

신이식후 심장형태 및 기능의 변화에 대한 심초음파 소견*

가톨릭대학 의학부 내과학교실

이길환 · 승기배 · 강동헌 · 이만영 · 전승석
채장성 · 윤영석 · 방병기 · 최규보

= Abstract =

Echocardiographic Changes in Cardiac Morphology and Function in Renal Transplant Recipients

Kil Hwan Lee, M.D., Ki Bae Seung, M.D., Dong Heon Kang, M.D.,
Man Young Lee, M.D., Seung Sok Chun, M.D., Jang Seong Chae, M.D.,
Young Suk Yoon, M.D., Byung Kee Bang, M.D., Kyu Bo Choi, M.D.

Department of Internal Medicine, Medical College, Catholic University, Seoul, Korea

Background : Left ventricular hypertrophy is common in chronic renal failure patients and may contribute to increased risk of cardiovascular morbidity and mortality. We evaluated the left ventricular morphology and function in renal transplant recipients to find the relationship between hemodynamic changes and morphologic and functional improvement after transplantation.

Methods : Serial echocardiographic evaluations were performed in 27 adults (20 men and 7 women) at the time of transplantation and posttransplantation 1 month and 4 months. The average duration of hemodialysis was 16 ± 24 months (mean \pm S.D.).

Results : At the time of transplantation, the hematocrit level was $21 \pm 6\%$ and posttransplantation 1 month and 4 months, that was increased to $39 \pm 5\%$ and $42 \pm 7\%$, respectively ($p < 0.001$). Left ventricular mass index by echocardiography was decreased significantly from $246 \pm 87 \text{ g/m}^2$ (pre-KT) to $169 \pm 38 \text{ g/m}^2$ (post-KT 1 month) and $153 \pm 40 \text{ g/m}^2$ (post-KT 4 months), respectively ($p < 0.001$). Interventricular septal thickness and left ventricular posterior wall thickness were decreased significantly after 4 months of transplantation. Left ventricular systolic and diastolic dimensions were also decreased significantly after 1 month and 4 months of transplantation. Left ventricular volumes and cardiac output were also decreased significantly. But A/E ratio, ejection fraction and fractional shortening did not change significantly.

Conclusion : These findings showed that pretransplant high output state was resolved rapidly (within 1 month) but the diastolic function did not improved after transplantation 1 month

*본 논문은 1992년도 가톨릭 중앙의료원 학술 연구 보조비로 이루어진 것임.

and 4 months.

KEY WORDS : LVH · Kidney trnsplantation.

서 론

장기간 혈액투석 치료를 받고 있는 만성 신부전 환자의 사망원인중 심혈관 질환이 수위를 차지하고 있다¹⁾. 특히 고지혈증 및 고콜레스테롤혈증이 동맥경화증을 조장시켜 관상동맥 질환을 유발시키며²⁾ 고혈압도 역시 동맥경화증을 악화시킬 뿐아니라, 뇌졸중과 같은 합병증을 초래케 한다^{3,4)}. 신이식후 심혈관질환으로 인한 사망률이 감소하는 것으로 알려져 있으며, 이는 위에 열거한 위험인자들이 개선됨이 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다^{5,6)}. 뿐만 아니라 신이식후 심장비후와 기능의 개선도 역시 심혈관 질환으로 인한 사망률 및 이환율을 감소시키는데 기여할 것으로 사료된다⁷⁾. 저자들은 만성 신부전 환자에서 신이식 전후에 혈압 및 생화학적 지표의 변화를 관찰하였으며 비관혈적 방법인 심초음파를 이용하여 신이식후 용적과부하 및 압력과부하의 제거시 시간적 변화에 따른 심장의 형태 및 기능적 변화를 관찰하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

강남성모병원에서 1989년 1월부터 5월까지 신이식을 받은 환자 46예에서 거부반응이나 사망하지 않은 환자중 검사에 동의한 27명을 대상으로 하였다. 신이식전과 신이식후 1개월과 4개월에 각각 심초음파를 실시하였으며, 신이식전 심초음파는 수술받기 1~2일 전에 실시하였다. 대상환자들의 평균연령은 36세 였고, 남자 20예, 여자 7예였으며 혈액투석 치료를 받은 기간은 평균 16개월이었다. 대조군은 건강인을 대상으로 하였으며 남자 6명, 여자 4명이었으며 평균연령은 35세였다.

