

**총설**

# 피하지방 및 피하지방의 분획과 관련된 임상적 의의에 관한 고찰

이운재 · 황덕상 · 이창훈 · 이경섭

경희대학교 강남경희한방병원

## The Review on the Subdivision of Subcutaneous Adipose Tissue

Yoon-Jae Lee, O.M.D., Deok-Sang Hwang, O.M.D., Chang-Hoon Lee, O.M.D., Kyung-Sub Lee, O.M.D.

*Kangnam Korean Hospital, KyungHee Univ.*

### Objectives

In clinical studies, the visceral fat obesity has been emphasized because of its correlation with the metabolic syndrome. But the subcutaneous adipose tissue also would correlate with the risk factor of metabolic syndrome. Especially deep tissue, which is a subdivision of the subcutaneous adipose tissue would be more related. This study is to investigate the relationship between subcutaneous adipose tissue and various diseases.

### Methods

We searched for papers which had subcutaneous adipose tissue, deep subcutaneous adipose tissue and obesity for subjects in the Pubmed site.

### Results

24 papers were found. Subcutaneous adipose tissue, deep subcutaneous adipose tissue especially, was related with the insulin resistance, metabolic syndrome, sex hormones and other diseases.

### Conclusions

Subcutaneous adipose tissue is a risk factor of insulin resistance but not lipoprotein. But deep subcutaneous adipose tissue was related with lipoprotein. So deep tissue, which is a subdivision of the subcutaneous adipose tissue is a more important risk factor of the metabolic syndrome.

**Key Words** : subcutaneous adipose tissue, obesity, deep subcutaneous adipose tissue, pubmed, search

■ 교신저자 : 황덕상, 서울시 강남구 대치2동 994-5 강남경희한방병원 체형관리센터  
(02) 3457-9017, soulhus@dreamwiz.com

## I. 서론

2006년 우리나라 기대 수명은 남자 75.74세 여자 82.36세로<sup>1)</sup>, 빠르게 진행되고 있는 고령화 사회의 건강관리를 위해서는 현대사회에 급증하고 있는 비만을 관리하는 것은 무엇보다 중요한 일이다. 비만이 심장병, 암, 당뇨병 그리고 사망 등의 위험요인이 될 수 있기 때문이다<sup>2)</sup>. 이러한 비만의 위험도는 절대적인 체중의 증가가 아니라 체지방의 상대적 분포와 양에 밀접하게 연관된다고 알려져 있다<sup>3)</sup>. 체지방의 분포에 대한 여러 평가 방법 중 복강 내에 지방이 과잉 축적된 내장형 비만이 피하 지방형 비만에 비하여 당뇨병, 고지혈증, 고혈압 등의 만성 성인질환의 합병증을 많이 유발할 수 있다는 많은 연구들이 있어 내장지방(visceral adipose tissue, 이하 VAT)에 대한 관심이 매우 높은 편이다<sup>4,6)</sup>. 그러나 다른 연구들에서 피하지방(subcutaneous adipose tissue, 이하 SAT)은 인슐린저항성과 밀접한 관계가 있으며 높은 leptin 수치는 피하지방 증가를 예측할 수 있다는 등이 밝혀진 만큼 피하지방을 배제한 비만의 평가는 적합하지 않을 수 있다<sup>7,8)</sup>. 또한 최근 피하지방을 분획에 따라 구분했을 때 복부 심부 피하지방(deep subcutaneous adipose tissue, 이하 dSAT)이 임상적으로 인슐린저항성 및 지질과 관련이 높다는 연구가 나오고 있다<sup>9,10)</sup>. 또한 간편하게 피하지방을 관찰할 수 있다는 Topography라는 장비가 개발되면서 Topography를 이용한 피하지방 분포와 당뇨병 난소 증후군 및 당뇨 연관 관계 연구들이 활발하게 이루어지고 있다<sup>11,12)</sup>.

따라서 이 논문에서는 피하지방과 연관된 인자 및 질환에 대한 기존 연구들을 고찰하고, 최근에 활발하게 이루어지고 있는 분획별 피하지방조직과 질병 인자와의 분석 연구에 대해 알아보아 피하지방의 임상적 의의에 대해 고찰해보고자 하였다.

