

비만과 홍채 지표와의 상관관계를 확인하기 위한 환자-대조군 연구

김하권¹ · 최정은¹ · 류호룡¹ · 최성환² · 박성일³ · 박현정³ · 박미소^{1,4,*}

1: 대전대학교 한의학과 심계내과학교실, 2: 가오한의원,
3: 박성일한의원, 4: 대전대학교 대전한방병원 임상시험센터

A Case-Control Study to Determine the Correlation Between Obesity and Iris Markers

Ha-Kwon Kim¹, Jungeun Choi¹, Horyong Yoo¹, Seong-Hwan Choi², Seong-II Park³,
Hyun-Jung Park³, Miso S. Park^{1,4,*}

1: Department of Cardiology and Neurology of Korean Medicine, College of Korean Medicine, Daejeon University,
2: Gao Korean Medicine Clinic, 3: Dr. Park Seong-II Clinic,
4: Clinical Trial Center, Daejeon Korean Medicine Hospital of Daejeon University

Obesity, characterized by excessive fat accumulation, arises from an imbalance between energy consumption and expenditure. It is a major risk factor for cardiovascular diseases, type 2 diabetes, and metabolic syndrome. In this retrospective case-control study, we examined the relationship between obesity and iris features frequently utilized in iridology, a practice that studies iris features to assess health conditions. We analyzed the correlation between iris markers and obesity-related test results in 197 adults (99 obese, 98 normal-weight) using anonymized medical records and iris images. Obesity was defined as a BMI of 25 or higher. Trained practitioners examined iris images for markers such as lacunae around the autonomic nerve wreath (ANW), toxic spots around ANW, protrusion around ANW, and lacunae in the cardiac region. They evaluated each marker using a 0-2 grading system. Obese individuals showed more pronounced features, including lacunae and toxic spots around ANW. Normal-weighted individuals showed thicker and more protruded ANW (suggesting increased sympathetic nervous system activity). These markers correlated with clinical measurements of obesity such as waist and hip circumference, visceral fat area, body fat mass, and percent body fat. Each iris marker tended to correlate with different test items. The results suggest that iridology could be utilized to identify obesity-related detailed pathophysiological factors. Iridology combined with advanced technologies such as deep learning and artificial intelligence may further improve early detection and personalized treatment approaches for obesity-related health issues, potentially making iridology a useful component in comprehensive obesity management programs.

keywords : Obesity, Iris, Biomarker, Correlation analysis, Case-control study

서론

체내의 에너지 불균형으로 초래되는 비만은 섭취된 에너지와 소비된 에너지의 불균형으로 인해 체내에 과도한 지방이 축적된 상태를 나타낸다. 비만은 활동 부족, 식사 습관, 중추신경계 이상, 유전적 요인, 심리적 장애, 호르몬 등 다양한 원인으로 발생한다. 비만으로 인해 심뇌혈관질환, 고혈압, 제2형 당뇨, 인슐린 저항성, 대사증후군, 이상지질혈증¹⁾과 고지혈증 및 동맥경화증²⁾ 그리고 유방암, 대장암, 췌장암 등 각종 암의 유병률이 높아질 수 있다³⁾. 우리나라에서 체질량지수 25 kg/m² 이상에 해당하는 성인 비만 유병

률은 1998년에서 2018년 사이 남성의 경우 26.2%에서 42.8%로 증가하였으며, 여성의 경우 25.1%에서 25.5%로 비슷한 정도로 유지되고 있다. 지난 20년 동안 남성의 경우 모든 연령대에서 비만 유병률이 지속적으로 증가하였으며, 여성의 경우 65세 이상의 연령대에서 비만 유병률이 가장 높은 것으로 나타나⁴⁾, 노년기에 급증하는 각종 만성 퇴행성 질환을 예방하기 위해서는 비만 유병률을 낮추고 예방하기 위한 노력이 필요하다.

홍채학은 홍채의 색상과 구조적 특성을 분석하여 장부나 기관의 건강, 노폐물 축적, 체질 등을 파악하는 학문이다⁵⁾. 홍채는 신경외배엽(neuroectoderm)에서 유래하며, 시신경과 연결되어 있어 시

* Corresponding author

Miso S. Park, Daejeon Korean Medicine Hospital of Daejeon University, 75 Daeduk-daero 176 beon-gil, Seo-gu, Daejeon

E-mail : miso.sophia.park@gmail.com Tel : +82-42-470-9541

Received : 2025/01/09 Revised : 2025/04/21 Accepted : 2025/04/25

© The Society of Pathology in Korean Medicine, The Physiological Society of Korean Medicine

pISSN 1738-7698 eISSN 2288-2529 http://dx.doi.org/10.15188/kjopp.2025.04.39.2.62

Available online at https://kmpath.jams.or.kr

각 정보를 넘어 생리적 변화까지 반영할 수 있다. 이에 홍채학에서는 전방 홍채 층(anterior iris layer)의 색상, 색소분포, 그리고 열공(lacuna)등의 위치를 포함한 여러 가지 특성을 바탕으로 다양한 전신 질환을 진단한다. 이는 신경을 통해 대뇌와 신체 각 부위에 연결되어 있어 신체 내 모든 정보가 홍채로 전달되어 섬유조직 형태가 변화되기 때문에 가능한 것으로 여겨진다⁶⁾. 홍채의 열공은 섬유조직 결손으로 인한 홍채 지질층 내 함몰로, 해당 위치 장부나 기관의 허약을 나타낸다. 열공은 홍채 세포막 형성 부전으로 인해 발생하며, 특정 유전자와 연관되어 있다고 알려져 있다⁷⁾. 홍채의 독성 반점(toxic spots)은 일반적으로 짙은 갈색, 검은색 등 어두운 색으로 나타나며, 체내 저항력 저하를 암시한다⁶⁾. 유전정보와 관련된 열공과는 다르게, 독성 반점은 장내미생물의 불균형, 독소, 변비와 관련되어 있어 후천적인 비만과 더욱 관련성이 높다.

자율신경환(autonomic nerve wreath)은 권축륜(collarette)이라고도 하며, 홍채 중앙의 동공 영역(pupillary zone)과 주변의 섬모 영역(ciliary zone)을 구분하는 지그재그 모양의 선을 의미한다. 권축륜 바로 아래쪽에는 작은 세동맥이 원형으로 지나간다. 이 세동맥의 압력에 의해 홍채 표면에 돌출된 용기가 생겨 원형의 선인 권축륜이 나타난다. 또한, 권축륜은 동공 조임근과 동공 확대근이 만나는 곳이다. 동공 영역 아래 위치한 조임근은 섬모체 신경절(ciliary ganglion)에서 나오는 부교감신경절후섬유의 지배를 받으며, 섬모체 영역 아래 위치한 확대근은 상경부 신경절(superior cervical ganglion)에서 나오는 교감신경절후섬유의 지배를 받는다⁸⁾. 권축륜은 자율신경계의 기능을 육안으로 확인할 수 있는 유일한 곳이기 때문에 홍채학에서는 이를 자율신경환이라고 칭한다⁶⁾.

