대한성형외과학회지. 제 37 권, 제 5 호
J Korean Soc Plast Reconstr Surg
Vol. 37, No. 5, 535 - 546, 2010

신체 부위에 따른 지방조직의 특성: 컴퓨터단층촬영 및 조직학적 소견

신동우 · 손대구 · 박무식 · 김준형 · 한기환

계명대학교 의과대학 성형외과학교실

Characteristics of Fat Tissue According to the Anatomical Regions of the Body: Computed Tomographic and Histological Findings

Dongwoo Shin, M.D., Daegu Son, M.D.,
Mushik Park, M.D., Junhyung Kim, M.D.,
Kihwan Han, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

Purpose: The subcutaneous fat tissue is separated into 2 layers by the subcutaneous fascia: the superficial and deep fat layers. The two fat layers have different structures according to the body regions. The purpose of this study is to evaluate the distribution and pattern of the two fat layers in the human body by computed tomography (CT) and histological analysis according to age, sex, anatomical region, and body mass index (BMI).

Methods: This study included 200 males and 200 females who underwent 64-channel dynamic CT in our hospital. The patients were divided into 5 groups according to 10 years of their ages separately in either male or female gender. The thickness of the superficial and deep fat layers was measured in the abdominal, pelvic, and femoral regions, and we analyzed the values. Statistical analyses were performed using SPSS software. The 3 × 3-cm whole fat layers were harvested from the same sites of 3 cadavers for histological examination, and one cadaver was dissected for gross evaluation.

Results: The total thickness of subcutaneous fat tissue was greater in females than in males, and the ratio of the superficial fat layer to the whole fat layer was higher in females. The superficial fat layer became thinner with increasing age in males. As BMI increased, the total fat layer became thicker, and the superficial fat layer became thicker than the deep fat layer. On histological examination, the superficial fat layer had small adipose lobules and showed a densely distributed pattern in the abdominal region, whereas in the femoral region, it had large adipose lobules and showed a sparsely distributed pattern. There were no significant differences in the histological findings of the deep fat layer between the 3 body regions.

Conclusion: Significant differences in histological findings of the two fat layers were found in relation to age, sex, anatomical region, and BMI. The superficial fat layer became thinner with increasing age in males, but it was constant in females. As BMI increased, the total thickness of subcutaneous fat tissue became greater, and the superficial fat layer became thicker than the deep fat layer. Our measurements can be used to understand the characteristics of the fat layers in relation to age, sex, anatomical region, and BMI.

Key Words: Subcutaneous fat, Liposuction, Lipectomy, Obesity

Received March 18, 2010
Revised April 14, 2010
Accepted August 10, 2010

Address Correspondence: Daegu Son, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Keimyung University School of Medicine, 194 Dongsan-dong, Daegu 700-712, Korea. Tel: 053) 250-7636/Fax: 053) 255-0632/E-mail: handson@dsmc.or.kr

* 본 논문은 2009년 추계 대한성형외과학회 학술대회에서 구연 발표되었음.

I. 서 론

피하지방조직은 피부밑근막을 사이에 두고 얕은지방층(superficial fat layer)과 깊은지방층(deep fat layer)의 2층으로 나뉜다. 얕은지방층은 피부면에 대해 직각 방향인 수많은 섬유사이막(fibrous septum)들 사이의 좁은 간격에 작은 지방덩이가 빼곡하게 들어 있는 구조이고, 깊은지방층은 피부면에 대해 비교적 수평 방향인 섬유사이막들 사이 더 넓은 간격에 지방이 느슨하게 들어있는 구조이다. 신체 부위에 따라 얕은지방층과 깊은지방층 사이에는 구조, 양상 및 비율 등 많은 차이점이 있다.

1991년 Lockwood 등[1]은 사체 12구의 복부 컴퓨터단층촬영을 통하여 얕은지방층과 깊은지방층을 나누는 'superficial fascial system'에 대해 정의하였으며, 기능적으로 체간과 사지의 지방을 지지하고 모양을 잡아주는 역할을 한다고 하였다. 이 후 1996년 Johnson 등[2]은 여성 20명의 복부 컴퓨터단층촬영을 통하여 장골능 직상방에서 지방층을 나누는 'subcutaneous fascial plane'을 확인하고, 복부의 위치에 따른 각각의 두께를 측정하여 평균값을 산출하였고, 정면과 측면에서 얕은지방층의 두께가 깊은지방층에 비하여 두꺼운 양상을 보인다고 하였다. 지금까지의 연구는 컴퓨터단층

촬영, 자기공명영상 및 초음파 등을 통한 'superficial fascial system'의 관찰이 대부분이고 두께를 측정한 연구가 있었지만 20대 여성의 복부에 제한되었다. 그리고 조직학적 소견 등을 통한 구조상의 차이에 대한 분석은 없었다.

이번 연구에서는 컴퓨터단층촬영, 조직학적 소견 및 사체해부 육안관찰을 통하여 피하지방층의 양상을 관찰하였다. 컴퓨터단층촬영 상에서는 지금까지의 연구와는 다르게 복부 뿐만 아니라 둔부, 대퇴부에서도 각각 지방층의 두께를 측정하였으며 연령, 성별, body mass index (BMI)에 따라 대상군을 나누어 양상을 비교하였다. 그리고 신체 부위별로 조직학적 소견과 사체해부 육안관찰을 통하여 얕은지방층과 깊은지방층의 분포 및 양상을 관찰하였다. 신체 부위별 지방층의 특징들을 비교 분석함으로써 얕은지방층과 깊은지방층의 연령, 성별에 따른 특성을 알아보고자 하는 것이 이 연구의 목적이다.

II. 재료 및 방법

가. 연구대상

2009년 1월에서 3월 사이에 64 channel abdomen and pelvic dynamic CT (Somatom Sensation 64, Siemens, Erlangen, Germany)를 촬영한 20~60대 남성, 여성 각각 200명씩 총 400명을 대상으로 하였다. 이들의 연령은 20~69세로 평균 43.7세였으며, BMI는 18.61~28.24로 평균 22.31이었다. 광학현미경을 통한 조직학적 소견의 관찰은 각각 47, 53, 70세 여성의 사체에서 신체 부위별로 채취한 전층 지방을 대상으로 하였고, 육안관찰은 43세 여성의 사체해부를 통해 시행하였다. 그리고 당뇨, 갑상선질환과 같은 지방대사에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 질환을 가진 증례는 제외하였고 또한 컴퓨터단층촬영 영상에서 환자의 자세가 바르지 않고, 적절한 범위의 단층영상이 이루어지지 않는 경우, 영상의 질이 떨어지거나 'superficial fascial system'을 명확하게 관찰할 수 없는 경우도 제외하였다.

