40세 이상의 한국 성인에서 과체중 및 비만환자 선별을 위한 목둘레 기준

Neck Circumference Criteria for Identifying Overweight and Obesity Patients in Korean Adults Aged 40 or Older

허은실*

Eun-Sil Her*

〈Abstract〉

This study targeted 15,580 Korean adults aged 40 or older from the 2019-2022 KNHA-NES and aimed to confirm neck circumference criteria for identifying overweight and obesity according to BMI standards using the reportROC package. Pearson's correlation coefficients indicated a strong positive association between neck circumference and BMI in both male (r=0.802, p〈0.001) and female (r=0.762, p〈0.001). The ROC analysis results to determine the neck circumference cutoff levels for overweight according to BMI (≥23.0 kg/m^2) were 37.1 cm (AUC=0.890, accuracy=0.808) for male and 32.5 cm for female (AUC=0.863, accuracy=0.776). Neck circumference 37.8 cm (AUC=0.879, accuracy=0.784) for male and 33.1 cm (AUC=0.873, accuracy=0.786) for female were the best cutoff levels for determining the subjects with obesity by BMI (≥25.0 kg/m^2). This study proposed a cutoff levels for neck circumference that can be used in screening tests to determine overweight and obesity, and for clinical use, additional research is needed to exclude factors affecting neck circumference.

Keywords : Neck Circumference, Criteria, Overweight, Obesity, Korean Adult

* 교신저자, 창신대학교 식품영양학과, 부교수
E-mail: heres@cs.ac.kr

* Corresponding Author, Dept. of Food and Nutrition, Changshin University, Associate Professor

1. 서 론

비만은 체내에 체지방이 과다하게 축적된 상태를 의미하며 [1], 한국인의 3대 사망원인인 악성신생물, 심장질환, 뇌혈관질환뿐만 아니라 대사증후군, 당뇨병과 같은 만성질환, 비알콜성 지방간, 위식도역류, 설사, 췌장염, 담석 등의 소화기계질환과 같은 다양한 질환들과 연관되어 있다 [2, 3]. 한국 성인의 비만유병률은 2022년 현재 37.2 %(남성: 47.7 %, 여성: 25.7 %)로, 2012년의 32.4 %(남성: 36.3 %, 여성: 28.0 %))에 비해 10년 동안 약 5%가 증가하였고, 특히 남성의 증가가 두드러진다 [4].

과체중과 비만을 평가하는 방법에는 여러 가지가 있다. 신장, 체중을 이용한 체질량지수 (BMI: Body Mass Index), 허리둘레, 엉덩이둘레와 이를 이용한 허리엉덩이둘레비는 겨울철이나 1차 진료에서 항상 유용하지 않고, 초음파, 컴퓨터 단층촬영, 자기공명영상은 비용이 많이 들어서 주로 연구목적으로 이용되는 실정이다 [4]. 따라서 비만진단을 위한 첫 번째 단계로서 타당하고 신뢰할 수 있으며, 간단하고 빠른 방법을 개발하는 것이 필요하다.

상체 비만은 하체 비만보다 포도당 불내성, 고인슐린혈증, 당뇨병, 고중성지방혈증, 통풍 및 요로 결석 질환과 더 강하게 연관되어 있다 [5]. 목둘레는 엉덩이, 허리, 등 부위를 의자의 등받이에 붙이고 앉아 직각 자세를 유지하고 대상자가 정면을 응시한 상태에서 측면에서 갑상선연골의 바로 아래를 줄자로 측정한다. 목둘레는 비교적 쉽게 측정할 수 있고, 와상환자나 임산부 등 특수한 경우에도 어려움 없이 활용될 수 있는 장점이 있다. 실제로 목둘레의 증가가 심혈관질환 및 대사증후군과 심혈관질환, 수면무호흡증, 간질환, 고요산혈증 [6-11]의 관련성이 있고, 체지방과 독립적인 상관관계가 있음이 확인됨에 따라서 목둘레를 상체지방분포를 평가하는 지표로 활용하는 것은 의미가 있다 [6]. 이전 연구 [12]에서 한국인을 대상으로 BMI 25 kg/m^2 이상에 대한 목둘레 분별점으로 남자의 경우 36.6 cm, 여자는 32.3 cm를 제시하였으나 건강검진 대상자 성인 남녀 364명을 대상으로 하여 연구대상의 대표성에서 제한점이 있고, 과체중과 같은 상태에 대한 제시는 하지 못하였다.

