

신체의 지방분포양상과 고혈압

계명대학교 의과대학 예방의학교실

이 충 원 · 윤 능 기

= Abstract =

Body fat distribution and hypertension

Choong Won Lee, Nung Ki Yoon

*Department of Preventive Medicine,
Keimyung University*

This study examined the cross-sectional association of central body fat distribution with hypertension as well as the superiority of medial calf skinfold measured as peripheral fat distribution over the conventional triceps skinfold using 450 Korean Navy divers selected by authors' convenience in 1990. Their mean age was 27.9 and range of it was 19-51. The centrally located body fat was approximated by subscapular skinfold and peripherally located fat by triceps and medial calf skinfolds. Four indices were constructed from these skinfold measures to reflect central versus peripheral fat distribution pattern: 2 ratios and 2 differences. After controlling age and overall obesity (body mass index), prevalence odds ratios of the 2/4, 3/4, 4/4 quartiles of subscapular skinfold comparing with lowest 1/4 quartile were 2.05 (95% confidence interval, CI 1.18-3.59), 2.02 (95% CI 1.06-3.86), 4.00 (95% CI 1.99-8.06) respectively. The difference of subscapular and medial calf skinfolds was associated with hypertension (odds ratio 2.45, 95% CI 1.28-4.68 comparing highest with lowest quartiles). Triceps and medial calf skinfolds alone did not show any odds ratio not including unity. The adjusted odds ratios were generally reduced in small magnitude compared with crude odds ratios not adjusted for age and overall obesity. The medial calf skinfold appeared to be more representative of peripheral body fat distribution than triceps skinfold. These findings suggest that central fat distribution rather than peripheral distribution is associated with hypertension independent of age and overall level of obesity and medial calf skinfold may replace conventional triceps skinfold in predicting peripheral distribution of body fat.

Key Words: *Body fat distribution, Hypertension, Subscapular and medial calf skinfolds.*

I. 서 론

신체의 지방분포양상을 2가지로 나누어 중심성 (central)

과 말초성 (peripheral)으로 구분했을 때 중심성의 지방 분포가 말초성에 비해 심혈관 질환 (Vague, 1956; Damon 등, 1969; Larsson 등, 1984; Donahue 등, 1987; Kannel 등, 1991) 과 심혈관 질환의 위험인자 (Folsom 등, 1989

; Seidell 등, 1990), NID 당뇨병 (non-insulin-dependent diabetes mellitus) (Feldman 등, 1969; Butler 등, 1982; Hartz 등, 1983; Ohlson 등, 1985; Haffner 등, 1986b; Kaye 등, 1991), 혈청 지질과 당 (Albrink와 Meigs, 1964; Kiesselbah 등, 1982; Krotkiewski 등, 1983; Despres 등, 1985; Haffner 등, 1986a; Sparrow 등, 1986; Reichley 등, 1987) 그리고 고혈압 (Vague, 1956; Kannel 등, 1967; Kalkhoff 등, 1983; Blair 등, 1984; Larsson 등, 1984; Selby 등, 1989; Seidell 등, 1990)과 연관이 더 많다고 보고가 되고 있다. 혈압과의 관계에 있어 횡단면적인 연구로서는 Blair 등 (1984)이 중년의 미국인에 있어 중심성 지방을 대표하는 견갑하 피부두께 (subscapular skinfold)가 말초성 지방분포를 나타내는 삼두근 피부두께 (triceps skinfold) 보다 인종과 성별에 관계없이 수축기와 이완기 혈압 모두에서 더 관계가 있었다고 보고한 바 있다. 허리와 둔부의 비 (waist / hip circumference ratio, WHR)로 측정된 중심성 체지방이 혈압과 관계가 있다는 보고가 있으며 (Kalkhoff 등, 1983; Larsson 등, 1984), Selby 등 (1989)은 견갑하 피부두께가 고혈압 발생률과 관계가 있으며 삼두근 피부두께는 연관이 없다고 보고한 바 있다. 그러나 고혈압과의 관계에 있어 전체적인 비만도 (overall obesity)를 통제한 연구는 아직 드물며 (Selby 등, 1989), 특히 삼두근 피부두께보다 말초성 지방 분포를 더 잘 나타내준다고 하는 비근 내측의 피부두께 (medial calf skinfold, MCS) (Mueller 와 Stallones, 1981)를 이용한 연구는 없다. 우리나라에서는 신체의 지방분포와 고혈압과의 관계를 본 연구는 미미하고, 8 명의 건강한 성인 남자를 대상으로 비만과 체지방 분포가 인슐린 대사율 및 인슐린 감수성에 미치는 영향을 조사한 보고 (박경수 등, 1990) 밖에 없다.

본 연구의 목적은 전체적인 비만의 정도인 비체중 (body mass index, BMI) 과 연령을 통제한 후 중심성 체지방 분포의 양상과 고혈압과의 관계를 보고자 하는 것이다. 부가적으로 비근 내측 피부두께가 삼두근에 대신하는 또는 더 우수한 말초성 지방분포 양상의 지표가 될 수 있는지를 보는 것이다. 중심성 지방 분포는 견갑하 피부두께로 말초성 지방분포는 기존의 연구에서의 삼두근의 피부두께와 새로운 비근 내측의 피부두께로 측정을 하고, 또 이들 2 가지 피부두께에서 유도된 중심성 지방분포를 나타내주는 비 (ratio)와 차이의 지수와 고혈압과의 관계를 보았으며 삼두근 피부두께와 비근 내측 피부두께

중 어느 것이 고혈압과 관계가 더 높은지를 조사해 보았다.

II. 대상 및 방법

대상자는 1990년 해군 수중근무자 정기 특수신체검사자 중 연구자의 편의에 의해 추출된 482 명이었다. 이들 중 피부두께 측정이 빠진자, 기왕의 고혈압력을 가진자들을 제외해서 실제 분석에 이용된자는 450 명이었다. 신장은 처음 신검시에 측정했던 측정치를 그대로 사용했으며 체중은 신발과 옷도리를 벗은 상태에서 측정했다. 연령은 90에서 출생년을 뺀 것으로 했다. 혈압은 자동혈압계 (DS-145, Japan)를 이용해서 5분간 휴식후에 앉은 자세에서 좌상박에서 1회 측정했으며 비정상적인 혈압을 보이는 대상자들은 모든 다른 검사가 끝난 후에 재측정해서 그 수치를 대상자의 혈압치로 삼았다. 피부두께는 Langes Skinfold Caliper (HH4-8, U.S.A.)를 이용해서 표준화를 위해 사전에 교육을 받은 4명의 수병이 2mm까지 측정했다. 이들에게 연구 목적과 측정 대상자의 혈압 정도에 대해 은폐 (masking) 시켰다 (Meinert, 1986). 본 연구에서 주로 이용된 측정 부위로는 중심성 지방분포를 대표하는 견갑골하 피부두께 (subscapular skinfold, SSS)와 말초성 지방분포를 나타내는 삼두근 피부두께 (triceps skinfold, TCS)와 비근 내측 피부두께 (medial calf skinfold, MCS)였는데, 전자는 오른쪽 팔을 늘어뜨린 상태에서 견갑골 하각 (inferior angle)의 지방층을 측정했으며 삼두근은 역시 오른 팔을 늘어뜨린 상태에서 견갑골의 견봉돌기 (acromial process)와 주두 (olecranon process)사이의 중간 후방 부위의 피하지방층을 측정했다 (Lindner 와 Lindner, 1973). 비근 내측은 오른쪽 무릎을 자연스럽게 구부리고 체중을 신지않은 상태에서 슬개골 (patella) 하단과 경골의 내측과 (medial malleolus)사이의 중간부위의 지방층을 측정했다. 이들 3가지 피부두께 측정치를 기초로 지방의 신체분포를 반영해주는 지수를 유도했는데 비 (ratio)로서 SSS / TCS, SSS / MCS와 차이 (difference)로서 (SSS-TCS), (SSS-MCS)이다 (Haffner 등, 1986a; Mueller 와 Stallones, 1981). 비체중은 Quetelet index (체중 / 신장²)를 이용했으며 고혈압의 기준은 수축기 혈압이 140 mmHg 이상이거나 확장기 혈압이 90 mmHg 이상일 경우로 했다.

