

## 양측성 신동맥 협착증에서 발생한 급성 비대상성 심부전과 급성 신손상

정호진, 최원석, 강현재, 정병천, 이봉렬, 이종주, 이준영

대구파티마병원 내과

**Acute decompensated heart failure and acute kidney injury due to bilateral renal artery stenosis**Ho Jin Jung, Won Suk Choi, Hyun Jae Kang, Byung Chun Jung, Bong Ryeol Lee,  
Jong Joo Lee, Jun-Young Lee*Department of Internal Medicine, Daegu Fatima Hospital, Daegu, Korea*

Atherosclerotic renal artery stenosis (RAS) may result in hypertension, azotemia, and acute pulmonary edema. We report on a renal angioplasty with stent placement for bilateral RAS in a patient with acute decompensated heart failure and acute kidney injury. A 67-year-old female patient was admitted to our hospital with acute shortness of breath and generalized edema. Echocardiography showed left ventricular wall motion abnormality and the follow up electrocardiography showed T wave inversion in the precordial leads. We performed a coronary angiography to differentiate ischemic heart disease from non-cardiac origin for the cause of the heart failure. The coronary angiography showed no significant luminal narrowing, but bilateral RAS was confirmed on the renal artery angiography, therefore, we performed renal artery revascularization. After the procedure, the pulmonary edema was improved and the serum creatinine was decreased. Two weeks later, an echocardiography showed improvement of the left ventricular systolic function.

**Keywords:** Systolic heart failure; Renovascular hypertension; Acute kidney injury; Renal artery obstruction

## 서 론

신동맥 협착증(renal artery stenosis)은 약물에 반응하지 않는 고혈압, 신기능 악화 및 심혈관계 질환의 발생에 관여한다. 90% 정도에서 동맥경화성 신동맥 협착증(atherosclerotic renal artery stenosis)으로 생기며, 약 10%가 섬유근성 이형증(fibromuscular dysplasia)에 의한 것이다. 신동맥 협착증은 진단이 쉽지 않고 흔히 간과할 수 있는 질환 중의 하나로 관상동맥질환이나 말초혈관질환 때문에 혈관조영술을 시행하면서 우연히 발견되고 있다. 동맥경화성 신동맥 협착증의 유병

률은 0.5% 정도로 보고되고 있으나, 대개 증상이 없는 경우가 많기 때문에 실제 유병률은 더 높을 것으로 생각된다[1].

동맥경화성 신동맥 협착증은 고령, 당뇨병, 대동맥 폐쇄성 질환 및 관상동맥질환에서 발생 빈도가 높은 것으로 알려져 있다. 동맥경화성 신동맥 협착증은 진행성 질환으로 치료하지 않거나 약물에 반응하지 않을 경우 급성 폐부종이 발생할 수 있다. 이는 양측성 신동맥 협착 또는 단일신에서 신동맥 협착이 있을 경우 주로 발생하는데, 좌심실의 기능이 비교적 보존되어 있으면서 이완기능 장애로 인한 flash pulmonary edema (FPE)의 형태로 나타난다. 또한 동맥경화성 신동맥 협착증에서의 신기능 저하는 주로 점진적으로 진행하면서 만성신부전의 형태로 나타나며 투석이 필요한 말기신부전을 초래할 수 있다. 급성신부전의 발생은 드물지만 항고혈압 약물이나 이뇨제 사용으로 신혈류가 감소되거나 혈전 및 색전 증으로 인하여 급성 폐쇄가 발생했을 때 나타날 수 있다[2].

저자들은 급성 비대상성 심부전 및 급성 신손상이 있는

Received: July 24, 2014, Revised: October 6, 2014,  
Accepted: October 7, 2014

Corresponding Author: Won Suk Choi, Department of  
Internal Medicine, Daegu Fatima Hospital, 99 Ayang-ro,  
Dong-gu, Daegu 41199, Korea  
Tel: +82-53-940-7214, Fax: +82-53-954-7417  
E-mail: wons001@naver.com

67세 여자 환자에서 양측성 신동맥 협착증을 확인하였고, 스텐트 삽입술을 시행하여 심장 및 신기능의 호전을 경험하였기에 보고하는 바이다.

