

Analysis of Risk Factors in Health Examination Patient with Coronary artery Calcification and Carotid Arteriosclerosis

Jin-Hee Kim^{1,2}, Seo-Won Choo², Jong-Nam Song^{2,*}

¹Cheomdan Medicare Clinic

²Department of Radiology, Dongshin University

Received: November 10, 2024. Revised: December 27, 2024. Accepted: December 31, 2024.

ABSTRACT

Coronary artery calcification scores using multi-detector computed tomography and carotid ultrasound are widely used as tests for the early detection and prevention of cardiovascular diseases. This study examined the relationship between coronary artery calcification scores and arteriosclerosis and risk factors seen in carotid ultrasound examinations to provide basic data for the early diagnosis of cardiovascular diseases. A total of 321 examinees who visited the Health Screening Center of C Hospital in Gwangju City from January 2023 to August 2024 were retrospectively analyzed, and the results of risk factors such as age, sex, blood pressure, body mass index, total cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein cholesterol, serum creatinine, glomerular filtration rate, glycated hemoglobin, fasting blood sugar, and smoking status, as well as coronary artery calcification scores and carotid ultrasound examination results, were used. As a result of the study, coronary artery calcification and carotid artery sclerotic plaques showed a correlation of $r=0.409(p<0.001)$. The group with both coronary artery calcification and carotid artery atherosclerotic plaque was found to have a higher average age and higher levels of glycated hemoglobin and fasting blood sugar compared to the group without both, and as a result of multiple logistic regression analysis with risk factors, glycated hemoglobin levels If is abnormal, the odds ratio of coronary artery calcification and carotid artery sclerosis appearing simultaneously increases by about 2.754 times ($p=0.002$). Therefore, age, fasting blood sugar, and glycated hemoglobin are considered risk factors that have a significant impact on arteriosclerosis, and their use is expected to be helpful in early detection and prevention of cardiovascular and cerebrovascular diseases.

Keywords: Coronary Artery Calcium Score, Carotid Ultrasonography, Atherosclerosis

I. INTRODUCTION

통계청의 2022년 사망 원인 순위에 의하면 심장 질환으로 인한 사망자는 암으로 인한 사망률에 이어 두 번째로 높은 인구 10만 명당 65.8명이었고 뇌혈관 질환으로 인한 사망자수는 인구 10만 명당 49.6명이었다^[1]. 심장 질환과 뇌혈관 질환으로 인한 사망자수는 최근 10년간 지속적으로 증가하였고 이로 인하여 심, 뇌혈관계 질환 관리의 필요성이 높아지고 있다^[2]. 경제 성장으로 인한 식생활의 서

구화는 혈액 내 콜레스테롤 수치를 높이고 고혈압, 동맥경화, 관상동맥 질환 등 심, 뇌혈관 질환의 발병률을 높이고 있다^[3].

심, 뇌혈관 질환의 중요한 원인으로 알려져 있는 죽상동맥경화증(Atherosclerosis)은 동맥 내 지방 같은 물질이 축적되어 판(Plaque)을 형성하고 동맥의 혈류 흐름을 차단하게 되는 것으로 이들 질환의 예후에도 중요한 영향을 미치므로 조기에 죽상동맥경화증을 발견하는 것이 중요하다^[4-6]. 다중 절편 컴퓨터 단층촬영(MDCT; Multi Detector Computed

* Corresponding Author: Jong-Nam Song

E-mail: sjn119@hanmail.net

Tel: +82-61-330-3576

Tomography)을 이용한 관상동맥 석회화수치(CACS; Coronary Artery Calcium Score)와 경동맥 초음파 검사는 죽상동맥경화증을 조기에 발견하기 위한 검사로 널리 이용되고 있다. 경동맥 초음파 검사는 무증상 죽상동맥경화증 환자의 심, 뇌혈관 질환 예측에 도움을 주며^[7,8] MDCT를 이용한 CACS는 동맥경화의 알려진 지표로 이용되고 있다^[9].

이러한 경동맥과 관상동맥의 죽상동맥경화증의 상관관계를 입증하기 위하여 Allison 등^[10]은 CT검사를 이용하여 죽상동맥경화증을 평가하였고 그 결과 연령 및 고혈압이 주요 위험 요인으로 나타났으며, 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반의 상관관계를 입증하였다. 관상동맥과 경동맥의 죽상동맥경화증의 위험인자를 평가한 연구들도 꾸준히 진행되어 왔다. Park 등^[11]은 관상동맥 석회화와 혈액인자의 상관관계를 분석한 결과 허리둘레와 공복혈당, 중성지방이 비정상인 경우 석회화 발생위험도가 증가하였고($p < 0.05$), Jung 등^[12]의 연구에 따르면 대사증후군이 있는 경우 관상동맥 석회화의 유병률이 높았다고 한다. Park 등^[13]은 경동맥 초음파 검사 상 죽상동맥경화증을 가진 환자의 위험 인자를 알아보고, 죽상경화반의 발현 가능성은 60세 이상의 연령에서 7.53배, 허리둘레 69 cm 이상에서 3.97배, 공복 혈당이 94 mg/dL 이상인 경우 2.02배 증가하였다.

이처럼 기존의 연구들로 관상동맥과 경동맥의 죽상동맥경화증의 상관관계가 입증되었으나 이들의 위험인자는 각각 평가되었었다. 이에 본 연구에서는 동일한 날짜에 MDCT를 이용한 CACS와 경동맥 초음파 검사를 시행한 환자들의 결과를 후향적으로 분석하여 관상동맥 석회화와 경동맥 죽상경화반의 상관관계를 알아보고, 관상동맥과 경동맥의 죽상동맥경화증을 동반한 경우를 나이, 성별, 체질량지수와 혈압, 흡연 유무, 혈액 검사 결과를 포함한 위험인자와의 관련성을 분석하였다.