따라서 본 연구에서는 목둘레 측정이 시작된 2019년부터 2022년까지의 국민건강영양조사 자료를 활용하여 40세 이상의 한국 성인에서 체지방량과 상관관계가 높아서 체중과 신장을 이용한 지수 중 가장 널리 사용되고 있는 BMI 기준에 따른 과체중과 비만 선별 목둘레 기준점을 확인하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

2.1 연구대상

본 연구는 질병관리청의 국민강영양조사(KNHANES: Korea National Health and Nutrition Examination Survey) 사이트(https://knhanes.cdc.go.kr)에서 2019-2022년도 자료를 다운받아 이용하였다. 연구대상은 인구주택총조사를 추출틀로 하여 거주지역과 성별, 연령 집단에 근거한 층화 다단계 집락 복합표본추출법으로 추출되었으며, 40세 이상의 성인 17,872명을 대상으로 하였다. 그리고 신장(812명), 체중(2명), 허리둘레(170명), 목둘레(90명)에 대한 측정값이 없는 자, 인구통계학적 자료 무응답자(1,218명)를 제외하고 15,580명을 최종 연구대상으로 하였다.

2.2 연구내용

신체적 요인으로 연령, 신장, 체중, BMI, 허리둘레, 목둘레를 이용하였다. BMI의 판정기준은 대한비만학회의 기준 [13]에 따라 18.5 kg/m^2 미만은 저체중, 18.5~23.0 kg/m^2 미만은 정상, 23.0~25.0 kg/m^2 미만은 과체중, 25.0 kg/m^2 이상은 비만으로 하였다. 허리둘레는 남성의 경우 90 cm 이상, 여성의 경우 85 cm 이상을 복부비만으로 하였다 [13].

진양성 (TP: True-Positive)은 BMI (예측)가 기준보다 높고, 목둘레 (진단)도 기준보다 높은 대상자이고, 진음성 (TN: True-Negative)은 BMI가 기준보다 낮고 목둘레도 기준보다 낮은 대상자이다. 위양성 (FP: False-Positive)은 BMI가 기준보다 낮고, 목둘레가 기준보다 높은 대상자이고, 위음성 (FN: False-Negative)은 BMI는 기준보다 높고, 목둘레가 기준보다 낮은 대상자이다. 민감도 (Sensitivity)는 실제 양성 때 맞춘 양성의 비율(진양성/(진양성+위음성))이고, 특이성 (Specificity)은 실제 음성 대 맞춘 음성의 비율(진음성/(진음성+위양성))이다. 양성예측도 (PPV: Positive predictive value)는 BMI가 기준 이상의 대상자 중 목둘레가 기준보다 높은 대상자의 비율 (TP/(TP+FP))로 정의되고, 음성예측도 (NPV: Negative predictive value)는 BMI가 기준보다 낮은 대상자 중 목둘레가 기준보다 낮은 대상자의 비율로 정의된다 (TN(TN+FN)). 정확도는 (TP+TN)/(TP+FP+TN+FN)로 계산되었다.

2.3 자료분석

SPSS 23.0 package (IBM Inc., Chicago, IL, USA)를 이용한 복합표본분석방법에서 명목과 순위형 자료는 교차분석을 이용하였고, 비율형 자료는 일반선형모형분석으로 검정하였다. 목둘레와 신체적 요인들 간의 관계는 Pearson 상관분석을 실시하였다. 두 개의 BMI 판정기준에 대한 목둘레 기준점을 찾기 위하여 reportROC package를 이용하여 ROC(Receiver operating characteristic curve) 분석을 수행하였다. 기준점 결정에는 최적의 민감도와 특이도, 최대 정확도와 1에 가까운 PPV/NPV를 이용하였다. $p<0.05$ 수준에서 통계적으로 유의성을 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 신체적 요인

연령은 남성이 57.2 세, 여성이 58.0 세로 모두 50대 후반이었다(Table 1). 신장은 남성이 170.1 cm, 여성이 157.0 cm이었고, 체중은 남성은 71.7 kg, 여성은 58.7 kg이었다. BMI 평균값 [13]은 남성이 24.7 kg/m^2, 여성은 23.8 kg/m^{2}으로 모두 과체중 범위에 있었으나 남성의 값이 비만판정 기준인 25.0 kg/m^{2}에 [13] 더 근접한 값을 보였다 ($p<0.001$). BMI 판정기준에 따른 구분에서 ≥25.0 kg/m^{2}의 비율이 남성은 42.2 %, 여성은 33.7 %로, 남성의 비율이 더 높았고, 한국 성인의 비만유병률인 남성 47.7 %, 여성 25.7 % [4]과 비교했을 때 남성은 낮았던 반면 여성은 더 높았다. 그리고 여성은 정상기준인 18.5~ <23.0 kg/m^{2}의 비율이 40.2 %로, 남성의 28.9 %보다 더 높게 나타났다 ($p<0.001$). 허리둘레 평균값은 남성의 경우 89.0 cm로 복부비만 기준인 90.0 cm [4]에 근접한 값을 보였고, 실제로 복부비만을 가진 비율은 전체의 44.7 %이었다. 여성의 허리둘레 평균값은 81.9 cm이었으며, 복부비만 비율은 38.4 %으로, 남성보다는 낮게 나타났다 ($p<0.001$).

