

생체 내 미세단층촬영시스템을 이용한 소동물의 복부 지방 평가 Evaluation of abdominal adipose tissue in small animal using in-vivo Micro-CT

*서동빈, 교광용, #김한성

*D.H. Seo, C.Y. Ko, #H.S. Kim(hanskim@yonsei.ac.kr)

¹ 연세대학교 의공학과&의료공학연구원

Key words : Evaluation, Abdominal adipose tissue, small animal, in-vivo Micro-CT

1. 서론

동맥경화, 뇌졸중, 협심증 등 각종 심혈관 및 뇌혈관 질환은 물론 당뇨병과 같은 대사 증후군 등 여러 질환들이 지방과 밀접한 관련이 있으며, 지방의 국소적 분포에 따라 연관된 질환이 다르다고 보고 되고 있다. 특히 복부 내장 지방의 축적량이 높을 경우 대사 증후군과 심혈관계 질환의 발병률이 높아진다고 알려져 있으며[1-4], 복부 피하 지방의 축적량은 인슐린 민감도와 밀접한 관계를 보인다[5,6]. 따라서 복부 지방의 해부학적, 국소적 분포와 그 정량적 평가에 대한 연구가 필요한 실정이다.

복부 지방 평가에 관한 기존 연구에선 지방을 직접 적출하거나, 다양한 영상 촬영 장비를 사용하였다. 하지만 시간, 비용, 노력, 획득된 영상의 질 측면에서 많은 문제점이 발견되었다.

이에 본 연구에서는 생체 내 미세단층촬영 시스템을 이용하여 소동물의 복부 지방 부피를 측정하고, 복부 지방을 부위별, 부분별로 구분하고 각 부피와 단면적을 측정함으로써 소동물의 복부 지방을 효율적으로 평가하고자 한다.

2. 재료 및 방법

본 실험에서의 동물 실험은 연세대학교 동물 보호 및 사용에 관한 가이드 라인과 법규를 준수하였다(YWC-090907-3).

아무 처치도 가하지 않은 15 주령의 암컷 C57BL/6 쥐 8 마리를 생체 내 미세단층촬영 시스템 (Skyscan 1076, SKYSCAN N.V., Belgium)을 이용하여 요추뼈(L1~L6 번) 부위를 촬영하였다. 획득한 영상에서 복부 지방을 Mimics 13.0 (Materialise N.V., Belgium) 프로그램을 이용하여 3 차원 구조로 재구성하고 복부 지방의 전체 부피 (total volume of

abdominal adipose tissue, TV)와 각 요추뼈 (L1~L6)들의 근위부 (proximal region, p), 원위부 (distal region, D), 근위부와 원위부의 중간 단면 (intermediate region, I)의 각각 세 부분에서의 복부 전체 지방의 단면적을 측정하였다. 그 후 복부 전체 지방을 복부 내장 지방 (visceral volume of abdominal adipose tissue, VV)과 복부 피하 지방 (subcutaneous volume of abdominal adipose tissue, SV)으로 구분하여 복부 피하 지방과 복부 내장 지방간의 부피를 구하였고 각 부분의 단면적 (total area of abdominal adipose tissue: TA, visceral area of abdominal adipose tissue: VA, subcutaneous area of abdominal adipose tissue: SA)을 측정하였다.

각 결과 값의 상관관계 분석을 위해 Spearman 검정을 수행하였다($p < 0.05$).

3. 결과

모든 개체에서 TV와 몸무게 사이에는 유의한 상관관계를 보이지 않았다($p > 0.05$). 또한 몸무게(20.0~23.0 g)가 큰 편차를 보이지 않는 것에 비해 TV(118.27~1805.04 mm³)와 VV(82.7527~1372.62 mm³), SV(25.68~432.21 mm³)는 큰 편차를 보이는 것을 확인 할 수 있다. VV와 TV($r = 0.83$), SV와 TV($r = 0.97$) 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다($p < 0.01$).

TV와 TA와의 상관관계는 L2의 I를 제외한 나머지 부분에서 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.05$) (Table 1).

VV와 VA와의 상관관계는 L1의 P, L2의 P를 제외한 나머지 부분에서 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.05$) (Table 1).

