A Study on the Location of Measurements in the Abdominal Fat using CT (In asymptomatic Korean individual)

Sang-Heon Lee,[1,2] Hyo-Yeong Lee[1,3,*]

[1]Department of Biomedical Health Science,, Graduate School of Dong-Eui University
[2]Department of Radiology, Pusan National University Yangsan Hospital
[3]Department of Radiological Science, Dong-Eui University

Received: September 24, 2020. Revised: October 27, 2020. Accepted: October 31, 2020

ABSTRACT

This study was performed to compare the differences between total fat area, subcutaneous fat area and visceral fat area according to L1-S1 inter vertebral disc level in asymptomatic Korean patients with non-contrast abdominal CT scan. The location of the maximum fat ratio of the total fat area is the total fat area measured in male L2-3, L3-4, L4-5, female L4-5, and L5-S1. The location showing the maximum fat ratio of the subcutaneous fat area is the subcutaneous fat area measured in male L4-5, and the woman is the subcutaneous fat area measured in L4-5 and L5-S1. The location of the maximum fat ratio of visceral fat area was the visceral fat area measured in L1-2 and L2-3 males, and there was no difference in visceral fat area according to the measured position in females. Although abdominal fat measurement is common at the L4-5 inter vertebral disc level, fat distribution varies widely depending on nationality, race, and gender. Therefore, it is necessary to analyze through the research data which location to choose according to the research purpose, and to mention why the location is appropriate.

Keywords: Computed Tomography, Fat measurement, Total·subcutaneous·visceral fat area, Maximum fat ratio

Ⅰ. INTRODUCTION

복부 내장지방은 대사증후군의 주요 원인으로 추정되는 인슐린 저항성과 아주 강한 상관관계가 있으며, 대사증후군 및 심혈관계 질환을 예측하는데 높은 연관성이 있다고 알려져 있다.[1,2] 컴퓨터 단층촬영(CT)은 복부지방을 정량적으로 측정할 수 있는 가장 최적의 방법으로 복막을 경계로 내장지방과 피하지방을 구분해서 빠른 시간 내 정량적인 측정이 가능한 장점이 있다.[3] 이러한 장점 때문에 CT를 이용한 복부 지방측정은 복부 비만과 관련된 수많은 연구에 절대표준(gold standard)으로 사용되어 왔다.[4]

CT를 이용한 복부 지방측정은 방사선 피폭 문제로 최소한의 Scan length를 이용해서 영상을 획득하고, L4-5 inter vertebral disc level 또는 Umbilicus level에서 단일 단면 영상을 선택해서 측정하는 방법이 일반적이다.[5,6] 1980년대 초기 연구에서 L4-5의 위치는 Umbilicus, Iliac crest level과 비슷한 위치이기 때문에 확인하기 쉬운 인체의 랜드마크(Landmark)라는 이유로 L4-5 inter vertebral disc level에서 복부 지방측정을 시작하였다.[7,8] 비슷한 시기의 다른 연구에서 L4-5 inter vertebral disc level에서 측정한 복부 지방면적은 최대 지방 비(maximum adipose to total tissue area ratio)를 나타낸다는 주장이 제기되었다.[9] 또한, Umbilicus 위치는 비만의 정도에 따라 그 위치가 변할 수 있지만, L4-5 위치는 변하지 않기 때문에 L4-5 inter

* Corresponding Author: Hyo-Yeong Lee E-mail: lhy250@deu.ac.kr Tel: +82-51-890-2679
Address: Dong-eui University, 178 Eomgwangno, Busanjin-gu, Busan, 47340, Korea

vertebral disc level에서 복부 지방측정을 해야 한다고 제안하였다.[10] 하지만 백인을 대상으로 한 연구에서는 L1-2 또는 L2-3 inter vertebral disc level에서 측정한 내장지방 면적이 L4-5 inter vertebral disc level보다 복부 전체 내장지방의 양을 잘 반영한다는 보고도 있다.[11] 이러한 이유는 국적, 인종, 성별 등에 따라 지방의 분포 특성이 다르다고 생각되며, 한국인을 대상으로 초기 연구의 관점에서 복부 지방측정 위치를 조사한 연구는 거의 없다.

따라서 본 연구는 비 조영 복부 CT 검사를 한 무증상 한국인을 대상으로 L1-S1 inter vertebral disc level에 따른 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간의 차이를 비교 분석하여 최대지방면적(cm^2)을 가지는 위치를 알아보았다.

Ⅱ. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상

2019년 3월부터 9월까지 양산부산대학교병원 건강증진센터(health promotion center)를 내원하여 비 조영 복부 CT 검사를 한 성인 209명을 대상으로 하였다. 대상자의 일반적 특성을 알기 위하여 성별, 나이, 신장, 체중 BMI를 측정하였다. 모든 자료는 평균, 표준편차로 표기하였으며, 남·여 성별에 따라 분석하였다.

2. 영상획득 및 지방측정 방법

본 연구에 사용된 CT 장비는 192-slice dual source CT (Somatom Force, Siemens Healthineers, Forchheim, Germany)를 사용하였으며, Scan parameter는 관전압(CARE KV) Ref. KV 120, 관전류(CARE Dose4D) Quality ref. mAs 147, 갠트리(gantry) 회전속도 0.5 s/rot., 피치(pitch) 0.6, 콜리메이션(collimation) 192 × 0.6 mm, 절편 두께(slice thickness) 5.0mm, Increment 5.0mm, Window Abdomen, Kernel Br40 그리고 필터 보정 역 투영법(filtered back projection) 재구성하였다.

