

Dialysis Disequilibrium Syndrome-Induced Cerebral Edema in a Patient with Uremia Following Hemodialysis: A Case Report

혈액투석 후에 발생한 투석불균형증후군에 의해 발생한 뇌부종: 증례 보고

Jung Min Kim, MD, Heung Cheol Kim, MD

Department of Radiology, Hallym University College of Medicine, Chuncheon Sacred Heart Hospital, Chuncheon, Korea

Dialysis disequilibrium syndrome is a metabolic complication that can be caused by rapid removal of plasma urea during hemodialysis. Dialysis disequilibrium syndrome can lead to osmotic demyelinating syndrome. This case report describes one case of encephalopathy accompanied by dialysis disequilibrium syndrome with imaging findings acquired immediately after hemodialysis in a 55-year-old woman with chronic renal failure. The patient was observed to present repetitive seizures and sudden deterioration of consciousness immediately after hemodialysis. Shortly after the onset of symptoms, the patient underwent a CT scan. The imaging findings of the CT scan reveal symmetrical diffuse white matter edema of bilateral cerebral hemispheres that extends to the pons along the internal capsule. A follow-up MRI taken two years later shows that reversible changes without damage have occurred in the lesions. The patient can thus be seen to present symptoms characteristically associated with dialysis disequilibrium syndrome, while brain imaging reveals diffuse reversible brain edema.

Index terms

Dialysis Disequilibrium Syndrome
Osmotic Demyelinating Syndrome
Hemodialysis
Uremia
Cerebral Edema

Received October 18, 2011; Accepted February 6, 2012

Corresponding author: Heung Cheol Kim, MD
Department of Radiology, Hallym University College of Medicine, Chuncheon Sacred Heart Hospital, 153 Gyo-dong, Chuncheon 200-704, Korea.
Tel. 82-33-240-5158 Fax. 82-33-242-7085
E-mail: khc@hallym.or.kr

Copyrights © 2012 The Korean Society of Radiology

서론

말기 신질환 환자에서 혈액투석과 연관된 신경학적 병변들은 다양하며, 그 중 투석불균형증후군은 혈액투석 도중 혹은 시행 후에 나타나는 대사성 합병증으로 삼투성 탈수초 증후군을 유발할 수 있다(1, 2). 나트륨의 신속한 교정에 의해 발생하는 전형적인 삼투성 탈수초 증후군의 영상학적 소견은 널리 알려져 있지만(3), 혈액투석의 합병증인 투석불균형증후군에 의한 삼투성 탈수초 증후군의 영상소견은 드물게 보고되어 있다. 저자들은 투석불균형증후군이 있었던 삼투성 탈수초 증후군의 1예를 영상소견과 함께 보고한다.

증례 보고

55세 여자 환자로 1주일 전부터 시작된 기력저하를 주소로 내원하였다. 환자는 1년 전에 만성신부전 진단을 받은 기왕력이 있으며, 진단 당시 1회의 투석 이후 별다른 치료 없이 지내왔다. 내원 당시 환자의 활력징후는 혈압 160/90 mm Hg, 맥박

92/min, 호흡 18/min이었고, blood urea nitrogen (BUN) 141.5 mg/dL, 크레아티닌 14.0 mg/dL, 나트륨 156 mmol/L(정상 135~145 mmol/L), 칼륨 7.6 mmol/L(정상 3.6~5.5 mmol/L), PH 7.24, 중탄산염(bicarbonate) 8 mEq/L(정상 21~28 mEq/L), 혈청 osmolarity 369.43 mOsm/kg(정상 284~298 mOsm/kg)으로 대사성 산증 및 고칼륨증, 요독증의 소견을 보였다. 환자는 200 mL/min의 혈류속도로 응급 Continuous Veno-Venous Hemofiltration (CVVH)을 시행하였다. 내원 당시 투석 시행 전의 뇌 CT 검사에서 우측 소뇌, 좌측 두정엽에 국소성 만성 뇌경색 소견 이외에 다른 이상 소견은 없었다(Fig. 1A). 입원 2일째 투석 시행 직후 환자는 급작스런 강직간대 발작(generalized tonic-clonic seizure)을 일으켰고, 이후 같은 양상의 간질이 같은 날 2차례 추가 발생하였다. 환자의 의식은 급작스럽게 혼미한 양상으로 악화되었다. 같은 날 투석 직후 시행한 환자 혈액의 화학적 분석 결과는 BUN 58.3 mg/dL, 크레아티닌 4.2 mg/dL, 나트륨 135 mmol/L, 칼륨 4.3 mmol/L, PH 7.468, 중탄산염 20.8 mEq/L, 혈청 osmolarity 298.76 mOsm/kg 으로 투석 시행 전과 비교하여 대부분 정상