SV와 SA와의 상관관계는 L1의 P, I, D, L2의 P, I, D, L3의 P, I, L4의 P, L5의 D, L6의 P, I, D를 제외한 부분에서 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.05$) (Table 1).

Table 1 Correlations between areas and volume of abdominal adipose tissues; P: proximal, I: intermediate, D: distal, VA: visceral area, VV: visceral volume, SA: subcutaneous area, SV: subcutaneous volume, TA: total area, TV: total volume (*: $p < 0.05$)

Lumbar	VA vs. VV			SA vs. SV			TA vs. TV		
	P	I	D	P	I	D	P	I	D
L1	0.45	0.93*	0.93*	0.72*	0.69	0.72*	0.90*	0.95*	0.86*
L2	0.64	0.76*	0.81*	0.72*	0.63	0.67	0.86*	0.67	0.81*
L3	0.81*	0.90*	0.79*	0.61	0.69	0.43	0.81*	0.90*	0.90*
L4	0.79*	0.93*	0.83*	0.43	0.60	0.60	0.90*	0.98*	0.98*
L5	0.83*	0.83*	0.93*	0.60	0.55	0.45	0.98*	0.88*	0.98*
L6	0.93*	1.00*	0.93*	0.45	0.79*	0.64	1.00*	0.98*	0.83*

4. 고찰

본 연구에서는 생체 내 미세단층촬영 시스템을 사용하여 소동물의 복부 지방을 촬영하였고, 복부 지방의 종류별, 척추 부위별, 측정 부위별로 복부지방을 구분하여 복부 지방을 평가하였다. 이에 따라 복부 전체 지방과 복부 내장 지방은 단면적과 상관관계가 매우 높으며 특히 L3~L6의 단면적을 측정하는 것이 효율적이라는 사실을 확인 할 수 있으나 복부 피하 지방은 각 단면의 단면적 측정보다는 복부 피하 지방의 전체적 부피를 구하는 것이 더 유용하다는 사실을 알 수 있었다. 또한 모든 개체의 연령, 성별, 종 등이 동일하였음에도 각 개체의 복부 지방 부피가 큰 차이가 있음을 확인하였다. 이로써 복부 지방 연구 시 동일 개체의 변화를 보는 것이 더 유용하며 또한 정확한 결과를 얻을 수 있음을 확인 할 수 있었다. 본 연구를 통해 소동물의 복부 지방 평가 시 비 침습적인 방법으로 각 개체 별 지방의 변화를 더욱 정확히 분석하는 것이 가능할 것이다.

참고문헌

1. G Enzi, M Gasparo, PR Biondetti, et al., "Subcutaneous and visceral fat distribution according to sex, age, and overweight, evaluated by computed tomography", *Am J Clin Nutr*, 44, 739, 1986
2. SK Kim, SH Kim, YM Lee, et al., "The comparison of intra-abdominal fat distance (I-A Fat Distance) and visceral adipose tissue area (VAT) or visceral fat to skeletal muscle area ratio (VMR) measured by computed tomography (CT) The comparison of intra-abdominal fat distance (I-A Fat Distance) and visceral adipose tissue area (VAT) or visceral fat to skeletal muscle area ratio (VMR) measured by computed tomography (CT)", *Korean Journal of Medicine*, 64, 49, 2003
3. JW Lee, HR Lee, JY Shim, et al., "Visceral Abdominal Fat as a Determinant of Arterial Stiffness in Overweight and Obese Women", *J Korean Acad Fam Medical engineering*, 27, 815, 2006
4. SK Park, EH Kim, "The effects of aerobic exercise on abdominal fat and leptin in obese adolescents", *Journal of Korean Oriental Association for Study of Obesity*, 12, 173, 2003
5. YS Kang, JH Kang, MC Kim, et al., "Cutoff of Percent Body Fat to Predict Obesity and Metabolic Risk in Children and Adolescents: 2007 Children and Adolescent Physical Growth Standard", *Korean Journal of Family Medicine*, 30, 887, 2009
6. BL Wajchenberg, "Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome", *Endocrine reviews*, 21, 697, 2000