통계적인 방법은 먼저 정상적인 혈압자와 고혈압자간의 연구변수의 평균을 t-test 로 비교했으며 변수들간의 상관관계는 상관계수 (correlational coefficients) 로 보았다. 비체중과 각각의 피부두께와 종속변수인 고혈압과의 양-반응 관계를 보기위해 이들을 4 분위수 (quartile) 에 되도록이면 가깝게 나누어 첫 1/4 분위수를 기준 (reference)으로 하고서 나머지 3가지 수준 (level)을 기준에 각각 MULTLR 지수회귀분석 통계프로그램 (Camos-Filho 와 Franco, 1989)으로 유병 비차비 (prevalence odds ratio)를 계산해서 비교했다. 다음으로 연령과 비체중의 영향을 제거한 피부두께와 고혈압과의 관계를 보기 위해 위의 모델에 추가로 연령과 비체중을 넣은 후 비차비의 증감을 보았다. 또 비체중과 피부두께를 연속변수로 해서 고혈압과의 관계를 보았다.

III. 결 과

대상의 연령은 평균이 27.90, 표준편차가 6.99 였으며 최저가 19세, 최대가 51세였다. 평균혈압과 표준편차는 수축기가 128.2 ± 11.7 mmHg, 확장기가 78.2 ± 10.0 mmHg 를 나타내었으며 건강한 군인 집단이어서 비체중과 피부두께들 그리고 이들을 기초로 한 지수들의 범위가 좁았다. 대부분의 피부두께의 분포가 양의 편도 (skewness)를 보였다 (표 1).

본 연구의 기준에 의한 고혈압자는 124 명으로 27.6% 였다. 정상혈압자와 고혈압자와의 각 연구 변수들의 평균을 비교해 볼 때 통계적으로 유의한 차이를 보인 변수들은 견갑골하 피부두께, 견갑골하 피부두께와 삼두근의 차이, 견갑골하 피부두께와 비근 내측의 피부두께의 차이로 모두 다 고혈압자에서 더 높았다. 연령, 비체중, 견갑골하 피부두께와 비근 내측의 피부두께로 이루어진 비 등은 경계선 유의성을 나타내었으며 고혈압자에게 더 높은 경향이였다. 삼두근과 비근 내측 피부두께 그리고 그 외의 유도된 변수들은 통계적인 유의성은 보이지 않았으나 이들 역시 고혈압자에서 더 높은 경향을 나타내었다 (표 2).

연구 변수들간의 상관관계를 보면 대상자의 연령이 많음에 따라 신장은 작았으며 비체중, 견갑골하 피부두께 그리고 지방의 중심성 체분포를 나타내주는 지수들은 증가함을 알 수 있다. 반면에 체중, 지방의 말초성 분포를 나타내주는 삼두근과 내측 비근의 피부두께와는 관계가 없었다. 그래서 연령에 따른 비체중의 증가는 체중보다는 신장에 기인함을 알 수 있다. 또 나이가 많은 대상자일수록 중심성 체지방 분포를 나타내주는 견갑골하 피부두께가 큼을 알 수 있다. 연령이 중심성 체지방 분포에 중요한 변수로서 고혈압과의 분석과정에서 통제를 해주어야 하는 변수임을 보여주는 사실이다. 신장은 체중과 연관이 있었을뿐 다른 변수들과는 연관이 없었다. 체중은 비체중, 견갑골하 피부두께, 삼두근과 내측 비근

Table 1. Descriptive statistics of the study variables

Variable	Mean	Standard deviation	Min	Max
Systolic BP ^a	128.24	11.73	100	173
Diastolic BP	78.21	10.01	54	105
Age (year)	27.90	6.99	19	51
Body mass index ^b	23.07	1.57	19.84	29.02
Triceps SF ^c	6.69	2.61	3	17
Subscapular SF	10.72	3.07	4	26
Medial calf SF	6.47	1.97	2	16
Subscapular / triceps ratio	1.78	0.70	0.40	5.67
Subscapular - triceps difference	4.03	3.22	- 6.00	18.00
Subscapular / medial calf ratio	1.78	0.68	0.50	6.67
Subscapular - medial calf difference	4.25	3.19	- 6.00	20.00

^a Blood pressure

^b Quetelet index

^c Skinfold (mm)

Table 2. Comparison of predictor variables between normotensive and hypertensive

Variable	Normotensive (N=326)		Hypertensive (N=124) ^a		T stat	P-value
	Mean	SD ^b	Mean	SD		
Age (year)	27.54	6.83	28.85	7.32	1.77	0.08
Body mass index (Quetelet index)	22.99	1.58	23.27	1.53	1.70	0.09
Subscapular skinfold ^c	10.35	2.77	11.69	3.57	3.78	0.00
Triceps skinfold	6.57	2.55	7.00	2.75	1.55	0.12
Medial calf skinfold	6.40	2.01	6.65	1.87	1.24	0.22
Subscapular / triceps ratio	1.75	0.64	1.88	0.84	1.64	0.10
Subscapular - triceps difference	3.78	3.02	4.69	3.64	2.50	0.01
Subscapular / medial calf ratio	1.74	0.66	1.88	0.74	1.92	0.06
Subscapular - medial calf difference	3.95	2.93	5.04	3.69	2.95	0.00

^a Hypertension criteria : Systolic blood pressure \geq 140 or diastolic blood pressure \geq 90.

^b Standard deviation

^c Skinfolds are measured mm

의 피부두께와 연관이 있었으나 그 외의 변수와는 연관이 없었다. 비체중은 견갑골하 피부두께, 삼두근과 내측 비근의 피부두께와 연관이 있었으며 그 크기는 삼두근 피부두께가 가장 작았다. 피부두께간의 차이와는 연관이 있었으나 비와는 연관이 없었다. 견갑골하 피부두께는 다른 피부두께와 그리고 이들에서 유도된 지수들과 상당히 높은 정의 상관 정도를 보였다. 그러나 삼두근의 피부두께는 중심성 체지방의 정도를 나타내주는 지수들 특히 견갑골하와 삼두근 피부두께의 비와 차이와 0.67, 0.46 으로 상당히 높은 역상관관계를 나타내었다. 비근 내측의 피부두께는 견갑골하 피부두께와 함께 유도된 비와 차이의 지수들과 높은 역상관관계를 나타내었으나 삼두근 피부두께와 함께 유도된 지수들과는 연관이 없었다. 또 이들 중심성 체지방분포를 나타내주는 지수들 사이에는 상당히 높은 정의 상관관계를 나타내었다 ($r = 0.35 - 0.88$). 그래서 이들 중심성 체지방분포를 나타내주는 지수들이 상당히 판별력이 있는 지수임을 알 수 있다 (표 3).