나. 컴퓨터단층촬영을 통한 연구

1) 컴퓨터단층촬영 및 계측

모든 연구는 Siemens Somatom Sensation 64 channel CT 장비를 이용한 2D abdomen & pelvic dynamic CT 영상에서 지방층을 잘 관찰할 수 있도록 Hounsfield unit을 -150에서 -50으로 조절하여 'superficial fascial system'을 확인하였다. 2D abdomen & pelvic dynamic CT영상을 Maroview® (version 5.4, PACS, Seoul, Korea) 상에서 'superficial fascial system'이 가장 잘 보이는 Hounsfield unit로 맞추고 'custom-length'를 이용하여 마우스 드래그로 얕은지방층

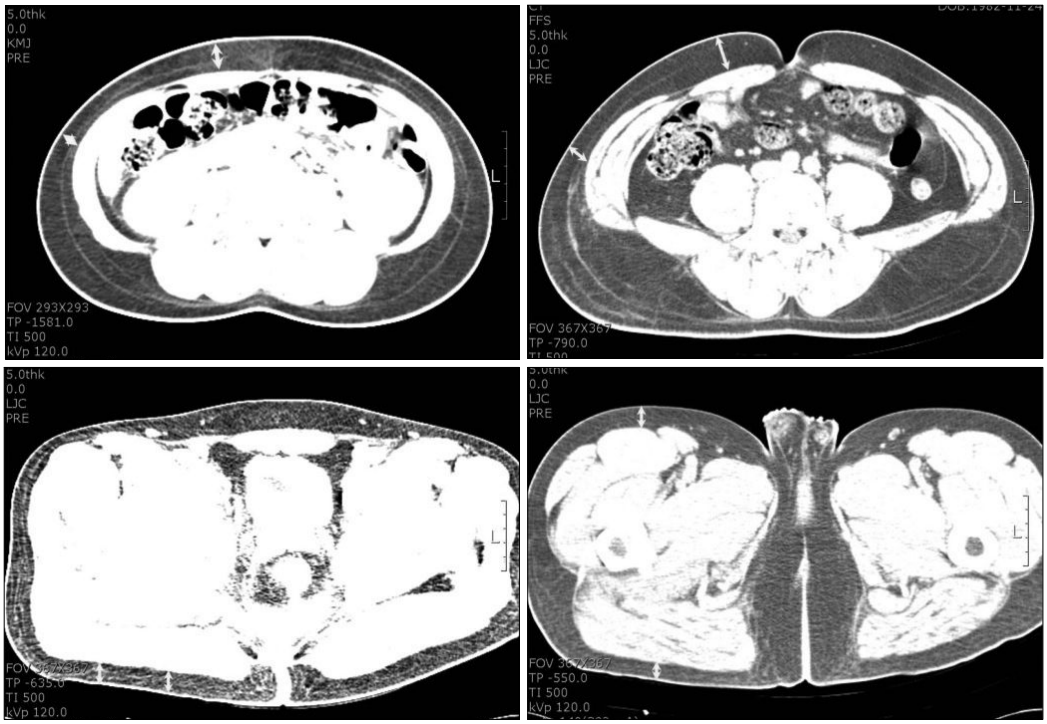

Fig. 1. Measurement point of fat thickness in each body region. (Above, left) Upper abdomen, anterior-middle of rectus abdominis, lateral-contact point of transverse line at most anterior region of vertebral body. (Above, right) Lower abdomen, same as upper abdomen. (Below, left) Hip, medial and lateral third point of gluteus maximus. (Below, right) Thigh, middle of anterior and posterior surface.

과 깊은지방층의 두께를 피부면에서 수직으로 근육에 도달할 때까지의 두께로 측정하였다 (Fig. 1).

2) 측정 부위에 따른 분류

지방층의 두께를 측정한 부위는 상, 하복부, 둔부 및 대퇴부의 네 군데에서 측정하였고 상복부는 8번 흉추, 하복부는 장골능 (iliac crest) 직상방의 높이에서 세부적으로 전방과 측방에서 계측하였는데 전방은 복직근 (rectus abdominis muscle)의 중앙에서 측정하였고, 측방은 흉추체부 및 요추체부의 최전방에서 양측측방으로 평행하게 선을 그었을 때 만나는 전거근 (serratus anterior muscle)에서 측정하였다. 둔부는 비구 (acetabulum) 직상방의 높이에서 대둔근 (gluteus maximus)을 3등분하는 두 개의 지점에서 각각 내, 외측 지방층을 계측하였고, 대퇴부는 대퇴골의 상방 1/3의 높이에서 대퇴부의 앞, 뒤쪽 가운데 지점까지의 지방층을 계측하였다 (Fig. 1).

3) 연령, 성별에 따른 분류

연령, 성별에 따라 지방층의 양상이 달라지므로 저자들은 20~60대의 남성, 여성을 대상으로 하였으며, 20~29세, 30~39세, 40~49세, 50~59세, 60~69세의 다섯 개의 군에서 각각 남녀 40명을 대상으로 하여 성별에 따라 분류하였다.

4) BMI에 따른 분류

BMI에 따른 지방층의 양상을 알아보기 위해 한국인의 BMI 기준에서 저체중인 18.5 이하와 고도비만인 30 이상을 제외하고 18.5~22.9인 정상체중, 23.0~24.9인 과체중, 25.0~29.9인 경도비만의 세 개의 대상군으로 나이에 관계없이 재분류한 여성 각각 50명을 대상으로 분석하였다.

5) 통계학적 분석

통계분석 프로그램 (SPSS for windows, version 12.0; SPSS, Inc., Chicago, Ill)을 사용하여 같은 연령 및 신체 부위에서 성별에 따른 지방두께의 차이와 BMI에 따른 지방두께의 차이 및 연령증가에 따른 변화를 t-test로 검증하였다. 통계학적 신뢰수준은 $p < 0.05$로 하였다.

다. 사체를 통한 연구

1) 육안관찰

한 구의 사체해부를 통해 상, 하복부, 둔부 및 대퇴부의 지방층을 관찰하였다. 관찰한 부위는 컴퓨터단층촬영에서와 같이 상복부는 8번 흉추, 하복부는 장골능 직상방, 둔부는 비구 직상방 그리고 대퇴부는 대퇴골의 상방 1/3지점에서 관찰하였다. 피부에서 근육층까지 전층의 피하지방에 횡절개 (transverse incision)를 가하고 'superficial fascial system'과 얕은지방층, 깊은지방층의 양상을 관찰하였고 컴퓨터단층촬영 소견과 비교하였다.

2) 조직학적 관찰

세 구의 사체에서 복부, 둔부 및 대퇴부의 신체 부위에서 3 × 3 cm 크기로 피부를 포함한 전체 지방층을 채취하여 약 24시간 동안 포르말린에 고정시킨 다음 12시간 동안 세척하고, 3~6시간 동안 건조 및 파라핀 처리 한 후 절개하여 슬라이드를 제작하였다. 그리고 hematoxylin and eosin stain을 이용하여 염색을 하고 광학현미경을 통해 조직소견을 관찰하였다.

III. 결 과

가. 컴퓨터단층촬영을 통한 측정 결과

1) 연령 및 성별에 따른 신체 부위별 지방층의 두께

a. 복부지방층 (Table I, II, III, IV)

20대 남성의 상복부 전면은 얕은지방층 10 ± 3.4 mm, 깊은지방층 5 ± 3.3 mm, 측면은 얕은지방층 13 ± 4.0 mm, 깊

Table I. The Thickness of Fat Layer of Upper Abdomen in Male (mm)

Age	Upper abdomen							
	Anterior				Lateral			
	Superficial		Deep		Superficial		Deep	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
20 ~ 29	10	3.4	5	3.3	13	4.0	5	3.2
30 ~ 39	9	3.3	7	3.2	10	3.6	4	2.3
40 ~ 49	8	2.5	5	2.8	8	1.9	4	1.9
50 ~ 59	9	3.1	11	3.5	9	3.7	5	2.5
60 ~ 69	7	3.0	5	2.4	5	2.3	3	1.7

Table II. The Thickness of Fat Layer of Upper Abdomen in Female (mm)

Age	Upper abdomen							
	Anterior				Lateral			
	Superficial		Deep		Superficial		Deep	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
20 ~ 29	13	3.2	7	3.1	15	3.2	4	3.2
30 ~ 39	13	3.3	6	3.5	12	3.8	4	2.3
40 ~ 49	17	3.3	9	3.4	16	3.1	5	2.8
50 ~ 59	15	3.1	8	3.4	13	3.2	4	2.8
60 ~ 69	12	3.3	7	3.4	13	3.1	4	3.0

