

제2형 당뇨병환자에서 일회뇨 알부민-크레아티닌 비와 24시간 뇨 알부민 배설량과의 관련성

가톨릭대학교 의과대학 내과학교실 내분비대사내과
이지인 · 권혁상 · 오수진 · 이정민 · 장상아 · 차봉연 · 손현식 · 손태서

Association of Spot Urine Albumin-to-Creatinine Ratio and 24 Hour-Collected Urine Albumin Excretion Rate in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

Jee In Lee, Hyuk Sang Kwon, Su Jin Oh, Jung Min Lee, Sang Ah Chang, Bong Yun Cha, Hyun Shik Son,
Tae Seo Sohn

Division of Endocrinology & Metabolism, Department of Internal Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Abstract

Background: Measuring urine albumin in diabetic patients is an important screening test to identify those individuals at high risk for cardiovascular disease and the progression of kidney disease. Recently, spot urine albumin-to-creatinine ratio (ACR) has replaced 24 hour-collected urine albumin excretion rate (AER) as a screening test for microalbuminuria given its comparative simplicity. The purpose of the current study was to evaluate the degree of correlation between AER and ACR in the normal, microalbuminuric and macroalbuminuric ranges, and to identify the lower limits of ACR for both genders.

Methods: A total of 310 type 2 diabetics admitted to one center were enrolled in the present study. Following the collection of a spot urine sample, urine was collected for 24 hours and albumin content was measured in both specimens.

Results: Mean patient age was 60.2 years. A total of 25.4% had microalbuminuria and 15.8% had macroalbuminuria. The data revealed a strongly positive correlation between AER and ACR across all ranges of albuminuria ($R = 0.8$). The cut-off value of ACR for 30 mg/day of AER by the regression equation was 24 $\mu\text{g}/\text{mg}$ for men, 42 $\mu\text{g}/\text{mg}$ for women and 31.2 $\mu\text{g}/\text{mg}$ for all patients. The diagnostic performance expressed as the area under the curve (AUC) was 0.938 (95% CI, 0.911-0.965) for ACR. ACR revealed a sensitivity of 84% and specificity of 84%, when a cut-off value of 31.2 $\mu\text{g}/\text{mg}$ was employed.

Conclusion: ACR was highly correlated with AER, particularly in the range of microalbuminuria. The gender combined cut-off value of ACR in type 2 diabetic patients was determined to be 31.2 $\mu\text{g}/\text{mg}$. However, additional studies of large outpatient populations, as opposed to the inpatient population used in the present study, are required to confirm the utility of this value. (**Korean Diabetes J 33:299-305, 2009**)

Key words: Albuminuria, Diabetic nephropathies, Type 2 diabetes mellitus

서 론

당뇨병성 신증은 당뇨병환자의 20~40%에서 발생되고, 말기신부전의 가장 중요한 원인 질환이다. 미세알부민뇨 유병률 연구(Microalbuminuria Prevalence Study) 결과에 따르면 특히 아시아 지역의 고혈압성 제2형 당뇨병환자에서 신질환 유병률이 60%에 이르고, 이 중 18.8%에서 단백뇨, 39.8%에서 미세알부민뇨가 있었다¹⁾. 당뇨병환자에서 미세알부민뇨는 현성 신증의 예측 인자이면서 심혈관질환의 독립적 위험인자이다^{2,3)}. 따라서 미세알부민뇨의 선별검사를 통한 조기발견은 당뇨병환자에서 신부전 및 심혈관질환의 예방에 큰 의의를 가지고 있다^{4,5)}. 미세알부민뇨의 선별검사로는 24시간 혹은 timed collection 알부민 요배설량 측정법(albumin excretion rate, AER)과 일회뇨에서 알부민 크레아티닌 비(albumin-to-creatinine ratio in a random spot collection, ACR)를 측정하는 방법이 있다. AER은 24시간 동안 소변을 모아야 하는 불편감과 수집의 부정확성으로 신뢰가 떨어질 수 있다는 단점이 있다^{6,7)}. 반면 ACR은 일회뇨에서 측정 가능하다는 장점으로 AER에 대신하여 미세알부민뇨 선별검사의 표준으로 인정 받고 있다⁸⁾. 그러나 미세알부민뇨를 정의하는 ACR 기준과 채취시간에 대해 논란이 제기되고 있다. 그 이유로 알부민뇨 측정에 영향을 주는 인자로 혈압, 소변채취시간 등이 있고, 수치변동의 폭이 40~100% 정도로 날마다 변화하며, 수면 중에는 낮보다 25% 정도 감소하는 변이가 있다. 동시에 크레아티닌의 배설에 영향을 주는 인자로는 여자보다는 남자, 인종으로는 흑인, 근육량이 많은 사람에서 더 배설됨으로 가장 빠르고 정확한 측정 방법은 젖은 상태에서 아침 첫 소변을 통해서 식사로 인한 변수를 제거하고 검사하는 것이 좋으며 이 경우 매 검사 시 변동률은 5~7%로 비교적 안정적이다^{9,10)}. 따라서 아침 첫 소변의 ACR이 표준검사로 대두되고 있고, ACR의 기준은 남녀에서 24시간 크레아티닌 요배설량이 다르다는 사실을 근거로 하여 남녀에서 다른 기준치를 적용해야 한다는 주장이 제기되었다^{11,12)}.

