

<원저>

## 심혈관 질환 예측지수를 이용한 동맥경화성 이상지질혈증 연구

안현

동의대학교 방사선학과

### Study on Atherosclerotic Dyslipidemia Using Cardiovascular Risk Prediction Index

Hyun An

Department of Radiological Science, Dong-eui University

**Abstract** This study aimed to provide primary assistance in the clinical diagnosis of atherogenic dyslipidemia by using cardiovascular risk indices based on lipid profiles. The study involved 3,536 participants (1,959 males and 1,577 females) who underwent health check-ups at P Hospital in Busan. Methods included using lipid profiles to evaluate cardiovascular risk indices such as Castelli's Risk Index I and II (CRI-I, CRI-II), Atherogenic Index of Plasma (AIP), Atherogenic Coefficient (AC), Non-HDL cholesterol (NHC), and Triglyceride and Glucose Index (TyG). Statistical analyses, including difference analysis, correlation analysis, and ROC analysis, were conducted using the SPSS software. Results indicated significant differences in various factors, including age, gender, triglycerides, total cholesterol, LDL-C, HDL-C, fasting plasma glucose, and cardiovascular risk indices, depending on the presence of dyslipidemia. There were significant correlations between cardiovascular risk indices and dyslipidemia, with CRI-I, CRI-II, and AC showing the highest correlations. ROC analysis determined optimal cut-off values for identifying atherogenic dyslipidemia as follows: CRI-I  $>3.83$ , CRI-II  $>2.43$ , AIP  $>0.49$ , AC  $>2.83$ , NHC  $>162$ , and TyG  $>9.02$ . Cardiovascular risk indices were significantly higher in the dyslipidemia group, demonstrating their usefulness in assessing cardiovascular disease risk. Particularly, CRI-I, CRI-II, and AC indices were considered valuable predictors for diagnosing atherogenic dyslipidemia.

**Key Words:** Dyslipidemia, Cardiovascular Risk Index, Atherosclerosis, ROC analysis, Lipid Profile

**중심 단어:** 이상지질혈증, 심혈관 질환 예측지수, 동맥경화, ROC 분석, 지질 프로필

## 1. 서론

2022년 한국지질동맥경화학회 자료에 따르면 이상지질혈증은 우리나라 20세 이상 성인 중 40.2%에서 나타날 정도로 흔한 질환이며, 그리고 이상지질혈증도 예전과 달리 고 LDL-C 혈증(high low-density lipoprotein cholesterolemia) 고중성지방혈증(hypertriglyceridemia), 저 HDL-C혈증(low-high density lipoprotein cholesterolemia)이 동시에 나타나는 죽상동맥경화를 동반하는 이상지질혈증(atherogenic dyslipidemia) 환자가 증가하고 있다[1,2]. 이상지질혈증은 총콜레스테롤(total

cholesterol, TC), 저밀도 지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C) 수치가 증가하거나, 고밀도 지단백콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 수치가 감소하는 상태를 말하며, 이는 심혈관 질환의 주요 위험 요인 중 하나로 간주한다[3]. 또한, 이상지질혈증은 비만 아동에서도 관찰되며, 이는 어린 시절에 시작된 죽상경화증이 성인기 심혈관 질환으로 이어질 수 있어 이상지질혈증은 심혈관 질환의 중요한 위험인자이다[4-6]. 심혈관 위험 평가 및 관련 상태와 관련된 몇 가지 주요 지표로 사용되는 Castelli 위험 지수-I, II(CRI-I, CRI-II)는 심장 위험 비율(cardiac risk

Corresponding author: Hyun An, Department of Radiological Science, Dongeui University, 176 Eomgwang-ro, Busan-jingu, Busan city, 47340, Republic of Korea / Tel: +82-51-890-4234 / E-mail: sonoah@deu.ac.kr