자율신경은 교감신경과 부교감신경으로 나누어진다. 교감신경이 활성화되면 심장이 두근거리고, 호흡이 깊고 빨라지며 심장과 골격근의 혈관은 확장되므로 혈액이 심장과 근육으로 많이 흐르게 된다. 조직세포에 산소를 더 많이 공급하기 위해 세포의 에너지 요구량이 증가한다. 홍채의 자율신경환이 굵고 강하게 나타나는 경우 교감 흥분성이 높으며, 이는 생존을 위한 에너지를 생산하고 저장하는 효율이 높다는 것을 의미한다⁶⁾. 비만은 섭취된 에너지와 신체가 소비하는 에너지의 불균형으로 초래되는데 같은 양의 음식을 섭취해도 교감신경이 항진된 사람이 항진되지 않은 사람보다 더 많은 에너지를 소비한다고 볼 수 있다. 따라서 비만군은 정상체중군에 비해 교감신경이 항진되지 않을 것이라는 가설을 세울 수 있다.

홍채에서 자율신경환과 인접한 안쪽은 대장 영역으로 열공, 독성반점이 해당 영역에 나타나면 대장의 허약 및 장내미생물 불균형을 의미하며, 이는 비만과도 관련이 있을 수 있다. 과민대장증후군이 있는 여성은 비만 유병률이 더 높게 나타났으며, 반대로 복부 비만이 있는 경우에도 과민대장증후군의 위험도가 높은 것으로 나타났다⁹⁾. 과민대장증후군은 기질적 이상 없이 복통, 배변 장애를 동반하는 기능성 장 질환으로 미주신경 등 자율신경과 밀접한 관련이 있다. 따라서 이는 자율신경의 부조화 및 조절기능 허약으로 분류할 수 있다. 이런 대장 기능이 허약한 경우 홍채 검사 시 빈번하게 대장 영역의 허약과 관련이 나타날 수 있어, 이러한 홍채 지표는 비만 유병률과 관련이 있다는 가설을 세울 수 있다.

비만은 많은 질병의 발병 위험도를 증가시키며 특히 심혈관계

질환과 심부전의 위험도를 높은 수준으로 증가시킨다. 남성 심부전의 11%, 여성 심부전의 14%가 비만과 관련된 것으로 추정되는데 비만 환자의 심장에 지질이 축적되어 심장 기능 장애를 초래한다¹⁰⁾. 비만에 따라 심혈관질환의 위험성이 증가하기 때문에, 홍채 지표에서 심장이 허약하게 타고난 자를 미리 선별하여 이들에게 비만이 생기지 않도록 관리한다면 국민 건강 증진에 큰 도움이 될 수 있을 것이다. 또한, 이미 비만한 사람들의 경우 홍채 검사상에서 심장 부위에 허약 조직이 나타나는지 살피는 것은 심혈관질환 합병증과 병증 악화 가능성을 미리 파악하여 이를 예방하는 데 도움이 될 수 있다.

홍채 검사는 간편하고 비침습적이라는 장점이 있으며, 홍채에 나타나는 징후를 활용하여 개인의 전반적인 기질, 특성, 그리고 건강 상태를 한눈에 파악하기 용이하다. 최근 딥러닝 기술을 통하여 홍채 이미지를 빠르게 분석할 수 있어 다양한 연구들이 보고되고 있다. 그 예로 Google Health 팀은 약 15만 명의 당뇨병 환자 안구 이미지를 이용하여 딥러닝 모델을 개발하고, 약 5만 명의 환자를 대상으로 모델을 평가하였다. 안구 이미지 활용 딥러닝 모델의 예측 성능은 환자 인구학적 정보 및 병력을 사용하는 로지스틱 회귀 모델이나 동공 확장 여부를 통한 모델의 예측 성능과 비교하면 훨씬 더 높은 것으로 나타났다. 이 결과는 2022년 Nature Biomedical Engineering 저널에 발표되었다. 연구진들은 홍채를 포함하는 안구 이미지가 혈당 조절 장애, 고지혈증, 그리고 당뇨병성 망막 질환 등을 감지하기 위한 유용한 도구로 사용될 수 있을 것으로 결론지었다¹¹⁾. 또한, 각막의 가장자리에 축적된 지질에 의해 홍채 주변에 나타나는 회백색의 콜레스테롤 링의 정도를 컴퓨터 알고리즘으로 측정하고, 고밀도 및 저밀도 지단백질 콜레스테롤, 중성지방, 총콜레스테롤을 이용하여 다중회귀분석을 통해 이를 예측하였을 때 약 90%의 정확도로 예측 가능성이 보고된 바 있다¹²⁾.

홍채 표지와 여러 비만 지표와의 상관관계를 분석하였던 임 등의 선행 연구에서는, 자율신경환 안쪽 영역의 넓이 차이와 췌장 영역의 열공 존재 유무와 비만과의 연관성을 분석하였다¹³⁾. 본 연구에서는 추가적으로 정상체중군과 비만군의 홍채에서 대장의 허약 및 독성 반점, 심장의 허약, 자율신경 항진이 나타나는 빈도를 비교 분석하고, 각 홍채 지표와 비만 관련 하위 검사 결과들과의 상관관계를 분석하고자 하였다. 결과적으로 도출된 비만군의 홍채 특성을 바탕으로 비만의 하위 요인을 파악하고, 건강관리 전략을 수립하기 위한 지표로 활용할 수 있을 것이다. 나아가, 이러한 홍채 지표 연구가 지속적으로 축적된다면 향후 효과적인 환자-맞춤형 비만 예방 및 관리를 위한 지표로도 활용될 수 있을 것으로 기대하여 본 연구 결과를 보고한다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상자 및 선정 기준

본 연구에서는 이미 수집된 자료를 활용하는 후향적 환자-대조군 연구에 해당하며, 대전대학교 기관생명윤리위원회(IRB) 심의면제(번호: 1040647-202311-HR-001-01)를 받았다. 대전한방병원에

내원한 30~60세 성인 중 흉채를 촬영하였으며, 익명화된 의무기록 정보를 활용한 연구에 대한 동의가 이루어져 있으며, 의무기록상 심뇌혈관 질환, 악성 신생물 등의 병력이 없으면서 신체검진(체질량지수 (kg/m²), 허리둘레(cm), 엉덩이둘레(cm), 허리둘레-엉덩이둘레 비율), 활력징후(수축기혈압(mmHg), 이완기혈압(mmHg), 맥박수(회/분)), 지질 검사(총콜레스테롤(mg/dL), 저밀도 지단백질 콜레스테롤(mg/dL), 고밀도 지단백질 콜레스테롤(mg/dL), 중성지방(mg/dL)), InBody 체성분 측정 결과(내장지방 면적 (cm²), 체지방량(kg), 근육량(kg), 골격근량(kg), 지방량-근육량 비율, 지방량-골격근량 비율, 체지방비(%)) 및 흉채 이미지가 수집되어 있는 경우 (Table 1) 잠재적인 대상자로 고려하였다. 그중 체질량지수가 25 이상인 자를 비만군으로, 18.5 이상 25 미만인 경우를 정상체중군으로 분류하여 군당 100명씩 자료를 수집하였다. 흉채 이미지의 경우 Dr Camscope Pro LED(Sometech, Seoul, Korea)를 사용하여 촬영된 이미지를 수집하였다.

