

## 건강한 성인의 체질량지수와 미세알부민뇨의 관계

서민희<sup>1</sup>, 지영민<sup>1</sup>, 유병욱<sup>1,\*</sup>, 홍성호<sup>1</sup>, 조주연<sup>1</sup>, 조용진<sup>2</sup>, 오정은<sup>2</sup>, 신경숙<sup>3</sup>, 조 현<sup>1</sup>, 신황식<sup>2</sup>, 손두용<sup>3</sup>

<sup>1</sup>순천향대학교 의과대학 서울병원 가정의학교실, <sup>2</sup>순천향대학교 의과대학 천안병원 가정의학교실, <sup>3</sup>순천향대학교 의과대학 구미병원 가정의학교실

### Relationship between Body Mass Index and Microalbuminuria in Healthy Adults

Min-hee Seo<sup>1</sup>, Youngmin Jee<sup>1</sup>, Byung-Wook Yoo<sup>1,\*</sup>, Sung-ho Hong<sup>1</sup>, Choo-yon Cho<sup>1</sup>, Yong-jin Cho<sup>2</sup>, Jung-eun Oh<sup>2</sup>, Kyung-Suk Shin<sup>3</sup>, Hyun Joe<sup>1</sup>, Hwang-sik Shin<sup>2</sup>, Doo-yong Son<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Family Medicine, Seoul Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul; <sup>2</sup>Department of Family Medicine, Cheonan Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Cheonan; <sup>3</sup>Department of Family Medicine, Gumi Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Gumi, Korea

**Background:** The worldwide incidence rates of obesity and overweight has rapidly increased among both men and women over the past few decades. These can be associated with increased risks for many health problems such as heart disease, stroke, high blood pressure, and aggravation of diabetes mellitus. Thus, preliminary identification plays a critical role in preventing and reducing serious illnesses and diseases related to obesity. We aimed to evaluate the prevalence of microalbuminuria according to body mass index and its relationship with obesity and chronic renal disease.

**Methods:** We analyzed data from the 2011–2013 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Our study included 3,564 men and 3,967 women without hypertension, diabetes mellitus, chronic liver disease, chronic kidney disease, or cancer. Body mass indexes (BMIs) were categorized as follows: <23.0 kg/m<sup>2</sup>, 23.0–24.9 kg/m<sup>2</sup>, and ≥25.0 kg/m<sup>2</sup>. Microalbuminuria was defined as a urinary albumin-to-creatinine ratio <30 mg/g.

**Results:** On the basis of the results of binary logistic regression analysis, we found that the odds ratios (ORs) for microalbuminuria in the obesity group were relatively higher: 1.672 for men (95% confidence interval [CI], 1.087–2.570) and 2.057 for women (95% CI, 1.417–2.987), after adjustment for age, alcohol consumption, smoking, and physical activity.

**Conclusion:** The prevalence of microalbuminuria in the obese population was increased. The ORs clearly imply that the BMI values are strongly associated with the risk for renal function decrement. Therefore, regular screening is recommended for obese individuals.

**Keywords:** Body Mass Index; Obesity; Microalbuminuria; Renal Function

### 서론

비만은 전 세계적으로 증가하는 추세이며 동반하는 증상 및 질환이 많아 사망에까지 이르는 원인이 될 수 있다.<sup>1,2</sup> 그동안 이루어졌던 선행 연구 결과 비만은 고혈압, 당뇨, 동맥경화증과 매우 밀접한 연관이 있고 심혈관질환 발병률을 증가시킨다는 사실이 보고되었다.<sup>3,4</sup> 또한, 비만이 만성신부전의 진행과 관계가 있다는 사실이 여러 연구기관에서 강도 높게 연구되었고, 그 결과 비만은 말기 신부전(end stage renal disease)의 독립적인 위험요인이며 연령, 성별, 혈압 보

정 후 말기 신부전 진행에 있어서 체질량지수(body mass index, BMI)의 교차비가 1.3인 결과를 발표하였다.<sup>5</sup> 다른 연구 결과에 따르면 비만은 만성적인 신질환을 일으키는 것 외에도 단백뇨의 위험성을 증가시킨다는 연구 결과도 보고되었다. 그 예로 일본 오키나와 지역에서 1997년과 1999년에 시행한 건강검진 결과를 보았을 때 1997년에 정상 신장기능(serum creatinine: ≤1.2 mg/dL in men, ≤1.0 mg/dL in women)과 단백뇨가 음성이었던 대상자가 1999년 조사 시에 연령, 성별, 그 외 혼란변수를 보정 후에 비만에 의해 이차적인 단백뇨의 상대적 위험성 증가는 1.45로 나타난 것을 확인할 수 있었다.<sup>6</sup> 이는 비

Received March 13, 2017 Revised June 20, 2017 Accepted June 30, 2017

Corresponding author Byung-Wook Yoo

Tel: +82-2-709-9458, Fax: +82-2-795-3687

E-mail: dryoo@schmc.ac.kr

ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8753-9660

Copyright © 2018 The Korean Academy of Family Medicine

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

만이 신장기능과 함께 단백뇨에 부정적인 영향을 미치는 직, 간접적인 예로 이에 대해 보다 자세한 연구가 필요한 실정이다.