다중지수분석으로⁶ 연령을 통제하고서 고혈압의 독립변수가 되는 각 연구 변수들을 4 분위수로 나눈 후 기준인 첫 1/4 분위수에 나머지 각 3 수준을 기준에 비교를 한 유병 비차비를 보면 견갑골하 피부두께에서 2/4, 3/4, 4/4 분위수가 각각 2.05 (95% 신뢰구간 1.18 - 3.56), 2.02 (1.07 - 3.79), 3.98 (2.07 - 7.65) 으로서 기준에 비해 2 - 4 배의 비차비를 나타냄을 알 수 있다.

이는 연령을 통제했을 때 기준에 비해 중심성 지방분포를 나타내는 견갑골하 피부두께가 2/4 와 3/4 분위수로 증가하면 2 배 정도로 고혈압의 유병율이 증가함을, 4/4 분위수로 증가하면 4 배 정도로 고혈압의 유병율이 증가함을 나타낸다. 견갑골하 피부두께와 비골 내측의 피부두께와의 차이에서는 분위수에 따라 1.18 (0.71 - 1.98), 1.36 (0.74 - 2.50), 2.55 (1.34 - 4.85) 로 비차비가 증가했으나 4/4 분위수에서만 95 % 신뢰구간이 1 을 포함하고 있지 않았다. 즉, 연령을 통제했을 때 이 지수가 4/4 분위수로 증가하면 기준인 첫 1/4 분위수에 비해 2.6 배 정도로 고혈압의 유병율이 증가함을 나타낸다. 그 외에 통계적인 유의성은 보이지 않았으나 분위수가 증가함에 따라 어느 정도 일정하게 비차비가 증가하는 경향을 보인 변수는 비체중, 견갑골하 피부두께와 삼두근 피부두께의 비, 견갑골하 피부두께와 삼두근 피부두께의 차이 였으나 이들 둘다 2/4 분위수가 1 이하의 비차비를 가졌다. 이들을 포함한 그 외 모든 변수들의 비차비가 2 를 넘지 못했다. 연령을 통제한 후 각 독립변수를 4 분위수로 나누지 않고 원래의 연속적인 변수로 다중지수회귀분석을 실시해 보았다. 이 때 견갑골하 피부두께가 0.131 ($P = 0.00$), 견갑골하 피부두께와 비골 내측 피부두께의 차이가 0.098 ($P = 0.00$) 로서 통계적으로 유의한 정의 추정된 지수계수 (estimated logistic coefficient) 를 보여서 4 분위수로 나누었을 때와 마찬가지로 고혈압에 유의한 독립변수가 되었다. 그

Table 3. Correlation coefficient^a matrix among study variables

	AGE	HT	WT	BMI	SUBS	TRIC	MCALF	S/T R	S-T D	S/C R	S-C D
Age (year)		-.20	-.00	.20	.20	-.05	-.04	.15	.23	.18	.22
Height (cm)			.57	.01	-.09	-.08	.04	.02	-.02	-.11	-.11
Weight (kg)				.83	.27	.19	.30	.01	.11	-.05	.08
Body mass index (Quetelet)					.39	.29	.34	.00	.14	.01	.17
Subscapular SK ^b						.36	.26	.33	.66	.54	.80
Triceps SK							.26	-.67	-.46	.04	.19
Medial calf SK								-.08	.04	-.59	-.37
Subscapular / triceps ratio									.86	.35	.37
Subscapular - triceps difference										.47	.61
Subscapular / medial calf ratio											.88

^a All correlation coefficients more than 0.11 are statistically significant ($P < 0.05$).

^b Skinfold (mm)

러나 견갑골하 피부두께와 삼두근의 차이는 0.080 ($P = 0.02$) 의 지수계수를 보여서 4 분위수로 나누었을 때와는 달리 유의한 변수로 지정이 되었다 (표 4).

전체적인 비만의 정도를 통제를 하고 이와는 독립적인 비만의 체분포 양상과 고혈압과의 관계를 보기위해 표 4 의 다중회귀분석의 모델에 비체중을 포함을 시켜서 연령과 전체적인 비만 (overall obesity) 의 정도를 통제한 각 독립변수와 고혈압과의 관계를 보았다. 유의한 변수로 지정된 변수는 견갑골하 피부두께로서 2/4, 3/4, 4/4 분위수의 비차비와 95 % 신뢰구간이 각각 2.05 (1.18 - 3.59), 2.02 (1.06 - 3.86), 4.00 (1.99 - 8.06) 으로서 연령만을 통제했을 때와 비교해보아 거의 차이가 나지 않음을 알 수 있다. 견갑골하 피부두께와 비골 내측 피부두께와의 차이 역시 4/4 분위수에서 유의한 변수로 지정이 되었으며 2.45 (1.28 - 4.68) 의 비차비를 보였는데 이는 연령만을 통제했을 때에 비해 비차비가 0.10 감소되었다. 체지방 분포를 나타내는 독립변수를 연속적인 변수로 모델에 포함시켰을 때 역시 연령만을 통제했을 때와 마찬가지로 견갑골하 피부두께가 0.131 ($P = 0.00$), 견갑골하 피부두께와 삼두근의 차이가 0.075 ($P = 0.03$), 견갑골하 피부두께와 비골 내측 피부두께의 차이가 0.092 ($P = 0.01$) 의 유의한 양의 추정 지수계수를 보였다. 전체적으로 비차비와 지수계수는 연령만을 통제했을 때와 비교해보아 같거나 약간 감소했음을 알 수 있었다 (표 5). 이들 관계를 그림으로 표시하면 이해하기가 쉽다 (그림 1).

IV. 고 찰

전체적인 비만도를 나타내주는 비체중과 연령을 통제 한 후 중심성 신체 지방분포를 나타내주는 견갑골하 피부두께, 견갑골하 피부두께와 비골 내측 피부두께와의 차이를 4 분위수로 나누거나 또는 연속적인 변수로 보거나 그 값이 증가함에 따라 일관성 있게 고혈압의 유병율이 상승했다. 그 외의 피부두께 특히, 지방의 말초성 분포를 나타내주는 삼두근 피부두께와 비근 내측의 피부두께와는 관계가 없었다 (그림 1). 비근 내측의 피부두께가 삼두근 피부두께보다 더 우수한 말초성 지방분포를 대표해주는 피부두께임을 시사해 주는 결과를 얻었다.