Table 1. Data Items Collected in This Study

Iris	Left and right iris images obtained using Dr Camscope Pro LED
Demographic characteristics	Age (years)
	Gender (male/female)
	BMI (kg/m ²)
Physical examination	Waist circumference (cm)
	Hip circumference (cm)
	Waist-to-hip ratio
Blood pressure	Systolic (mmHg)
	Diastolic (mmHg)
	Pulse rate (/minute)
Lipid profile test	Total cholesterol (mg/dL)
	Low-density lipoprotein cholesterol (mg/dL)
	High-density lipoprotein cholesterol (mg/dL)
	Triglyceride (mg/dL)
Body composition	Visceral fat area (cm ²)
	Body fat mass (kg)
	Soft lean mass (kg)
	Skeletal muscle mass (kg)
	Fat-to-lean mass ratio
	Fat-to-skeletal muscle mass ratio
	Percent body fat (%)

2. 흉채 지표 평가방법

5년 이상 흉채 진단을 수행한 한의사 2명이 흉채 지표 중 대장 영역에 해당하는 자율신경환 가장자리 열공의 정도, 독성 색소의 정도, 자율신경환을 따라 용기된 굵은 선이 나타나는 정도, 심장 영역에 해당하는 우측 흉채 9시, 좌측 흉채 3시의 열공의 정도를 0~2단계의 척도로 판단하였다. (1) 자율신경환 가장자리 열공은 크기, 개수에 상관없이 해당 부위에 50% 이상 나타나면 2단계, 부분적으로 나타나면 1단계, 없으면 0단계로 평가하였다. (2) 자율신경환 가장자리 독성 색소 및 반점은 크기, 개수에 상관없이 해당 부위에 50% 이상 위치하면 2단계, 부분적으로 위치하면 1단계, 없으면 0단계로 평가하였다. (3) 교감신경 향진의 경우 용기된 굵은 선이 자율신경환 전체에 이어져 있으면 2단계, 부분적으로 있거나 끊어져 있으면 1단계, 없으면 0단계로 평가하였다. (4) 심장 영역 열공은 크기, 개수에 상관없이 해당 부위 2곳에 모두 있으면 2단

계, 1곳에 있으면 1단계, 없으면 0단계로 평가하였다.

한의사 2명의 평가 일치도를 코헨의 카파(Cohen's Kappa, κ) 값으로 계산하여 확인하였다. 본 연구에서 활용한 0, 1, 2단계는 각각 서열 정보를 반영하고 있으나 코헨의 카파는 서열 정보를 고려하지 않기 때문에, 범주를 이진화하여 카파 값을 두 번에 나누어 계산하였다: (1) 우선, 0단계를 0, 1단계 및 2단계를 1로 코딩한 결과를 바탕으로 한 번 계산하였으며, (2) 그 후 0단계 및 1단계를 0, 2단계를 1로 코딩한 결과를 바탕으로 한 번 더 계산하였다. 두 경우 모두 카파 값이 0.6 이상인 경우 해당 항목에 대하여 두 평가자의 평가 결과에 상당한 일치가 존재하는 것으로 판단하며, 다음 단계로 진행하였다. 이때 마찬가지로 5년 이상 흉채 진단을 수행한 한의사 1명이 기존에 2명의 평가가 불일치하였던 건에 대하여 2명의 평가 중 하나를 선정하여 최종 결정을 내렸다.

3. 통계 분석

통계 분석은 Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corporation, WA, USA) 및 Python 3.9.1 (Python Software Foundation, Wilmington, DE, USA)의 numpy, scipy 패키지를 활용하여 시행하였다. 대상자의 인구학 및 임상 정보의 경우, 연속형 자료는 평균(mean), 표준편차(SD)를, 범주형 자료는 빈도(frequency), 백분율(percentile)을 제시하여 나타내었으며, t-검정 및 카이-제곱 검정을 활용하여 비만군 및 정상체중군의 자료를 비교 분석하였다. 흉채 지표 평가 결과를 바탕으로 비만군 및 정상체중군에서 나타나는 각 지표의 빈도 분포 차이가 나타나는지를 카이-제곱 검정을 활용하여 평가하였다. 마지막으로 피어슨 상관관계 분석(Pearson's correlation analysis)을 활용, 각 흉채 지표에 대한 최종 평가 결과와 비만과 관련되는 신체검진, 혈압, 지질 검사, 체성분 검사 결과와의 상관관계를 확인하였다.

결 과

1. 비만군 및 정상체중군의 인구학 및 임상 특성 비교

흉채 이미지나 데이터가 불충분한 대상자를 제외한 뒤 최종적으로 연구에 포함된 비만군은 남자 42명, 여자 57명으로 총 99명이었고 정상체중군은 남자 11명, 여자 87명으로 총 98명이었다. 본 연구에 포함된 비만군 대상자의 나이는 43.0 ± 7.1 세였고 정상체중군 대상자의 나이는 41.2 ± 6.1 세로, 두 군의 나이 분포에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p = 0.061$). 비만군의 경우 남성이 약 42.4%를 차지하였던 반면, 정상체중군의 경우 남성이 약 11.1%를 차지하여 두 군의 성비에는 통계적으로 유의미한 차이가 존재하였다. 2018년 기준 국내 성인 비만 유병률은 남성 42.8%, 여성 25.5%로 보고되어 있는데⁴⁾, 본 연구에서도 비만군에서 남성의 비율이 유의하게 높은 것으로 나타났으며($p = 0.000$) 이는 국내 성인 비만 유병률의 양상이 반영된 결과라고도 볼 수 있을 것이다. 신체검진, 혈압, 지질 검사, 체성분 검사 결과에 대한 하위 항목들의 경우, 맥박수를 제외한 나머지 변수들은 모두 두 군 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 이러한 차이는 본페로니 교정 후에도 총콜레스테롤을 제외하면 여전히 유의한 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Demographic and Clinical Characteristics of the Study Population

Item	Group		p-value ^a	
	Obese (BMI ≥ 25, n = 99)	Normal weight (BMI < 25, n = 98)		
Demographic characteristics	Age	43.0 ± 7.1	41.2 ± 6.1	0.061
	Male (%)	42 (42.4 %)	11 (11.1 %)	0.000***
Physical examination	BMI (kg/m ²)	28.0 ± 2.7	21.1 ± 1.2	0.000***
	Waist (cm)	90.2 ± 7.4	74.3 ± 5.0	0.000***
	Hip (cm)	101.1 ± 5.3	91.6 ± 3.4	0.000***
	WHR	0.892 ± 0.054	0.811 ± 0.047	0.000***
Blood pressure	Systolic (mmHg)	125.6 ± 13.3	112.8 ± 12.5	0.000***
	Diastolic (mmHg)	78.3 ± 12.4	69.7 ± 9.0	0.000***
	Pulse rate (/minute)	73.1 ± 9.2	72.7 ± 8.4	0.759
Lipid profile test	TC (mg/dL)	202.1 ± 33.8	189.4 ± 32.6	0.008**
	LDL-C (mg/dL)	128.9 ± 31.8	109.0 ± 29.4	0.000***
	HDL-C (mg/dL)	52.1 ± 10.9	65.5 ± 15.0	0.000***
	TG (mg/dL)	153.5 ± 129.5	81.4 ± 33.6	0.000***
Inbody	VFA (cm ²)	125.5 ± 35.6	73.4 ± 19.5	0.000***
	BFM (kg)	26.1 ± 6.1	16.1 ± 3.2	0.000***
	SLM (kg)	46.6 ± 9.6	36.6 ± 5.2	0.000***
	SMM (kg)	27.4 ± 6.2	21.0 ± 3.3	0.000***
	FLMR	0.59 ± 0.18	0.45 ± 0.11	0.000***
	FSMMR	1.01 ± 0.33	0.79 ± 0.20	0.000***
	PBF (%)	34.9 ± 7.2	29.4 ± 5.7	0.000***

Values are expressed as mean±standard deviation. BMI, Body mass index; Waist, circumference; Hip, circumference; WHR, Waist-to-hip ratio; TC, Total cholesterol; LDL-C, Low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C, High-density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride; VFA, Visceral fat area; BFM, Body fat mass; SLM, Soft lean mass; SMM, Skeletal muscle mass; FLMR, Fat-to-lean mass ratio; FSMMR, Fat-to-skeletal muscle mass ratio; PBF, Percent body fat. a The T-test or Chi-square test was utilized, depending on the type of variable. The difference was significant at ** p<.01, *** p<.001. The α value corresponding to the significance level after Bonferroni correction is 0.0025.

