



The Association between Thigh Circumference and Lipids Profile in Korean Population: The Korea Medical Institute Study

Keum Ji Jung¹, Gyu Jang Lee², Sun Ha Jee¹

¹Department of Epidemiology and Health Promotion, Institute for Health Promotion, Graduate School of Public Health, Yonsei University, Seoul, ²The Korea Medical Institute, Seoul, Korea

허벅지 둘레와 혈청 지질과의 관련성 분석: The Korea Medical Institute Study

정금지¹, 이규장², 지선하¹

¹연세대학교 보건대학원 역학건강증진학과, 국민건강증진연구소, ²한국의학연구소

Objective: We performed a study of the relationship between thigh circumference and serum lipids.

Methods: A total of 314,842 Korean men and women aged 30 to 79 enrolled in the Korea Medical Institute for medical examination between February 2010 and December 2011 were included. Multiple logistic regression analysis was performed to examine the association of thigh circumference with various lipid profiles after adjustment for age, body mass index (BMI), waist circumference, smoking, and exercise.

Results: The average age of study participants was 42.3 years (42.6 years in men and 41.9 years in women). The mean thigh circumference was 53.2 cm (54.3 cm in men and 51.5 cm in women). Thigh circumference was positively correlated with BMI and waist circumference in both men and women. Before adjusting for BMI and waist circumference, thigh circumference was also positively correlated with total cholesterol, triglyceride, high-density lipoprotein (HDL) cholesterol, non-HDL cholesterol, and triglyceride / HDL cholesterol ratio. However, after adjusting for those two variables, the positive correlations became almost disappeared and showed opposite direction indicating that BMI and waist circumference were qualitative confounding variables.

Conclusions: A small thigh circumference was associated with increasing levels of lipid profiles including triglyceride and decreasing level of HDL cholesterol. Through additional researches, establishment of causality is necessary.

Key Words: Thigh circumference, Lipids, Waist circumference, Body mass index

서론

허리둘레, 엉덩이 둘레, 체질량지수, 허벅지 둘레는 당뇨병과 심장병 발생의 독립적인 관련성이 있는 것으로 보고되어 왔다.¹⁻³ 허리둘레와 체질량지수가 클수록 혈당이나 혈청 지질 농도에 나쁜

영향을 미치는 반면에 엉덩이 둘레와 허벅지 둘레는 좋은 영향을 미친다는 보고들이 있었다.⁴ 이러한 관련성을 설명하는 것은 복부의 피하지방과 허벅지의 피하지방은 혈당이나 지질분해 활성화에 서로 상반되는 작용을 하기 때문인 것으로 이해되어 왔다. 즉, 복부와 대퇴부의 지방은 지질분해 활성화(lipolytic activity)에 서로

Received: August 16, 2012

Revised: August 24, 2012

Accepted: August 27, 2012

Corresponding Author: Sun Ha Jee, Department of Epidemiology and Health Promotion, Graduate School of Public Health, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel: +82-2-2228-1523, Fax: +82-2-365-5118, E-mail: jsunha@yuhs.ac

다르게 작용하며, 대퇴부의 지방이 non-esterified fatty acids (NEFA)에 노출과 축적이 있어서 간, 췌장, 골격근육을 보호하고, 이는 결국 체내 인슐린 저항성을 줄이고 베타세포를 보호하게 된다.^{4,5}

그동안의 연구에 의하면 일반적으로 허리둘레는 남녀 공히 복부의 총 지방량을 잘 나타내며, 허벅지 둘레는 남자는 지방과 근육량을 동시에 나타내고, 여자는 근육보다는 허벅지의 피하지방량을 주로 나타내는 것으로 보고되었다.^{4,6} 실제로 컴퓨터단층촬영 (computed tomography, CT)를 이용한 피하지방량 측정 연구에 의하면 내장지방량을 통제한 상태에서 허벅지에서 피하지방은 남자에서는 당대사에 좋은 영향을 미치고, 남녀 공히 지질 농도에 좋은 영향을 미치는 것으로 보고하였다.⁴ 그러나 CT 측정은 고가이고, 저량이지만 방사선 노출의 위험성이 있으므로 일반 인구를 대상으로 한 대규모 연구에서 사용하기 어려운 실정이다. 따라서 CT 측정에 비해 정확성은 떨어지더라도 간단한 허벅지 둘레 측정을 통해서 혈청 지질 농도의 고위험군 발굴이 가능하다면 이상지질혈증의 예방이나 관리에도 유용한 지표로 활용될 수 있을 것이다. 실제로 허리둘레를 통제한 상태에서 허벅지의 지방과 근육량이 많은 경우 인슐린, 혈당 그리고 혈청 지질 농도를 낮추는 것으로 보고되고 있었다.^{7,8} 그런데 허벅지 둘레에 대한 임상적, 보건학적 의미가 높아지고 있지만, 이에 대한 연구 결과들은 연구대상이나 인종에 따라 서로 다르게 발표되고 있는 것이 사실이다. 이는 연구 설계나 인종간의 차이로 설명될 수도 있으나 대부분의 이전 연구가 대상수가 부족하여 통계적 검증력이 부족한데서 오는 결과일 수 있다.