본 연구에서는 CACS와 경동맥 초음파 검사 결과 죽상동맥경화증 소견을 보이는 경우의 위험인자를 연구하여 심, 뇌혈관계 질환의 조기 진단을 위한 기초 자료를 마련하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 2023년 1월부터 2024년 8월까지 건강검진을 위해 광주지역 c 의원 건강검진 센터를 방문한 수검자들을 대상으로 하였다. 대상자는 총 321명으로 이 중 남자는 218명 여자는 103명이었다. 전자차트(EMR; Electronic Medical Record)에 저장된 문진 기록지와 혈액 검사의 결과지를 참조하였고, 의료영상 저장 전송 시스템(PACS; Picture Archiving Communication System)에 저장된 CACS와 경동맥 초음파 영상을 이용하여 검사결과를 후향적으로 분석하였다.

본 연구는 D 대학교의 기관생명윤리위원회의 심의면제 승인(1040708-202409-BM-027)을 받은 후에 진행되었다.

2. 연구방법

2.1. 신체 측정 및 혈압측정

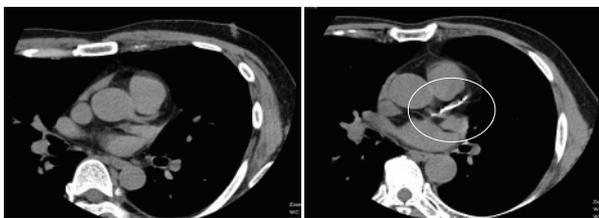
신체 측정은 수검자가 검진용 가운을 착용한 상태에서 자동신장측정기 BSM330 (InBody, Korea)을 사용하여 키와 체중을 측정하였다. 측정된 키와 체중을 이용하여 체질량지수 (BMI; Body Mass Index)를 계산하였으며 대한비만학회의 비만진료지침을 참고하여 저체중은 18.5 kg/m^2 미만, 정상체중은 18.5 kg/m^2 이상에서 23 kg/m^2 미만, 과체중 23 kg/m^2 이상에서 25 kg/m^2 미만으로 보았으며 25 kg/m^2 이상은 비만으로 분류하였다^[14].

혈압은 충분한 안정을 취한 상태로 팔을 심장 높이에 두고 자동혈압계 BP BIO320 (InBody, Korea)을 이용하여 측정하였고, 대한고혈압학회의 진료지침에 따라 수축기 혈압이 140 mmHg 이상이거나 이완기 혈압이 90 mmHg 이상인 경우를 고혈압으로 분류하였다^[15].

2.2. 관상동맥 석회화수치 측정

관상동맥 석회화수치 측정을 위한 검사장비는 64-slice MDCT (Revolution EVO, GE, Japan)를 사용하였다. 관전압 100 kVp, 관전류 320 mA, Slice

width 2.5 mm, Interval 20 mm를 이용하였고, 환자는 바로 누운 상태로 양팔을 올리고 Scout영상을 촬영한 후 주폐동맥 하연부터 횡격막까지 촬영범위를 지정하여 영상을 획득하였고 Fig. 1과 같다. 획득한 영상은 Agatston method를 기준으로 관상동맥 석회화가 130 HU(HU; Hounsfield Unit) 이상인 부분을 측정하여 수치가 계산되었다. 측정된 관상동맥 석회화점수는 석회화가 없는 0점, 1점과 10점 사이(Minimal Identifiable Calcification), 11점과 100점 사이(Mild Calcification), 101점과 400점 사이(Moderate Calcification), 400점 이상(Severe Calcification)으로 총 5단계로 분류하였다^[16].



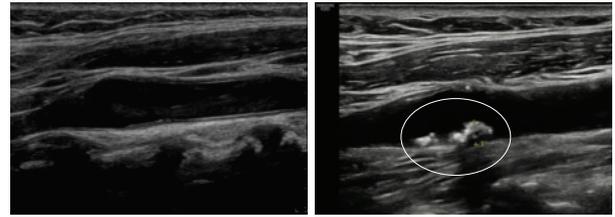
(a) Normal coronary artery (b) Coronary artery calcification

Fig. 1. Coronary calcium score CT.

2.3. 경동맥 초음파 측정

경동맥 초음파는 삼성 메디슨사의 RS85 prestige (Samsung Medison Company, Limited, Korea)와 2 - 14 MHz 선형탐촉자(Linear probe, LA2-14A, Samsung Medison Company, Limited, Korea)를 이용하여, 미국 진단 초음파 협회(ARDMS; American Registry Diagnostic Medical sonography)의 자격증과 초음파 전문 방사선사 자격증을 취득한 방사선사가 영상의학과 전문의의 지도하에 시행하였다.

경동맥 초음파의 측정은 경부혈관초음파 표준검사지침을 참고하여 내중막 두께는 종단면의 원위벽에서 측정하였다. 양측 경동맥 내중막 두께의 평균값과 최대값을 측정하였고, 비정상값의 영향을 적게 받는 평균값의 데이터를 활용하였다. 죽상경화반은 내중막 두께 기준 0.5 mm 또는 50% 이상 동맥 내강으로 돌출된 경우나 1.5 mm를 넘는 경우로 정의하여 내중막 두께 비후 유무와 증상경화반 유무를 측정하였고 Fig. 2와 같다^[17].



(a) Normal carotid bulb (b) Carotid atherosclerosis

Fig. 2. Carotid ultrasound image.