2. 방 법

신이식전과 신이식후 1개월 및 4개월에 각각 헤마토크리치, 크레아티닌치를 동시에 측정하였으며, 심초음파검사는 Aloka SSD-880 CW를 사용하였고, strip chart recording을 이용하였으며 기록

속도는 50mm/sec로 하였다. 환자의 위치는 좌양와위 90°로 눕히고 2.5MHz transducer를 흉골좌연의 둘째 혹은 세째 늑간에 위치시켜서 관찰하였다. 좌심실의 확장기와 수축기말 내경, 심실중격과 좌심실 후벽의 두께 및 좌심방의 내경은 미국 심초음과 학회의 기준에 따랐으며⁸⁾, 좌심실의 용적과 구혈율은 McDonald등⁹⁾의 방법에 의해 계산하였다. 좌심실 확장기 기능의 평가는 apical 4 chamber view에서 승모판 막륵부위에서 간헐파 doppler를 이용하여 확장기 승모판 혈류의 최대속도를 측정한다음, E wave와 A wave의 높이를 재어 확장기 초기 최대혈류속도(early peak flow velocity)와 심방수축기 최대혈류속도(atrial peak flow velocity)를 구하였으며, 또한 A/E ratio를 산출하였다^{10,11)}. 좌심실 근량은 $1.04[(LVID + LVWT + IVST)^3 - (LVID)^3] \cdot 13.6$ 의 공식을 이용하여 측정하였으며¹²⁻¹⁵⁾, 좌심실비대는 150g/m^2 이상으로 하였고, 심낭삼출액의 판정은 Horowitz등¹⁶⁾의 방법을 참조하였다.

관찰된 성적은 평균±표준편차로 표시하였으며 신이식전과 신이식후 1개월 및 4개월의 수치를 paired t-test로 검정하였고, p값이 0.05이하면 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 신이식 전후의 혈압변화

신이식전 혈압은 $142/87 \pm 27/18\text{mmHg}$ 이었으며, 신이식후 1개월에는 $130/80 \pm 13/11\text{mmHg}$ 로 유의한 변화를 보이지 않았으나, 4개월에는 $128/80 \pm 14/9\text{mmHg}$ 로 의의있게 감소하였다($p < 0.05$).

2. 신이식 전후의 혈액의 변화

혈색소치는 신이식전 $7.1 \pm 1.7\text{g/dl}$ 에서 신이식후 1개월에는 $13.7 \pm 1.4\text{g/dl}$, 4개월에는 $14.3 \pm 2.0\text{g/dl}$ 로 유의한 증가를 보였다(각각 $p < 0.001$). 헤마토크리치는 신이식전 $21 \pm 6\%$ 였으며, 신이식후 1개월에는 $39 \pm 5\%$, 4개월에는 $42 \pm 7\%$ 로 유의한 증가를 보였다(각각 $p < 0.001$). 크레아티닌치는 신이식전 $13.5 \pm 4.0\text{mg/dl}$ 였으며, 신이식후 1개월에는

Table 1. The changes of cardiovascular variables in patients with kidney transplant recipients

	Control	Pre-KT	Post-KT	
			1 month	4 months
No. of patients	10	27	27	27
Hematocrit(%)		21 ± 6	39 ± 5**	42 ± 7**
Creatinine(mg/dl)		13.5 ± 4.0	1.2 ± 0.3**	1.3 ± 0.2**
SBP(mmHg)		142 ± 27	130 ± 13	128 ± 14*
DBP(mmHg)		87 ± 18	80 ± 11	80 ± 9
IVST(mm)	9.8 ± 0.7	15.2 ± 3.5	15.3 ± 3.0	12.9 ± 2.7*
LVPW(mm)	9.0 ± 0.9	12.7 ± 3.1	11.9 ± 2.5	10.9 ± 1.7*
LVDD(mm)	48.4 ± 2.5	55.1 ± 7.2	45.9 ± 5.7**	48.5 ± 5.7**
LVDS(mm)	34.0 ± 1.2	36.0 ± 5.2	29.9 ± 4.7*	32.2 ± 5.1*
LAD(mm)	32.7 ± 3.5	39.1 ± 5.8	33.6 ± 3.3*	34.4 ± 3.2*
LVM(g)	202 ± 42	420 ± 154	292 ± 70**	265 ± 76**
LVMi(g/m ²)	119 ± 32	246 ± 87	169 ± 38**	153 ± 40**
EDV(ml)	110 ± 13	151 ± 46	99 ± 29**	112 ± 34**
ESV(ml)	48 ± 4	86 ± 26	36 ± 13**	43 ± 17**
CO(l/min)	4.7 ± 0.8	8.8 ± 3.7	6.2 ± 2.5*	5.9 ± 1.3**
SV(ml)	63 ± 13	65 ± 27	63 ± 20	69 ± 24
EF(%)	64 ± 5	70 ± 7	71 ± 10	70 ± 8
FS(%)	33 ± 3	33 ± 5	34 ± 8	33 ± 7
A/E ratio	0.68 ± 0.08	0.88 ± 0.13	0.96 ± 0.14	0.89 ± 0.15

