

당뇨 환자에서 대사증후군과 신기능의 연관성

박윤진, 강혜경*
중부대학교 간호학과

The association between metabolic syndrome and renal function in diabetic patients

Yoonjin Park, Hyekyung Kang*
Department of Nursing, Joongbu University

요약 본 연구는 대사증후군을 동반한 당뇨 환자의 신기능에 영향을 미치는 대사증후군의 하부 요인을 파악하여 연관된 위험 요인에 대한 체계적인 관리를 위한 기초자료를 제공하기 위해 시행되었다. 질병관리본부의 국민건강영양조사 제8기 2차(2020년도) 데이터의 2계층화 집락확률추출과 복합표본 분석 가중치를 이용하여 만 19세 이상에서 당뇨 진단을 받은 적이 있다고 응답한 683명을 대상으로 하였다. 당뇨 환자를 KDIGO의 eGFR을 기준으로 신기능을 3단계로 구분하고, 대사증후군의 하부 요인에 대하여 기술통계, Chi-square와 t 검정, ANOVA, 선형회귀분석을 사용하였다. 그 결과, 당뇨 환자의 사구체여과율 3단계 신기능 경증등도 감소군에서(eGFR < 60) 고혈압 유병률($p < 0.001$), 수축기 및 이완기혈압($p < 0.001$), Albuminuria($p = 0.001$)가 제일 높았고, HDL-콜레스테롤은 가장 낮았다($p = 0.062$). 사구체여과율에 영향을 미치는 일반적인 변수는 나이, 성별이었으며($p < 0.05$), 나이가 증가할수록, 소득 수준이 감소할수록, 교육 기간이 짧을수록 사구체여과율이 유의하게 감소 되었다($p < 0.001$). 당뇨와 대사증후군의 발생 위험은 유전적 요인, 사회경제적 여건 및 환경 등 따라 악화 인자가 다양하므로 사구체여과율에 따른 고 위험집단의 악화 인자를 조기에 파악하여 예방적 중재와 적절한 치료적 접근을 시도하는 것이 필요하다.

Abstract This study was conducted to identify the sub-factors of metabolic syndrome that affect the renal function in diabetic patients and provide essential data for the systematic management of related risk factors. In diabetic patients with metabolic syndrome, the prevalence of diabetic nephropathy increases as the components of metabolic syndrome increase. Data from the Eighth National Health and Nutrition Examination Survey (2020) of the Korea Centers for Disease Control and Prevention was used. The weights were calculated using complex sample analysis using two-stage stratified cluster probability extraction. Among adults aged 19 years or older who responded that they had been diagnosed with diabetes, 683 people were included in the final analysis. After classifying renal function into three stages based on KDIGO's estimated glomerular filtration rate (eGFR), descriptive statistics, Chi-square and t-test, ANOVA, and linear regression analysis were conducted on the lower factors of metabolic syndrome. As a result, in the three stages of diabetic patients' GFR(<60), the prevalence of hypertension ($p < 0.001$), systolic and diastolic blood pressure ($p < 0.001$), and albuminuria were the highest ($p = 0.001$), and HDL-cholesterol was the lowest ($p = 0.062$), showing a significant difference between the groups. The general characteristic variables affecting the eGFR were age and gender ($p < 0.05$). The eGFR decreased significantly with age, lower income level, and shorter education period ($p < 0.001$). The risk of developing diabetes and metabolic syndrome varies according to genetic factors, socioeconomic conditions, and environment. Therefore, to prevent and manage metabolic syndrome in diabetic patients, it is necessary to identify the aggravating factors in high-risk groups according to the eGFR early and attempt preventive intervention and treatment.

Keywords : Diabetes, Metabolic Syndrome, Renal Function, eGFR, Diabetes Complications

본 논문은 한국연구재단 연구과제로 수행되었음. (과제번호: 2021R1G1A1092286)

*Corresponding Author : Hyekyung Kang(Joongbu Univ.)

email: kanghk@joongbu.ac.kr

Received November 15, 2023

Accepted December 8, 2023

Revised December 4, 2023

Published December 31, 2023

1. 서론

1.1 연구의 필요성

2012년부터 2018년까지 시행된 국민건강영양조사 결과에 따르면 30세 이상 성인 인구의 13.8% 그리고 65세 이상 대상자의 30%가 당뇨 환자로 나타났으며, 이들의 28.3%만이 당화혈색소가 6.5% 미만으로 나타났다[1,2]. 국내 성인 당뇨 환자의 대부분은 몸의 인슐린 저항성이 커지면서 인슐린 작용이 원활하지 않아 상대적인 인슐린 결핍으로 혈당이 올라가는 제2형 당뇨이다[3]. 이 경우는 비만하거나 과체중인 경우가 많은데 이는 유전적 요인과 잘못된 생활 습관에서 기인한 비만, 운동 부족 등 환경적 요인이 복합적으로 작용한다[3,4].

이러한 당뇨는 각종 다양한 혈관 합병증을 유발하는데, 이중 신장에 대한 합병증은 당뇨병 진단 후 8년 전후의 시기에 가장 많이 발병하여 계속 악화한다[3,5,6]. 특히 당뇨를 악화시키고 신장 기능의 합병증을 유발하는 요인으로는 비만, 이상지질혈증, 고혈압 등이 알려져 있으며[7,8], 국내 당뇨 환자의 40% 이상에서 비만, 고혈압 등의 만성 질환을 가지고 있는 것으로 나타났다[6,8]. 6-7기(2013-2018년) 국민건강영양조사에 의하면 당뇨병 환자의 53.2%가 체질량지수가 25kg/m²이상의 비만이었고, 7기(2016-2018년) 조사에서도 당뇨병 환자의 54%에서 복부비만을, 63.1%에서 고혈압을 가지고 있었으며, 고콜레스테롤을 동반한 대상자는 72.0%, 그리고 고혈압과 고콜레스테롤혈증을 모두 동반한 대상자는 43.7%로 매우 높게 나타났다[1,2].