2.4. 혈액검사 측정

8시간 이상 금식 후 내원 하여 정맥혈을 채취한 후 혈액화학분석기(Cobas c311, ROCHE)를 이용하여 총 콜레스테롤, 고밀도 지단백질(HDL; High Density Lipoprotein)콜레스테롤, 중성지방(TG; Triglyceride), 저밀도 지단백질(LDL; Low Density Lipoprotein)콜레스테롤, 혈청 크레아티닌, 신사구체여과율과 공복혈당(FBS; Fasting Blood Sugar)을 측정하였다. 당화혈색소(HbA1C)는 진단검사기기(AFINION, Abbott)를 이용하여 측정하였다. 한국지질동맥경화학회의 이상지질혈증 진료지침을 참조하여 총 콜레스테롤 200 mg/dL미만, 고밀도 지단백질(HDL) 콜레스테롤 40 mg/dL이상, 중성지방 150 mg/dL미만, 저밀도 지단백질(LDL)콜레스테롤 130 mg/dL미만을 정상 범위로 설정하였다^[18]. 혈청 크레아티닌수치는 0.5 - 1.4 mg/dL, 신사구체여과율은 90ml/min 이상을 정상 범위로 설정하였다.

3. 통계 분석 방법

자료 분석은 SPSS Window Version 27 (SPSS INC, Chicago, IL, USA)을 이용하였고 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 정의하였다. 연속형 변수는 평균값 \pm 표준편차로 기술하였다. 모든 변수는 정규성을 만족하였으며 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반의 상관관계는 Pearson분석을 시행하였다. 카이제곱 검정(Chi-squared test)을 실시하여 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반과의 교차분석을 하였고 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반의 유무에 따라 그룹화한 데이터로 죽상동맥 경화증의 위험인자들과의 평가를 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)과 로지스틱회귀분석을 시행하였다.

III. RESULT

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 남성 218명 여성 103명으로 총 321명이었으며 평균 연령은 56.8세였다. 평균 체질량지수는 24.72 kg/m²이었으며 평균 혈압은 수축기 125.55 mmHg 이완기 74.5 mmHg이었다. 당화혈색소(Hgb A1C)는 평균 6.02 mg/dL이었으며, 총콜레스테롤은 평균 190.58 mg/dL, 고밀도지단백콜레스테롤과 중성지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤의 평균은 각각 57.5 mg/dL, 125.89 mg/dL, 108.15 mg/dL이었다. 혈청크레아티닌의 평균은 0.81 mg/dL이었고 신사구체 여과율 평균은 96.87 mL/min이었다. 공복혈당은 평균 113.41 mg/dL이었으며 흡연 유무는 149명(46.4%)이 흡연을 현재 하고 있거나 과거에 했었다고 응답하였고 172명(5.36%)이 흡연 경험이 없다고 하였다. 연구대상자의 일반적 특성의 최소값과 최대값, 평균과 표준오차는 Table 1과 같다.

Table 1. Baseline characteristics of patients (N=321)

Variables	Average (± SD)	
Age (years)	56.82 ± 9.4	
BMI ^a (kg/m ²)	24.72 ± 3.58	
Systolic BP ^b (mmHg)	120.55 ± 11.98	
Diastolic BP ^c (mmHg)	74.5 ± 9.18	
HbA1C ^d (mg/dL)	6.02 ± 1	
Total Cholesterol ^e (mg/dL)	190 ± 41	
HDL Cholesterol ^e (mg/dL)	57.5 ± 14.7	
TG ^f (mg/dL)	125.89 ± 72	
LDL Cholesterol ^g (mg/dL)	108 ± 39	
Creatine (mg/dL)	0.8 ± 0.17	
eGFR ^h (mL/min)	96.87 ± 16.44	
FBS ⁱ (mg/dL)	113.41 ± 32.6	
Gender	Male	Female
	218 (67.9%)	103 (32.1%)
Smoking	Yes	No
	149 (46.6%)	172 (53.6%)

^aBMI: body mass index, ^bSystolic BP: systolic blood pressure, ^cDiastolic BP: diastolic blood pressure, ^dHbA1C: glycated hemoglobin, ^eHDL cholesterol: high-density lipoprotein cholesterol, ^fTG: triglyceride, ^gLDL cholesterol: low-density lipoprotein cholesterol, ^heGFR: estimated glomerular filtration rate, ⁱFBS: fasting blood sugar

2. 관상동맥석회화와 경동맥 죽상경화반의 분석

2.1. CACS와 경동맥 죽상경화반의 상관관계

CACS와 경동맥 죽상경화반 유무를 Pearson 상관분석을 실시하여 두 변수 간의 상관관계를 알아보았다. 그 결과 Table 2와 같이 CACS와 경동맥 경화반의 상관관계수 r=0.409로 중등도의 상관성을 보였으며 p<0.001로 두 변수 간의 관련성이 있었다.

Table 2. Correlation between CACS and carotid artery plaque

	CACS	Carotid plaque
CACS	1	
Carotid plaque	0.409***	1

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

2.2. CACS와 경동맥 경화반의 교차분석

CACS와 경동맥 경화반 유무를 교차분석한 결과 Table 3과 같이 CACS가 높아질수록 경동맥 경화반이 있을 확률이 높아졌다. $\chi^2=55.251$ 이었으며 p<0.001로 CACS와 경동맥 석회화 유무는 관련성이 있었다.