Data are expressed as mean ± S.D.

*p<0.05 vs. Pre-KT

**p<0.001 vs. Pre-KT

IVST=interventricular septal thickness; LVPW=left ventricular posterior wall thickness; LVDD=left ventricular diastolic dimension; LVDS=left ventricular systolic dimension; LAD=left atrial dimension; LVM=left ventricular mass; LVMi=left ventricular mass index; EDV=end diastolic volume; ESV=end systolic volume; CO=cardiac output; SV=stroke volume; EF=ejection fraction; FS=fractional shortening.

1.2 ± 0.3mg/dl, 4개월에는 1.3 ± 0.2mg/dl로서 유의한 감소를 보였다(각각 p<0.001).

3. 신이식 전후의 심장형태의 변화

1) 심실벽의 변화

심실중격 두께는 신이식전 15.2 ± 3.5mm로 정상군의 9.8 ± 0.7mm보다 증가되었으나, 신이식후 1개월에는 15.3 ± 3.0mm로 별 변화가 없었고, 4개월에는 12.9 ± 2.7mm로 유의한 감소를 보였다(p<0.05). 좌심실 후벽의 두께는 신이식전 12.7 ± 3.1mm로 정상군의 9.0 ± 0.9mm보다 증가되었다가, 신이식후 1개월에는 11.9 ± 2.5mm로 별 변화가 없었으나, 신이식후 4개월에는 10.9 ± 1.7mm로 유의한 감소를 보였다(p<0.05).

2) 좌심실 및 좌심방 내경의 변화

좌심실 확장기말 내경은 이식전 55.1 ± 7.2mm로

정상군의 48.4 ± 2.5mm보다 증가되었으며 신이식후 1개월에는 45.9 ± 5.7mm, 4개월에는 48.5 ± 5.7mm로 유의한 감소를 보였다(각각 p<0.001). 좌심실 수축기말 내경은 신이식전에는 36.0 ± 5.2mm로 정상군의 34.0 ± 1.2mm보다 증가되었으며 신이식후 1개월과 4개월에 각각 29.9 ± 4.7mm, 32.2 ± 5.1mm로 유의한 감소를 보였다(각각 p<0.05). 좌심방 내경은 이식전에는 39.1 ± 5.8mm로 정상군의 32.7 ± 3.5mm보다 증가되었으며, 신이식후 1개월 및 4개월에 각각 33.6 ± 3.3mm, 34.4 ± 3.2mm로 유의한 감소를 보였다(각각 p<0.05).

3) 좌심실 근량의 변화

좌심실 근량은 신이식전에는 420 ± 154g으로 정상대조군의 202 ± 42g보다 증가되었으며, 신이식후 1개월, 4개월에 각각 292 ± 70g, 265 ± 76g으로 감소되었으며(각각 p<0.001), 체표면적으로 나눈