Table III. The Thickness of Fat Layer of Lower Abdomen in Male (mm)

Age	Lower abdomen							
	Anterior				Lateral			
	Superficial		Deep		Superficial		Deep	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
20 ~ 29	10	2.5	9	3.4	10	3.1	5	3.9
30 ~ 39	12	3.1	7	4.0	5	3.6	3	3.1
40 ~ 49	8	3.0	7	3.4	6	3.5	2	2.3
50 ~ 59	9	2.7	10	3.8	8	3.2	4	2.9
60 ~ 69	6	3.2	6	3.1	6	3.0	3	3.3

Table IV. The Thickness of Fat Layer of Lower Abdomen in Female (mm)

Age	Lower abdomen							
	Anterior				Lateral			
	Superficial		Deep		Superficial		Deep	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
20 ~ 29	13	3.0	10	3.3	12	3.8	5	2.5
30 ~ 39	16	3.3	8	3.2	12	3.0	3	2.7
40 ~ 49	16	3.3	11	3.0	13	3.6	5	3.0
50 ~ 59	10	3.2	9	3.1	11	3.4	4	3.2
60 ~ 69	16	3.5	11	3.1	15	3.3	7	3.7

은지방층 5 ± 3.2 mm였고, 20대 여성의 상복부 전면은 얕은지방층 13 ± 3.3 mm, 깊은지방층 7 ± 3.1 mm, 측면은 얕은지방층 15 ± 3.2 mm, 깊은지방층 4 ± 3.2 mm로 복부지방은 여성이 더 두꺼웠으며 다른 신체 부위에 비해서도 더 두꺼웠다.

30대 남성의 상복부 전면은 얕은지방층 9 ± 3.3 mm, 깊은지방층 7 ± 3.2 mm였으며, 30대 여성의 상복부 전면은 얕은지방층 13 ± 3.3 mm, 깊은지방층 6 ± 3.5 mm로 20대와 마찬가지로 여성에서 더 두꺼웠으나 20대와 비교하여 그 두께가 얇아졌다.

40대 남성의 상복부 지방층은 전면에서 얕은지방층 8 ±

2.5 mm, 깊은지방층 5 ± 2.8 mm로 얕은지방층이 20대의 지방두께에 비해 얇아지고 깊은지방층이 두꺼워지는 양상을 보였지만, 40대 여성의 상복부 지방층은 전면에서 얕은지방층 17 ± 3.3 mm, 깊은지방층 9 ± 3.4 mm, 측면에서 얕은지방층 16 ± 3.1 mm, 깊은지방층 5 ± 2.8 mm로 전반적으로 두꺼워지거나 유지되는 양상을 보였다.

50대 남성의 상복부 지방층은 전면에서 얕은지방층 9 ± 3.1 mm, 깊은지방층 11 ± 3.5 mm였고, 50대 여성의 상복부 지방층은 전면에서 얕은지방층 15 ± 3.1 mm, 깊은지방층 8 ± 3.4 mm로 40 대의 양상과 유사하였으나 남성에서 깊은지방층의 미세한 증가가 있었다.

60대 남성의 상복부 전면은 얕은지방층 7 ± 3.0 mm, 깊은지방층 5 ± 2.4 mm, 측면은 얕은지방층 5 ± 2.3 mm, 깊은지방층 3 ± 1.7 mm로 측정되었다. 하복부 전면은 얕은지방층 6 ± 3.2 mm, 깊은지방층 6 ± 3.1 mm, 측면은 얕은지방층 6 ± 3.0 mm, 깊은지방층 3 ± 1.3 mm로 전반적으로 두께가 감소하였다. 그러나 60대 여성의 상복부 전면은 얕은지방층 12 ± 3.3 mm, 깊은지방층 7 ± 3.4 mm, 측면은 얕은지방층 13 ± 3.1 mm, 깊은지방층 4 ± 3.0 mm, 하복부 전면은 얕은지방층 16 ± 3.5 mm, 깊은지방층 11 ± 3.1 mm, 측면은 얕은지방층 15 ± 3.3 mm, 깊은지방층 7 ± 3.7 mm로 얕은지방층은 오히려 증가한 양상을 볼 수 있었고 깊은지방층은 미세하게 감소하였다.

b. 둔부지방층 (Table V, VI)

20대 둔부의 지방층은 다른 신체 부위와 달리 남성은 내측에서 얕은지방층 8 ± 3.2 mm, 깊은지방층 8 ± 2.4 mm, 외측에서 얕은지방층 8 ± 3.4 mm, 깊은지방층 9 ± 3.6 mm로 깊은지방층이 더 두꺼운 양상을 보였고 20대 여성의 둔부 지방층은 내측에서 얕은지방층 11 ± 2.4 mm, 깊은지방층 11 ± 3.3 mm, 외측에서 얕은지방층 12 ± 3.2 mm, 깊은지방층 11 ± 2.8 mm로 두 층이 거의 비슷하거나 얕은지방층이 더 두꺼운 양상을 보였다.

30대 남성의 둔부는 내측에서 깊은지방층 8 ± 2.4 mm였고 외측에서 깊은지방층 9 ± 3.6 mm였으며 30대 여성의 둔부 내측에서 깊은지방층 10 ± 1.4 mm, 외측의 깊은지방층 11 ± 3.8 mm로 여성에서 깊은지방층이 더 두꺼웠고 얕은지방층과 깊은지방층의 차이가 다른 부위에 비해 작았다.

Table V. The Thickness of Fat Layer of Hip in Male (mm)

Age	Hip							
	Medial				Lateral			
	Superficial		Deep		Superficial		Deep	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
20 ~ 29	8	3.2	8	2.4	8	3.4	9	3.6
30 ~ 39	6	2.0	9	3.0	8	2.6	7	3.1
40 ~ 49	5	2.3	10	3.1	6	3.0	8	3.8
50 ~ 59	4	1.4	6	2.5	5	2.1	5	2.1
60 ~ 69	4	2.3	6	1.9	6	3.1	7	2.3

Table VI. The Thickness of Fat Layer of Hip in Female (mm)

Age	Hip							
	Medial				Lateral			
	Superficial		Deep		Superficial		Deep	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
20 ~ 29	11	2.4	11	3.3	12	3.2	11	2.8
30 ~ 39	11	3.3	10	1.4	12	3.2	11	3.8
40 ~ 49	10	2.3	12	3.7	13	3.6	11	3.2
50 ~ 59	9	3.3	9	3.1	12	3.2	11	3.1
60 ~ 69	9	3.4	11	3.4	13	2.4	14	3.6

40대 남성의 둔부는 내측에서 얕은지방층 5 ± 2.3 mm, 깊은지방층 10 ± 3.1 mm였으며 40대 여성의 둔부는 내측에서 얕은지방층 10 ± 2.3 mm, 깊은지방층 12 ± 3.7 mm로 30대와 유사한 양상이었지만 남성은 깊은지방층의 증가가 있었다.

50대 남성의 둔부는 내측에서 얕은지방층 4 ± 1.4 mm, 깊은지방층 6 ± 2.5 mm였고, 50대 여성의 둔부는 내측에서 얕은지방층 9 ± 3.3 mm, 깊은지방층 9 ± 3.1 mm로 남성과 여성의 차이가 더 커지는 양상을 보였다.

60대 남성의 둔부는 내측에서 얕은지방층 4 ± 2.3 mm, 깊은지방층 6 ± 1.9 mm였으며, 60대 여성의 둔부는 내측에서 얕은지방층 9 ± 3.4 mm, 깊은지방층 11 ± 3.4 mm로 남성 지방층의 두께감소가 두드러졌다.

c. 대퇴부지방층 (Table VII, VIII)

20대 남성의 대퇴부는 전면의 얕은지방층 9 ± 2.1 mm, 깊은지방층 4 ± 2.1 mm였고 20대 여성의 대퇴부는 전면에서 얕은지방층 12 ± 3.5 mm, 깊은지방층 6 ± 3.1 mm였다. 여성에서 더 두꺼운 양상을 보였다.