그동안 국내에서 허리둘레를 측정한 후 혈청 지질 농도와의 관련성에 대한 연구는 많았으나 허벅지 둘레와 혈청 지질 농도에 대한 연구는 상대적으로 적었다. 따라서 이 연구는 30만명 이상의 대규모 일반 인구를 대상으로 측정한 허벅지 둘레와 혈청 지질 농도와의 관련성을 알아보고자 하였다. 또한 이러한 관련성이 허리둘레의 수준에 따라 차이가 있는지를 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

이 연구는 2010년 2월부터 2011년 12월까지 종합건강검진센터 한국의학연구소(KMI, Korea Medical Institute)에서 시행한 건강검진을 받은 30-79세의 남녀 384,612명을 대상으로 하였

다. 이 중에서 심장병, 뇌졸중, 암의 과거력을 가진 6,738명을 제외하였다. 또한 문진을 시행하지 않은 대상자(14,927명)와 검진결과에서 결측치를 가지고 있는 대상자(48,105명)가 추가적으로 제외되었다. 따라서 최종 분석 대상은 314,842명이었다.

2. 자료 수집

허리둘레는 가장 아래 갈비뼈(the lower rib)와 장골능(iliac crest)의 중간지점을 측정하였다. 허벅지 둘레는 왼쪽 다리의 둔부 고랑의 바로 밑을 측정하였다. 몸무게와 키는 맨발과 가벼운 옷차림으로 측정하였다. 체질량지수(body mass index, BMI)는 몸무게를 키의 제곱으로 나눈 값(kg/m^2)으로 사용하였다. 간호사 혹은 혈압측정 교육을 받은 조사가원이 참여자가 앉아 있을 때 수은 혈압계를 이용하여 혈압을 측정하였다. 수축기 혈압과 이완기 혈압은 최소한 5분 이상 안정을 취하고 난 뒤 측정되었다. 또한 대상자들의 심장병, 뇌졸중, 당뇨병과 같은 과거력과 가족력을 조사하였다. 이외에도 대상자들에게 흡연, 음주, 운동 등의 생활습관을 표준화된 설문지를 통하여 조사하였다. 흡연상태는 비흡연, 과거흡연, 현재흡연으로 분류하였고, 현재흡연의 경우 흡연량과 흡연기간을 추가적으로 조사하였다. 평소 운동 습관여부를 조사하여 '예', '아니오'로 분류하였다.

3. 혈청 지질 농도의 측정

혈액은 12시간동안 금식한 이후에 말초정맥을 통해 채혈되었다. 공복혈당, 총 콜레스테롤, high-density lipoprotein (HDL) 콜레스테롤, low-density lipoprotein (LDL) 콜레스테롤, 중성지방 등은 Hitachi-7600 analyzer (Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 이 연구에서 포함한 모든 혈액 검사는 한국의학연구소 중앙 검사실에서 측정되었다. 검사자료의 내, 외부 정도관리는 대한임상검사 정도관리협회의 절차에 준거하여 유지되었다.

4. 통계분석

분석은 남녀로 나누어 실시되었다. 연구대상자의 비만지표(허벅지 둘레, 허리둘레, 체질량 지수), 혈청 지질 농도(총 콜레스테롤, 중성지방, LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, Non-HDL 콜레스테롤, 중성지방/HDL 콜레스테롤 비), 신체상태(수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복혈당)의 평균과 표준편차를 알아보기 위해 기술통계 분석을 실시하였다. 허벅지 둘레와 허리둘레, 혈청 지질 농도와의

Table 1. General characteristics of the study population

| Variables | Men (N=199,224) | Women (N=115,618) |
|--|--------------------|----------------------|
| | Mean±SD | Mean±SD |
| Age (years) | 42.6±9.0 | 41.9±9.8 |
| Body mass index (kg/m ²) | 24.5±3.0 | 22.2±3.2 |
| Waist circumference (cm) | 84.5±7.7 | 73.9±8.3 |
| Thigh circumference (cm) | 54.3±4.9 | 51.5±4.8 |
| Total cholesterol (mg/dL) | 197.8±33.9 | 188.5±33.2 |
| LDL cholesterol (mg/dL) | 116.1±30.4 | 108.3±29.2 |
| TG (mg/dL) | 159.1±111.0 | 97.0±61.2 |
| HDL cholesterol (mg/dL) | 51.2±11.4 | 60.9±13.0 |
| Non-HDL cholesterol (mg/dL) | 146.7±34.5 | 127.6±33.1 |
| TG/HDL cholesterol ratio | 3.4±3.0 | 1.8±1.5 |
| Systolic blood pressure (mmHg) | 122.0±12.3 | 112.4±13.2 |
| Diastolic blood pressure (mmHg) | 75.2±9.5 | 69.3±9.3 |
| Fasting serum glucose (mg/dL) | 96.4±20.3 | 91.1±14.9 |
| Conditions | | |
| Exercise (no) (%) | 25.4 | 44.5 |
| Current smoker (yes) (%) | 43.1 | 3.5 |
| Alcohol drinking (yes) (%) | 87.3 | 57.9 |
| Family history of diabetes (yes) (%) | 10.4 | 12.0 |
| Medication history of dyslipidemia (yes) (%) | 0.77 | 0.59 |