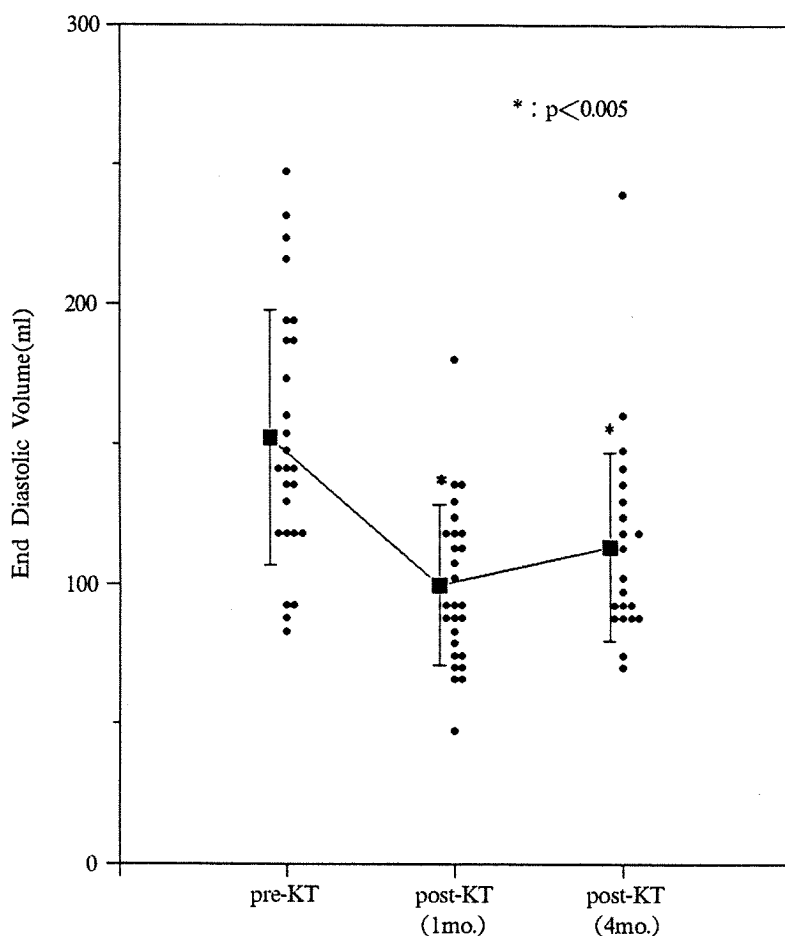


Fig. 1. The changes of left ventricular mass index in patients with kidney transplant recipients(n=27).

좌심실 근량계수는 신이식전에는 $246 \pm 87 \text{ g/m}^2$ 로서 정상군의 $119 \pm 32 \text{ g/m}^2$ 보다 증가되었으며, 신이식후 1개월과 4개월에 각각 $169 \pm 38 \text{ g/m}^2$, $153 \pm 40 \text{ g/m}^2$ 로서 유의하게 감소하였다(각각 $p < 0.001$). 신이식전 좌심실비후는 27명중 22명(82%)에서 관찰되었으며, 신이식후 1개월과 4개월에 각각 16명(59%), 12명(44%)에서 관찰되었다.

4) 좌심실 용적의 변화

좌심실 확장기말 용적은 신이식전에는 $151 \pm 46 \text{ ml}$ 로 정상군의 $110 \pm 13 \text{ ml}$ 보다 증가되었다가 신이식후 1개월에 $99 \pm 29 \text{ ml}$, 4개월에 $112 \pm 34 \text{ ml}$ 로 유의하게 감소되었으며(각각 $p < 0.001$), 좌심실 수축기말 용적은 신이식전에는 $86 \pm 26 \text{ ml}$ 로 정상군의 $48 \pm 4 \text{ ml}$ 보다 증가되었으며 신이식후 1개월에 $36 \pm 13 \text{ ml}$, 4개월에 $43 \pm 17 \text{ ml}$ 로서 유의하게 감소하였다

(각각 $p < 0.05$).

5) 심낭삼출액의 변화

심낭삼출액은 신이식전 6명(22%)의 환자에서 관찰되었으나, 신이식후 4개월에는 1명에서 여전히 존재하였다. 신이식전에는 승모판 폐쇄부전증이 4예에서 관찰되었으나 신이식후 4개월에는 단 한례도 보이지 않아 모두 기능성 승모판 폐쇄부전증으로 사료되었다.

