

연령 증가에 따른 사구체 여과율의 감소: 흡연과 비만의 영향

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 내과, 종합건강진센터*

정수석 · 이현영 · 김향 · 이규백 · 유승호*

=Abstract=

A decrease in glomerular filtration rate with aging: the effect of smoking and obesity

Soo Suk Jung, M.D., Hyun Young Lhee, M.D., Hyang Kim, M.D.
Kyu-Beck Lee, M.D. and Seung Ho Ryu, M.D.*

Departments of Internal Medicine and Medical Screening Center
Sungkyunkwan University School of Medicine, Kangbuk Samsung Hospital, Seoul, Korea*

Background : The kidney function with aging is the dramatic changes of human organ system. Recent studies have suggested that many risk factors such as smoking and obesity could contribute to the progression of chronic kidney disease, though there is a little evidence in the literature showing this relationship in the general population prospectively. We aimed to identify the change of calculated glomerular filtration rate (GFR) with aging in healthy adults and to evaluate the effect of prior risk factors to the change of GFR after 5 years follow-up.

Methods : This study included 3,928 healthy adults who participated in health screening examinations in 1997 and 2002. Average age was 42±5 years in 2002 (2,955 males, 973 females). The study population had no diabetes, hypertension, renal disease and other major diseases. The clinical and laboratory monitoring were performed each on 1997 and 2002; 5 years follow-up. In this study population, GFR was calculated using the MDRD (Modification of Diet in Renal Disease) equation: calculated GFR = $186 \times (\text{Scr})^{1.154} \times (\text{age})^{0.203} \times (0.742 \text{ if female})$. We evaluated the change of calculated GFR with aging and compared the change of calculated GFR after 5 years follow-up according to smoking and obesity.

Results : The decreased GFR in adults was associated with aging. The mean calculated GFR (mean±SD) was 82.2±9.7 mL/min/1.73 m² at 1997, 76.2±9.1 mL/min/1.73 m² at 2002, respectively, so decrease is 6.0 mL/min/1.73 m²/yr (1.2 mL/min/1.73 m²/yr). The change of calculated GFR was more decreased in smoking group (5.2 vs 5.0 mL/min/1.73 m²) and obesity group (6.4 vs 5.7 mL/min/1.73 m²), but not statistically significant ($p > 0.05$).

Conclusion : Aging is an important factor of decrease in renal function. The mean decrease in calculated GFR was 1.2 mL/min/1.73 m²/yr. We suggest that smoking and obesity had some effects on decrease in renal function. These changes in renal function should be confirmed by a prospective study for a long period and in a large number of subject. (Korean J Med 67:266-273, 2004)

Key Words : Aging, Glomerular filtration rate, Smoking, Obesity

• 접수 : 2004년 3월 30일

• 통과 : 2004년 6월 10일

• 교신저자 : 이규백, 서울시 종로구 평동 108번지, 성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 신장내과(110 746)

E-mail : kyubeck@samsung.co.kr

서론

신장은 연령이 증가함에 따라서 기능이 감소하는 장기 중 하나이다. 연령이 증가함에 따라서 신장에서 세포외 기질의 합성과 분해의 부조화, 세포의 아포프토시스의 이상, 세포 성장인자인 transforming growth factor- β 의 이상, 혈관작용 인자인 prostaglandin과 nitric oxide의 감소 등이 발생한다^{1, 3)}. 이러한 작용에 의하여 신장은 해부학적으로 사구체의 경화화 및 신장크기의 감소가 생기고, 생리적으로 신혈류가 감소하여 사구체 여과율이 감소한다. 이 가운데 사구체 여과율의 감소가 연령에 따른 가장 중요한 변화이며, 성인이 된 이후에 일년에 0.8~1.0 mL/min/year씩 감소하는 것으로 알려져 있다⁴⁾.

