



## 한국 성인의 유산소 및 근력 강화 활동과 AIP의 연관성: 2014-2019 국민건강영양조사를 이용하여

임정준(서울대학교, 강사) · 헤이양(서울대학교, 박사수료) · 김연수\*(서울대학교, 교수)

### 국문초록

본 연구의 목적은 한국 성인의 유산소 및 근력 강화 활동에 따른 동맥경화지수(atherogenic index of plasma, AIP)의 연관성을 조사하며, 그 관계에 있어 양반응 관계를 분석하는 것이다. 국민건강영양조사 2014-2019년도 자료를 활용하여 복합표본 설계 방법에 따라 31,119명의 유산소 및 근력 강화 활동 지침 달성 여부를 분석하였으며, AIP와의 연관성을 확인하기 위해 교차분석, 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 결과는 다음과 같다. 1) AIP의 수치에 따라 유산소 활동 및 근력 강화 활동 지침을 모두 충족하지 않거나, 근력 강화 활동만 충족, 그리고 두 지침 모두를 충족하는 비율은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 2) 중-고강도 유산소 활동이 없는 인원을 참조그룹으로 하였을 때 근력 강화 활동 지침 달성과 관계없이 중-고강도 활동 시간이 증가할수록 AIP의 승산비가 감소되었다(OR: 0.78, 95% CI: 0.68-0.89). 또한, 근력 강화 활동 지침을 달성하지 못한 인원을 참조그룹으로 하였을 때 유산소 신체활동 지침 달성과 관계없이 근력 강화 활동 참여 일수가 증가할수록 AIP의 승산비가 감소되었다(OR: 0.69, 95% CI: 0.61-0.77). 3) 유산소 및 근력 강화 활동 지침을 모두 충족하지 못하는 집단을 참조그룹으로 하였을 때 두 지침을 모두 달성한 그룹에서 AIP의 승산비가 가장 크게 감소되었다(OR: 0.61, 95% CI: 0.52-0.72). 4) 중-고강도 유산소 활동이 없으며, 근력 강화 활동 지침을 충족하지 못하는 인원을 참조그룹으로 하였을 때, 유산소 신체활동 시간과 근력 강화 활동 참여 일수가 증가할수록 AIP의 승산비가 감소되는 경향을 보였다. 특히, 주당 300분 이상의 중-고강도 유산소 활동을 한 그룹에서 근력 강화 활동을 주당 2-3회 실행할 경우 AIP의 승산비가 가장 많이 감소되었다(OR: 0.39, 95% CI: 0.24-0.63). 따라서 심혈관질환 예방을 위해 신체활동 지침에 부합하는 유산소 및 근력 강화 활동 참여가 중요할 것으로 사료된다.

한글주요어 : 유산소 신체활동, 근력 강화 활동, AIP, 심혈관질환

\* 김연수, 서울대학교, E-mail : kys0101@snu.ac.kr

## I. 서론

세계보건기구(world health organization: WHO)의 10대 주요 사망원인에 따르면, 심혈관질환(cardiovascular disease)은 전 세계 사망원인 중 1위를 차지하고 있다(WHO, 2021). 이와 유사하게 국내의 경우에도 심혈관질환은 전체 사망원인의 주된 요인으로 보고되고 있다. 2022년 한국인 사망 통계 자료에 따르면 심장질환 사망자는 2010년 인구 10만 명당 46.9명에서 2020년 63.0명으로 약 16.0%가 증가한 것으로 나타났다(통계청, 2020). 따라서 WHO는 심혈관질환 위험성이 높은 개인을 정확하고 신속하게 식별하는 것이 사망률을 낮추는 가장 효과적인 방법이 될 것으로 제시하였다(WHO, 2021).

동맥경화지수(atherogenic index of plasma: AIP)는 중성지방(triglyceride: TG)과 고밀도지단백 콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol: HDL-C)의 비율로 계산되며(Edwards & Loprinzi, 2019), 동맥경화, 관상동맥질환 등 심혈관질환을 예측하는 주요한 인자로 보고되고 있다(Cho, Kim, Huh, & Lee, 2020). 또한 AIP는 세계적으로 심혈관질환을 예측하는 방법으로 잘 알려진 Framingham risk score (FRS)와 상관계수가 0.33-0.42로 나타나 그 효용성을 확인하였고(Hammam, Abdel-Wahab, & Gheita, 2021), 특히, 아테롬성 동맥경화와 관상동맥질환을 야기하는 것으로 밝혀진 작은 입자의 저밀도지단백 콜레스테롤(small dense LDL-C) 수치를 대체할 수 있어 임상적으로 경제적이고 신뢰할 수 있는 지표로 활용되고 있다(Frohlich &

Dobiášová, 2003).

17,944명의 한국 성인을 대상으로 AIP와 허혈성 심장질환의 연관성을 분석한 전향적 코호트 연구에 따르면, 높은 수준의 AIP는 연령, 성별, 흡연, 음주, 혈당, 평균동맥혈압 C-반응성단백 등을 보정한 후에도 허혈성 심장질환의 위험을 증가시키는 것으로 나타났다(Kim, Yoon, Lee, Park, & Jung, 2021). 또한, 대사 및 심혈관질환이 없는 건강한 한국 성인 3,468명을 대상으로 상완-발목 맥파 속도와 AIP의 연관성을 분석한 결과, AIP는 성별에 관계없이 동맥경화의 위험을 예측할 수 있는 독립적인 요인으로 나타났다(Nam et al., 2021). 뿐만 아니라 AIP는 단일 지질 또는 기존의 혈중 지질 프로파일보다 심혈관질환을 예측하는데 효과적인 것으로 보고되고 있다(Edwards, Blaha, & Loprinzi, 2017).