## 증 례

**환 자:** 여자, 67세

**주 소:** 호흡곤란

**현병력:** 내원 2일전 양쪽 하지에 부종이 발생하였으며, 내원 1일 전 갑자기 숨이 차기 시작하였고 기좌호흡(orthopnea)이 있었다.

**과거력:** 10년 전과 6년 전에 급성심근경색증으로 좌회선 동맥 및 우관상동맥에 관상동맥 스텐트 삽입술을 시행 받았으며, 당시 심초음파에서는 좌심실 구혈률 60%, 우관상동맥과 좌회선지 영역의 국소적 운동장애, 이완 이상(impaired relaxation)을 보였다. 내원 한달 전 식욕부진을 주소로 내원하였으며, 크레아티닌 2.33 mg/dL로 증가되어 있어 원인 감별을 위해 복부초음파를 시행하였다. 좌측 신장의 크기가 8.5 cm로 위축 소견이 있었고, 우측 신장의 크기는 11 cm였으며, 다른 특이 소견은 보이지 않았다.

**가족력:** 특이사항 없었다.

**이학적 소견:** 내원 당시 혈압 190/140 mmHg, 맥박수 98 회/분, 호흡수 26회/분, 체온 36.5°C였고, 의식은 명료하였다. 흉부 청진상 양쪽 폐하에서 수포음이 청진되었고 심잡음은 들리지 않았다. 호흡음은 정상이었으며, 복부 검사에서 복부 잡음은 들리지 않았다. 양쪽 다리에서 함요 부종이 관찰되었다.

