwang, M.D.  
Seung Yeup Han, M.D., Sung Bae Park, M.D.  
and Hyun Chul Kim, M.D

Department of Internal Medicine,  
Keimyung University School of Medicine and  
Dongsan Kidney Institute, Daegu, Korea

Lactic acidosis is often associated with a strikingly high mortality. The effective therapy involves treatment of the underlying cause and correction of acidemia by infusion of sodium bicarbonate. When lactic acidosis is accompanied by oliguric renal failure, bicarbonate therapy becomes more complex with volume overload and hypernatremia. Hemodialysis against a bicarbonate-buffered dialysate will achieve this. However, it is generally tolerated poorly by hemodynamically unstable patients. We report here three hemodynamically unstable patients with severe lactic acidosis, which was treated successfully by the use of continuous venovenous hemodiafiltration with bicarbonate based dialysate and replacement solution. We would suggest that continuous renal replacement with bicarbonate buffer should be indicated in the treatment of severe lactic acidosis. (*Korean J Nephrol* 2006;25(4):661-667)

**Key Words :** Lactic acidosis, Continuous venovenous hemodiafiltration (CVVHDF), Continuous renal replacement therapy (CRRT)

**참 고 문 헌**

- 1) DuBose TD : Acid-base disorders, in Brenner and Rector's The Kidney (vol 1), edited by Brenner BM, Philadelphia, W.B. Saunders company, 2003, p961-965
- 2) Cohen RD, Woods HF : Lactic acidosis revisited. *Diabetes* 32:181-191, 1983
- 3) Luft FC : Lactic acidosis update for critical care clinicians. *J Am Soc Nephrol* 12:S15-S19, 2001
- 4) Forsythe SM, Schmidt GA : Sodium bicarbonate for the treatment of lactic acidosis. *Chest* 117: 260-267, 2000
- 5) Barton IK, Streather CP, Hiton PJ, Bradley RD : Successful treatment of severe lactic acidosis by haemofiltration using a bicarbonate-based replacement fluid. *Nephrol Dial Transplant* 6:368-370, 1991
- 6) Kirschbaum B, Galishoff M, Reines HD : Lactic acidosis treated with continuous hemodiafiltration and regional citrate anticoagulation. *Crit Care Med* 20:349-353, 1992
- 7) Levraut J, Ciebiera JP, Jambou P, Ichai C, Labib Y, Grimaud D : Effect of continuous venovenous hemofiltration with dialysis on lactate clearance in critically ill patients. *Crit Care Med* 25:58-62, 1997
- 8) Hilton PJ, Taylor J, Forni LG, Treacher DF : Bicarbonate-based haemofiltration in the management of acute renal failure with lactic acidosis. *Q J Med* 91:279-283, 1998
- 9) Mariano F, Benzi L, Cecchetti P, Rosatello A, Merante D, Goia F, Capra L, Lanza G, Curto V, Cavalli PL : Efficacy of continuous venovenous haemofiltration (CVVH) in the treatment of severe phenformin-induced lactic acidosis. *Nephrol Dial Transplant* 13:1012-1015, 1998
- 10) Madias NE : Lactic acidosis. *Kidney Int* 29:752-774, 1986
- 11) Mizock B, Falk J : Lactic acidosis in critical illness. *Critical Care Med* 20:80-93, 1992
- 12) Stang MR, Wysowski DK, Butler-Jones D : Incidence of lactic acidosis in metformin user. *Diabetes Care* 22:925-927, 1999
- 13) Bailey CJ, Turner RC : Metformin. *N Engl J Med* 334:574-579, 1996
- 14) Shetz M : Non-renal indications for continuous renal replacement therapy. *Kidney Int* 56(suppl 72):S88-S94, 1999
- 15) Heaney D, Majid A, Junor B : Bicarbonate hae-

- modialysis as a treatment of metformin overdose. *Nephrol Dial Transplant* 12:1046-1047, 1997
- 16) 최혜숙, 정경화, 심재준, 채명종, 이상호, 이태원, 임천규, 김명재 : 메포르민사용에 의한 유산산증 (Lactic Acidosis) 1예. *대한신장내과* 23:143-146, 2004
- 17) Panzer U, Kluge S, Kreymann G, Wolf G : Combination of intermittent haemodialysis and high-volume continuous haemofiltration for the treatment of severe metformin-induced lactic acidosis. *Nephrol Dial Transplant* 19:2157-2158, 2004
- 18) Friescke S, Abel P, Kraft M, Gerner A, Runge S : Combined renal replacement therapy for severe metformin-induced lactic acidosis. *Nephrol Dial Transplant* 10:1093, 2006