정상적으로 연령에 따른 사구체 여과율의 감소는 서서히 점진적으로 일어나지만, 당뇨병, 고혈압, 신질환이 있을 경우에는 빠르게 신기능이 감소된다. 이 밖에도 신기능의 악화인자로서 임상적 위험인자로는 고지혈증, 감염, 약물 복용 등이 있으며, 생활환경 위험인자로는 흡연, 비만 등이 있다⁵⁾. 최근 들어서 흡연^{6, 7)}과 비만^{8, 10)}이 기존의 신질환이 있는 환자에서 신기능을 악화시킬 뿐 아니라, 신질환이 없는 정상인에서도 독립적으로 신기능을 악화시킬 수 있다는 보고가 있다. 그러나 이러한 연구가 추적검사를 통한 연구가 아니고, 단면조사에 의한 연구이어서, 건강한 성인에서 흡연과 비만이 신기능을 감소시키는지에 대한 증거가 부족하다.

이에 저자들은 건강검진을 시행한 성인에서 고혈압, 당뇨병, 신질환, 기타 중증의 질환이 없는 성인들을 대상으로 연령에 따른 사구체 여과율을 구하여 보고, 5년 후에 추적검사를 통하여 구한 사구체 여과율의 변화를 보았으며, 이러한 변화에 흡연, 비만이 어떠한 영향을 주는 지 조사하였다.

대상 및 방법

1. 대상

강북삼성병원에서 1997년 종합건강검진을 시행하고, 5년 후인 2002년에 추적 건강검진을 시행한 5,048명의 수검자 중 당뇨병, 고혈압, 심혈관 질환, 신장비뇨기 질환, 요검사의 이상, 신기능 부전, 기타 중증의 질환이 없는 성인 3,928명을 대상으로 하였다.

당뇨병은 공복시 혈당 126 mg/dL 이상이거나, 당뇨병으로 치료 중인 경우로 정의하였다. 고혈압은 수축기

혈압 140 mmHg 또는 이완기 혈압 90 mmHg 이상이거나, 고혈압으로 치료 중인 경우로 정의하였다. 심혈관 질환은 뇌경색, 협심증, 심근경색, 말초혈관 질환 등으로 진단받거나, 치료 중인 경우로 정의하였다. 신장비뇨기 질환은 요로계의 결석, 신우신염, 전립선염, 전립선 비대증 등의 질환이 있거나, 치료받은 과거력이 있는 경우로 하였다. 요검사의 이상은 dipstick 방법으로 2회 이상 단백뇨(+) 이상으로 나오거나, 고배율에서 적혈구 또는 백혈구가 5개 이상인 경우로 정의하였다. 신기능 부전은 1997년 검사 기준으로 MDRD 공식을 이용하여 계산된 사구체 여과율이 60 mL/min/1.73 m² 미만으로 정의하였다.

2. 방법

대상 수검자에서 설문지로 현병력, 과거병력, 약물복용, 흡연력을 조사하였고, 신체계측으로 키, 체중, 체질량 지수를 측정하였다. 전문 간호사가 혈압을 측정하였으며, 전문의가 병력을 확인하고, 진찰하였다. 흉부 X-선 촬영, 심전도, 말초혈액검사, 혈청생화학검사, 혈청지질검사, 요검사 등을 시행하였다. 특수검사로 상복부 초음파, 위내시경을 시행하였다.

흡연에 관한 설문조사에서 흡연 유무에 따라서 흡연의 과거력이 전혀 없는 비흡연군, 과거에 흡연했으나 현재 1년 이상 금연군, 현재 흡연하고 있는 흡연군로 나누었다. 흡연군에 대해서는 하루 흡연량에 따라서 1) 반갑 미만 2) 반갑 이상~한갑 미만 3) 한갑 이상~두갑 미만 4) 두갑 이상으로 나누었고, 흡연기간에 따라서 1) 5년 미만 2) 5~9년 3) 10~19년 4) 20~29년 5) 30년 이상으로 나누었다. 비만은 체중질량지수(body mass index, BMI)를 계산하여 체중질량지수 25 kg/m² 이상으로 정의하였다.

혈청 크레아티닌 농도는 kinetic alkaline picrate 방법(INTEGRA 800, Rotche)로 측정하였다. 사구체 여과율은 MDRD 공식⁵⁾을 이용하여 $186 \times (\text{혈청 크레아티닌})^{1.154} \times (\text{연령})^{0.203} \times (0.742 \text{ 여자인 경우})$ 계산하였다.

