KJFP
https://doi.org/10.21215/kjfp.2022.12.3.193
eISSN 2233-9116
Korean J Fam Pract. 2022;12(3):193-200

Original Article

Korean Journal of Family Practice

40세 이상 한국 성인에서 목둘레와 심혈관 질환 위험인자 및 대사증후군과의 관련성: 2019년 국민건강영양조사

안병도, 박준리*
명지병원 가정의학과

The Relationship between Neck Circumference and Cardiovascular Risk Factors Including Metabolic Syndrome in Korean Adults over 40 Years of Age: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 2019

Byungdo An, Junli Park*
Department of Family Medicine, Myongji Hospital, Goyang, Korea

Background: We aimed to evaluate the correlation between neck circumference (NC) and cardiovascular risk factors and to propose an optimal cut-off value of NC for the screening of metabolic syndrome in the Korean population.

Methods: From the database of the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2019, we extracted the data of 4,208 participants with available relevant clinical information. Correlation analyses were performed to evaluate the association between NC and cardiovascular risk factors. Receiver operating characteristics curve analysis was used to obtain a cut-off value of NC for the screening of metabolic syndrome.

Results: NC showed a positive correlation with waist circumference, body mass index, diastolic blood pressure, fasting blood sugar, fasting insulin, HbA1c, and triglyceride levels in both male and female. It showed a positive correlation with non-HDL cholesterol in men, systolic blood pressure in women, and a negative correlation with HDL cholesterol in both sexes. The optimal cut-off value for screening metabolic syndrome was 38.0 cm in men and 33.0 cm in women. The odds ratio of the "longer NC" group was significantly higher for hypertension (male 1.780, 95% CI 1.352–2.344; female 1.690, 95% CI 1.330–2.147), diabetes (male 1.470, 95% CI 1.068–2.021; female 2.078, 95% CI 1.552–2.836), dyslipidemia (male 1.888, 95% CI 1.432–2.490; female 1.712, 95% CI 1.345–2.180), and metabolic syndrome (male 2.390, 95% CI 1.888–3.026; female 2.919, 95% CI 2.269–3.757).

Conclusion: NC correlated with cardiovascular risk factors and can be used to predict metabolic syndrome in the Korean population.

Keywords: *Neck; Obesity; Cardiovascular Risk Factors; Metabolic Syndrome*

서 론

비만은 혈압과 혈당 조절, 지질대사와 관련하여 심혈관 질환의 위험도를 증가시키며,[1] 복부 비만은 그 자체로 대사증후군의 진단기준이기도 하다.[2-5] 비만을 수치화하는 신체적인 지표로써 허리둘레, 체질량지수(body mass index, BMI), 허리-엉덩이 비율 등이 활용되어 왔으며, 최근에는 대사증후군 및 심혈관 질환 위험성을 시사하는 신체적인 지표로 목둘레를 활용하는 연구들이 활발하게 진행되고 있다.[6,7] 목둘레는 체지방과 독립적인 상관관계가 있는 신체 지표이며,[8] 상체의 피하지방분포를 평가하는 지표가 될 수 있다.[9] 목둘레의 증가는 동맥 강직을 증가시키며,[10] 협심증 발생률을 증가시키고,[11] 10년내 관상동맥 질환 발생 위험을 높인다는 연구가 있다.[12] 또

Received December 3, 2021 **Revised** April 27, 2022
Accepted May 14, 2022
Corresponding author Junli Park
Tel: +82-31-820-7917, Fax: +82-31-969-0500
E-mail: bgrunui@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2749-5122

Copyright © 2022 The Korean Academy of Family Medicine
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

한 목둘레와 비알코올성 지방간이 관련이 있다는 연구 결과도 있다.[13] 비만은 대사증후군뿐만 아니라 수면 이상 호흡 및 폐쇄성 수면무호흡증의 위험요인이기도 하며,[14] 목둘레는 비만과 더불어 폐쇄성 수면무호흡증의 주요한 위험인자이자, 임상적으로 환자를 선별해내는 유용한 지표로 활용되고 있다.[15]

대사증후군 및 심혈관 질환의 위험도를 증가시키는 목둘레의 기준점에 대해서는 다양하게 연구되어왔으며,[16-18] 지역적, 인종적 배경에 따라 그 기준점은 연구마다 차이가 있으나 아직 통일된 기준점이 정립되지 않은 실정이다. 이에 본 연구에서는 목둘레와 심혈관 질환의 위험요인들과 관련 지표들을 비교하고, 대사증후군을 진단하는 데 있어서 적절한 목둘레의 기준점을 제시하고, 목둘레에 따른 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 대사증후군의 교차비를 구하고자 한다.