4. 신이식 전후의 심장기능의 변화

1) 심박출량의 변화

심박출량은 신이식전 $8.8 \pm 3.7 \text{ l/min}$ 로서 정상군의 $4.7 \pm 0.8 \text{ l/min}$ 보다 증가되었다가 신이식후 1개월에 $6.2 \pm 2.5 \text{ l/min}$ ($p < 0.05$), 4개월에 $5.9 \pm 1.3 \text{ l/min}$ 로 유의하게 감소되었으며($p < 0.001$), 구혈량은

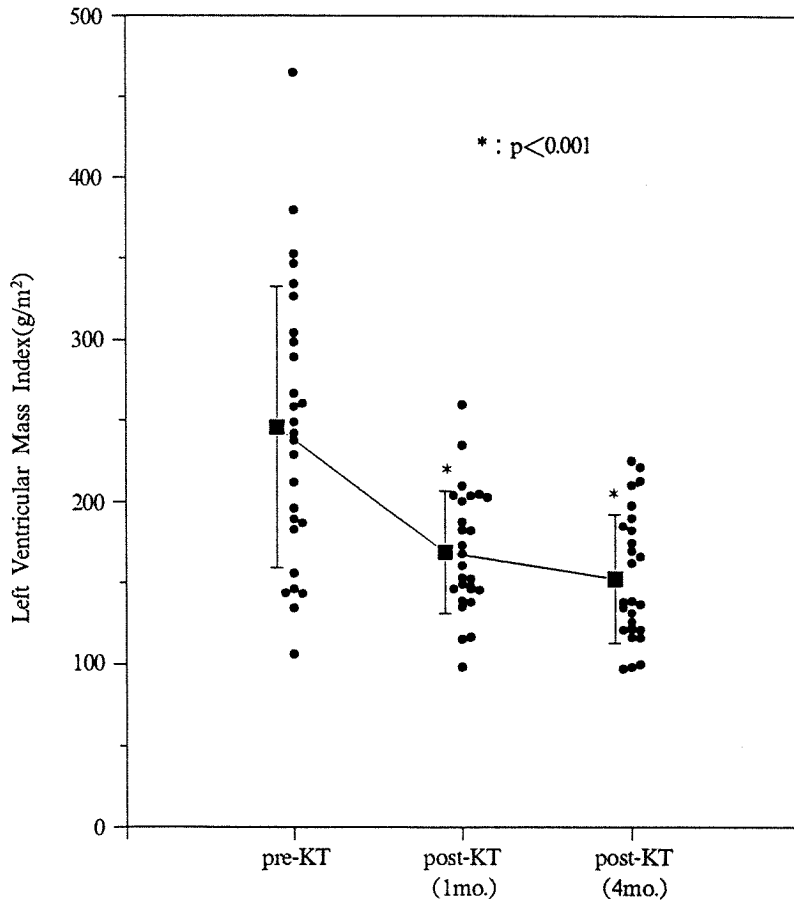


Fig. 2. The changes of end diastolic volume in patients with kidney transplant recipients(n=27).

신이식전 $65 \pm 27\text{ml}$ 로 정상군의 $63 \pm 13\text{ml}$ 와 별 차이가 없었으며, 신이식후 1개월에 $63 \pm 20\text{ml}$, 4개월에 $69 \pm 24\text{ml}$ 로 변화가 없었다.

2) 구혈율의 변화

구혈율은 신이식전 $70 \pm 7\%$ 에서 신이식후 1개월 및 4개월에 각각 $71 \pm 10\%$, $70 \pm 8\%$ 로서 유의한 차이가 없었고, 분획단축률도 신이식전 $33 \pm 5\%$ 에서 신이식후 1개월에 $34 \pm 8\%$, 4개월에 $33 \pm 7\%$ 로서 유의한 차이가 없었다.

3) A/E ratio의 변화

A/E ratio는 신이식전 0.88 ± 0.13 에서 신이식후 1개월에 0.96 ± 0.14 , 4개월에 0.89 ± 0.15 로서 통계적으로 유의한 감소를 나타내지는 못하였다.

고 안

심혈관계 질환은 말기 신 질환자의 가장 흔한 사망원인으로 알려져 있으며, 좌심실비대는 말기 신 질환자의 50%이상에서 나타나고 있다. 좌심실비대는 초기에는 좌심실 수축기 벽긴장도를 감소시키며, 구혈량을 증가시키고, 심근 산소요구량을 증가시킨다. 결국 좌심실비대는 심기능을 감소시키고 울혈성 심부전과 관상동맥질환에 의한 사망율을 증가시키게 된다⁷⁾. 만성적인 용적 과부하(volume overload)와 압력 과부하(pressure overload)가 주어질 때 좌심실의 확장 및 비대가 일어나며, 또한 이들 과부하가 제거되었을 때 좌심실의 변형도

호전됨이 실험적으로 증명되었다^{17,18)}.

