

초기의 당뇨병성 신증 환자에서 나선식 CT를 이용한 신 피질 두께의 측정¹

구봉식 · 정원정 · 박병호 · 최종철 · 남경진 · 이영일 · 정덕환

목 적 : 초기의 당뇨병성 신증 환자에서 나선식 전산화단층촬영 (이하 spiral CT)을 시행한 경우 신 피질의 두께가 신 실질에서 차지하는 정도를 정량화 하려고 하였으며 정상 대조군과 비교하여 차이가 있는지를 알아 보고자 하였다.

대상 및 방법 : 환자군은 당뇨병의 병력이 있으면서 임상적으로 당뇨병성 신증이 있었던 17명의 환자를 대상으로 하였으며 신기능 검사상 신 부전이 있거나 CT 소견상 신장이 위축된 경우는 대상에서 제외하였다. 정상 대조군은 신 기능 검사가 정상이고 CT 소견상 신장의 이상을 발견하지 못한 19명을 대상으로 하였다. 조영제를 급속히 정맥 주사하여 신장이 “피질 조영기”를 나타낼 때 신문부에서 신장의 표면에 수직으로 신 실질과 신 피질의 두께를 측정하여 환자군과 정상 대조군을 비교하였으며 각 측정치에 대한 차이의 유의성은 Student's t-test로 검정하였다.

결 과 : 신 실질의 두께는 환자군과 대조군 사이에 의미있는 차이가 없었으나 ($P > 0.05$) 신피질의 두께는 환자군이 대조군보다 통계학적으로 의미있게 두꺼웠다 ($P < 0.05$). 또한 초기의 당뇨병성 신증 환자의 신장은 신 실질에 대한 신 피질의 비가 우측이 0.401 ± 0.051 , 좌측이 0.382 ± 0.053 이었고, 정상 대조군의 신장은 우측이 0.331 ± 0.067 , 좌측이 0.323 ± 0.064 로 측정되어 통계학적으로 의미있는 차이를 보였다 ($P < 0.05$).

결 론 : 초기의 당뇨병성 신증 환자의 신장은 정상 신장에 비하여 신 실질에서 차지하는 신 피질의 두께가 컸다.

당뇨병은 신장에 당뇨병성 신증, 유두 괴사, 신 동맥 협착과 같은 다양한 변화를 일으키는데 그 중에서도 가장 흔하고 중요한 것이 당뇨병성 신증으로 말기 신 질환의 중요한 원인이 된다. 임상적으로 당뇨병성 신증은 당뇨병의 병력이 있으면서 지속적인 단백뇨가 있으나 요로 감염이나 다른 신장 질환 혹은 심장 질환이 없을 때 진단할 수 있다. 당뇨병성 신증을 가진 신장은 질환의 초기에는 신장의 크기가 커지나 질환의 후기에는 크기가 점차 작아지고 신 기능도 떨어져 말기 신 질환의 변화를 보이는 것으로 잘 알려져 있다. 저자들은 Spiral CT를 이용하여 초기의 당뇨병성 신증 환자와 정상 성인에서 신 실질과 신 피질의 두께를 측정하여 두 군간에 어떤 차이가 있는지를 알아 보고자 하였다.