방 법

1. 연구 대상

본 연구는 국민건강영양조사 제8기 1차년도(2019) 자료를 이용하였으며, 2019년 국민건강영양조사는 질병관리본부 연구윤리심의위원회 승인을 받아 수행되었다(2018-01-03-C-A). 연구대상은 목둘레를 측정한 만 40세 이상의 성인 남녀를 대상으로 하였으며, 연구변수에 결측값 혹은 무응답 항목이 있는 경우는 배제하였다. 전체인구 8,110명중 목둘레에 대한 측정값이 없는 40세 미만 인구 3,302명을 제외하였으며, 연구변수에 무응답 혹은 결측값이 있는 600명을 제외한 총 4,208명(남성 1,803명, 여성 2,405명)을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증은 대한의학회의 일차 의료용 근거기반 임상진료지침에 의한 진단기준을 근거로 하였다. 수축기 혈압이 140 mmHg 이상이거나 이완기 혈압이 90 mmHg 이상, 또는 약을 복용하는 경우를 고혈압으로 정의하였다.[19] 8시간 이상 공복혈당이 126 mg/dL 이상이거나, 당화혈색소 6.5% 이상, 혹은 당뇨병 진단을 받았거나, 혈당강하제 또는 인슐린치료를 하는 경우 당뇨병으로 정의하였다.[20] 이상지질혈증은 총콜레스테롤이 240 m/dL 이상이거나, 중성지방이 200 mg/dL 이상이거나, 혹은 저밀도 콜레스테롤(low-density lipoprotein [LDL] cholesterol)이 160 mg/dL 이상이거나 고밀도 콜레스테롤(high-density lipoprotein [HDL] cholesterol)이 40 mg/dL 미만인 경우, 혹은 콜레스테롤 강하제를 복용하고 있는 경우로 정의하였다.[21] 저밀도 콜레스테롤은 중성지방이 200 mg/dL 이상인 경우 직접법으로 측정한 값이며, 중성지방이 200 mg/dL 미만인 경우 Friedewald식(LDL cholesterol=Total cholesterol–HDL cholesterol–[Triglyceride/5])을 이용하여 산출하였다.[22] 비-고밀도 콜레스테롤은 총 콜레스테롤에서 고밀도 콜레스테롤을 뺀 값으로 계산하였다.

대사증후군의 여부는 2005년 American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute (AHA/NHLBI)에서 제안한, 높은 혈당의 기준을 공복혈당 100 mg/dL 이상으로 강화한 수정된 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III)의 진단기준에 근거하였다.[3,4] 아래의 5개 항목 중 3개 이상이 해당 범위에 포함되면 대사증후군이 있는 것으로 정의하였으며, 인종적인 차이를 고려하며 복부비만은 대한비만학회 기준에 따라 허리둘레 남성 90 cm 이상, 여성 85 cm 이상을 기준으로 하였다.

1) 복부비만: 허리둘레 남성 ≥90 cm, 여성 ≥85 cm
2) 높은 중성지방: 중성지방 ≥150 mg/dL 혹은 약물치료 중
3) 낮은 고밀도 콜레스테롤: 고밀도 콜레스테롤 남성 <40 mg/dL, 여성 <50 mg/dL
4) 높은 혈압: 수축기 혈압 ≥130 mmHg 또는 이완기 혈압 ≥85 mmHg 또는 약물치료 중
5) 높은 혈당: 공복혈당 ≥100 mg/dL 또는 약물치료 중

BMI는 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나눈 값을 산출하였으며, BMI 25 kg/m^2 이상인 경우를 비만으로 정의하였다. 흡연 여부는 흡연 항목에 대한 설문에서 평생 담배를 5갑(100개비) 이상 피운 경우를 흡연자로 분류하였으며, 음주여부는 음주 항목에 대한 설문에서 최근 1년간 음주빈도가 월 2–4회 이상이며 한번에 마시는 음주량이 3–4잔 이상인 경우를 음주자로 분류하였다. 연령은 만 나이를 기준으로 40–49세, 50–59세, 60세 이상의 세 그룹으로 범주화하였다.

3. 통계분석

국민건강영양조사 표본설계는 2단계 층화집락표본설계(two-stage stratified cluster sampling)를 이용하여 추출되었으므로 층, 집락, 가중치 등 복합표본설계 요소를 고려한 분석을 시행하였다. Independent t-test를 이용하여 연구 대상자의 일반적인 특성을 구하였으며 chi-square test를 이용하여 남녀에 따른 빈도와 가중치를 고려한 비율을 구하였다. 목둘레와 심혈관 질환 위험인자 임상지표들의 상관관계를 알아보기 위해 상관분석을 시행하여 Pearson 상관계수를 구하였다. 결과의 해석은 상관계수(r)에 따라 매우 강한 상관관계(0.9–1.0), 강한 상관관계(0.70–0.89), 중간 상관관계(0.40–0.69), 약한 상관관계(0.10–0.39), 무시할 수 있는 상관관계(0.00–0.09)로 해석하였다.[23,24] Receiver operating characteristic (ROC) curve 분석을 시행하여 대사증후군을 선별하는 적절한 목둘레의 기준점을 제시하였으며, 그 기준점에 따라 남녀를 각각 2개의 집단으로 나누어 목둘레에 따

KJFP
Korean Journal of Family Practice

른 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 대사증후군의 교차비 및 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 단변량 및 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하여 구하였다. IBM SPSS statistics ver. 26.0 software (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 분석하였으며 모든 분석에서 P값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 기본적 특성 및 남녀 집단 간에 심혈관 질환 위험인자의 비교

전체 4,208명 중 남성이 1,803명, 여성이 2,405명이었으며, 대상자의 평균 연령은 남성이 56.50세, 여성이 57.97세로 각각 나타났다. 평균 허리둘레는 남성이 88.60 cm, 여성이 82.30 cm, 평균 목둘레는 남성이 38.08 cm, 여성이 32.85 cm, 평균 BMI는 남성이 24.53 kg/m^2, 여성이 23.77 kg/m^{2}의 결과값을 보였다(Table 1).