## II. 연구방법

Pubmed 검색에서 “SAT(subcutaneous adipose tissue) and obesity” 및 “dSAT and obesity”를 검색어로 지정하고, Human을 대상으로 영어로 쓰인 논문을 검색하였으며 검색시점은 2007년 12월 15일이었다. 총 86편이 검색되었으나, 이번 연구의 목적에 부합하는 단면연구 위주로 조사하였다. 총 86편 중 review 논문 3편은 제외하였으며, adipose tissue 측정방법은 CT, MRI, DEXA로 한정하여 skin fold, sonography, topography를 통해 피하지방을 측정된 논문인 9편은 제외하였다. 또한 adipocyte 분석을 통해 gene, protein expression 등을 연구한 15편, 소아 관련 연구 10편, cohort 연구인 13편과 주제에 부합하지 않는 12편을 제외한 나머지 24편을 대상으로 하여 조사하였다.

## III. 본론

### 1. 피하지방의 관련 질환 및 인자 분석

#### 1) 대사증후군인자

피하지방과 인슐린 저항성의 관계에 대해서는 측정항목과 대상자 및 성별 인종이 다른 만큼 항목별로 상이한 결과가 관찰되고 있으나 대체적으로 여러 연구에서 피하지방과 인슐린저항성과의 상관성이 인정되었다<sup>15-19)</sup>. 피하지방이  $\beta$  세포와는 관련성이 없었으나<sup>14)</sup>, 다양한 인슐린 저항성 인자와 연관이 있었으며, 몇몇 연구에서는 내장지방과 유사할 정도의 관련성도 보고되고 있어 분획별 피하지방 정도에 따라 다른 결과를 보인 것이 아닐까 추정해볼 수 있다. 또한 몇몇 연구에서는 인종에 따라 상관관계

가 다르게 관찰된 만큼, 인종 및 성별과 비만유무에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있을 것으로 보인다. Rissanen 등의 연구 결과에서는 지질과 피하지방의 연관 관계는 인정되지 않았지만, 피하지방을 분획별로 나누어 본 연구들에서는 심부피하지방과 지질과의 관계가 인정되기도 하였다<sup>7,30,32</sup>.

adiponectin이란 지방세포에서 생산되어 외부로 분비되는 단백질로, 대사증후군 위험 인자로 인식되고 있는데, Hanley 등<sup>13</sup>이 한 연구에서 adiponectin과 SAT가 음의 상관성을 보인 반면, VAT는 양의 상관관계를 보였다(Table I).

**Table I . The Relation between Subcutaneous Adipose Tissue and Metabolic Syndrome**

Reference	Subjects	Laboratory Examination	Measurement	Results	Comments
beta cell function	[14] 62 non-diabetic women and men	blood pressure, heart rate, AST, ALT, c-peptide, LDL, HDL, TG, plasma glucose, NEFA, C-peptide, insulin concentraion, leptin, adiponectin, S <sub>1</sub> , Basal ISR, Total IS, Glucose sensitivity, Potentiation factor, Fasting glucose	MRI	SAT significantly related with AUC1, ΔEΔG30, S <sub>1</sub> , Total IS, Fasting insulin and serum leptin.	Abdominal fat was not correlated with β cell function.
	[15] 78 nondiabetic African-American volunteers	S <sub>1</sub> , Fasting insulin, Fasting glucose, T-Chol, HDL, HDL-particle size, HDL-particle number, blood pressure, apo B	CT Hounsefield -150~-50	SAT and men had relation with S <sub>1</sub> , TG, HDL particle size, fasting glucose. SAT and women was related with S <sub>1</sub> , TG, HDL, HDL-particle size, HDL, particle number, apo B, fasting glucose and systolic blood pressure.	SAT and VAT were correlated with insulin resistance. (in African Americans)
Insulin resistance	[16] 999 hispanic and 458 African-American men and women	S <sub>1</sub> , acute insulin response(AIR), disposition index(DI)	CT	SAT was related with AIR. SAT was negative related with S <sub>1</sub> ,	VAT was negative related with AIR.
	[17] 39 healthy men	Glucose Rd, Ra, rHGO	MRI	Total body fat and SAT had relation wih Rd and rHGO.	SAT would be the major factor in insulin resistance.
	[18] 40 premenopausal obese women	Insulin, Glucose(OGTT)	MRI	SAT did not have the relation with insulin resistance.	VAT could be the relation factor of insulin and glucose.
	[19] 17 HIV infected obese women and obese health women	S <sub>1</sub> ,	MRI	SAT had the obvious relation with S <sub>1</sub> , in HIV infected patients.	