2. 홍채 지표 평가 결과

1) 평가자 일치도

한 의사 2명의 평가 일치도를 0단계를 0, 1단계 및 2단계를 1로 코딩한 결과를 바탕으로 계산하였을 때, 코헨의 카파계수는 (1) 자율신경환 가장자리 열공 0.83, (2) 자율신경환 가장자리 독성색소 및 반점 0.67, (3) 교감신경 항진 0.91, (4) 심장 영역 열공 0.79로 나타났다. 한편, 0단계 및 1단계를 0으로, 2단계를 1로 코딩한 결과를 바탕으로 계산하였을 때는 코헨의 카파계수가 (1) 자율신경환 가장자리 열공 0.90, (2) 자율신경환 가장자리 독성색소 및 반점 0.82, (3) 교감신경 항진 0.76, (4) 심장 영역 열공 0.91로 나타났다. 모든 경우 코헨의 카파계수가 0.6 이상으로 나타나 2명의 평가자 사이에는 상당한 일치도가 존재하였다.

2) 자율신경환 가장자리 열공

카이 제곱 검정을 통해 비교하였을 때, 0~2단계로 분류한 홍채 자율신경환 가장자리 열공 정도에 대한 비만군 및 정상체중군의 분포는 통계적으로 유의하게 다른 것으로 나타났으며, 이는 본페로니 교정 후에도 여전히 유의한 것으로 나타났다(p<0.001, Table 3). 세부적으로 비만군의 홍채 자율신경환 주변에서 열공을 확인할 수 있는 비율(1단계)은 정상체중군과 비슷하였으나, 열공이 50% 이상 나타난 비율(2단계)은 정상체중군보다 높았다. 열공이 나타나지 않는 비율 또한 정상체중군에서 더 높았다(Table 3).

3) 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점

홍채 진단 시 자율신경환 주변에서 나타나는 독성 색소 및 반점 정도의 단계를 카이 제곱 검정을 통해 비교하였을 때, 비만군 및 정상체중군의 분포는 서로 다른 것으로 나타났다. 이 또한 본페로니 교정 후에도 여전히 유의한 것으로 나타났다(p<0.001, Table 3). 비만군에서 독성 반점을 확인할 수 있는 비율(1단계)과 독성 반점이 50% 이상 나타난 비율(2단계)은 정상체중군보다 높았다.

4) 교감신경 항진

홍채 자율신경환의 용기된 선이 얼마나 또렷한지를 바탕으로 판단한 교감항진 단계의 빈도를 카이 제곱 검정을 통해 비교하였을 때, 두 군의 분포에는 유의한 차이가 나타났으며, 이는 본페로니 교정 후에도 여전히 유의하였다(p<0.001, Table 3). 홍채의 자율신경 영역에서 자율신경환의 용기된 선을 확인할 수 있는 비율(1단계)은 정상군이 비만군보다 조금 낮았지만, 자율신경환의 용기된 선이 또렷하게 나타나 교감신경이 많이 항진된 비율(2단계)은 정상군이 비만군보다 높았다.

5) 심장 영역의 열공

홍채 진단 시 우측 눈 9시, 좌측 눈 3시 심장 영역에서 나타나는 열공의 정도를 카이 제곱 검정을 통해 비교하였을 때, 두 군의 분포에는 유의한 차이가 없었다(p = 0.115, Table 3). 홍채 심장 영역에서 열공을 확인할 수 있는 비율(1단계)은 비만군이 정상체중군보다 조금 낮았지만, 열공이 50% 이상 나타난 비율(2단계)은 비만군이 정상체중군보다 조금 높았다.

Table 3. Frequency of Lacunae, Toxic Spots, Protrusion Around Autonomic Nerve Wreath, and Frequency of Lacunae in the Cardiac Region

Group	Obese (BMI ≥ 25, n = 99)	Normal weight (BMI < 25, n = 98)	P-value for Chi-square test
lacunae (grade)	0	4	26
	1	62	63
	2	33	9
Total	99	98	3.30E-7***
toxic spots (grade)	0	10	27
	1	59	64
	2	30	7
Total	99	98	1.43E-5***
sympathetic hyperactivity (grade)	0	20	2
	1	34	26
	2	45	70
Total	99	98	2.46E-5***
lacunae around cardiac region (grade)	0	28	30
	1	37	47
	2	34	21
Total	99	98	0.115

6) 각 홍채 지표의 비만 관련 오즈비

비만군 및 정상체중군에서 각 홍채 지표에 대하여 (1) 아예 없는 경우에 해당하는 빈도 대비 1단계 또는 2단계로 존재하는 경우에 해당하는 빈도, 그리고 (2) 아예 없거나 1단계로 미약하게 나타나는 경우 대비 2단계로 심하게 나타나는 경우에 해당하는 빈도에 대한 오즈비를 각각 계산하였다. 그 결과는 Table 4와 같다.

자율신경환 가장자리 열공이 아예 없는 경우에 비해 1단계 또

는 2단계의 자율신경환 가장자리 열공이 있는 경우 비만군에 속할 오즈비는 8.57이었다. 자율신경환 가장자리 열공이 없거나 1단계로 미약하게 나타나는 경우에 비해 2단계의 심한 자율신경환 가장자리 열공을 가지고 있는 경우 비만군에 속할 오즈비는 4.94였다 (Table 4).

자율신경환 주변 독성 색소 및 반점이 아예 없는 경우에 비해 1단계 또는 2단계의 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점이 있는 경우 비만군에 속할 오즈비는 3.38이었다. 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점이 없거나 1단계로 미미하게 나타나는 경우에 비해 2단계의 심한 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점을 가지고 있는 경우 비만군에 속할 오즈비는 5.65였다(Table 4).

흉채 자율신경환의 용기된 선이 얼마나 또렷한지를 바탕으로 판단한 교감항진 단계의 경우, 아예 없는 경우에 비해 1단계 또는 2단계로 나타나는 경우 비만군에 속할 오즈비는 0.08이었다. 이러한 교감신경 항진의 지표가 아예 없는 0단계에 해당하거나 미약하게 1단계로 나타나는 경우에 비해 2단계로 심하게 나타나는 경우 비만군에 속할 오즈비는 0.33이었다(Table 4).