이와 같이 당뇨에 흔히 동반되는 비만, 혈중 지질 이상, 고혈압은 당뇨병의 위험을 높이는 요인이자 동시에 대사증후군의 구성 요소이다[9-11]. 대사증후군이란 고혈당, 고혈압, 혈중지질 이상, 복부비만 등 심뇌혈관질환 및 당뇨병의 위험을 높이는 위험인자를 복합적으로 가지고 있는 상태로 유전적 소인과 환경적 인자가 더해져 발생하는 포괄적 질병이며 그 심각성을 인지하지 못하는 경우가 많다[12,13].

하지만 당뇨 환자가 대사증후군이 진행되면 기존 당뇨 환자의 흔한 합병증인 신기능 저하에 따른 당뇨병성 신증으로의 이환이 2배 가까이 증가하는 것으로 보고되었다[5-8]. 선행연구에 따르면 대사증후군이 있는 당뇨병 환자에서 그렇지 않은 환자보다 당뇨병성 신증의 유병률이 높게 나타났고, 대사증후군의 구성 요소가 증가할수록 그 유병률이 1.30~1.96배 증가하였다[14,15]. 또한 당뇨병성 신증은 말기신부전의 주요 원인으로 제2형 당

뇨 환자의 40% 정도에서 이환 되고, 사망률을 증가시키는 주요 요인이 된다[8]. 이에 대사증후군을 동반한 당뇨 환자의 신장 문제를 예방하고 최소화하기 위한 관심이 필요하나 대사증후군을 동반한 당뇨 환자의 신장 기능과의 연관성에 관한 연구는 아직 부족한 상황이다[6].

이와 관련하여 당뇨 환자들에 대한 대사증후군의 발생 위험 요소를 진단하는 데 사용되는 허리둘레, 혈압, 중성 지방과 콜레스테롤의 수치 그리고 신장 기능의 지표로 이용되는 사구체여과율 등의 하부 요인과의 연관성을 면밀하게 살펴볼 필요가 있다[10,13-15]. 특히 당뇨병성 신증의 위험인자로 많이 알려진 성별, 나이, 유병 기간은 환자가 스스로 개선할 수 없는 교정이 불가능한 요소이다[16,17]. 반면에 대사증후군의 구성 요소이자 당뇨와 흔히 동반되는 비만, 고혈압, 혈중지질 이상 그리고 고중성 지방은 교정이 가능한 위험 요소이다[10,11,18,19]. 따라서 최대한 빠르게 고위험군의 환자들을 선별하여 위험 요소들을 개선할 필요가 있으며, 대사증후군을 동반한 당뇨 환자의 엄격하고 체계적인 생활 습관 관리 등을 통해 질병의 위험도를 감소시키는 것이 중요하다.

이에 본 연구에서는 대사증후군을 동반한 당뇨 환자의 신기능에 영향을 미치는 대사증후군의 하부 요인을 살펴 보고, 이와 연관된 위험 요인에 대한 체계적인 관리를 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

1.2 연구 방법

1.2.1 연구 대상

본 연구는 질병관리본부에서 시행한 국민건강영양조사 제8기 2차(2020년도) 자료를 내려받아 분석하였다. 제8기 2차 년도 조사는 코로나19 유행으로 인해 전체 192개 조사구 중 검진 및 설문조사는 180개, 영양조사는 166개를 조사 완료하였으며 참여 가구는 3,314가구, 참여자는 7,359명이었다. 본 연구에서는 만 19세 이상 성인 중 당뇨 진단을 받은 적이 있다고 응답한 683명을 최종 분석 대상으로 하였다(Fig. 1).

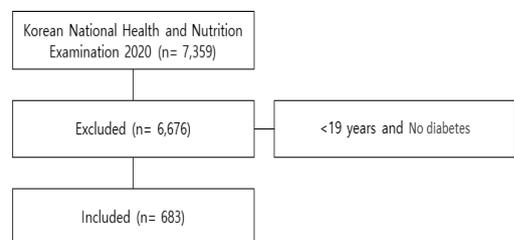


Fig. 1. Simplified flow chart of study subject selection

1.2.2 연구 도구

1) 혈액 분석

혈액 검사는 8시간 이상 금식 후 채혈하였고 검체는 24시간 이내에 분석하였다. Triglyceride(중성지방), High density lipoprotein cholesterol(고밀도 지단백 콜레스테롤), Fasting glucose(공복혈당)는 enzymatic methods로 Hitachi automatic analyzer 7600 (Tokyo, Japan)으로 측정하였다. 국민건강영양조사의 지질 항목 중 high density lipoprotein cholesterol은 미국 질병통제센터에서 운영 중인 지질 표준화 프로그램 (Lipid Standardization Program)에 근거하여 임상검사 기관의 측정값을 설정하고 있다.

2) 신기능

신장의 기능은 Estimated Glomerular Filtration Rate(EGFR, 사구체여과율)을 활용하였으며 단위는 mL/min/1.73m²이다. 크레아티닌 결과치와 환자의 나이, 성별 및 인종 정보를 바탕으로 EGFR CKD-EPI 계산식을 이용하여 계산하였다[20]. 신장 기능은 미국 National Kidney Foundation의 Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) 지침의 분류에 따라 신기능 정상군(EGFR ≥ 90), 신기능 경도 감소군(60 ≤ EGFR < 90), 신기능 중등도 군(45 ≤ EGFR < 60), 신기능 중 중등도 군(30 ≤ EGFR < 45), 신기능 중증 감소군(EGFR < 30)등 5그룹으로 분류하였다[16]. 본 연구에서는 1단계 정상군(EGFR ≥ 90)과 신기능 경도 감소군 2단계(60 ≤ EGFR < 90), 3단계 신기능 중 중등도 감소군 이하(EGFR < 60)로 구분하여 신기능 저하에 영향을 미치는 요인에 대하여 분석하였다.