Received 06 August 2024; Revised 19 August 2024; Accepted 06 September 2024

Copyright ©2024 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

ratio, CRR)이라고도 하며 관상동맥 플라크 형성 가능성을 반영하는 척도이며, 공식은 CRI-I는 TC를 HDL-C로 나누고, CRI-II는 LDL-C를 HDL-C로 나눈 값으로 계산된다[7,8]. 동맥경화 혈장지수(atherogenic index of plasma, AIP)는 혈청 트리글리세리드 및 혈청 HDL 콜레스테롤을 기반으로 하며, 이는 서로 다른 지단백질 대사 사이의 상호작용을 반영하고 죽종 형성을 예측할 수 있으며, 공식은 AIP 지수는 TG를 HDL-C로 나눈 값을 로그 변환하여 나타낸다[9,10]. 동맥경화 계수(atherogenic coefficient, AC)는 HDL-C와 관련하여 다양한 지단백질 분획의 죽상경화 가능성을 나타내며, 공식은 TC - HDL-C을 HDL-C로 나눈 값으로 계산된다[10]. 비 고밀도지단백 콜레스테롤(Non - HDL cholesterol, NHC) 수치는 심혈관 질환 발병 위험을 평가하는 데 사용되는 지표이며, 총콜레스테롤(TC)에서 HDL-C을 뺀 값으로 계산되며, NHC 수치가 높을수록 죽상동맥경화증 및 심혈관 질환의 위험이 증가함을 나타낸다[11,12]. 중성지방과 포도당 지수(triglyceride and glucose index, TyG)는 중성지방 및 포도당 수치를 이용하여 인슐린 저항성과 당뇨병 위험을 예측하는 지표이며, 또한 심혈관 위험 및 대사 증후군 발생과 관련이 있다. 공식은 TG × FPG / 2 값을 자연로그로 나눈 값으로 나타낸다[13,14].

본 연구는 죽상동맥경화를 동반하는 이상지질혈증(atherogenic dyslipidemia)을 진단 예측하기 위해 지질 프로필을 기반으로 한 심혈관 질환을 예측하는 지수들을 이용하여 임상에서 죽상동맥경화를 동반한 이상지질혈증 진단에 일차적인 도움을 주고자 진행한 연구였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구대상

대상자는 부산지역 P 병원에서 2023년 8월부터 ~ 2024년 2월까지 건강검진을 시행한 남성 1959명, 여성 1577명, 전체

3536명을 대상으로 하였다.

#### 1) 이상지질혈증 진단기준

이상지질혈증이란 한국지질·동맥경화학회의 이상지질혈증 치료 지침 진단기준에 따르면 고콜레스테롤혈증(hypercholesterolemia,  $\geq 240$  mg/dL), 고중성지방혈증(hypertriglyceridemia,  $\geq 200$  mg/dL), 고 LDL-C 콜레스테롤혈증(high low-density lipoprotein cholesterolemia,  $\geq 160$  mg/dL), 저 HDL 콜레스테롤혈증(low-high density lipoprotein cholesterolemia,  $< 40$  mg/dL) 중 하나 이상이 존재할 때로 정의된다[2].

#### 2) 혈청학적 분석

최소 8시간 이상 공복을 유지하고 혈액 검사를 시행하였다. TC, HDL-C, LDL-C, TG, FPG는 Hitachi 7180, 7180-1 (hitachi, tokyo, japan) 기기를 사용하였다.

#### 3) 심혈관 질환 위험인자

심혈관 질환 위험인자에 대한 계산 공식은 Table 1에 나타났다.

#### 4) 통계분석

연구는 동맥경화성 이상지질혈증 진단과 관련된 다양한 변수와의 자료처리는 SPSS(SPSS statistical software ver. 29.0, Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하였다. 이상지질혈증 유·무에 따른 집단 간의 차이 비교는 독립표본 t-검정, 카이제곱 검정을 수행하였다. 혈청학적 변수, 심혈관 계 질환 예측 인자와 이상지질혈증에 대한 상관관계는 피어슨(Pearson) 상관분석을 그리고 ROC 분석을 통해 심혈관 진단 예측지수들에 대한 민감도, 특이도, 곡선 하 면적(AUC), 요덴 지수(Youden index), 최적의 절단값을 구하였다. 통계적 유의 수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