평균 연령이 28.3 세인 미해군 잠수사들을 대상으로한 연구 (Dembert 등, 1983) 에서 견갑골하 피부두께는 20.1 ± 11.4 (범위 6.0 - 46.0), 삼두근의 피부두께의 평균과 표준편차가 17.9 ± 7.5 (범위 3.0 - 35.0) 였고, 평균연령이 44.8 세인 미국 민간인 5506 명을 대상으로 한 연구 (Blair 등, 1984) 에서는 견갑골하 피부두께가 백인 남자가 17.1 ± 7.2 , 흑인 남자가 18.5 ± 9.0 를 나타내었으며 삼두근 피부두께는 백인 남자가 12.8 ± 5.4 , 흑인 남자가 11.9 ± 6.1 의 값을 보였다. 본 연구의 대상자들은 같은 해군 잠수사인 미해군 뿐만아니라 미국 민간인들에 비해 낮은 평균과 좁은 범위를 보인다고 할 수 있다. 5209 명의 Framingham Study 대상자들을 볼

Table 4. Prevalence odds ratios for hypertension, controlling for age

	Quartile of independent variable				β^a	P value
	I	II	III	IV		
Body mass index (Quetelet index)						
OR ^b	1	1.16	1.27	1.59	0.097	0.14
95% CI ^c		0.63 - 2.11	0.70 - 2.31	0.88 - 2.88		
Subscapular skinfold						
OR	1	2.05	2.02	3.98	0.131	0.00
95% CI		1.18 - 3.56	1.07 - 3.79	2.07 - 7.65		
Triceps skinfold						
OR	1	1.44	1.09	1.74	0.065	0.10
95% CI		0.86 - 2.40	0.58 - 2.02	0.94 - 3.24		
Medial calf skinfold						
OR	1	1.46	1.32	1.80	0.069	0.19
95% CI		0.86 - 2.41	0.67 - 2.62	0.90 - 3.59		
Subscapular / triceps ratio						
OR	1	0.88	1.02	1.03	0.239	0.11
95% CI		0.48 - 1.59	0.56 - 1.83	0.57 - 1.85		
Subscapular - triceps difference						
OR	1	0.72	1.05	1.74	0.080	0.02
95% CI		0.40 - 1.31	0.59 - 1.86	0.97 - 3.10		
Subscapular / medial calf ratio						
OR	1	1.09	1.06	1.68	0.241	0.11
95% CI		0.61 - 1.95	0.61 - 1.84	0.86 - 3.28		
Subscapular - medial calf difference						
OR	1	1.18	1.36	2.55	0.098	0.00
95% CI		0.71 - 1.98	0.74 - 2.50	1.34 - 4.85		

^a Linear regression coefficient for each predictor variable entered as a continuous variable in a model that also contained age.

^b Odds ratio

^c 95% Confidence interval

때 비체중 (BMI) 과 여러 중심성비만을 나타내는 지수들과 상당히 높게 연관되어 있고 ($r = 0.83 - 0.85$), 견갑골하 피부두께와 삼두근 피부두께의 비 (SSS-TSS)가 가장 낮은 상관계수치인 0.20 - 0.30 을 보였다고 했다 (Kannel 등, 1991). 본 연구에서는 0.0 - 0.39 사이의 상관계수를 보여서 위의 연구에서보다는 상관관계가 낮았으며, 특히 비로 이루어진 2가지 지수와는 상관계수 값이 0.0 - 0.01 로서 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서의 삼두근과 견갑골하 피하지방 두께 사이의 상관계수는 0.36 이었으나 윤치순과 정규철

(1979)이 서울 거주 남녀 대학생과 산업근로자 2901 명을 대상으로 한 조사에서는 0.016 의 상관계수를 보여서 관계가 없었다. 이러한 결과의 차이는 인종적인 차이와 집단간의 특성의 차이에 기인한 것으로 볼 수 있다. 특히 본 연구집단이 체중조절이 잘되고 있는 군인집단이기 때문일 것이다. 비체중은 범위가 좁아서 고혈압과 연관이 없었다. 피부두께의 분포는 보통 낮은 쪽으로 몰려있는 양의 편도를 보이는데 (Blair 등, 1984) 본 연구에서도 역시 모든 피부두께의 분포가 양의 편도를 보였다. 그러나 통계적인 처리를 위해 로그 변환을 취할 정도는

Table 5. Prevalence odds ratios for hypertension, controlling for age and body mass index

	Quartile of independent variable				β^a	P value
	I	II	III	IV		
Subscapular skinfold						
OR	1	2.05	2.02	4.00	0.131	0.00
95% CI		1.18 - 3.59	1.06 - 3.86	1.99 - 8.06		
Triceps skinfold						
OR	1	1.39	1.04	1.59	0.052	0.22
95% CI		0.83 - 2.33	0.55 - 1.95	0.84 - 3.03		
Medial calf skinfold						
OR	1	1.40	1.24	1.61	0.047	0.41
95% CI		0.84 - 2.32	0.62 - 2.49	0.78 - 3.34		
Subscapular / triceps ratio						
OR	1	0.87	1.04	1.03	0.245	0.10
95% CI		0.48 - 1.58	0.57 - 1.87	0.57 - 1.87		
Subscapular - triceps difference						
OR	1	0.73	1.05	1.66	0.075	0.03
95% CI		0.40 - 1.33	0.59 - 1.86	0.92 - 3.00		
Subscapular / medial calf ratio						
OR	1	1.07	1.05	1.72	0.246	0.11
95% CI		0.60 - 1.92	0.60 - 1.82	0.88 - 3.38		
Subscapular - medial calf difference						
OR	1	1.18	1.30	2.45	0.092	0.01
95% CI		0.70 - 1.98	0.70 - 2.41	1.28 - 4.68		

^a Linear regression coefficient for each predictor variable entered as a continuous variable in a model that also contained age and body mass index.

^b Odds ratio

^c 95% Confidence interval

아니었다.

신체의 지방분포를 측정하는 방법은 많다. 가장 흔히 사용되는 방법은 허리 / 둔부 둘레의 비 (waist-to-hip circumference ratio, WHR) 와 삼두근과 견갑골하 피부 두께가 있다 (Willet, 1990). 그 외에 둔부 / 신장 비 (Kannel 등, 1991), 견갑골하 피하지방 두께와 삼두근 피하지방 두께와의 비와 차이 (Selby 등, 1989) 등이 있다. 대상자 중요한 복부내 피하지방축적에 대한 WHR의 측정 타당도를 전산화단층조영술로 측정한 것과 비교한 것을 보면 Seidell 등 (1987) 은 남녀 모두에서 상당한 연관성을 나타내었으나 연령과 비체중을 통제한 후에는 연관성이 사라졌다고 했다. 대부분의 역학 연구에서는 연령과 전체적인 비만의 정도와는 독립적인 중심성 지방분포와

질병과의 관계를 연구하고자 하는 것이므로 이 비를 사 용함에 따르는 오차는 상당한 것으로 보고했다. 반면에 Ashwell 등 (1985)은 여자를 대상으로 했을 때 연령과 비체중을 통제한 후에도 그 연관의 크기가 감소했을뿐 여전히 통계적으로 유의했다는 상반된 보고를 했다. 이는 WHR에 대한 연구가 더 필요하다는 것을 시사해주는 것이며 또 다른 의미로는 허리와 둔부 이외의 다른 부위의 둘레 (Seidell 등, 1990) 또는 이들로 조합된 비 등이 더 우수한 지표가 될 수 있음을 시사해준다. 삼두근과 견갑골하 피부두께는 과거부터 해오던 관행과 측정 하기 편리하다는 점 때문에 많이 이용되어 왔으나 다른 부위에서 측정된 피부가 신체의 지방분포를 더 잘 대표 해줄 수 있다 (Mueller 와 Stallones, 1981 ; Roche, 1984).