규칙적인 신체활동 참여는 TG 및 HDL-C와 우호적인 연관성이 있으며, 심혈관질환의 위험을 낮출 수 있는 것으로 보고되고 있다(Katcher, Hill, Lanford, Yoo, & Kris-Etherton, 2009). National health and nutrition examination survey(NHANES) 자료를 활용하여 6,694명의 성인을 대상으로 중-고강도의 유산소 신체활동 수준과 AIP의 연관성을 분석한 결과, 중-고강도 신체활동이 많을수록 AIP 수치가 낮아 심혈관질환의 위험요인을 개선할 수 있을 것으로 보고하였다(Edwards & Loprinzi, 2016). 또한, 근력 강화 활동 지침 달성에 따른 AIP 연관성을 분석한 연구에 따르면 지침을 달성한 그룹은 그렇지 않은 그룹에 비해 AIP가 증가될 위험률을 감소시키는 것으로 나타나, 근력강화 활동 참여는 심혈관질환의 위험을 완화시킬 수 있는 방법으로

제시되었다(Edwards & Loprinzi, 2016).

유산소 및 근력 강화 활동의 참여는 AIP 수치에 긍정적인 영향을 미치므로, 심혈관질환의 위험성을 완화시킬 수 있는 효과적인 방법이 될 수 있다. 하지만 현재까지 신체활동 참여에 따른 AIP의 긍정적인 관계는 연구 대상자의 나이, 민족, 인종간의 차이에 따라 다르게 발생하는 것으로 보고되고 있다(Cai et al., 2019). 또한, 신체활동 참여에 따른 AIP의 연관성을 분석한 다양한 연구 결과에도 불구하고 현재 한국 성인의 신체활동 수준에 따른 AIP의 연관성을 분석한 연구는 매우 부족한 실정이다. 뿐만 아니라 유산소 신체활동과 근력 강화 활동 지침 달성의 독립적인 효과를 보고하였을 뿐, 두 지침을 모두 달성하였을 때의 효과와 양-반응(dose-response) 관계에 관한 연구도 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 한국 성인을 대표하는 국민건강영양조사 자료를 활용하여 유산소 및 근력 강화 활동에 따른 AIP의 연관성을 조사하며, 그 관계에 있어 양-반응 관계를 분석하는 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 분석 대상

국민건강영양조사는 국민건강증진법 제16조에 근거해서 시행하는 한국 국민의 건강행태, 만성질환 유병 현황, 식품 및 영양섭취 실태에 관한 법정 조사이다. 본 연구에서 사용하고 있는 자료는 한국질병관리본부 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 수행된 연구에서 수집되었으며(승인번호: 2013-12EXP-03-5C,

2018-01-03-P-A), 원시자료는 국민건강영양조사 홈페이지(<https://knhanes.kdca.go.kr/>)에서 다운로드 하였다.

2014-2019년 국민건강영양조사에 참여한 47,309명 중에서 19세 이하 미성년자 9,393명과 신체활동 설문지의 응답 결과가 없는 인원 2,065명을 제외하였다. 신체질량지수(body mass index: BMI), 허리둘레, 가구 소득수준, 교육수준, 1년간 음주, 그리고 흡연의 결측 인원 2,539명을 제외하였다. 또한, 동맥경화지수 계산을 위한 HDL-C와 TG의 결측 인원 1,369명과 혈액 변인들의 신뢰성을 위해 채혈 전 공복시간이 8시간 미만인 사람 824명을 제외하였다. 따라서 최종적으로 31,119명을 본 연구의 분석 대상으로 선정하였다 <그림 1>.

## 2. 측정변인

### 1) 신체활동

국민건강영양조사에서 활용되고 있는 신체활동 설문지는 Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ)을 기반으로 하고 있다. GPAQ는 WHO에서 개발한 신체활동 평가 설문지이며 전 세계적으로 널리 사용되고 있다. 유산소 신체활동은 평소 1주일간 일(work)과 관련된 활동, 장소이동(transportation)과 관련된 활동, 여가(leisure)활동으로 구분되어 조사된다. 근력 강화 활동은 최근 1주일 동안 팔굽혀펴기, 윗몸일으키기, 아령, 역기, 철봉 등의 근력 운동을 한 일수를 조사하며, 이에 따른 응답으로 '①. 전혀 하지 않음', '②. 1일', '③. 2일', '④. 3일', '⑤. 4일', '⑥. 5일 이상'으로 응답할 수 있다. 설문지의 자료는 WHO의

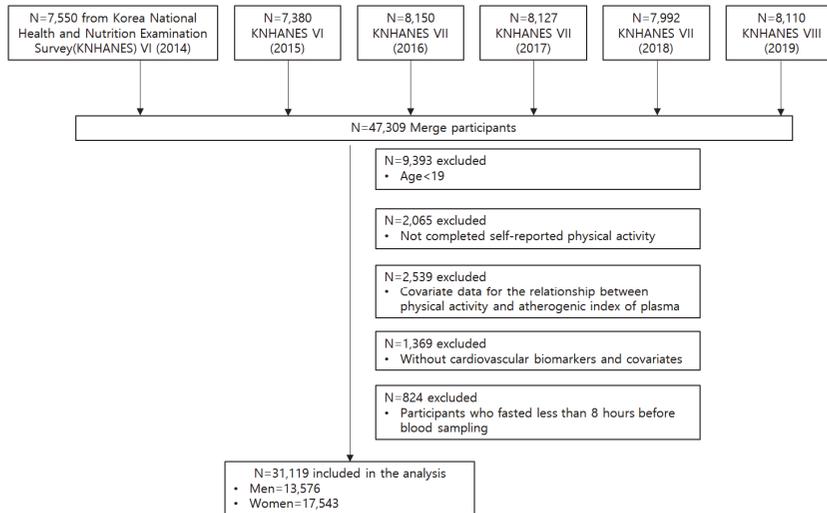


Figure 1. Flow diagram of participants excluded.