**Table 1.** Classification of cardiovascular disease risk predictors

CVD Risk Factor	Calculated by using formula	Abbreviation
Castelli's Risk Index I	$TC(mg/dL) / HDL-C(mg/dL)^{[7]}$	CRI-I
Castelli's Risk Index II	$LDL-C(mg/dL) / HDL-C(mg/dL)^{[8]}$	CRI-II
Atherogenic Index of Plasma	$\log (TG(mg/dL) / HDL-C(mg/dL))^{[9]}$	AIP
Atherogenic Coefficient	$[TC(mg/dL) - (HDL-C(mg/dL))] / HDL-C(mg/dL)^{[10]}$	AC
Non-HDLc	$TC(mg/dL) - HDL-C(mg/dL)^{[11,12]}$	NHC
Triglyceride and glucose index	$\ln [TG (mg/dL) \times FPG (mg/dL)/2]^{[13,14]}$	TyG
LDL-C	$TC - (HDL-C) - TG/5$ (Friedewald equation) <sup>[15]</sup>	

### III. 결과

#### 1. 동맥경화성 이상지질혈증 진단에 따른 대상자의 특징

이상지질혈증 진단 유·무에 따른 대상자의 특징은 Table 2에 나타났다.

나이 증가, 남성, 중성지방(triglycerides, TG), 총콜레스테롤(TC), 고 LDL-C, 저 HDL-C, 공복혈당(fasting plasma glucose, FPG), CRI-I, CRI-II, AIP, AC, NHC, TyG 지수에서 이상지질혈증으로 진단받은 그룹이 높게 나타났다. 즉, 이상지질혈증 관련 모든 변수에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 추가적으로 이상지질혈증 진단받은 1293명

중에서 고콜레스테롤혈증(hypercholesterolemia), 고중성지방혈증(hypertriglyceridemia), 고 LDL-C 콜레스테롤혈증(high low-density lipoprotein cholesterol), 저 HDL 콜레스테롤혈증(low-high density lipoprotein cholesterol)으로 구분하여 Table 1에 나타났다.

#### 2. 동맥경화성 이상지질혈증에 따른 심혈관 위험지수와의 상관관계

이상지질혈증과 심혈관 위험지수 간 상관관계는 피어슨(Pearson) 상관분석을 실시하여 결과를 Table 3에 나타났다. 분석 결과, CRI-I는 CRI-II( $r=0.953$ ,  $p<0.01$ ), AIP( $r=0.708$ ,

**Table 2.** Characteristics of the participants according to presence of dyslipidemia

Variable	Total (M±SD or N(%))	dyslipidemia (M±SD or N(%))	Non-dyslipidemia (M±SD or N(%))	t(p) or $\chi^2$ (p)
Age(y)	50.28±10.65(M±SD)	51.42±9.56(M±SD)	49.62±11.18(M±SD)	-4.84( <.001)
20's	89(2.5%)	13(1.0%)	76(3.4%)	
30's	479(13.5%)	135(10.4%)	344(15.3%)	
40's	1090(30.8%)	384(29.7%)	706(31.5%)	
50's	1262(35.7%)	549(42.5%)	713(31.8%)	62.24( <.001)
60's	466(13.2%)	164(12.7%)	302(13.5%)	
70's	150(4.3%)	48(3.7%)	102(4.6%)	
Total	3536(100%)	1293(100%)	2243(100%)	
Male	1959(55.4%)	774(39.6%)	1185(60.4%)	16.40( <.001)
Female	1577(44.6%)	519(32.7%)	1058(67.3%)	
TG(mg/dL)	119.03±69.33	162.51±85.24	93.97±40.91	-27.16( <.001)
TC(mg/dL)	203.56±37.39	206.34±42.24	191.69±27.05	-24.28( <.001)
HDL-C(mg/dL)	57.59±14.45	51.41±15.16	61.14±12.73	19.45( <.001)
LDL-C(mg/dL)	122.16±34.72	140.22±40.74	111.75±25.44	-27.16( <.001)
FPG	98.05±21.36	101.05±23.98	96.32±19.48	-6.02( <.001)
CRI I(mg/dL)	3.72±1.07	4.56±1.06	3.4±0.73	-39.24( <.001)
CRI II(mg/dL)	2.25±.86	2.84±0.90	1.91±0.62	-32.75( <.001)
AIP(mg/dL)	.26±.31	0.44±0.32	0.15±0.25	-28.29( <.001)
AC(mg/dL)	2.72±1.07	3.56±1.06	2.24±0.73	-39.24( <.001)
NHC (mg/dL)	145.97±37.34	172.73±37.41	130.55±27.23	-35.48( <.001)
TyG(mg/dL)	8.49±.63	8.83±1.66	8.30±0.53	-24.80( <.001)
Dyslipidemia(n=1293)				
High cholesterol		588(45.4%)	705(54.6%)	1223.46( <.001)
High triglyceride		461(35.6%)	832(64.4%)	919.60( <.001)
High HDL Cholesterol		493(38.1%)	800(61.9%)	993.77( <.001)
Low LDL Cholesterol		495(38.2%)	798(61.8%)	996.93( <.001)