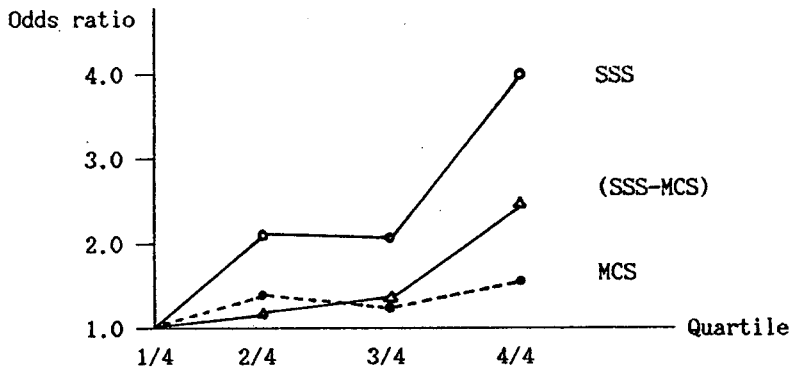


Figure 1. Prevalence odds ratios by quartiles of subscapular skinfold (SSS) and (subscapular - medial calf) skinfold difference (SSS-MCS) after controlling for overall obesity and age.

본 연구에서는 견갑골하 피부두께가 다른 중심성 지방분포를 나타내주는 지표로 유도된 지수들에 비교해볼 때 고혈압과 가장 잘 연관성 있게 연관이 있는 지표가 됨을 알 수 있었다. 견갑골하 피부두께와 삼두근과 비근 내측 피부두께로 유도된 비와 차이의 지수 중 비의 지수는 고혈압과 연관이 없었으며 차이의 지수가 부분적으로 연관을 보였다. 말초성 지방분포를 나타내주는 피부두께로 비근 내측 피부두께를 사용한 것은 지금까지 많이 사용되어 온 삼두근 피부두께가 대부분의 인구집단에서 말초성 지방분포를 잘 나타내주지 못하는 피부두께로서 중심성과 말초성 지방분포의 중간정도를 나타내주며, 말초성 분포를 더 잘 대표해주는 피부두께는 비근 내측 피부두께라는 보고 (Mueller 와 Stallones, 1981) 때문이었다. 본 연구에서 비근 내측 피후가 삼두근 피후보다 더 우수한 신체의 말초성 지방분포를 나타내주는 지표가 됨을 추측해 볼 수 있는 몇가지 결과를 얻었다. 먼저 고혈압자와 정상혈압자간의 피부두께의 평균을 비교한 것을 보면 비근 내측 피후가 삼두근 피후보다 통계적인 유의성이 더 없으며, 견갑골하 피부두께와의 상관관계 역시 비근 내측 피후가 삼두근 피부두께보다 상관계수가 더 낮음을 알 수 있다 (0.26 대 0.36). 또 연령과 전체적인 비만을 통제한 다중지수회귀분석에서도 비근 내측 피부두께의 유의성이 더 없게 나타났다. 세계로 중심성 분포를 나타내주는 지수로 계산이 된 차이의 지수 역시 견갑골하 피부두께와 비근 내측의 피부두께의 차이의 지수가 고혈압과 유의성을 보였다는 점이다. 네째로 본 연구에서 사용된 3가지 부위의 피후 외에 잠수사 신경의 일환으로 7 군데의 피부두께를 더 측정했었는데

이들 10가지 부위의 피부두께를 요인분석을 실시해서 중심성과 말초성의 분포를 나타내주는 2 가지 요인을 추출했다. 말초성 분포를 나타내주는 요인에는 비근 내측, 무릎, 삼두근 피후의 3가지 부위가 모여졌는데 이들의 요인점수가 각각 0.766, 0.594, 0.581 로서 삼두근이 가장 낮고 비근 내측이 가장 높은 점수를 보여주었다는 것 등이다. 그러나 측정오차의 문제, 복강내 지방조직과의 상관성의 문제, 서로 다른 신체의 부위의 피부두께가 서로 강하게 연관이 되어 있는 문제 등으로 해서 쉽게 결론을 내릴 수는 없다 (Willet, 1990).

피부두께와 측정오차 (measurement errors) 가 있을 수 있다. 혈압 측정은 표준화된 자동혈압계를 사용해서 어느 정도 관찰자간의 오차는 줄였을 것으로 추측되나 혈압계 자체가 가지는 체계적인 오차 (systemic errors) 에 대해서는 오차의 방향을 추정해 볼 수 없었다. 피부두께측정에 있어서의 오차는 표준화를 위해 4명의 측정자를 교육 시킨후 측정을 했지만 관찰자간의 오차가 상당할 것으로 추측된다. Caliper 로 측정되는 피부두께 측정은 신장, 체중 등과 같은 다른 인체측정학적인 측정에 비해 재현성 (신뢰도) 이 상당히 낮았는데, 예를 들어 삼두근 피부두께의 측정위치가 2.5 cm 정도 약간 달라짐에 따라 평균 약 50 % 정도나 되는 차이가 나타날 수 있다. 측정위치, 피부두께를 손가락으로 잡는 방법, caliper 로 잡는 정도 등의 차이가 측정자간 변이의 요인이된다. 또 근본적인 문제로서 대사적으로 중용한 복부내 또는 근육내의 지방을 측정할 수 없다는 점도 있다 (Willet, 1990). 어떤 측정을 할 때는 측정오차의 크기를 측정을 해서 그 오차가 연구중인 가설에 어느 정도의 영향을 미치는

가를 평가해보고 그 영향이 상당하면 좀 더 정확하게 가설을 추정해 보기위해서 통계적인 교정을 고려해 보는 것이 측정의 중요한 요소가 된다 (Willet, 1990). Caliper의 측정 타당도를 전산화단층촬영술 또는 초음파조영술과 비교해서 본 것이 있다. 초음파조영술은 비교적 마른 인구집단에서는 caliper에 비해 더 우수하지는 않으나 비만한 집단에서는 더 우수한 것으로 보고가 되고 있다 (Kuczmarski 등, 1987). 전산화단층촬영술과 비교해 볼 때는 상당한 상관관계를 나타내는 것으로 알려져 있는데 Seidell 등 (1987)은 남자 0.83, 여자 0.88의 상관계수를 보였다고 보고했다. 신체의 지방분포를 이상적으로 측정해주는 측정방법의 조건은 측정기구의 가격과 작동 유지비가 비교적 작고, 피검자에게 불편을 주지않고, 특별히 훈련받지 않은 측정자도 사용이 가능하고, 신뢰도와 타당도가 높아야 한다는 것이나 아직까지 이러한 기준을 다 만족시키는 방법은 없는 실정이므로 연구의 목적에 적절한 방법을 선택하고 그 방법에 의한 오차의 크기와 방향을 아는 것이 중요하다 (Lukaski, 1987).