Table 1. 계속

	Refer ence	Subjects	Laboratory Examination	Measurement	Results	Comments
Metabolic risk	[20]	3001 the Framingham Heart Study participants	fasting plasma glucose, TG, HDL, total chol	CT Hounsefield -195~-45	Both VAT and SAT correlated with glucose, blood pressure and lipoprotein.	VAT had the more distinct relation with the metabolic syndrome than SAT.
Cardiovascular risk	[21]	62 healthy Caucasian men	T-chol, HDL, LDL, TG, apo AI, apo B, insulin	DEXA	SAT of trunk was related with insulin, and HDL.	Trunk SAT measured by skinfolds correlated with abdominal SAT and the risk factor of cardiovascular risk.
Adiponectin	[13]	1636 nondiabetic Hispanics and African-Americans	adiponectin, S <sub>i</sub> , TG, HDL, CRP	CT	SAT had negative relation with adiponectin.	VAT had positive relation with adiponectin.
lipid and androgen	[22]	17 obese men	TG, apo B, LDL, HDL, total testosterone, free testosterone, SHBG	MRI	VAT and V/A ratio were related with TG, LDL and apoB.	SAT did not have relation with lipoprotein. Abdominal fat did not correlated with androgen.

## 2) 기타 질환

### (1) 감염 및 산화 스트레스

피하지방 및 내장지방에서 모두 감염 및 산화 스트레스 관련 인자에서 상관성을 보였으며 일부 항목에서는 피하지방보다 내장지방에서 더 뚜렷한 상관성이 관찰되었다<sup>23)</sup>.

### (2) Polycystic Ovary Syndrome(다낭성난소증후군, 이하 PCOS)

PCOS 및 비만환자에서의 leptin 수치와 CT로 측정된 내장지방과 피하지방의 관련성을 관찰하였을 때, 내장지방과 내장지방/피하지방 비율과의 관련성은 관찰되었으나 피하지방과는 유의성 있는 상관관계가 관찰되지 않았다<sup>24)</sup>.

### (3) 바레트식도(Barrett's esophagus)

36명의 바레트식도와 대조군과의 연구에서 내장지방은 Barrett's esophagus의 위험도를 높이는 것으로 보이나 피하지방과의 연관성은 관찰되지 않았다<sup>25)</sup>.

### (4) 우울증

과체중 여성들을 대상으로 한 연구에서 내장지방의 증가는 Zung's Self-Rating Depression Scale과 연관이 있었으나, 피하지방과의 연관성은 관찰되지 않았다<sup>26)</sup>.

### (5) 성호르몬

피하지방과 성호르몬 상관관계에 있어서는 성별이나 연령에 따라 다른 결과를 보이는 것으로 사료된다. Nielsen 등<sup>27)</sup>은 젊은 남성들의 복부 지방정도가 성호르몬 수치와 연관성이 관찰되었다고 밝혔는데,

이는 Rissanen 등<sup>22)</sup>이 진행한 연구와 다른 결과를 보였다. 이는 참여자 수나 나이 차이에 따라 결과가 달리 나타난 것으로 생각된다. 남성에서의 복부 내장지방의 증가는 free testosterone의 감소를 유발하며, 피하지방의 증가는 총 testosterone, SHBG의 감소를 유발하며 estradiol 과잉을 유발할 수 있는

것으로 보인다. 그러나 청소년기 여성에서 조사한 연구에서는<sup>28-29)</sup> 내장지방은 testosterone과 양의 상관관계를 보였고 DHEA와는 음의 상관관계를 보였으나 피하지방과의 관련성은 찾지 못 하였으나, 폐경 전 여성에서는 SAT가 DHEA와 양의 상관성을 보였다 (Table II).