N=3536, Positive group=1293, Negative group=2243, TG; triglyceride, TC; total cholesterol, HDL-C; high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C; low-density lipoprotein, cholesterol, FPG; Fasting plasma glucose

**Table 3.** Correlations between serologic variables

Variable	CRI-II	AIP	AC	NHC	TyG
CRI-I	.953**	.708**	1.000**	.764**	.547**
CRI-II		.495**	.953**	.811**	.326**
AIP			.708**	.358**	.925**
AC				.764**	.547**
NHC					.342**

\*\*P<0,01

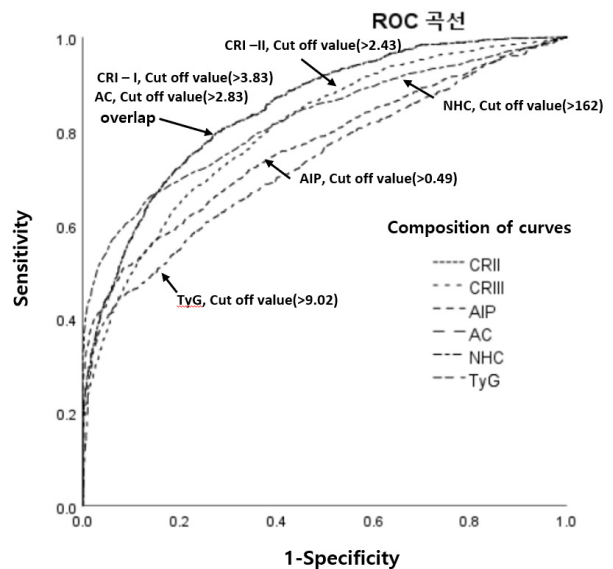
p<0.01), NHC(r=0.764, p<0.01), TyG (r=0.547, p<0.01)와 유의한 양의 상관관계를 나타냈다. CRI-II는 AIP(r=0.495, p<0.01)와 AC(r=0.811, p<0.01)와 유의한 양의 상관관계를 보였다. AIP는 AC(r=0.358, p<0.01) 및 TyG(r=0.925, p<0.01)와도 유의한 양의 상관관계를 보였다. 또한, AC는 NHC (r=0.764, p<0.01) 및 TyG(r=0.547, p<0.01)와 양의 상관관계를 나타냈다. NHC는 TyG(r=0.342, p<0.01)와도 유의한 양의 상관관계를 보였다. CRI-I와 AC의 상관계수가 1.000으로 나타나 두 지수가 완벽한 양의 선형 관계를 나타냈다.

**3. 동맥경화성 이상지질혈증에 따른 심혈관 위험지수 ROC 분석**

이상지질혈증을 예측하는 다양한 변수에 대한 ROC 분석 결과는 Table 4와 Fig. 1에 나타났다.

동맥경화성 이상지질혈증 진단에 필요한 최적의 절단값을 구하기 위해 95% 신뢰 구간의 곡선 아래 영역(area under the curve, AUC), Youden 지수, 민감도, 특이도를 구하였다. 결과, 분석된 변수 중 CRI-I (AUC=0.847), CRI-II-I (AUC=0.802), AIP(AUC=0.764), (AUC=0.847), NHC 지수 (AUC=0.821), TyG 지수(AUC=0.732) 중 CRI-I, AC 지수에서 가장 높은 AUC 값을 나타내 이상지질혈증 진단에 매우 뛰어난 변수로 나타났다. 민감도와 특이도를 모두 고려한 Youden 지수는 CRI-I, AC 지수에서 상대적으로 높은 결

과를 보였으며, 동맥경화성 이상지질혈증을 식별하기 위한 CRI-I, CRI-II-I, AIP, AC, NHC, TyG 지수들의 최적의 절단값은 >3.83, >2.43, >0.49, >2.83, >162, >9.02로 나타났다. 민감도는 CRI-I, AC 지수에서 각각 74.4%로 동일하게 나타났다. 특이도는 AIP 지수에서 91.7%로 가장 높게 나타났다.