신체의 지방분포와 고혈압과의 관계를 처음으로 보고한 연구자는 Vague (1956)로서 남성형의 지방분포를 보이는 사람들이 고혈압에 걸릴 경향이 있다고 했다. Kalkhoff 등 (1983)은 110명의 건강한 폐경기전의 여성을 대상으로 한 연구에서 허리와 둔부 둘레의 비 (waist-hip girth ratio, WHR)로 측정된 비만의 중심성분포 지수와 수축기와 확장기 혈압 둘 다가 유의한 양의 상관관계를 보였다고 했으나 (각각 $r = 0.26, 0.29$), 이는 다른 혼란변수들을 통제하지 못한 결과로서 특히, 전체적인 비만도를 통제해 주지 못했으므로 그 결과의 타당도가 의심된다. Blair 등 (1984)의 보고에서 수축기와 확장기 혈압이 둘 다 견갑골하와 삼두근 피부두께와 양의 상관관계를 보였으나 그 정도는 견갑골하 피부두께가 훨씬 더 강했으며, 혈압에 대한 다중회귀분석 모델에 견갑골하 피부두께를 넣은 후에 삼두근 피부두께를 넣으면 설명도 (결정계수, R^2)가 거의 더 나아지지 않으므로 혈압을 설명해주는 피부두께는 중심성분포를 나타내주는 견갑골하 피부두께이며 삼두근 피부두께가 혈압과의 상관관계를 나타내는 것은 견갑골하 피부두께와의 상관관계에 의한 것임을 알 수 있다고 했다. 그러나 이는 연구 시점에 있어 횡단면적인 것이어서 인과관계를 확립하기 어렵고 전체적인 비만도 역시 통제해 주지 못한 연구이다. 중심성 지방분포와 고혈압과의 관계를 연구하는데 있어 전체

적인 비만도를 나타내주는 비체중을 통제해 주어야 하는 이유는 비체중이 지방분포를 나타내주는 지표들과 고혈압 둘 다와 연관이 되어 있어서 혼란변수로 작용할 수 있기 때문이다. Larsson 등 (1984)의 연구에서 WHR로 측정된 중심성 지방분포의 5분위수가 한 단계씩 증가함에 따라 수축기와 확장기혈압의 평균이 증가했으나, 부분상관분석 (partial correlation analysis)으로 비체중은 통제하고난 후에는 수축기혈압만이 유의한 상관관계를 보였다고 했다. 6-17세의 13887명을 대상으로 한 Gillum (1987)의 연구에서는 중심성 지방분포를 허리와 둔부 둘레의 비 (WHR)로 보고 다중회귀분석을 이용해서 연령, 성별, 인종, 전체적인 비만도, 신장, 골연령 (skeletal age)를 통제했을 때 WHR은 확장기혈압과는 유의한 변수로 선정이되지 못했으나 수축기혈압에서는 유의한 변수로 선정되었으며 총 30.7%의 설명력중 2.8%의 설명력을 차지했다. Seidell 등 (1990)은 유럽의 5개의 서로 다른 마을에 거주하는 38세의 여자 452명을 대상으로 했을 때 가슴둘레 (breast circumference)로 본 중심성 지방분포가 비체중을 통제한 후에도 확장기혈압과 유의한 양의 상관관계 ($r = 0.13, P < 0.01$)를 보였다고 했다. 그러나 견갑골하 피부두께는 상관관계가 없었으며 반면에 배꼽주위 (paraumbilicalis)와 하복부 (hypogastric, 배꼽주위 3 cm 아래)의 피부두께가 각각 0.15, 0.17의 유의한 상관계수 값을 보였다. Selby 등 (1989)은 30-49세에 정상혈압을 보였던 사람들을 평균 5.7년 추적했을 때 까지 고혈압에 이환된 사람들과 성별, 인종, 연령, 건강계획 (Kaiser Permanente Health Plan)에 참여한 년수, 종합 검사 (multiphasic)를 받은 횟수와 날짜 등의 변수로 짝지워진 대조군을 대상으로 한 연구에서 비체중을 다중지수회귀분석으로 통제를 했을 때 5분위수로 나눈 견갑골하 피부두께는 기준인 1/5분위수에 비해 분위수가 증가함에 따라 각각 1.10 (95% 신뢰구간 0.74-1.63), 1.29 (0.86-1.93), 1.72 (1.14-2.58), 2.49 (1.48-4.18)의 비교위험도를 보였다고 했다. 삼두근 피부두께는 0.94-1.29사이의 유의성이 없는 비차비를 보였고 중심성 지방분포를 나타내는 지수로는 견갑골하와 삼두근 피부두께의 비가 1.42-1.98사이의 비차비를 보였으며 이 중 3/5분위수가 1.58 (1.07-2.34), 5/5분위수가 1.98 (1.25-3.14) 정도의 유의성 있는 비차비 값을 보였다. 이들 2가지 피부두께의 차이로 이루어진 지수는 1.28-1.79사이의 비차비를 보였으며 5/5

분위수 만이 1.79 (1.15-2.80) 의 유의한 비차비 값을 보였다. 전체적으로 비차비가 본 연구에서 더 큼을 알 수 있으며 95% 신뢰구간 역시 더 넓은을 알 수 있다. 독립변수를 연속변수로 보았을 때 역시 본 연구에서의 추정된 지수회귀계수 값이 더 높았을뿐 전체적인 양상을 비슷해서 본 연구의 결과와 일관성 있게 잘 부합된다고 할 수 있다. 18 - 30세의 미국인 5116 명을 대상으로 한 Folsom 등 (1989) 의 연구에서 남녀 모두에서 전체적인 비만을 통제했을 때 WHR 과 수축기혈압은 연관이 있었으나 확장기혈압과는 없었다. 본 연구에서의 4분위수에 따른 비차비값은 조비차비 (crude odds ratio) 와 비교해 볼 때, 대체적으로 연령과 비체중을 통제해줌에 따라 조금씩 감소했으나 큰 차이를 보이지는 않았다. 그러나 이들 비차비가 중심성 체지방분포와 고혈압과의 관계를 과소추정했을 가능성이 있다. 고혈압의 기준을 넓게 정해서 위양성자 (위고혈압자) 가 고혈압자로 분류가 많이되어 고혈압과 중심성 지방분포와 관계를 희석 (dilution) 시키는 방향으로 편의가 작용했을 것이다 (Kelsey 등, 1986). 좀 더 피부두께 분포가 극단적으로 높은 값을 보일 수 있는 일반 인구집단을 대상으로 했을 때는 비차비가 더 상승할 수도 있을 것이다. 중심성 지방분포와 고혈압간의 연관성에 있어 성별간의 차이가 존재한다고 보고가 되고 있으며 그 연관이 남자에서보다 여자에서 더 크다 (Selby 등, 1989). 당뇨병과의 관계 역시 여자에서 더 크게 나타나므로 (Haffner 등, 1986b ; Stern과 Haffner, 1986) 남녀 둘 다를 대상으로 해야 좀 더 완전한 상관관계를 알 수 있을 것이다. 연령 역시 중요한 요소가 될 수 있다. 신체의 비만의 중심성 분포 양상과 비만이 시작되는 연령 즉, 성인이 되어서 과체중이 되는 사람들이 고혈압과 기타의 심장과 신장계 질환에 이환되며 성인기에 증가하는 지방은 신체의 말초보다는 중심부에 더 많이 축적이 된다는 보고가 있다 (Blair 등, 1984). 수축기혈압이 확장기혈압보다 더 연관이 있다는 보고들 (Larsson 등, 1984 ; Gillum, 1987 ; Folsom 등, 1989) 이 많이 있는 반면에 확장기혈압이 더 연관이 있다는 연구 (Seidell 등, 1990) 역시 있어서 이를 구분한 연구가 요구된다.