전체 집단에 대하여 가중치를 고려하였을 때, 고혈압은 남성에서 39.5%, 여성에서 36.7%의 비율을 보였으며 당뇨병은 남성에서 20.0%, 여성에서 15.0%의 비율을 보였다. 이상지질혈증은 남성에서 53.1%, 여성에서 46.1%로 나타났으며 대사증후군은 남성에서 43.9%로 여성의 37.2%보다 높은 비율을 보였다. 음주자의 비율은 남성에서 56.5%, 여성에서 15.2%로 조사되었으며, 평생 흡연한 총량이 5갑(100개비) 이상인 흡연자는 남성에서 80.2%, 여성에서 9.0%의 비율을 보였다. 남성의 41.0%, 여성의 31.1%에서 비만으로 나타났다(Table 2).

Table 1. The characteristics of included study participants

Variable	Male (n=1,803)	Female (n=2,405)	P-value[a]
Age (y)	56.50±0.37	57.97±0.37	<0.001
Waist circumference (cm)	88.60±0.25	82.30±0.25	<0.001
Neck circumference (cm)	38.08±0.07	32.85±0.05	<0.001
BMI (kg/m^2)	24.53±0.08	23.77±0.09	<0.001
SBP (mm/Hg)	122.29±0.45	121.15±0.52	0.056
DBP (mm/Hg)	78.63±0.29	75.24±0.26	<0.001
FBS (mg/dL)	107.07±0.72	101.16±0.55	<0.001
HbA1c (%)	5.96±0.02	5.87±0.02	0.004
Insulin (uIU/mL)	8.66±0.18	8.39±0.15	0.249
Total cholesterol (mg/dL)	193.13±0.89	198.44±0.94	<0.001
HDL cholesterol (mg/dL)	48.18±0.33	55.34±0.36	<0.001
Triglyceride (mg/dL)	165.81±3.79	118.80±1.87	<0.001
LDL cholesterol (mg/dL)	114.87±0.82	119.94±0.86	<0.001
Non-HDL cholesterol (mg/dL)	144.95±0.84	143.10±0.92	0.136

Values are presented as mean±standard error of the mean.
BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL, high-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein.
[a]Calculated by t-test.

Table 2. The comparison of potential cardiovascluar risk factors between male and female group

Variable	Male (n=1,803)	Female (n=2,405)	P-value[a]
Hypertension	791 (39.5)	960 (36.7)	0.123
Diabetes mellitus	408 (20.0)	383 (15.0)	<0.001
Dyslipidemia	950 (53.1)	1,149 (46.1)	<0.001
Obesity	722 (41.0)	769 (31.1)	<0.001
Metabolic syndrome	816 (43.9)	958 (37.2)	<0.001
Alcohol drinking	986 (56.5)	343 (15.2)	<0.001
Cigarette smoking	1,447 (80.2)	220 (9.0)	<0.001

Values are presented as unweighted number (weighted %).
[a]Calculated by chi-square test.

2. 목둘레와 심혈관 위험인자들의 임상 지표와의 상관관계

목둘레는 남성과 여성 모두 BMI 및 허리둘레와 상관계수 0.7 이상의 강한 상관관계를 보였다. 남성에서 비-고밀도 콜레스테롤, 여성에서 수축기 혈압, 그리고 남성과 여성 모두에서 이완기 혈압, 공복혈당, 당화혈색소, 공복 인슐린, 중성지방은 목둘레와 약한 양의 상관관계를 보였다. 반면에 고밀도 콜레스테롤은 남녀 모두에서 목둘레와 약한 음의 상관관계를 보였다. 남성에서 수축기 혈압과 총 콜레스테롤, 여성에서 비-고밀도콜레스테롤, 남녀 모두에서 저밀도 콜레스테롤은 목둘레와 상관관계가 낮았으며, 여성에서 총 콜레스테롤은 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다(Table 3).

3. 대사증후군 선별을 위한 목둘레의 기준점

대사증후군을 선별하는 목둘레의 기준점을 구하기 위하여 ROC

Table 3. Correlation analysis between neck circumference and paramaters of potential cardiovascular risk factor

Variable	Male (n=1,803)		Female (n=2,405)	
	r[a]	P-value[b]	r[a]	P-value[b]
Waist circumference	0.754	<0.001	0.754	<0.001
BMI	0.811	<0.001	0.773	<0.001
SBP	0.049	0.038	0.126	<0.001
DBP	0.217	<0.001	0.114	<0.001
FBS	0.190	<0.001	0.274	<0.001
HbA1c	0.168	<0.001	0.286	<0.001
Insulin	0.375	<0.001	0.387	<0.001
Total cholesterol	0.093	<0.001	-0.037	0.068
HDL cholesterol	-0.211	<0.001	-0.237	<0.001
TG	0.206	<0.001	0.254	<0.001
LDL cholesterol	0.057	0.015	-0.048	0.019
Non-HDL cholesterol	0.156	<0.001	0.041	0.044

BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar; HbA1c, glycated hemoglobin; HDL, high-density lipoprotein; LDL, low-density lipoprotein; TG, triglyceride.
[a]Pearson correlation coefficient. [b]Obtained by correlation analysis.

curve 분석을 시행하였다(Figure 1). 남성에서 area under the curve (AUC)는 0.740, 여성에서 0.756으로 나타났으며, Youden's index (민감도+특이도-1)가 최대가 되는 지점을 대사증후군을 선별하는 가장 이상적인 기준점으로 간주하였다.[25,26] 남성의 경우 목둘레 37.9 cm (민감도 70.7%, 특이도 66.5%) 및 38.0 cm (민감도 69.6%, 특이도 67.6%)에서 Youden's index가 최대가 되었으며, 여성은 목둘레 33.0 cm (민감도 68.3%, 특이도 69.1%) 및 33.1 cm (민감도 66.0%, 특이도 71.5%)에서 최댓값을 보였다.