분석 절차 및 지침을 통해 이상치를 검증하였다(World Health Organization, 2010).

유산소 활동은 미국인을 위한 신체활동 지침 2판(U.S. Department of health and human services, 2018)의 내용을 참고하여 유산소 활동은 주당 중-고강도 신체활동이 없는 경우 'inactive', 주당 150분 미만의 중-고강도 신체활동에 참여할 경우 'insufficiently active', 주당 150분 이상 300분 미만의 중-고강도 신체활동에 참여할 경우 'active', 주당 300분 이상의 중-고강도 신체활동에 참여할 경우 'highly active'로 정의하였으며, 근력 강화 활동은 주 2일 이상을 기준으로 "충족함", "충족하지 못함"으로 정의하였다.

## 2) 동맥경화지수(AIP)

국민건강영양조사는 규정된 절차에 의해 혈액 변인 측정하고 있다(Korea Centers for Disease

Control and Prevention, 2020). AIP를 산출하기 위해 국민건강영양조사의 혈액검사를 통해 측정된 HDL-C, TG를 활용하였으며, AIP는 TG 대 HDL-C 비율로 계산되었다(Dobiášová, & Frohlich, 2001).

AIP는 연속변수로 활용하였으며, 선행연구를 참고하여 0.24mmol/L를 기준으로 심혈관질환의 위험의 상승을 정의하였다(Edwards, Blaha, & Loprinzi, 2017; Dobiášová, Frohlich, Šedová, Cheung, & Brown, 2011; Dobiášová, 2006).

## 3) 공변인

본 연구의 공변인은 다음과 같다. 가구소득은 '하', '중하', '중상', '상'으로, 교육 수준은 '초졸 이하', '중졸', '고졸', '대졸 이상'으로 분류하였다. 생활행태 지표는 1년간 음주 빈도, 현재 흡연 여부를 사용하였다. 1년간 음주 빈도는 최근 1년 동안 술을 전혀 마시지 않은 사람, 최근 1년 동안 한 달에

1잔 이하 음주한 사람, 최근 1년 동안 한 달에 1잔 이상 음주한 사람으로 분류하였으며, 현재 흡연 여부는 전혀 흡연하지 않은 사람, 과거 흡연하는 사람, 현재 흡연하는 사람으로 구분하였다. 비만 변수는 BMI가  $18.5\text{kg}/\text{m}^2$  이하인 경우 저체중,  $18.5\text{kg}/\text{m}^2$  이상,  $23\text{kg}/\text{m}^2$  미만일 경우 정상,  $23\text{kg}/\text{m}^2$  이상,  $25\text{kg}/\text{m}^2$  미만일 경우 과체중,  $25\text{kg}/\text{m}^2$  이상일 경우 비만으로 분류하였다.

### 3. 자료처리

통계 분석은 SAS(Statistical Analysis System version 9.4, SAS Institute, Cary, NC) 프로그램을 이용하였다. 국민건강영양조사는 복합표본 설계(complex sampling design) 자료이므로, 층화변수(kstrata), 집락 변수(조사구, psu), 가중치(weight)를 활용하여 복합 표본설계 방법에 따라 분석하였다.

대상자의 일반적 특성으로 기술통계를 활용하여 범주형 변수는 빈도(frequency)와 그룹 내 비율(%)을 제시하였으며, 연속형 변수의 경우 평균(mean)과 표준오차(standard error)를 구하였다. 유산소 및 근력 강화 활동 지침 달성 여부에 따라 AIP 수치가 상승된 인원의 비율 차이를 검증하기 위해 카이제곱 검정을 실시하였다. 유산소 및 근력 강화 활동과 AIP의 연관성을 확인하기 위해 로지스틱 회귀분석을 활용하여 승산비(odds ratio: OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval: CI)을 산출하였다. Model 1은 연령, Model 2는 Model 1에 성별, 교육 수준, 가구소득, 흡연, 음주, BMI를 추가하였고, Model 3은 Model 2에 유산소 신체활동과 근력 강화 활동을 서로 다른 회귀식에

각각 공변인으로 활용하였다. 또한, 유산소 및 근력 강화 활동 지침 모두를 달성하지 않은 인원을 참조 그룹으로 하여 하나의 지침만 달성하였을 경우와 두 지침을 모두 달성하였을 때의 승산비를 산출하였다. 뿐만 아니라 신체활동 수준과 AIP 위험도의 양-반응 관계를 확인하기 위해 유산소와 근력 강화 활동을 전혀 하지 않은 인원을 참조그룹으로 설정한 후 유산소 신체활동은 'inactive', 'insufficiently active', 'active', 'highly active'의 그룹을 기반으로 근력 강화 활동일수가 '1: 0-1일', '2: 2-3일', '3: 4일 이상' 실천한 그룹의 승산비를 각각 산출하였다. 모든 통계적 유의수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

## III. 결과

연구 대상자의 일반적 특성은 <표 1>에 제시하였다. 전체 연구 대상자의 평균 연령은 47세였으며, 여성 인원은 17,543명(50.3%)으로 나타났다. 가구소득이 증가함에 따라 인원수가 증가하였으며, 교육 수준은 중학교 졸업이 3,168명(8.6%)으로 가장 적고, 대학교 졸업 이상 그룹은 11,406명(41.1%)으로 가장 많았다. 또한 음주와 흡연은 각각 최근 1년간 음주를 하지 않은 인원 15,863명(53.8%)과 전혀 흡연하지 않은 인원이 18,876명(57.2%)으로 가장 많았다. BMI의 경우 정상 인원이 가장 많았으며 비만, 과체중, 저체중 인원이 그 뒤를 따랐다.