SD: standard deviation, LDL: low-density lipoprotein, HDL: high-density lipoprotein, TG: triglyceride

상관관계를 알아보기 위하여 피어슨 상관분석(Pearson correlation)을 시행하였다. 피어슨 상관분석은 연령, BMI, 허리둘레를 단계적으로 통제한 상태에서 각각 보았다. 허벅지 둘레의 구간은 허벅지 둘레가 가장 낮은 군을 0-2.5%(Q1)로 정하고 2.5-5%(Q2), 5-10%(Q3), 10-25%(Q4), 25-75%(Q5), 75-90%(Q6), 90-95%(Q7), 95-97.5%(Q8), 97.5-100%(Q9)로 구분하였으며, 5분위(Q5)를 기준으로 분석하였다. 허벅지 둘레와 혈청 지질 농도(총 콜레스테롤, 중성지방, LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, Non-HDL 콜레스테롤, 중성지방/HDL 콜레스테롤 비)와의 관련성을 알아보기 위해서 로지스틱 회귀분석(Logistic regression analysis)을 사용하였다. 허벅지 둘레에 관한 회귀분석은 기본모형으로 연령, 흡연여부, 신체활동여부, 당뇨병 가족력 여부를 포함하여 분석하였고, 최종모형으로 BMI, 허리둘레를 추가 보정하여 분석하였다. 통계분석 방법은 SAS (Statistical Analysis System) 9.2 version을 사용하여 분석하였고, 통계적인 유의수준은 *P*-value 값 0.05이하로 하였다.

결 과

전체 연구대상자 314,842명 중 여자가 115,618명(36.7%)으로 남자보다 적었다. 연구대상자의 평균연령은 42.3세(표준편차 9.3세)이고 남녀별 연령은 각각 42.6세, 41.9세로 비슷하였다. 그러나 BMI, 허벅지 둘레, 총콜레스테롤, 중성지방, Non-HDL 콜레스테롤, 수축기 혈압과 이완기 혈압, 공복혈당은 여자보다 남자가 높았다. 반면에 HDL 콜레스테롤은 남자보다 여자에서 높았다(Table 1). 연구대상자중 운동을 안 하는 비율은 남자(25.4%)보다 여자(44.5%)가 많았고, 현재 흡연하는 비율은 남자(43.1%)가 여자(3.5%)보다 많았다. 이상지질혈증으로 진단받거나, 지질강하제와 같은 약물을 복용한 적이 있는 비율은 남자 0.77%, 여자 0.59%로 매우 적었다.

Table 2는 허벅지 둘레와 BMI 및 허리둘레, 그리고 혈청 지질 농도를 포함한 심장병 위험요인들과의 상관관계를 보여주고 있다. 연령을 통제한 모형 1의 경우 허벅지 둘레는 BMI와 허리둘레와 강한 양의 관련성을 보였다. 또한 허벅지 둘레와 총 콜레스테롤과

Table 2. Correlation coefficients (*P* values) for thigh circumference with various variables among men and women

| | Men | | | Women | | |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Model 1 Thigh (cm) | Model 2 Thigh (cm) | Model 3 Thigh (cm) | Model 1 Thigh (cm) | Model 2 Thigh (cm) | Model 3 Thigh (cm) |
| Body mass index (kg/m ²) | 0.70 (<.001) | | | 0.69 (<.001) | | |
| Waist circumference (cm) | 0.67 (<.001) | 0.18 (<.001) | | 0.60 (<.001) | 0.08 (<.001) | |
| Total cholesterol (mg/dL) | 0.13 (<.001) | -0.01 (<.001) | -0.02 (<.001) | 0.10 (<.001) | -0.01 (0.1003) | -0.01 (0.0053) |
| LDL cholesterol (mg/dL) | 0.11 (<.001) | 0.02 (<.001) | 0.02 (<.001) | 0.12 (<.001) | -0.01 (0.101) | -0.01 (0.014) |
| Triglyceride (mg/dL) | 0.17 (<.001) | -0.06 (<.001) | -0.08 (<.001) | 0.13 (<.001) | -0.08 (<.001) | -0.10 (<.001) |
| HDL cholesterol (mg/dL) | -0.19 (<.001) | 0.01 (0.0002) | 0.02 (<.001) | -0.12 (<.001) | 0.07 (<.001) | 0.07 (<.001) |
| Non HDL cholesterol (mg/dL) | 0.19 (<.001) | -0.01 (<.001) | -0.03 (<.001) | 0.16 (<.001) | -0.03 (<.001) | -0.04 (<.001) |
| TG/HDL cholesterol ratio | 0.17 (<.001) | -0.05 (<.001) | -0.07 (<.001) | 0.13 (<.001) | -0.09 (<.001) | -0.10 (<.001) |
| Systolic blood pressure (mmHg) | 0.17 (<.001) | -0.05 (<.001) | -0.06 (<.001) | 0.18 (<.001) | -0.03 (<.001) | -0.03 (<.001) |
| Fasting serum glucose (mg/dL) | 0.07 (<.001) | -0.06 (<.001) | -0.07 (<.001) | 0.10 (<.001) | -0.06 (<.001) | -0.06 (<.001) |

Model 1: adjusted for age.