수치를 보였고, BUN과 크레아티닌은 현저한 감소를 보였다. 환자는 뇌 CT 검사를 응급으로 시행하였다. 뇌 CT 검사에서 뇌실질에 부종을 시사하는 대칭의 미만성 저음영이 양측 뇌백질 부위 및 양측 내포(internal capsule), 대뇌다리(cerebral peduncle), 교뇌(pons)까지 광범위하게 분포하였다(Fig. 1B, C). 환자는 급성 뇌부종의 영상소견 및 임상적으로 혈액투석 직후 증상이 발현하였고, 혈액 검사소견에서 BUN의 현저한 감소소견 등을 보였으므로, 투석과 관련된 투석불균형증후군으로 진단하였다. 즉시 CVVH의 혈류속도를 100 mL/min으로 감소시켰으며, 뇌부종에 대한 치료를 시작하였다. 치료 후 2일째 환자의 의식은 약간씩 호전되기 시작하였지만, 같은 날 시행한 추적 CT 검사에서는 뇌백질에 미만성 저음영 소견은 전

사진과 뚜렷한 차이는 없었다. 이후 환자는 점진적으로 증상이 호전되는 양상을 보였고, 퇴원시 신경학적 합병증은 동반되지 않았다.

퇴원 2년 후 환자는 두통을 호소하여 내원하였고, 시행한 뇌 MRI 검사의 T2 강조영상에서 이전 CT 검사에서 미만성 저음영으로 보이던 대뇌백질 및 내포, 대뇌다리, 교뇌 등에는 신호강도의 변화는 보이지 않았다(Fig. 1D, E).