AIP 수치에 따른 신체활동 지침 준수율의 차이는 <표 2>에 제시하였다. 유산소 및 근력 강화 활동 지침을 모두 충족하지 않은 집단의 경우 AIP 수치가

Table 1. Characteristics of study participants

	Mean(SE) or n(%)	95% Confidence interval	
		Lower limit	Upper limit
Age(yr)	47 (0.2)	46	46.9
Sex(female)	17,543(50.3)	49.7	50.8
Household income			
Low	5,630(14.5)	13.7	15.2
Middle-low	7,667(23.9)	23.0	24.8
Middle-high	8,638(29.8)	28.8	30.7
High	9,184(31.9)	30.7	33.1
Education			
≤Elementary school	6,258(13.9)	13.3	14.6
Middle school	3,168(8.6)	8.2	9.0
High school	10,287(36.4)	35.5	37.2
≥Undergraduate	11,406(41.1)	40.0	42.2
Alcohol			
Never	8,473(22.9)	22.2	23.5
Former	15,863(53.8)	53.1	54.6
Current	6,783(23.3)	22.7	23.9
Smoking			
Never	18,876(57.2)	56.6	57.9
<Once/month	6,685(21.4)	20.9	22.0
≥Once/month	5,558(21.3)	20.7	22.0
BMI1)			
Underweight	1,202(4.2)	4.0	4.5
Normal	12,100(39.0)	38.4	39.7
Overweight	7,219(22.7)	22.2	23.3
Obese	10,598(34.0)	33.3	34.7

SE: standard error; BMI: body mass index

1)'Underweight': (BMI)<18.5kg/m<sup>2</sup>, 'Normal': 18.5 kg/m<sup>2</sup><BMI<23 kg/m<sup>2</sup>, 'Overweight' 23kg/m<sup>2</sup>≤BMI≤25 kg/m<sup>2</sup>, 'Obese' BMI>25 kg/m<sup>2</sup>.

증가된 인원의 비율이 4,597명(71.8%)으로 AIP 수치가 낮은 인원의 비율 17,204명(69.6%)보다 높은 것으로 나타났다( $p<.001$ ). 반면에 근력 강화 활동 지침만 달성하거나 유산소 및 근력 강화 활동 지침 모두를 달성한 집단은 AIP 수치가 감소된 인원의 비율이 각각 4,788명(19.4%)과 1,243명(5.0%)으로 AIP 수치가 증가된 인원 1,151명(18.0%)과 249명(3.9%)보다 높은 것으로 나타났다( $p<.01$ ).

Table 2. Adherence rate of physical activity guidelines according to AIP level

Physical activity guidelines	AIP level		p-value1)
	≥0.24mmol/L	≥0.24mmol/L	
Meet neither	17,204 (69.6)	4,597 (71.8)	<0.01*
MVPA only	1,480(6.0)	408(6.4)	0.084
MSA only	4788(19.4)	1151(18.0)	<0.01*
Meet both	1243(5.0)	249(3.9)	<0.01*

Data are presented as number (%).

AIP: atherogenic index of plasma; MVPA: moderate to vigorous physical activity; MSA: muscle-strengthening activity.

1)Chi-square test, \* $p<.01$ 

유산소 및 근력 강화 활동과 AIP의 독립적인 연관성을 분석한 내용은 <표 3>에 제시하였다. 유산소 신체활동은 중-고강도 신체활동이 없는 인원을 참조그룹으로 하여 로지스틱 회귀분석을 한 결과, 연령, 성별, 교육 수준, 가구소득, 흡연, 음주, 그리고 BMI를 보정하였을 때 신체활동 수준이 'insufficiently active',

Table 3. Odds ratios of AIP according to MVPA and MSA guidelines achievement

	Model 1	Model 2	Model 3)
	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)
MVPA(min/wk)			
0 (Inactive)	1.00	1.00	1.00
1-149 (Insufficiently active)	0.81(0.75-0.87)	0.88(0.81-0.95)	0.91(0.84-0.98)
150-299(Active)	0.87(0.76-0.99)	0.72(0.63-0.82)	0.78(0.68-0.89)
≥300(Highly active)	1.09(0.89-1.32)	0.79(0.65-0.97)	0.84(0.69-1.03)
MSA(d/wk)			Model 3)
0-1	1.00	1.00	1.00
2-3	0.89(0.80-1.00)	0.77(0.68-0.87)	0.78(0.69-0.89)
≥4	0.87(0.78-0.97)	0.67(0.60-0.76)	0.69(0.61-0.77)

AIP: atherogenic index of plasma; MVPA: moderate to vigorous physical activity; MSA: muscle-strengthening activity; OR: odds ratio; CI: confidence interval.

Model 1: adjusted for age.

Model 2: adjusted for model 1 plus sex, education, household income, smoking, alcohol, body mass index.

1)Model 3: adjusted for Model 2 plus MSA guidelines achievement

2)Model 3: adjusted for model 2 plus MVPA guidelines achievement

‘active’, ‘highly active’으로 증가할수록 AIP의 승산비가 감소하였다(OR: 0.88, 95% CI: 0.81-0.95; OR: 0.72, 95% CI: 0.63-0.82; OR 0.79, 95% CI: 0.65-0.97). 또한, 동일한 회귀식에서 근력 강화 활동 달성 여부를 추가하여 보정하였을 경우 AIP의 승산비는 ‘insufficiently active’, ‘active’ 그룹에서만 통계적으로 유의하게 감소되었다(OR: 0.91, 95% CI: 0.84-0.98; OR: 0.78, 95% CI: 0.68-0.89).