중심성 비만이 어떠한 기전에 의해 고혈압에 영향을 미치는가의 문제는 아직 확실하게 밝혀진 것은 없다 (Donahue 등, 1990). 혈중 고인슐린증 (hyperinsulinemia) / 인슐린 내성 (resistance) 이 관여하는 것으로 보고가 되고 있다 (Ferrannini 등, 1987). 비만도 특히 중심성 비만이 좀

더 특이하게 혈중 고인슐린증과 관련이 있고 이 고인슐린증이 혈중의 이피네프린과 노레프린의 분비를 증가시키고 신장의 원곡위세뇨관 (distal tubule) 에서 나트륨의 재흡수를 증가시켜서 결과적으로 고혈압을 유발시키는 것으로 이해되고 있다 (Reaven과 Hoffman, 1987 ; Selby 등, 1989). 또 다른 요인으로서 복부내의 지방조직이 간으로가는 문맥순환 (portal circulation) 에 직접적으로 기계적인 압박을 가해서 혈압상승을 유발할 수 있다는 점이다 (Kannel 등, 1991). 그러나 인슐린과 혈압이 전체적인 비만도와 비만의 분포의 영향과는 독립적으로 관련이 있다는 연구가 많이 있으나 그렇지 못한 보고들도 있다. 최근에 3528 명의 태평양지역 3개 도서지방에 거주하는 주민들을 대상으로 한 Collins 등 (1990) 의 보고에서는 혈중 인슐린 수준과 고혈압과의 관계가 일관성 있게 지지되지 않는다고 했다. 이는 일반적인 비만도와 비만의 분포를 나타내주는 지수들로 보아서는 비만한 것이 아니나 복부내에 지방조직이 축적되어 있음으로써 대사상으로는 비만 (metabolically obese) 인 사람들이 있을 수도 있다는 점에서 부분적으로 설명이 가능할 것이다 (Ruderma 등, 1981). 인슐린 내성 (resistance) 과 지방분포는 코티솔과 같은 다른 호르몬의 영향을 받을 수 있으므로 아직 잘 알려지지 않은 복합적인 기전에 의한 것인 가능성이 높다 (Kalkhoff 등, 1983). Folsom 등 (1990) 은 인슐린이 WHR 로 측정된 중심성 지방분포와 혈압을 포함한 생리학적인 모수들과의 연관성을 일반적으로 감소는 시키나 완전히 없애지는 못했음을 들어 이들 관계가 부분적으로만 인슐린에 의해 매개되거나 또는 인슐린과 아주 밀접한 관계를 지닌 어떤 측정되지 못한 제 3의 요인에 의해 매개됨을 시사한다고 했다. 그러나 Donahue 등 (1990) 은 건강한 성인에서 고인슐린증이 고혈압의 발생에 선행한다는 가설은 전향성조사로 좀 더 명확히 밝혀져야 하나 생물학적인 가능성 (biological plausibility) 과 여러 임상적인 그리고 역학적인 자료를 볼 때 고인슐린증과 고혈압의 직접적인 관계를 지지해준다고 중설에서 밝힌 바 있다.

앞에서 언급한 이외의 연구의 단점으로는 횡단면적인 연구여서 인과관계 추론이 힘들고 대상이 특수집단의 남자들 이어서 결과를 일반화하기 어렵다는 점이다. 피부두께 분포의 범위가 좁고 낮은 값에 몰려 있어서 일반 인구집단이 보일 수 있는 전반적인 피부두께 분포에 따른 고혈압과의 관계를 완전히 (full picture) 볼 수

없다는 점이 있다. 고혈압의 위험인자가 될 수 있는 흡연, 음주, 가족력 등을 통제해 주지 못했다. 앞으로의 연구방향으로는 Caliper 로 피부두께를 측정하는 방법보다 더 우수한 방법들에 대한 연구와 개발을 진행하고 신체의 지방분포를 더 잘 대표해줄 수 있는 측정부위와 지수를 개발을 들 수 있다. 특히, 한국인 신체의 지방분포를 가장 잘 나타내주는 측정 수단과 측정 부위 및 지수를 찾아내기 위해 노력해야 한다. 이와 함께 좀 더 연구대상의 범위를 넓히고 전향적인 연구를 실시해서 시간에 따라 신체의 지방분포가 어떤 질병들을 예측해 주는지를 보아야 한다. 허리와 둔부의 비(WHR) 또는 피부두께 등으로 손쉽게 측정할 수 있는 중심성 지방분포가 전체적인 비만도와는 독립적으로 다양한 질병의 위험인자가 될 수 있으므로 신체검사시에 이용하거나 관련 질병을 연구시에 조정변수로 측정되어 연구되어야 한다.

V. 요 약

중심성 지방분포와 고혈압과의 관계와 비근 내측 피부두께가 기존의 말초성 지방분포를 나타내주는 삼두근 피부두께에 비해 더 우수한 지표가 되는지를 알아보기 위해서 1990 년 해군수중 근무자 특수신체검사자 중에서 450 명을 연구자의 편의에 의해 추출되었다. 대상자의 평균 연령이 27.9 세였고 범위가 19 - 51세였다. 말초성 지방분포의 지표로 삼두근과 비골 내측 피부두께를, 중심성 지방분포는 견갑골하 피부두께와 이것과 삼두근으로 이루어진 비와 차이로 측정을 했다. 신체의 지방분포를 나타내는 피부두께와 이 둘을 기준으로한 비와 차이의 지수를 4 분위수로 나누어 첫 1/4 분위수를 기준으로 하고 나머지 3 가지 수준을 기준에 비교를 했다. 연령과 전체적인 비만도를 다중지수분석으로 통계를 한 후 고혈압과의 관계에서 견갑골하 피부두께가 기준인 1/4 분위수와 비교해 보아 2/4, 3/4, 4/4 분위수로 증가함에 따라 각각 2.05 (95 % 신뢰구간 1.18 - 3.59), 2.02 (1.06 - 3.86), 4.00 (1.99 - 8.06) 의 유병비차비를 보였다. 견갑골하 피부두께와 비골 내측 피부두께의 차이 역시 4/4 분위수가 되었을 때만 2.45 (1.28 - 4.68) 의 비차비를 보였다. 그 외의 삼두근 피부두께와 비근 내측 피부두께에서는 기준에 비교해 보아 1 을 포함하지 않은 비차비는 없었다. 연령과 전체적인 비만도를 조

정한 비차비는 조정치 않은 조비차비에 비해 대체적으로 조금 감소했다. 비근 내측의 피부두께는 삼두근 피부두께에 비교해보아 더 우수한 말초성 지방분포를 대표해주는 피부두께로 보였다. 이러한 결과는 전체적인 비만도 수준과는 독립적으로 견갑골하 피부두께로 측정된 중심성 지방분포가 고혈압과 관계가 있으며 우수한 중심성 지방분포를 나타내주는 지표가 됨을 시사해주는 소견이다.