Model 2: adjusted for age, and body mass index.

Model 2: adjusted for age, body mass index, and waist circumference.

LDL: low-density lipoprotein, HDL: high-density lipoprotein

Table 3. Difference in serum lipids, according to thigh circumference, among men

| Centile of thigh circumference (cm) | Total cholesterol mg/dL | LDL cholesterol mg/dL | HDL cholesterol mg/dL | Triglyceride mg/dL | Non-HDL cholesterol mg/dL | TG/HDL ratio |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|----------------|
| 2.5 (<45) | -2.05 (.0002) | -6.12 (<.0001) | 1.14 (<.0001) | 19.07 (<.0001) | -3.19 (<.0001) | 0.47 (<.0001) |
| 5 (45- <47) | -0.65 (.1545) | -3.43 (<.0001) | 0.83 (<.0001) | 12.58 (<.0001) | -1.49 (.0011) | 0.28 (<.0001) |
| 10 (47- <48) | -0.66 (.1760) | -3.04 (<.0001) | 0.66 (<.0001) | 11.43 (<.0001) | -1.32 (.0065) | 0.24 (<.0001) |
| 25 (48- <51) | 0.21 (.3708) | -1.31 (<.0001) | 0.39 (<.0001) | 7.20 (<.0001) | -0.18 (.4511) | 0.15 (<.0001) |
| 50 (51- <57) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 75 (57- <60) | -0.98 (<.0001) | -0.02 (.9315) | 0.38 (<.0001) | -8.00 (<.0001) | -1.36 (<.0001) | -0.19 (<.0001) |
| 90 (60- <62) | -2.36 (<.0001) | -0.54 (.0657) | 0.82 (<.0001) | -15.00 (<.0001) | -3.18 (<.0001) | -0.35 (<.0001) |
| 95 (62- <64) | -3.56 (<.0001) | -1.17 (.0029) | 1.41 (<.0001) | -21.58 (<.0001) | -4.98 (<.0001) | -5.10 (<.0001) |
| 97.5 (>=65) | -5.71 (<.0001) | -1.98 (<.0001) | 2.56 (<.0001) | -35.17 (<.0001) | -8.26 (<.0001) | -0.84 (<.0001) |

The reference category was a thigh circumference of 51 to <57 cm.

All differences were adjusted for age, smoking, exercise, family history of diabetes, body mass index and waist circumference.

LDL: low-density lipoprotein, HDL: high-density lipoprotein

도 남녀 공히 양의 관련성을 보였다. 그러나 BMI를 통제한 모형 2에서 허벅지 둘레와 총 콜레스테롤은 정반대의 음의 관련성을 보였다. 이러한 관련성은 허리둘레를 통제한 모형 3에서도 크게 변화하지 않았다. 이밖에 중성지방, Non-HDL 콜레스테롤, TG/HDL 콜레스테롤 비에서도 BMI와 허리둘레를 통제한 전후에 관련성이 양에서 음으로 바뀌는 현상을 보였다. 또한 별도로 연령과의 상관성 분석에서 연령이 증가할수록 허벅지 둘레는 감소하였고($r=-0.136$, $P<0.0001$), 연령이 증가할수록 허리 둘레는 증가하였다($r=0.187$, $P<0.0001$). 성별로 보면 연령이 증가하면서

남자는 허벅지 둘레의 감소가 뚜렷하였고($r=-0.231$), 여자는 허리 둘레의 증가가 뚜렷하였다($r=0.375$) (결과표 생략).

Table 3과 4는 연령, 흡연, 운동, 당뇨병 가족력, BMI 그리고 허리둘레를 통제한 상태에서 혈청 지질 농도를 종속변수로 하고 허벅지 둘레의 구간별 회귀계수를 보여주고 있다. 즉, 5분위(Q5-25-75%)에 해당하는 허벅지 둘레를 비교군으로 정한 후 각 군에서의 회귀계수 만큼의 차이를 나타낸 것이다. Table 3은 남자에 대한 결과로서 비교군에 해당하는 허벅지 둘레 51-57 cm보다 허벅지 둘레가 크거나 작을수록 콜레스테롤 농도가 낮아짐을 알