근력 강화 활동은 지침은 주 1회 미만 참여를 참조 그룹으로 하여 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과, 연령, 성별, 교육 수준, 가구소득, 흡연, 음주, 그리고 BMI를 보정하였을 때 주 2-3일, 주 4일 이상 참여한 그룹의 승산비가 감소하였다(OR: 0.77, 95% CI: 0.68-0.87; OR: 0.67, 95% CI: 0.60-0.76). 또한, 동일한 회귀식에 유산소 신체활동 지침 달성을 추가하여 보정하였을 경우에도 AIP의 승산비는 감소되었다(OR: 0.78, 95% CI: 0.69-0.89; OR: 0.67, 95% CI: 0.61-0.77).

유산소 및 근력 강화 활동 지침을 모두 달성하였

을 때 AIP와의 연관성은 <그림 2>에 제시하였다. 두 지침을 모두 달성하지 못한 인원을 참조그룹으로 하였을 경우 근력 강화 활동과 두 지침을 모두 달성한 그룹에서 AIP의 승산비가 감소되었다(OR:0.79, 95% CI: 0.72-0.86; OR:0.61, 95% CI: 0.52-0.72). 반면에 유산소 신체활동 지침 달성은 유의한 연관성을 나타내지 않았다(OR:0.91, 95% CI=0.79-1.05).

AIP와 유산소 및 근력강화 활동 지침 달성의 양-반응 관계는 <그림 3>에 제시하였다. ‘Inactive’ 그룹에서 근력 강화 활동을 주 0-1회 참여 인원을 참조그룹으로 하여 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과, ‘Inactive’ 그룹의 근력강화 활동을 주 4일 이상 참여한 그룹의 승산비가 감소하였고(OR: 0.67, 95% CI: 0.51-0.86), ‘Insufficiently active’ 그룹은 근력 강화 활동 주 0-1회, 2-3회, 4일 이상 참여한 그룹 모두에서 승산비가 감소하였다(OR: 0.91, 95% CI: 0.84-0.99; OR 0.72, 95% CI: 0.62-0.85; OR: 0.67, 95% CI:

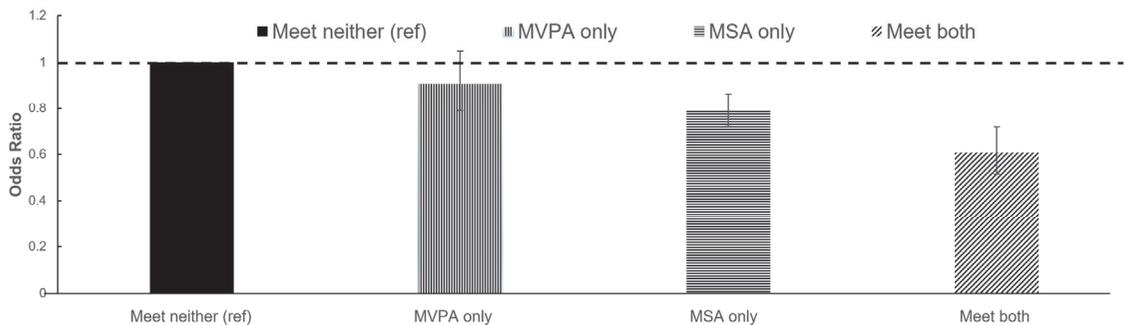
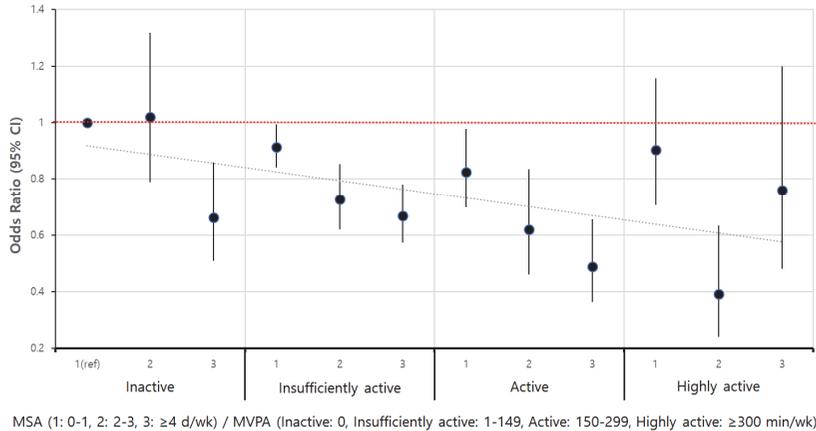


Figure 2. Odds ratio(OR) with 95% confidence intervals (95% CI) having increased AIP among individuals meeting MVPA and MSA, and both guidelines. The OR (95% CI) are as follows: MVPA only: 0.91 (0.79-1.05); MSA only: 0.79 (0.72-0.86); both: 0.61 (0.52-0.72).



MSA (1: 0-1, 2: 2-3, 3:  $\geq 4$  d/wk) / MVPA (Inactive: 0, Insufficiently active: 1-149, Active: 150-299, Highly active:  $\geq 300$  min/wk)

Figure 3. Dose-response relationship of MVPA, MSA with AIP. The odd ratio (OR) with 95% confidence intervals (95% CI) are as follows: Inactive 2: 1.02 (0.79-1.32); Inactive 3: 0.67 (0.51-0.86); Insufficiently active 1: 0.91 (0.84-0.99); Insufficiently active 2: 0.72 (0.62-0.85); Insufficiently active 3: 0.67 (0.57-0.78); Active 1: 0.83 (0.70-0.78); Active 2: 0.62 (0.46-0.84); Active 3: 0.49 (0.36-0.66); Highly active 1: 0.90 (0.71-1.16); Highly active 2: 0.39 (0.24-0.63); Highly active 3: 0.76 (0.48-1.20).