3) 대사증후군

대사증후군은 대한비만학회의 기준에 따라 허리둘레는 남자 90cm, 여자 85cm 이상, 공복 시 혈당 ≥ 100mg/dL, 중성지방 > 150mg/dL, 고밀도 지단백 콜레스테롤 남자 < 40mg/dL, 여자 < 50mg/dL, 혈압 130/85mmHg를 기준으로 이 중 3개 이상 해당하는 경우를 대사증후군으로 분류하였다[11].

1.2.3 자료분석

SAS 9.4/PC software (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였으며 통계적 유의수준은 p값 0.05 미만으로 정하였다. 분석에 사용한 국민건강영양조사 데이터의 표본 지역은 복합표본 설계 방법인 2단계 층화집

락표본설계(two-stage stratified cluster sampling) 추출법을 사용하고 있으며, 분석은 복합표본 분석 방법으로 가중치를 주었다.

복합표본 요소를 반영한 모집단 평균(\hat{Y}) 및 분산($\hat{V}(\hat{Y})$) 추정식은 다음과 같다.

$$\hat{Y} = \frac{\sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^m w_{hij} \cdot y_{hij}}{\sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^m w_{hij}}$$

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^H \frac{n_h}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (e_{hi} - \bar{e}_{h..})^2$$

국민건강영양조사 가중치는 우리나라 전체모집단을 대표하도록 추출률, 응답률, 모집단 분포 등을 반영하여 산출되어 있다. 또한 여러 변수를 조합하여 새로운 변수를 생성하였거나, 여러 변수를 동시에 분석하여 사용하는 통계적 모형을 적합 시에는 적절한 가중치 선택을 위해 함께 분석하는 모든 분석변수의 조사 부문, 영역, 항목을 고려하였고, 다수의 조사 부문, 영역, 항목을 포괄하는 가중치를 연관성 분석 가중치로 명명하고, 해당 가중치를 연도별로 별도 제공하고 있다. 수집된 일반적 특성과 사구체여과율의 단계에 따른 차이값은 Chi-square 검정과 t 검정, ANOVA를 사용하였고, 대사증후군의 하부 요인과 사구체여과율 상승의 위험도는 Generalized Linear regression으로 분석하였으며, 변수들과의 상관관계를 확인하기 위하여 Pearson correlation을 사용하였다.

2. 본론

2.1 대상자의 특성

본 연구에 참여한 대상자 중 남성은 322명, 여성은 361명이었고, 평균 연령(p<0.001), 교육 수준(p<0.05), 흡연(p<0.001), 이상지질혈증(p=0.013)에서 성별에 유의미한 차이를 나타냈다. 대사증후군의 하부 요인인 허리둘레, 중성지방의 평균, 고밀도 지단백 콜레스테롤 평균에서 통계적으로 모두 유의미한 차이를 보였다(p<0.001). 그리고 대사증후군은 남성의 79.05%, 여성

의 86.83%의 유병률로 유의미한 차이가 있었으나 ($p=0.007$) 사구체여과율의 평균은 유의미한 차이를 나타내지 않았다($p=0.884$)(Table 1).

Table 1. Baseline characteristics of participants (N=683)

Category	Male	Female	p
	n (%) or M±SD		
Total	322 (47.14)	361 (52.86)	
Age, year	63.73±11.30	67.62±10.47	<.001
House income			
Lowest	72 (22.36)	162 (45.13)	<.001
Lower middle	98 (30.43)	77 (21.45)	
Upper middle	80 (24.84)	64 (17.83)	
Highest	72 (22.36)	56 (15.60)	
Education, year			
0-6	59 (20.63)	159 (53.36)	<.001
7-9	49 (17.13)	48 (16.11)	
10-12	95 (33.22)	59 (19.80)	
13 or more	83 (29.02)	32 (10.74)	
Smoking			
no	59 (18.32)	337 (93.35)	<.001
yes	263 (81.68)	24 (6.65)	
Dyslipidemia,			
no	159 (49.38)	144 (39.89)	0.013
yes	163 (50.62)	217 (60.11)	
Hypertension			
no	131 (40.68)	138 (38.23)	0.512
yes	191 (59.32)	223 (61.77)	
BPsys, mmHg	124.27±15.06	126.54±15.72	0.058
BPdia, mmHg	74.40±10.66	71.15±9.20	<.001
Duration of Diabetes, year	10.75±9.64	10.27±9.59	0.516
Waist circumference	92.45±8.80	88.06±8.87	<.001
BMI (Body Mass Index)	25.27±3.53	25.06±3.34	0.425
Fasting blood glucose	138.11±42.49	132.95±40.92	0.112
HbA1C	7.26±1.28	7.16±1.26	0.357
Triglyceride	156.45±115.90	130.04±62.93	<.001
HDL-cholesterol	43.65±9.82	47.61±11.21	<.001
LDL-cholesterol	92.18±31.91	97.11±25.24	0.416
Total cholesterol	157.87±36.81	163.44±37.54	0.055
Albuminuria, mg/day	85.11±288.49	46.75±164.29	0.040
Urinary creatinine	106.72±56.54	76.23±41.98	<.001
Metabolic syndrome			
no	66 (20.95)	47 (13.17)	0.007
yes	249 (79.05)	310 (86.83)	
EGFR, mL/min/1.73m ²	83.13±18.39	82.92±18.55	0.884

*Abbreviations: BP, Blood Pressure; HDL, high-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein; EGFR, estimated glomerular filtration rate; HbA_{1c}, hemoglobin A_{1c}

*Unit of measurement: Fasting blood glucose, HbA_{1c}, Triglyceride, Cholesterol, Urinary creatinine, mg/dL; Waist circumference, cm

2.2 일반적 특성에 따른 사구체여과율

대상자의 사구체여과율 1단계는 273명(39.97%), 2단계는 332명(48.61%), 3단계는 78명(11.42%)이었고, 나이가 증가할수록 사구체여과율이 감소하였다($p<0.001$). 그리고 소득 정도($p<0.001$)와 교육 수준이($p<0.001$) 낮을수록 사구체여과율은 저하되었다. 고혈압 유병률과 수축기 및 이완기혈압 모두 3단계가 가장 많았으며, 혈압 관련하여 모두 유의미한 차이를 보였다($p<0.001$). 중성지방은 1단계가 가장 높게 높았고, 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p=0.037$)(Table 2).