최근 진행된 연구 결과 중 일부는 흥미롭게도 투석을 시행하는 말기 신부전 환자의 체질량지수(BMI)와 사망률(mortality) 그래프 결과에서 U자형을 보인다고 보고하였다. 이는 미국신장학회지에서(Journal of the American Society of Nephrology, JASN) 발표한 내용으로 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상과 35 kg/m<sup>2</sup> 미만의 그룹에 속한 환자, 즉 정상인 경우, 신부전의 정도와는 상관없이 사망률이 낮지만, 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 미만의 그룹과 체질량지수 35 kg/m<sup>2</sup> 이상의 그룹에서 만성 신질환의 정도와 상관없이 사망률이 높아지는 결과를 보였다.<sup>7)</sup> 다시 설명하면 비만 정도, 즉 체질량지수는 신장기능의 저하나 말기 신질환의 진행을 나타내는 여러 지표 중 예후 측정에 신뢰성 있게 판단할 수 있는 독립적인 지표라는 점을 알 수 있다.

하지만 신질환 및 다른 기저질환이 없는 일반 성인 남녀의 체질량지수 증가와 비만이 독립적으로 신장기능 감소의 초기요인으로 작용할 수 있는지, 또는 비만도의 증가와 신기능의 악화가 선형적 관계에 있는지 등에 대해서는 확실히 알려지지 않았다. 따라서 이 연구에서는 우리나라 건강한 성인을 대상으로 소변검사를 통해 비만도와 신기능의 관계를 분석하였다. 분석방법으로 사용된 소변검사 중 단백뇨의 검출 여부는 직접적으로 신장이 손상된 단계로 볼 수 있지만, 미세알부민뇨(미세단백뇨)는 단백뇨가 출현하기 이전에 미세한 양의 알부민이 배설되는 시기로 신장 혈관 기능에 이상이 생기는 단계로 볼 수 있다. 따라서 미세알부민뇨의 검출 여부에 따라 신장손상이 진행되기 이전에 신기능 저하를 예측할 수 있을 것으로 판단하였고 우리나라 성인을 대상으로 비만과 미세알부민뇨의 유병상태를 파악하여 연관성을 분석해 보고자 한다.

## 방법

### 1. 연구 대상

이 연구는 제5기 국민건강영양조사 중 2011-2012년 자료와 제6기 중 2013년 국민건강영양조사에 참여한 만 20세 이상 성인을 대상으로 하였다. 국민건강영양조사는 질병관리본부에서 국민의 건강수준, 건강행태, 식품 및 영양 섭취 실태에 대한 파악을 위해 시행하는 것으로 대표성과 신뢰성을 갖춘 통계로 볼 수 있다. 이 연구는 2011년부터 2013년까지 만 20세 이상의 성인 23,300명을 대상으로 하였다. 이 중에서 알부민 수치 검사를 시행하지 않은 대상자 및 흡연, 음주, 운동 등 통계적 보정에 필요한 변수가 결측된 대상자를 제외하였다. 기저질환이 없는 건강한 성인을 대상으로 한 연구이므로 암 질환 진단을 받은 대상자와 신장기능에 영향을 줄 수 있다고 알려진 고혈압,

당뇨 그리고 고지혈증을 진단받은 대상자를 제외하였다. 객관성을 갖추기 위해 약 복용 여부나 현재 유병 여부에 상관없이 의사진단 여부를 기준으로 대상자를 제외하였다. 따라서 본 연구에서는 신 질환 진단을 받은 대상자와 알부민 수치에 영향을 줄 수 있는 간질환 대상자를 제외하여 최종적으로 남성 3,564명, 여성 3,967명을 대상으로 연구 분석에 이용하였다.