Harnett 등³⁾은 말기 신 부전증환자 189명중 104명(55%)에서 좌심실비대를 관찰하였으며, 이중 혈액투석을 받는 환자는 83명중 52명(65%)에서, 복막투석을 받는 환자는 20명중 18명(90%)에서, 신이식 환자는 86명중 34명(40%)에서 나타났다. 이러한 좌심실비대의 위험인자로는 나이, 고혈압, 부갑상선호르몬과다등이 관여하는 것으로 생각되며 특히 부갑상선기능항진을 나타내는 alkaline phosphatase치가 가장 좋은 예측인자라고 보고하였다.

신이식은 말기 신 질환자에 있어 안전하고 효과적인 치료방법으로서 95%이상의 1년생존율을 보이고 있으며, 특히 55세 이하의 만성 신부전환자에서는 선택적치료법으로 간주되고 있다. 신이식을 받은 환자는 장기적 혈액투석이나 복막투석을 받는 환자에 비해 심혈관계 질환에 의한 유병률과 사망율이 낮음이 보고되어 있다¹⁹⁾. 이는 좌심실비대의 감소로 인하여 허혈성심질환 및 부정맥등의 위험률이 감소되기 때문으로 생각되고 있으며 이러한 심기능 및 형태의 호전은 비관혈적으로 심초음파에 의하여 추적검사 할 수 있는 장점이 있다.

심초음파는 좌심실의 비대 및 용적 그리고 기능등을 비교적 정확히 관찰할 수 있음이 보고되어 있어^{9,12-15,20)}, 저자들은 신이식후 심장기능 및 형태변화를 보고자 심초음파를 시행하였다. 신이식전 대부분의 환자는 빈혈과 고혈압 그리고 좌심실비대와 확장기 기능의 저하를 보이고 있었으며, 신이식후 헤마토크리트치가 증가되고, 혈압이 감소되며, 좌심실근량이 감소되고, 심박출량과 좌심실 용적이 감소되는 변화를 나타내었는데, 이는 대부분 신이식후 1개월째에 나타났으며 4개월째에도 지속되었으나 정상대조군의 수준으로 호전되지는 못하였다. 이러한 변화는 혈류량 감소로 인한 심부하의 감소에 기인하는 것으로 생각되고 있다. 한편 좌심실 확장기 기능을 나타내는 A/E ratio는 이식전후에 변화가 없었다. 좌심실의 형태학적 호전에도 불구하고 기능상 호전이 일치하지 않는 것은 심근자체의 석회화나 섬유화등의 변화가 호전되지 않아 심근자체의 compliance가 좋아지지 않았기 때문으로 생각되었으나, 추적기간이 짧았던 관계로 정확한 상관관계는 좀 더 연구되어야 될것으로 생각되었다.

좌심실근량은 정상대조군의 경우 평균 202g, 말기 신질환자의 경우 이식전에는 420g, 이식후 1개월 및 4개월에 각각 292g 및 265g으로서, 다른 문헌에 비하여 다소 높게 나타났으며^{7,13,21)}, 좌심실근량계수는 정상군의 계측치를 기준하여 150g/m² 이상을 좌심실비대로 정하였다. 이에 대하여는 표준집단을 대상으로한 정확한 기준이 마련되어야 할 것으로 사료되었다. 좌심실 근량에 영향을 주는 요소로는 수축기 혈압과 좌심실 확장기말 용적이 작용하는 것으로 알려져 있는데^{22,23)}, 국내에서 강 등²¹⁾의 보고에 의하면 신이식후 평균 4주후에 좌심실 무게의 감소를 보고하였으나, 이때 수축기 혈압의 변화는 없어 좌심실 확장기말 용적의 감소가 주된 요인으로 생각된다고 보고한 바 있다. 저자들의 경우에서는 수축기 혈압이 신이식후 1개월에는 유의한 감소를 보이지 못하였고 4개월후에야 유의한 감소를 보였으며, 좌심실 확장기말 용적은 신이식후 1개월 및 4개월에 각각 유의하게 감소하였던 것으로 보아, 신이식후 1개월에 생긴 좌심실근량의 감소는 좌심실확장기말 용적의 감소로 인하여 야기된것으로 보이며, 신이식후 4개월에는 수축기혈압의 감소도 함께 작용하였으리라 생각되었다.