대상 및 방법

당뇨병성 신증을 가진 환자군은 당뇨병의 병력이 있으면서 단백뇨가 있어 임상적으로 당뇨병성 신증으로 진단받은 17명

을 대상으로 하였다. 환자군의 남녀비는 남자가 14명 여자가 3명 이었고 평균연령은 58세였다. 당뇨병의 병력은 1개월에서 17년까지 다양하였으며 (평균 5년) 당뇨병성 망막증을 보인 경우는 10년 이상의 병력을 가진 2예에서 있었으나 다른 환자에서는 발견할 수 없었다. 신기능 검사상 serum creatinine은 4예에서 정상보다 약간 높은 정도 ($1.4-1.6\text{mg/dl}$)였고 creatinine clearance는 13예에서 정상보다 낮았다. 단백뇨는 16예에서 microproteinuria ($30-550\text{mg/day}$)가 있어 임상적인 stage 2였고 1예에서는 macroproteinuria ($>550\text{mg/day}$)가 있어 stage 3였다. 그러나 당뇨병성 신증이 있지만 임상적으로 만성 신 부전이 있는 stage 4와 CT 소견상 위축된 신장을 보이는 경우는 대상에서 제외하였다. 정상 대조군은 당뇨병의 병력이 없으면서 신 기능 검사가 정상이고 CT로 신장의 이상 소견을 발견하지 못한 19명을 대상으로 하였는데 성비는 남자가 14명, 여자가 5명 이었고 평균 연령은 49세였다.

사용한 기기는 Somatom Plus 40 (Siemens, Erlangen, Germany)으로 절편 두께 5-8mm, Table 속도 5-8mm/sec, 재구성 두께 5-8mm로 하였다. 조영제는 비이온성 조영제 (Optiray 320) 120ml를 초당 3ml의 속도로 상완 정맥내

¹ 동아대학교 의과대학 진단방사선과학교실

이 논문은 1996년 7월 24일 접수하여 1996년 11월 20일에 채택되었음.

급속 주입하였고 촬영 지연 시간은 30초로 하였다. 신장의 두께 측정은 후향적으로 하였으므로 대상이 환자군에 속하는지 정상 대조군에 속하는지를 알고 있는 상태에서 컴퓨터 모니터에서 2명의 연구자가 함께 전자 계측기(electronic caliper)를 이용하여 측정하였다. 측정 위치는 신장의 동맥이나 정맥이 보이는 신 문부에서 신장의 표면과 수직으로 신장의 전후 두께, 신 실질의 두께 및 신 피질의 두께를 신장의 전면 혹은 후면에서 신 피질과 수질이 가장 크고 잘 보이며 신장의 표면이나 신 피질-수질의 경계가 가장 명확하게 드러나는 곳을 선택하였다 (Fig. 1, 2). 그리고 각각의 측정치로 신 실질에서 차지하는 신 피질의 두께의 비 (C/P ratio)를 구하였으며, 당뇨병성 신증을 가진 신장과 정상 신장과의 차이의 유의성을 Student's t-test를 사용하여 검정하였다.

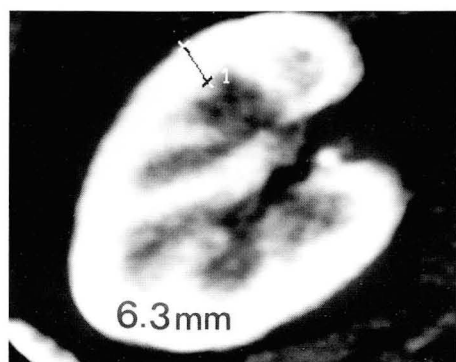
결 과

신장의 두께는 당뇨병성 신증을 가진 환자군과 정상 신장을 가진 대조군에서 모두 좌측 신장이 우측 신장 보다 약간 더 두꺼웠으나 두 군간에 유의한 차이는 없었다 ($P>0.05$). 신 실질의 두께는 모두 좌 우측과 관계없이 일정한 두께로 측정되어 역시 환자군과 대조군 사이에 차이는 없었다 ($P>0.05$). 그러나 신 피질의 두께는 당뇨병성 신증을 가진 환자군에서 정상 대조군 보다 유의하게 높게 측정되어 신 실질에 대한 신피질의 두께의 비 (C/P ratio)는 당뇨병성 신증을 가진 환자군에서 우측이 0.401 ± 0.051 , 좌측이 0.382 ± 0.053 이었고 정상 신장을 가진