**Table II. The Relation between Subcutaneous Adipose Tissue and Other Disease**

	Reference	Subjects	Laboratory Examination	Measurement	Results	Comments
inflammation and oxidative stress	[23]	1250 Framingham Heart study participants	CRP, fibrinogen, intercellular adhesion molecule-1, Interleukin-6, P-selectin, tumor necrosis factor receptor-2, urinary isoprostanes, monocyte chemoattractant protein-1	CT	SAT and VAT correlated with CRP, fibrinogen, intercellular adhesion molecule-1, Interleukin-6, P-selectin and tumor necrosis factor receptor-2.	VAT was more distinct relationship with urinary isoprostanes, monocyte chemoattractant protein-1 than SAT.
PCOS	[24]	23 obese women with PCOS, 16 obese women, 10 normal women	leptin, androstenedione, testosterone, SHBG, OGTT, DHEA-S, fasting glucose, fasting insulin, Glucose AUC, Insulin AUC	CT	Leptin of all group correlated with VAT, V/A ratio. Leptin of obese with PCOS group correlated with V/A ratio. Leptin of control group correlated with SAT and V/A ratio	
Barrett's esophagus	[25]	36 BE patients and 93 control men	Glucose, HDL, TG, Chol, LDL,	CT Hounsefield -150 ~ -50	VAT of BE patients was 1.5 times higher than control group, but SAT had lower correlation with BE.	
Depressive Mood	[26]	101 overweight premenopausal women	Zung's Self-Rating Depression Scale (SDS)	CT Hounsefield -190 ~ -30	Depressive mood was correlated with VAT but not SAT.	
	[27]	406 Danish 20 to 29 years old men	Total testosterone, Free testosterone, DHT, estradiol, SHBG, LH	MRI	SAT negatively correlated with total testosterone and SHBG, positively correlated with estradiol.	
Sex hormone	[28]	29 obese adolescent girls	Total testosterone, DHEAS, 17beta-estradiol, progesterone, SHBG	MRI	SAT did not have relationship with any sex hormone.	The larger VAT correlated with decrease of DHEA and elevation of testosterone.
	[29]	28 premenopausal obese women	Total testosterone, free testosterone, DHEA, DHEAS, androstenedione, SHBG	CT	SAT was negative related with SHBG, DHEA and positive related with DHEAS.	DHEA was the prediction factor of fat accumulation

## 2) 피하지방 분획과 질병 관련 인자 분석

현재까지 진행된 SAT 분획별 연구는 인슐린 저항성 및 대사증후군 인자와의 관계에 대해 집중되어 왔다. Misra 등<sup>10)</sup>은 복부피하지방을 posterior와 anterior로 나누어 연구하여 연구하기도 하였으나, 최근 대부분의 연구들은 fascia를 기준으로 deep과

superficial로 주로 나누어 분석하였다. 대상자의 특성에 따라 분석에서 다소의 결과 차이를 보였던 피하지방 연구에 비해 dSAT는 인슐린 저항성에 있어서 뚜렷한 상관성을 보였다<sup>9,31-33)</sup>. 또한 dSAT와 지질 사이에는 연구에서는<sup>7,30,32)</sup> 항목과 결과의 약간의 차이가 보이기는 하나 그 연관성이 관찰되었다(Table III).

**Table III. The Relation Factors of Subcutaneous Adipose Tissue Compartment**

Reference	Subjects	Laboratory Examination	Measurement	Results	Comments
lipid-lipoprotein	[30] 66 healthy women	T-chol, TG, Apo B, VLDL-chol, VLDL-TG, VLDL-apoB, LDL-Chol, LDL-TG, LDL-apoB, HDL-chol, HDL-TG, HDL-apo A-I, HDL <sub>2</sub> -chol/HDL <sub>3</sub> -chol, Chol/HDL-chol, LDL-chol/HDL-chol	CT Hounsefield -190-30 DEXA	dSAT was related with apoB.	VAT was more sensitive in all factor except HDL-api, A-I.
	[31] 199 volunteer	HDL, TG, fasting insulin	CT Hounsefield -190-30 DEXA	dSAT was related with total body fat, dSAT was sensitive to expect fasting insulin.	
Metabolic Syndrome risk	[32] 55 african american women and 103 white women	total chol, HDL, LDL, TG, Glucose, insulin	CT Hounsefield -190-30 DEXA	dSAT was related with Chol, HDL, LDL, Glucose and insulin in white race, but in african american insulin was only relation factor.	Various race had different fat types. VAT was the distinct predict factor of serum lipids, glucose, and insulin.
insulin resistance	[7] 47 healthy volunteer (15 lean and 32 obese)	Leptin, LDL, HDL, ApoB, TG, Fasting insulin, Insulin AUC, Glucose AUC, Insulin clamp, Glucose Rd, Ra	CT, Hounsefield -190-30	dSAT was significantly related with insulin resistance, blood pressure, apoB, HDL and TG.	dSAT and VAT were similar result.
insulin sensitivity	[10] 34 healthy men	insulin-mediated glucose disposal(Rd), residual hepatic glucose output	MRI	posterior compartment fat related to peripheral and hepatic insulin sensitivity.	
insulin sensitivity	[33] 45 healthy, premenopausal women	insulin-stimulated glucose disposal, maximal oxygen consumption, physical activity energy expenditure	CT Hounsefield -190-30	dSAT and sSAT related to total Glucose disposal, non-oxidative glucose disposal.	
	[34] 60 HIV infected women (32 obese and 28 lean)		MRI	PDSAT was most sensitive to weight gain, loss.	The measurement of L4-5 level was more sensitive at L2-3 level.