이외 알부민뇨는 3단계가 159.31±319.80mg/일로 가장 높았고, 사구체여과율의 단계에 따른 차이를 나타냈다($p=0.001$). 허리둘레는 3단계가 가장 높았던 반면, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 3단계에서 가장 낮았으나 사구체여과율에 따른 유의미한 차이는 나타나지 않았다 ($p>0.05$). 이외 당뇨 유병 기간과 대사증후군의 유병률의 경우 사구체여과율의 3단계 군이 가장 높았지만 의미 있는 차이가 없었다($p>0.05$)(Table 2).

2.3 대사증후군의 하부 요인과 사구체여과율의 상관관계

사구체여과율과 대사증후군의 하부 요인과의 상관관계 분석 결과 수축기 혈압($r=-0.159$), 이완기혈압과는 ($r=-0.281$) 음의 상관관계, 고밀도 지단백 콜레스테롤과는 양의 상관관계($r=0.112$)가 있는 것으로 나타났다 ($p=0.004$). 이외 허리둘레, 공복혈당, 중성지방은 유의미한 관계가 나타나지 않았다($p>0.05$)(Table 3).

2.4 사구체여과율에 영향을 미치는 요인

대사증후군의 하부 요인이 신기능에 미치는 영향을 분석하기 위하여 회귀분석을 시행한 결과는 표 3과 같으며 97.5%의 설명력을 보였다(Adjusted R square: 0.975). 회귀분석 결과 사구체여과율에 영향을 미치는 일반적인 변수는 나이, 성별로 나타났으며($p<0.05$), 대사증후군의 하부 요인인 혈압, 공복혈당, 허리둘레, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 유의미하지 않았다 ($p>0.05$)(Table 4).

Table 2. EGFR according to General Characteristics

(N=683)

Category	Stage I (≥ 90)	Stage 2 (60 ≤ EGFR < 90)	Stage 3 (< 60)	p
	n (%) or M ± SD			
Total	273 (39.97)	332 (48.61)	78 (11.42)	
EGFR, mL/min/1.73m ²	99.07 ± 7.29	78.58 ± 8.45	45.69 ± 10.73	
Age, year	58.29 ± 9.96	70.01 ± 8.83	74.06 ± 6.86	<.001
House income				
Lowest	59 (21.69)	135 (40.79)	40 (51.28)	<.001
Lower middle	70 (25.74)	90 (27.19)	15 (19.23)	
Upper middle	79 (29.04)	51 (15.41)	14 (17.95)	
Highest	64 (23.53)	55 (16.62)	9 (11.54)	
Education, year				
0-6	63 (25.40)	124 (44.44)	31 (54.39)	<.001
7-9	37 (14.92)	49 (17.56)	11 (19.30)	
10-12	84 (33.87)	60 (21.51)	10 (17.54)	
13 or more	64 (25.81)	46 (16.49)	5 (8.77)	
Smoking				
no	151 (55.31)	194 (58.43)	51 (65.38)	0.275
yes	122 (44.69)	138 (41.57)	27 (34.62)	
Dyslipidemia				
no	118 (43.22)	150 (45.18)	35 (44.87)	0.886
yes	155 (56.78)	182 (54.82)	43 (55.13)	
Hypertension				
no	136 (49.82)	117 (35.24)	16 (20.51)	<.001
yes	137 (50.18)	215 (64.76)	62 (79.49)	
BPsys, mmHg	122.73 ± 13.82	126.56 ± 15.43	130.53 ± 18.88	<.001
BPdia, mmHg	68.03 ± 9.67	71.39 ± 10.01	75.55 ± 9.37	<.001
Duration of diabetes, year	7.92 ± 7.27	11.59 ± 9.96	14.95 ± 12.50	0.516
Waist circumference, cm	89.76 ± 8.93	90.19 ± 9.28	91.14 ± 8.96	0.496
BMI(Body Mass Index)	25.57 ± 3.57	25.01 ± 3.37	24.34 ± 2.98	0.014
Fasting blood glucose, mg/dL	136.99 ± 39.82	133.58 ± 39.68	137.41 ± 54.45	0.557
HbA1C, mg/dL	7.35 ± 1.40	7.10 ± 1.15	7.18 ± 1.26	0.065
Triglyceride, mg/dL	153.45 ± 104.23	136.91 ± 88.83	128.60 ± 55.57	0.037
HDL - cholesterol, mg/dL	46.96 ± 11.30	45.12 ± 10.60	44.44 ± 9.20	0.062
LDL - cholesterol, mg/dL	98.77 ± 28.98	92.68 ± 28.36	77.73 ± 35.85	0.099
Total cholesterol, mg/dL	169.48 ± 39.77	156.11 ± 34.83	151.94 ± 33.20	<.001
Uric acid, mg/dL	4.55 ± 1.23	4.84 ± 1.33	6.22 ± 1.64	<.001
Albuminuria, mg/day	53.69 ± 204.84	52.15 ± 224.88	159.31 ± 319.80	0.001
Metabolic syndrome				
no	52 (19.62)	51 (15.45)	10 (12.99)	0.255
yes	213 (80.38)	279 (84.55)	67 (87.01)	

*Abbreviations: BP, Blood Pressure; HDL, high-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein; EGFR, estimated glomerular filtration rate; HbA₁C, hemoglobin A₁C

Table 3. Correlation for BP, WC, Glucose, TG, HDL and EGFR

Category	BPsys, mmHg	BPdia, mmHg	Waist circumference	HDL - cholesterol	Fasting blood glucose	TG	EGFR
BPsys, mmHg	1						
BPdia, mmHg	0.354 (0.000)	1					
Waist circumference, cm	0.136 (0.000)	0.202 (0.000)	1				
HDL - cholesterol, mg/dL	-0.003 (0.943)	0.005 (0.891)	-0.181 (0.000)	1			
Fasting blood glucose, mg/dL	0.055 (0.165)	0.096 (0.014)	0.085 (0.030)	-0.033 (0.392)	1		
Triglyceride, mg/dL	0.102 (0.009)	0.264 (0.000)	0.149 (0.000)	-0.296 (0.000)	0.235 (0.000)	1	
EGFR, mL/min/1.73m ²	-0.159 (0.000)	-0.281 (0.000)	-0.007 (0.863)	0.112 (0.004)	0.015 (0.693)	0.109 (0.05)	1

*Abbreviations: BP, Blood Pressure; HDL, high-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein; EGFR, estimated glomerular filtration rate

Table 4. Generalized Linear regression for metabolic syndrome among the sub items(blood pressure, waist circumference, blood glucose, triglyceride, HDL-cholesterol) and EGFR.