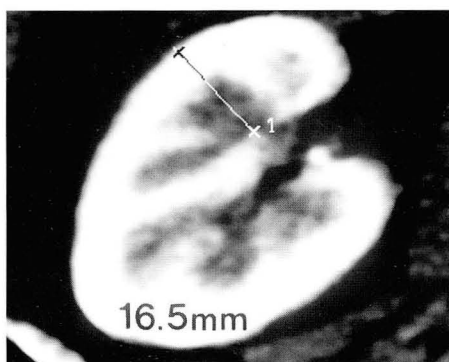
대조군에서는 우측이 0.331 ± 0.067 좌측이 0.323 ± 0.064 이었고 양측을 합한 결과는 각각 0.392 ± 0.052 와 0.327 ± 0.065 로 통계학적으로 의미있는 차이를 보였다 ($P<0.05$). 그러나 두 군 모두 좌측 신장과 우측 신장 사이에는 유의한 차이가 없었다 ($P>0.05$) (Table 1).

고 찰

당뇨병은 신장의 구조와 기능에 다양한 영향을 미치는데 당뇨병성 신증은 당뇨병을 가진 환자의 신장에 발생하는 모든 병변을 포함한다. 이런 병변에는 미만성 혹은 국소성 사구체 경화, 신 동맥 경화, 만성 간질성 신염, 유두 괴사와 다양한 세뇨관 병변이 있다. 그 중에서도 사구체 병변이 특히 흔하며 신장과 관련된 비정상적인 임상 소견의 대부분을 차지한다 (1). 임상적으로 당뇨병성 신증은 지속적인 단백뇨 ($>500\text{mg of albumin per 24 hours}$)가 동반된 망막증 (retinopathy)이 혈압이 높은 환자에게서 있으나 요로 감염이나 다른 신장 혹은 심장 질환이 없는 경우에 진단할 수 있다 (2). 당뇨병의 분류 중 type I 당뇨병 (insulin-dependent diabetes mellitus)에서는 약 40-50%에서 당뇨병성 신증이 발생되고 type II 당뇨병 (noninsulin-dependent diabetes mellitus) 환자에서는 당뇨병성 신증의 유병률이 다소 떨어지는데 이는 type II 당뇨병의 질병의 이환 기간이 짧기 때문인 것으로 생각되며 실제 당뇨병 환자에서 임상적으로 발견할 수 있는 단백뇨는 당뇨병의 시작 후 14-19년에 발생한다고 알려져 있다 (3).



A

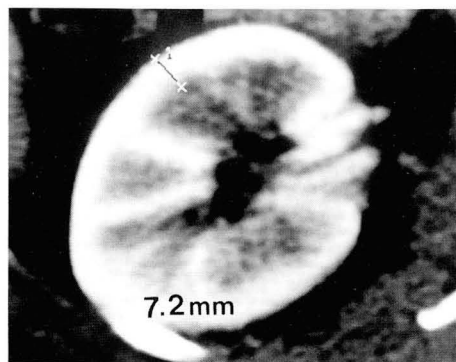


B

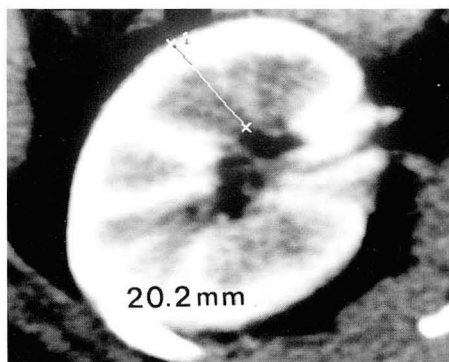
Fig. 1. A 41 year-old-man with diabetic nephropathy. Calculated cortex to parenchyma ratio is about 382.

A. CT scan obtained 30 seconds after bolus intravenous administration of contrast material clearly shows the corticomedullary differentiation. Cortical thickness is 6.3 mm.