### 2. 체질량지수(BMI)

체질량지수 측정을 위한 신체계측은 표준화된 장비와 측정방법을 통해서 얻었으며, 키와 체중은 휴대용 계측기(Seca 225; Seca Deutschland, Hamburg, Germany), (GL-6000-20; G-Tech, Uijeongbu, Korea)를 사용하여, 각각 0.1 cm 단위로 0.1 kg 단위까지 측정하였다. 비만도 측정은 체질량지수 계산을 통해서 측정하였으며, 체중에서 키의 제곱한 값을 나누어 계산하였다. 체질량지수를 나누는 기준은 세계보건기구(World Health Organization, WHO) 아시아-태평양지역 기준에 따르고 있다. 본 연구에서는 체질량지수 23 kg/m<sup>2</sup> 미만의 정상 및 저체중군, 체질량지수 23 kg/m<sup>2</sup> 이상 25 kg/m<sup>2</sup> 미만의 과체중군, 그리고 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상의 비만군으로 분류하였다. 정상군 및 저체중군에 대해서는 따로 나누어 분류하지 않았다.

### 3. 미세알부민뇨

알부민뇨는 요 중 알부민 수치와 요중크레아틴 수치를 비탁분석(turbidometric assay)방법을 이용하여 측정하였다. 미세알부민뇨는 알부민 요배설이 30 mg/day에서 300 mg/day 사이로 정의되며 이는 정상 알부민 요배설인 30 mg/day 미만보다는 증가되어 있으나 표준적인 요 dipstick 방법으로 검출되지 않는 300 mg/day 미만의 알부민뇨이다. 본 연구의 대상자가 입원한 환자를 대상으로 한 것이 아니기 때문에 요 수집의 부정확성이 있어 일회성 소변을 사용하여 albumin-creatinine ratio (ACR) 수치를 산출하는 것을 표준적 방법으로 이용하였다.

### 4. 기타 변수

신장기능에 영향을 줄 수 있다고 추측되는 연령, 음주습관, 운동량, 흡연상태에 대해 설문지조사를 통해 조사하였다. 연령은 만 19세 이상의 성인을 기준으로 하였으며 만 19세 이상부터 만 29세까지, 만 30세부터 만 39세까지, 만 40세부터 만 49세까지, 만 50세부터 만 59세까지, 만 60세 이상으로 분류하였다. 음주습관은 1회 음주량, 주당 음주 횟수 등 여러 가지 지표가 있었지만, 음주량의 경우 주중에 따른 차이에 대해 객관성을 확보하기 어려우며, 주당 음주 횟수의 경우 회당 음주량에 따라 신체에 미치는 영향이 차이가 클 것으로 예상되

어 이 연구에서는 주당 과음 횟수를 데이터 분석에 이용하였다. 주당 1회 이상 폭음 습관이 있는 경우 음주 습관 문제가 있는 것으로 보고 분석에 이용하였다.

흡연에 대해서는 현재 흡연상태, 과거에 흡연하였으나 현재 금연한 상태, 그리고 과거, 현재 모두 피운 적이 없는 경우, 총 3가지로 분류하였으며 흡연량에 대해서는 이 연구에서 분석하지 않았다. 운동량의 조사는 신진대사 해당치(metabolic equivalent task, MET)를 이용하였고 이는 휴식하고 있을 때 필요한 에너지나 몸에서 필요로 하는 산소의 양에 해당되는 운동량을 의미한다. 운동량은 고강도 활동 빈도, 중등도 활동 빈도, 걷기 빈도를 조사하여 주당 METs를 산출하였다. 고강도 활동은 분당 8 METs, 중등도 활동은 4 METs, 걷기는 3.3 METs로 계산하였다. 즉 하루에 실행하는 신체 활동시간을 분단위로 계산하여 일주일간의 횟수를 곱해주는 방식으로 계산하였으며 본 연구에서는 MET 600 미만, 600 이상 3,000 미만, 3,000 이상의 세 그룹으로 나누어 운동량을 산출하였다.

생화학적 분석은 만성 신질환과 연관이 있다고 알려진 고혈압, 당뇨병, 고지혈증에 대해 변수로 분석하였다. 고혈압의 경우 최종 수축

기 혈압, 최종 이완기 혈압을 이용하였으며 2010년의 혈압치에 대해서는 2011년에 측정된 남녀의 평균 심장 높이(팔 높이)를 기준으로 일괄 보정한 보정 혈압치를 연구에 활용하였다.

당뇨병 지표로 8시간 공복혈당, 그리고 고지혈증 지표로 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 콜레스테롤, 저밀도 콜레스테롤을 측정하였다. 체질량지수와 함께 비만도 측정에 중요성이 강조되고 있는 복부 둘레를 측정하였다.