4. 목둘레에 따른 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 대사증후군의 교차비

목둘레에 대한 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 대사증후군의 교차비 및 95% 신뢰구간을 구하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 시행하였으며 연령, 흡연, 음주, 비만 여부를 독립변수에 포함하였다. 목둘레는 위에서 얻은 값 중 임상적 적용이 수월한 남성 38.0 cm, 여성 33.0 cm을 기준점으로 남녀를 각각 2개의 집단으로 설정하였다. 연령은 40대 그룹, 50대 그룹 및 60대 이상 그룹 등 3개의 집단으로 나누었으며, 흡연, 음주, 비만 여부는 집단을 2개로 나누고 비대상자를 기준으로 분석하였다. 각각의 독립변수에 대하여 단변량 로지스

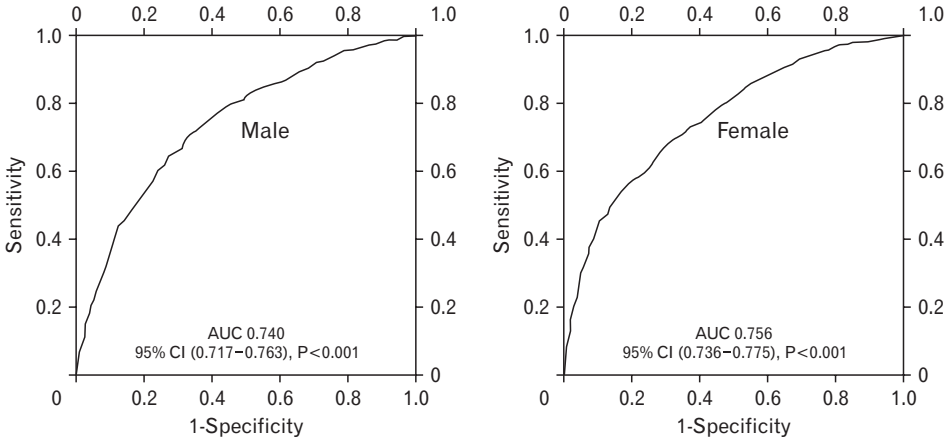


Figure 1. The ROC curve of neck circumference for the screening of metabolic syndrome. ROC, receiver operating characteristic; AUC, area under the curve; CI, confidence interval.

Table 4. Logistic regression analysis on the cardiovascular risk factors and hypertension

Variable	Hypertension							
	Male				Female			
	Univariable[a]		Multivariable[b]		Univariable[a]		Multivariable[b]	
	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value
Age (y)								
40–49	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
50–59	1.560 (1.119–2.176)	0.009	1.662 (1.186–2.329)	0.003	3.153 (2.263–4.391)	<0.001	3.186 (2.284–4.445)	<0.001
≥60	3.649 (2.812–4.736)	<0.001	4.700 (3.554–6.216)	<0.001	12.061 (8.848–16.441)	<0.001	12.369 (8.960–17.075)	<0.001
Cigarette smoking								
No	Ref.				Ref.			
Yes	1.235 (0.950–1.606)	0.114			0.736 (0.528–1.027)	0.071		
Alcohol drinking								
No	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Yes	1.330 (1.048–1.688)	0.019	1.493 (1.147–1.944)	0.003	0.649 (0.493–0.854)	0.002	1.117 (0.810–1.540)	0.497
Obesity								
No	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Yes	1.947 (1.598–2.373)	<0.001	1.629 (1.261–2.104)	<0.001	2.515 (2.078–3.044)	<0.001	1.875 (1.465–2.401)	<0.001
Neck circumference (cm, male/female)								
<38/<33	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
≥38/≥33	1.907 (1.527–2.383)	<0.001	1.780 (1.352–2.344)	<0.001	2.287 (1.883–2.776)	<0.001	1.690 (1.330–2.147)	<0.001

OR, odds ratio; CI, confidence interval; Ref., reference.
[a]Univariable: univariable logistic regression analysis. [b]Multivariable: multivariable logistic regression analysis among statistically significant variables.

틱 회귀분석을 시행하였으며, 통계적으로 의미 있는 결과를 도출한 독립변수들을 대상으로 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하여 최종적인 교차비 및 95% 신뢰구간을 구하였다.

고혈압은 고연령군으로 갈수록 교차비가 증가하는 양상을 보였으며, 남성에서 음주자는 비음주자에 비해 1.493 (95% CI, 1.147–1.944)으로 교차비가 증가하였다. 비만 그룹은 교차비가 남녀에서 각각 1.629 (95% CI, 1.261–2.104), 1.875 (95% CI, 1.465–2.401)로 증가하였고, 목둘레가 긴 군은 남녀 각각 1.780 (95% CI, 1.352–2.344), 1.690 (95% CI, 1.330–2.147)로 교차비가 증가하였다(Table 4).