Category	beta	SE	t	p	R-Square	F (p)
Intercept	176.355	14.548	12.122	<.001	0.975	46.921 (<.001)
Age, year	-0.646	0.084	-7.658	<.001		
Gender						
Male	1	ref				
Female	-8.493	2.785	-3.049	0.004		
House income						
Lowest	1	ref	.			
Lower middle	-1.484	1.590	-0.933	0.356		
Upper middle	0.273	1.714	0.159	0.874		
Highest	1.335	1.601	0.834	0.409		
Education, year						
0-6	1	ref				
7-9	-0.148	1.884	-0.079	0.938		
10-12	-2.324	1.780	-1.305	0.199		
13 or more	-2.749	1.843	-1.492	0.143		
Smoking						
no	1	ref	.			
yes	1.493	2.074	0.720	0.476		
Dyslipidemia						
no	1	ref	.			
yes	-2.080	1.541	-1.350	0.184		
Hypertension						
no	1	ref	.			
yes	-0.649	1.287	-0.504	0.617		
BPsys, mmHg	0.041	0.062	0.656	0.516		
BPdia, mmHg	-0.071	0.098	-0.722	0.474		
Duration of diabetes, year	-0.070	0.072	-0.975	0.335		
Waist circumference, cm	0.040	0.163	0.245	0.807		
BMI(Body Mass Index)	-0.022	0.374	-0.058	0.954		
Fasting blood glucose, mg/dL	0.010	0.019	0.518	0.607		
HbA1C, mg/dL	-1.029	0.654	-1.573	0.123		
Triglyceride, mg/dL	0.006	0.007	0.878	0.385		
HDL - cholesterol, mg/dL	0.129	0.089	1.445	0.156		
LDL - cholesterol, mg/dL	0.045	0.054	0.842	0.405		
Total cholesterol, mg/dL	-0.031	0.043	-0.729	0.470		
Uric acid, mg/dL	0.704	0.554	1.271	0.211		
Albuminuria, mg/day	0.003	0.005	0.643	0.524		
Metabolic syndrome						
no	1	ref	.			
yes	-0.089	2.998	-0.030	0.976		

*Abbreviations: BP, Blood Pressure; HDL, high-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein; EGFR, estimated glomerular filtration rate; HbA1C, hemoglobin A1C

3. 결론

본 연구는 대사증후군을 동반한 당뇨 환자의 신기능에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 대사증후군의 하부 요인과의 관계를 파악하여 신기능에 영향을 미치는 위험 요인을 탐색하고자 하였다.

당뇨 환자의 사구체여과율 감소는 만성 신장질환으로의 합병증과 사망률로 이어짐은 이미 알려진 바와 같고 [2,8], 서구화된 식생활과 자동화 시대에 살고 있는 요즘, 당뇨와 대사증후군의 유병률은 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 증가 추세에 있다[1,17,21]. 정상인에서 나이에 따른 사구체여과율의 감소는 서서히 점진적으로 일어나지만, 고혈압, 당뇨병 등이 동반된 경우는 신기능이 빠르게 감소한다[9,10,14].

본 연구의 대상자의 일반적 특성에 따른 사구체여과율에 대한 그룹 간 차이를 살펴보면, 나이가 증가할수록, 소득 수준이 감소할수록, 교육 기간이 짧을수록 사구체여과율이 의미 있게 저하되어($p<0.001$) 대상자의 일반적 특성이 당뇨 질환의 진행 및 중등도와 관련이 있음을 확인할 수 있었다. 특히 소득과 교육 수준은 당뇨 환자의 당 조절이 운동, 식이, 약물복용 등 지속적인 자가관리를 위한 행위뿐만 아니라 사회경제적 그리고 환경적 조건으로부터 많은 영향을 받은 선행연구를 지지했다[15-17]. 특히 취약계층의 경우에는 그렇지 않은 집단에 비해 당뇨병 유병률이 높고, 당뇨 관리에 있어서 더 많은 어려움과 직면하게 되고[22,23], 이는 다시 당뇨 환자의 대사증후군의 유병률을 증가시켜 질환의 중등도와 대상자 삶의 질 저하를 가속화 하는 결과를 초래할 수 있다[24,25]. 따라서 당뇨 환자의 소득과 교육 정도에 따른 의료 및 사회복지의 접근으로 당뇨 환자의 대사증후군 발생을 예방하는 데 보다 관심을 기울일 필요가 있다.

이어 대사증후군의 유병률은 남여가 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈고($p=0.007$), 성별에 따라 차이가 있는 것으로 보고된 국내외 선행연구와 일치하였다 [16,24,26]. 본 연구는 교육 수준에서 남성의 교육 기간이 10-12년(33.22%)이 가장 많았던 반면 여성은 기간이 가장 짧은 0-6년(53.36%)이 가장 많아 의미 있는 차이를 보였는데($p<0.001$), 여성의 경우 교육 수준이 낮아질수록 대사증후군의 발생 위험률이 증가한다는 선행연구의 내용을 지지했다[16,24]. 또한 당뇨 환자의 성별이 사구체여과율에 영향을 미치는 일반적인 변수로 확인이 된 본 결과와 선행연구에서 사구체여과율이 대사증후군의 위험예측 요인으로 지목된 점을[27-29] 기준 하면 여성

이 남성에 비교하여 대사증후군 발생에 있어 사회경제적인 영향을 더 많이 받는다는 것을 예상할 수 있다. 이는 당뇨 환자의 대사증후군 발생 예방을 위해 여성 그리고 취약계층의 당뇨 환자에 대한 접근을 강화할 필요가 있음을 의미한다.