Table 4. Difference in serum lipids, according to thigh circumference, among women

| Centile of thigh circumference (cm) | Total cholesterol mg/dL | LDL cholesterol mg/dL | HDL cholesterol mg/dL | Triglyceride mg/dL | Non-HDL cholesterol mg/dL | TG/HDL ratio |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|----------------|
| 2.5 (<43) | 2.01 (.0026) | 1.22 (.0382) | -2.02 (<.0001) | 15.96 (<.0001) | 4.04 (<.0001) | 0.42 (<.0001) |
| 5 (43-<44) | 0.60 (.4311) | 0.31 (.6444) | -1.96 (<.0001) | 11.70 (<.0001) | 2.56 (.0004) | 0.31 (<.0001) |
| 10 (44-<46) | 0.88 (.0333) | 0.49 (.1759) | -1.26 (<.0001) | 8.91 (<.0001) | 2.14 (<.0001) | 0.23 (<.0001) |
| 25 (46-<48) | 0.54 (.0853) | 0.36 (.1932) | -0.91 (<.0001) | 5.72 (<.0001) | 1.45 (<.0001) | 0.15 (<.0001) |
| 50 (48-<54) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 75 (54-<57) | -0.17 (.5396) | 0.01 (.9670) | 0.94 (<.0001) | -6.09 (<.0001) | -1.11 (<.0001) | -0.16 (<.0001) |
| 90 (57-<59) | -0.43 (.2882) | -0.24 (.4988) | 1.60 (<.0001) | -9.57 (<.0001) | -2.03 (<.0001) | -0.25 (<.0001) |
| 95 (59-<61) | 0.09 (.8604) | -0.18 (.6925) | 2.20 (<.0001) | -10.32 (<.0001) | -2.10 (<.0001) | -0.28 (<.0001) |
| ≥97.5 (≥61) | -0.58 (.2971) | -1.23 (.0125) | 3.68 (<.0001) | -16.44 (<.0001) | -4.26 (<.0001) | -0.44 (<.0001) |

The reference category was a thigh circumference of 48 to <54 cm.

All differences were adjusted for age, smoking, exercise, family history of diabetes, body mass index and waist circumference. LDL: low-density lipoprotein, HDL: high-density lipoprotein

수 있다. 즉, U자형의 모양을 보이고 있다. 이러한 양상은 HDL 콜레스테롤과 Non-HDL 콜레스테롤의 경우도 마찬가지로 U자형 모양을 보였다. 그러나 중성지방과 TG/HDL 콜레스테롤 비의 경우는 허벅지 둘레와 뚜렷한 선형적인 관계를 보였다. 즉, 허벅지 둘레가 작을수록 중성지방이 증가하였고, 허벅지 둘레가 클수록 중성지방이 낮아지고 있음을 보였다. 허벅지 둘레는 중성지방의 약 54.24 mg/dL (-35.17-19.07 mg/dL)를 설명하였다(Table 3).

Table 4는 여자에서 허벅지 둘레를 종속변수로 하고 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, HDL 및 Non-HDL 콜레스테롤 농도와의 회귀분석 결과를 보여주고 있으며, 남자의 결과와 다른 양상을 보였다. 즉, 남자에서 이들 관계가 U 자형을 보인 반면에 여자에서는 선형적인 관계를 보였다. 특징적인 것은 여자에서 허벅지 둘레와 총 콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤과의 관련성은 일부 구간을 제외하고는 통계적인 유의성이 없었다. HDL 콜레스테롤과 Non-HDL 콜레스테롤과의 관련성은 허벅지 둘레가 클수록 HDL 콜레스테롤은 증가하였고, Non-HDL 콜레스테롤은 감소하였다. 여자에서 중성지방과 TG/HDL 콜레스테롤 비의 경우는 남자와 비슷한 양상의 선형적인 관련성을 보였으며, 허벅지 둘레가 작을수록 중성지방이 증가하였고, 허벅지 둘레가 클수록 중성지방이 낮아지고 있음을 보였다. 허벅지 둘레는 중성지방의 약 32.4 mg/dL (-16.44-15.96 mg/dL)를 설명하고 있고, HDL 콜레스테롤은 약 5.7 mg/dL (-2.02-3.68 mg/dL)를 설명하였다.

Fig. 1은 남녀별로 허벅지 둘레와 허리둘레에 따른 중성지방의

수준을 보여준 것이다. 이때 각 군별 중성지방의 수준은 연령과 BMI를 통제한 상태에서 나타낸 것이다. 남녀 공히 허벅지 둘레가 클수록, 허리둘레가 작을수록 중성지방 농도가 낮아졌다. 또한 남자의 경우 허리둘레가 78 cm 미만이라 할지라도 허벅지 둘레에 따라 중성지방의 차이가 최고 148.1 mg/dL에서 최저 117 mg/dL의 넓은 범위를 보였다. 이러한 양상은 허리둘레가 78-81 cm의 경우는 허벅지 둘레에 따라 중성지방의 농도가 176.1 mg/dL부터 116.4 mg/dL까지 더 큰 차이를 보였다. 여자의 경우는 남자에서 보다 더욱 뚜렷한 양상을 보였다. 즉, 동일한 허리둘레라고 하여도 허벅지 둘레가 클수록 중성지방의 수준이 낮았다. 결론적으로 성별, 허리둘레, BMI 수준과 독립적으로 허벅지 둘레는 중성지방의 수준과 밀접하게 관련성이 있음을 보였다.

고찰

이 연구는 대규모 일반 인구를 대상으로 허벅지 둘레와 혈청 지질 농도와의 관련성에 관한 단면적인 연구를 수행한 결과 허벅지 둘레가 클수록 중성지방과의 음의 관련성을 보였고, HDL 콜레스테롤과는 양의 관련성을 보였다. 또한 동일한 허리둘레라고 하여도 허벅지 둘레의 크기에 따라 중성지방의 농도에 큰 차이를 보였다.