따라서 저자들은 제2형 당뇨병환자에서 아침 첫 소변의 일회뇨를 이용한 ACR과 24시간 뇌 AER의 상관관계 및 ACR의 적절한 기준치를 알아보기로 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

가톨릭대학교 의정부성모병원에 2006년 3월부터 2008년

2월까지 입원한 20세에서 70세 사이의 제2형 당뇨병환자를 대상으로 하였으며, 이 중 급성 또는 만성 감염(백혈수 수치 10,000 cells/uL 이상 또는 high sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) 10 mg/dL 이상), 빨혈, 악성종양, 의미 있는 간질환(간효소 수치가 정상 기준치의 3배 이상), 4단계 이상의 만성 신증(GFR < 30 mL/min per 1.73 m²로 정의), 비대상성 심부전을 동반한 환자를 제외한 310명(남자 133명, 여자 177명)을 대상으로 하였다.

2. 방법

대상 환자들은 입원한 상태에서 아침 첫 소변을 얻어 알부민과 크레아티닌을 측정하였다. 채취 후 검사까지는 4°C에서 냉장 보관하였다. 이후 아침 8시부터 다음날 아침 8시 까지의 24시간 소변을 수집하였고, 이 검체로 수집종료 당일 AER을 측정하였다. AER의 단위는 mg/일, ACR의 단위는 µg/mg으로 하였다. 미세알부민뇨는 AER이 30~299 mg/일로 정의하였고, 거대알부민뇨는 AER ≥ 300 mg/일로 정의하였다⁸⁾. 소변 중의 알부민 측정에는 면역혼탁법을 이용하였고, 크레아티닌은 Jaffe kinetic method을 이용하여 측정하였다(HITACHI 7600, Hitachi, Japan). 키, 체중 그리고 허리둘레의 신체 계측과 혈압은 각각 표준화된 방법으로 측정하였고, 체질량지수는 kg/m²로 계산하였으며, 8시간 이상의 공복상태를 확인한 후, 혈액을 채취하여 당화혈색소, 크레아티닌, Cystatin C, 요산, hs-CRP를 측정하였다.

3. 통계분석

자료의 처리는 SPSS for windows version 11.5을 사용하였다. 모든 자료는 평균과 표준편차로 표시하였다. 남녀의 비교, 알부민뇨의 종류에 따른 비교는 T-test와 ANOVA를 이용하였다. AER과 ACR의 관계 및 AER 30 mg/일에 해당하는 ACR의 값을 얻기 위해서 회귀분석을 이용하였고, 원래 값을 로그값으로 치환하여 분석하였다. ACR의 진단적 가치를 평가하기 위해서 민감도, 특이도, 양성 예측률, 음성 예측률을 계산하였다. ACR의 receiver operating characteristic (ROC) 곡선을 분석하여 가장 높은 민감도와 특이도를 갖는 기준치를 구하였다. P value가 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1. 전체 대상자들의 임상적 특징