본 연구에서는 당뇨 환자의 사구체여과율이 3단계인 신기능 경중등도 감소 군에서(EGFR<60) 고혈압 유병률과 함께 수축기 및 이완기혈압이 제일 높았고, 그룹 간에 유의미한 차이를 보였으며($p<0.001$), 수축기와 이완기혈압이 높을수록 사구체여과율은 저하되었다. 고혈압은 당뇨병 발생의 위험인자로 고혈압이 있는 경우 2배 이상의 위험도를 가지며[3,9], 특히 당뇨 환자가 대사증후군이 진행되면 기존 당뇨 환자의 흔한 합병증인 신기능 저하에 따른 신장질환의 이환율과 중증도는 물론 심혈관계 질환을 위험도를 동시에 증가시킨다[10,12,14,15].

본 연구에서 신기능 경중등도 감소 군의 수축기 혈압의 평균은 130.53mmHg(± 18.88)였다. 이는 2022년도 대한고혈압학회에서 당뇨병과 심혈관질환을 동반한 경우는 수축기 혈압을 130mmHg 이하로 유지하라는 권고안의 경계선에 있는 수치이다[19]. 고혈압은 당뇨병의 위험을 높이는 요소이자 대사증후군의 구성 요소이다[7,13]. 특히 당뇨 환자의 신장질환은 진행성 만성 합병증의 주요 질환으로 대사증후군을 동반한 당뇨 환자의 신장 기능의 저하는 매우 치명적일 수 있다[2,8,30]. 신장질환은 사구체여과율이 30-50% 수준까지 떨어져도 자각 증상을 잘 인지하지 못할 수도 있는 만큼[20,30] 당뇨 환자의 사구체여과율이 정상 이하로 감소하기 전에 그 무엇보다 적극적인 혈압관리가 먼저 이루어져야 한다[2,8,9,31].

대사증후군의 하부 요인과 관련하여 본 연구에서 비만을 진단하는 데 사용되는 허리둘레는 사구체여과율이 가장 낮은 3단계 군에서 제일 높았으나 통계적인 의미는 없었다($p=0.406$). 하지만 복부지방 정도를 추정하는 허리둘레의 평균이 1단계 그룹에서 89.76cm, 2단계 그룹이 90.19cm, 3단계 그룹에서 91.14cm로 세 그룹 모두에서 비만을 진단하는 90cm에 거의 근접하거나 그 이상으로 나타난 만큼 사구체여과율 정도에 따른 당뇨 환자의 비만을 간과하면 안 될 것이다. 비만은 비만하지 않은 사람들에 비하여 당뇨 위험이 6-7배 정도 높고[32], 대사증후군의 주요 원인인 만큼 비만 인구가 증가하면 대사증후군의 유병률도 높아진다[11,13,32]. 따라서 비만을 질병 자체로 인식하고 복부지방을 감소할 수 있는 식단과 운동에 대한 집중적이고 체계적인 사회적 관심과 관리가 이루어져야 한다.

본 연구에서 중성지방은 신기능에 영향을 미치는 대사증후군의 하부 요인으로는 유의미하지 않았지만($p < 0.05$) 사구체여과율의 단계에 따라 차이를 나타냈다. 1단계 정상군이 153.45mg/dL(± 104.23)로 가장 높았고, 이어 2단계, 3단계 순으로 나타나 중성지방이 높을수록 당뇨 환자의 신기능이 저하되는 기존 선행연구들과는 차이가 있었다[2,10,30]. 중성지방은 열량 섭취가 많아지거나 당질 섭취가 늘어나면 합성이 증가가 되는데 특히 당뇨 환자의 혈당조절이 원만하게 이루어지지 않으면 고지혈증의 악화로 심혈관 및 신장질환의 위험이 상승한다 [2,7,8]. 따라서 본 연구에서는 사구체여과율이 가장 저하된 3단계 대상자들은 그 어느 단계 군보다 일상생활에서 아주 엄격한 식단과 혈당조절을 관리하는 것으로 추측된다. 이에 당뇨 환자들의 적절한 중성지방 섭취에 대한 교육이 강조되어야 할 것이다.

이어 본 연구의 당뇨 환자의 사구체여과율과 대사증후군의 구성 요소인 고밀도 지단백 콜레스테롤을 살펴보면, 두 변수 간 양의 상관관계($r=0.112$) 고밀도 지단백 콜레스테롤이 높을수록 사구체여과율이 높게 나타났다. 고밀도 지단백 콜레스테롤은 혈액으로부터 콜레스테롤을 제거하여 혈관 벽에 침착되는 플라그 생성을 감소시킴으로써 동맥경화나 심장질환 위험을 감소시키는 만큼 [2,13] 본 연구 역시 고밀도 지단백 콜레스테롤이 당뇨 환자의 신기능에 긍정적 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 대사증후군을 동반한 당뇨 환자의 고밀도 지단백 콜레스테롤 상승을 위한 영양 및 식이 섭취에 대한 대상자 교육이 요구된다. 그리고 본 연구의 사구체여과율로 구분한 세 그룹에서는 경중등도 감소 군 3단계가 고밀도 지단백 콜레스테롤이 가장 낮았지만, 고밀도 지단백 콜레스테롤 평균이 모두 44mg/dL 이상으로 대사증후군 진단 기준인 40mg/dL 이하에 해당이 되지 않았다. 대사증후군 여부에 따른 심혈관질환 발병은 매년 꾸준히 증가하고, 10년 이후에 통계적인 의미를 보이는 것으로 보고된다[4,6]. 따라서 동맥경화 등의 진행을 예방하는 데 주요 인자로 알려진 고밀도 지단백 콜레스테롤에 대한 당뇨 환자의 장기적인 지표관리가 더욱 요구되어야 한다.