당뇨병의 경우에도 고연령군으로 갈수록 교차비가 증가하는 양상을 보였으며, 비만군에 대한 교차비는 남녀 각각 1.980 (95% CI, 1.427–2.747), 1.688 (95% CI, 1.278–2.229), 목둘레가 긴 군에 대한 교차비는 남녀 각각 1.470 (95% CI, 1.068–2.021), 2.078 (95% CI, 1.522–2.836)로 증가하였다(Table 5).

이상지질혈증에 대해 여성에서는 고연령군으로 갈수록 교차비가 증가하였으나 남성의 경우 연령군과 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았으며 흡연군에서 1.329 (95% CI, 1.020–1.731)로 교차비가 증가하였다. 비만군에 대한 교차비는 남녀 각각 1.393 (95% CI, 1.045–1.857), 1.709 (95% CI, 1.316–2.219), 목둘레가 긴 군에 대한 교차비는 남녀 각각 1.888 (95% CI, 1.432–2.490), 1.712 (95% CI, 1.345–2.180)로 교차비가 증가하였다. 여성에서 음주군은 비음주군에 비하여 0.748 (95% CI, 0.563–0.993)로 교차비가 감소하였다(Table 6).

대사증후군은 고연령군으로 갈수록 교차비가 증가하는 양상을 보였으며, 남성의 경우 음주자 그룹에서 1.482 (95% CI, 1.138–1.930)로 교차비가 증가하였다. 비만군에 대한 교차비는 남녀 각각 4.538 (95% CI, 3.432–6.001), 5.316 (95% CI, 4.032–7.009)으로 증가하였으며, 목둘레가 긴 그룹은 남녀 각각 2.390 (95% CI, 1.888–3.026), 2.919 (95% CI, 2.269–3.757)의 교차비를 보였다(Table 7).

고 찰

본 연구는 40세 이상 성인에서 목둘레와 대사증후군의 위험인자 및 그 임상적인 지표들과의 관련성을 밝히고, 대사증후군 선별을 위한 적절한 목둘레 값을 제시하고자 하였다. 목둘레는 남성에서 비-고밀도 콜레스테롤 및 여성에서 수축기 혈압, 남성과 여성 모두에서 이완기 혈압, 공복혈당, 당화혈색소, 공복 인슐린, 중성지방과 양의 상관관계를 보였고, 고밀도 콜레스테롤과는 남녀 모두에서 음의 상관관계를 보였다. 대사증후군 선별을 위한 목둘레의 기준점은 측정 및 임상적 활용의 편의성을 고려할 때 남성에서 38.0 cm, 여성에서 33.0 cm가 적절할 것으로 생각되며, 목둘레가 긴 그룹은 남녀 모두에서 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 대사증후군 등 심혈관 위험인자들의 교차비가 증가하였다.

Table 5. Logistic regression analysis on the cardiovascular risk factors and diabetes mellitus

Variable	Diabetes mellitus							
	Male				Female			
	Univariable[a]		Multivariable[b]		Univariable[a]		Multivariable[b]	
	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value
Age (y)								
40–49	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
50–59	1.830 (1.205–2.780)	0.005	1.895 (1.246–2.881)	0.003	2.102 (1.178–3.751)	0.012	2.042 (1.152–3.619)	0.015
≥60	2.975 (2.049–4.319)	<0.001	3.459 (2.390–5.004)	<0.001	6.962 (4.287–11.308)	<0.001	6.578 (4.058–10.663)	<0.001
Cigarette smoking								
No	Ref.				Ref.			
Yes	1.237 (0.850–1.800)	0.265			0.968 (0.631–1.485)	0.880		
Alcohol drinking								
No	Ref.				Ref.			
Yes	1.126 (0.884–1.434)	0.334			0.726 (0.474–1.111)	0.139		
Obesity								
No	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Yes	2.220 (1.684–2.925)	<0.001	1.980 (1.427–2.747)	<0.001	2.623 (2.062–3.338)	<0.001	1.688 (1.278–2.229)	<0.001
Neck circumference (cm, male/female)								
<38/<33	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
≥38/≥33	1.878 (1.434–2.460)	<0.001	1.470 (1.068–2.021)	0.018	2.833 (2.148–3.736)	<0.001	2.078 (1.522–2.836)	<0.001

OR, odds ratio; CI, confidence interval; Ref., reference.
[a]Univariable: univariable logistic regression analysis. [b]Multivariable: multivariable logistic regression analysis among statistically significant variables.