참 고 문 헌

- 박경수, 이병두, 박용수 등. 젊은층의 성인남자에서 비만 및 체지방의 분포가 인슐린 대사율 및 인슐린 감수성에 미치는 효과. 대한의학협회지 1990; 33: 765-774
- 윤치순, 정규철. 영양상태를 평가하기에 적합한 신장 체중형 체격지수. 예방의학회지 1979; 12: 24-30
- Albrink MJ, Meigs JW. *Interrelationship between skinfold thickness, serum lipids and blood sugar in normal men. Am J Clin Nutr* 1964; 15: 255-261
- Ashwell M, Cole TJ, Dixon AK. *Obesity: New insight into the anthropometric classification of fat distribution shown by computed tomography. Brit Med J* 1985; 290: 1692-1694
- Elair D, Habicht J, Sims EAH, et al. *Evidence for an increased risk for hypertension with centrally located body fat and the effect of race and sex on this risk. Am J Epidemiol* 1984; 119: 526-540
- Butler WJ, Ostrander LD Jr, Carman WJ, et al. *Diabetes mellitus in Tecumseh, Michigan: Prevalence, incidence, and associated conditions. Am J Epidemiol* 1982; 116: 971-980
- Campos-Filho N, Franco EL. *A microcomputer program for multiple logistic regression by unconditional and conditional maximum likelihood methods. Am J Epidemiol* 1989; 129: 439-444
- Collins VR, Dowse GK, Finch CF, et al. *An inconsistent relationship between insulin and blood pressure in three pacific island populations. J Clin Epidemiol* 1990; 43: 1369-1378
- Damon A, Damon ST, Harpending HC, et al. *Predicting coronary heart disease from body measurements of Framingham males. J Chronic Dis* 1969; 21: 781-802
- Dembert ML, Mooney LW, Ostfeld AM, et al. *Multiphasic health profiles of Navy divers. Undersea Biomed Res* 1983; 10: 45-61
- Despres J-P, Allard C, Tremblay A, et al. *Evidence for a regional component of body fatness in the association with*

- serum lipids in men and women. *Metabolism* 1985; 34 : 967-973
- Donahue RP, Abbott RD, Bloom E, et al. Central obesity and coronary heart disease in man. *Lancet* 1987; 1: 821-824
- Donahue RP, Skyler JS, Schneiderman N, et al. Hyperinsulinemia and elevated blood pressure: cause, confounder, or coincidence? *Am J epidemiol* 1990; 132: 827-836
- Feldman R, Sender AJ, Siegelau AB, et al. Difference in diabetic and nondiabetic fat distribution patterns by skinfold measurements. *Diabetes* 1969; 18: 478-486
- Ferrannini E, Bonadonna GBR, Oleggini MAGM, et al. Insulin resistance in essential hypertension. *N Engl J Med* 1987; 317: 350-357
- Folsom AR, Burke GL, Ballew C, et al. Relation of body fatness and its distribution to cardiovascular risk factors in young blacks and whites: The role of insulin. *Am J Epidemiol* 1989; 130: 911-924
- Gillum RF. The association of the ratio of waist to hip girth with blood pressure, serum cholesterol and serum uric acid in children and youths aged 6—17 years. *J Chron Dis* 1987; 40: 413-420
- Haffner SM, Stern MP, Hazuda HP, et al. The role of behavioral variables and fat patterning in explaining ethnic differences in serum lipids and lipoproteins. *Am J Epidemiol* 1986a; 123: 830-839
- Haffner SM, Stern MP, Hazuda HP, et al. Role of obesity and fat distribution in non—insulin—dependent diabetes mellitus in Mexican Americans and non—Hispanic Whites. *Diabetes Care* 1986b; 9: 153-161
- Hartz AJ, Rupley DC Jr, Kalkhoff RD, et al. Relationship of obesity to diabetes: Influence of obesity level and body fat distribution. *Prev Med* 1983; 12: 351-357
- Kalkhoff RK, Hartz AH, Rupley D, et al. Relationship of body fat distribution to blood pressure, carbohydrate tolerance, and plasma lipids in healthy obese women. *J Lab Clin Med* 1983; 102: 621-627
- Kannel W, Brand N, Skinner J, et al. Relation of adiposity to blood pressure and development of hypertension: The Framingham Study. *Ann Intern Med* 1967; 67: 951-953
- Kannel WB, Cupples LA, Ramaswami R, et al. Regional obesity and risk of cardiovascular disease; The Framingham study. *J Clin Epidemiol* 1991; 44: 183-190
- Kaye SA, Folsom AR, Sprafka JM, et al. Increased incidence of diabetes mellitus in relation to abdominal adiposity in older women. *J Clin Epidemiol* 1991; 44: 329-334
- Kelsey JL, Thompson WD, Evans AS. *Methods in observational epidemiology*, New York, Oxford University Press, 1986, pp. 285-308.
- Kiessebah AH, Vydelingum N, Murray R, et al. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 1982; 54: 254-260
- Krotkiewski M, Bjorntorp P, Sjostrom L, et al. Impact of obesity on metabolism in men and women: Importance of regional adipose tissue distribution. *J Clin Invest* 1983; 72: 1150-1162
- Kuczmariski RJ, Fanelli MT, Koch GG. Ultrasonic assessment of body composition in obese adults: Overcoming the limitations of the skin caliper. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 717-724
- Larsson B, Svardsudd K, Welin L, et al. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. *Brit Med J* 1984; 288: 1401-1404
- Lindner P, Lindner D. *How to assess degrees of fatness: A working manual*, 1973
- Lukaski HC. *Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new*. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 537-556
- Meinert CL. *Clinical trials: Design, conduct, and analysis*. New York, Oxford University Press, 1986, pp. 68-70.
- Muller WH, Stallones L. Anatomical distribution of subcutaneous fat: Skinfold site choice and construction of indices. *Hum Biol* 1981; 53: 321-335
- Ohlson L—O, Larsson B, Svardsudd K, et al. The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus. *Diabetes* 1985; 34: 1055-1058
- Reaven GM, Hoffman BB. A role for insulin in the aetiology and course of hypertension? *Lancet* 1987; 1: 435-436
- Reichley KB, Mueller WH, Hanis CL, et al. Centralized obesity and cardiovascular disease risk in Mexican Americans. *Am J Epidemiol* 1987; 125: 373-386
- Roche AF. *Anthropometric methods: New and old, what they tell us*. *Int J Obesity* 1984; 8: 509-523
- Ruderman NB, Schneider SH, Berchtold P. The "metabolically obese," normal—weight individual. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 1617-1621
- Seidell JC, Cigolini M, Charzewska J, et al. Fat distribution in European women: A comparison of anthropometric measurements in relation to cardiovascular risk factors. *Int J Epidemiol* 1990; 19: 303-308
- Seidell JC, Oosterlee A, Thijssen MAO, et al. Assessment of intra—abdominal and subcutaneous abdominal fat: Relation between anthropometry and computed tomography. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 7-13
- Selby JV, Friedman GD, Quesenberry CP, et al. Precursors of essential hypertension: The role of body fat distribution pattern. *Am J Epidemiol* 1989; 129: 43-53
- Sparrow D, Borkan GA, Gerzof SG, et al. Relationship of

- fat distribution to glucose intolerance : Results of computerized tomography in male participants of the Normative Aging Study. Diabetes 1986 ; 35 : 411-415*
- Stern MP, Haffner SM, *Body fat distribution and hyperinsulinemia as risk factors for diabetes and cardiovascular disease. Arteriosclerosis 1986 ; 6 : 123-130*
- Vague J. *The degree of masculine differentiation of obesities : A factor determining predispositions to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. Am J Clin Nutr 1956 ; 4 : 20-34*
- Willet W. *Nutritional epidemiology. New York, Oxford University Press, 1990, pp. 217-240, 272-291.*