이러한 좌심실 비대의 감소는 신이식환자의 심혈관계질환에 의한 유병률 및 사망률을 감소시키는데 기여하리라 생각되었으나, 이에 대하여는 좀더 많은 추적검사 결과가 있어야 되리라 생각되었다.

요 약

연구배경 :

만성신부전 환자에서 신이식 전후의 심장의 형태학적 변화와 기능적 변화를 관찰하여, 신이식후 용적과부하 및 압력과부하의 제거시 시간적 변화에 따른 심장의 변화를 관찰하고자 하였다.

방 법 :

27명의 환자(남자 20예, 여자 7예)를 대상으로 신이식전과 신이식후 1개월 및 4개월에 심초음파를 실시하였다.

결 과 :

1) 혈압은 신이식후 1개월에는 유의한 변화를 보이지 않았으나, 4개월에는 유의있게 감소하였다($p<0.05$). 헤마토크리트치와 크레아티닌치는 신이

식후 1개월 및 4개월에 각각 유의한 증가를 보였다 ($p<0.001$).

2) 좌심실 근량은 신이식전의 $420\pm 154\text{g}$ 에서, 신이식후 1개월 및 4개월에는 각각 $292\pm 70\text{g}$, $265\pm 76\text{g}$ 으로 감소되었다($p<0.001$). 좌심실 근량계수는 신이식전에는 $246\pm 87\text{g/m}^2$ 로서 정상군의 $119\pm 32\text{g/m}^2$ 보다 증가되었으며, 신이식후 1개월과 4개월에 각각 $169\pm 38\text{g/m}^2$, $153\pm 40\text{g/m}^2$ 로 유의하게 감소하였다(각각 $p<0.001$).

3) 심실중격 두께는 신이식후 1개월에는 별 변화가 없었고, 4개월에는 유의한 감소를 보였으며 ($p<0.05$), 좌심실 후벽의 두께도 신이식후 1개월에는 별 변화가 없었으나, 신이식후 4개월에는 유의한 감소를 보였다($p<0.05$).

4) 좌심실 확장기말 내경은 신이식후 1개월 및 4개월에 유의한 감소를 보였으며(각각 $p<0.001$), 좌심실 수축기말 내경도 신이식후 1개월과 4개월에 유의한 감소를 나타냈다(각각 $p<0.05$). 좌심방내경 또한 신이식후 1개월 및 4개월에 유의한 감소를 보였다(각각 $p<0.05$).

5) 좌심실 확장기말 용적과 수축기말 용적은 신이식후 1개월 및 4개월에 각각 유의하게 감소되었다($p<0.05$).

6) 심박출량은 신이식전 $8.8\pm 3.7\text{ l/min}$ 에서 신이식후 1개월에는 $6.2\pm 2.5\text{ l/min}$ ($p<0.05$), 4개월에는 $5.9\pm 1.3\text{ l/min}$ 로 유의하게 감소되었으며($p<0.001$), 구혈량과 구혈율 그리고 분획단축률은 신이식 전후에 각각 유의한 변화가 없었다.

7) A/E ratio는 신이식전 0.88 ± 0.13 에서 신이식후 1개월에 0.96 ± 0.14 , 4개월에 0.89 ± 0.15 로서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

결 론 :

신이식후 좌심실 비대등 고박출상태에 의한 소견은 1개월내에 급속히 호전되었으나 확장기 기능은 추적기간동안 별 호전을 보이지 않았다.