본 연구에 포함된 환자는 모두 310명이었으며, 남자 133

Table 1. Baseline characteristics of the patients

	Total	Male	Female	P value
Number (n)	310	133	177	-
Age (year)	60.2 ± 14.6	59.6 ± 14.5	60.8 ± 14.2	ns
Duration of DM (year)	11.3 ± 2.5	11.6 ± 10.1	11.0 ± 8.6	ns
BMI (kg/m^2)	24.8 ± 4.2	24.5 ± 3.8	24.9 ± 4.6	ns
Serum creatinine (mg/dL)	1.2 ± 0.6	1.3 ± 0.7	1.0 ± 0.6	< 0.001
No. of microalbuminuria	79 (25.4%)	37 (27%)	42 (23%)	-
No. of overt proteinuria	49 (15.8%)	31 (23%)	18 (10%)	-
HbA1c (%)	10.2 ± 2.5	10.3 ± 2.7	10.1 ± 2.5	ns

Data are expressed as means ± S.D or n (%). BMI, body mass index; DM, diabetes mellitus; No., number; ns, non-significant.

Table 2. Comparison of clinical characteristics according to the ranges of albuminuria

	Normal	Microalbuminuria	Macroalbuminuria	P value
Age (year)	58.2 ± 14.7 ^{a*}	58.8 ± 15.8 ^a	56.4 ± 13.1 ^a	ns
Duration of DM (year)	10.0 ± 8.9 ^a	10.4 ± 8.2 ^a	16.9 ± 9.9 ^b	< 0.001
BMI (kg/m^2)	24.4 ± 4.0 ^a	25.6 ± 4.7 ^a	24.7 ± 4.2 ^a	ns
WC (cm)	89.9 ± 10.5 ^a	90.3 ± 17.1 ^a	90.1 ± 10.2 ^a	ns
SBP (mm Hg)	119.3 ± 13.5 ^a	117.5 ± 17.0 ^a	132.9 ± 18.5 ^b	< 0.001
DBP (mm Hg)	74.3 ± 9.7 ^a	72.8 ± 10.8 ^{ab}	80.2 ± 8.6 ^a	< 0.001
HbA1c (%)	10.2 ± 2.4 ^a	10.4 ± 2.7 ^{ab}	9.8 ± 2.5 ^b	0.5
Cr (mg/dL)	0.9 ± 0.3 ^a	1.2 ± 0.4 ^b	1.9 ± 0.3 ^c	< 0.001
Cystatin C (mg/L)	1.1 ± 0.4 ^a	1.3 ± 0.4 ^{ab}	1.9 ± 0.4 ^c	< 0.001
hs-CRP (mg/dL)	1.3 ± 1.2 ^a	3.1 ± 0.6 ^{ab}	2.9 ± 1.2 ^b	0.045
Uric acid (mg/dL)	4.7 ± 1.8 ^a	5.3 ± 2.2 ^{ab}	6.1 ± 1.6 ^b	< 0.001

Data are expressed as means ± S.D. * Values with different alphabets are significantly different among the three groups by Duan's multiple range test: P < 0.05. BMI, body mass index; Cr, creatinine; DBP, diastolic blood pressure; DM, diabetes mellitus; ns, non-significant; SBP, systolic blood pressure; WC, Waist circumference.

명, 여자 177명 이었다. 평균연령은 60.2 ± 14.6세(남자, 59.6 ± 14.5; 여자, 60.8 ± 14.2)였고, 당뇨병의 이환 기간은 남자는 평균 11.6년, 여자는 11.0년이었다. 체질량지수는 남녀에서 차이가 없었다. 혈청 크레아티닌 농도는 남자는 평균 1.34 mg/dL, 여자는 1.04 mg/dL로 남자가 더 높았다. 미세알부민뇨는 남자 133명 중 37명(27%)에서, 여자 177명 중 42명(23%)에서 관찰되었고, 거대알부민뇨는 남자 31명 (23%), 여자 18명(10%)였다. 대상 환자들의 평균 당화혈색소는 10.2%였다(Table 1).

2. 정상인군과 미세알부민뇨군 그리고 거대알부민뇨군에 따른 임상적 특징의 비교

당뇨병의 이환기간은 정상인군과 미세알부민뇨군에서 통계적인 차이가 없었으나, 거대알부민뇨군에서 평균 16.9년으로 정상인군과 미세알부민뇨군에 비해 이환기간이 길었다. 나이나 체질량지수, 허리둘레, 당화혈색소에서는 3군 간의 차이가 없었다. 거대알부민뇨군에서 수축기 혈압과 이완

기 혈압 모두가 높았다. 혈청 크레아티닌, 혈청 Cystatin C, 혈청 요산은 정상인군, 미세알부민뇨군, 거대알부민뇨군의 순으로 상승되었다(Table 2).