Table 1. Physical factors of subjects by sex

Variables	Male (n=6,768)	Female (n=8,812)	*P*-value[1)]
Age (years)	57.2±0.2	58.0±0.2	<0.001
Height (cm)	170.1±0.1	157.0±0.1	<0.001
Weight (kg)	71.7±0.2	58.7±0.1	<0.001
BMI (kg/m^2)	24.7±0.1	23.8±0.1	<0.001
<18.5	151(2.2)	278(3.2)	<0.001
18.5~ <23.0	1,955(28.9)	3,544(40.2)	
23.0~ <25.0	1,801(26.6)	2,014(22.9)	
≥25.0	2,856(42.2)	2,971(33.7)	
Waist circumference (cm)	89.0±0.1	81.9±0.1	<0.001
Normal	3,742(55.3)	5,426(61.6)	<0.001
Abdominal obesity(Male≥90, Female ≥85 cm)	3,026(44.7)	3,386(38.4)	
Neck circumference (cm)	37.9±0.1	32.7±0.1	<0.001

Values are presented as mean ± S.E. or number (%)
[1)]*P*-values are analyzed by complex sampling general linear model F-test or x^2 test

목둘레는 남성은 37.9 cm, 여성은 32.7 cm이었고, 성별로 차이가 있었다 (p<0.001). 이전의 연구에서도 허리둘레와 목둘레 BMI와 같은 신체적 요인의 성별 비교에서 남성의 값이 여성의 값보다 유의적으로 더 높은 값을 보였다 [14].

3.2 목둘레와 신체적 요인와의 상관관계

목둘레와 여러 신체적 요인과의 상관관계 분석 결과(Table 2) 본 연구에서 예측값으로 이용된 BMI와 진단값인 목둘레의 상관관계는 남성 (r=0.802, p<0.001)과 여성 (r=0.762, p<0.001)) 모두에서 강한 양의 상관관계를 보였다. 그리고 체중 (p<0.001)과 허리둘레 (p<0.001) 또한 강한 양의 상관관계를 보였는데, 이전의 연구 [14]에서도 목둘레와 허리둘레, BMI 간에 강한 상관관계가 있음이 보고된 바 있다.

Table 2. Relationship between physical factors and neck circumference

Variables	Neck circumference			
	Male (n=6,768)		Female (n=8,812)	
	r	*P*-value	r	*P*-value
Age (years)	-0.231	<0.001	0.063	<0.001
Height (cm)	0.319	<0.001	0.109	<0.001
BMI (kg/m^2)	0.802	<0.001	0.762	<0.001
Weight (kg)	0.813	<0.001	0.760	<0.001
Waist circumference (cm)	0.753	<0.001	0.751	<0.001

3.3 과체중 선별을 위한 목둘레 기준점

성별에 따른 BMI 23.0 kg/m^2 이상인 과체중 의 목둘레 기준점을 구하기 위한 ROC 분석을 실시한 결과 남성의 AUC는 0.890 (p<0.001), 여성은 0.863 (p<0.001)로, 0.70 이상의 우수한 변별력을

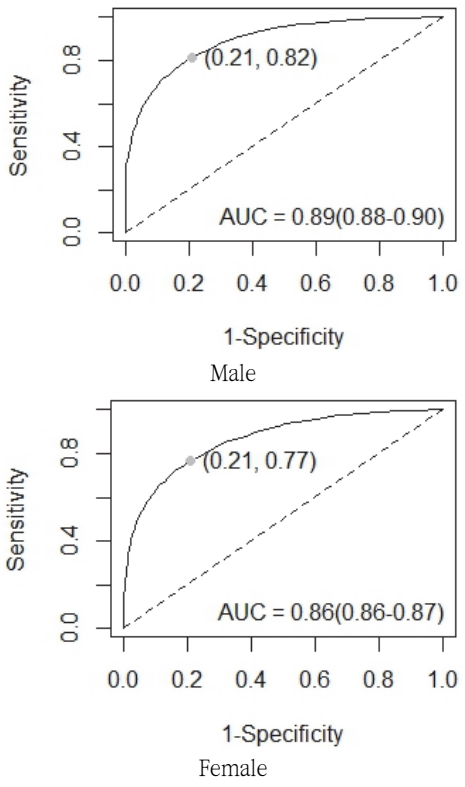

Fig. 1 The ROC curve of neck circumference for determining the subjects with BMI≥23.0 kg/m^2