References

- 1) Bullock RE, Hussein AA, Simpson I, Ward MK, Hall RJC : *Cardiac abnormalities and exercise tolerance in patients receiving renal replacement therapy. Br Med J* 289 : 1479, 1984
- 2) Bagdade JD, Albers JJ : *Plasma high-density lipoprotein concentrations in chronic-hemodialysis and renal-transplant patients. N Engl J Med* 296 : 1436, 1977
- 3) Harnett JD, Parfrey PS, Griffiths SM, Gault MH, Barre P, Guttman RD : *Left ventricular hypertrophy in end-stage renal disease. Nephron* 48 : 107, 1988
- 4) Sreepada Rao TK, Gupta SK, Butt KMH, Kountz SL, Friedman EA : *Relationship of renal transplantation to hypertension in end-stage renal failure. Arch Intern Med* 138 : 1236, 1978
- 5) Washer GF, Schröter GPJ, Starzl TE, Weil R : *Causes of death after kidney transplantation. JAMA* 250 : 49, 1983
- 6) Tilney NL, Strom TB, Vineyard GC, Merrill JP : *Factors contributing to the declining mortality rate in renal transplantation. N Engl J Med* 299 : 1321, 1978
- 7) Himelman RB, Landzberg JS, Simonson JS, Amend W, Bouchard A, Merz R, Schiller NB : *Cardiac consequences of renal transplantation : Changes in left ventricular morphology and function. J Am Coll Cardiol* 12 : 915, 1984
- 8) Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A - The committee on M-mode standardization of the American Society of Echocardiography : *Recommendations regarding of a M-mode echocardiography : results of a survey of echocardiographic measurements. Circulation* 58 : 1072, 1978
- 9) McDonald IG, Feigenbaum H, Chang S : *Analysis of left ventricular wall motion by reflected ultrasound : Application to assessment of myocardial function. Circulation* 46 : 14, 1972
- 10) Rokey R, Kuo LC, Zoghbi WA, Limacher MC, Quinones MA : *Determination of parameters of left ventricular diastolic filling with pulsed doppler echocardiography : comparison with cineangiography. Circulation* 71 : 543, 1985
- 11) Capelli JP, Kasparian H : *Cardiac work demands and left ventricular function in end-stage renal disease. Ann Intern Med* 86 : 261, 1977
- 12) Devereux RB, Reichek N : *Echocardiographic detection of left ventricular mass in man. Circulation* 55 : 613, 1977
- 13) Casale PN, Devereux RD, Milner M, Zullo G, Har-

- shfield GA, Pickering TG, Laragh JH : *Value of echocardiographic measurement of left ventricular mass in predicting cardiovascular morbid events in hypertensive men.* *Ann Intern Med* 105 : 173, 1986
- 14) D'Cruz IA, Bhatt GR, Cohen HC, Glick G : *Echocardiographic detection of cardiac involvement in patients with chronic renal failure.* *Arch Intern Med* 138 : 720, 1978
 - 15) Troy BL, Pombo J, Rackley CE : *Measurement of left ventricular wall thickness and mass by echocardiography.* *Circulation* 65 : 602, 1972
 - 16) Horowitz MS, Schultz CS, Stinson EB, Harrison DC, Popp RL : *Sensitivity and specificity of echocardiographic diagnosis of pericardial effusion.* *Circulation* 50 : 239, 1974
 - 17) Papadimitriou JM, Hopkins BE, Taylor RR : *Regression of left ventricular dilation and hypertrophy after removal of volume overload.* *Circ Res* 35 : 127, 1974
 - 18) Sasayama S, Ross J, Franklin D, Bloor CM, Bishop S, Dilley RB : *Adaptation of the left ventricle to chronic pressure overload.* *Circ Res* 38 : 172, 1976
 - 19) Deligiannis A, Paschalidou E, Sakellariou G, Vargemezis V, Geleris P, Kontopoulos A, Papadimitriou M : *Changes in left ventricular anatomy during hemodialysis, continuous ambulatory peritoneal dialysis and after renal trasplantation.* *Eur Ren Assoc* 21 : 185, 1985
 - 20) McFarland TM, Alam M, Goldstein S, Pickard SD, Stein PD : *Echocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy.* *Circulation* 57 : 1140, 1978
 - 21) 강홍선 · 안재형 · 이태원 · 임천규 · 배종화 · 김명재 : 만성 신부전 환자에서 신이식후 심장의 기능 및 형태학적 변화. *대한신장학회지* 9 : 1, 1990
 - 22) Caprlli JP, Kasparian H : *Cardiac work demands and left ventricular function in end-stage renal disease.* *Ann Intern Med* 86 : 261, 1977
 - 23) Gaasch WH, Andrias W, Levine HJ : *Chronic aortic regurgitation : The effect of aortic valve replacement on left ventricular volume, mass and function.* *Circulation* 58 : 825, 1978