고찰

말기 신장병에 의한 신경학적 합병증은 요독증 자체에 의한 경우뿐만 아니라 혈액투석의 합병증으로도 발생된다. 혈액투

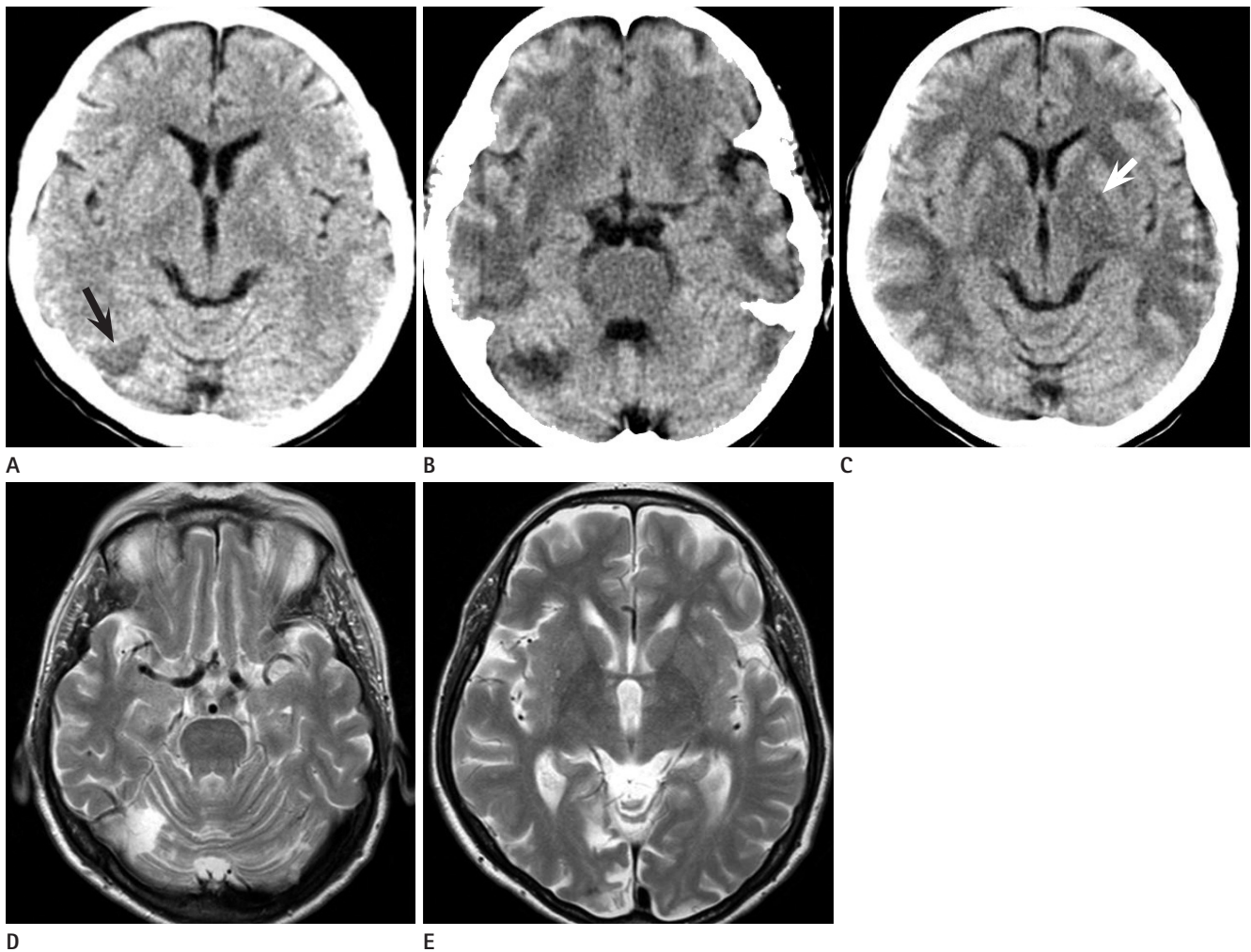


Fig. 1. A 55-year-old female patient with seizure and deterioration of consciousness immediately after hemodialysis.

A. On CT images before performing hemodialysis, there are no abnormal findings except the findings of old infarctions in right cerebellar hemisphere (arrow) and left parietal lobe (not shown).

B, C. On immediate brain CT images after initial hemodialysis, symmetric diffuse expansile low attenuations are observed in cerebral white matters, pons (**B**) and internal capsules (arrow) (**C**).

D, E. On the follow-up brain MR images after 2 years, there is no residual signal changes in cerebral white matters, pons (**D**) and internal capsules (**E**).

석과 관련된 뇌의 합병증으로 국소적 뇌백질병변, 뇌 위축증, 삼투성 탈수초 증후군, 투석 뇌병증(dialysis encephalopathy), 고혈압성 뇌병증, 뇌출혈, 뇌허혈증, 뇌경색 및 뇌 감염 등이 발생할 수 있다(1).