5. 분석 방법

분석은 남녀 성별을 구분하여 분석을 시행하였다. 체질량지수군을 23 kg/m<sup>2</sup> 미만, 23 kg/m<sup>2</sup> 이상 24.9 kg/m<sup>2</sup> 이하, 25 kg/m<sup>2</sup> 이상의 총 3개 군으로 나누었고, 각 군에 따른 임상적 특징에 대해 평균 ± 표준오차 또는 명목변수에 대해서는 퍼센트로 표시하였다. 연령, 복부 둘레, 최종 수축기 혈압, 최종 이완기 혈압, 지질분석 수치, 그리고 ACR 수치 등의 연속변수에 대해서는 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance test)를 이용하여 평균값 및 표준오차 범위를 측정하였으며 P-value를 표시하였다. 음주습관, 흡연 여부, 운동량 및 미

Table 1. Clinical characteristics of subjects and prevalence of individual metabolic abnormalities according to the BMI (male)

Characteristic	BMI (kg/m <sup>2</sup> )			P-value
	<23.0 (n=1,410)	23.0-24.9 (n=917)	≥25.0 (n=1,237)	
Age (y)	44.68±16.592	45.44±14.278	42.98±13.103	0.000
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.05±1.465	23.99±0.564	27.41±2.123	0.000
WC (cm)	76.36±5.866	83.95±4.661	91.46±6.511	0.000
SBP (mmHg)	116.02±14.23	118.32±13.830	121.99±13.883	0.937
DBP (mmHg)	75.78±9.960	78.23±9.716	82.23±10.680	0.020
FBS (mg/dL)	93.53±16.515	95.68±13.087	98.49±17.597	0.002
Total cholesterol (mg/dL)	182.18±33.519	191.39±33.466	197.66±35.916	0.550
TG (mg/dL)	116.96±87.274	145.13±98.508	192.39±160.854	0.000
HDL-C (mg/dL)	50.56±11.031	46.89±9.757	43.52±8.816	0.000
LDL-C (mg/dL)	110.05±31.269	118.81±29.970	120.76±33.839	0.139
Drinking problem				0.000
No	956 (67.8)	575 (62.7)	712 (57.6)	
Yes	454 (32.2)	342 (37.3)	525 (42.4)	
Smoking				0.003
Never smoker	341 (24.2)	198 (21.6)	275 (22.2)	
Ex-smoker	495 (35.1)	397 (43.3)	488 (39.5)	
Current	574 (40.7)	322 (35.1)	474 (38.3)	
Exercise (MET)				0.052
<600	419 (29.7)	251 (27.4)	339 (27.4)	
600-2,999	633 (44.9)	382 (41.7)	548 (44.3)	
≥3,000	358 (25.4)	284 (31.0)	350 (28.3)	
Albumin-creatinine ratio	5.4796±15.553	5.7327±18.510	7.3928±19.655	0.001
Albuminuria				0.011
No	1,371 (97.2)	893 (97.4)	1,180 (95.4)	
Microalbuminuria	39 (2.8)	24 (2.6)	57 (4.6)	

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).

BMI, body mass index; WC, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBG, fasting blood glucose; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein-cholesterol; MET, metabolic equivalent task.

P-values are calculated from analysis of variance or chi-square test.

세알부민뇨와 같은 명목변수에 관하여 카이제곱(chi-square test) 검정을 사용하였다. 또한 다른 변수들의 영향을 보정한 상태에서 체질량지수가 미세알부민뇨의 생성에 미치는 영향을 알기 위해서 혼란 변수를 보정하지 않은 경우와 보정한 경우로 나누어 분석하였다. 연령, 음주습관, 흡연상태, 운동량을 보정한 상태에서 미세알부민뇨를 종속변수로 이분형로지스틱 회귀분석(binary logistic regression)을 통해 교차비(odds ratio)와 95% 신뢰구간(95% confidence intervals)를 구하였다. 공복혈당, 혈압, 지질 성분에 대해서는 고혈압, 당뇨, 고지혈증을 진단받은 대상자를 제외하였고 각 수치 자체가 각각의 인과 관계를 알 수 없으며 비독립적인 인자가 아니라 같이 연관되어 있다고 판단하여 따로 보정하지 않았다. 통계분석 시 P값(유의확률)이 0.05 미만인 경우를 유의한 것으로 보았으며 통계분석은 IBM SPSS statistics ver. 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분석하였다.