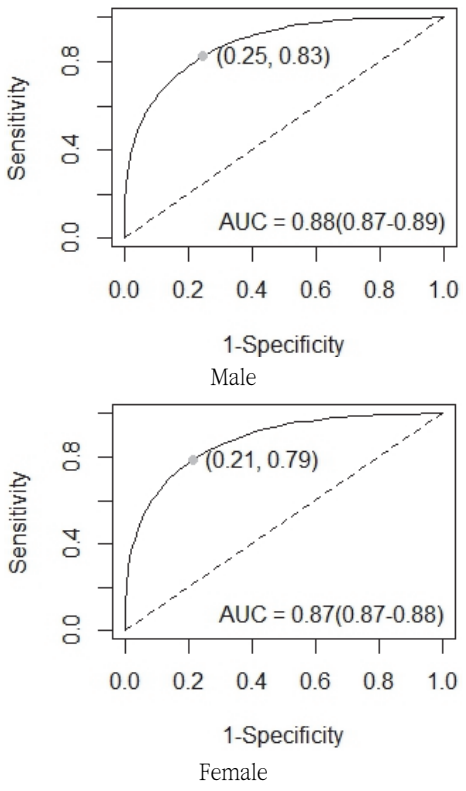

Fig. 2 The ROC curve of neck circumference for determining the subjects with BMI≥25.0 kg/m^2

Table 3. Neck circumference cutoff levels for determining the subjects with BMI≥ 23.0 kg/m^2 using ROC analysis

Variables		Male (n=6,768)	Female (n=8,812)
Area Under the Curve (AUC)		0.890	0.863
Standard Error (SE)		0.004	0.004
95% Confidence Interval	Lower	0.883	0.855
	Upper	0.898	0.870
Significance		0.000	0.000
Sensitivity		0.816	0.765
Specificity		0.790	0.790
Positive predictive value (PPV)		0.896	0.827
Negative predictive value (NPV)		0.660	0.720
Accuracy		0.808	0.776
Youden's index		37.1	32.5

Table 4. Neck circumference cutoff levels for determining the subjects with BMI≥ 25.0 kg/m^2 using ROC analysis

Variables		Male (n=6,768)	Female (n=8,812)
Area Under the Curve (AUC)		0.879	0.873
Standard Error (SE)		0.004	0.004
95% Confidence Interval	Lower	0.871	0.865
	Upper	0.887	0.880
Significance		0.000	0.000
Sensitivity		0.825	0.786
Specificity		0.754	0.786
Positive predictive value (PPV)		0.711	0.652
Negative predictive value (NPV)		0.855	0.878
Accuracy		0.784	0.786
Youden's index		37.8	33.1

보여주었다(Fig. 1). 과체중 진단의 최적 목둘레 기준점 지표인 Youden's index 값은 남성 37.1 cm (정확도 80.8 %, 민감도 81.6 %, 특이도 79.0 %, PPV 89.6 %, NPV 66.0 %), 여성 32.5 cm (정확도 77.6 %, 민감도 76.5 %, 특이도 79.0 %, PPV 82.7 %, NPV 72.0 %)가 채택되었다 (Table 3).

3.4 비만 선별을 위한 목둘레 기준점

BMI 25.0 kg/m^2 이상인 비만 진단을 위한 목둘레 기준점을 정하기 위한 ROC 분석 결과를 보면(Fig. 2) 남성의 AUC는 0.879 ($p<0.001$), 여성은 0.873 ($p<0.001$)이었다. Youden's index 값은 남성이 37.8 cm (정확도 78.4 %, 민감도 82.5 %, 특이도 75.4 %, PPV 71.1 %, NPV 85.5 %), 여성은 33.1 cm (정확도 78.6 %, 민감도 78.6 %, 특이도 78.60 %, PPV 65.2 %, NPV 87.8 %)이었다 (Table 4). 이전 연구 [12]에서 BMI 25 kg/m^2 이상에 대한 목둘레 분별점으로 남성 36.6 cm, 여자 32.3 cm이 제시된 바 있는데, 표본의 대표성 등의 원인으로 인하여 본 연구의 값과 큰 차이를 보였다.