3. 24시간 소변의 AER과 일회뇨에서의 ACR의 상관관계

24시간 소변의 AER과 일회뇨에서의 ACR은 뚜렷한 상관관계($R = 0.8$)가 있었으며, 회귀방정식은 전체 대상 환자에서 $\ln \text{ACR} = 1.013 \times \ln \text{AER} + 0.815$ ($R^2 = 0.803$, $P < 0.001$), 남자에서는 $\ln \text{ACR} = 1.060 \times \ln \text{AER} + 0.043$ ($R^2 = 0.844$, $P < 0.001$), 여자에서는 $\ln \text{ACR} = 1.014 \times \ln \text{AER} + 0.471$ ($R^2 = 0.824$, $P < 0.001$)이었다 (Fig. 1, 2). 정상인군(AER < 30 $\mu\text{g}/\text{mg}$)에서는 $R^2 = 0.199$, 미세알부민뇨군에서는 $R^2 = 0.42$, 거대알부민뇨군에서는 $R^2 = 0.307$ 로 결정계수(R^2)가 미세알부민뇨군에서 높았다. 미세알부민뇨가 있는 군내에서의 상관관계는 $\ln \text{ACR} = 0.830 \times \ln \text{AER} + 0.269$ ($R^2 = 0.42$, $P < 0.01$), 남자에서

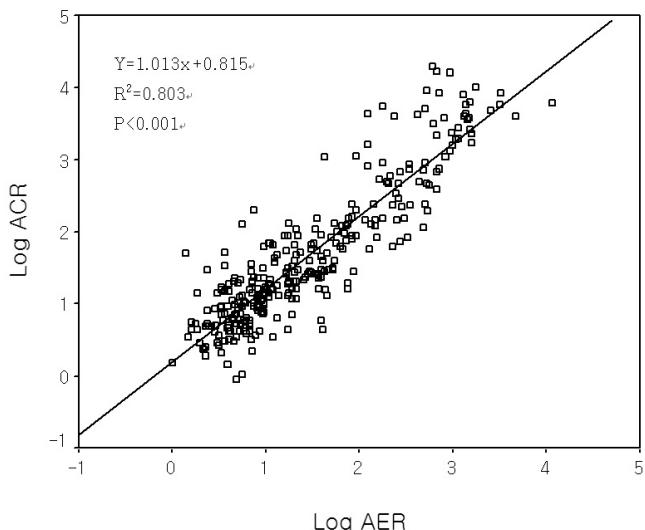


Fig. 1. Relationship between albumin excretion rate (AER) and albumin-to-creatinine ratio (ACR).