**Fig. 1.** ROC analysis for CRI I, CRI II, AIP, AC, NHC, TyG

**Table 4.** ROC prediction curve analysis of variable

Variable	Sensitivity	Specificity	AUC(95% CI)	Youden index	cut off value	p-value
CRI I	74.4	78.3	0.847(0.834 ~ 0.858)	0.526	>3.83	<0,001
CRI II	65.5	79.5	0.802(0.788 ~ 0.815)	0.450	>2.43	<0,001
AIP	50.7	91.7	0.764(0.750 ~ 0.778)	0.424	>0.49	<0,001
AC	74.4	78.3	0.847(0.834 ~ 0.858)	0.526	>2.83	<0,001
NHC	65.3	86.7	0.821(0.808 ~ 0.834)	0.521	>162	<0,001
TyG	44.5	92.6	0.732(0.717 ~ 0.746)	0.371	>9.02	<0,001

N=3536, Positive group=1293, Negative group=2243.

#### IV. 고 찰

본 연구는 이상지질혈증과 관련된 지표들, 즉 TC, TG, HDL-C, LDL-C, FPG와 심혈관 질환 및 위험지수인 CRI-I, CRI-II, AIP, AC, NHC, TyG 지수들에 대한 관련성을 알아보고자 한 연구였다. 본 연구에서 이상지질혈증 진단 유·무에 따른 대상자의 특징에서 나이와 남성에서 정상군보다 이상지질혈증 진단그룹이 높게 나타났다(각각  $p < 0.001$ ). 그리고, HDL-C, LDL-C, TG, FPG, CRI-I, CRI-II, AIP, AC, NHC, TyG 지수에서 이상지질혈증 관련하여 유의미한 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 차이를 보인 변수들을 관리한다면 동맥경화성 이상지질혈증 유병률을 낮출 수 있을 것으로 판단된다.

2022년 한국지질동맥경화학회 자료에 따르면 심혈관 질환 위험의 중요한 지표인 LDL-C 농도는 TC 수치와 유사한 경향을 나타낸다고 보고하고 있다. 20대 이후부터 수치가 높아지고 30대에서 50대까지 높게 유지되다가 점차 감소하며, 성별에서 여성의 LDL-C 수치는 60세까지 증가했다가 서서히 감소하는 반면, 남성은 50대까지 증가했다가 서서히 감소한다고 하였다[1]. 본 연구에서 LDL-C 농도는 TC 수치와 유사한 경향을 나타냈다. 20대 이후(LDL-C: 194.27)부터 수치가 높아지고 30대(LDL-C: 204.93), 40대(LDL-C: 208.51)까지 증가 패턴을 보이고 50대(LDL-C: 204.93)부터 점차 감소하는 패턴을 보였다. 성별에서 LDL-C 수치는 남성과 여성에서 40세까지 증가했다가 서서히 감소하는 경향을 보여 기존 연구와의 차이를 보였다. 이는 고지혈증 치료제 사용 여부, 만성 질환 등을 배제하고 건강검진 대상자들로 연구를 진행하여 이러한 차이를 보인 것으로 생각된다.

TG 농도는 남성의 경우 TG 수치는 10세에서 40세까지 급증하고 40세에서 60세로 상승된 상태를 유지하며 60세 이후에는 감소를 나타냈으며, 여성은 30세까지 낮은 수준을 유지하다가 40대 중반 이후에 증가하여 65세 이후에 최고조에 달한다. 20세에서 50세까지는 남성이 여성보다 TG 수치가 상당히 높지만 여성의 수치는 60세 이후에 약간 높아진다고 하였다[1]. 본 연구에서 TG 농도는 이상지질혈증 유·무에서 각각 남성이 여성보다 높게 나타났으며, 연령대별로도 이상지질혈증 그룹에서 20대, 30대, 40대까지 증가, 50대 이후 감소하는 경향성을 보였다. 정상 그룹에서는 40대~50대는 증가, 60대는 약간 감소, 70대 이후 증가하는 경향성을 보여 기존 연구 결과와 차이를 보였다. 이는 본 연구에서는 건강검진 대상자를 연구 대상으로 하였기에 이러한 차이를 보인 것으로 판단된다.