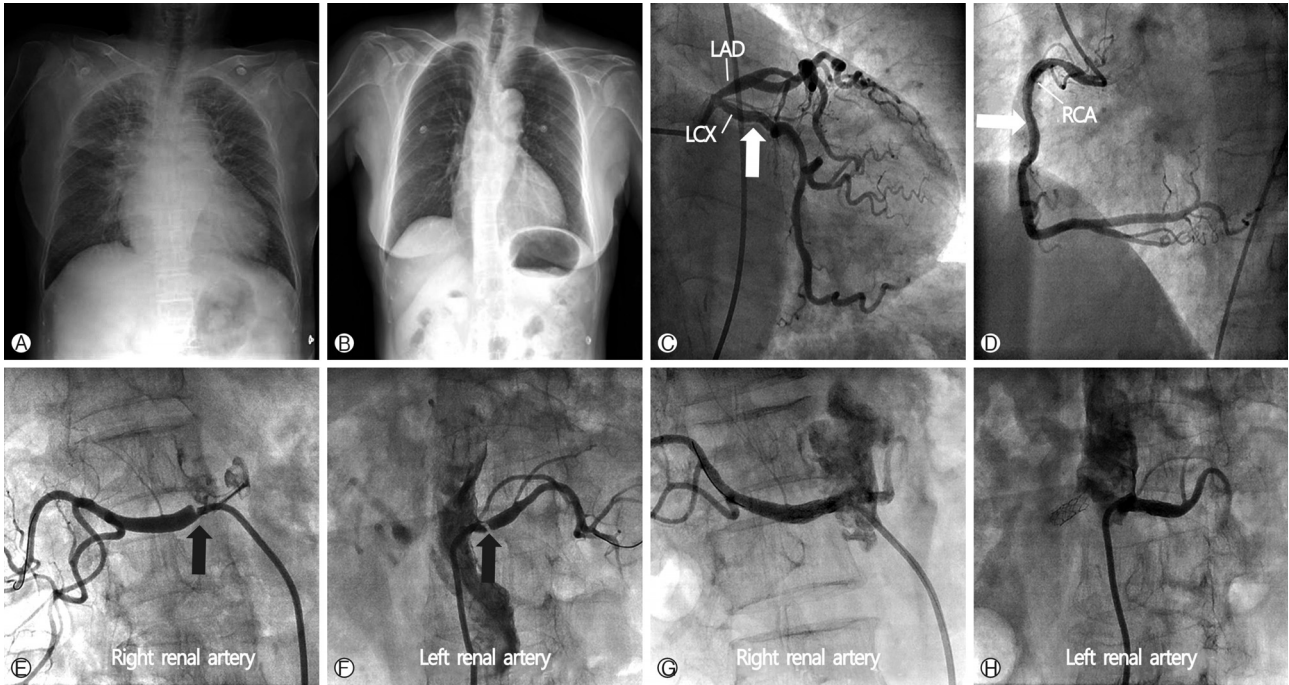
**혈액학적 및 영상검사 소견:** 동맥혈가스검사에서 pH 7.245, pCO<sub>2</sub> 30.9 mmHg, pO<sub>2</sub> 61.1 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 13.1 mEq/L, 산소포화도 87.8%였다. 말초혈액검사는 백혈구 10,390/mm<sup>3</sup>, 혈색소 8.8 g/dL, 혈소판 216,000/mm<sup>3</sup>였다. 생화학검사에서 혈액요소질소/크레아티닌 43.3/1.98 (mg/dL), 총단백/알부민 6.3/3.9 (g/dL), 총콜레스테롤/중성지방 133/108 (mg/dL), 저밀도지질단백질(low-density lipoprotein) 콜레스테롤 74 mg/dL, 고밀도지질단백질(high-density lipoprotein) 콜레스테롤 34 mg/dL였으며, 혈청 Na/K/Cl 138/6.0/113 (mEq/L)였다. 소변 검사에서 알부민은 음성이었다. 심근효소검사에서 creatine kinase-MB 3.1 ng/mL, troponin-I 0.06 mg/dL로 정상범위였고, prohormone brain natriuretic peptide 11,716 pg/mL로 증가되어 있었다.

흉부 X-선 검사에서 심장비대와 폐부종이 있었다(Fig 1A, 1B). 심전도는 정상 동성리듬이며, ST분절 및 T파의 이상은

없는 상태로 이전 심전도와 변화가 없었다. 내원하여 시행한 심초음파검사에서 이전과 달리 수축기 심기능 저하(좌심실 구혈률 30%), 전반적인 운동감소증(global hypokinesia), 위정상화 이완기 장애(pseudo-normal filling pattern)가 관찰되었다.

**치료 및 경과:** 과거 심근경색증으로 관상동맥 스텐트 삽입술을 시행하였던 환자로 외래에서 베타차단제, 안지오텐신 수용체 차단제, aspirin, clopidogrel, atorvastatin을 처방 받아 복용하고 있었다. 입원 후 폐부종 및 고혈압 치료를 위해 이노제, nitrate를 추가하였으며, 고칼륨혈증이 있어 교정하였다. 입원 2일째 시행한 흉부 X-선 검사에서 폐부종은 호전을 보였으며, 호흡곤란 및 기좌호흡 또한 호전되어 furosemide 20 mg 하루 3번 정주 투여를 하루 2번으로 감량하였다. 입원 4일째부터 수축기 혈압이 100-120 mmHg, 이완기 혈압 60-80 mmHg로 조절이 되었으나 소변량이 30-40 cc/hr로 감소를 보이고, 혈액요소질소/크레아티닌 64.37/3.7 (mg/dL)로 증가하면서 급성신부전이 발생하였다. 급성신부전 치료를 위해 furosemide 40 mg을 하루 한번 경구 투여로 감량하였고, 수액을 공급 한 후 소변량은 100 cc/hr로 증가하였다. 이후 크레아티닌 수치가 호전을 보였다. 과거 두 차례의 심근경색증이 있었던 환자로 심초음파상 이상소견 및 심전도 변화가 있어 허혈성 관상동맥질환을 감별하기 위해 관상동맥 조영술을 시행하였다. 시술 전 조영제 유발 신증(contrast induced nephropathy)을 예방하기 위해 N-acetylcysteine을 경구 투여하였으며, 생리식염수를 주입하였다.