Table 6. Logistic regression analysis on the cardiovascular risk factors and dyslipidemia

Variable	Dyslipidemia							
	Male				Female			
	Univariable[a]		Multivariable[b]		Univariable[a]		Multivariable[b]	
	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value
Age (y)								
40–49	Ref.				Ref.		Ref.	
50–59	1.020 (0.768–1.353)	0.891			3.785 (2.885–4.967)	<0.001	3.799 (2.881–5.010)	<0.001
≥60	1.034 (0.792–1.349)	0.806			6.373 (4.926–8.244)	<0.001	5.918 (4.560–7.681)	<0.001
Cigarette smoking								
No	Ref.		Ref.		Ref.			
Yes	1.370 (1.065–1.762)	0.015	1.329 (1.020–1.731)	0.035	0.900 (0.650–1.246)	0.525		
Alcohol drinking								
No	Ref.				Ref.		Ref.	
Yes	0.924 (0.743–1.151)	0.479			0.562 (0.431–0.731)	<0.001	0.748 (0.563–0.993)	0.044
Obesity								
No	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Yes	2.004 (1.594–2.518)	<0.001	1.393 (1.045–1.857)	0.024	2.367 (1.955–2.864)	<0.001	1.709 (1.316–2.219)	<0.001
Neck circumference (cm, male/female)								
<38/<33	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
≥38/≥33	2.288 (1.836–2.850)	<0.001	1.888 (1.432–2.490)	<0.001	2.222 (1.858–2.658)	<0.001	1.712 (1.345–2.180)	<0.001

OR, odds ratio; CI, confidence interval; Ref., reference.
[a]Univariable: univariable logistic regression analysis. [b]Multivariable: multivariable logistic regression analysis among statistically significant variables.

Table 7. Logistic regression analysis on the cardiovascular risk factors and metabolic syndrome

Variable	Metabolic syndrome							
	Male				Female			
	Univariable[a]		Multivariable[b]		Univariable[a]		Multivariable[b]	
	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value	OR (95% CI)	P-value
Age (y)								
40–49	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
50–59	1.295 (0.948–1.770)	0.104	1.466 (1.028–2.090)	0.035	2.450 (1.741–3.449)	<0.001	2.802 (1.952–4.022)	<0.001
≥60	1.636 (1.235–2.168)	0.001	2.626 (1.898–3.634)	<0.001	7.656 (5.737–10.215)	<0.001	10.457 (7.757–14.097)	<0.001
Cigarette smoking								
No	Ref.		Ref.		Ref.			
Yes	1.391 (1.077–1.797)	0.012	1.269 (0.962–1.672)	0.091	0.816 (0.578–1.153)	0.248		
Alcohol drinking								
No	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Yes	1.499 (1.185–1.896)	0.001	1.482 (1.138–1.930)	0.004	0.695 (0.521–0.928)	0.014	0.979 (0.687–1.394)	0.904
Obesity								
No	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
Yes	6.438 (5.048–8.211)	<0.001	4.538 (3.432–6.001)	<0.001	7.398 (5.962–9.180)	<0.001	5.316 (4.032–7.009)	<0.001
Neck circumference (cm, male/female)								
<38/<33	Ref.		Ref.		Ref.		Ref.	
≥38/≥33	4.559 (3.760–5.528)	<0.001	2.390 (1.888–3.026)	<0.001	5.197 (4.255–6.347)	<0.001	2.919 (2.269–3.757)	<0.001

OR, odds ratio; CI, confidence interval; Ref., reference.
[a]Univariable: univariable logistic regression analysis. [b]Multivariable: multivariable logistic regression analysis among statistically significant variables.

이 결과는 기존의 연구와도 유사한 결론을 보였다. Kang과 Yu[27]의 국내 성인을 대상으로 한 연구에서 목둘레는 남성에서 이완기 혈압, 공복혈당, 총 콜레스테롤, 저밀도 콜레스테롤, 중성지방, 인슐린, hsCRP (high-sensitivity C-reactive protein)등과, 그리고 여성에서 수축기 혈압, 공복혈당, 중성지방, 인슐린, hsCRP, 요산 등과 양의 상관관계가 있었으며, 남녀 모두에서 고밀도 콜레스테롤과는 음의

상관관계가 있었다. 중국에서 40세 이상의 고혈압 환자를 대상으로 한 Zhang 등[17]의 연구에서 목둘레는 남녀 모두에서 공복혈당, 당화혈색소, 중성지방, 그리고 저밀도 콜레스테롤과 양의 상관관계가 있었으며 고밀도 콜레스테롤과 음의 상관관계가 있었다. 남녀 모두에서 목둘레가 긴 경우 당뇨병, 대사증후군, 복부비만의 교차비를 증가시켰으며, 이상지질혈증은 본 연구와는 다르게 남성에서만 통계적으로 유의하게 교차비가 증가하였다. 고혈압 이외 추가적으로 2개 이상의 심혈관 질환 위험인자를 가지고 있는 대상을 분별하기 위한 목둘레의 절단점으로 남성 37.8 cm, 여성 33.9 cm로 제시하였다.

비만과 인슐린 비의존성 당뇨병, 대사증후군 등 인슐린 저항성이 증가된 상태에서 대체적으로 관찰되는 이상지질혈증의 형태는 혈중 중성지방의 증가와 고밀도 콜레스테롤의 감소, 작은 치밀 저밀도 콜레스테롤(small-dense LDL cholesterol)의 발생 등이다.[28] 비만의 지표로 목둘레를 활용한 본 연구에서도 혈중 중성지방 및 고밀도 콜레스테롤은 목둘레의 증가에 따라 이에 상응하는 결과를 보였다. 위에 기술한 다른 논문의 예에서도 다른 항목에 대해서는 다소간의 차이를 보였으나, 목둘레에 대하여 공복혈당과 중성지방은 양의 상관관계, 고밀도 콜레스테롤은 음의 상관관계를 보이는 것은 공통적인 결과였다.