## 결 과

성인 남성의 경우 체질량지수 각 군별 대상자 수는 23 kg/m<sup>2</sup> 미만의 경우 1,410명, 23.0–25.0 kg/m<sup>2</sup> 미만의 경우 917명, 25 kg/m<sup>2</sup> 이상 군은 1,237명이었다. 체질량지수 분류 군에 따라서 복부 둘레(P=0.000), 이완기 혈압(P=0.020), 공복혈당(P=0.002), 중성지방(P=0.000), 고밀도 콜레스테롤(P=0.000)은 모두 증가를 보이며 통계적 유의성을 보였다. 하지만 수축기 혈압(P=0.937), 총콜레스테롤(P=0.550), 저밀도 콜레스테롤(P=0.139)은 통계적 유의성은 보이지 않았다. 생활습관과 관련해서는 음주습관과 흡연 여부는 체질량지수와 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 체질량지수에 따른 ACR 수치의 증가(P=0.001) 및 미세알부민뇨(P=0.011) 역시 연관성을 가지고 있었다 (Table 1).

성인 여성의 대상자 수는 체질량지수가 23 kg/m<sup>2</sup> 미만의 경우 2,222명, 23.0–25.0 kg/m<sup>2</sup> 미만의 경우 821명, 25 kg/m<sup>2</sup> 이상 군은 924명이었다.

**Table 2.** Clinical characteristics of subjects and prevalence of individual metabolic abnormalities according to the BMI (female)

Characteristic	BMI (kg/m <sup>2</sup> )			P-value
	<23.0 (n=2,222)	23.0–24.9 (n=821)	≥25.0 (n=924)	
Age (y)	40.13±13.398	48.00±13.516	46.01±13.059	0.627
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.57±1.625	23.92±0.561	27.48±2.458	0.000
WC (cm)	70.72±5.662	79.02±4.794	87.29±7.265	0.000
SBP (mmHg)	108.02±13.254	113.83±15.460	117.25±15.436	0.000
DBP (mmHg)	70.88±8.662	73.49±9.426	75.70±9.310	0.003
FBS (mg/dL)	89.55±10.400	93.88±14.843	98.28±20.080	0.000
Total cholesterol (mg/dL)	182.69±33.233	196.43±35.248	200.88±37.297	0.001
TG (mg/dL)	87.55±54.649	112.68±70.311	136.30±109.651	0.000
HDL-C (mg/dL)	55.71±11.303	52.16±10.887	49.26±10.613	0.260
LDL-C (mg/dL)	105.29±31.993	121.15±32.748	128.99±32.052	0.668
Drinking problem				0.327
No	1,953 (87.9)	726 (88.4)	797 (86.3)	
Yes	269 (12.1)	95 (11.6)	127 (13.7)	
Smoking				0.771
Never smoker	1,966 (88.5)	728 (88.7)	812 (87.9)	
Ex-smoker	140 (6.3)	56 (6.8)	58 (6.3)	
Current	116 (5.2)	37 (4.5)	58 (6.3)	
Exercise (MET)				0.001
<600	853 (38.4)	314 (38.2)	359 (38.9)	
600–2,999	1,053 (47.4)	349 (42.5)	390 (42.2)	
≥3,000	316 (14.2)	158 (19.2)	175 (18.9)	
Albumin-creatinine ratio	6.2653±16.148	7.3710±18.969	9.3836±22.264	0.000
Albuminuria				0.000
No	2,160 (97.2)	800 (97.4)	881 (95.4)	
Microalbuminuria	62 (2.8)	21 (2.6)	43 (4.6)	

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).

BMI, body mass index; WC, waist circumference; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBG, fasting blood glucose; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein-cholesterol; MET, metabolic equivalent task.

P-values are calculated from analysis of variance or chi-square test.

**Table 3.** Logistic regression results for predicting microalbuminuria (male)

Variable	Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )		
	<23.0	23.0-24.9	≥25.0
Not adjusted	1	0.945 (0.564-1.582)	1.698 (1.122-2.571)*
Adjusted	1	0.860 (0.510-1.452)	1.672 (1.087-2.570)*

Values are presented as odds ratio (95% confidence interval). It was adjusted for age, alcohol consumption, physical activity and smoking. P-values were obtained by binary logistic regression analysis. \*P-value<0.05.

성인 여성의 체질량지수와 유의미한 연관성을 갖는 지표로는 복부 둘레(P=0.000), 수축기 혈압(P=0.000), 이완기 혈압(P=0.003), 공복혈당(P=0.000), 총콜레스테롤(P=0.001), 중성지방(P=0.000)은 유의미한 관련성을 보였으며 고밀도 콜레스테롤(P=0.260), 저밀도 콜레스테롤(P=0.668)은 유의미한 연관성이 없었다. 생활습관과 관련해서는 남성과 다르게 음주습관 및 흡연 여부 모두 연관성이 없이 나타났다.