30대 남성의 대퇴부는 전면의 얕은지방층 9 ± 3.5 mm, 깊은지방층 4 ± 3.2 mm였으며 30대 여성의 대퇴부는 전면에서 얕은지방층 11 ± 3.2 mm, 깊은지방층 6 ± 3.3 mm로 20대와 비슷한 양상을 보였다.

40대와 50대의 대퇴부는 남성과 여성 모두에서 20대와 큰 변화는 없었고 여성에서 더 두꺼운 양상을 보였다.

60대 남성의 대퇴부는 전면의 얕은지방층 8 ± 3.3 mm, 깊은지방층 4 ± 1.5 mm였고 60대 여성의 대퇴부는 전면의 얕은지방층 13 ± 3.2 mm, 깊은지방층 7 ± 3.0 mm로 50대와 비교하여 경미하게 증가하는 소견을 보였다.

2) 연령 및 성별에 따른 신체 부위별 지방층의 통계학적 비교분석

a. 성별에 따른 신체 부위의 특성

통계학적으로 의미 있는 항목은 20대에서 성별에 따라 상, 하복부의 얕은지방층, 둔부의 깊은지방층 및 대퇴부의 두 지방층 모두에서 남성에 비해 여성에서 두꺼웠다. 신체 부위별 양상을 보면 남성의 상복부 측면의 얕은지방층의 두께는 둔부의 내, 외측 얕은지방층의 두께와 비교하여 두꺼웠으며 여성의 상복부 전, 측면 얕은지방층은 대퇴부의 전, 후

Table VII. The Thickness of Fat Layer of Thigh Male (mm)

Age	Thigh							
	Anterior				Posterior			
	Superficial		Deep		Superficial		Deep	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
20 ~ 29	9	2.1	4	2.1	7	3.0	7	3.1
30 ~ 39	9	3.5	4	3.2	6	3.4	7	3.0
40 ~ 49	6	2.2	5	3.4	7	2.3	6	3.0
50 ~ 59	7	2.2	4	2.3	4	2.0	4	2.1
60 ~ 69	8	3.3	4	1.5	6	3.2	5	3.1

Table VIII. The Thickness of Fat Layer of Thigh in Female (mm)

Age	Thigh							
	Anterior				Posterior			
	Superficial		Deep		Superficial		Deep	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
20 ~ 29	12	3.5	6	3.1	10	3.7	10	3.4
30 ~ 39	11	3.2	6	3.3	9	3.2	7	3.2
40 ~ 49	11	3.2	8	3.1	10	3.1	10	3.1
50 ~ 59	10	3.6	4	2.8	9	3.0	7	3.1
60 ~ 69	13	3.2	7	3.0	9	1.5	9	3.1

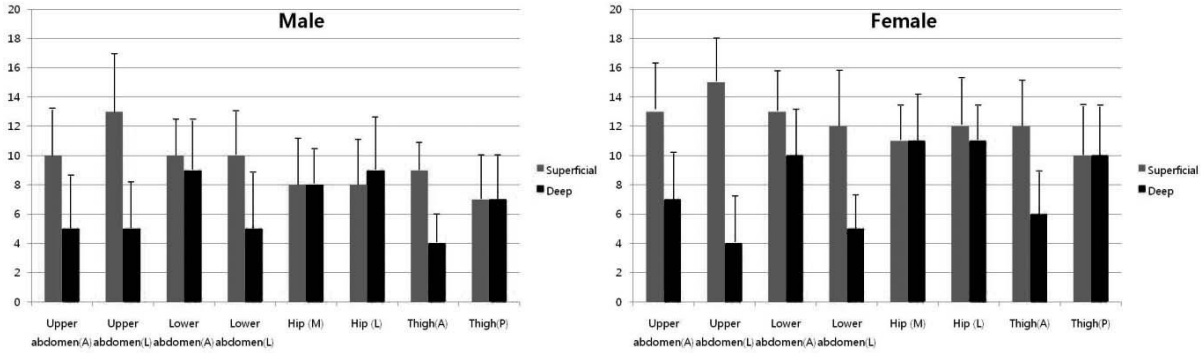

Fig. 2. Thickness of superficial and deep fat layer in twenties. (Left) Superficial fat layer of upper lateral abdomen is thicker than that of hip in male. (Right) Superficial fat layer of abdomen is thicker in female. Superficial fat layer of upper abdomen is thicker than that of thigh in female (*$p < 0.05$).

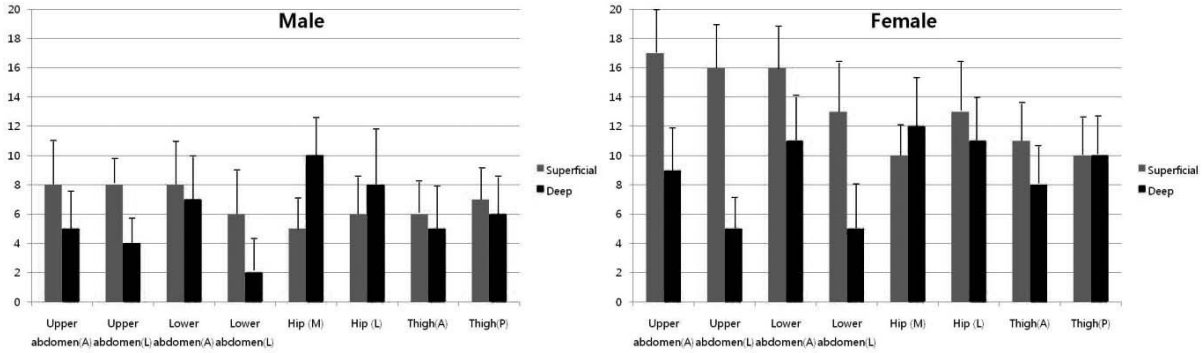

Fig. 3. Thickness of superficial and deep fat layer in forties. Both fat layer of hip is thicker in female. (Left) Deep fat layer of hip is thicker than that of lower abdomen in male. (Right) Superficial fat layer of upper abdomen is thicker than that of hip and thigh in female (*$p < 0.05$).

면 얕은지방층에 비해 두꺼웠다 (Fig. 2).

30대에서도 마찬가지로 상, 하복부의 얕은지방층, 둔부의 깊은지방층 및 대퇴부의 두 지방층이 여성에서 두꺼웠다.

40대에서는 상, 하복부의 얕은지방층, 둔부의 두 지방층 및 대퇴부의 깊은지방층에서 여성의 지방층이 두꺼웠다. 신체 부위별로 남성의 둔부의 내, 외측 깊은지방층은 상, 하복부의 전, 외측 깊은지방층에 비해 두꺼웠다. 그리고 여성의 상복부 전, 외측 얕은지방층은 둔부 및 대퇴부의 얕은지방층에 비해 두꺼웠다 (Fig. 3).

50대에서는 상, 하복부 및 둔부의 두 지방층 모두에서 여성의 지방층이 두꺼웠다.