0.57-0.78). 또한 'Active' 그룹의 경우 근력 강화 활동 주 0-1회, 2-3회, 4일 이상 참여한 인원 모두의 승산비가 감소하였으나(OR: 0.83, 95% CI: 0.70-0.78; OR 0.62, 95% CI: 0.46-0.84; OR: 0.49, 95% CI: 0.36-0.66), 'Highly active' 그룹에서는 근력 강화 활동을 주 2-3회 참여한 그룹의 승산비만 감소하였다(OR: 0.39, 95% CI: 0.24-0.63).

#### IV. 논의

규칙적인 신체활동 참여는 심혈관질환의 주된 위험요인으로 알려진 이상지질혈증에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Zhou et al., 2017). 본 연구의 목적은 한국 성인의 유산소 및

근력 강화 활동 지침 달성과 AIP의 연관성을 확인하며, 그 관계에 있어 양-반응 관계를 분석하는 것이다. 연구 결과에 따른 논의는 다음과 같다.

미국인을 위한 신체활동 지침 2판(U.S. Department of health and human services, 2018)에 따르면 성인에게 있어 유산소 신체활동을 통해 상당한 건강의 이득을 얻기 위해서는 주당 150-300분의 중강도 활동 또는 75-150분의 고강도 활동을 실시하거나, 이 둘의 적절한 조합을 통해 동등한 시간 달성을 권고하고 있다. 또한, 300분 이상의 중강도 활동을 통해 건강에 추가적인 이점을 얻을 수 있다고 하였다. 뿐만 아니라 대근육을 활용한 중강도 이상의 근력 강화 활동을 주 2회 이상 참여할 것을 권고하고 있다. 위와 같은 지침은 노인에게도 동일하게 적용된다. 위 지침에 따라 유산소 및 근력 강화 활동과 AIP의 연관성을 확인한 결과, 신체활

동 지침을 충족한 그룹에서 그렇지 못한 그룹에 비해 각각 감소된 승산비를 보였다. 이러한 결과는 AIP와 통계적으로 유의한 연관성을 보였으며, 하나의 독립된 신체활동 지침을 충족할 때 보다 두 지침을 모두 충족하였을 때 가장 큰 승산비의 감소를 나타냈다. 또한, 이러한 연관성은 대체로 유산소 및 근력강화 활동 지침에 충족하는 양(dose)이 증가할수록 승산비가 감소되는 경향을 나타냈다.

1999-2006년 NHANES의 자료를 활용하여 6,694명의 성인과 노인의 근력 강화 활동 지침에 따른 AIP의 연관성을 확인한 결과, 연령, 성별, 고혈압, TC, HDL-C, BMI, 흡연 등을 보정한 후에도 지침을 만족하였을 때 그렇지 않은 그룹에 비해 AIP의 승산비가 20% 감소하였다(Edwards & Loprinzi, 2016). 이러한 결과는 유산소 신체활동 지침 충족 여부와 관계없이 근력강화 활동 지침을 충족할 경우 AIP의 승산비가 감소되는 본 연구의 결과와 동일하다.

한 달 동안의 중-고강도 신체활동 수준을 4분위로 나누어 AIP와의 연관성을 분석하였을 경우에도 신체활동 수준이 증가할수록 AIP의 수치가 감소하는 양-반응 관계를 나타내 본 연구와 유사한 결과를 보였다(Edwards & Loprinzi, 2019). 하지만 두 연구 모두 유산소 및 근력 강화 활동을 조사하는 설문지 문항이 지난 한 달 동안이라 본 연구의 지난 일주일의 기간과 상이하며, 유산소 신체활동을 조사하는 설문지의 구성과 신체활동 지침 충족 기준이 500METs(metabolic equivalent of task)로 설정하였기 때문에 본 연구의 결과와 직접적인 비교는 어려울 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 NHANES를 포함한 다양한 선행연구에서

150분의 이상의 중-고강도 유산소 신체활동 참여에 따른 혈액 지표의 긍정적인 연관성은 본 연구의 결과와 유사하다(Reyes-Ferrada et al., 2020).

본 연구의 결과에서 유산소 활동 지침만을 충족하는 그룹은 AIP와 유의한 연관성이 없으며, 근력 강화 활동 지침만을 충족하는 그룹은 AIP의 승산비를 감소시켰다. 이러한 결과는 9,120명의 한국 성인 및 노인을 대상으로 유산소 및 근력 강화 활동 지침 달성에 따른 심장대사질환 혈액 변인(cardiometabolic biomarker)과의 연관성을 분석한 연구와 상이하다(Bennie et al., 2020). Bennie et al., (2020)의 연구에 따르면 근력 강화 활동은 HDL-C과 TG에서 통계적인 유의성이 없으며, 유산소 신체활동의 경우 두 변인 모두에서 통계적인 유의성을 나타냈다.

이처럼 연구에 따라 그 결과가 다르게 나타나는 정확한 이유를 알 수 없지만, AIP 수준이 높은 대상자는 신체적 제한이 있어 규칙적인 신체활동 참여에 어려움이 있을 수 있으며(Edwards & Loprinzi, 2019), 반대로 AIP 수준이 높은 사람이 건강 관리를 위해 적극적으로 신체활동에 참여하는 역인과성(reverse causality)에 기인할 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 통계 분석 방법과 선택되는 공변인의 불일치도 연구 결과의 차이에 원인이 될 수 있을 것으로 사료된다.