HDL-C 농도는 심혈관 위험을 감소시키는 지표로 알려져 있으며, 모든 연령대의 여성에서 높게 나타났다. 특히, 20~30대 여성에서 약 10mg/dL 더 높게 나타났으며, 60세 이후부터

는 5mg/dL 미만으로 감소하는 경향성을 보이는 것으로 나타났다[1]. 본 연구에서도 HDL-C 농도는 정상 그룹에서 여성(67.38 mg/dL)이 남성(55.58 mg/dL)보다 높게 나타났다. 이상지질혈증 그룹에서도 여성(57.59 mg/dL)이 남성(47.26 mg/dL)보다 높게 나타났으며, 두 그룹 간 차이는 각각 10mg/dL 이상으로 나타났다. 그러나 60세 이후에는 정상 그룹(58.11 mg/dL)과 이상지질혈증 그룹(51.28 mg/dL) 모두에서 HDL-C 농도가 감소하는 것으로 나타났다. 이는 HDL-C 농도의 감소가 심혈관 위험 증가와 관련이 있음을 의미한다.

Alloubani 등[16]의 연구에서 이상지질혈증은 주로 혈중 지질 수치의 이상을 의미하며, TC, TG, LDL-C 수치가 높을수록, HDL-C가 낮을수록 그리고 FPG 수치가 높을수록 심혈관 질환의 위험이 증가한다고 하였다. 특히, LDL-C 농도와 관상동맥 심장질환 발생률 사이의 지속적인 양의 상관관계가 있으므로, LDL-C를 감소시키는 것이 혈관 질환의 위험을 줄이는데 중요한 역할을 한다고 보고하고 있다.

심혈관 위험 평가에서 유용하게 사용되는 CRI-I 과 CRI-II는 Mainieri 등[17]의 연구에 따르면, CRI-I의 최적의 절단값은 3.5, AUC는 0.78, 민감도는 75%, 특이도는 72%로 나타났으며, CRI-II의 경우 최적의 절단값은 2.5, AUC는 0.80, 민감도는 78%, 특이도는 74%로 보고하고 있다. 본 연구에서는 CRI-I의 최적 절단값은 3.83, AUC는 0.847, 민감도는 74.4%, 특이도는 78.3%로 나타났다. CRI-II의 경우 최적의 절단값은 2.43, AUC는 0.802, 민감도는 65.5%, 특이도는 79.5%로 나타났다. 본 연구에서 CRI-I에서는 최적의 절단값, AUC, 민감도, 특이도에서 높게 나타났고, CRI-II는 최적의 절단값과 민감도는 낮게, AUC는 동일하게, 특이도는 높게 나타나 기존 연구 결과와 차이를 보였다.

2015년에 발표된 Niroumand 등[18]의 연구에 따르면 AIP는 동맥경화와 관상동맥 질환의 위험을 예측하는 강력한 지표로 사용될 수 있으며, 심혈관 질환의 일상적인 모니터링 지표로 사용될 수 있다고 하였다. Alloubani 등[16]의 연구에서는 AIP의 최적의 절단값은 0.24, AUC는 0.82, 민감도는 80%, 특이도는 76%로 나타났다. 본 연구에서는 AIP의 최적의 절단값은 0.49, AUC는 0.764, 민감도는 50.7%, 특이도는 91.7%로 나타나 기존연구와 차이를 보였다.

심혈관 위험 평가에 자주 사용되는 AC는 Lu 등[19]의 연구에서 AC의 최적 절단값은 3.0, AUC는 0.79, 민감도는 77%, 특이도는 73%로 보고하고 있다. 본 연구에서 AC 최적 절단값은 2.83, AUC는 0.847, 민감도는 74.4%, 특이도는 78.3%로 나타나 기존 연구와 유사한 결과를 보였다.

심혈관 질환의 예측에 중요한 역할을 하는 NHC는 Chen 등[20]의 연구에 따르면, NHC의 최적 절단값은 160 mg/dL,

AUC는 0.81, 민감도는 79%, 특이도는 75%로 보고하고 있다. 본 연구에서 NHC의 최적 절단값은 162 mg/dL, AUC는 0.821, 민감도는 65.3%, 특이도는 86.7%로 나타나 기존 연구와 비슷한 결과를 보였다.