B. Renal parenchymal thickness is 16.5mm.



A



B

Fig. 2. A 53 year-old-man with normal kidney. Calculated cortex to parenchyma ratio is about 0.356.

A. Renal cortical thickness is 7.2 mm measured at renal hilum level.

B. Renal parenchymal thickness is 20.2mm.

Table 1. Measurements of Renal, Parenchymal and Cortical Thickness in Patients with Diabetic Nephropathy and Normal Kidneys.

		Diabetic Nephropathy	Normal Kidney	P-value
Renal Thickness	Rt.	50.412 ± 5.124	48.632 ± 4.751	> 0.05
	Lt.	54.588 ± 6.073	51.474 ± 5.651	> 0.05
	Both	52.500 ± 5.925	50.053 ± 5.347	> 0.05
Parenchymal Thickness	Rt.	17.618 ± 1.557	17.368 ± 1.674	> 0.05
	Lt.	17.882 ± 1.317	17.682 ± 1.945	> 0.05
	Both	17.750 ± 1.462	17.526 ± 1.797	> 0.05
Cortical Thickness	Rt.	7.059 ± 0.982	5.737 ± 1.159	< 0.05
	Lt.	6.824 ± 1.045	5.684 ± 1.083	< 0.05
	Both	6.941 ± 1.006	5.711 ± 1.107	< 0.05
C/P ratio*	Rt.	0.401 ± 0.051	0.331 ± 0.067	< 0.05
	Lt.	0.382 ± 0.053	0.323 ± 0.064	< 0.05
	Both	0.392 ± 0.052	0.327 ± 0.065	< 0.05

* C/P ratio : ratio of renal cortical thickness to renal parenchymal thickness

새로 진단된 당뇨병 환자의 신장은 커져 있는데 신장의 무게의 증가는 물의 축적 때문이 아니라 세포의 비대 (hypertrophy)와 과형성 (hyperplasia) 때문이다 (3). 당뇨병 환자에서 신장의 크기가 증가하는 원인은 아직 명확하게 밝혀지지 않았으나 당단백질 (glycoprotein)의 침착으로 사구체가 커지고, 성장 호르몬의 분비가 증가하며 당뇨 삼투압 이뇨 (glycosuric osmotic diuresis)등이 원인이 될 것으로 생각하고 있다 (3, 5, 7). 당뇨병성 신증을 가진 신장은 일차적으로 사구체에 변화를 일으키는데 조직학적인 변화는 모세혈관 기저막의 비후, 미만성 당뇨병성 사구체 경화, 결절성 경화 등이 있으며 혈관사이 세포 (mesangial cell)의 증식 및 혈관사이 기질 (mesangial matrix)의 미만성 증가가 초래되어 혈관사이 용적 (mesangial volume)이 증가 한다 (4). 따라서 당뇨병성 신증의 초기에 신장의 크기가 증가하는 것은 사구체가 위치하는 신 피질의 용적이 증가하기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

당뇨병을 가진 환자에서 신장의 크기의 증가는 단백뇨보다 먼저 생기게 되고 주로 신 피질이 커지기 때문이므로 신 피질의 두께의 증가가 당뇨병을 가진 환자에서 있으면 당뇨병성 신증을 의심할 수 있을 것으로 생각되며 이 시기에 적극적인 치료를 하면 당뇨병성 신증의 발생을 감소시킬 수도 있다 (1).