투석불균형증후군은 삼투성 탈수초 증후군의 원인 중 일부이지만, 전형적인 삼투성 탈수초 증후군과는 발생원인뿐만 아니라 발생기전, 병리, 병의 진행양상과 추적변화에서 많은 차이가 있고, 영상소견에 있어서도 차이를 보인다. 투석불균형증후군은 혈액투석으로 단기간 과도한 혈액 내 대사물질들의 변화에 의해 투석 시행 중이거나 직후 발생하며, 뇌부종에 의한 급성 신경학적 기능 이상을 일으키는 임상양상을 특징으로 한다. 원인은 혈액투석에 의한 혈중 요소의 신속한 제거가 가장 가능성 있는 원인으로 알려져 있다(4). 혈액투석에 의해 혈장 내 요소의 농도가 급격히 감소하지만, 뇌실질 내의 요소농도는 혈장보다는 상대적으로 변화가 느리게 나타나므로, 두 조직 간에 요소의 농도차이에 의한 급격한 삼투압의 기울기가 형성된다. 이로 인해 혈장 내의 수분이 뇌의 간질 조직으로 이동하게 되며, 심한 급성 뇌부종이 발생하게 된다(4). 유발되는 급성 신경학적 증상들은 피로감, 경미한 두통, 오심, 구토, 시야 흐림, 근육경련, 진전, 의식장애, 경련과 혼수상태 등이 나타나고, 심한 경우 사망에도 이를 수 있다(4, 5). 투석불균형증후군에 의한 삼투성 탈수초 증후군의 영상소견은 CT나 MRI의 T2 강조 영상에서 피질하 뇌백질에 대칭적으로 광범위한 저음영이나 고신호 강도가 보이고, 양측 내피 및 교뇌 등의 뇌백질 통로를 따라 확장되는 소견을 보인다(6, 7).

만성신부전증 환자는 혈액투석과 관련하여 삼투성 탈수초 증후군 및 뇌에 다양한 질환들이 발생할 수 있다(1). 투석과 관련된 삼투성 탈수초 증후군은 일반적인 나트륨의 신속한 교정에 의해 생기는 전형적인 것과는 많은 차이를 보인다. 전형적인 삼투성 탈수초 증후군과의 비교연구에서 Tarhan 등(2)은 만성신부전증 환자의 혈액투석 후 발생한 삼투성 탈수초 증후군 환자들의 대부분은 투석 후 저나트륨증 및 BUN이 현저히 저하된 경우들에서 관찰되었고, 나트륨의 신속한 교정에 의해 유발된 경우는 17예 중 1예에 불과하였음을 보고하였다. 혈액투석과 관련한 뇌 확산 변화에 대한 연구에서는 만성신부전증 환자의 혈액투석 후 뇌실질에 겔보기 확산계수(apparent diffusion coefficient)가 증가된 간질성 부종의 결과를 보고하였다(8). 반면 전형적인 삼투성 탈수초 증후군에서는 병변 부위에 겔보기 확산계수가 감소하는 세포독성부종(cytotoxic edema)의 결과를 보고하였다(9). 전형적인 삼투성 탈수초 증후군과 투석불균형증후군에 의해 유발되는 삼투성 탈수초 증후군은 영상에서도 진행 및 예후에 차이를 보인다. 투석불균형증후

군은 증상 발생과 동시에 특정 부위에 국한되지 않는 미만성 뇌백질 병변을 보인다(6, 7). 반면에 전형적인 삼투성 탈수초 증후군의 경우는 증상 발현 후 뇌에 병변이 영상소견으로 나타나기까지 2주 정도의 시간 간격이 필요하며, 교뇌 등의 특정 부위에 발생한다(10). 전형적인 삼투성 탈수초 증후군은 병변 부위에 영구적 손상의 비가역적 변화가 올 수 있지만, 투석불균형증후군에 의해 유발된 경우는 부종이 소실된 후 남아 있는 손상 없이 가역적 변화를 보인다(7). 이번 증례에서도 환자는 신경학적 후유증 없이 완전 회복된 소견으로 퇴원하였고, 2년 후 추적 MRI 검사에서도 남아있는 뇌병변은 없었다.