심장 영역의 열공이 아예 없는 경우에 해당하는 0단계에 비해 1단계 또는 2단계의 심장 영역의 열공을 가지고 있는 경우 비만군에 속할 오즈비는 1.11이었으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다 ($p=0.719$). 심장 영역 열공이 아예 없거나 미약하게 나타나는 0단계 및 1단계에 비해 심하게 나타나는 2단계의 경우 비만군에 속할 오즈비는 1.92였으며, 이때 p -값은 0.043으로 통계적 유의성이 나타나기는 하였으나, 본페로니 교정을 한다면 이는 통계적으로 유의한 값은 아니다(Table 4).

추가적으로, 자율신경환 가장자리 열공과 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점을 모두 가지고 있는 경우를 고려하여 분석을 시행하였다. 자율신경환 주변 열공, 독성 색소 및 반점이 1 또는 2단계로 둘 다 존재하는 경우, 그렇지 않은 경우에 비해 비만군에 해당할 오즈비는 5.37이었다. 두 지표 모두 2단계로 나타나는 경우, 그렇지 않은 경우에 비해 비만군에 해당할 오즈비는 5.16이었으나, 비만군에서 이러한 양상이 나타나는 빈도가 5명, 정상인에서 이러한 양상이 나타나는 빈도가 1명뿐이었으므로 통계적 유의성은 없었다.

교감항진이 존재하는 경우 비만군에 해당할 오즈비를 낮추는 경향이 나타났다. 이에 자율신경환 가장자리 열공이 있으면서, 교감항진은 나타나지 않는 경우를 고려하여 추가 분석을 시행하였다. 자율신경환 가장자리 열공이 1 또는 2단계로 나타나면서, 교감항진은 0단계로 존재하지 않는 경우, 그렇지 않은 경우에 비해 비만군에 해당할 오즈비는 21.56이었다. 자율신경환 주변 열공과 독성 색소 및 반점이 모두 1 또는 2단계로 나타나면서, 교감항진은 0단계로 나타나지 않는 3개 변수를 고려하는 경우, 그렇지 않은 경우에 비해 비만군에 해당할 오즈비는 15.97이었다. 마지막으로, 자율신경환 주변 열공과 독성 색소 및 반점, 그리고 심장 영역의 열공이 모두 1 또는 2단계로 나타나면서, 교감항진은 0단계로 나타나지 않는 4개 변수를 고려하는 경우, 이러한 특성을 가지고 있는 대상자는 모두 비만군에 해당하였다. 따라서 위와 같이 4개 변수를 고려하는 경우 그렇지 않은 경우에 비해 비만군에 해당할 오즈비는 계산할 수 없었다.

Table 4. Frequencies of Lacunae, Toxic Spots and Protrusion Around Autonomic Nervous Wreath, and Lacunae Around Cardiac Region in the Obese Group and the Control Group

Iris index	Grade	Obese group (n = 99)	Normal Weight Group (n = 98)	P-value	Odds ratio
Lacunae around ANW	1 or 2	95 (96 %)	72 (73 %)	1.12E-5***	8.57
	2 only	33 (33 %)	9 (9 %)	3.5E-5***	4.94
Toxic spots around ANW	1 or 2	89 (90 %)	71 (72 %)	0.002**	3.38
	2 only	30 (30 %)	7 (7 %)	3.16E-5***	5.65
protrusion around ANW	1 or 2	79 (80 %)	96 (98 %)	5.20E-5	0.08
	2 only	45 (45%)	70 (71%)	2.17E-4***	0.33
lacunae in cardiac region	1 or 2	71 (72 %)	68 (69%)	0.719	1.11
	2 only	34 (34 %)	21 (21 %)	0.043*	1.92
Lacunae and toxic spots around ANW ^a	1 or 2	85 (86 %)	52 (53 %)	5.7E-7***	5.37
	2 only	5 (5 %)	1 (1 %)	0.100	5.16
Lacunae but no protrusion around ANW ^b	1 or 2	18 (18 %)	1 (1 %)	4.51E-5***	21.56
3 features ^c	-	14 (14 %)	1 (1 %)	5.17E-4***	15.97
4 features ^d	-	6 (6 %)	0 (0 %)	0.013*	N/A

Data are represented as number (percentage); P-value for Chi-square test was significant at * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$; a Having both Lacunae and Toxic spots around ANW; b Having Lacunae (grade 1 or 2) around ANW but no protrusion around ANW (i.e., grade 0); c Having Lacunae (grade 1 or 2) and Toxic spots (grade 1 or 2) around ANW, and not having protrusion around ANW (i.e., grade 0); d Having Lacunae (grade 1 or 2) and Toxic spots (grade 1 or 2) around ANW, and having lacunae around cardiac region (grade 1 or 2) around ANW but not having protrusion around ANW (i.e., grade 0). ANW, autonomic nerve wreath.

3. 상관분석 결과

전체 대상자의 신체검진, 혈압, 지질 검사, 체성분 검사 결과와 0~2단계로 분류한 흉채 지표 평가 결과를 바탕으로 피어슨 상관분석을 시행하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다.

1) 자율신경환 가장자리 열공

자율신경환 가장자리 열공은 체질량지수($r = 0.33$, $p = 0.009$), 허리둘레($r = 0.28$, $p = 0.000$), 엉덩이둘레($r = 0.35$, $p = 0.000$), 내장지방 면적($r = 0.25$, $p = 0.000$), 체지방량($r = 0.25$, $p = 0.000$), 근육량($r = 0.31$, $p = 0.000$), 골격근량($r = 0.30$, $p = 0.000$)과 낮은 정적 상관관계가 있었다. 본페로니 교정 시 유의한 p -값은 0.000625로, 교정 후 자율신경환 가장자리 열공은 허리둘레, 엉덩이둘레, 내장지방 면적, 체지방량, 근육량, 골격근량과 낮은 정적 상관관계가 존재하였다.

2) 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점

자율신경환 주변 독성 색소 및 반점은 체질량지수($r = 0.26$, $p = 0.000$), 허리둘레($r = 0.25$, $p = 0.000$), 엉덩이둘레($r = 0.24$, $p = 0.001$), 내장지방 면적($r = 0.33$, $p = 0.000$), 체지방량($r = 0.31$, $p = 0.000$), 지방량-근육량 비율($r = 0.29$, $p = 0.000$), 지방량-골격근량 비율($r = 0.28$, $p = 0.000$), 체지방비($r = 0.29$, $p = 0.000$)와 낮은 정적 상관관계가 있었다. 본페로니 교정 후 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점은 체질량지수, 허리둘레, 내장지방 면적, 체지방량, 지방량-근육량 비율, 지방량-골격근량 비율, 체지방비와 낮은 정적 상관관계가 존재하였다.

3) 교감신경 항진

교감신경 항진은 체질량지수와 유의한 부적 상관관계가 나타났다 ($r = -0.22$, $p = 0.002$). 또한, 교감신경 항진은 허리둘레($r = -0.2$, $p = 0.004$) 및 엉덩이둘레($r = -0.2$, $p = 0.006$)와도 낮은 부적 상관관계가 있었다. 본페로니 교정을 후 여전히 교감신경 항진

과 상관관계가 존재하는 항목은 없었다.

4) 심장 영역의 열공

심장 영역의 열공은 체질량지수와는 유의한 상관관계가 나타나지 않았으며, 총콜레스테롤($r = -0.20, p = 0.006$) 및 고밀도 지단백질 콜레스테롤($r = -0.26, p = 0.000$)과는 낮은 부적 상관관계가 나타났다. 본폐로니 교정 후 심장 영역의 열공은 고밀도 지단백질 콜레스테롤과 낮은 부적 상관관계가 존재하였다.