1. 허벅지 둘레와 혈청 지질 농도 연구들과의 비교

남녀 공히 허벅지의 지방량은 연령이 증가하면서 감소하고,

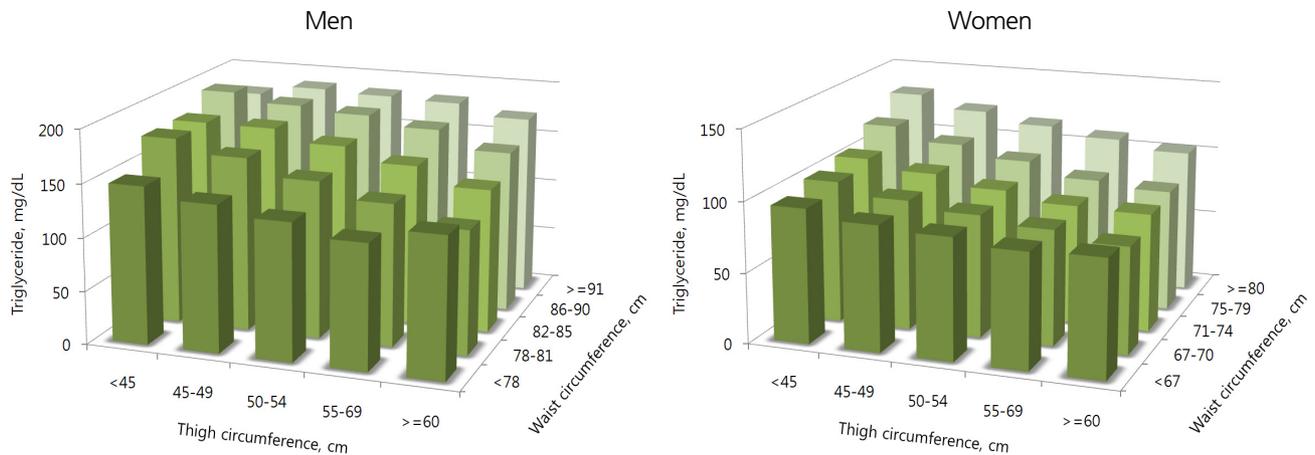


Fig. 1. Triglyceride level according thigh and waist circumference among men and women.

복부내 지방량은 연령이 증가하면서 증가하였다. 이와 같이 허벅지 지방량의 감소는 생물학적인 노화의 지표일수 있다.⁹ 이번 연구에서도 비슷한 결과를 보였다. 연령이 증가 할수록 허벅지 둘레는 감소하였고($r=-0.136, P<0.0001$), 연령이 증가할수록 허리둘레는 증가하였다($r=0.187, P<0.0001$). 특히 남자에서는 연령이 증가 할수록 허벅지 둘레가 감소하는 반면에 여성에서는 허리둘레가 증가하는 것이 특징이었다.

Terry의 연구에서⁹ 허벅지의 지방은 HDL 콜레스테롤과 관련이 있었고, 중성지방과의 음의 관련성을 보고하였다. 이후 과체중을 가진 대상으로 이뤄진 단면적 연구에서 허벅지 둘레는 남녀 공히 혈당과 중성지방과 관련이 있었고, 남자에서는 혈압, 여자에서는 인슐린과 요산(uric acid)과 관련이 있었다.¹⁰ 유럽인들을 대상으로 실시한 연구에서 BMI와 허리둘레를 통제한 후에 허리둘레/허벅지 둘레 비가 중성지방과 유의한 관련성을 보였다. 이밖에 허리둘레/허벅지 둘레 비는 HDL 콜레스테롤($r=-0.12, P<0.001$)과 LDL 콜레스테롤($r=0.12, P<0.01$)과 각각 유의한 관련성을 보였다.¹¹

허벅지 둘레의 근육량은 HDL 콜레스테롤 아형과의 관련성에 차이가 있다는 보고도 있었다. 즉, HDL2 콜레스테롤과 양의 관련성을 보였고, HDL3 콜레스테롤과의 음의 관련성을 보였다.⁹ Health ABC 연구에서 복부내 내장지방량이 중성지방과 양의 관련성을 보였고, HDL 콜레스테롤과의 음의 관련성을 보였으며, 허벅지에 피하지방(thigh subcutaneous fat)과 근육간 지방(thigh intermuscular fat)은 중성지방의 약한 관련성을 보였고, HDL 콜레스테롤과 음의 관련성을 보였다.¹² 즉 Snijder의 연구에

서¹² 내장지방과 복부 피하지방을 통제한 상태에서 허벅지 둘레의 피하지방(thigh subcutaneous fat)은 중성지방과 약한 음의 관련성($b=-0.12, P<0.05$)을 보였고, HDL 콜레스테롤과도 약한 양의 관련성($b=0.10, P<0.05$)을 보였다. 또한 미국에 거주하는 일본인을 대상으로 한 최근의 연구에서 허벅지의 피하지방은 당뇨병의 발생과의 관련성을 발견하지 못하였다.¹³ 한편 Snijder 연구에서¹² 허리둘레와 허벅지 둘레의 특성을 피하지방과 관련하여 보고한 바 있다. 즉, 허리둘레는 주로 복부의 피하지방과 관련이 깊었고, 그다음은 내장지방과 관련이 있었다. 반면에 허벅지 둘레는 남자는 허벅지 피하지방과 허벅지 근육과 관련이 있었고, 여자는 허벅지 피하지방이 주로 관련 있었다.