체질량지수에 따른 ACR 수치의 증가(P=0.000) 및 미세알부민뇨(P=0.000)은 남성과 유사하게 연관성을 가지고 있었다(Table 2).

Table 3에 나와있는 이분형 로지스틱 회귀분석 결과는 남성의 경우 혼란변수 분석 전에 체질량지수 23.0-24.9 kg/m<sup>2</sup>의 과체중군에서 유의미한 미세알부민뇨의 증가는 보이지 않았지만, 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상의 비만군에서 미세알부민뇨가 1.698로 유의미하게 증가하였다. 나이, 음주습관, 운동량, 흡연상태를 보정 후에도 과체중군에서는 미세알부민뇨의 증가가 없었으며 비만군에서는 교차비 1.672로 유의미하게 미세알부민뇨가 증가하는 것을 확인하였다.

여성의 경우도 남성과 유사한 결과를 보였는데 보정 전 비만군에서 미세알부민뇨의 증가는 2.300으로 뚜렷이 증가되었으며 나이, 음주습관, 운동량, 흡연상태를 보정 후에도 역시 비만군에서 미세알부민뇨가 2.057로 유의미하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다(Table 4).

**고 찰**

이 연구는 건강한 성인에서 체질량지수와 미세알부민뇨의 관계에 대해 연구하였으며, 비만이 독립적으로 신장기능 저하에 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 비만의 중요성을 연구했던 또 다른 연구는 1964년부터 1985년까지 320,252명의 성인을 대상으로 시행한 연구로 체질량지수가 증가함에 따라 말기 신부전의 유병률 증가하는 것을 보여준 연구가 있다. 이 연구에서 고혈압 및 당뇨 보정 후에 체질량지수 25.0-29.9 kg/m<sup>2</sup> 그룹에서 1.87, 체질량지수 30.0-34.9 kg/m<sup>2</sup> 그룹에서 3.57, 체질량지수 35.0-39.9 kg/m<sup>2</sup> 그룹에서 6.12로 말기 신부전 유병률 증가를 보고 했다.<sup>8)</sup>

**Table 4.** Logistic regression results for predicting microalbuminuria (female)

Variable	Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )		
	<23.0	23.0-24.9	≥25.0
Not adjusted	1	1.235 (0.790-1.929)	2.300 (1.601-3.305)*
Adjusted	1	0.825 (0.665-1.669)	2.057 (1.417-2.987)*

Values are presented as odds ratio (95% confidence interval). It was adjusted for age, alcohol consumption, physical activity and smoking. P-values were obtained by binary logistic regression analysis. \*P-value<0.05.

신손상의 지표로 쓰이는 것은 주로 크레아티닌수치(acute kidney injury network [AKIN] criteria)와 사구체 여과율(risk, injury, failure, loss of renal function and end-stage renal disease [RIFLE] 진단 기준) 등 두 가지 진단 기준이 주로 쓰이며,<sup>9)</sup> 당뇨병 환자에서 당뇨병성 신병증과 같은 당뇨합병증에 대한 예후인자로 미세알부민뇨의 유무가 중요하게 받아들여지고 있다. 상당수의 제1형과 제2형 당뇨병에서 미세알부민뇨의 정도가 1년에 약 20%씩 증가하여 궁극적으로 일반적인 단백뇨, 즉 당뇨병성 신병증으로 진행된다. 따라서 제1형 당뇨병 환자 중 미세알부민뇨가 있는 환자는 미세알부민뇨가 없는 당뇨병 환자에 비해 당뇨병성 신병증이 발생할 위험성이 21배 높으며 제2형의 경우 이 위험성은 4.4-21배(중앙값, 8.5배)로 증가된다고 보고되고 있다.<sup>10)</sup> 따라서 당뇨병성 신병증을 조기 발견하기 위해 미국당뇨병학회에서는 당뇨병 환자에서 1년에 1회 혈중 크레아티닌 농도와 함께 알부민뇨 측정을 권고하고 있다.<sup>11)</sup> 하지만 최근 당뇨병이 없는 환자에서도 알부민뇨 측정이 심혈관질환의 위험성을 예측하는 데 도움을 준다고 알려졌다.<sup>12)</sup> 따라서 이런 결과들로 미루어 당뇨를 가진 환자 뿐 아니라 기저질환이 없는 성인에서 미세알부민뇨의 유무를 보는 것은 건강지표로서 의미를 가질 수 있을 것으로 판단된다.