Segel 등은 수신증과 중복신 (duplex kidney)을 제외한 양측 신 종대의 원인으로 당뇨병, 비당뇨병성 비만, 큰 체격, 만성적인 steroid 사용, 말단거대증 (acromegaly), 원인을 모르는 경우 등이 있다고 하였으며 그 중에서도 당뇨병이 가장 흔한 원인이라 하였다(5). 그러나 신장의 크기는 신장, 체중, 체표면적, 나이, 수분공급 (hydration) 정도, 조영제에 의한 반응 등 다양한 조건에 따라 정상적으로도 달라진다고 알려져 있으며 정상 범위가 대략 9-13cm 정도로 매우 크기 때문에 실제적으로 사용하기에는 어려움이 많다 (8, 9). Hricak 등의 보고에 의하면 신장의 피질과 수질의 용적비는 신생아에서 1.64:1이고 성인에서 2.59:1로 신생아에서 수질이 상대적으로 크다고 하였으

나 이는 정상 신장의 조직학적인 용적비로 두께의 비교는 아니다 (6). 저자들의 경우 환자군과 대조군의 평균 나이가 각각 58세와 49세로 다소 차이가 있고 각 측정치를 나이 및 체격에 따라 분석하지는 않았으나, 정상 신장에서는 나이의 증가에 따라 신 실질의 두께가 감소하며 특히 피질이 얇아지는 것으로 알려져 있으므로 오히려 저자들의 측정치는 과소 평가 되어 있을 것으로 생각된다 (10).

신장의 크기를 측정할 때 초음파를 이용하면 영상의 왜곡이 없고 조영제에 의한 영향이 없으며 신장의 기울기에 상관없이 신장의 실제 크기를 측정할 수 있으나, 신 실질 및 피질의 두께를 측정할 때는 횡단면을 정확하게 얻기가 어려워 측정시 오차가 발생할 수 있고 신장의 피질과 수질을 항상 명확하게 구별할 수 있는 것은 아니다 (11). 신장의 실질에서 피질과 수질을 구별하여 볼 수 있는 방법으로는 초음파 검사, CT, 혈관 촬영술, MRI 등이 있겠으나 가장 간편하고 확실하게 피질과 수질을 구별할 수 있는 방법은 조영제를 사용한 spiral CT로 생각된다. 조영제를 정맥을 통하여 빠른 속도로 주입하면서 30-45초 후에 spiral mode로 영상을 얻으면 조영제가 소엽간 동맥이나 사구체 내에 있게 되므로 신 피질이 수질에 비해 훨씬 조영 증강이 잘되는 “피질 조영상 (cortical nephrogram)”이 되어 신 피질과 수질이 명확하게 구별되어 보인다 (12, 13).

저자들의 경우에 spiral CT로 피질 조영기 (cortical nephrogram phase)에 신 실질과 피질의 두께를 측정하였는데 이러한 측정 방법의 문제점은 신장의 각 부위에 따라 피질과 수질의 두께에 차이가 있을 수 있고, 신장이 신체의 관상 평면에 대해 기울어져 있으므로 CT로 신장의 횡단면을 얻어도 신장 자체의 횡단면과 차이가 있을 수가 있으며, 부분 용적에 의한 인공음영 (partial volume artifact)으로 피질과 수질의 경계가 명확하지 않을 수 있다는 것이다. 그러나 저자들은 가능하면 동일 조건에서 신 실질의 두께를 측정하려고 하였으며, 신 피질과 수질 두께의 절대치는 신장의 기울기에 의해 측정치와 달라

질 수 있으나 신 실질에 대한 피질의 비는 일정하게 유지될 것으로 생각하였다.

결론적으로 초기의 당뇨병성 신증을 가진 신장은 정상 신장에 비하여 신 실질에서 차지하는 신 피질의 비가 큰 것을 Spiral CT를 이용하여 확인할 수 있었으며, 이러한 변화는 임상적으로 단백뇨가 생기기 전에 오는 변화이므로 이 시기에 적극적인 치료를 하면 당뇨병성 신증의 발생을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Glassock RJ, Brenner BM. Glomerulopathies associated with multisystem diseases. In Isselbacher KJ, Braunwald E, Wilson JD, eds. *Harrison's principles of internal medicine*. 13th ed. New York: Macgraw-Hill, 1994: 1311-1312
2. Rodriguez-de-Velasquez A, Yoder IC, Velasquez PA, Papanicolaou N. Imaging the effect of diabetes on the genitourinary system. *RadioGraphics* 1995; 15: 1051-1068
3. Reddi AS, Camerini-Davalos RA. Diabetic nephropathy: an update. *Arch Intern Med* 1990; 150: 31-43
4. Contran RS, Kumar V, Robbins SL. *Robbins pathologic basis of disease*. 4th ed. Philadelphia: Saunders, 1989: 1044-1047