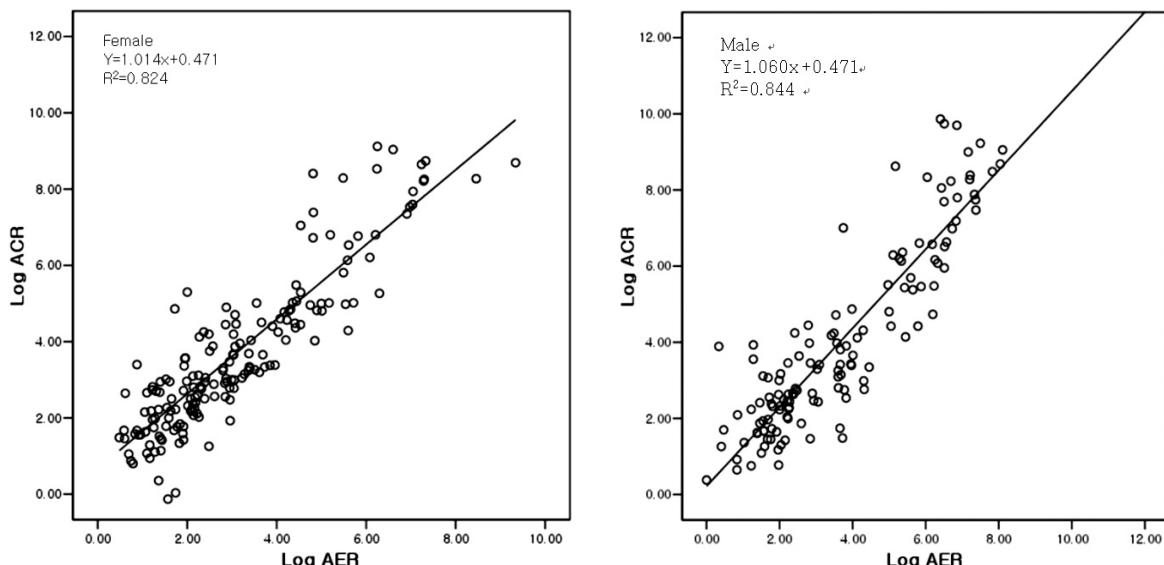


Fig. 2. Correlation between albumin excretion rate (AER) and albumin to-creatinine ratio (ACR) in male and female.

는 $\ln \text{ACR} = 0.882 \times \ln \text{AER} + 0.079$ ($R^2 = 0.465$, $P < 0.01$), 여자에서는 $\ln \text{ACR} = 0.712 \times \ln \text{AER} + 0.572$ ($R^2 = 0.398$, $P < 0.01$)이었고, AER 30 mg/일에 해당하는 ACR의 값은 남자에서는 24 µg/mg, 여자에서는 42 µg/mg 이었고, 전체 대상환자에서는 31.26 µg/mg이었다.

4. ACR의 진단기준치

남녀의 성별에 따른 기준치로 제시되었던 남자 17~250 µg/mg을 적용하면 미세알부민뇨의 유병률이 30~300 µg/mg을

적용하는 것보다 높아졌고, 여자에서도 20~350 µg/mg을 적용하는 경우 높아졌다^[13]. 미세알부민뇨의 ACR 진단 기준치로 통상적인 30 µg/mg을 적용하는 경우 민감도와 특이도가 남자에서 87%, 84%, 여자는 90%, 81%였다. 성별에 따른 기준치로 제시된 남자 17 µg/mg, 여자 25 µg/mg을 적용하면^[13], 민감도와 특이도가 남자는 88%, 78%, 여자는 98%, 76%였다. 본 연구에서 얻은 수치인 남자에서 24 µg/mg, 여자에서 42 µg/mg을 적용하면, 민감도와 특이도가 남자에서 87%, 84%, 여자에서 88%, 87%였다(Table 3). 전체 환자를 대상

Table 3. Characteristics of spot ACR as a screening test for microalbuminuria by gender

Gender	ACR cutoff ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
Male	17	88	78	85	82
	24	87	84	87	84
	30	87	84	86	79
Female	25	98	76	68	98
	30	90	81	72	94
	42	88	87	78	93

ACR, albumin-creatinine ratio; NPV, negative predictive value; PPV, positive predictive value.

Table 4. Sensitivity and specificity of the spot ACR at cut-off values from Receiver operating characteristics curve

ACR cut-off ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Sensitivity	Specificity
30	85%	82%
31.2	84%	84%
33.6	82%	85%

ACR, albumin-creatinine ratio.

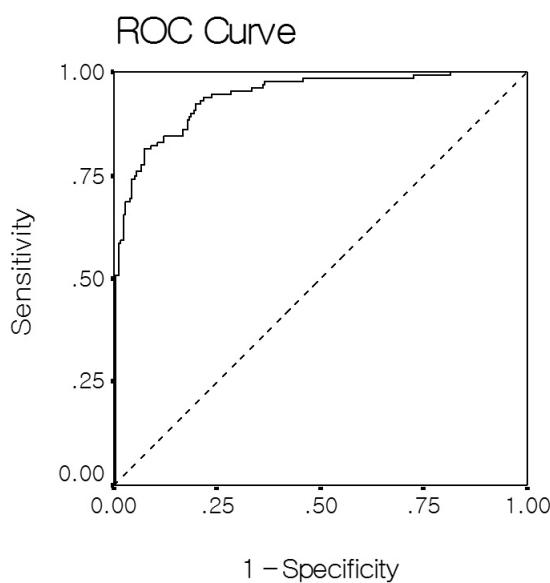


Fig. 3. Receiver operating characteristics curve for albumin-to-creatinine ratio in diagnosis microalbuminuria: Area under the curve = 0.938.

으로 한 ROC 곡선에서 ACR 아래 영역의 면적(Area Under the Curve)은 0.938이었고(Fig. 3), 가장 적절한 기준치는 31.2 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 이었고, 이 값을 미세알부민뇨의 진단의 기준으로 사용한다면, 민감도와 특이도 모두 84%였다(Table 4).