비만이 어떠한 기전으로 신장기능 감소를 일으키는지에 대해서는 명확하게 밝혀진 바 없지만, 지방세포 증식에 의한 산화적 손상 및 염증반응에 의한 기전이 알려져 있다. 또한, adipokine이 계기가 되어 vascular endothelial growth factor (VEGF) 신호전달이 증가하면서 신생혈관이 증식된다는 것이 동물실험을 통해 밝혀졌다.<sup>13)</sup> 하지만 이렇게 생긴 신생혈관은 불안정하여 손상 받고 탈락되기 쉬워서 신생혈관의 생성에도 불구하고 혈관활동 기능의 부전을 일으킬 가능성이 높다.<sup>14)</sup> 비만이 신기능 저하에 영향을 주는 기전에 대해 현재 까지도 연구 중이다.

최근 미국에서 시행한 다 기관연구에서 기저질환이 없는 성인에서 비만이 신기능 지표, 알부민뇨에 다른 요인보다 영향을 줄 수 있음을 보고한 연구가 있다. 젊은 성인(18세에서 26세 사이)을 대상으로 알부민뇨에 영향을 주는 요인을 조사한 결과 연령, 성별, 인종, 운동 횟수, 고혈압, 당뇨 등의 기저질환, 흡연 등은 알부민뇨 유무에 유

의미한 결과를 보이지 않았지만, 체질량지수가 35 kg/m<sup>2</sup> 이상의 고도비만 대상자에서는 알부민뇨 교차비가 1.76으로 증가하는 결과를 보였다.<sup>15)</sup> 따라서 건강하지만, 비만도가 높은 성인에서는 다른 전신 상태에 대한 생화학적 검사 등이 정상이며 단독으로 보이는 미세알부민뇨라도 정기적인 뇨검사 및 알부민 수치 검사가 필요할 수 있음을 시사한다.

이 연구에서 시행한 요검사는 일회성 검사이다. 요알부민 배설은 검체의 채취 시간, 채취 날짜, 환자의 임상상태에 따라서 변이의 정도가 크며 건강인에서도 무리한 운동 후나 과량의 단백질 섭취 후에도 단백뇨가 나타날 수 있다. 미세알부민뇨의 경우 6개월 이내에 3회 검사하여 2회 이상 미세알부민뇨가 검출되어야 미세알부민뇨가 존재한다고 정의하지만 건강검진 수검자를 대상으로 하는 검사의 경우 일회성이라는 한계점이 있을 수 있다.<sup>16)</sup> 앞서 얘기했듯 알부민뇨의 경우 심한 신체운동이나 발열, 요로감염 등에 의해서도 영향을 받을 수 있어 이런 경우 미세알부민뇨와 함께 혈뇨, 농뇨가 동반되어 있을 가능성이 있다. 혈뇨, 농뇨 등에 대해서도 보정이 필요하며 그렇지 않은 경우 다른 요검사 수치에는 이상이 없는 단독으로 존재하는 미세알부민뇨(solitary microalbuminuria)에 대해서만 분석하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

이 연구 분석은 대상자를 정기적으로 수년에 걸쳐 검사한 연구가 아닌 한 번의 검진이라는 한계점이 있다. 체질량지수 40 kg/m<sup>2</sup> 이상의 초고도 비만 환자에서 bariatric surgery 후에 24시간 알부민뇨의 감소를 보이는 연구가 있으며 체중감소만이 단백뇨를 감소시킬 수 있다는 연구보고 또한 있다.<sup>16)</sup> 즉 비만도 개선 하나만으로 알부민 배설을 줄여준다는 결과를 보여준다. 우리나라 성인을 대상으로 하여 체질량지수 변화를 추적 관찰하여 미세알부민뇨의 유무 변화를 보는 연구결과도 같이 기대해 본다.

## 요약

**연구배경:** 비만은 과거 수십 년 동안 전세계적으로 증가하는 추세이다. 특히 심질환, 뇌질환과 같은 동반질환이 많고 고혈압 및 당뇨병 합병증 악화와도 연관이 많다. 특히 비만은 만성 신질환 환자에서 신기능 악화와 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 이 연구는 우리나라 건강한 성인에서 체질량지수(BMI)의 증가에 따라 미세알부민뇨의 유병상태를 파악하여 연관성을 확인하고자 하였다.