2. 허벅지 둘레와 인슐린 저항성

허리둘레와 허벅지 둘레는 지방과 근육의 상태를 파악하는 비만지수로서 건강상태에 미치는 영향에 서로 차이가 있는 것으로 알려져 왔다. 즉, 복부에 있는 내장지방은 인슐린저항성을 일으키고 당대사에 나쁜 영향을 주지만, 허벅지에 있는 지방은 오히려 인슐린 저항성을 개선하고, 지질대사, 특히 중성지방을 낮추고 HDL 콜레스테롤을 높이는데 작용하는 것으로 보고되었다.¹⁴ 이 연구에서 허벅지 둘레는 중성지방/HDL 콜레스테롤 비와 관련성이 매우 높았다. 일반적으로 중성지방/HDL 콜레스테롤 비는 인슐린 저항성과 관련성이 있는 지표로서 활용되어 왔다.^{14,15} 즉, 중성지방/HDL 콜레스테롤 비가 3이상이면 인슐린 저항성의 고위험군으로 분류되었다. 실제로 이번 연구에서 여러 가지 혈청 지질 농도중에서도 중성지방/HDL 콜레스테롤 비와 허벅지 둘레와의

관계가 높았다는 것은 허벅지 둘레가 인슐린저항성과도 관련성이 있다는 이전의 연구결과와 일치된 결과로서 해석할 수 있다.

3. 허벅지 둘레와 심혈관 질환

허벅지 둘레가 엉덩이 둘레보다 심장병위험요인과 관련이 더 있다는 연구보고는 오래전부터 있었다.^{9,16-18} Kahn 등은¹⁸ 217명의 허혈성심장병환자와 216명의 대조군을 이용한 연구에서 허벅지 둘레가 증가할수록 허혈성심장병 질환의 위험도를 낮춘다고 보고하였다. 연령, 인종, BMI 등을 통제하였을 때 허리둘레/허벅지 둘레비가 1.535 미만에 비해 1.710 이상이면 허혈성심장병에 걸릴 위험이 8배 이상 높았다. 이 연구는 단면적인 연구로서 이전 연구들과 직접비교할 수 없는 상황이지만, 앞으로 이 연구 자료를 전향적으로 추적하게 되면 허벅지 둘레에 따른 심혈관 질환의 발생 위험도 비교가 가능하여 질 것으로 기대한다.

4. 작용 기전

복부피하지방(abdominal subcutaneous fat)와 대퇴부의 피하지방(thigh subcutaneous fat)은 지질분해 활성(lipolytic activity)에 서로 다르게 작용하며, 내장지방은 non-esterified fatty acids (NEFA)의 상승에 기여하고, 이는 간에서 인슐린 청소율(clearance)을 감소시킴으로써 인슐린저항성을 일으키는 데 작용한다. 이에 반해 대퇴부의 지방은 non-esterified fatty acids (NEFA)를 흡수하여 결국 체내 인슐린저항성을 줄이고 베타세포를 보호하게 된다.^{19,20} 또한 복부와 대퇴부의 부위에 있어 adipokine의 분비에 차이가 날 수 있고, 이러한 차이가 당대사나 지질합성에 차이를 줄일 수 있다는 가설도 있으나 아직 연구가 필요한 부분이다.¹²

5. 연구의 장점과 제한점

이 연구의 장점은 대규모 일반인구집단을 대상으로 허벅지 둘레를 측정하여 혈청 지질 농도와 관련성을 분석하였다는 점이다. 물론 허벅지의 피하지방량을 정확하게 측정하기 위해서는 CT를 이용하여 가능하지만, 이는 고가이므로 대규모 인구집단 역학적 연구에는 적용하기 어려운 방법이다. 따라서 이번연구에서 허벅지 둘레가 혈청 지질 농도와 관련성이 있음을 보인 것은 앞으로 임상적 응용 외에도 일반 인구를 대상으로 실시하는 역학연구나 보건사업을 수행할 경우 허벅지 둘레의 측정이 혈청 지질 농도의 고 위험군을 발굴하는 보조적인 지표로 사용 가능할 것으로 기대한

다. 그러나, 이 연구는 단면적인 연구로서 허벅지 둘레와 혈청 지질 농도와의 인과관계를 주장하기에는 제한점이 있다. 따라서 앞으로 전향적인 코호트 연구를 통해 허벅지 둘레와 혈청 지질 농도의 인과성에 대한 좀 더 깊은 이해가 있어야 할 것으로 생각한다.