이외 본 연구에서는 알부민뇨가 사구체여과율 3단계 경중등도 감소 군에서 159.31mg/일(± 319.80)으로 1, 2단계 군보다 현저히 높았고, 그룹 간 유의미한 차이를 나타냈다($p=0.001$). 알부민뇨 자체는 대사증후군의 하부 요인에 직접적으로 포함되지는 않지만, 대사증후군이 동반된 당뇨병 환자에서 알부민뇨가 밀접한 관련이 있을

을 제시한 Saadi[33]의 결과를 지지했다. 알부민뇨는 당뇨병성 신증의 초기 소견인 동시에 높은 심혈관계 사망률과 이환율을 의미하여 당뇨병성 신증이나 심혈관계 질환 사망을 예측하는 중요지표로 이용된다[8,33,34]. 따라서 당뇨의 초기 단계에서 알부민뇨의 발생을 예방하는 것 또한 대사증후군으로의 이환을 예방하여 신장과 심혈관질환의 합병증을 감소하는데 효과적일 수 있는 만큼 간과하면 안 될 것이다.

당뇨 환자의 대사증후군의 구성 인자를 개선 시키려는 노력은 당뇨병의 만성 합병증에 따른 의료비용의 증가나 국민건강의 위험도를 고려할 때 혈당조절 이상 중요할 수 있다. 당뇨와 대사증후군의 발생 위험은 유전적 요인, 사회경제적 여건 및 환경 등에 따라 악화 인자가 다양하므로 당뇨 환자의 대사증후군을 예방하고 잘 관리하기 위해서는 사구체여과율에 따른 고 위험집단의 악화 인자를 조기에 파악하여 예방적 중재와 적절한 치료적 접근을 시도하는 것이 필요하다.

또한 본 연구를 바탕으로 대사증후군과 신기능과의 연관성에 관한 연구가 지속되어야 하며 이를 통하여 당뇨 환자의 신장 기능 합병증 감소와 만성 신부전으로의 진행을 예방하기 위한 교육프로그램 개발을 제안한다.

References

- [1] Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2012-2018). Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2020. https://knhanes.kdca.go.kr/knhanes/sub04/sub04_04_01.do
- [2] Korea Disease Control and Prevention Agency. National Health Information, Diabetes, 2022-12-21. [Internet]. Available From: https://health.kdca.go.kr/healthinfo/biz/health/gnr/zHealthInfo/gnr/zHealthInfo/gnr/zHealthInfoView.do?ntnts_sn=5305 (accessed Nov 5, 2023)
- [3] Korean Diabetes Association (2020). Diabetes fact sheet in Korea 2020 [Internet]. Available From: <https://www.diabetes.or.kr/english/resources/factsheet.php> (accessed Nov. 6, 2023)
- [4] H. S. Chung, J. A. Seo, Sin, G. K, N. H. Kim, D. M. Kim, C. H. Chung, D. S. Choi, "Relationship Between Metabolic Syndrome and Risk of Chronic Complications in Koreans with Type 2 Diabetes", *Diabetes & Metabolism Journal*, Vol.33, No.5, pp.392-400, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4093/kdi.2009.33.5.392>
- [5] The Korean Diabetes Association, "Diabetes Fact Sheet 2022", *2023 May Conference*, pp.53, Korean