60대에서는 상, 하복부의 얕은지방층, 둔부 및 대퇴부의 두 지방층 모두에서 남성에 비해 여성에서 두꺼웠다. 남성에서는 신체 부위별로 통계학적으로 의미 있는 차이는 없었으며, 여성의 하복부 전, 외측의 얕은지방층은 각각 둔부의 내측과 대퇴부 후면의 얕은지방층에 비해 두꺼웠다(Fig. 4).

b. 연령에 따른 신체 부위의 특성

연령이 증가함에 따라 남성의 얕은지방층은 전반적으로 감소하는 양상을 보였고 상, 하복부의 감소가 두드러졌다. 반면에 여성의 얕은지방층은 두께가 유지되었으며 상, 하복부에서 40대 이후에 감소하는 양상을 보였다. 그리고 대퇴부에서는 50대 이후에 오히려 증가하는 양상을 보이기도 했다 (Fig. 5).

남성의 깊은지방층 역시 연령의 증가에 따라 감소하였으나 얕은지방층에 비해 그 정도가 작았고 40대 이후에 감소하는 소견을 보였으며 여성의 깊은지방층은 두께가 유지되었고 둔부에서는 50대 이후에 두께가 증가하였다. 상대적으로 깊은지방층의 두께는 얕은지방층에 비해 얇았기 때문에 전체 지방층의 두께에 미치는 영향은 작았다 (Fig. 6).

3) BMI에 따른 지방층의 두께

지방흡입술을 주로 시행하는 여성을 대상으로 BMI에 따라 세 개의 군으로 나누어 얕은지방층과 깊은지방층의 두께를 측정한 결과, BMI가 높아질수록 두 개의 지방층 모두에

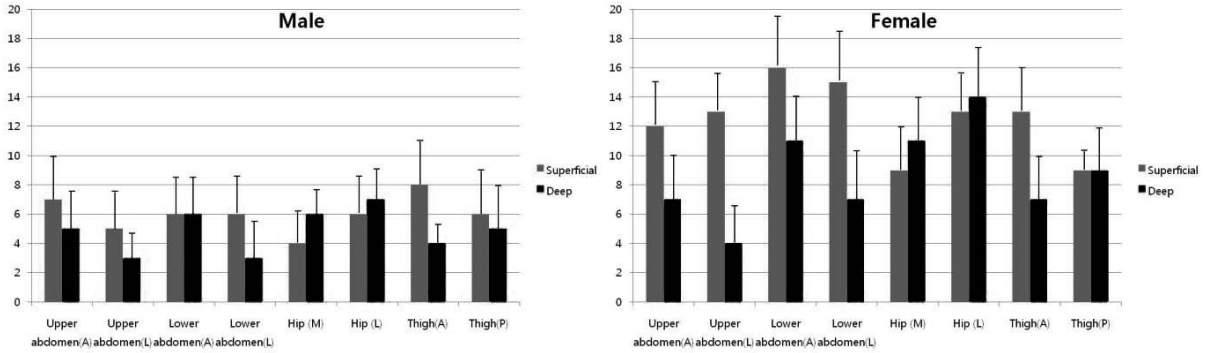

Fig. 4. Thickness of superficial and deep fat layer in sixties. Significant decrease of superficial and deep fat layer is observed in male. (Left) There is no significant difference toward body region in male. (Right) Superficial fat layer of lower abdomen is thicker than that of medial hip and posterior thigh in female (*$p < 0.05$).

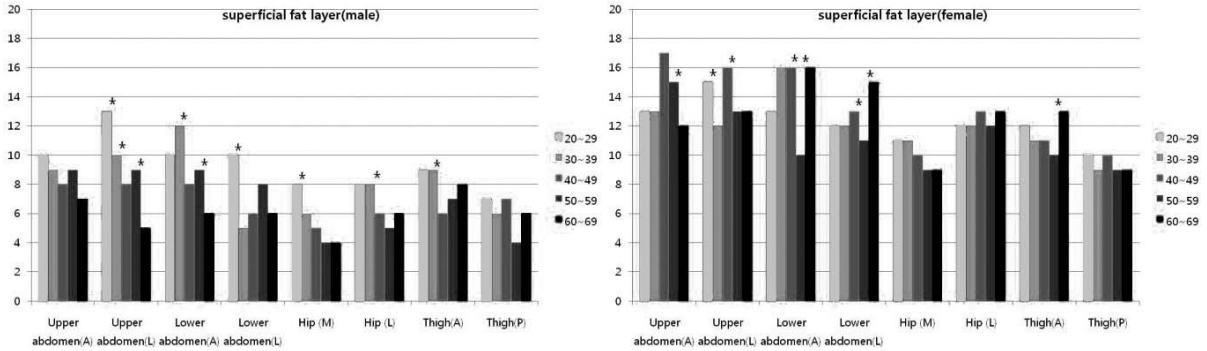

Fig. 5. Thickness of superficial fat layer toward age. (Left) Fat layer is decreased toward age in male. (Right) Thickness is maintained in female of abdomen. Fat layer of anterior thigh is thickened in female after fifties (*$p < 0.05$).

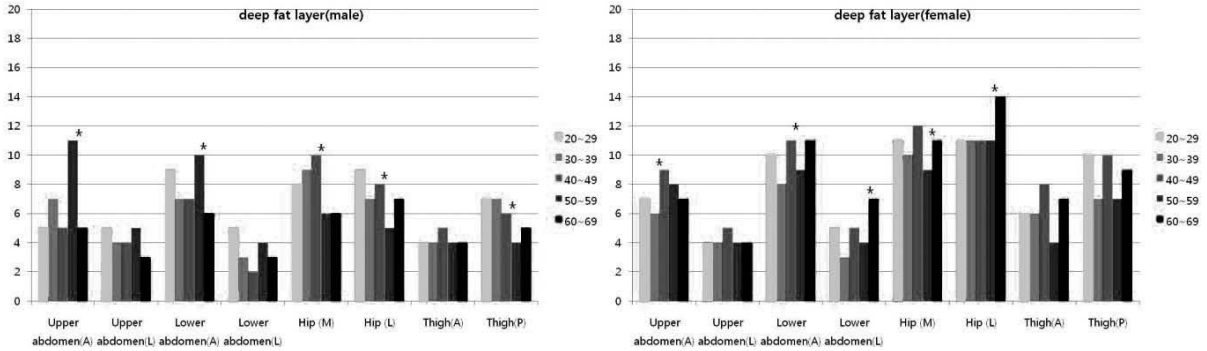

Fig. 6. Thickness of deep fat layer toward age. (Left) Abdominal fat layer is decreased in male after fifties. (Right) Fat layer of female is thickened in lower abdomen and hip after fifties (*$p < 0.05$).

서 전반적으로 두께가 두꺼워지는 양상을 보였고 이러한 특징은 상, 하복부에서 두드러지게 나타났으며 상대적으로 얕은지방층의 두께 증가가 더 두드러졌다.

둔부 및 대퇴부에서도 경미하게 두꺼워지는 양상을 볼 수 있었지만, 복부에 비해 그 정도가 작았고 내측 둔부의 얕은지방층은 BMI 증가에 따라 그 두께가 오히려 감소하는 양상을 보였다.

BMI에 따른 지방두께의 차이는 정상체중과 과체중 군을 비교하였을 때 상, 하복부의 얕은지방층과 둔부의 깊은지방층에서 과체중 군에서 통계학적으로 유의하게 지방층이 두꺼워졌고, 과체중과 경도비만인 군을 비교하였을 때 상복부의 두 지방층과 하복부 및 대퇴부의 얕은지방층에서 경도비만 군에서 유의한 지방층의 증가를 보였다 (Fig. 7).