## IV. 고 찰

최근 서구화된 식습관과 운동부족 등의 생활습관의 변화로 인해 비만이 급증하고 있다. 비만은 심장병, 암, 당뇨병 및 대사증후군 등의 위험요인이 될 수 있는 만큼 적극적인 관리와 치료가 필요한 질환이다<sup>2)</sup>. 그러나 비만 환자가 급증하면서 대사증후군의 질환 유병률이 높아져 40대 이상의 한국인 중 24.8%가 대사증후군을 갖고 있는 것으로 조사되었다<sup>35)</sup>. 그런데 동일한 비만도를 갖고 있는 사람이라도 대사증후군의 발현이 다를 수 있는데, 이는 체지방의 분포와 양 그리고 연관지방의 분포 부위에 따라 위험도가 달라질 수 있기 때문이다. 성인복부에 축적된 지방은 대사적 활성도가 높아 유리지방산의 분비를 촉진시키고 인슐린 수용체의 감수성을 떨어뜨리는 것으로 밝혀져 있으며 유리 지방산은 성장 호르몬의 분비 장애와 함께 이에 따른 인슐린의 작용에도 영향을 미치기 때문에, 지방 대사에 많은 영향을 나타내 대사증후군의 위험을 높이게 된다<sup>26)</sup>.

복부지방은 두 가지 다른 분획으로 나누어진다. 피하지방은 복벽근막과 피부 사이에 위치하는데, 피하지방은 다시 복부 표층부 피하지방(superficial subcutaneous adipose tissue, 이하 sSAT)와 복부 심부 피하지방(deep subcutaneous adipose tissue, 이하 dSAT)로 나누어진다. dSAT는 피하근막과 벽측 복막 사이의 지방조직이며, sSAT는 피부와 피하근막 사이의 지방조직이다(Fig. 1). dSAT와 sSAT의 지방세포를 분석해보면 부위별로 세포의 특성이 달라 dSAT가 지질분해적인 활동이 더 활발한 모습을 보인다고 알려져, dSAT와 인슐린 저항성과의 연관성이 지방세포 차이로 설명하는 연구도 이루어지고 있다<sup>37)</sup>. 복부내장지방은 장측복막과 대망 및 장간막으로 이루어진 안쪽 공간의 지방조직인데,

근래의 많은 연구들에 의하면 복강내 내장 지방량의 증가는 관상동맥 질환의 유병률을 높이고 사망률을 증가시키는 요인으로 알려져 있으며, 당불내인성 인슐린 저항성 이상지질혈증, 고혈압, 관상동맥질환의 이환을 및 사망률과 높은 상관관계가 있다고 밝혀지고 있다<sup>38)</sup>. 그러나 Kelly 등<sup>7)</sup>은 복부 지방조직 구획을 CT를 통해 측정하여 인슐린 저항성과 비교했을 때 dSAT가 내장지방만큼 인슐린 저항성과 연관성이 높다고 밝힌 바 있는 만큼 비만의 평가시 피하지방도 고려해야 할 것을 밝힌 바 있다. 또한 간편하게 전신 피하지방을 관찰할 수 있는 Topography에 대한 장비가 개발되면서 다량성 난소증후군 및 당뇨와 피하지방 분포에 연관 관계 연구들이 활발하게 이루어지고 있다<sup>11-12)</sup>. 이에 따라 피하지방에 대한 기존 연구들을 고찰하고, 분획별 피하지방조직에 대한 연구 분석을 통해 피하지방의 임상적 의의에 대해 연구하였다.