Table 5. Pearson's Correlation Results

Item	Iris index			
	lacunae around ANW	toxic spots around ANW	protrusion around ANW	lacunae in the cardiac region
Age	-0.01	0.08	-0.03	-0.01
Gender	-0.19***	0.04	0.07	-0.12*
BMI	0.33***	0.26***	-0.22***	0.12*
Waist (cm)	0.28***	0.25***	-0.20***	0.12*
Hip (cm)	0.35***	0.24***	-0.20***	0.08
WHR	0.15**	0.19***	-0.16**	0.13*
SBP (mmHg)	0.16**	0.12*	-0.07	0.05
DBP (mmHg)	0.09	0.11	-0.03	0.01
Pulse rate (/min)	0.03	0.01	-0.01	0.06
TC (mg/dL)	-0.00	0.16**	-0.15**	-0.20***
LDL-C (mg/dL)	0.03	0.19***	-0.16**	-0.08
HDL-C (mg/dL)	-0.15**	-0.11	0.08	-0.26***
TG (mg/dL)	0.18**	0.08	-0.08	0.12*
VFA (cm ²)	0.25***	0.33***	-0.17**	0.05
BFM (kg)	0.25***	0.31***	-0.17**	0.07
SLM (kg)	0.31***	0.02	-0.13*	0.13*
SMM (kg)	0.30***	0.01	-0.13*	0.13*
FLMR	0.10	0.29***	-0.12*	-0.01
FSMMR	0.08	0.28***	-0.11	-0.02
PBF (%)	0.07	0.29***	-0.10	-0.02

P-value for Pearson's Correlation test was significant at * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. ANW, Autonomic nerve wreath; BMI, Body mass index; Waist, circumference; Hip, circumference; WHR, Waist-to-hip ratio; TC, Total cholesterol; LDL-C, Low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C, High-density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride; VFA, Visceral fat area; BFM, Body fat mass; SLM, Soft lean mass; SMM, Skeletal muscle mass; FLMR, Fat-to-lean mass ratio; FSMMR, Fat-to-skeletal muscle mass ratio; PBF, Percent body fat. a The T-test or Chi-square test was utilized, depending on the type of variable. The difference was significant at ** $p < .01$, *** $p < .001$.

고찰

최근 의료 분야에도 인공지능이 활발하게 적용되고 있는 추세로, 딥러닝을 활용한 외안 이미지 분석 기반 질환 예측 기술 또한 Google Health 팀을 비롯한 다양한 팀에서 개발 중이며, 그 정확성이 상당히 높은 것으로 나타난다¹¹⁾. 홍채 검사는 기존의 체성분 검사(InBody)와 비교하였을 때 수분 상태나 식사 직후 등 외부 요인에 따른 오차가 적다는 장점을 가지며, 결과 중심의 평가인 체성분 검사를 보완하여 병태생리의 근본 요인을 정성적, 정량적으로 측정 가능하다는 장점 또한 가지고 있다. 홍채 이미지는 비침습적이고 비접촉적인 방법으로 획득 가능하기 때문에 환자 부담이 적고 반복 측정 또한 용이하여 원격 진료 및 모바일 헬스케어에도 쉽게 적용 가능하다. 딥러닝 알고리즘을 활용하면 사람의 눈으로 확인하기 어려운 색조의 미세한 분포, 대칭성 등의 패턴을 객관적이고 정량적인 기준으로 평가할 수 있기 때문에, 향후 임상적으로 다양하

게 활용될 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

홍채학에서는 홍채의 색상과 구조적 특성, 변화를 분석하여 장기의 건강 상태, 노폐물 및 독소의 축적 부위와 정도를 파악한다. 이때 홍채의 표지는 평생 변하지 않는 불변 표지와 중추신경의 상태, 자율신경의 상태, 생리적·병리적 현상에 따라 변하는 가변 표지로 나누어진다. 본 연구에서 살펴본 홍채 지표 중 열공은 평생 변하지 않는 불변 표지에 해당하며, 자율신경환의 항진 정도 및 독성 반점은 가변 표지에 해당한다.

홍채의 열공은 구멍과 같은 모양을 가지고 있는데, 홍채의 결합조직이 쪼개지거나 이탈되거나 벗겨져 나간 결과 형성되며, 염증성 징후, 퇴행성 징후에 해당한다. 열공의 모양은 작은 점 모양, 가늘고 긴 모양, 란셋 모양, 마름모 모양, 잎 모양, 아스파라거스 모양, 분리된 메두사 모양, 개방되어 있는 다수의 별집 모양 등으로 매우 다양하다. 열공은 기관 표지로서 뇌, 심장, 폐, 담낭, 췌장, 대장 및 비뇨 생식기영역 등 홍채의 모든 영역에서 관찰될 수 있다⁶⁾.

반사형 표지인 자율신경환은 교감신경과 부교감신경이 만나는 곳으로 자율신경의 기능을 반영한다. 자율신경환의 기본적인 형태는 12세 정도에 형성되지만, 자율신경의 변화에 따라 원형의 형태, 굵기 등은 계속 변할 수 있다. 정상적인 자율신경환은 균형 잡힌 원의 형태이며, 자율신경환 안쪽과 바깥쪽으로 각각 홍채 영역과 모양체 영역이 1:2 비율로 존재한다. 자율신경환 밖의 모양체 영역은 동공산대근으로 교감신경이 주관하고, 안쪽의 홍채 영역은 동공괄약근으로 부교감신경이 주관한다. 자율신경환은 작고 좁은 모양, 크게 확대된 모양, 굵고 강한 모양, 매우 가는 모양, 형성되지 않은 모양, 톱니 모양의 불규칙한 모양, 약하고 끊어져 있는 모양 등 신체의 교감신경과 부교감신경의 상태에 따라 다양한 모양으로 형성된다^{6,14)}.

복부비만, 고혈압, 고혈당, 중성지방 수치가 모두 높아지고 동시에 고밀도지단백-콜레스테롤 수치가 낮아지는 상태를 나타내는 대사증후군은 심뇌혈관 질환, 당뇨병, 만성 신부전, 암, 퇴행성 뇌 질환 등과 같은 다양한 만성 질환의 발생 위험을 증가시키며, 이에 따른 사망을 증가와도 관련이 있다¹⁵⁾. 대사증후군 유병률은 국내뿐 아니라 국제적으로도 상승하고 있으며, 전 세계 대사증후군은 약 10억 명 이상으로 추정된다. 대사증후군 유병률 상승은 대사 위험 인자의 복합적 대사 이상과 연관되어 있어 심뇌혈관 질환, 지방간, 악성종양 등의 발생과 사망을 증가가 우려된다¹⁶⁾. 대사증후군 유병률의 상승은 주요한 문제로 인식되는데, 그 이유는 대사 위험인자들이 복합적으로 작용하여 다양한 대사 이상을 초래하고 다른 다양한 질환과 연관되기 때문이다. 특히 대사증후군으로 인한 복합적인 대사 이상은 심뇌혈관 질환, 지방간, 악성종양 등의 발생률을 증가시키고, 이로 인해 사망률도 증가된다^{17,18)}.