고 찰

미세알부민뇨는 신장질환과 심혈관질환의 독립적인 위험

인자로 알려져 있을 뿐만 아니라 당뇨병환자와 고혈압환자의 사망에 대한 위험인자 이기도 하다. 따라서 제2형 당뇨병환자에서 선별검사를 통해 미세알부민뇨를 조기에 발견하고 적극적으로 치료하는 것이 중요하다. 현재 적용되는 미세알부민뇨 범위인 30~300 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 보다 낮은 수치에서도 이후 당뇨병성 신증의 위험성이 높아지는 것이 관찰되고 있고, 성별, 인종 등에 따라 차이가 보고되고 있어 미세알부민뇨를 정의하는 ACR의 기준에 대해 논란이 제기되고 있다^{17,18}. 미세알부민뇨를 정의하는 ACR의 기준을 남녀에서 달리해야 한다는 주장들이 있었으나 그 기준에 대해서는 각 연구마다 다른 수치를 제시하고 있다. Warram 등은 15~44세까지의 제1형 당뇨병환자를 대상으로 조사하였을 때 AER 남자 30 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 여자 31 $\mu\text{g}/\text{일}$ 에 해당하는 ACR의 기준을 각각 17 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 25 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 제시하였다¹⁸. 국내에서는 이 등이 평균 연령 60세인 제2형 당뇨병환자를 대상으로 조사하였을 때, AER 30 $\mu\text{g}/\text{일}$ 에 해당하는 ACR은 전체대상에서는 32 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 남자에서는 29 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 여자에서는 38 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 이었고¹⁹, 평균 연령이 60대이므로 크레아티닌 요배설량이 적을 것으로 판단하여 Warram 등의 연구에서 제시한 남녀 각각 17 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 25 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 기준보다는 높은 수치가 적정하다고 기술하였다. 본 연구에서는 ACR과 AER의 회귀 방정식에서 AER 30 $\mu\text{g}/\text{일}$ 에 해당하는 ACR 값은 남자에서 24 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 여자에서 42 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 이전 연구들과는 다소 차이가 보였다. 여자에서 ACR 42 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 을 미세알부민뇨의 기준으로 적용하면 ACR의 미세알부민뇨 양성 예측률은 78%, 음성 예측률은 93%였고, 남자에서 24 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 을 적용하면 ACR의 양성 예측률은 87%, 음성 예측률은 84%으로 30

$\mu\text{g}/\text{mg}$ 을 적용하는 경우보다, 다소 높은 수치를 보였다. ACR과 AER의 회귀방정식과 ROC 곡선을 통하여 얻은 가장 적절한 남녀 전체의 ACR은 이 등은 기준치로 $32 \mu\text{g}/\text{mg}$ 과 76%의 민감도와 특이도를 보였지만 본 연구에서는 31.2 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 과 84%의 민감도와 특이도를 보였다¹⁹⁾.