관상동맥 조영술에서 우관상동맥과 좌회선지의 스텐트 삽입 부위에 협착이 없었고 좌전하행지 또한 의미 있는 협착 부위는 없었다(Fig 1C, 1D). 입원 중 급성신부전이 동반되었던 점을 고려하여 신동맥 혈관조영술을 시행하였으며, 우측 신동맥의 기시부에 95%의 협착 및 좌측 신동맥의 기시부에 95%의 협착을 확인할 수 있었다. 신동맥 중재술용 유도관인 renal guiding catheter (6Fr RDC, Cordis, Miami, FL, USA)를 이용하여 우측 신동맥으로 유도철선(0.014 inch Choice PT, Boston scientific, MN, USA)을 통과시켰다(Fig. 1E). 풍선확장술은 시행하지 않았으며, Genesis stent (5.0×15 mm, Cordis, Miami, FL, USA)를 10기압으로 삽입하였다. 좌측 신동맥도 동일한 방법으로 유도철선을 통과시키고 Genesis stent (5.0×18 mm, Cordis)를 10기압으로 삽입하였다(Fig. 1F). 시술 종료 후 촬영한 조영술상에서 잔여 협착은 없었다(Fig. 1G, 1H). 신동맥 스텐트 삽입술 후 시술과 관련한 합병증은 관찰되지 않았으며, 시술 후 혈압은 100-120/60-70 (mmHg)로 잘 유지되었다. 입원 11일째 혈중 크레아티닌은 2.1 mg/dL로 호전을



**Fig. 1.** Chest radiography demonstrates (A) bilateral interstitial shadowing compatible with pulmonary edema (B) that subsided after treatment. Coronary angiography showing no significant luminal narrowing. (C) Site of the previous stenting at the proximal LCX (thick white arrow) in RAO caudal view. (D) Site of the previous stenting at the proximal RCA (thick white arrow) in LAO cranial view. (E, F) Renal angiography showing stenosis in both renal arteries (black arrow). (G, H) After stent deployment, the proximal portions of both renal arteries showed good patency. LAD, left anterior descending artery; LCX, left circumflex artery; RCA, right coronary artery; RAO, right anterior oblique; LAO, left anterior oblique.

보였고 특이 증상이 없어 입원 14일째 퇴원하였다. 퇴원 2주 후 외래 방문하였으며 그동안 심부전 증상은 없었다고 하며, 혈액요소질소/크레아티닌 40.1/1.89 (mg/dL)로 감소되어 있었다. 심기능을 평가하기 위해 심초음파를 시행하였으며 좌심실 구혈률 60%로 좌심실 수축기능이 크게 호전되어 있었고 좌심실 이완기말과 수축기말 내경은 감소되었다. 이완기 능도 입원 당시보다 다소 호전된 상태였다(Fig. 2). 퇴원 4개월 후 외래에서 시행한 혈액검사서 혈액요소질소/크레아티닌 25.3/1.39 (mg/dL)로 호전을 보였으며, 환자는 현재까지 외래에서 추적관찰 중이다.