중성지방과 공복 혈당을 기반으로 계산되는 대사 증후군과 심혈관 질환의 위험을 평가하는 TyG 지수는 Liu 등[21]의 일반 인구를 대상으로 한 연구에서 TyG 지수가 인슐린 저항성의 대체 지표로 사용될 수 있으며, TyG 지수가 높을수록 전반적인 사망률과 심혈관 사망률이 증가한다는 보고하고 있으며, 이 연구에서는 TyG 지수가 9.36을 초과할 때 모든 원인으로 인한 사망률이 증가하고, 9.52를 초과할 때 심혈관 사망률이 증가한다고 보고하고 있다.

Castelló 연구에서는 TyG 지수의 최적 절단값을 8.7로 설정했으며, AUC는 0.83, 민감도는 82%, 특이도는 78%로 제시하고 있다[3]. 본 연구에서는 TyG 지수의 최적 절단값을 9.02로 설정했으며, AUC는 0.732, 민감도는 44.5%, 특이도는 92.6%로 나타나 기존 연구와 비교하여 최적의 절단값은 높게, AUC와 민감도는 낮게, 특이도는 높게 나타나 차이를 보였다. 이는 높은 TyG 지수가 심혈관 질환과 밀접하게 관련되어 있음을 시사한다.

연구의 한계점으로, 이 연구는 특정 지역에서 건강검진을 받은 대상을 대상으로 하였기 때문에 전체의 인구를 대신하기에는 한계가 있는 연구였으며, 동맥경화성 이상지질혈증 진단에 사용하기 위해서는 심혈관 위험지수를 이용한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

## V. 결론

본 연구는 이상지질혈증과 관련된 지표들(TC, TG, HDL, LDL, FPG)과 심혈관 위험지수(CRI-I, CRI-II, AIP, AC, NHC, TyG) 간의 관련성을 분석하여 심혈관 질환의 위험 예측에 도움을 주고자 하였다. 이상지질혈증 진단그룹이 정상 그룹보다 나이와 남성 비율이 높았으며, LDL-C와 TG 수치는 높고, HDL-C 수치는 낮았다. 심혈관 위험지수들은 이상지질혈증 그룹에서 유의미하게 높게 나타나 심혈관 질환 위험 평가에 유용함을 보였다. 특히, CRI-I, CRI-II, AC 지수는 높은 예측력을 보였다. 연구 결과는 기존 연구와 유사한 경향성을 보였으나, LDL-C와 TG 수치의 연령대별 변화에서 차이가 나타났다. 이 연구는 이상지질혈증 및 심혈관 질환의 위험을 예측하고 관리하는 근거를 제공하며, 향후 다양한 인구집단을 대상으로 한 정밀한 진단 및 예방 전략 마련에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- [1] Jin ES, Shim JS, Kim SE, Bae JH, Kang SA, Won JC. Dyslipidemia fact sheet in Korea, 2022. *J Lipid Atheroscler*. 2023;12(3):237–51. DOI: 10.12997/jla.2023.12.3.237
- [2] Rhee EJ, Kim HC, Kim JH, Lee EY, Kim BJ, Kim EM, et al. 2018 Guidelines for the management of dyslipidemia. *Korean J Intern Med*. 2019;34(4):723–71. DOI: 10.3904/kjim.2019.1883
- [3] Castelló, IB. (2002). Hyperlipidemia: A risk factor for chronic allograft dysfunction. *Kidney International*. 2002;(80):S73–7. DOI: 10.1046/j.1523–1755.61.s80.13.x
- [4] D' Adamo E, Guardamagna O, Chiarelli F, Bartuli A, Liccardo D, Ferrari F, et al. Atherogenic dyslipidemia and cardiovascular risk factors in obese children. *International Journal of Endocrinology*. 2015;2015(1):912047. DOI: 10.1155/2015/912047
- [5] Mosca S, Araújo G, Costa V, Correia J, Bandeira A, Martins E, et al. Dyslipidemia diagnosis and treatment: Risk stratification in children and adolescents. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2022;2022(1):4782344. DOI: 10.1155/2022/4782344
- [6] Musunuru K. Atherogenic dyslipidemia: Cardiovascular risk and dietary intervention. *Lipids*. 2010;45:907–14. DOI: 10.1007/s11745–010–3408–1
- [7] Olamoyegun MA, Oluyombo R, Asaolu SO. Evaluation of dyslipidemia, lipid ratios, and atherogenic index as cardiovascular risk factors among semi-urban dwellers in Nigeria. *Ann Afr Med*. 2016;15(4):194–9. DOI: 10.4103/1596–3519.194280
- [8] Salcedo-Cifuentes M, Belalcazar S, Acosta EY, Medina-Murillo JJ. Conventional biomarkers for cardiovascular risks and their correlation with the Castelli Risk Index-Indices and TG/HDL-C. *Archivos de Medicina (Col)*. 2020;20(1):11–22. DOI: 10.30554/archmed.20.1.3534.2020
- [9] Nwagha UI. Atherogenic index of plasma as useful predictor of cardiovascular risk among postmenopausal women in Enugu, Nigeria. *Afr Health Sci*. 2010;10(3):248–52. DOI: 10.4314/ahs.v10i3.63154
- [10] Çelik E, Çora A, Karadem KB. The effect of untraditional lipid parameters in the development of coro-