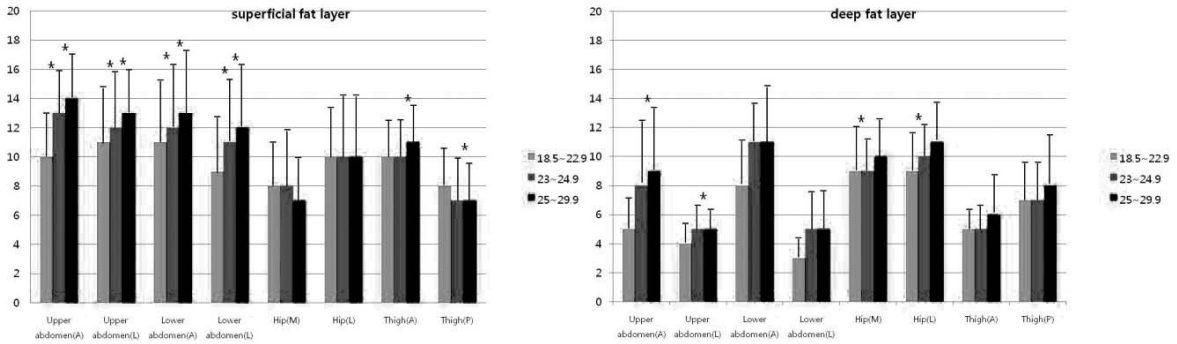

Fig. 7. Thickness of superficial and deep fat layer toward BMI. (Left) Superficial fat layer of abdomen is thickened toward BMI. Superficial fat layer is markedly increased in upper and lower abdomen. (Right) Upper abdomen is thickened in deep fat layer (*$p < 0.05$)

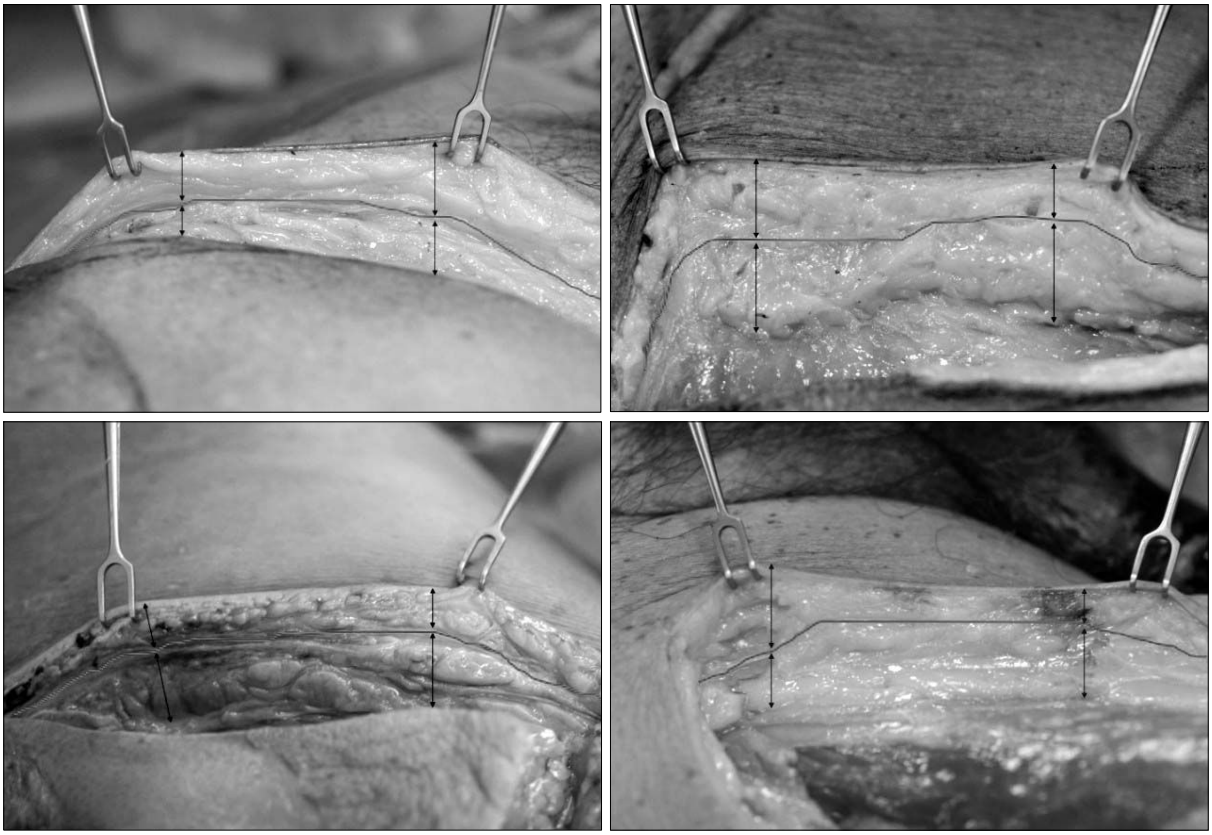

Fig. 8. Photograph of cadaver dissection. Photography was done cephalic to caudal direction. Red line indicates superficial fascial system and divides superficial and deep fat layer. (Above, left) Fat layer of medial portion is more thicker than lateral portion in upper abdomen. (Above, right) Superficial fat layer is thickest in lower abdomen. (Below, left) Deep fat layer is thickest in hip. (Below, right) Fat layer of thigh.

나. 사체를 통한 연구결과

1) 육안관찰

사체해부를 통한 육안관찰에서 'superficial fascial system'을 쉽게 관찰 수 있었으나 43세 여성의 사체 한 구의 해부를 통해 관찰하였기 때문에 연령, 성별에 따른 특징은 알 수 없었다. 육안관찰 상 신체 부위별 지방층의 특징을 살펴보면 깊은지방층의 두께는 부위에 상관없이 일정하게 유지되는 반면 얕은지방층은 복부에서 가장 두꺼웠으며 측면으로 갈수록 얇아지는 양상을 보였고 둔부에서는 얕은지방층의 두께가 가장 얇았다. 그리고 대퇴부에서는 복부와 둔부의 중간 정도의 두께를 보였다. 그러나 컴퓨터단층촬영을 통한 지방 두께의 측정결과에서는 이와 다르게 깊은지방층에서는 둔