Table 3. Cross-analysis of CACS and carotid artery plaque (N=321)

Group	Carotid Artery Plaque		
	Absent	Present	Total
0	120 (37.4%)	48 (15%)	168 (52.3%)
1-10	17 (5.3%)	21 (6.5%)	38 (11.8%)
11-100	26 (8.1%)	44 (13.7%)	70 (21.8%)
101-400	7 (2.2%)	20 (6.2%)	27 (8.4%)
≥ 400	1 (0.3%)	17 (5.3%)	18 (5.6%)
Total	171 (53.3%)	150 (46.7%)	321 (100%)
χ^2 (p)	55.251 (<0.001)		

CACS가 0점이고 경동맥 죽상경화반이 없는 경우를 그룹 1로, CACS가 0점 이상이고 경동맥 경화반을 동반한 경우를 그룹 2로, 관상동맥 석회화반

존재하는 경우는 그룹 3으로, 경동맥 경화반만 존재하는 경우는 그룹 4로 분류하여 CACS와 교차분석을 진행해 보았다. 그 결과 전체 321명 중 120명 (37.4%)에서 죽상동맥경화증 소견이 없었고, 102명 (31.8%)에서 관상동맥 석회화를 동반한 죽상동맥경화증을 보였으며 Table 4와 같다. 카이제곱 검정 결과 $\chi^2 = 341.13$, $p < 0.001$ 로 유의하게 나타나 관상동맥 석회화 점수는 죽상동맥경화증과 관계가 있었다.

Table 4. Cross-analysis of CACS and carotid atherosclerosis

Group	Coronary calcium score					Total
	0	1-10	11-100	101-400	≥ 400	
Group 1	120 (37.4%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	120 (37.4%)
Group 2	0 (0%)	21 (6.5%)	44 (13.7%)	20 (6.2%)	17 (5.3%)	102 (31.8%)
Group 3	0 (0%)	17 (5.3%)	26 (8.1%)	7 (2.2%)	1 (0.3%)	51 (15.9%)
Group 4	48 (15%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	48 (15%)
Total	168 (52.3%)	38 (11.8%)	70 (21.8%)	27 (8.4%)	18 (5.6%)	321 (100%)
χ^2 (p)	341.136 (<0.001)					

3. 죽상동맥경화증과 위험인자와의 분석

Table 5. Comparison of Age Differences Among Atherosclerosis Groups

	N	Mean	\pm SD	Age		
				F	p	Scheffe
Group 1 ^a	120	53.9	10.18	8.317	<0.001	A Group < B Group
Group 2 ^b	102	59.94	8.46			
Group 3 ^b	51	57.75	8.04			
Group 4 ^b	48	56.48	8.55			

Table 6. Comparison of A1C Differences Among Atherosclerosis Groups

	N	Mean	\pm SD	A1C		
				F	p	Scheffe
Group 1 ^a	120	5.74	0.694	5.460	0.001	A Group < B Group
Group 2 ^b	102	6.18	1.077			
Group 3 ^b	51	6.26	0.621			
Group 4 ^b	48	6.02	1.602			

3.1. 관상동맥 석회화와 경동맥 석회화 유무에 따른 위험 인자와의 분산분석

관상동맥과 경동맥 석회화 유무에 따라 죽상동맥경화증의 위험인자의 평균의 차이가 있는지 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(One-way Anova)을 실시하였다. 그 결과, 나이와 당화혈색소, 공복혈당에서 그룹 간의 차이가 있는 것으로 나타났다.

나이의 $F=8.317$, $p < 0.001$ 으로 통계적으로 유의하게 나타났다. Scheffe test 결과 그룹 1과 그룹 2의 평균 차이가 나타났다. 관상동맥과 경동맥의 죽상동맥경화증이 있는 경우 그룹 2의 평균은 59.94세로 죽상동맥경화증이 없는 경우의 평균 53.9세 보다 상대적으로 높은 수치를 보였으며 Table 5와 같다.

당화혈색소는 $F=5.460$, $p=0.001$ 으로 통계적으로 유의하게 나타났다. Scheffe test 결과 그룹 1과 그룹 2의 평균 차이가 나타났다. 관상동맥과 경동맥의 죽상동맥 경화증이 있는 경우 평균은 6.18로 죽상동맥경화증이 없는 경우의 평균 5.74보다 상대적으로 높은 수치를 보였고 Table 6과 같다.

공복혈당은 $F=3.415$, $p=0.018$ 으로 통계적으로 유의하게 나타났다. Scheffe test 결과 관상동맥과 경동맥의 죽상동맥 경화증이 있는 그룹 1의 평균은 6.18로 죽상동맥경화증이 없는 그룹 2의 평균 5.74보다 상대적으로 높은 수치를 보였고 Table 7과 같다.

Table 7. Comparison of FBS Differences Among Atherosclerosis Groups

	N	Mean	± SD	FBS		Scheffe
				F	p	
Group 1 ^a	120	106.66	16.40	3.415	0.018	A Group < B Group
Group 2 ^b	102	120.42	35.51			
Group 3 ^b	51	113.55	21.73			
Group 4 ^b	48	115.25	32.60			

3.2. 죽상동맥경화증과 위험인자와의 다중로지스틱 회귀분석

죽상동맥경화증의 위험인자를 평가하기 위하여 관상동맥과 경동맥의 죽상동맥경화증이 있는 경우와 없는 경우로 분류하여 위험인자의 이상 유무에 따라 다중로지스틱회귀분석을 진행하였고 Table 8과 같다. 성별이 남성일 경우 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반이 동시에 나타날 확률이 여성에 비해 Odds Ratio=0.483으로 감소할 가능성이 있으나 p=0.068로 유의하지 않았다. 고혈압이 있는 경우 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반이 동시에 나타날 확률이 2.18배 증가하였으나 p=0.191로 유의하지 않았고, 공복혈당 이상이 있을 경우 1.88배 증가하였으나 p=0.065로 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 8. Multiple logistic regression analysis of atherosclerosis and risk factor