대사증후군이 있는 남성의 경우 대조군에 비하여 심혈관질환 발생과 사망률이 높게 나타난다. 미국 성인을 대상으로 한 연구에서 대사증후군 환자는 관상동맥질환 및 심혈관질환 발생과 사망률이 대조군에 비해 더 높았는 것으로 나타났다^{19,20)}. 복부비만과 높은 혈당은 간세포에 과도한 지방 축적으로 인슐린 저항성을 유발하며²¹⁾, 이는 염증을 촉발하여 비알코올성 지방간염의 증가를 유도한다²²⁾. 간의 염증 제어 기능이 제한되면 혈관 손상과 혈전 형성이

늘어나며 심뇌혈관질환 발생과 사망률이 높아진다^{18,22)}. 한국인 40-70세 대상 metabolic dysfunction-associated fatty liver disease(MAFLD)와 심혈관질환 발생률을 확인한 연구에서 MAFLD는 전체 사망률을 높였으며, MAFLD가 있는 제2형 당뇨병환자는 심혈관질환 발병 위험이 42% 증가하였으며, 복합적 대사 이상이 심뇌혈관질환 및 지방간의 발생과 연관된 것이 확인되었다²³⁾. 따라서 다양한 대사 이상 및 신체의 불균형을 신속하게, 효과적으로 스크리닝하기 위한 도구가 있다면 현대 사회에서 증가하고 있는 만성 비감염성 질환을 관리하고 예방하는 데 큰 도움이 될 것이다.

본 연구에서는 비만군과 정상체중군을 대상으로 홍채와 비만의 상관관계를 조사하였다. 이를 통해 비만 환자의 유형 분류, 예방 및 관리와 관련되는 통찰을 제공하는 몇 가지 홍채학적 단서를 살펴볼 수 있었다. 연구 결과에 따르면, 우선 홍채에서 자율신경환 가장자리 열공, 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점, 자율신경환의 용기된 선의 또렷한 정도와 같은 지표가 비만군 및 정상체중군에서 각각 나타나는 정도를 카이-제곱 검정을 통해 비교하였을 때, 두 군의 분포는 서로 다른 것으로 나타났다. 심장 영역 열공의 경우 두 군 사이 분포 차이가 나타나지 않았다.

보다 구체적으로, 자율신경환 가장자리 열공, 자율신경환 주변 독성색소 및 반점의 존재 및 정도의 분포는 비만군 및 정상체중군 사이에서 서로 다르게 나타났으며, 이를 바탕으로 오즈비를 계산하였을 때 3.38 ~ 8.57 사이의 값이 나타나 자율신경환 주변 열공이나 독성색소, 반점이 있는 경우 비만군에 속할 가능성이 높은 것으로 확인되었다. 반면, 자율신경환의 용기된 선의 존재 및 정도의 분포 또한 비만군 및 정상체중군 사이에서 서로 다르게 나타났으나, 이 지표가 있거나 정도가 강하게 나타나는 경우에는 오즈비가 0.08 ~ 0.33 사이로 계산되어 정상체중군에 속할 가능성이 더 높은 것으로 확인되었다. 심장 영역에 위치하는 열공의 경우 비만 그 자체와는 큰 관련이 없는 것으로 나타났다. 자율신경환 가장자리 열공 및 독성색소가 동시에 나타나는 경우, 자율신경환 가장자리에 열공이 있으면서 교감항진은 나타나지 않는 경우 등 비만과 관련되는 여러 개의 지표들을 동시에 가지고 있는 경우를 고려하였을 때 비만군에 속할 오즈비가 5.37 ~ 21.56 사이로 계산되었으며, 이를 통해 여러 지표를 함께 고려하는 경우 진단의 정확성이 증가할 수 있음을 확인할 수 있었다.

마지막으로, 전체 대상자의 홍채 지표와 각종 검사 결과를 바탕으로 상관분석을 시행하였다. 대장의 허약을 의미하는 자율신경환 가장자리 열공은 허리둘레, 엉덩이둘레, 내장지방 면적, 체지방량, 근육량, 골격근량과 약한 정적 상관관계를 보였다. 대장의 후천적 허약 및 장내미생물 불균형을 나타내는 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점은 체질량지수, 허리둘레, 내장지방 면적, 체지방량, 지방량-근육량 비율, 지방량-골격근량 비율, 체지방비와 약한 정적 상관관계를 보였다. 자율신경 가장자리의 열공은 주로 대장 영역의 구조적 허약을 반영하는 지표로, 이는 장 점막의 불완전성, 장내 미생물 생태계 불균형(dysbiosis), 소화 흡수 기능 저하 등과 관련될 수 있다. 비만은 단순히 에너지 저장의 문제가 아닌, 만성 염증 상태와 장내 환경의 이상을 포함한 복합적인 병태로 이해된다. 최근 연구들은 비만 환자의 장내 미생물 다양성이 감소하고,

Firmicutes:Bacteroidetes 비율이 변화되어 나타나는 경향을 반복적으로 보고하고 있다²⁴⁾. 이는 장내 독소의 흡수 증가, 장 누수 증후군을 통한 전신 염증 유발로 이어질 수 있으며, 대장 기능의 저하로도 나타날 수 있다²⁵⁾. 결과적으로, 자율신경환 가장자리 열공은 장 기능 저하 및 그로 인한 자율신경 기능 약화가 홍채에도 반영된 것으로 해석될 수 있으며, 해당 지표가 비만군에서 보다 빈번하게 관찰되었다는 점은 비만과 장의 상관관계를 나타내는 것으로 해석될 수 있을 것이다.

교감신경 항진은 체질량지수, 허리둘레, 엉덩이둘레와 낮은 부적 상관관계가 나타나는 경향이 있었다. 교감신경은 에너지 소비를 촉진하는 주요 신경 경로에 해당한다. 교감신경이 활성화되면 심박수 증가, 말초 혈관 수축, 간의 글리코겐 분해 촉진, 지방세포에서의 지방산 동원 증가 등 기초대사율이 상승된다. 정상체중군에서 교감신경 항진이 더 자주 관찰되었다는 본 연구의 결과는, 비만군이 상대적으로 낮은 교감신경 활성도를 보인다는 점을 시사한다. 이는 에너지 소비가 저하되어 체내 에너지 저장이 용이해지는 내적 환경을 만들어 비만의 위험 요인으로 작용할 수 있다. 이러한 홍채 지표를 참고하여 교감신경 활성도가 상대적으로 낮게 나타나는 비만인 경우 교감신경 활성도를 적절히 유도할 수 있는 생활습관을 형성하도록 하여 비만 예방 전략을 설계하는 활용할 수 있을 것이다.

심장 영역의 열공은 고밀도 지단백질 콜레스테롤과 낮은 부적 상관관계를 나타내었다. 자율신경 가장자리의 열공, 자율신경환 주변 독성 색소 및 반점, 교감신경 저하, 심장 영역 열공 등 각 지표가 비만과 어느 정도 상관관계를 가지고 있었으나, 세부적인 검사 결과와의 상관성을 확인하면 각자가 상관성을 나타내는 항목이 다른 것을 확인할 수 있었다. 이는 환자들의 하위 병태생리 요인을 파악하고, 유형에 맞게 분류하여 환자-맞춤 치료, 예방 및 관리를 위한 스크리닝 도구로 홍채 검사가 활용될 수 있음을 시사한다고 볼 수 있을 것이다.