3. 통계처리

자료의 통계분석은 SPSS version 10.0을 이용하였으며, 연속형 변수자료는 평균±표준편차로 제시하였다. 사구체 여과율의 변화와 다른 위험요인들과의 비교는 student *t*-test, 분산분석(ANOVA)을 이용하여 분석하였고, *p* 값이 0.05 이하일 때 통계적으로 유의한 것으로

Table 1. Characteristics of study population

	1997 year	2002 year	p-value
BMI (kg/m ²)	23.1±2.7	23.7±2.7	NS
SBP (mmHg)	119±11	113±12	NS
DBP (mmHg)	79±9	79±9	NS
Fasting glucose (mg/dL)	86±9	90±10	NS
Total cholesterol (mg/dL)	186±33	206±35	NS
LDL cholesterol (mg/dL)	109±30	121±32	NS
HDL cholesterol (mg/dL)	53±13	55±13	NS
Triglyceride (mg/dL)	118±74	148±95	NS
Uric acid (mg/dL)	5.4±1.3	5.5±1.4	NS
WBC (×10 ³ /mm ³)	6.06±1.54	5.88±1.51	NS
Albumin (g/dL)	4.7±0.2	4.4±0.2	NS
BUN (mg/dL)	14.4±3.5	14.3±3.3	NS
Creatinine (mg/dL)	1.02±0.15	1.07±0.15	NS
Calculated GFR (mL/min/1.73 m ²)	82.1±9.9	76.1±9.2	<0.05

Data presented as mean±SD.

Abbreviations: BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; WBC, white blood cell; BUN, blood urea nitrogen; GFR, glomerular filtration rate.

판정하였다.

결 과

1. 임상적 특징

1997년과 5년 후인 2002년에 추적 건강검진을 받은 5,048명 수검자 중 당뇨병, 고혈압, 심혈관 질환, 신장기능 장애, 요검사의 이상, 신기능 부전, 기타 중증의 질환이 있는 1,120명을 제외한 3,928명을 대상으로 하였다. 제외한 원인으로 당뇨병은 147명(전체 수검자의 2.9%), 고혈압은 542명(10.7%), 당뇨병과 고혈압 동시에 가진 사람은 58명(1.1%)이었다. 심혈관 질환은 44명(0.8%), 신장-비뇨기계 과거력은 187명(3.7%), 요검사 이상은 245명(4.9%), 신기능 부전은 37명(0.7%)이었다.

대상 수검자 3,928명의 임상적 특징을 보면, 남자 2,955명, 여자 973명이었고, 평균 연령은 2002년 기준으로 남자 43±5세, 여자 42±7세이었다. 1997년과 2002년에 시행한 검사소견은 큰 차이는 보이지 않았다($p>0.05$)(표 1).

2. 연령증가에 따른 사구체 여과율의 감소

대상 수검자의 평균 사구체 여과율은 MDRD 공식에 의하여 1997년에 82.2±9.7 mL/min/1.73 m²이었고, 2002년에 76.2±9.1 mL/min/1.73 m²이었다. 5년 동안 평균 6.0

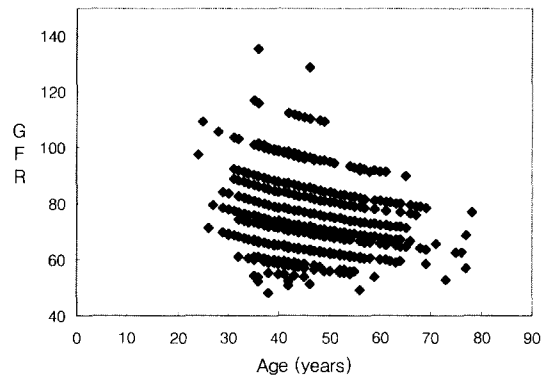


Figure 1. Calculated glomerular filtration rate (GFR) according to age in 2002 year

mL/min/1.73 m² 감소되어, 사구체 여과율이 연평균 1.2 mL/min/1.73 m²/year 속도로 감소됨을 추측할 수 있었다(표 1, 그림 1). 연령대 별로 혈청 크레아티닌은 차이가 없으나, 계산된 사구체 여과율은 연령대가 증가할 수록 뚜렷히 감소함을 알 수 있었다(표 2).