인슐린 저항성이 증가한 상태에서는 혈중 유리 지방산의 증가 등으로 인해 간에서 중성지방의 축적 및 초저밀도 지단백 콜레스테롤(very-low-density lipoprotein [VLDL] cholesterol) 합성이 증가된다. 높아진 중성지방의 농도는 초저밀도 지단백 콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤, 저밀도 콜레스테롤 상호간에 중성지방과 콜레스테롤 에스터(cholesterol ester)의 교환을 촉진한다. 이 과정에서 고밀도 콜레스테롤은 중성지방과의 결합이 증가되어 혈중농도가 감소하고, 저밀도 콜레스테롤은 간의 리파아제(hepatic lipase)에 의해 최종 산물인 작은 치밀 저밀도 콜레스테롤로 변하는데,[29] 위의 결과는 이와 같은 기전에 의한 것으로 생각해 볼 수 있다.

목둘레의 측정은 진료 현장에서 비교적 손쉽게 이뤄질 수 있고 와상 환자나 임신부 등 특수한 경우에도 어려움 없이 활용될 수 있다는 장점이 있다. 본 연구 결과로 볼 때 목둘레의 측정은 심혈관 질환 및 대사증후군에 대한 위험군을 선별하는데 있어서 허리둘레 및 BMI와 더불어 상호 비교, 보완할 수 있는 신체지표로 활용할 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 여기에 간단한 임상적 질문을 더해 수면무호흡증과 연계하여 수면다원검사 등이 필요한 환자를 선별해 내는 데에도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.[15]

본 연구의 한계점으로는 목둘레를 측정하는 방법이 표준화되지 않아 측정오차가 발생할 수 있다는 점이 있다. 많은 논문들에서 목둘레의 측정을 후두돌기(laryngeal prominence, Adam's apple) 아래에서 목의 장축에 수직방향으로 0.1 cm 단위로 측정하는 방법[6,7]을 활용하고 있으나, 아직 국제적으로 표준화된 지침은 없는 실정이다. 임상적 활용을 위해서 국제적으로 공인된 지침을 정립할 수 있는 노력들이 필요할 것이다. 본 연구에서는 갑상선질환, 목 부위 종양, 그리고 경부림프절 비대 및 종창을 일으킬 수 있는 감염성 질환 및 자가면역 질환[30] 등 목둘레를 변화시킬 수 있는 병리적인 상황에 대한 고려가 없었으며, 환자의 경제적 혹은 사회적 요인 및 운동 여부에 대한 고려가 없었다는 제한이 있다. 후속연구를 통해 이번 연구의 한계점을 보완하고, 지속적인 유병률 추이를 밝히며, 심혈관 질환 위험 인자 외에 목둘레와 개별 질환과의 관련성을 밝히는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

연구배경: 본 연구는 목둘레와 심혈관 질환 위험인자의 관련성을 밝히고 한국인에서 대사증후군을 선별하는 데 있어서 적절한 목둘레의 기준점을 제시하고자 한다.

방법: 국민영양조사 제8기 1차년도(2019) 자료를 이용하여, 총 4,208명의 40세 이상 성인을 대상으로 하였다. 목둘레와 심혈관 질환 위험인자 임상지표들과의 상관관계를 확인하기 위하여 상관분석을 시행하였다. Receiver operating characteristic curve 분석을 시행하여 대사증후군을 선별하는 적절한 목둘레의 기준점을 제시하였고, 이를 바탕으로 로지스틱 회귀분석을 시행하였다.

결과: 목둘레는 남성과 여성 모두에서 허리둘레, BMI, 이완기 혈압, 공복 혈당, 공복 인슐린, 당화혈색소, 중성지방과 양의 상관관계를 보였다. 목둘레는 남성에서 비-고밀도 콜레스테롤, 여성에서 수축기 혈압과 양의 상관관계를 보였으며, 남성과 여성에서 고밀도 콜레스테롤과 음의 상관관계를 보였다. 대사증후군을 선별하는 목둘레 기준점은 남성 38.0 cm, 여성 33.0 cm이 적절하며, 이를 기준으로 하여 목둘레가 긴 그룹은 짧은 그룹에 비해 남성과 여성 모두에서 고혈압(남성 1.780, 95% confidence interval [CI] 1.352–2.344; 여성 1.690, 95% CI 1.330–2.147), 당뇨병(남성 1.470, 95% CI 1.068–2.021; 여성 2.078, 95% CI 1.522–2.836), 이상지질혈증(남성 1.888, 95% CI 1.432–2.490; 여성 1.712, 95% CI 1.345–2.180), 대사증후군(남성 2.390, 95% CI 1.888–3.026; 여성 2.919, 95% CI 2.269–3.757)의 교차비가 유의하게 증가하였다.

결론: 목둘레는 한국인에서 심혈관 질환 위험인자들과 관련이 있으며 대사증후군을 예측하는 데 사용할 수 있는 지표이다.