신체활동의 효과는 유산소 및 근력 강화 활동을 모두 실시하였을 때 가장 긍정적인 효과를 나타낸다. 신체활동과 대사증후군 및 대사증후군의 위험요인에 미치는 요인을 비교한 선행연구에 따르면, 신체활동의 긍정적인 영향은 두 활동의 지침을 모두 달성하였을 때 가장 강하게 나타났다(Dankel,

Loenneke, & Loprinzi, 2016; Lim, Park, & Kim, 2021). 본 연구의 결과도 위와 유사하게 유산소 및 근력 강화 활동 지침의 독립적인 효과보다 두 지침을 모두 달성하였을 때 긍정적인 효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 아직까지 명확하게 정의되지 않은 다양한 메커니즘에도 불구하고, 규칙적인 신체활동의 참여는 에너지 소비량의 증가와 혈관 내피기능의 향상으로 인해 혈액 변인에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이다(Durstine et al., 2001; Maarbjerger, Sylow, & Richter, 2011).

본 연구는 횡단연구(cross-sectional study)의 특성상 신체활동과 AIP 사이의 인과관계를 완벽히 밝히기에 어려움이 있다. 또한, 본 연구에서 활용된 신체활동 자료는 설문지로 조사되었기 때문에 사회적 바람직성과 회상의 오류가 발생되어 실제 신체활동 시간이 과대평가 되었을 수 있다. 그러나, 한국인을 대표하는 국가 통계 자료를 활용하여 30,000명 이상의 성인과 노인을 대상으로 신체활동과 심혈관질환 위험인자인 AIP의 연관성을 분석한 첫 연구라는 점에 의의가 있다. 추후 본 연구의 결과를 기반으로 하여 한국 성인의 신체활동과 AIP의 인과관

계를 설명하기 위한 종단연구(longitudinal) 연구 및 운동 중재 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한, 국민건강영양조사에서 신체활동을 조사하는데 있어 가속도계와 같은 객관적 측정 도구를 활용하여 설문지의 단점을 보완한다면 심혈관질환과의 연관성을 보다 정확하게 파악할 수 있을 것이다.

## V. 결론

한국 성인을 대상으로 유산소 및 근력 강화 활동 지침 달성 여부에 따른 AIP의 연관성을 분석한 결과 각각의 신체활동 지침을 충족하였을 때 AIP의 승산비가 감소하였다. 하지만 이러한 결과는 유산소 또는 근력강화 활동 지침의 독립적인 효과보다 두 지침을 모두 달성하였을 때 가장 크게 나타났다. 또한, 양-반응 관계를 확인한 결과, 유산소 및 근력강화 활동의 참여 시간 및 일수가 증가할수록 AIP의 승산비가 감소되는 경향을 보였다. 따라서 심혈관질환 예방을 위해 신체활동 지침에 부합하는 유산소 및 근력강화 활동 참여가 중요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 통계청(2020). **2020년 사망원인통계 결과**. <http://kostat.go.kr/assist/synap/preview/skin/miri.html?fn=dbcc61637198371108175934&rs=/assist/synap/preview>. Accessed May 20, 2022.
- Bennie, J. A., Ding, D., Khan, A., Stamatakis, E., Biddle, S. J., & Kim, J. (2020). Run, lift, or both? Associations between concurrent aerobic-muscle strengthening exercise with adverse cardiometabolic biomarkers among Korean adults. *European Journal of Preventive Cardiology*, 27(7), 738-748.
- Braith, R.W., Stewart, K.J. (2006). Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 113: 2642 - 2650.
- Cai, G., Liu, W., Lv, S., Wang, X., Guo, Y., Yan, Z., ... & Zhou, Y. (2019). Gender-specific associations between atherogenic index of plasma and the presence and severity of acute coronary syndrome in very young adults: a hospital-based observational study. *Lipids in health and disease*, 18(1), 1-9.
- Cheng, Y. J., Gregg, E. W., De Rekeneire, N., Williams, D. E., Imperatore, G., Caspersen, C. J., & Kahn, H. S. (2007). Muscle-strengthening activity and its association with insulin sensitivity. *Diabetes care*, 30(9), 2264-2270.
- Cho, S. K., Kim, J. W., Huh, J. H., & Lee, K. J. (2020). Atherogenic index of plasma is a potential biomarker for severe acute pancreatitis: a prospective observational study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(9), 2982.
- Dankel, S. J., Loenneke, J. P., & Loprinzi, P. D. (2016). The individual, joint, and additive interaction associations of aerobic-based physical activity and muscle strengthening activities on metabolic syndrome. *International journal of behavioral medicine*, 23(6), 707-713.
- Dobiášová, M. (2006). AIP—atherogenic index of plasma as a significant predictor of cardiovascular risk: from research to practice. *Vnitřní lékařství*, 52(1), 64-71.
- Dobiášová, M., & Frohlich, J. (2001). The plasma parameter log (TG/HDL-C) as an atherogenic index: correlation with lipoprotein particle size and esterification rate in apob-lipoprotein-depleted plasma (FERHDL). *Clinical biochemistry*, 34(7), 583-588.