3. 사구체 여과율 변화와 흡연과의 관계

여자는 수검자 973명 중 비흡연자가 920명(94.5%)로 대다수를 차지해 결과 해석에 영향을 줄 것으로 고려되

Table 2. Calculated glomerular filtration rate (GFR) according to sex and age in 2002 year

Age	Subject	Men			Subject	Women		
		Creatinine (mg/dL)	BUN (mg/dL)	calculated GFR		Creatinine (mg/dL)	BUN (mg/dL)	calculated GFR
20-29	3	1.03±0.05	11.7±4.6	97±13	9	0.91±0.09	12.4±2.8	99±11
30-39	577	1.13±0.12	14.4±3.0	79±10	371	0.89±0.90	12.8±3.0	77±9
40-49	2115	1.13±0.11	14.7±3.3	77±9	477	0.90±0.90	12.8±2.9	74±9
50-59	191	1.12±0.11	15.6±3.4	74±8	88	0.91±0.10	14.9±3.7	70±8
60-69	64	1.10±0.10	16.3±3.7	73±8	26	0.90±0.07	16.2±4.8	67±6
70-79	5	1.18±0.15	16.6±4.4	65±9	2	0.95±0.07	13.5±6.4	61±6
Total	2955	1.13±0.11	14.7±3.3	77±9	973	0.90±0.09	13.1±3.2	75±9

Data presented as mean±SD and calculated GFR (mL/min/1.73 m²).

어 제외하였다. 남자 2,955명을 대상으로 분석한 결과 비 흡연군은 699명, 금연군은 1,031명, 흡연군은 1,215명으로 조사되었다. 사구체 여과율은 비흡연군에서 5.0±9.5 mL/min/1.73 m² 감소하였고, 금연군에서 5.1±9.0 mL/min/1.73 m², 흡연군에서 5.2±9.1 mL/min/1.73 m²로 더욱 감소하였지만, 통계적인 유의성은 보이지 않았다. 흡연의 양과 기간에 따라서 사구체 여과율의 감소는 증가하였으나, 통계적인 유의성은 없었다($p>0.05$)(표 3).

4. 사구체 여과율 변화와 체중 질량지수와와의 관계

대상 수검자 중에서 체중 질량지수 25 kg/m² 이상인

비만군은 1,244명이었고, 25 kg/m² 미만인 정상군은 2,684명이었다. 사구체 여과율의 감소는 비만군이 6.4±9.6 mL/min/1.73 m²로 정상군 5.7±9.2 mL/min/1.73 m²보다 더 감소하였으나, 통계적 유의성은 보이지 않았다($p=0.057$)(표 4).

고 찰

연령증가에 따라서 신장은 서서히 기능적, 구조적 변화를 가져오게 된다. 생리학적으로 여러 호르몬의 반응과 활동성에 변화가 일어난다. 전신의 renin-angiotensin system (RAS)의 감소를 초래하지만, 국소적인 신장조

Table 3. The change of calculated glomerular filtration rate (GFR) according to smoking

	Subjects	GFR change (mL/min/1.73 m ²)	p-value
Non-smoker	699	5.0±9.5	0.84
Previous smoker	1031	5.1±9.0	
Present smoker	1215	5.2±9.1	
Smoking amount	Subjects	GFR change (mL/min/1.73 m ²)	p-value
<0.5 pack/day	709	4.8±8.5	0.87
0.5~ <1 pack/day	361	5.0±9.5	
1~ <2 pack/day	1344	5.1±9.3	
≥2 pack/day	541	5.3±9.1	
Smoking duration	Subjects	GFR change (mL/min/1.73 m ²)	p-value
<5 yr.	136	4.7±8.7	0.76
5~ <10 yr.	376	5.1±8.1	
10~ <20 yr.	869	5.3±9.0	
20~ <30 yr.	786	5.4±9.3	
≥30 yr.	79	5.4±9.4	

Table 4. The change of calculated glomerular filtration rate (GFR) according to the body mass index (BMI)