Factors	B	SE	p	OR
Male (Sex)	-0.728	0.399	0.068	0.483
Hypertension	0.783	0.599	0.191	2.187
Smoking	-0.091	0.366	0.804	0.913
Obesity	-0.161	0.313	0.607	0.851
Total Cholesterol (mg/dL)	-0.271	0.459	0.554	0.762
HDL Cholesterol ^a (mg/dL)	-0.409	0.530	0.440	0.665
Triglyceride (mg/dL)	0.142	0.421	0.736	1.152
LDL Cholesterol ^b (mg/dL)	0.212	0.479	0.658	1.236
Creatine (mg/dL)	-1.091	1.396	0.435	0.336
eGFR ^c (mL/min)	0.299	0.339	0.378	1.348
FBS ^d (mg/dL)	0.631	0.343	0.065	1.880
A1C ^e (mg/dL)	1.017	0.324	0.002*	2.764

*Statistically significant differences at p<0.05
^aHDL cholesterol: high-density lipoprotein cholesterol, ^bLDL cholesterol: low-density lipoprotein cholesterol, ^ceGFR: estimated glomerular filtration rate, ^dFBS: fasting blood sugar, ^eHbA1C: glycated hemoglobin

다른 변수들은 통계적으로 유의미한 영향을 보

이지 않았으나, 당화혈색소의 경우 P=0.002로 통계적으로 유의했고 당화혈색소 수치가 비정상인 경우 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반이 동시에 나타날 확률이 약 2.764배 증가하는 것으로 나타났다.

IV. DISCUSSION

심, 뇌혈관 질환의 조기 진단과 예방을 위하여 선별적인 검사를 위한 방법들이 지속적으로 개발되고 있다. 임상적으로 심혈관 질환이 없는 사람을 대상으로 향후 심혈관 질환의 위험도를 평가하고 위험인자를 관리하기 위한 전통적인 지침으로 프래밍햄 위험 점수(FRS; Framingham Risk Score)와 유럽 등지에서 사용하는 SCORE(Systemic Coronary Risk Evaluation) 산정법이 있다^[19,20]. FRS는 나이와 콜레스테롤 수치, 혈압, 성별, 흡연 유무와 당뇨 유무에 따른 고유 위험 점수를 부여하여 관상동맥 위험 점수를 산정하고 이를 통해 심혈관질환의 10년 발생위험도를 추정한다. 이는 비교적 오래된 연구에 기반한 것으로, 현재의 식이나 생활습관에 따른 차이가 있을 수 있으며 특히 동양인에게는 위험도가 과대평가되는 경향이 있다. FRS를 발전시킨 ASCVD(Atherosclerotic Cardiovascular Disease) 지표 또한 아시아인에게 과대평가된다고 알려져 있다^[21]. 이에 따라 전통적인 위험도 산출방식 외에도, MDCT를 이용한 CACS와 경동맥 초음파는 검사 소요시간이 짧고 비용이 저렴하며 접근성이 좋아 심, 뇌혈관 질환의 조기 진단과 예방을 목적으로 널리 이용되고 있다. 기존 연구에 따르면 CACS의 수치가 증가함에 따라 심혈관 질환의 위험도 증가하고^[22], 수치가 100이 넘는 경우 관상동맥 질환의 예측인자인 것으로 알려져 있다^[23,24]. 경동맥 초음파 검사의 내중막 두께와 죽상경화반은 심, 뇌혈관 질환의 예측인자로 이용되고 있고^[7,8], 경동맥의 죽상경화반 존재는 뇌혈관 질환을 예측하는데 CACS보다

더 나은 것으로 나타났다^[8,25].

CT검사를 이용하여 죽상동맥경화증을 평가한 Allison 등^[10]의 연구에 따르면 관상동맥의 석회화와 죽상동맥경화증은 높은 상관관계($r=0.90$)를 보였다. 본 연구에서는 CACS와 경동맥 초음파 검사를 이용하여 죽상동맥경화증의 상관관계를 분석한 결과 상관계수 $r=0.409$ ($p<0.001$)로 두 변수 간의 유의미한 양의 상관관계가 있었다. CACS와 경동맥 경화반을 교차분석한 결과 $\chi^2=55.251$, $p<0.001$ 로 CACS가 높아질수록 경동맥 경화반이 있을 확률이 높아지는 관계가 있었다.

이러한 CACS와 경동맥 초음파 검사상 죽상동맥 경화증 소견이 있는 환자들의 위험인자를 분석하기 위한 선행 연구들이 진행되었다. Song 등^[26]은 2019년 5월까지 발표된 경동맥의 죽상경화증과 관련된 논문들을 메타분석하여 59개의 논문을 분석한 결과 경동맥의 유병률은 나이에 따라 증가하며 남성에서 더 높았고, 주요 위험 인자로는 현재 흡연, 당뇨병 및 고혈압이 있었다. An 등^[27]은 경동맥 초음파 검사를 시행한 113명의 검사결과를 분석하여 위험인자와의 상관관계를 알아본 결과 허리둘레($p=0.022$), 저밀도 콜레스테롤($p=0.004$), 공복혈당 수치($p=0.019$), 당화혈색소 수치($p=0.002$)가 죽상경화증을 일으키는 예측인자로 분석되었다. Park 등^[28]은 MDCT를 이용한 CACS를 검사한 109명을 대상으로 CACS에 영향을 미치는 혈액인자를 연구한 결과 공복혈당이 정상수치가 아닐 경우 관상동맥의 석회화 발생 위험도가 1.036배 증가하였고, 중성지방이 비정상인 군에서는 위험도가 1.008배 증가하여 공복혈당과 중성지방이 관상동맥 석회화 수치에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이와 같이 기존의 선행연구들은 경동맥 경화반과 관상동맥 석회화의 위험인자를 각각 분석하였으나, 본 연구에서는 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반을 동시에 동반한 경우의 위험인자를 알아보았다. 일원배치 분산분석을 시행한 결과 나이의 $F=8.317$ ($p<0.001$), 당화혈색소의 $F=5.460$ ($p=0.001$), 공복혈당의 $F=3.415$ ($p=0.018$)로 통계적으로 유의하였고, 관상동맥 석회화와 경동맥 죽상경화반이 둘 다 있는 그룹이 둘 다 없는 그룹에 비해 평균 나이