- Dobiášová, M., Frohlich, J., Šedová, M., Cheung, M. C., & Brown, B. G. (2011). Cholesterol esterification and atherogenic index of plasma correlate with lipoprotein size and findings on coronary angiography. *Journal of lipid research*, 52(3), 566-571.
- Durstine, J. L., Grandjean, P. W., Davis, P. G., Ferguson, M. A., Alderson, N. L., & DuBose, K. D. (2001). Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise. *Sports medicine*, 31(15), 1033-1062.
- Edwards, M. K., & Loprinzi, P. D. (2016). The association between muscle strengthening activities and atherogenic index of plasma. *Preventive Medicine*, 91, 318-321.
- Edwards, M. K., Blaha, M. J., & Loprinzi, P. D. (2017). Influence of sedentary behavior, physical activity, and cardiorespiratory fitness on the atherogenic index of plasma. *Journal of clinical lipidology*, 11(1), 119-125.
- Edwards, M. K., Blaha, M. J., & Loprinzi, P. D. (2017, April). Atherogenic index of plasma and triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio predict mortality risk better than individual cholesterol risk factors, among an older adult population. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 92, No. 4, pp. 680-681). Elsevier.
- Edwards, M., & Loprinzi, P. (2019). The Dose - Response Association Between Reported Moderate to Vigorous Intensity Physical Activity and Atherogenic Index of Plasma: NHANES, 1999 - 2006, *Journal of Physical Activity and Health*, 16(5), 368-370. DOI: <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0389>
- Frohlich, J., & Dobiášová, M. (2003). Fractional esterification rate of cholesterol and ratio of triglycerides to HDL-cholesterol are powerful predictors of positive findings on coronary angiography. *Clin Chem*, 49(11), 1873-1880. doi:10.1373/clinchem.2003.022558
- Hammam, N., Abdel-Wahab, N., & Gheita, T. A. (2021). Atherogenic Index of Plasma in Women with Rheumatoid Arthritis and Systemic Lupus Erythematosus: A 10-Year Potential Predictor of Cardiovascular Disease. *Curr Rheumatol Rev*, 17(1), 122-130. doi:10.2174/1573397116666201007123403
- Katcher, H. I., Hill, A. M., Lanford, J. L., Yoo, J. S., & Kris-Etherton, P. M. (2009). Lifestyle approaches and dietary strategies to lower LDL-cholesterol and triglycerides and raise HDL-cholesterol. *Endocrinology and metabolism clinics of North America*, 38(1), 45-78.
- Kim, J. J., Yoon, J., Lee, Y. J., Park, B., & Jung, D. H. (2021). Predictive value of the atherogenic index of plasma

- (AIP) for the risk of incident ischemic heart disease among non-diabetic koreans. *Nutrients*, 13(9), 3231.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. *KNHANES regulation for physical examination VII (2016- 2018)* [Internet]. Cheongju (KR): Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2020 [cited 2022 Apr 8]. Available from: [https://knhanes.kdca.go.kr/knhanes/sub03/sub03\\_06\\_02.do](https://knhanes.kdca.go.kr/knhanes/sub03/sub03_06_02.do)
- Lim, J., Park, S., & Kim, J.-S. (2021). Joint association of aerobic physical activity and muscle-strengthening activities with metabolic syndrome: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2014-2015. *Epidemiology and Health*, 43.
- Nam, J. S., Kim, M. K., Park, K., Choi, A., Kang, S., Ahn, C. W., & Park, J. S. (2021). The Plasma Atherogenic Index is an Independent Predictor of Arterial Stiffness in Healthy Koreans. *Angiology*, 000331972111054242.
- Maarbjerg, S., Sylow, L., & Richter, E. (2011). Current understanding of increased insulin sensitivity after exercise - emerging candidates. *Acta physiologica*, 202(3), 323-335.
- Reyes-Ferrada, W., Solis-Urra, P., Plaza-Díaz, J., Sadarangani, K. P., de Moraes Ferrari, G. L., Rodríguez-Rodríguez, F., & Cristi-Montero, C. (2020). Cardiorespiratory fitness, physical activity, sedentary time and its association with the Atherogenic index of plasma in Chilean adults: influence of the waist circumference to height ratio. *Nutrients*, 12(5), 1250.
- U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity guidelines for Americans [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Health and Human Services; 2018 [cited 2022 May 3]. Available from: [https://health.gov/paguidelines/second-edition/pdf/Physical\\_Activity\\_Guidelines\\_2nd\\_edition.pdf](https://health.gov/paguidelines/second-edition/pdf/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf).
- WHO. Cardiovascular diseases (CVDs). 2021. Accessed May 20, 2022. World Health Organization. (2010). *Global physical activity questionnaire (GPAQ) analysis guide*. Retrieved from [https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/resources/GPAQ\\_Analysis\\_Guide.pdf](https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/resources/GPAQ_Analysis_Guide.pdf)
- Zhou, J., Zhou, Q., Wang, D. P., Zhang, T., Wang, H. J., Song, Y., ... & Liu, A. P. (2017). Associations of sedentary behavior and physical activity with dyslipidemia. *Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health Sciences*, 49(3), 418-423.

## Association of Aerobic and Muscle-strengthening Activities with AIP in Korean Adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2014-2019

Jungjun Lim(Seoul National University, Lecturer) · Yang Hei(Seoul National University, Ph.D. candidate) · Yeonsoo Kim(Seoul National University, Professor)

### ABSTRACT

Purpose of this study was to investigate the association of the Atherogenic index of plasma(AIP) with aerobic and muscle-strengthening activities(MSA) in Korean adults. Also, dose-response relationship was examined. Using the data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 31,119 people were analyzed whether they achieved the aerobic and MSA guidelines. Chi-square test and logistic regression analysis were performed. The result is as follows. 1) According to the AIP level, there was a difference in the proportion of people who met the physical activity guidelines( $p<.05$ ). 2) When the aerobic physical activity and MSA guidelines were achieved, the OR of AIP decreased. (OR: 0.78, 95% CI: 0.68-0.89; OR: 0.69, 95% CI: 0.61-0.77). 3) The OR of AIP decreased the most in the group that achieved both guidelines(OR: 0.61, 95% CI: 0.52-0.72). 4) As the time of aerobic physical activity and MSA increased, the OR of AIP decreased. Therefore, it is important to participate in aerobic and MSA in accordance with the guidelines to prevention of cardiovascular disease.

Key words : Aerobic physical activity, Muscle strengthening activity, AIP, Cardiovascular disease

논문 접수일 : 2022. 08. 08

논문 승인일 : 2022. 09. 13

논문 게재일 : 2022. 09. 30