그동안 피하지방은 대사증후군 인자 중, 특히 인슐린 저항성과의 연관 관계 연구들이 서로 다른 결과를 내놓고 있어 피하지방이 대사증후군에 미치는

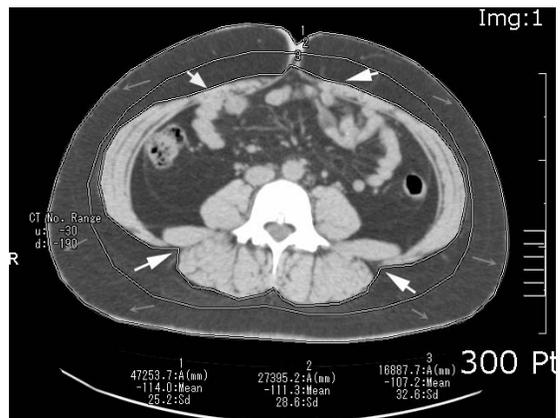


Fig. 1 The Subdivision of Subcutaneous Adipose Tissue  
The white arrows means deep subcutaneous adipose tissue and the faint arrows means superficial subcutaneous adipose tissue.

영향에 대해서는 논란이 있어 왔다. 그러나 이번 연구 고찰 결과를 보면 피하지방이 인슐린 저항성에 있어서 내장지방과 유사한 결과를 보인 연구결과들이 있었고, 특히 피하지방을 분획별로 나누어 관찰하였을 때 dSAT는 인슐린 저항성과 좀 더 밀접한 관계가 관찰된 만큼, 특히 dSAT는 대사증후군 예측에 뚜렷한 참고인자가 될 수 있을 것이라 생각된다. 그동안 논란이 있어 왔던 것은 연구 대상이 건강한 지원자나 비만 환자 등으로 다양하여 다양한 결과가 나왔던 것으로 생각되며, 인종에 따라 서로 연관인자가 다르게 나오는 등 인종에 따른 차이도 큰 만큼 추후 임상 연구들에서는 인종에 대한 규정이 필요하며, 연령, 성별, 비만 유무 등 다양한 요인들의 통제 또한 필요할 것으로 사료된다. 단 피하지방의 지질대사 관련 부분에서는 뚜렷한 관계를 관찰하기 힘들었는데, dSAT와 지질대사와의 관련성은 인정되고 있다. 관련 연구들이 추가적으로 이루어져야 결론을 낼 수 있겠지만, 비만과 대사증후군 관련에 dSAT 관계를 간과해서는 안 될 것이라 생각된다.

바레트 식도, 다낭성 난소증후군 등의 다양한 질환과 내장지방은 관련성을 보인 반면, 복부 피하지방은 성호르몬과의 관련성이 추측되기는 하나, 대사증후군을 제외한 다른 질환과의 연관성이 낮은 편이었다. 그러나 Topography를 이용한 다른 연구들을 보면, 피하지방의 분포 양상이 다낭성 난소증후군 환자와 당뇨 환자에서 특유의 양상을 보이는 경우가 있다는 연구가 있는 만큼 복부 내장지방 뿐만 아니라 Topography나 DEXA를 통한 전신 피하지방의 분포 양상에 대한 추가 연구와 임상적 접근이 있어야 하겠다.

신<sup>39)</sup> 등이 보고한 복부지방에 대한 한방치료 효과에 따르면, 한방치료가 피하지방 감소에도 상당한 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이는 한방 비만 치료에서 많이 쓰이고 있는 저주파 지방분해침의

주요 기전 중 하나가 전류가 침전극을 통해 주변에 발생하는 열은 지방세포의 대사를 활발하게 하고 미소순환을 자극하기 때문으로 저주파 지방분해침이 직접적으로 피하지방세포에 영향을 줄 수 있기 때문으로 사료된다<sup>40)</sup>. 피하지방의 감소에 한방치료가 유효한 효과가 있었으므로 비만치료 평가에 있어서 피하지방에 대한 연구도 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 피하지방이 대사증후군 등의 질환들과 연관이 있는 만큼 임상적인 비만 평가시 내장지방 뿐만 아니라 피하지방을 고려해야 할 것이며, dSAT의 임상적 의의에 대한 추가적인 연구 및 한방적인 치료효과 관찰 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