가 높고 당화혈색소와 공복혈당의 수치가 높은 것으로 나타났다. 다중 로지스틱 회귀분석 결과 당화혈색소가 비정상인 경우 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반이 동시에 나타날 확률이 약 2.754배 증가($p=0.002$)하였다. 공복혈당과 당화혈색소는 선행 연구에서와 마찬가지로 중요한 위험인자로 나타났다.

본 연구의 결과를 바탕으로 나이의 증가에 따라 당화혈색소와 공복혈당 수치를 정상으로 관리하는 것은 심, 뇌혈관 질환을 예방하는데 도움이 될 것으로 사료되며, 당화혈색소와 공복혈당의 수치가 정상범위를 벗어나는 경우 CACS와 경동맥 초음파 검사를 통해 죽상동맥경화증을 조기에 발견하는데 도움이 될 것으로 사료된다. 본 연구는 특정 지역의 단일 의료기관의 건강검진을 시행한 결과를 바탕으로 하였기에 일반화하기에는 제한점이 있다. 또한 남성이 여성에 비해 많은 비율을 차지하여 향후 여성의 심, 뇌혈관질환의 위험인자에 대한 연구와 지역과 나이에 따른 위험인자에 대한 메타분석이 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

V. CONCLUSION

관상동맥 석회화수치 검사와 경동맥 초음파 검사는 심, 뇌혈관 질환의 조기 발견과 예방을 위한 효과적인 평가도구이다. 나이가 증가함에 따라 당화혈색소와 공복혈당에 대한 꾸준한 관리가 필요하며, 이를 통해 심, 뇌혈관 질환을 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

Reference

- [1] Statistics Korea, *Annual Report on the Causes of Death Statistics*, pp. 11, 2023. <https://kostat.go.kr/>
- [2] J. R. Lee, "Review the change of chronic disease care in korea", *Journal of korean diabetes*, Vol. 23, No. 4, pp. 251-257, 2022. <http://doi.org/10.4093/jkd.2022.23.4.251>
- [3] E. Y. Kim, H. J. Beak, "Association between Metabolic Syndrome and Macronutrient Intakes in Adults aged 50 years and older based on the 2013-2017 Korean National Health and Nutrition Examination Survey Data", *Journal of the Korean*