본 연구에서 제2형 당뇨병환자의 아침 첫 소변 일회뇨 ACR은 AER과 albuminuria의 전 범위에서 높은 양의 상관관계에 있었고, 남자와 여자 모두에서 $R = 0.8$ 의 상관관계가 있었다. ACR과 AER의 상관관계를 정상인군과 미세알부민뇨군과 거대알부민뇨군으로 분류하여 분석하였을 때, 특히 미세알부민뇨군에서 뚜렷한 양의 상관관계를 보였다. Chaiken 등의 연구에서도 ACR과 AER이 뚜렷한 양의 상관관계를 보였지만 본 연구와 다르게, 거대알부민뇨에서 뚜렷한 양의 상관관계를 보였었다¹⁴⁾. 본 연구에서는 거대알부민뇨 군에 해당하는 대상 환자 수가 적어 상관관계가 낮게 측정되었을 수도 있어 향후 많은 거대알부민뇨군 대상에서 ACR과 AER의 상관관계를 조사하는 것이 필요하겠다. 미세단백뇨의 진단에 ACR의 기준을 $30\sim300 \mu\text{g}/\text{mg}$ 로 적용하면, 민감도와 특이도가 모두 80% 이상이었다. 과거 성별 특이적인 기준치로 제시되었던 남자 $17\sim250 \mu\text{g}/\text{mg}$, 여자 $25\sim355 \mu\text{g}/\text{mg}$ 을 적용하면¹³⁾, 민감도는 다소 높아지지만 특이도가 낮아졌다. ROC 곡선에 의하면, 본 연구의 대상 환자에서 가장 높은 민감도와 특이도를 보장하는 기준치는 $31.2 \mu\text{g}/\text{mg}$ 이었다. 기존 연구에서 ACR의 민감도와 특이도는 각각 88~100%, 81~100%이므로^{15,16)}, 미국 당뇨병학회에서 제안하는 것처럼 ACR이 24시간뇨 수집을 대처하는 것이 타당하다고 보여진다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 대상 환자의 대부분이 혈당 조절을 목적으로 입원하였기 때문에 고혈당 상태에서뇨 수집을 하였다는 점이다. 고혈당 상태에서는뇨 일부민 배설량이 증가하기 때문에 본 연구에서 위양성으로 미세알부민뇨 혹은 거대알부민뇨가 있었을 가능성이 있다. 따라서 본 연구 결과를 전체 당뇨병환자나 외래환자에 적용하기에는 한계가 있다. 둘째, 미세알부민뇨군에 있는 대상 환자 수가 적었었다. 대상 환자 전체에서는 AER과 ACR의 상관관계가 높았지만($R = 0.803$), 미세알부민뇨군에서는 다소 감소 하였는데($R = 0.42$), 미세알부민뇨군의 대상 환자가 적은점이 한 원인이 될 수 있다. 또한 수액주사, 입원에 따른 활동 제한, 식사 변화, 복용 약제 등이 검체 채취 당시의뇨 일부민 배설량에 영향을 주었을 수 있다. 셋째, 아침 첫 소변의 일회뇨로 ACR을 측정하였기 때문에 무작위 소변 ACR과 AER를 조사하지 못하였다. 미국 당뇨병학회에서는 미세알부민뇨의 선별검사로 아침 첫 소변 혹은 무작위 소변의

ACR을 측정할 것을 권고하지만 아침 첫 소변과 무작위 소변의 ACR 차이가 있을 수 있다.

결론적으로 미세알부민뇨의 선별검사로서 일회뇨 ACR의 측정은 24시간 일부민 요배설량 검사를 대체할 수 있다. 본 연구의 결과로 ACR $31.2 \mu\text{g}/\text{mg}$ 이 미세알부민뇨 선별검사의 기준치로 적절하다고 판단되나 이에 대해서는 본 연구에서의 입원환자 대상이 아닌 외래 환자를 대상으로 한 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

요 약

연구배경: 미세알부민뇨는 당뇨병성 신증의 선별검사로 이용될 뿐만 아니라 심혈관질환의 예측인자 중 하나이다. 미세알부민뇨는 24시간 일부민 요배설량(AER)을 측정하거나 일회뇨 일부민-크레아티닌 비(ACR)로 측정할 수 있다. 본 연구에서는 제2형 당뇨병환자를 대상으로 AER과 ACR의 상관관계 및 ACR의 기준치를 알아보고자 하였다.

방법: 가톨릭대학교 의정부성모병원에 2006년 3월부터 2008년 2월까지 입원한 제2형 당뇨병환자를 대상으로 AER과 ACR을 측정하였다.

결과: 전체 대상 환자는 310명 이었고, 미세알부민뇨와 거대알부민뇨의 빈도는 각각 25.4%, 15.8%였다. 전체 대상 환자들에서 AER과 ACR은 상관계수(R)가 0.8인 양의 상관관계에 있었고, 거대알부민뇨보다 미세알부민에서 뚜렷한 상관관계를 보였다. 본 연구에서 AER과 ACR의 회귀방정식과 ROC 곡선에서 나온 가장 적절한 ACR의 기준치는 $31.2 \mu\text{g}/\text{mg}$ 였다.