- Diabetes Association [Internet]. Gwangju, Korea, May, 2023. Available From https://www.diabetes.or.kr/bbs/?code=fact_sheet&mode=view&number=2499&page=1&code=fact_sheet (accessed Nov. 6, 2023)
- [6] H. J. Lee, M. S. Lee, G. E. Park, A. R. Kang, "Prevalence of Chronic Diabetic Complications in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Retrospective Study Based on the National Health Insurance Service-National Health Screening Cohort in Korea, 2002~2015", *Korean Journal of Adult Nursing*, Vol.34 No.1, pp.39-50. 2022. DOI: <https://doi.org/10.7475/kjan.2022.34.1.39>
- [7] American Diabetes Association, Standards of Medical Care in Diabetes. Diabetes Care 42(Supplement 1): S139-S147, 2022.
- [8] The Korean Society of Nephrology. Korean Society of Nephrology 2023 Practical Recommendations for the Management of Diabetic Kidney Disease [Internet]. Available From: https://ksn.or.kr/bbs/skin/publication/download.php?code=guideline_k&number=2078 (accessed Nov 1, 2023)
- [9] H. S. Kim, "Importance of Target Blood Pressure Management in Diabetic Kidney Disease", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol.19, No.6, pp.461-470, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.06.461>
- [10] D. M. Lim, K. Y. Park, B. J. Kim, W. Kang, M. J. Lee, Y. S. Yom, "Cardiovascular Risk according to the Components of Metabolic Syndrome in Type 2 Diabetes", *Korean Clinical Diabetes Journal*, Vol.10, pp.196-203, 2009.
- [11] Korean Obesity Society, Obesity treatment guidelines 2018 guideline summary [internet]. Korean Society of Obesity, 2018. Available From: <https://www.iomes.org/journal/view.html?doi=10.7570/iomes.2019.28.1.40> (accessed Nov. 3, 2023)
- [12] M. K. Moon, Y. M. Cho, H. S. Jung, K. W. Kim, Y. J. Park, H. C. Jang, et. al., "The Prevalence of Metabolic Syndrome and its Relation with Chronic Complications in Korean Type 2 Diabetic Patients", *The Korean Society of Lipid and Arteriosclerosis*, Vol.13, No.4, pp.382-391, 2003.
- [13] M. K. Kim, J. H. Park, "Metabolic syndrome", *Journal of the Korean Medical Association*, Vol.55, No.10, pp.1005-1013, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2012.55.10.1005>
- [14] R. Retnakaran, C. A. Cull, K. I. Thorne, A. I. Adler, R. R. Holman, UKPDS Group, "Risk factors for renal dysfunction in type 2 diabetes: UK Prospective Diabetes Study 74", *diabete*, Vol.55, No.6, pp.1832-1839, 2006. DOI: <https://doi.org/10.2337/db05-1620>
- [15] L. Mihardja, D. Delima, R. G. Massie, M. Karyana, P. Nugroho, and E. Yunir. "Prevalence of kidney dysfunction in diabetes mellitus and associated risk factors among productive age Indonesian," *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, Vol.17, No.1, pp.53-61, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40200-018-0338-6>
- [16] J. M. Seo, N.K. Lim, J. Y. Lim, H. Y. Park, "Gender Difference in Association with Socioeconomic Status and Incidence of Metabolic Syndrome in Korean Adults", *Korean Journal Obesity*, Vol.25, No.4, pp.247-254, 2016. DOI: <https://doi.org/10.7570/kjo.2016.25.4.247>
- [17] J. J. Noubiap, J. R. Nansseu, E. Lontchi-Yimagou, J. R. Nkeck, U. F. Nyaga, A. T. Ngouo, et al., "Geographic distribution of metabolic syndrome and its components in the general adult population: A meta-analysis of global data from 28 million individuals", *Diabetes Research and Clinical Practice*, Vol.188, 109924, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.109924>
- [18] T. Yamazaki, I. Mimura, T. Tanaka, M. Nangaku, "Treatment of diabetic kidney disease: current and future", *Diabetes & Metabolism Journal*, Vol.45, No.1, pp.11-26, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4093/dmj.2020.0217>
- [19] Korean Society of Hypertension. 2022 Hypertension Treatment Guidelines. Available From: <https://www.koreanhypertension.org/reference/guide?mode=read&idno=10081> (accessed Nov. 6, 2023)
- [20] The Korean Society of Nephrology. About kidney disease [Internet]. Available From: <https://ksn.or.kr/general/about/check.php> (accessed Nov 3, 2023)
- [21] National Kidney Foundation [Internet]. U. S. Available From: <https://www.kidney.org/atoz/content/grf> (accessed Nov. 3, 2023)
- [22] F. Hill-Briggs, N. E. Adler, S. A. Berkowitz, M. H. Chin, T. L. Gary-Webb, et. al., "A. Social determinants of health and diabetes: a scientific review", *Diabetes Care*, Vol.44, pp.258-279, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2337/dci20-0053>
- [23] B. Yoo, "Social Determinants of Health in Diabetes Patient Care", *Journal of Korean Diabetes*, Vol.23, No.2, pp.138-143, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4093/jkd.2022.23.2.138>
- [24] A. C. Santos, S. Ebrahim, H. Barros, "Gender, socio-economic status and metabolic syndrome in middle-aged and old adults", *BMC Public Health*, Vol.8, pp.62-69, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-8-62>
- [25] S. H. Kim, J. Y. Park, D. H. Kim, "Socioeconomic status and health behaviors associated with metabolic syndrome in adults over 40 years", *Korean Journal Health Promotion*, Vol.13, pp.125-132, 2013.
- [26] G. E. Chung, H. S. Jung, H. J. Kim, "Sociodemographic and Health Characteristics Associated with Metabolic Syndrome in Men and Women Aged ≥ 50 Years", *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, Vol.19, No.3, pp.159-166, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1089/met.2020.0051>

- [27] J. J. Noubiap, J. R. Nansseu, E. Lontchi-Yimagou, J. R. Nkeck, U. F. Nyaga, A. T. Ngouo, et al., "Geographic distribution of metabolic syndrome and its components in the general adult population: A meta-analysis of global data from 28 million individuals", *Diabetes Research and Clinical Practice*, Vol.188, 109924, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.109924>
- [28] Y. J. Park, "Analysis of the relationship between metabolic syndrome and renal function", *proceeding of 2022 The Nursing Conference*, P-084, pp.356, Korean Society of Nursing Science, Seoul, Korea, October, 2022.
- [29] N. H. Cho, *The Relationship between Metabolic Syndrome and Chronic Kidney Disease in Korean Patients*, Master's thesis, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea, pp.5-6, 2015.
- [30] E. W. Bystad, V. T. Stefansson, B. O. Eriksen, T. f Melsom, "The Association Between Metabolic Syndrome, Hyperfiltration, and Long-Term GFR Decline in the General Population", *Kidney International Reports*, Vol. 8, pp. 1831-1840.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2023.06.022>
- [31] S. H. Lee, "Management according to stage of chronic kidney disease patients", *2014 Autumn Conference*, pp.27-30, The Korean Society of Internal Medicine, Gwangju, Korea, April, 2014.
- [32] Q. Zhaoa, X. Yib, Z. Wanga, "Meta-Analysis of the Relationship between Abdominal Obesity and Diabetic Kidney Disease in Type 2 Diabetic Patients", *Obes Facts*, No.14, pp.338-345, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1159/000516391>
- [33] M. M. Saadi, M. N. Roy, R. Haque, F. A. Tania, S. Mahmood, N. Ali, "Association of microalbuminuria with metabolic syndrome: a cross-sectional study in Bangladesh", *BMC Endocrine Disorders*, Vol.20, pp.153-159, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1186/s12902-020-00634-0>
- [34] H. J. Seo, "Effects for Comorbidities of Chronic Kidney Disease on the Progression to End-stage Renal Disease", *Journal of Health Informatics and Statistics*, Vol.45, No.4, pp.356-364, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.21032/jhis.2020.45.4.356>

박 윤 진(Yoonjin Park)

[정회원]



- 1997년 2월 : 국군간호사관학교간호학과 (간호학 학사)
- 2017년 9월 : 가톨릭대학교 간호학과 (간호학 박사)
- 2019년 9월 ~ 현재 : 중부대학교 간호학과 교수

<관심분야>

재활간호, 호스피스 간호

강 혜 경(Hyekyung Kang)

[정회원]



- 1998년 2월 : 국군간호사관학교간호학과 (간호학 학사)
- 2014년 8월 : 한양대학교 간호학 박사
- 2022년 3월 ~ 현재 : 중부대학교 간호학과 교수

<관심분야>

성인간호, 노인맞춤간호