**방법:** 우리는 2011년부터 2013년까지 국민건강영양조사를 실시한 일반 성인을 대상으로 고혈압, 당뇨병, 만성 신질환, 만성간질환 및 암 질환 등의 기저질환이 없는 성인 남성 3,564명, 성인 여성 3,967명을 대상으로 하였다. 체질량지수는 23 kg/m<sup>2</sup> 미만 그룹, 23 이상 25 kg/

m<sup>2</sup> 미만의 과체중 그룹 및 25 kg/m<sup>2</sup> 이상의 비만 그룹으로 분류하였으며 미세알부민뇨는 알부민-크레아틴 비율이 30 mg/g 미만으로 정의하였다.

**결과:** 체질량지수와 알부민-크레아틴 비에 대해 나이, 음주습관, 흡연, 운동량을보정 후에 이분형 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 남성의 경우 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상의 비만 그룹에서 1.672 (P-value<0.05)로 미세알부민뇨가 증가하였으며 여성 역시 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상의 그룹에서 2.057 (P-value<0.05)로 미세알부민뇨가 높은 것을 확인하였다.

**결론:** 비만 환자에서 미세알부민뇨 이환율의 뚜렷한 증가를 보였다. 이것은 체질량지수와 신장기능과의 관련성이 명확하다고 볼 수 있으므로 비만인 환자는 신장기능 손상의 가능성에 대해 유의하여 정기적인 검진이 권장된다.

**중심단어:** 체질량지수; 비만; 미세알부민뇨; 신기능

## REFERENCES

1. Arroyo-Johnson C, Mincey KD. Obesity epidemiology worldwide. *Gastroenterol Clin North Am* 2016; 45: 571-9.
2. Eckel RH, Barouch WW, Ershow AG. Report of the national heart, lung, and blood institute-national institute of diabetes and digestive and kidney diseases working group on the pathophysiology of obesity-associated cardiovascular disease. *Circulation* 2002; 105: 2923-8.
3. Navarro-Diaz M, Serra A, Romero R, Bonet J, Bayés B, Homs M, et al. Effect of drastic weight loss after bariatric surgery on renal parameters in extremely obese patients: long-term follow-up. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17(12 Suppl 3): S213-7.
4. Hall ME, do Carmo JM, da Silva AA, Juncos LA, Wang Z, Hall JE. Obesity, hypertension, and chronic kidney disease. *Int J Nephrol Renovasc Dis* 2014; 7: 75-88.
5. Iseki K, Ikemiya Y, Kinjo K, Inoue T, Iseki C, Takishita S. Body mass index and the risk of development of end-stage renal disease in a screened cohort. *Kidney Int* 2004; 65: 1870-6.
6. Tozawa M, Iseki K, Iseki C, Oshiro S, Ikemiya Y, Takishita S. Influence of smoking and obesity on the development of proteinuria. *Kidney Int* 2002; 62: 956-62.
7. Lu JL, Kalantar-Zadeh K, Ma JZ, Quarles LD, Kovesdy CP. Association of body mass index with outcomes in patients with CKD. *J Am Soc Nephrol* 2014; 25: 2088-96.
8. Hsu CY, McCulloch CE, Iribarren C, Darbinian J, Go AS. Body mass index and risk for end-stage renal disease. *Ann Intern Med* 2006; 144: 21-8.
9. Kim DK, Joo KW. Definition and evaluation of acute kidney injury: clinical practice guidelines. *Korean J Med* 2015; 88: 357-62.
10. Trevisan R, Dodesini AR, Lepore G. Lipids and renal disease. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17(4 Suppl 2): S145-7.
11. American Diabetes Association. Executive summary: standards of medical care in diabetes--2012. *Diabetes Care* 2012; 35 Suppl 1: S4-10.

12. Gerstein HC, Mann JF, Yi Q, Zinman B, Dinneen SF, Hoogwerf B, et al. Albuminuria and risk of cardiovascular events, death, and heart failure in diabetic and nondiabetic individuals. *JAMA* 2001; 286: 421-6.
13. Iliescu R, Chade AR. Progressive renal vascular proliferation and injury in obese Zucker rats. *Microcirculation* 2010; 17: 250-8.
14. Zhang X, Lerman LO. Obesity and renovascular disease. *Am J Physiol Renal Physiol* 2015; 309: F273-9.
15. Ferris M, Hogan SL, Chin H, Shoham DA, Gipson DS, Gibson K, et al. Obesity, albuminuria, and urinalysis findings in US young adults from the Add Health Wave III study. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007; 2: 1207-14.
16. Naumnik B, Myśliwiec M. Renal consequences of obesity. *Med Sci Monit* 2010; 16: RA163-70.