- nary artery disease: Atherogenic index of plasma, atherogenic coefficient and lipoprotein combined index. *Journal of the Saudi Heart Association*, 2021;33(3):244–50. DOI: 10.37616/2212–5043.1266
- [11] Wu J, Chen S, Liu L, Gao X, Zhou Y, Wang C, et al. Non-high-density lipoprotein cholesterol vs low-density lipoprotein cholesterol as a risk factor for ischemic stroke: A result from the Kailuan study. *Neurol Res*. 2013;35(5):505–11.
- [12] Miller M, Ginsberg HN, Schaefer EJ. Relative atherogenicity and predictive value of non-high-density lipoprotein cholesterol for coronary heart disease. *Am J Cardiol*. 2008;101(7):1003–8. DOI: 10.1016/j.amjcard.2007.11.046
- [13] Bonora E, Targher G, Alberiche M, Bonadonna RC, Saggiani F, Zenere MB, et al. Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity: Studies in subjects with various degrees of glucose tolerance and insulin sensitivity. *Diabetes Care*. 2000;23(1):57–63.
- [14] Guerrero-Romero F, Simental-Mendía LE, González-Ortiz M, Martínez-Abundis E, Ramos-Zavala MG, Hernández-González SO, et al. The product of tri-glycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2010;95(7):3347–51.
- [15] Kapoor R, Chakraborty M, Singh N. A leap above Friedewald formula for calculation of low-density lipoprotein-cholesterol. *J Lab Physicians*. 2015;7(1):11–6. DOI: 10.4103/0974–2727.154780
- [16] Alloubani A, Nimer RM, Samara R. Relationship between hyperlipidemia, cardiovascular disease and stroke: A systematic review. *Curr Cardiol Rev*. 2021;17(6). DOI: 10.2174/1573403X16999201210200342
- [17] Mainieri F, Bella SL, Chiarelli F. Hyperlipidemia and cardiovascular risk in children and adolescents. *Biomedicines*. 2023;11(3):809. DOI: 10.3390/biomedicines11030809
- [18] Niroumand S, Khajedaluae M, Khadem-Rezaiyan M, Abrishami M, Juya M, Khodae G, et al. Atherogenic Index of Plasma (AIP): A marker of cardiovascular disease. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. 2015;29:240. DOI: 10.47176/mjiri.29.240
- [19] Lu X, Huang J, Mo Z, He J, Wang L, Yang X, et al. Genetic susceptibility to lipid levels and lipid change over time and risk of incident hyperlipidemia in Chinese populations. *Circ Cardiovasc Genet*. 2016;9(1):37–44. DOI: 10.1161/CIRCGENETICS.115.001096
- [20] Chen G, Li L, Dai F, Li X, Xu X, Fan J. Prevalence of and risk factors for type 2 diabetes mellitus in hyperlipidemia in China. *Med Sci Monit*. 2015;21:2476–84.
- [21] Liu X, He G, Lo K, Huang Y, Feng Y. The triglyceride-glucose index, an insulin resistance marker, was non-linear associated with all-cause and cardiovascular mortality in the general population. *Front Cardiovasc Med*. 2021;7:628109. DOI: 10.3389/fcvm.2020.628109

구분	성명	소속	직위
단독	안현	동의대학교 방사선학과	조교수