	BMI < 25 kg/m ²	BMI ≥ 25 kg/m ²	p-value
Number	2684	1244	
Age (years)	42±6	43±6	
male/female	1842/799	1084/137	
SBP (mmHg)	112±12	116±11	0.001
DBP (mmHg)	73±9	76±9	0.001
Fasting Glucose (mg/dL)	89±9	93±10	0.001
Total cholesterol (mg/dL)	202±34	211±35	0.001
LDL cholesterol (mg/dL)	119±32	126±33	0.001
HDL cholesterol (mg/dL)	57±14	50±11	0.001
Triglyceride (mg/dL)	132±80	185±113	0.001
Uric acid (mg/dL)	5.3±1.4	6.0±1.3	0.001
WBC (×10 ³ /mm ³)	5.88±1.52	5.90±1.51	0.759
BUN (mg/dL)	14.1±3.3	14.7±3.4	0.001
Creatinine (mg/dL)	1.05±0.15	1.12±0.13	0.001
GFR change (mL/min/1.73 m ²)	5.7±9.2	6.4±9.6	0.057

Data presented as mean ± SD.

Abbreviations: SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; WBC, white blood cell; BUN, blood urea nitrogen.

직내의 RAS는 오히려 더 증가하고¹¹⁾, prostaglandin과 nitric oxide는 감소된다. 또한 metalloproteinase의 감소¹²⁾, 산화 스트레스¹³⁾, advanced glycation end product의 축적¹⁴⁾, 혈관 내피세포의 이상¹⁵⁾ 등에 의하여 신장 기능이 변화한다. 이에 신피질은 위축되며, 혈관, 간질은 섬유화가 일어나고, 사구체의 기저막은 비후되고, 사구체 경화가 일어난다. 이 가운데 사구체 여과율의 감소가 연령에 따른 가장 중요한 변화이다. 나이가 들면서 신장의 기능이 서서히 감소하며, 당뇨병, 고혈압, 다른 신질환이 동반되면 만성 신부전으로 진행하기도 한다.

사구체 여과율은 30세 전후에 최고로 증가하고, 이후로는 매년 0.8~1.0 mL/min/1.73 m²씩 감소한다^{4, 5)}. 임상적으로 신기능 평가에는 혈청 크레아티닌 농도를 측정하지만, 혈청 크레아티닌은 성별, 연령, 체중에 영향을 받고, 신기능이 감소하면 세뇨관에서 크레아티닌의 분비가 증가하여 신기능을 정확히 나타낼 수 없다. 따라서 단순히 혈청 크레아티닌 농도를 측정하는 것보다 사구체 여과율을 계산하여 신기능을 평가하는 것이 정확하다. 본 연구와 같이 대규모 대상군에서는 MDRD 공식이나 Cockcroft-Gault 공식을 이용하는 것이 간편하며, 경제적이고, 반복 측정이 용이하다^{16, 18)}. 최근 Lin 등¹⁹⁾은 건강한 사람의 사구체 여과율을 측정하는데 있어 MDRD

공식이 Cockcroft-Gault 공식보다 더 간결하고 정확하다고 보고하였다. 본 연구에서는 MDRD 공식을 사용하여 사구체 여과율을 평가하였다. 정상인을 대상으로 inulin 청소율로 사구체 여과율을 구하면 30대 남자는 116±23 mL/min/1.73 m²이고, 30대 여자는 107±21 mL/min/1.73 m²이고, 이후 연령이 증가면서 감소하여, 70대 남자는 70±14 mL/min/1.73 m²이고, 70대 여자는 64±13 mL/min/1.73 m²이다⁵⁾. 아직 우리나라에서는 연령에 따른 성인의 사구체 여과율에 대한 보고는 많지 않다. 본 연구에서 우리나라의 계산된 사구체 여과율은 30대 남자는 79±10 mL/min/1.73 m²이고, 30대 여자는 77±11 mL/min/1.73 m²이며, 70대 남자는 65±9 mL/min/1.73 m²이고, 70대 여자는 61±6 mL/min/1.73 m²이었다. 본 연구에서 젊은 인구에서 사구체 여과율이 많이 낮은 이유는 MDRD 공식이 젊은 연령에서 사구체 여과율을 낮게 계산하기 때문으로 생각된다. MDRD 공식은 고령인구에서 사구체 여과율을 잘 반영하는 것으로 추정된다. 또한 사구체 여과율의 변화는 5년 기간동안 평균 6.0 mL/min/1.73 m² 정도로 감소되어, 사구체 여과율이 연평균 1.2 mL/min/1.73 m²/yr 속도로 감소되어, 사구체 여과율의 변화에 연령이 중요함을 알 수 있었다.