Pubmed 검색에서 “SAT(subcutaneous adipose tissue) and obesity” 및 “dSAT and obesity”를 검색어로 지정하고, Human을 대상으로 영어로 쓰인 논문 24편을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 피하지방과 대사증후군 인자 분석 연구 논문은 총 10편이었으며, 인종, 비만 유무, 성별에 따라 그 결과가 달랐으며, 인슐린 저항성과의 상관성이 관찰되었다. 그러나 지질인자와의 관련성은 뚜렷하지 않았다.
2. 피하지방과 대사증후군 외의 다른 질환 관련성 연구 논문은 총 7편이었으며, 우울증, barrets esophagus와의 연관성은 낮았으나, 성호르몬과의 관련성이 관찰되었다.
3. 피하지방을 dSAT, sSAT로 나누거나 anterior, posterior 분획으로 나누어 질환과의 관련성을 연구한 논문은 총 7편이었다. dSAT와

posterior 부위 피하지방의 인슐린 저항성 및 지질인자와의 관련성이 관찰되어 대사증후군과의 관련성이 높을 것이라 생각된다.

## 참고문헌

1. 통계청. 2006년 생명표 작성 결과. 2007년 12월
2. 비만연구의사회. 최신 비만학. 대한의학서적. 서울. 2005;4-10.
3. Bouchard C, Bray GA, Hubbard VS. Basic and clinical aspects of regional fat distribution. *Am J Clin Nutr.* 1990;52:946-50.
4. Hewitt JK. The Genetics of Obesity: What Have Genetic and Environmental Factors in Relative Body Weight and Human Adiposity. *Behav Genet.* 1997;27(4):325-51.
5. 박혜순, 김영식, 민원기, 이철환, 박성욱, 박승정. 한국인 관상동맥질환의 위험요인에 대한 환자-대조군 연구. *순환기.* 1998;28:949-62.
6. 서영성. 복부비만의 합병증. *대한임상건강증진학회지.* 2003;2(1):130-4.
7. Kelley DE, HUWE T, Goodpaster BH et al. Subdivisions of subcutaneous abdominal adipose tissue and insulin resistance. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000;278(5):941-48.
8. Kettaneh A, Ducimetier P, Chales Ma et al. High plasma leptin predicts an increase in subcutaneous adiposity in children and adults. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61(6):719-26.
9. 김도균, 이근미, 정승필. 비만인에서 복부 심층부 피하지방조직의 임상적 의의 : 심혈관질환 위험인자와의 관계. *가정의학회지.* 2007;28:100-5.
10. Misra A, Stray-Gundersen J, Grundy SM. Relationship of anterior and posterior subcutaneous abdominal fat to insulin sensitivity in nondiabetic men. *Obes Res.* 1997;5(2):93-9.
11. Tafeit E, Sudi K, Reibnegger G et al. Differences of subcutaneous adipose tissue topography in type-2 diabetic (NIDDM) women and healthy controls. *Exp biol med.* 2002;227(9):794-8.
12. Tafeit E, Sudi K, Horejsi R et al. Subcutaneous adipose tissue pattern in lean and obese women with polycystic ovary syndrome. *Exp biol med.* 2003;228(6):710-6.
13. Hanley AJ, Norris JM, Haffner SM et al. Associations of adiponectin with body fat distribution and insulin sensitivity in nondiabetic Hispanics and African-Americans. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92(7):2665-71.
14. Gastaldelli A., Mari A., Ferrannini E. et al. Visceral fat and beta cell function in non-diabetic humans. *Diabetologia.* 2005;48:2090-6.
15. Marshall MK, Genovese DJ, Summer AE et al. Both subcutaneous and visceral adipose tissue correlate highly with insulin resistance in african americans. *Obes Res.* 2004;12(8):1352-9.
16. Wagenknecht LE, Saad MF, Bergman RN et al. Insulin sensitivity, insulin secretion, and abdominal fat the insulin resistance atherosclerosis study(IRAS) family study. *Diabetes.* 2003;52:2490-6.
17. Abate N, Stay-Gundersen J, Grundy SM et al. Relationships of generalized and regional adiposity to insulin sensitivity in men. *J Clin Invest.* 1995;96:88-98.