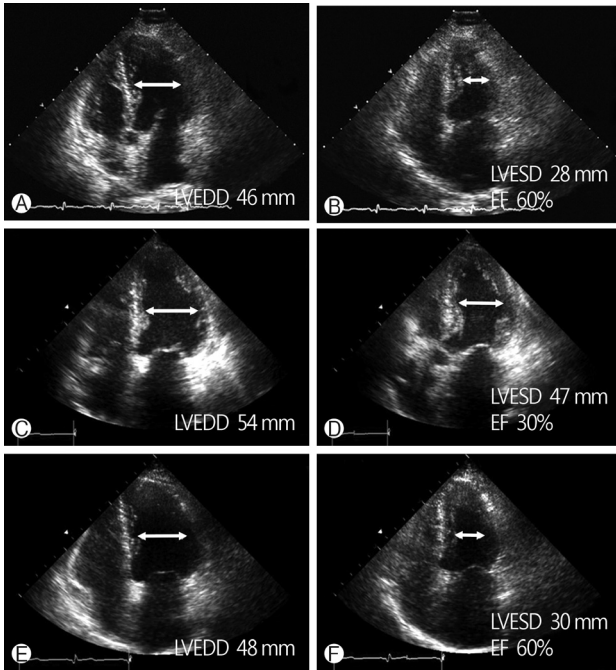
## 고찰

신동맥 협착증은 심혈관계 질환 및 사망률과 높은 상관관계를 가지며 약물로 조절되지 않는 고혈압, 좌심실 비대 및 신기능 악화 등의 증상이 동반될 수 있고, 치명적인 합병증으로 급성 폐부종이 나타난다.

급성 폐부종의 경우 주로 양측성 신동맥 협착 또는 단일

신의 신동맥 협착이 있는 환자에서 신혈류 감소로 pressure natriuresis의 결함이 발생하며 renin-angiotensin-aldosterone system 및 교감신경계가 활성화 되고, aldosterone이 증가되면서 수분 및 나트륨 축적이 발생한다. 그리고 angiotensin II에 의한 강력한 혈관 수축으로 혈압 상승을 일으켜 좌심실 이완기말 압력의 증가와 함께 catecholamine, endothelin-1의 증가 및 nitric oxide의 감소는 capillary stress failure를 유발하여 이완기 심부전으로 인한 FPE를 일으킨다. 이를 Pickering syndrome이라 하며 드문 질환으로 알려져 있다[3,4]. 신동맥 협착증으로 진단되어 신동맥 스텐트 삽입술을 받은 148명의 환자 중 1%에서 시술 전 FPE를 보였다는 보고가 있다[5]. FPE는 좌심실 이완기말 압력의 급격한 증가로 인해 급성 폐부종이 발생하는 급성 비대상성 심부전의 한 형태로, 신동맥 협착증이 흔한 원인이다. 이러한 환자들에서 대부분 좌심실의 수축기능은 보존되어 있지만, 지속적인 고혈압으로 인하여 좌심실 비대 및 이완기 심기능 장애를 보인다[3,6-8].

본 증례에서 환자는 외래에서 측정된 혈압은 정상범위로 유지되고 있었으며, 내원 당시 혈압이 190/140 mmHg로 급



**Fig. 2.** An apical 4-chamber view of the left ventricle on admission is shown at end-diastole (left side) and end-systole (right side). (A, B) Before admission, the EF was 60%. (C, D) On admission, the EF decreased and global hypokinesia was shown. (E, F) After renal artery revascularization, the follow-up echocardiographic study was performed after 14 days of discharge. LVEDD and LVESD were decreased, and EF and LV wall motion abnormality were improved. EF, ejection fraction; LVEDD, left ventricular end-diastolic dimension; LVESD, left ventricular end-systolic dimension.