결론적으로 허벅지 둘레는 혈청 지질 농도, 특히 중성지방과 HDL 콜레스테롤과 관련성이 매우 높았다. 같은 허리둘레라고 하여도 허벅지 둘레에 따라 중성지방의 수준이 확연히 차이가 있음을 보였다. 이는 앞으로 비만지표들과 혈청 지질 농도와의 관련성을 이해하는 도움이 되고 추후 전향적인 연구를 수행하는데 기초자료가 될 것으로 본다.

감사의 글

이 연구는 2012년 한국의학연구소(Korea Medical Institute, KMI)의 연구비와 서울시 산학연 협력사업(10526)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Jee SH, Sull JW, Park J, Lee YL, Ohrr H, Guallar E, Samet JM. Body mass index and mortality in Korean men and women. *NEJM* 2006;355:779-787.
2. Heitmann BL, Frederiksen P. Thigh circumference and risk of heart disease and premature death: prospective cohort study. *BMJ* 2009;339:1-8.
3. Li C, Ford ES, Zhao G, Kahn HS, Mokdad AH. Waist-to-thigh ratio and diabetes among US adults: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Res Clin Pract* 2010;89:79-87.
4. Snijder MB, Visser M, Dekker JM, Goodpaster BH, Harris TB, Kritchevsky SB, De Rekeneire N, Kanaya AM, Newman AB, Tykavsky FA, Seidell JC, for the Health ABC Study. Low subcutaneous thigh fat is a risk factor for unfavourable glucose and lipid levels, independently of high abdominal fat. *The Health ABC Study. Diabetologia* 2005;48:301-308.
5. Rebuffe-Scrive M, Lonroth P, Marin P, Wesslau C, Bjorntorp P, Smith U. Regional adipose tissue metabolism in men and postmenopausal women. *Int J Obes* 1987;11:347-355.

6. Mateo-Gallego R, Bea AM, Jarauta E, Perez-Ruiz MR, Civeira F. Age and sex influence the relationship between waist circumference and abdominal fat distribution measured by bioelectrical impedance. *Nutr Res* 2012; 32:466-469.
7. Snijder MB, Dekker JM, Visser M, Dekker JM, Seidell JC, Shaw JE. Trunk fat and leg fat have independent and opposite associations with fasting and postload glucose levels: the Hoorn study. *Diabetes Care* 2004;27:372-377.
8. Van Pelt RE, Evans EM, Schechtman KB, Ehsani AA, Kohrt WM. Contributions of total and regional fat mass to risk for cardiovascular disease in older women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;282:E1023-E1028.
9. Terry RB, Stefanick ML, Haskell WL, Wood PD. Contributions of regional adipose tissue depots to plasma lipoprotein concentrations in overweight men and women: Possible protective effects of thigh fat. *Metabolism* 1991;40:733-740.
10. Sjostrom CD, Hakangard AC, Lissner L, Sjostrom L. Body compartment and subcutaneous adipose tissue distribution. Risk factor patterns in obese subjects. *Obes Res* 1995;3:9-22.
11. Seidell JC, Cigolini M, Deslypere JP, Charzewska J, Ellsinger BM, Cruz A. Body fat distribution in relation to serum lipids and blood pressure in 18-year-old European men: the European fat distribution study. *Atherosclerosis* 1991;86:251-260.
12. Snijder MB, Visser M, Dekker JM, Goodpaster BH, Harris TB, Kritchevsky SB, De Rekeneire N, Kanaya AM, Newman AB, Tylavsky FA, Seidell JC, for the Health ABC Study. Low subcutaneous thigh fat is a risk factor for unfavourable glucose and lipid levels, independently of high abdominal fat. The Health ABC Study. *Diabetologia* 2005;48:301-308.
13. Hoyer D, Boyko EJ, McNeely MJ, Leonetti DL, Kahn SE, Fujimoto WY. Subcutaneous thigh fat area is unrelated to risk of type 2 diabetes in a prospective study of Japanese Americans. *Diabetologia* 2011;54:2795-2800.
14. Kim JS, Kang HT, Shim JY, Lee HR. The association between the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio with insulin resistance (HOMA-IR) in the general Korean population: Based on the National Health and Nutrition Examination Survey in 2007-2009. *Diabetes Res Clin Pract* 2012;97:132-138.
15. Reaven GM. The insulin resistance syndrome. *Curr Atheroscler Rep* 2003;5:364-371.
16. Seidell JC, Cigolini M, Charzewska J, Ellsinger BM, Di Biase G. Fat distribution in European women. A comparison of anthropometric measurements in relation to cardiovascular risk factors. *Int J Epidemiol* 1990;19:303-308.
17. Heitmann BL. The variation in blood lipid levels described by various overall and abdominal obesity in Danish men and women aged 35-65 years. *Eur J Clin Nutr* 1992;46: 597-605.
18. Kahn HS, Austin H, Williamson DF, Arensberg D. Simple anthropometric indices associated with ischemic heart disease. *J Clin Epidemiol* 1996;49:9:1017-1024.
19. Bjorntorp P. "Portal" adipose tissue as a generator of risk factors for cardiovascular disease and diabetes. *Arteriosclerosis* 1990;10:493-496.
20. Frayn KN. Adipose tissue as a buffer for daily lipid flux. *Diabetologia* 2002;45:1201-1210.