만성 신질환은 K/DOQI의 정의에 의하면 3개월 이상

신손상 소견이 지속되었거나, 사구체 여과율이 60 mL/min/1.73 m² 이하로 감소되는 것으로 정의하였다⁵⁾. 만성 신질환은 말기 신부전으로 진행할 수 있어 조기 진단과 치료가 중요하다. 생활습관과 관련된 흡연과 비만은 기존의 당뇨병성 신증, 사구체 질환을 악화 시킬 뿐 아니라, 최근 들어서 당뇨병, 고혈압, 신질환이 없는 사람에게 있어서도 비만^{6,7)}, 흡연^{8,10)}이 독립적으로 신기능 부전을 일으킨다는 보고가 있다. 그러나 아직 건강한 사람에게 흡연과 비만이 신장기능 감소를 일으키는 증거는 부족하다.

흡연은 주요 성분인 니코틴의 급성효과로 교감신경을 자극하고, 혈중 카테콜아민의 농도를 증가시켜 혈압을 올리고, 신혈관의 저항을 증가시켜 사구체 여과율을 15% 정도 감소시킨다²⁰⁾. 또한 만성적으로는 혈중 endothelin 농도의 증가, nitric oxide 감소, 동맥경화 등을 초래하여 비흡연자에 비해 신장 혈류량을 감소시킨다²⁰⁾. 이러한 흡연은 당뇨병 신증 환자에서 신손상을 악화시킨다²¹⁾. 본 연구에서 평균 사구체 여과율은 비흡연군에서 5년 동안 5.0±9.5 mL/min/1.73 m² 감소하였고, 금연군에서 5.1±9.0 mL/min/1.73 m², 흡연군에서 5.2±9.1 mL/min/1.73 m²로 더욱 감소하였지만, 통계적인 유의성은 보이지 않았다. 흡연의 양이 많고, 기간이 길수록 사구체 여과율이 더욱 감소하는 경향을 보였으나, 통계학적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 본 연구의 대상이 주로 40대 초반 남자여서 흡연 기간이 길지 않고, 추적기간이 5년으로 다소 짧기 때문인 것으로 추정된다.

비만은 교감 신경계와 RAS의 활성화, leptin의 증가, 세뇨관의 염분 흡수의 증가, 신장주위의 지방 축적으로 신장기능을 악화시킨다^{22,23)}. 초기에는 신장 혈관의 확장으로 사구체 여과율은 증가하지만, 만성적으로 사구체내 혈압이 증가하고, 사구체 벽의 스트레스로 작용하여 사구체 경화를 유발시킨다^{24,25)}. 과체중의 신장병 환자에서 체중 감소가 단백뇨를 감소시킨다는 보고가 있어서, 비만 치료가 신기능을 보호할 수 있음을 보여준다²⁶⁾. 본 연구에서는 비만을 체질량 지수 25 kg/m² 기준으로 구분하였을 때 사구체 여과율의 감소는 비만군에서 6.4±9.6 mL/min/1.73 m²로 정상군의 5.7±9.2 mL/min/1.73 m²보다 더욱 감소하였으나, 통계적 유의성은 보이지 않았다. 그 이유는 우리나라에서는 서양에 비하여 비만의 정도가 약하고, 또한 추적기간이 5년으로 짧았기 때문으로 추정된다.

본 연구는 다음과 같은 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 5년 동안의 추적검사이지만 사구체 여과율의 변화를 보기 위해서는 더 장기간의 추적검사가 필요할 것을 생각된다. 둘째, 대상자들이 대부분 서울지역의 40대 직장남성이어서 통계적 혼돈을 줄 수 있다. 추후에 다양한 인구분포를 포함한 분석이 필요하다. 셋째, 본 연구에서 사용된 사구체 여과율 계산 공식인 MDRD 공식은 서양인을 대상으로 하여 만든 공식이므로, 추후 우리나라 사람에게 맞는 사구체 여과율 계산 공식이 필요할 것으로 생각된다. 이러한 점에도 불구하고 본 연구에서는 연령의 증가가 신기능 감소에 중요한 요인이며, 흡연과 비만이 신기능을 더 감소시킨다는 경향을 보여주었다. 추후에 더 많은 수를 대상으로 장기간 추적관찰이 필요할 것으로 생각된다.