본 연구에서 비만군의 남성 비율은 42.4%, 정상군의 남성 비율은 11.1%로, 성별 비율에 있어 유의한 차이가 존재하였다. 이는 국내 남성의 비만 유병률이 여성보다 높다는 통계적 배경을 반영한 결과로 해석할 수 있으나, 연구 결과 해석에 있어 잠재적 교란 변수로 작용할 가능성이 존재한다. 성별에 따라 체지방 분포, 호르몬, 대사율, 자율신경 반응 등이 다르게 나타나는데, 이는 홍채 지표에도 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 교감신경 항진 상태가 남성의 홍채보다 여성의 홍채에서 더 낮게 나타날 가능성도 있으며, 자율신경환의 구조적 특징 역시 성별에 따라 차이를 보일 가능성도 존재한다. 따라서 향후 연구에서는 성별을 보정 변수로 활용한 다변량 분석(multiple logistic regression) 혹은 성별 매칭을 통한 설계 보완이 필요할 것으로 생각한다.

결론

본 연구는 비만군과 정상체중군의 홍채 지표를 비교하여 비만 및 하위 검사 결과와의 상관관계를 조사하고, 이를 통해 비만 환자의 유형 분류, 예방 및 관리에 유용한 홍채학적 단서를 확인하였다. 자율신경환 가장자리 열공, 자율신경환 주변 독성 색소 및 반

점 등의 지표는 비만군에서 유의미하게 높았으며, 이들이 동시에 나타날 경우 비만군에 속할 가능성이 더 증가하였다. 반면, 교감항진을 의미하는 자율신경환의 용기된 선은 정상체중군에서 더 흔하게 관찰되었다. 상관분석 결과, 홍채 지표는 체지방, 내장지방, 근육량 등 비만 관련 지표와 약한 상관관계를 보였으며, 심장 영역 열공은 비만과 직접적 연관이 없었다. 이러한 결과는 홍채 검사기 비만 관련 병태생리 요인의 파악과 맞춤형 치료 및 관리에 유용한 스크리닝 도구로 활용될 가능성을 시사한다.

본 연구는 홍채를 통한 비만 환자의 건강 상태 평가에 대한 새로운 관점으로 접근했다는 면에서 의미가 있다. 그러나, 연구 대상의 한정성과 규모의 한계로 인해 더 넓은 연구 범위에서의 결과 검증이 필요할 것이다. 다양한 연령대 및 환경에서의 홍채 특성과 대사 이상 간의 상관성을 탐구하는 확장된 연구가 필요하다. 후속적인 대규모 연구 결과를 바탕으로 홍채를 활용하여 비만의 병태생리 요인을 확인하고, 이를 통해 비만 및 대사 이상의 예방 및 진단을 위한 효과적인 방법을 개발할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

이 논문은 2023학년도 대전대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

References

1. Bray GA. Medical consequences of obesity. *The Journal of clinical endocrinology & metabolism*. 2004;89(6):2583-9.
2. Jeong JW, Cho SW. Trend research of the human body-oriented obesity studies on oriental medicine. *J Korean Med Rehabil*. 2016;26(1):49-61.
3. Park YS, Shin HS, Lee JH, et al. Approaching obesity through constitutional therapy: a series of 4 obesity cases who were classified as the Taeum constitutional type. *J Sasang Constitutional Med*. 2011;23(2):263-74.
4. Nam GE. Current status and epidemiology of adult obesity in Korea. *J Korean Med Assoc*. 2022;65(7):394-9.
5. Baek IS. *Iridology by photograph*. Seoul:Seowondang, 1998.
6. Park SI, Lim YW. *Iris Diagnosis & Genetic Constitutional Medicine*. 1st edition. Daejeon. *Iris Genetic Constitutional Medicine*, 2017.
7. Larsson M, Nancy L, Pedersen, et al. Associations between Iris Characteristics and Personality in Adulthood. *Biological Psychology*. 2007;75:165-75.
8. Park MS, Park S, Hur WJ, Park SI, Park HJ, Yoo HR. A Preliminary Study on Extracting the Collarette Features from the Iris Images. In 2022 13th Asian Control Conference (ASCC) 2022 May 4 (pp. 1541-1543). IEEE.
9. Lee DY, Lee JG, Kim YJ, et al. Association between obesity evaluated by body mass index and abdominal obesity evaluated by waist circumference and irritable bowel syndrome. *The Korean Academy of clinical Geriatrics*. 2009;10(2):176-84.
10. Imo A, Ebong, David C. Goff, Jr, Carlos J. Rodriguez, et al. Mechanisms of heart failure in obesity. *2014;8(6):e540-8*.
11. Babenko B, Mitani A, Traynis I, et al. Detection of signs disease in external photographs of the eyes via deep learning. *Nature Biomedical Engineering*. 2022;29:1-4.
12. Ozbilgin F, Kurnaz C. An alternative approach for determining the cholesterol level: Iris analysis. *International Journal of Imaging Systems and Technology*. 2022. 32(4):1159-71.
13. Lim YW, Park SI, Park YJ, et al. A study on the correlation between iris markings and obesity indices. *The Society of Korean Medicine Diagnostics*. 2013;17(2):112-21.
14. Park SI. *Speed Iris Diagnosis*. Daejeon: Korean Iris Medicine Association, 2013.
15. Kim MH, Lee SH, Shin KS, et al. The change of metabolic syndrome prevalence and its risk factors in Korean adults for decade: Korea National Health and Nutrition Examination Survey for 2008-2017. *Korean Journal of Family Practice*. 2020;10(1):44-52.
16. Saklayen MG. The global epidemic of the metabolic syndrome. *Curr Hypertens Rep* 2018;20(2):1-8.
17. Ford ES. Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes care* 2005;28(7):1769-78.
18. Worm N. Beyond body weight-loss: Dietary strategies targeting intrahepatic fat in NAFLD. *Nutrients* 2020;12(5):1316.
19. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, et al. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 2002;288(21):2709-16.
20. Malik S, Wong ND, Frankin SS, et al. Impact of the metabolic syndrome on mortality from coronary heart disease, cardiovascular disease, and all causes in United States adults. *Circulation* 2004;110(10):1245-50.
21. Pagano G, Pacini G, Musso G, et al. Nonalcoholic steatohepatitis, insulin resistance, and metabolic syndrome: Further evidence for an etiologic association. *Hepatology* 2002;35(2):367-72.
22. Bonora E, Targher G, Formentini G, et al. The metabolic syndrome is an independent predictor of

- cardiovascular disease in Type 2 diabetic subject. Prospective data from the Verona Diabetes Complications Study. *Diabet Med* 2004;21(1):52-8.
23. Moon JH, Kim W, Koo BK, et al. Metabolic dysfunction-associated fatty liver disease predicts long-term mortality and cardiovascular disease. *Gut Liver* 2022;16(3):433-42.
24. Pinart M, Dötsch A, Schlicht K, et al. Gut microbiome composition in obese and non-obese persons: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2021;14(1):12.
25. Verdam FJ, Fuentes S, de Jonge C, Zoetendal EG, Erbil R, Greve JW, Buurman WA, de Vos WM, Rensen SS. Human intestinal microbiota composition is associated with local and systemic inflammation in obesity. *Obesity*. 2013;21(12):E607-15.