결론: ACR과 AER은 뚜렷한 양의 상관관계에 있었고, 특히 미세알부민뇨에서 양의 상관관계를 보였다. 따라서 미세알부민뇨의 선별검사로서 ACR은 AER을 대체할 수 있다. 본 연구에서 제2형 당뇨병환자의 미세알부민뇨의 기준치는 $31.2 \mu\text{g}/\text{mg}$ 이었으나, 이 수치를 적용하기 위해서는 입원환자 대상이 아닌 외래 환자를 대상으로 한 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Weir MR: *Albuminuria predicting outcome in diabetes: incidence of microalbuminuria in Asia-Pacific Rim. Kidney Int Suppl.* 92:S38-9, 2004
2. Jensen JS, Feldt RB, Borch JK, Clausen P, Appleyard M, Jensen G: *Microalbuminuria and its relation to*

- cardiovascular disease and risk factors. A population-based study of 1254 hypertensive individuals. J Hum Hypertens 11:727-32, 1997*
3. Mogensen CE: *Microalbuminuria as a predictor of clinical diabetic nephropathy. Kidney Int 31:673-89, 1987*
 4. Malachi JM, Cesar A, Carolyn SF, Fred WW: *Microalbuminuria in clinical practice. Arch Intern Med 151:1761-5, 1991*
 5. Boulatov VA, Stenehjem A, Os I: *Association between albumin:creatinine ratio and 24-hour ambulatory blood pressure in essential hypertension. Am J Hypertens 14:338-44, 2001*
 6. Eknayan G, Hostetter T, Bakris GL, Hebert L, Levey AS, Parving HH, Steffes MW, Toto R: *Proteinuria and other markers of chronic kidney disease: a position statement of the national kidney foundation (NKF) and the national institute of diabetes and digestive and kidney diseases (NIDDK). Am J Kidney Dis 42:617-22, 2003*
 7. Levey AS, Coresh J, Balk E, Kausz AT, Levin A, Steffes MW, Hogg RJ, Perrone RD, Lau J, Eknayan G: *National Kidney Foundation practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. Ann Intern Med 139:137-47, 2003*
 8. American Diabetes Association: *Standards of Medical Care in Diabetes-2009. Diabetes Care 32(suppl 1): S13-61, 2009*
 9. Damsgaard EM, Froland A, Jorgensen OD, Mogensen CE: *Microalbuminuria as predictor of increased mortality in elderly people. BMJ 300:297-300, 1990*
 10. Cowell CT, Rogers S, Silink M: *First morning urinary albumin concentration is a good predictor of 24-hour urinary albumin excretion in children with type 1 diabetes. Diabetologia 29:97-9, 1986*
 11. Derhaschnig U, Kittler H, Woietschlager C, Bur A, Herkner H, Hirschl MM: *microalbumin measurement alone or calculation of the albumin/creatinine ratio for the screening of hypertension patients? Nephrol Dial Transplant 17:81-5, 2002*
 12. Houlihan CA, Tsalamandris C, Akdeniz A, Jerums G: *albumin to creatinine ratio : a screening test with limitations. Am J Kidney Dis 39:1183-9, 2002*
 13. National Kidney Foundation: *clinical practice guidelines for chronic kidney disease : evlauation, classification and stratification. J Kidney Dis 39(2 suppl 1):S1-75 , 20*
 14. Chaiken RL, Khawaja R, Bard M: *Utility of untimed urinary albumin measurements in assessing albuminuria in black NIDDM subjects. Diabetes Care 20:709-13, 1997*
 15. Marshall SM: *Screening for microalbuminuria: which measurement? Diabet Med 8:706-11, 1991*
 16. Gansevoort RT, Verhave JC, Hillege HL, Burgerhof JG, Bakker SJ, de Zeeuw D, de Jong PE; for the PREVEND Study Group: *The validity of screening based on spot morning urine samples to detect subjects with microalbuminuria in the general population. Kidney Int Suppl 94:S28-35, 2005*
 17. Klaus K, Knut BJ, Bo FR, Gorm J, Peter C, Henrik S, Merete A, Jan SJ: *Very low levels of microalbuminuria are associated with increased risk of coronary heart disease and death independently of renal function, hypertension, and diabetes. Circulation 110:32-5, 2004*
 18. Warram JH, Gearin G, Laffel L, Krolewski AS: *Effect of duration of type 1 diabetes on the prevalence of stages of diabetic nephropathy defined by urinary albumin/creatinine ratio. J Am Soc Nephrol 7:930-7, 1996*
 19. Lee JE, Park JH, Park DJ, Seong EY, Joo KW, Kim YS, Ahn CR, Han JS, Kim SG, Lee JS: *Albumin Creatinine Ratio as Screening Test for Microalbuminuria in Patients with Type 2 Diabetes. Korean J Nephrol 23:405-11, 2004*