요 약

목적 : 신장은 연령이 증가함에 따라서 기능이 감소한다. 최근 들어서 흡연과 비만이 기존의 신질환이 있는 환자에서 신기능을 악화 시킬 뿐 아니라, 신질환이 없는 정상인에서도 독립적으로 신기능을 악화시킬 수 있다는 보고가 있으나, 정상인에서 추적관찰한 보고는 드물다. 저자들은 정상 성인을 대상으로 5년 후 추적검사를 통하여 사구체 여과율의 변화를 알아보고, 흡연과 비만이 사구체 여과율에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

방법 : 1997년과 2002년에 건강진단을 시행한 수검자 중 당뇨병, 고혈압, 신질환 등이 있는 환자를 제외한 3,928명(평균연령 42±5세, 남자 2,955명, 여자 973명)을 대상으로 하였다. 수검자에게서 Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) 공식(= 186×(Scr)^{1.154}×(age)^{0.203}×(0.742, 여성인 경우))을 이용하여 사구체 여과율을 구하였고, 흡연과 비만이 어떤 영향을 주는 지 분석하였다.

결과 : 5년 동안 계산된 사구체 여과율의 변화는 1997년 82.2±9.7 mL/min/1.73 m², 2002년 76.2±9.1 mL/min/1.73 m²로 평균 6.0 mL/min/1.73 m² 감소되어, 연령군 1.2 mL/min/1.73 m² 감소되었다. 성인 남자 2,955명을 대상으로 사구체 여과율은 5년간 흡연군은 5.2±9.1 mL/min/1.73 m² 감소하였고, 금연군은 5.1±8.9 mL/min/1.73 m², 비흡연군은 5.0±9.5 mL/min/1.73 m²로 흡연에 따라서 더욱 감소하였으나, 통계학적 의미는 없었다(*p*>0.05). 흡연의 양과 기간에 비례하여 사구체 여과율은 감소하

는 추세였으나, 통계학적 의미는 없었다. 사구체 여과율의 감소는 비만군에서 $6.4 \pm 9.6 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ 로 정상군의 $5.7 \pm 9.2 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ 보다 더 감소하였으나, 통계적 유의성은 보이지 않았다($p=0.057$).