중심단어: 목; 비만; 심혈관 질환 위험 인자; 대사증후군

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Byungdo An, https://orcid.org/0000-0003-1300-058X
Junli Park, https://orcid.org/0000-0003-2749-5122

REFERENCES

1. Wilson PW, D'Agostino RB, Sullivan L, Parise H, Kannel WB. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. Arch Intern Med 2002; 162: 1867-72.
2. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. Diabet Med 1998; 15: 539-53.
3. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the third report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA 2001; 285: 2486-97.
4. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. Circulation 2005; 112: 2735-52. Erratum in: Circulation 2005; 112: e297. Erratum in: Circulation 2005; 112: e298.
5. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome--a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. Diabet Med 2006; 23: 469-80.
6. Joshipura K, Muñoz-Torres F, Vergara J, Palacios C, Pérez CM. Neck circumference may be a better alternative to standard anthropometric measures. J Diabetes Res 2016; 2016: 6058916.
7. Lampignano L, Zupo R, Donghia R, Guerra V, Castellana F, Murro I, et al. Cross-sectional relationship among different anthropometric parameters and cardio-metabolic risk factors in a cohort of patients with overweight or obesity. PLoS One 2020; 15: e0241841.
8. Luo Y, Ma X, Shen Y, Xu Y, Xiong Q, Zhang X, et al. Neck circumference as an effective measure for identifying cardio-metabolic syndrome: a comparison with waist circumference. Endocrine 2017; 55: 822-30.
9. Abdolahi H, Iraj B, Mirpourian M, Shariatifar B. Association of neck circumference as an indicator of upper body obesity with cardio-metabolic risk factors among first degree relatives of diabetes patients. Adv Biomed Res 2014; 3: 237.
10. Fantin F, Comellato G, Rossi AP, Grison E, Zoico E, Mazzali G, et al. Relationship between neck circumference, insulin resistance and arterial stiffness in overweight and obese subjects. Eur J Prev Cardiol 2017; 24: 1532-40.
11. Yan B, Du H, Zhao J, Wu D, Wang J, Yang G, et al. Neck circumference is associated with incidence of angina pectoris in a large community-based population. Diabetes Metab Syndr Obes 2020; 13: 3213-20.
12. Koppad AK, Kaulgud RS, Arun BS. A study of correlation of neck circumference with Framingham risk score as a predictor of coronary artery disease. J Clin Diagn Res 2017; 11: OC17-20.
13. Hu Y, Chen J, Yang L, Chen P, Li J, Chen L, et al. The value of neck circumference (NC) as a predictor of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). J Clin Transl Endocrinol 2014; 1: 133-9.
14. Young T, Peppard PE, Taheri S. Excess weight and sleep-disordered breathing. J Appl Physiol (1985) 2005; 99: 1592-9.
15. Chung F, Abdullah HR, Liao P. STOP-Bang questionnaire: a practical approach to screen for obstructive sleep apnea. Chest 2016; 149: 631-8.
16. Zhou JY, Ge H, Zhu MF, Wang LJ, Chen L, Tan YZ, et al. Neck circumference as an independent predictive contributor to cardio-metabolic syndrome. Cardiovasc Diabetol 2013; 12: 76.
17. Zhang Y, Wu H, Xu Y, Qin H, Lan C, Wang W. The correlation between neck circumference and risk factors in patients with hypertension: what matters. Medicine (Baltimore) 2020; 99: e22998.
18. Ebrahimi H, Mahmoudi P, Zamani F, Moradi S. Neck circumference and metabolic syndrome: a cross-sectional population-based study. Prim Care Diabetes 2021; 15: 582-7.
19. Korean Academy of Medical Sciences, Korea Disease Control and Prevention Agency. Evidence-based guideline for hypertension in primary care. Seoul: Korean Academy of Medical Sciences; 2020. p. 15-7.
20. Korean Academy of Medical Sciences, Korea Disease Control and Prevention Agency. Evidence-based guideline for type 2 diabetes in primary care. Seoul: Korean Academy of Medical Sciences; 2020. p. 17-8.
21. Korean Academy of Medical Sciences, Korea Disease Control and Prevention Agency. Evidence-based recommendations for dyslipidemia in primary care. Seoul: Korean Academy of Medical Sciences; 2020. p. 23-30.
22. Sung KC, Kwon CH, Lee MY, Kwon MJ, Lee JH, Jung MH, et al. Comparison of low-density lipoprotein cholesterol concentrations by direct measurement and by friedewald calculation. Am J Cardiol 2020; 125: 866-73.
23. Schober P, Boer C, Schwarte LA. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. Anesth Analg 2018; 126: 1763-8.
24. Akoglu H. User's guide to correlation coefficients. Turk J Emerg Med 2018; 18: 91-3.
25. Fluss R, Faraggi D, Reiser B. Estimation of the Youden Index and its associated cutoff point. Biom J 2005; 47: 458-72.
26. Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 3: receiver operating characteristic curves. Acta Paediatr 2007; 96: 644-7.
27. Kang JH, Yu BY. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. J Korean Soc Study Obes 2003; 12: 137-45.
28. Sparks JD, Sparks CE, Adeli K. Selective hepatic insulin resistance, VLDL overproduction, and hypertriglyceridemia. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2012; 32: 2104-12.
29. Klop B, Elte JW, Cabezas MC. Dyslipidemia in obesity: mechanisms and potential targets. Nutrients 2013; 5: 1218-40.
30. Gaddey HL, Riegel AM. Unexplained lymphadenopathy: evaluation and differential diagnosis. Am Fam Physician 2016; 94: 896-903.