격한 상승을 보였다. 폐부종이 동반되었으나 좌심실 구혈률이 감소되어 있는 수축성 심부전의 소견을 보였다. 폐부종의 원인이 고혈압성 위기(hypertensive crisis)로 인한 좌심실의 수축기능 감소에 의한 것으로 보고 혈압 조절 및 이뇨제를 사용하면서 증상 조절을 시작하였다. 또한 심전도 및 심초음파에서 이상 소견을 보여 허혈성 심질환의 감별이 필요하여 관상동맥조영술을 시행하였다. 관상동맥의 의미 있는 협착은 없었으며 입원 중 급성 심근증이 관찰되어 신혈관 질환 여부를 감별하기 위해 시행한 신동맥조영술에서 양측 신동맥의 심한 협착을 확인하였다. 저자들은 신동맥의 동맥경화반이 파열되어 급성 신동맥 폐쇄가 발생하였고 고혈압성 위기가 유발되었을 것으로 생각하였다.

고혈압 환자의 1%-2% 정도에서 발생하는 고혈압성 위기의 정확한 병태생리는 알려져 있지 않다. 하지만 angiotensin II와 같은 혈관수축 물질로 인하여 급격한 혈압상승이 발생하면서 혈관 내피세포가 손상을 받게 되어 혈소판, 섬유소가

침착되어 허혈, oxidative stress를 유발하게 되며, 이러한 일련의 과정들이 반복됨으로써 표적 장기에 손상을 일으키는 것으로 알려져 있다. 고혈압성 위기의 가장 흔한 원인은 만성고혈압 환자에서 약물 비순응(medication non-compliance)이며 이러한 환자에서는 대개 심비대가 동반되어 있고, 이완기 심부전의 형태로 고혈압성 폐부종이 발생한다[9,10]. 또한 고혈압성 위기의 환자에서 스트레스성 심근증(stress induced cardiomyopathy)의 형태로 좌심실 수축성 심부전이 발생할 수 있다[11]. 급격한 혈압상승과 같은 스트레스 상황이 전신 혈관 저항의 증가, 혈중 catecholamine의 상승으로 인하여 관상동맥 모세관(coronary capillaries) 내피세포의 손상 및 허혈이 생기면서 심근세포의 기능이상을 초래한다. 그리고 심근세포내 calcium의 과잉공급으로 인한 심근손상이 좌심실 수축기능 저하를 유발할 수 있다. 이러한 심근 내 미세혈관의 혈류장애뿐 아니라 관상동맥의 경련이 유발인자로 거론되고 있지만 아직 확실히 밝혀진 것은 없다[12].

스트레스성 심근증은 남자보다는 폐경 후 여성에서 발생률이 높으며 심리적 혹은 외인적 스트레스 후 흉통 또는 호흡곤란이 발생한다. 심전도상 전방적인 T파 역위 또는 ST분절의 상승을 동반하면서 심근효소치의 증가, 심근벽의 운동장애를 보여 급성심근경색증과 유사한 양상을 보인다. 하지만 관상동맥조영술상 특별히 의미 있는 협착이나 폐쇄소견은 보이지 않는 특징을 가지고 있다. 관상동맥의 혈류공급 범위와는 일치하지 않는 벽운동 장애소견을 보이며, 대부분의 경우는 좌심실 조영술 및 심초음파에서 좌심실의 기저부는 과도한 벽운동을 보이는 반면에, 심실 중간부와 심첨부는 severe hypokinesia, akinesia 또는 dyskinesia 소견을 보여 apical ballooning 현상을 보인다. 일본에서 많은 보고가 있었으며, 특징적인 모양으로 인해 Takotsubo cardiomyopathy라고도 불린다[13]. 비전형적인 형태로 심실 기저부 또는 중간부의 ballooning, global hypokinesia를 보이기도 한다[14]. 이 질환의 초기에는 심장기능의 저하가 심하고 심인성 쇼크 및 폐부종 등의 심각한 합병증이 발생하지만, 스트레스성 심근증으로 인한 수축성 심부전은 가역적이며, 증례처럼 고혈압성 위기의 원인인자를 교정함으로써 회복될 수 있다[15]. 대부분의 경우 1-2주 이내에 증상이 호전되고, 1개월 이내에 심장기능이 회복되는 양호한 경과를 보인다[16].