5. Segel MC, Lecky JW, Slasky BS. Diabetes mellitus: the pre-dominant cause of bilateral renal enlargement. *Radiology* 1984; 153: 341-342
6. Hricak H, Slovis RL. Neonatal kidneys. *Radiology* 1983; 147: 699-700
7. Mogensen CE, Andersen AR. Glomerular filtration rate in diabetes mellitus. *Scand J Clin Lab Invest* 1973; 20: 706-712
8. Davidson AJ, Harrison RB. *Textbook of nephrology*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders, 1988: 1-10
9. Huntington DK, Harrison RB. The pathogenesis of medical renal disease. *Am J Med* 1981; 71: 290-307
10. Gourtsoyiannis AN, Prassopoulos P, Sartz G, Papanicolaou N. The thickness of the renal parenchyma decreases with age: a CT study of 360 patients. *Am J Radiol* 1980; 135: 541-543
11. Han BK, Babcock BL. Ultrasonographic measurements and appearance of normal kidneys in children. *Am J Radiol* 1984; 143: 1016
12. Saunders HS, Dyer RD, Shubin R, Schilling J, Finkelstein RE, Zagoria RJ. The CT nephrogram: implications for evaluation of urinary tract disease. *RadioGraphics* 1995; 15: 1069-1085
13. Newhouse JH, Pfister RC. The nephrogram. *Radiol Clin North Am* 1979; 17: 213-226

J Korean Radiol Soc 1997; 36: 499-502

Measurement of Renal Cortical Thickness Using Spiral CT in Early Diabetic Nephropathy¹

Bong Sig Koo M.D., Won Jung Chung M.D., Byeong Ho Park M.D., Jong Cheol Choi M.D.
Kyung Jin Nam M.D., Yung Il Lee M.D., Duk Hwan Chung M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Dong-A University

Purpose: To compare the ratio of renal cortical thickness to renal parenchymal thickness in early diabetic nephropathy and in normal control group.

Materials and Methods: We performed spiral CT in 17 patients suffering from diabetic nephropathy without renal failure or renal atrophy. The normal control group consisted of 19 persons who were normal on renal function test and did not show any abnormality of the kidney. Renal cortical and parenchymal thicknesses were measured at renal hilum level perpendicular to the renal surface by electronic caliper on contrast-enhanced transverse scan demonstrating the cortical nephrogram phase. Using student's test, the difference in renal parenchymal and cortical thickness between the two groups was tested for statistical significance.

Results: There was no significant difference in renal parenchymal thickness between the two groups ($P > 0.05$); the patient group had a thicker renal cortex than the normal control group however ($P < 0.05$). The ratio of renal cortical thickness to parenchymal thickness in early diabetic nephropathy patients (Rt.: 0.041 ± 0.051 , Lt.: 0.382 ± 0.053) was significantly higher than in the normal control group (Rt.: 0.331 ± 0.067 , Lt.: 0.323 ± 0.064).

Conclusion: The kidney of early diabetic nephropathy patients had a thicker renal cortex than normal kidney.

Index Words: Kidney, CT

Kidney, diseases

Diabetes Mellitus, complications

Computed tomography (CT), helical

Address reprint requests to: Bong Sig Koo, M.D., Department of diagnostic radiology, Dong-A University Hospital,

1, 3-ga, Dongdaeshin-dong, Seo-gu, Pusan, 602-103 Tel. 82-51-240-5376 Fax. 82-51-253-4931