투석불균형증후군은 혈액투석과 관련되어 투석 중이나 직후 발생하며, 급성 뇌부종에 의한 신경학적 증상들 및 심한 경우 사망까지도 올 수 있다. 투석불균형증후군은 혈액투석과 관련하여 발생할 수 있는 다른 급성 신경질환들과 임상증상만으로는 구별이 어려울 수 있다. 투석불균형증후군은 비교적 특징적으로 뇌백질에 광범위한 부종을 보이며, 진단시 즉각적인 혈액 투석 속도의 적절한 조정으로 뇌의 합병증을 감소시킬 수 있기 때문에 영상을 통한 신속한 진단이 매우 중요하다.

참고문헌

1. Ağildere AM, Kurt A, Yildirim T, Benli S, Altinörs N. MRI of neurologic complications in end-stage renal failure patients on hemodialysis: pictorial review. *Eur Radiol* 2001; 11:1063-1069
2. Tarhan NC, Ağildere AM, Benli US, Özdemir FN, Aytekin C, Can U. Osmotic demyelination syndrome in end-stage renal disease after recent hemodialysis: MRI of the brain. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182:809-816
3. Chua GC, Sitoh YY, Lim CC, Chua HC, Ng PY. MRI findings in osmotic myelinolysis. *Clin Radiol* 2002;57:800-806
4. Patel N, Dalal P, Panesar M. Dialysis disequilibrium syndrome: a narrative review. *Semin Dial* 2008;21:493-498
5. Bagshaw SM, Peets AD, Hameed M, Boiteau PJ, Laupland KB, Doig CJ. Dialysis Disequilibrium Syndrome: brain death following hemodialysis for metabolic acidosis and acute renal failure--a case report. *BMC Nephrol* 2004;5:9
6. Chang CH, Hsu KT, Lee CH, Lee YC, Chiou TT, Chuang CH, et al. Leukoencephalopathy associated with dialysis disequilibrium syndrome. *Ren Fail* 2007;29:631-634
7. Ağildere AM, Benli S, Erten Y, Coşkun M, Boyvat F, Özdemir N. Osmotic demyelination syndrome with a dysequilibrium

- syndrome: reversible MRI findings. *Neuroradiology* 1998; 40:228-232
8. Chen CL, Lai PH, Chou KJ, Lee PT, Chung HM, Fang HC. A preliminary report of brain edema in patients with uremia at first hemodialysis: evaluation by diffusion-weighted MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007;28:68-71
9. Chu K, Kang DW, Ko SB, Kim M. Diffusion-weighted MR findings of central pontine and extrapontine myelinolysis. *Acta Neurol Scand* 2001;104:385-388
10. Kumar SR, Mone AP, Gray LC, Troost BT. Central pontine myelinolysis: delayed changes on neuroimaging. *J Neuroimaging* 2000;10:169-172

혈액투석 후에 발생한 투석불균형증후군에 의해 발생한 뇌부종: 증례 보고

김정민 · 김흥철

투석불균형증후군(dialysis disequilibrium syndrome)은 혈액투석 동안 혈장 요소의 급속한 제거에 의해 생길 수 있는 대사성 합병증이고, 삼투성 탈수초 증후군(osmotic demyelinating syndrome)을 일으킬 수 있다. 저자들은 만성신부전으로 진단받은 55세 여자 환자에서 혈액투석 직후에 투석불균형증후군에 의해 뇌병변을 동반했던 1예를 영상소견과 함께 기술한다. 환자는 투석 직후 급작스런 반복적인 간질과 의식저하의 임상소견을 보였다. 증상 직후 시행한 CT 검사에서 미만성 저음영이 양측 대뇌 반구의 뇌백질에서 대칭적으로 보였고, 양측 내포(internal capsule)를 따라 교뇌(pons)까지 확장된 소견을 보였다. 2년 후 시행한 MRI 추적 검사에서 같은 병변 부위에 남아있는 손상 없이 가역적 변화를 보였다. 환자는 혈액투석과 관련된 투석불균형증후군의 특징적인 임상소견을 보였고, 뇌 영상에서 미만성 가역적 뇌부종의 소견을 보였다.

한림대학교 의과대학 춘천성심병원 영상의학과학교실