본 증례에서 환자는 내원 당시 흉통을 호소하지 않았으나 호흡곤란을 호소하였고 심초음파상 좌심실 벽운동 장애를 보였다. 심근 효소수치는 정상범위였으나 입원 다음날 시행한 심전도상에서 전흉부유도에서 T파 역위를 보였다. 관상

동맥조영술에서 급성 관상동맥증후군을 의심할 만한 소견은 보이지 않았다. 또한 양측성 신동맥 협착증에서 유발되는 FPE에서 주로 보이는 이완기 심부전의 소견보다는 수축성 심부전의 형태를 보였다. 양측성 신동맥 협착증을 치료 한 후 심기능 및 증상이 호전되어 신동맥 협착에 의한 스트레스성 심근증이 이 환자에서 발생한 심부전의 원인일 것으로 생각하였다.

동맥경화성 신동맥 협착증 환자는 대개 무증상인 경우가 많지만 진행되면서 신기능의 저하를 유발하여 말기신부전증으로 진행될 수 있으며, 투석이 필요한 말기신부전 환자의 15%에서 신동맥 협착증을 보인다[5]. 신기능의 저하는 대개 서서히 발생하며 허혈성 신증(ischemic nephropathy)으로 신실질의 손상을 일으켜 신위축이 일어난다. 그러나 angiotensin converting enzyme inhibitor, 항고혈압 약물 사용으로 인한 저혈압, 이노제 사용, 수술 후 변화, 혈전 및 색전증 등 여러 원인으로 인하여 급성 신손상을 유발할 수 있다. 서서히 진행되는 신기능의 저하와는 달리 급성신부전이 동반된 동맥경화성 신동맥 협착증 환자에서 신동맥 스텐트 삽입술을 시행할 경우 신기능을 호전시킬 수 있다[17,18].

본 증례에서는 양측 신동맥 기시부가 심하게 좁아져 있는 상태에서 급성 비대상성 심부전의 치료를 위해 이노제를 사용하였으며, 이로 인하여 신혈류가 감소하면서 급성 신손상이 발생하였을 것으로 생각된다. 신동맥 스텐트 삽입술 후 본 환자에서는 신혈류가 개선되어 신기능이 회복되었고, 혈압이 잘 조절되면서 좌심실 수축기능도 회복을 보였다.

최근 발표된 Cardiovascular Outcomes in Renal Atherosclerotic Lesions trial에서 신동맥 중재술과 약물치료를 비교했을 때 심혈관계 사건 및 신기능의 호전에 대한 중재술이 가지는 이점이 없다는 결과가 발표되었다[19]. 하지만 참여 환자들은 만성신부전을 가진 환자들로서 급성 신손상을 가진 환자들은 포함되지 않았다는 한계점을 보였다. 따라서 급성 비대상성 심부전 및 조절되지 않는 고혈압으로 내원한 환자에서 급성 신부전이 동반될 때에는 이 환자와 같이 급성 신동맥 폐쇄에 의해 발생할 수 있으므로, 신동맥의 협착에 대한 중재적 치료가 고려되어야 할 것이다[18,20].

저자들은 호흡곤란 및 전신 부종을 주소로 내원한 67세 여자 환자에서 동맥경화반의 파열에 의한 급성 신동맥 협착이 고혈압성 위기 및 좌심실 수축기능 부전을 유발하였고, 급성 신손상이 동반되어 신동맥 스텐트 삽입술 후 효과적으로 치료한 1예를 경험하였기에, 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다. 또한 신동맥 협착증의 치료와 관련하여 중재적 시술