- Society of Food Culture, Vol. 35, No. 3, pp. 294-301, 2020.
<http://doi.org/10.7318/KJFC/2020.35.3.294>
- [4] MSD Manuals, Atherosclerosis, <https://www.msmanuals.com/professional/cardiovascular-disorders/arteriosclerosis/atherosclerosis?query=atherosclerosis>
- [5] K. Schef, P. Tornvall, J. Alfredsson, E. Hagström, A. Ravn-Fischer, S. Soderberg, T. Yndigeegn, T. Jernberg, "Prevalence of angina pectoris and association with coronary atherosclerosis in a general population", *British heart journal*, Vol. 109, No. 19, pp. 1450-1459, 2023.
<http://doi.org/10.1136/heartjnl-2023-322345>.
- [6] Y. L. Cho, D. J. Kim, H. D. Kim, S. H. Choi, S. K. Kim, H. J. Kim, C. W. Ahn, B. S. Cha, S. K. Lim, K. R. Kim, H. C. Lee, K. B. Huh, "Reference Values of Carotid Artery Intima-Media Thickness and Association with Atherosclerotic Risk Factors in Healthy Subjects in Korea", *Korean Journal of Medicine*, Vol. 64, No. 3, pp. 275-283, 2003.
<https://doi.or.kr/10.KS/JAKO200310103431134>
- [7] J. H. Stein, C. E. Korcarz, R. T. Hurst, E. Lonn, C. B. Kendall, E. R. Mohler, S. S. Narjjar, C. M. Rembold, W. S. Post, "Use of carotid ultrasound to identify subclinical vascular disease and evaluate cardiovascular disease risk: a consensus statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force. Endorsed by the Society for Vascular Medicine", *Journal of the American Society of Echocardiography*, Vol. 21, No. 2, pp. 93-111, 2008.
<http://doi.org.10.1016/j.echo.2007.11.011>
- [8] J. M. Gardin, T. M. Bartz, J. F. Polak, D. H. O'Leary, N. D. Wong, "What do carotid intima-media thickness and plaque add to the prediction of stroke and cardiovascular disease risk in older adults? The cardiovascular health study", *Journal of the American Society of Echocardiography*, Vol. 27, No. 9, pp. 998-1005, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2014.06.013>
- [9] P. Greenland, J. Abrams, G. P. Aurigemma, M. G. Bond, L. T. Clark, M. H. Criqui, "Prevention Conference V: Beyond secondary prevention: identifying the high-risk patient for primary prevention", *Journal of the American Heart Association*, Vol. 101, No. 1, pp. 16-22, 2000.
<http://doi.org/10.1161/01.cir.101.1.111>
- [10] M. A. Allison, M. H. Criqui, C. M. Wright, "Patterns and risk factors for systemic calcified atherosclerosis", *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* Vol. 24, No. 2, pp. 331-336, 2004.
<http://doi.org/10.1161/01.ATV.0000110786.02097.0c>
- [11] M. I. Park, H. C. Jang, P. K. Cho, "Effects of Blood Factors on Coronary Artery Calcification Scores", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 15, No. 3, pp. 337-344, 2021.
<http://doi.org/10.7742/jksr.2021.15.3.337>
- [12] W. J. Jung, E. J. Sung, "Metabolic Syndrome as a Predictor of Coronary Artery Calcification in Asymptomatic Korean Adults", *Korean Journal of Health Promotion*, Vol. 12, No. 4, pp. 153-162, 2012.
- [13] J. Y. Park, S. H. Yang, "Correlation Analysis of Clinical Risk Factors and Atherosclerosis Diagnosed by Carotid Artery Ultrasonography", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 17, No. 3, pp. 465-472, 2023.
<https://doi.org/10.7742/jksr.2023.17.3.465>
- [14] K. K. Kim, J. H. Haam, B. T. Kim, E. M. Kim, J. H. Park, S. Y. Rhee, E. J. Jun, E. G. Kang, G. E. Nam, H. Y. Koo, J. H. Lim, J. E. Jeong, J. H. Kim, J. W. Kim, J. H. Park, J. H. Hong, S. E. Lee, S. H. Min, S. J. Kim, S. Y. Kim, Y. H. Kim, Y. J. Lee, Y. J. Cho, Y. J. Rhie, Y. H. Kim, J. H. Kang, C. B. Lee, "Evaluation and Treatment of Obesity and Its Comorbidities: 2022 Update of Clinical Practice Guidelines for Obesity by the Korean Society for the Study of Obesity", *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, Vol. 32, No. 1, pp. 1-24, 2023. <http://doi.org/10.7570/jomes23016>
- [15] H. C. Kim, H. Lee, H. H. Lee, D. S. Son, M. S. Cho, Y. E. Seo, E. J. Kim, "Korea Hypertension Fact Sheet 2023: analysis of nationwide population-based data with a particular focus on hypertension in special populations", *Clinical Hypertens*, Vol. 30, No. 7 pp. 1-11, 2024.
<https://doi.org/10.1186/s40885-024-00262-z>
- [16] A. S. Agatston, W. R. Janowitz, F. J. Hildner, N. R. Zusmer, M. Viamonte Jr., R. Detrano, "Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography", *Journal of American college of Cardiology*, Vol. 15, No. 4, pp. 827-832,