4. 결론 및 제언

본 연구는 2019~2022년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 40세 이상의 한국 성인에서 BMI 기준에 따른 과체중과 비만 선별 목둘레 기준점을 확인하고자 한 것이다. 그 결과는 다음과 같다.

남성 ($r=0.802$, $p<0.001$)과 여성 ($r=0.762$, $p<0.001$)) 모두에서 BMI와 목둘레 간에 강한 양의 상관관계를 보였다. BMI 23.0 kg/m^2 이상 과체중의 목둘레 기준점을 구하기 위한 ROC 분석 결과에서 남성의 AUC는 0.890 ($p<0.001$)이었고, 여성은 0.863 ($p<0.001$)이었으며, 목둘레 기준점은 남성 37.1 cm, 여성 32.5 cm 이었다. BMI 25.0 kg/m^2 이상인 비만 진단을 위한 ROC 분석 결과를 보면 남성의 AUC는 0.879 ($p<0.001$), 여성은 0.873 ($p<0.001$)이었고, 목둘레 기준점은 남성 37.8 cm, 여성 33.1 cm이었다.

본 연구에서 목둘레를 변화시킬 수 있는 질병, 경제, 사회적, 활동적 요인에 대한 고려가 없었고, 체지방과 상관관계가 높다고 알려져 있지만 비만판정의 간접지표인 BMI를 예측값으로 이용하였다는 한계점이 있다. 그러나 과체중, 비만판정을 위한 선별검사에 이용될 수 있는 목둘레 기준점을 제시하였으며, 이를 임상에 활용하기 위해서는 목둘레에 영향을 주는 요인의 배제 등을 통한 추가 연구들이 뒷받침되어야 하겠다.

사 사

이 논문은 2023학년도 창신대학교 교내연구비에 의해 연구되었음(창신-2023-094).

참고문헌

[1] CS Bang, and JH Oh. Diagnosis of Obesity and Related Biomarkers. Korean J Med, 94, 414-424, (2019).
[2] Korean Statistical Information Service. Annual report on the cause of death statistics [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2022 [cited 2023 September 11]. Available from: http://kosis.kr.
[3] Camilleri M., Malhi H., and Acosta A. Gastrointestinal complications of obesity. Gastroenterology, 152, 1656-1670, (2017).

[4] Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea National Health & Nutrition Examination Survey [Internet]. Cheongju: 2022 [cited 2023 September 11]. Available from: https://knhanes.kdca.go.kr/knhanes/sub01/sub01_05.do#none

[5] Ben-Noun L., Sohar E., and Laor A. Neck Circumference as a Simple Screening Measure for Identifying Overweight and Obese Patients. Obesity Research, 9, 470-477, (2012).

[6] BD An. and JL Park. 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. Korean J Fam Pract, 12, 193-200, (2022).

[7] MJ Lee, HR Hwang, YM Kim, and KW Kim. Association between Neck Circumference and Serum Uric Acid Level in Korean Adults over 40 Years Old: Based on the 2019 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Korean J Fam Pract, 13, 8-14, (2023).

[8] KY Kim, HR Moon, and JM Yun. Neck circumference as a predictor of metabolic syndrome in Koreans: a cross-sectional study. Nutrients, 13, 3029, (2022).

[9] 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, 13, 3213-3220, (2020).

[10] 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, 1, 133-139, (2014).

[11] SJ Han, EY Joo, JH Kim, MS Kim, and SB Hong. Body Mass Index and Neck Circumference in Patients with Obstructive Sleep Apnea-Hypopnea Syndrome. J Korean Sleep Soc, 1, 37-41, (2004).

[12] JH Kang, BY Ryu, HS Suh, and KW Shim. Neck Circumference as a Simple Obesity Index. J Obesity & Metabolic Syndrome, 11, 142-149, (2002).

[13] Korean Society for the Study of Obesity. Diagnosis of obesity [Internet]. Seoul: 2023 [cited 2023 September 11]. Available from : http://general.kosso.or.kr/html/?pmode=obesityDiagnosis

[14] BD An, and JL Park. 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. Korean J Fam Pract, 12, 193-200, (2022).

(접수: 2024.06.13. 수정: 2024.07.24. 게재확정: 2024.07.30.)