의 적응증에 대한 새로운 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

1. Dworkin LD, Cooper CJ. Clinical practice. Renal-artery stenosis. *N Engl J Med* 2009;361:1972-8.
2. Roche Z, Rutecki G, Cox J, Whittier FC. Reversible acute renal failure as an atypical presentation of ischemic nephropathy. *Am J Kidney Dis* 1993;22:662-7.
3. Rimoldi SF, Yuzefpolskaya M, Allemann Y, Messerli F. Flash pulmonary edema. *Prog Cardiovasc Dis* 2009;52:249-59.
4. Messerli FH, Bangalore S, Makani H, Rimoldi SF, Allemann Y, White CJ, et al. Flash pulmonary oedema and bilateral renal artery stenosis: the Pickering syndrome. *Eur Heart J* 2011;32:2231-5.
5. Perkovic V, Thomson KR, Mitchell PJ, Gibson RN, Atkinson N, Field PL, et al. Treatment of renovascular disease with percutaneous stent insertion: long-term outcomes. *Australas Radiol* 2001;45:438-43.
6. Ghanami RJ, Rana H, Craven TE, Hoyle J, Edwards MS, Hansen KJ. Diastolic function predicts survival after renal revascularization. *J Vasc Surg* 2011;54:1720-6.
7. Wright JR, Shurrab AE, Cooper A, Kalra PR, Foley RN, Kalra PA. Left ventricular morphology and function in patients with atherosclerotic renovascular disease. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16:2746-53.
8. Lip GY, Felmeden DC, Li-Saw-Hee FL, Beevers DG. Hypertensive heart disease. A complex syndrome or a hypertensive 'cardiomyopathy'? *Eur Heart J* 2000;21:1653-65.
9. Rodriguez MA, Kumar SK, De Caro M. Hypertensive crisis. *Cardiol Rev* 2010;18:102-7.
10. Gandhi SK, Powers JC, Nomeir AM, Fowle K, Kitzman DW, Rankin KM, et al. The pathogenesis of acute pulmonary edema associated with hypertension. *N Engl J Med* 2001;344: 17-22.
11. Sharkey SW, Windenburg DC, Lesser JR, Maron MS, Hauser RG, Lesser JN, et al. Natural history and expansive clinical profile of stress (tako-tsubo) cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:333-41.
12. Aggarwal M, Khan IA. Hypertensive crisis: hypertensive emergencies and urgencies. *Cardiol Clin* 2006;24:135-46.
13. Bybee KA, Prasad A. Stress-related cardiomyopathy syndromes. *Circulation* 2008;118:397-409.
14. Win CM, Pathak A, Guglin M. Not takotsubo: a different form of stress-induced cardiomyopathy--a case series. *Congest Heart Fail* 2011;17:38-41.
15. D'Aloia A, Fiorina C, Vizzardi E, Faggiano P, Dei Cas L. Hypertensive crisis and acute, reversible, left ventricular systolic dysfunction: a case report. *Eur J Heart Fail* 2002;4: 655-60.
16. Bybee KA, Kara T, Prasad A, Lerman A, Barsness GW, Wright RS, et al. Systematic review: transient left ventricular apical ballooning: a syndrome that mimics ST-segment elevation myocardial infarction. *Ann Intern Med* 2004;141:858-65.
17. Dwyer KM, Vrazas JI, Lodge RS, Humphery TJ, Schlicht SM,

- Murphy BF, et al. Treatment of acute renal failure caused by renal artery occlusion with renal artery angioplasty. *Am J Kidney Dis* 2002;40:189-94.
18. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, et al. ACC/AHA 2005 guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): executive summary a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease) endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:1239-312.
  19. Cooper CJ, Murphy TP, Cutlip DE, Jamerson K, Henrich W, Reid DM, et al. Stenting and medical therapy for atherosclerotic renal-artery stenosis. *N Engl J Med* 2014;370:13-22.
  20. Martin LG, Rundback JH, Wallace MJ, Cardella JF, Angle JF, Kundu S, et al. Quality improvement guidelines for angiography, angioplasty, and stent placement for the diagnosis and treatment of renal artery stenosis in adults. *J Vasc Interv Radiol* 2010;21:421-30.