18. Ross R, Fortier L, Hudson R. Separate associations between visceral and subcutaneous adipose tissue distribution, insulin and glucose levels in obese women. *Diabetes Care*. 1996;19(12):1404-11.
19. Albu JB, Kotler DP, Engelson ES et al. Independent associations of insulin resistance with high whole-body intermuscular and low leg subcutaneous adipose tissue distribution in obese HIV-infected women. *Am J Clin Nutr*. 2007;86(1):100-6.
20. Fox CS, D'Agostino RB Sr, O'Donnell CJ et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2007;116(1):39-48.
21. Sardinha LB, Going SB, Lohman TG et al. Subcutaneous central fat is associated with cardiovascular risk factors in men independently of total fatness and fitness. *Metabolism*. 2000;49(11):1379-85.
22. Rissanen J, Hudson R, Ross R. Visceral adiposity, androgens, and plasma lipids in obese men. *Metabolism*. 1994;43(10):1318-23.
23. Pou KM, Benjamin EJ, Fox CS et al. Visceral and subcutaneous adipose tissue volumes are cross-sectionally related to markers of inflammation and oxidative stress: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2007;116(11):1234-41.
24. Vicennati V., Vettor R., Pasquali R. et al. Serum leptin in obese women with polycystic ovary syndrome is correlated with body weight and fat distribution but not with androgen and insulin levels. *Metabolism*. 1998;47(8):988-992.
25. El-Serag HB, Hacken-Bitar J., Kramer JR et al. Abdominal obesity and the risk of Barrett's esophagus. *Am J Gastroenterol*. 2005;100:2151-6.
26. Lee ES, Lee SY, Oh SW et al. Depressive mood and abdominal fat distribution in overweight premenopausal women. *Obes Res*. 2005;13(2):320-5.
27. Nielsen TL, Larsen R, Anderson M et al. Visceral and subcutaneous adipose tissue assessed by magnetic resonance imaging in relation to circulating androgens, sex hormone-binding globulin, and luteinizing hormone in young men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(7):2696-705.
28. De Simone M, Lozzi S, Criscione S et al. Increased visceral adipose tissue is associated with increased circulating insulin and decreased sex hormone binding globulin levels in massively obese adolescent girls. *J Endocrinol Invest*. 2001;24(6):438-44.
29. De Pergola G, Bosello O, Giorgino R et al. Body fat accumulation is possibly responsible for lower dehydroepiandrosterone circulating levels in premenopausal obese women. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1996;20(12):1105-10.
30. Deschenes D, Dupont P, Tchernof A et al. Subdivision of the subcutaneous adipose tissue compartment and lipid-lipoprotein levels in women. *Obes Res*. 2003;11(3):469-76.
31. Smith SR, Volavafova J, Bray GA et al. Contributions of total body fat, abdominal

- subcutaneous adipose tissue compartments, and visceral adipose tissue to the metabolic complications of obesity. *Metabolism*. 2001;50(4):425-35.
32. Lovejoy JC, Smith Sr, Rood. Comparison of regional fat distribution and health risk factors in middle-aged white and african american women: the healthy transitions study. *Obes Res*. 2001;9(1):10-16.
  33. Toth MJ, Matthews DE, Poehlman ET et al. Determinants of insulin-stimulated glucose disposal in middle-aged, premenopausal women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2001;281(1):113-21.
  34. He Q, Engelson ES, Kotler DP. A comparison of abdominal subcutaneous adipose tissue pattern obese and lean HIV-infected women. *J Nutr*. 2005;135(1):53-7.
  35. 권혁상, 강성구, 손호영 등. 한국 성인에서의 NCEP-ATP 3 기준을 적용한 대사증후군 유병률과 임상적 특징. *대한내과학회지*. 2005;68(4):359-68.
  36. Kissebah AH, Vydelingum N, Murray R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK, et al. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 1982;54:254-60.
  37. Monzon JR, Udipi V, Green A et al. Lipolysis in adipocytes isolated from deep and superficial subcutaneous adipose tissue. *Obes Res*. 2002;10(4):266-9.
  38. 윤중원, 이원영, 김지연, 박현덕, 임성호, 정찬희 등. 한국인 성인에서 내장 지방량과 죽상경화증 위험인자 및 좌심실비대와의 상관관계. *대한내과학회지*. 2002;63(2):177-85
  39. 신승우, 김길수. 복부비만 치료 후 피하 및 내장 지방의 변화. *대한한방비만학회지*. 2006;6(2): 95-104.
  40. 김호준, 김성수, 신현대 외. 전기지방분해침의 이론적 근거에 관한 고찰. *한방재활의학회지*. 1999;9(2):55-64.