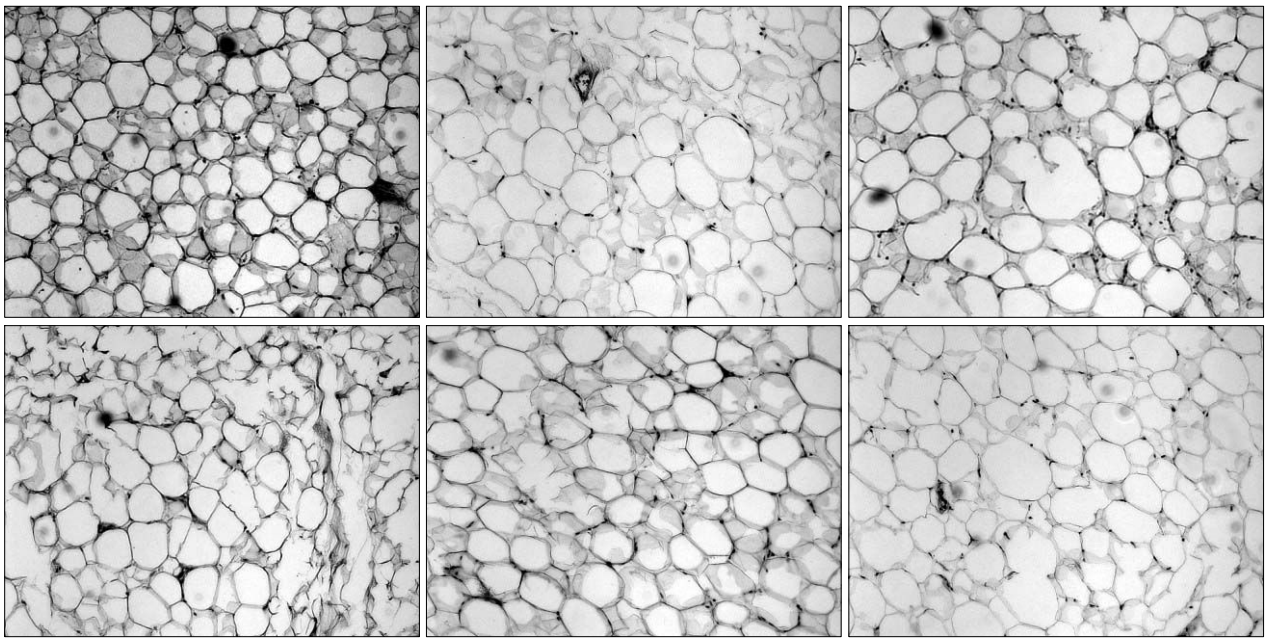

Fig. 9. Histological findings of fat layer. (Above, left) Fat lobule is small, crowded and angulated in superficial fat layer of abdomen. (Above, center) Intermediate character of lobule in superficial fat layer of hip. (Above, right) Fat lobule is big, uncrowded and round in superficial fat layer of thigh. There is no significant difference between deep fat layer toward body region. (Below, left) Deep fat layer of abdomen. (Below, center) Deep fat layer of hip. (Below, right) Deep fat layer of thigh. (Hematoxylin and eosin stain, ×100)

부가 가장 두꺼웠고 다음으로 복부, 대퇴부의 순서였다 (Fig. 8).

2) 조직학적 소견

깊은지방층과 얕은지방층을 나누는 'superficial fascial system'을 저명하게 관찰할 수 있었고, 두 지방층의 지방소엽 (fat lobule)에서 뚜렷한 차이를 볼 수 있었다. 얕은지방층의 지방소엽은 상대적으로 크기가 작고 빼곡하게 들어있는 구조인 반면 깊은지방층은 지방소엽의 크기가 크고 느슨하게 들어있는 구조였다 (Fig. 9). 47, 53, 70세의 여성 사체에서 지방층을 채취하였기 때문에 연령 및 성별에 따른 차이를 알 수는 없었지만 신체 부위에 따른 차이를 관찰할 수 있었다.

깊은지방층의 경우 여러 신체 부위에서 지방층을 채취하였으나 지방소엽의 차이는 거의 없었다. 그러나 상대적으로 얕은지방층은 신체 부위에 따라 지방소엽의 모양 및 양상에 차이가 있었다. 복부의 얕은지방층의 조직학적 소견은 지방소엽의 크기가 작고 조밀하게 모여 있으며 모양은 각이 많은 양상이었다. 그리고 대퇴부의 얕은지방층은 지방소엽의 크기가 크고 밀도가 낮았으며 모양은 원형에 가까운 양상이었다. 그리고 둔부의 경우 두 부위의 지방소엽 특성의 중간양상을 보였다. 같은 높이에서는 내, 외측에서 지방소엽의 크기와 모양의 큰 차이는 없었지만, 세 구의 사체 모두에서 두측에서 미측으로 이동할수록 지방소엽의 크기가 커지는 양상을 관찰할 수 있었다. 이러한 소견은 사체별로 정도의 차이는 있었지만 공통된 특징이었다 (Fig. 9).

IV. 고 찰

가치관이 변화하고 생활수준이 높아지면서 아름다운 체형을 만들기 위한 지방흡입술 및 지방이식술이 미용성형수술의 중요한 분야가 되었다. 지방흡입술은 1964년 Pitanguy 등[3]이 처음으로 보고하고 시도하였으며, 발전을 거듭하게 되었다. 최근에는 얕은지방층과 깊은지방층에 따라 지방흡입술도 두 층으로 나누어 이루어져야 지방흡입술의 효과를 높일 수 있다는 의견이 많다.[4]

일반적으로 지방층의 부위별 두께에 따라 흡입술을 시행할 때 각각 다른 방법으로 시행되어야 하므로 부위별 지방의 특징은 중요하게 여겨져 왔으며, 두께를 측정하기 위한 연구들이 이어져 왔다. 2001년 Steven 등[5]은 성별에 따른 지방조직의 분포에 대해서, 2003년 Kenji 등[6]은 초음파를 통해 지방층의 분포에 대해서, 그리고 2005년 Tatsuya 등[7]은 MRI를 이용하여 지방층의 양상을 관찰하였다. 그러나 'superficial

fascial system'으로 나누어지는 두 지방층을 관찰하는데 국한되었고 지방 양상의 차이에 대한 연구는 없었다. 지방층의 두께를 측정한 연구도 20대 여성의 복부에 국한되어 있어 각 신체 부위별 지방층의 특징을 관찰하는데 어려움이 있었다.[2]

저자들의 연구결과 전체적인 지방층의 두께는 여성에서 두꺼웠고 나이가 증가하여도 그 두께는 큰 변화가 없었던 반면 남성에서는 지방층의 두께가 여성에 비해 얇았으며 나이가 증가함에 따라 두께가 점점 줄어드는 양상을 보였다. 이와 같은 결과는 깊은지방층보다는 얕은지방층의 특성에 기인하는 것으로 파악되었으며, 실제 깊은지방층의 성별, 연령에 따른 변화는 얕은지방층에 비해 작았다. 그리고 부위별 두께를 살펴보면 남성과 여성 모두에서 상, 하복부에서는 얕은지방층의 비율이 높았던 반면 둔부에서는 깊은지방층의 두께가 다른 부위에 비해 더 두꺼웠고 대퇴부에서는 전체적인 지방의 두께는 얇았으나 얕은지방층과 깊은지방층의 비율은 복부에서와 유사했다.

MRI, 초음파, 사체해부 등의 다양한 방법을 통해 지방층의 양상을 알아보는 연구가 진행 되었지만 그 중 컴퓨터단층촬영을 통한 연구가 지방층 관찰에 가장 쉽고, 두께를 측정하기도 용이하여 가장 많이 이용되어 왔다.[8,9] Johnson 등[2]이 컴퓨터단층촬영을 통해 'superficial fascial system'을 기준으로 얕은지방층과 깊은지방층을 나누고, 20대의 하복부에서 얕은지방층의 비율이 높고 측면에 비해 전면에서 지방층이 두껍다고 하였는데, 저자들도 20대 여성의 하복부에서 이와 비슷한 양상을 관찰할 수 있었다.

일반적으로 남성의 지방층이 여성보다 얇은데, 이번 연구를 통해 깊은지방층의 두께에는 큰 차이가 없지만 얕은지방층의 두께에 기인하는 특징임을 알 수 있었다. 연령, 신체에 따른 지방층 두께의 변화는 호르몬, 대사의 변화에 의해 이루어지는 것이 보통인데 얕은지방층의 변화가 현저한 것으로 보아 호르몬, 대사의 변화가 직접적인 영향을 미치는 부위가 얕은지방층이라고 볼 수 있겠다.[10]

30대 이상 남성의 둔부 지방은 다른 부위와 다르게 깊은지방층이 얕은지방층 보다 두껍다. 깊은지방층은 성별에 따라서 큰 차이가 없는데 비해 얕은지방층의 두께는 차이가 많고 남성에서 얇기 때문에 상대적으로 깊은지방층의 비율이 더 높아진 것으로 분석된다. 그리고 여성에 있어서는 폐경기 이후에 감소하기는 하지만 에스트로겐의 영향에 의해 연령이 증가해도 전체 지방층이 두껍게 유지되고 얕은지방층이 두꺼운 반면 남성은 연령증가에 따라 전체 지방층이 서서히 얇아지다가 60대 이후가 되면 현저하게 감소되는 양상을 보였다.