결론 : 5년 동안 계산된 사구체 여과율은 $1.2 \text{ mL/min/1.73 m}^2/\text{yr}$ 감소하여, 연령이 사구체 여과율의 감소에 중요한 요소임을 알 수 있었다. 흡연과 비만에 따라서 사구체 여과율이 더 감소하는 추세를 보여주었다. 앞으로 더 많은 대상으로 장기간의 추적관찰이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Baylis C, Corman B. *The aging kidney: insights from experimental studies. J Am Soc Nephrol* 9:699-709, 1998
- 2) Rodriguez-Puyol D. *The aging kidney. Kidney Int* 54:2247-2265, 1998
- 3) Epstein M. *Aging and the kidney. J Am Soc Nephrol* 7:1106-1122, 1996
- 4) Lindeman RD, Tobin J, Shock NW. *Longitudinal studies on the rate of decline in renal function with age. J Am Geriatr Soc* 33:278-285, 1985
- 5) National Kidney Foundation. *K/DOQI clinical practice guideline for chronic kidney disease: evaluation, classification and stratification. Am J Kidney Dis* 39:S1-S266, 2002
- 6) Briganti EM, Branley P, Chadban SJ, Shaw JE, McNeil JJ, Welborn TA, Atkins RC. *Smoking is associated with renal impairment and proteinuria in the normal population. Am J Kidney Dis* 40:704-712, 2002
- 7) Tozawa M, Iseki K, Iseki C, Oshiro S, Ikemiya Y, Takishita S. *Influence of smoking and obesity on the development of proteinuria. Kidney Int* 62:956-962, 2002
- 8) Praga M, Hernandez E, Herrero JC, Morales E, Revilla Y, Diaz-Gonzalez R, Rodicio JL. *Influence of obesity on the appearance of proteinuria and renal insufficiency after unilateral nephrectomy. Kidney Int* 58:2111-2118, 2000
- 9) Pinto-Sietsma SJ, Navis G, Janssen WM, de Zeeuw D, Gans RO, de Jong PE. *A central body fat distribution is related to renal function impairment, even in lean subjects. Am J Kidney Dis* 41:733-741, 2003
- 10) 서정열, 정수석, 김향, 이규백. 고령인구에서 신기능 부전의 유병률과 위험인자. *대한신장학회지* 23:75-81, 2004
- 11) Thompson MM, Oyama TT, Kelly FJ, Kenefick TM, Anderson S. *Activity and responsiveness of the renin-angiotensin system in the aging rat. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 279:R1787-R1794, 2000
- 12) Lenz O, Elliot SJ, Stetler-Stevenson WG. *Matrix metalloproteinases in renal development and disease. J Am Soc Nephrol* 11:574-581, 2000
- 13) Melk A, Halloran PF. *Cell senescence and its implication for nephrology. J Am Soc Nephrol* 12:385-393, 2001
- 14) Teillet L, Verbeke P, Gouraud S, Bakala H, Borot-Laloi C, Heudes D, Bruneval P, Corman B. *Food restriction prevents advanced glycation end product accumulation and retards kidney aging in lean rats. J Am Soc Nephrol* 11:1488-1497, 2000
- 15) Kang DH, Anderson S, Kim YG, Mazzalli M, Suga SI, Jefferson JA, Gordon KL, Oyama TT, Hughes J, Hugo C, Kerjaschki D, Schreiner GF, Johnson RJ. *Impaired angiogenesis in the aging kidney: vascular endothelial growth factor and thrombospondin-1 in renal disease. Am J Kidney Dis* 37:601-611, 2001
- 16) Levey AS, Bosch JP, Lewis JB, Greene T, Rogers N, Roth D. *A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Ann Intern Med* 130:461-470, 1999
- 17) Coresh J, Astor BC, McQuillan G, Kusek J, Greene T, van Lente F, Levey AS. *Calibration and random variation of the serum creatinine assay as critical elements of using equations to estimate glomerular filtration rate. Am J Kidney Dis* 39:920-929, 2002
- 18) Levey AS, Greene T, Kusek JW, Beck GJ. *A simplified equation to predict glomerular filtration rate from serum creatinine. J Am Soc Nephrol* 11:A0828, 2000
- 19) Lin J, Knight EL, Hogan ML, Singh AK. *A comparison of prediction equations for estimating glomerular filtration rate in adults without kidney disease. J Am Soc Nephrol* 14:2573-2580, 2003
- 20) Orth SR. *Smoking and the kidney. J Am Soc Nephrol* 13:1663-1672, 2002
- 21) Baggio B, Budakovic A, Dalla Vestra M, Saller A, Bruseghin M, Fioretto P. *Effects of cigarette smoking on glomerular structure and function in type 2 diabetic patients. J Am Soc Nephrol* 13:2730-2736, 2002
- 22) Hall JE, Brands MW, Henegar JR, Shek EW. *Abnormal kidney function as a cause and a consequence of obesity hypertension. Clin Exp Pharmacol Physiol* 25:58-64, 1998
- 23) Hall JE, Crook ED, Jones DW, Wofford MR, Dubbert

- PM. *Mechanisms of obesity-associated cardiovascular and renal disease. Am J Med Sci* 324:127-137, 2002
- 24) Kambham N, Markowitz GS, Valeri AM, Lin J, D'Agati VD. *Obesity-related glomerulopathy: an emerging epidemic. Kidney Int* 59:1498-1509, 2001
- 25) Henegar JR, Bigler SA, Henegar LK, Tyagi SC, Hall JE. *Functional and structural changes in the kidney in the early stages of obesity. J Am Soc Nephrol* 12:1211-1217, 2001
- 26) Morales E, Valero MA, Leon M, Hernandez E, Praga M. *Beneficial effects of weight loss in overweight patients with chronic proteinuric nephropathies. Am J Kidney Dis* 41:319-327, 2003