1990. [http://doi.org/10.1016/0735-1097\(90\)90282-t](http://doi.org/10.1016/0735-1097(90)90282-t)
- [17] S. J. Lee, S. W. Yu, J. M. Hong, S. H. Ahn, S. K. Jeong, J. Y. Lee, H. W. Choi, S. I. Lee, W. K. Seo, A. H. Cho, Y. H. Hwang, H. M. Kwon, J. H. Park, T. J. Song, S. R. Han, J. S. Koo, S. U. Kwon, E. G. Kim, H. S. Nam, J. M. Park, K. Y. Lee, K. H. Jung, Y. J. Kim, S. B. Kim, H. J. Song, "Extracranial Carotid Duplex Ultrasonography. Part I - Basic Principles and Standard Examination for Carotid and Vertebral Arteries, and Jugular Veins", *Journal of Neurosonology and Neuroimaging*, Vol. 10, No. 2, pp. 47-60, 2018. <http://doi.org/10.31728/jnn.2018.00023>
- [18] Korean academy of medical sciences, *Evidence-based Recommendations for Dyslipidemia in Primary Care*, pp. 19-36, 2023.
- [19] K. M. Anderson, P. M. Odell, P. W. Wilson, W. B. Kannel, "Cardiovascular Disease Risk Profiles", *American Heart Journal*, Vol. 121, No. 1, pp. 293-298, 1991. [http://doi.org/10.1016/0002-8703\(91\)90861-B](http://doi.org/10.1016/0002-8703(91)90861-B)
- [20] G. De Backer, E. Ambrosioni, K. Borch-Johnsen, C. Brotons, R. Cifkova, J. Dallongeville, S. Ebrahim, O. Faergeman, I. Graham, G. Mancia, V. M. Cats, K. Orth-Gomer, J. Perk, K. Pyorala, J. L. Rodicio, S. Sans, V. Sansoy, U. Sechtem, S. Silber, T. Thomsen, D. Wood, "European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Third Joint Task Force of European and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in clinical practice", *European Heart Journal*, Vol. 24, No. 17, pp. 1601-1610, 2003. [http://doi.org/10.1016/S0195-668X\(03\)00347-6](http://doi.org/10.1016/S0195-668X(03)00347-6)
- [21] S. H. Jee, Y. Jang, D. J. Oh, B. H. Oh, S. H. Lee, S. W. Park, K. B. Seung, Y. Mok, K. J. Jung, H. Kim, Y. D. Yun, S. J. Baek, D. C. Lee, S. H. Choi, M. J. Kim, J. Sung, B. Cho, E. S. Kim, B. Y. Yu, T. Y. Lee, J. S. Kim, Y. J. Lee, J. K. Oh, S. H. Kim, J. K. Park, S. B. Koh, S. B. Park, S. Y. Lee, C. L. Yoo, M. C. Kim, H. K. Kim, J. S. Park, H. C. Kim, G. J. Lee, "A coronary heart disease prediction model: The Korean heart study", *BMJ Journal*, Vol. 4, No. 5, pp. e005025, 2014. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005025>
- [22] D. S. Berman, Y. Arnson, A. Rozanski, "Coronary Artery Calcium Scanning: The Agatston Score and Beyond", *Journal of American college of Cardiology*, Vol. 9, No. 12, pp. 1417-1419, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2016.05.020>
- [23] R. Tota-Maharaj, P. H. Joshi, M. J. Budoff, S. Whelton, I. Zeb, J. Rumberger, M. Al-Mallah, R. S. Blumenthal, K. Nasir, M. J. Blaha, "Usefulness of Regional Distribution of Coronary Artery Calcium to Improve the Prediction of All-Cause Mortality", *American Journal of Cardiology*, Vol. 115, No. 9, pp. 1229-1234, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.01.555>
- [24] R. Tota-Maharaj, M. H. Al-Mallah, K. Nasir, W. T. Qureshi, R. S. Blumenthal, M. J. Blaha, "Improving the relationship between coronary artery calcium score and coronary plaque burden: addition of regional measures of coronary artery calcium distribution", *Journal of Atherosclerosis*, Vol. 238, No. 1, pp. 126-131, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2014.11.008>
- [25] A. R. Folsom, R. A. Kronmal, R. C. Detrano, D. H. O'Leary, D. E. Bild, D. A. Bluemke, M. J. Budoff, K. Liu, S. Shea, M. Szkio, R. P. Tracy, K. E. Watson, G. L. Burke, "Coronary Artery Calcification Compared With Carotid Intima-Media Thickness in the Prediction of Cardiovascular Disease Incidence The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA)", *Archives of Internal Medicine*, Vol. 168, No. 12, pp. 1333-1339, 2008. <http://doi.org/10.1001/archinte.168.12.1333>
- [26] P. Song, Z. Fang, H. Wang, Y. Cai, K. Rahimi, Y. Zhu, F. G. R. Fowkes, F. J. I. Fowkes, I. Rudan, "Global and regional prevalence, burden, and risk factors for carotid atherosclerosis: a systematic review, meta-analysis, and modelling study", *The Lancet Global Health*, Vol. 8, No. 5, pp. 721-729, 2020. [http://doi.org/10.1016/s2214-109x\(20\)30117-0](http://doi.org/10.1016/s2214-109x(20)30117-0)
- [27] H. An, H. Y. Lee, "Correlation between Carotid Intima-media Thickness and Risk Factors for Atherosclerosis", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 13, No. 3, pp. 339-348, 2019. <http://doi.org/10.7742/jksr.2019.13.3.339>
- [28] M. J. Park, H. C. Jang, P. K. Cho, "Effects of Blood Factors on Coronary Artery Calcification Scores", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 15, No. 3, pp. 337-344, 2021. <http://doi.org/10.7742/jksr.2021.15.3.337>

관상동맥 석회화와 경동맥 경화반을 동반한 건강검진 수검자의 위험인자 분석

김진희^{1,2}, 추서원², 송종남^{2,*}

¹첨단 메디케어 의원

²동신대학교 방사선학과

요 약

심, 뇌혈관 질환의 조기 발견과 예방을 위한 검사로 다중 절편 컴퓨터 단층촬영을 이용한 관상동맥 석회화 수치와 경동맥 초음파가 널리 이용되고 있다. 본 연구는 심, 뇌혈관계 질환의 조기 진단을 위한 기초 자료를 마련하고자 관상동맥 석회화 수치와 경동맥 초음파 검사상 보이는 죽상동맥경화증과 위험인자와의 관련성에 대해 알아보았다. 2023년 1월 부터 2024년 8월까지 광주광역시 소재 C의원의 건강검진센터를 방문한 총 321명의 수검자의 검사 기록을 후향적 분석 하였고, 연령과 성별, 혈압, 체질량 지수, 총 콜레스테롤, 고밀도 지단백질(HDL)콜레스테롤, 트리글리세라이드, 저밀도 지단백질(LDL)콜레스테롤, 혈청 크레아티닌, 신사구체여과율, 당화혈색소, 공복혈당, 흡연 유무와 같은 위험 인자들의 결과와 관상동맥 석회화 수치, 경동맥 초음파 검사 결과를 이용하였다. 연구 결과, 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반은 $r=0.409$ 의 상관관계를 보였다($p<0.001$). 관상동맥 석회화와 경동맥 죽상경화반이 둘 다 있는 그룹은 둘 다 없는 그룹에 비해 평균 나이가 높고 당화혈색소와 공복혈당의 수치가 높은 것으로 나타났으며, 위험인자와의 다중 로지스틱 회귀분석 결과 당화혈색소 수치가 비정상일 경우 관상동맥 석회화와 경동맥 경화반이 동시에 나타날 확률(오즈비)이 약 2.754배 증가하는 것으로 나타났다($p=0.002$). 따라서, 나이와 공복혈당, 당화혈색소가 죽상동맥경화증에 유의미한 영향을 끼치는 위험인자로 보았고 이를 활용하면 심,뇌혈관 질환의 조기 발견과 예방에 도움이 될 것으로 사료된다.

중심단어: 관상동맥 석회화점수, 경동맥 초음파, 죽상동맥경화증

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	김진희	첨단 메디케어 의원 동신대학교 방사선학과	대학원생(박사과정)
(공동저자)	추서원	동신대학교 방사선학과	대학원생(박사과정)
(교신저자)	송종남	동신대학교 방사선학과	부교수