BMI에 따른 지방층의 두께는 BMI가 증가함에 따라 얕은지방층과 깊은지방층이 같이 증가하는 소견을 보였고, 그 중 얕은지방층의 두께증가가 더 두드러졌다. 이는 깊은지방층의 두께는 성별, 연령 및 BMI에 따라 큰 변화가 없지만 얕은지방층은 변화가 큰데 BMI가 증가함에 따라 주로 얕은지방층에 지방축적이 많았기 때문으로 생각된다. 신체 부위 중 복부지방층이 증가되는 정도가 가장 높았으며 둔부와 대퇴부의 지방층은 경미한 증가를 보였는데 전체 지방층의 두께에 큰 영향을 미치는 얕은지방층의 변화가 복부에서 가장 크기 때문으로 생각된다.

사체해부를 통한 육안관찰에서도 깊은지방층의 특징에 큰 차이가 없어 부위별 특징은 얕은지방층에 의해 좌우되었다. 그러나 컴퓨터단층촬영에서 측정한 40대의 지방층은 깊은지방층의 두께에도 부위별로 차이를 보이는데 둔부가 가장 두꺼운 양상을 볼 수 있어 사체해부의 소견과는 차이가 있었다. 이는 사체해부의 대상이 BMI가 낮았기 때문으로 생각된다. 실제로 BMI가 낮은 여성의 지방두께 측정결과 깊은지방층의 변화가 거의 없었다.

피하지방층 각각의 두께를 측정하기 위해 저자들은 컴퓨터단층촬영 영상에서 신체 부위별 기준점을 정하였고 얇은 영상 절편을 만들어 지방의 두께를 측정할 수 있었다. 연구에 사용된 'Somatom Sensation 64 channel 2D CT'는 하나의 영상 절판 당 0.6 mm로 구성된 32개의 detector를 2회 연속 조사하여 64개의 영상을 도출하며, 엑스선 관(tube) 1회전 시 19.2 mm의 속도로 진행할 수 있어 최대 회전속도인 0.33 sec로 회전하면 초당 약 60 mm를 스캔할 수 있다. 이렇게 0.6 mm 간격으로 얻어진 절편의 정보로 부위별 영상을 얻을 수 있었다.[11] 일반적인 CT상에서는 'superficial fascial system'을 관찰하기 어려워서 저자들은 조직의 고유한 방사선 흡수 정도를 나타내는 Hounsfield number를 적절하게 조절함으로써 지방층을 좀 더 과학적이며 정확하게 관찰할 수 있었다.

당뇨, 갑상선질환 등의 대사성질환 외에도 다른 질병이나 임신과 출산, 생리, 여성 호르몬의 영향, 운동 등 다양한 요인이 관여되어 있지만 정보가 부족하여 연구에 반영되지 못하였다. 그리고 이번 연구에서는 BMI에 따른 지방층의 두께를 측정함에 있어 지방흡입술을 많이 시행하는 여성만을 대상으로 하였는데, 추후의 연구에서 대상군을 성별, 연령에 따라 나누고 비교 분석하면 더 많은 유용한 자료를 도출할 수 있을 것이다.

임상에서 지방흡입술 및 지방이식술을 시행할 때 각각의 환자의 성별, 연령이나 시행 부위에 따라 지방층의 두께 및 양상이 다르므로 실제 얕은지방층과 깊은지방층의 비율에 따라 두꺼운 층에 집중적으로 시행하면 부작용을 줄이면서 더 많은 양의 지방을 흡입하여 효과를 높이는데 도움이 될 수 있겠다.[12,13] 이번 연구에서 얻은 신체 부위, 연령, 성별 및 BMI에 따른 지방의 두께 및 양상을 시술에 적용함으로써

더 정확하고 효율적인 결과를 얻고 나아가서 환자의 만족도를 더욱 높일 수 있을 것으로 기대한다.

V. 결 론

피하지방층의 두께는 여성에서 더 두꺼웠고, 깊은지방층의 두께는 성별로 큰 차이가 없었다. 그리고 여성은 연령이 증가하여도 얕은지방층의 두께가 유지되는 반면 남성은 얕은지방층의 두께가 점차적으로 줄어들었다. 부위별로 남성과 여성 모두 상, 하복부에서는 얕은지방층의 비율이 가장 높았고 다른 신체 부위에 비해서도 가장 두꺼웠다. 둔부에서는 얕은지방층과 깊은지방층의 비율이 거의 비슷했으며 대퇴부에서는 얕은지방층의 비율이 높았지만 복부의 얕은지방층에 비해 얇았다. BMI가 커질수록 상, 하복부의 얕은지방층의 증가가 두드러지게 나타났다. 특히, 지방흡입술을 가장 많이 시행하는BMI가 높은 20~40대의 여성은 상, 하복부에서 얕은지방층이 가장 두껍기 때문에 지방흡입술 시 복부의 얕은지방층에 더 관심을 가지고 시술하면 더 좋은 결과를 가져올 것으로 기대한다.

REFERENCES

1. Lockwood TE: Superficial fascial system (SFS) of the trunk and extremities: a new concept. *Plast Reconstr Surg* 87: 1009, 1991
2. Johnson D, Cormack GC, Abrahams PH, Dixon AK: Computed tomographic observations on subcutaneous fat: implications for liposuction. *Plast Reconstr Surg* 97: 387, 1996
3. Pitanguy I: Trochanteric lipodystrophy. *Plast Reconstr Surg* 34: 280, 1964
4. Lee Y, Hong JJ, Bang C: Dual-Plane lipoplasty for the superficial and deep layers. *Plast Reconstr Surg* 104: 1877, 1999
5. Smith SR, Lovejoy JC, Greenway F, Ryan D, deJonge L, de la Bretonne J, Volafova J, Bray GA: Contributions of total body fat, abdominal subcutaneous adipose tissue compartments and visceral adipose tissue to the metabolic complications of obesity. *Metabolism* 50: 425, 2001
6. Yano K, Hosokawa K, Nakai K, Kubo T, Matsuo Y: Regional differences in ultrasonic assessment of subcutaneous fat thickness in the abdomen: effects on the tram flap. *Ann Plast Surg* 51: 130, 2003
7. Gomi T, Kawawa Y, Nagamoto M, Terade H, Kohda E: Measurement of visceral fat/subcutaneous fat ratio by 0.3 tesla MRI. *Radiation Medicine* 23: 584, 2005
8. Johnson D, Dixon AK, Abrahams PH: The abdominal subcutaneous tissue: computed tomographic, magnetic resonance, and anatomical observations. *Clin Anatomy* 9: 19, 1996
9. Yoshizumi T, Nakamura T, Yamane M, Islam AH, Menju M, Yamsaki K, Arai T, Kotani K, Funahashi T, Yamashita S, Matsuzawa Y: Abdominal fat: standardized technique for measurement at CT. *Radiology* 211: 283, 1999
10. Walker GE, Marzullo P, Verti B, Guzzaloni G, Maestrini S, Zurleni F, Liuzzi A, Di Blasio AM: Subcutaneous abdominal adipose tissue subcompartments: potential role in rosiglitazone effects. *Obesity* 16: 1983, 2008
11. Anthony BW: Physics of radiology 1st Ed. *Appleton & Lange* 320, 1993
12. Gasperoni C, Salgarello M: Rationale of subdermal superficial liposuction related to the anatomy of subcutaneous fat and the superficial fascial system. *Aesthetic Plast Surg* 19: 13, 1995
13. Walker GE, Verti B, Marzullo P, Savia G, Mencarelli M, Zurleni F, Liuzzi A, Di Blasio AM: Deep subcutaneous adipose tissue: a distinct abdominal adipose depot. *Obesity* 15: 1933, 2007