비 조영 복부 CT 데이터(data)를 이용해서 L1-S1 사이의 모든 Inter vertebral disc level(L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1)에서 전체지방 면적(cm^2), 피하지방 면적(cm^2), 내장지방 면적(cm^2)을 측정하였다. CT 3D Workstation으로 Aquarius iNtuition Edition ver. 4.4.12 (TeraRecon Inc., Foster, CA, USA) 사용하였으며, 지방의 문턱값(threshold value)은 -150 ~ -30 HU으로 하였다.

3. 연구방법

L4-5의 위치는 Umbilicus, Iliac crest level과 비슷한 위치이기 때문에 확인하기 쉬운 인체의 랜드마크(Landmark)라는 선행연구[7,8]를 바탕으로 L1-S1 사이의 모든 Inter vertebral disc level(L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1)에서 측정한 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적의 차이를 비교하였다. 또한 최대 지방 비(maximum adipose to total tissue area ratio)를 가진다는 선행연구[9]를 바탕으로 L1-S1 사이의 모든 Inter vertebral disc level(L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1)에서 측정한 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적의 최대 지방 면적을 가지는 위치를 확인하였다.

4. 통계분석

통계 분석은 PASW(PASW statistics, ver. 18.0, SPSS, Chicago, USA)를 이용하였다.

L1-S1 inter vertebral disc(L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1) level에 따른 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간의 차이를 비교하기 위하여 먼저 Kolmogorov-Smirnov test를 통한 정규성 검정을 하였다. 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 모두 정규분포를 따르지 않아 비모수 통계분석 방법인 Kruskal-Wallis 검정을 시행하였다. 사후분석(post hoc analysis)은 Wilcoxon rank sum test를 이용하여 최대지방면적을 가지는 위치를 확인하였다.

Ⅲ. RESULT

1. 일반적 특성

209명의 연구 대상자 중 남자 129명, 여자 80명이었다. 남자 대상자의 나이는 평균 52.8세, 신장 평균 172.5 cm, 체중 평균 74.6 kg 그리고 BMI 평균 24.9 kg/m^2이었다. 여자 대상자의 나이는 평균

54.4세, 신장 평균 158.4 cm, 체중 평균 58.8 kg 그리고 BMI 평균 23.4kg/m^2 이었다.

Table 1. General characteristics

	M±SD (min, max)	
	Male	Female
Age(years)	52.8 ± 10.35 (20, 81)	54.4 ± 8.89 (22, 72)
Height(cm)	172.5 ± 6.110 (160, 191)	158.4 ± 5.81 (145, 175)
Weight(kg)	74.6 ± 10.27 (50.0, 105.5)	58.8 ± 9.10 (40.5, 91)
BMI(kg/m2)	24.9 ± 2.86 (18.4, 36.1)	23.4 ± 3.66 (16.8, 35.5)

2. 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간의 차이 비교

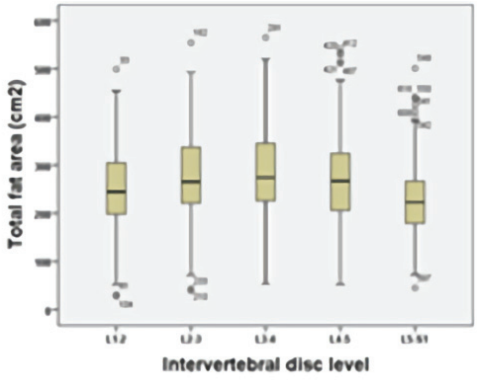
L1-S1 inter vertebral disc level에 따른 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간의 차이를 비교하기 위하여 Kruskal-Wallis 검정을 시행하였다. 또한, Wilcoxon rank sum test 사후분석을 하여 최대 지방면적을 가지는 위치를 알아보았다.

2.1 전체지방 면적 간의 차이 비교

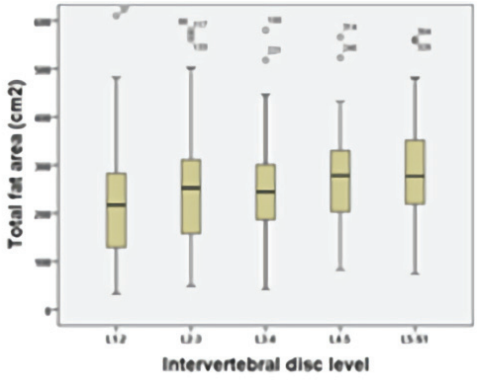
L1-S1 inter vertebral disc level에 따른 전체지방 면적 간의 차이를 비교하기 위하여 Kruskal-Wallis 검정을 시행하였다. 그 결과 대상자 남자에서는 L1-2(M=252.22), L2-3(M=279.32), L3-4(M=292.04), L4-5(M=279.51), L5-S1(M=235.70) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (p<0.001)(Table 2). 추가로 각 그룹 간 Wilcoxon rank sum test를 통한 사후분석을 한 결과 L3-4에서 측정한 전체지방 면적이 가장 높게 나타났으며, L2-3(Z=-0.989, p=0.322), L4-5(Z=-1.281, p=0.200)에서 측정한 전체지방 면적과 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다음으로 L1-2(Z=-3.120, p=0.002), L5-S1(Z=-5.257, p<0.001) 순으로 나타났다.

여자에서는 L1-2(M=225.26), L2-3(M=252.48), L3-4(M=256.29), L4-5(M=249.76), L5-S1(M=291.80) 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (p<0.001)(Table 2). 추가로 각 그룹 간 Wilcoxon rank sum test를 통한 사후분석을 한 결과 L5-S1에서 측정한 전체지방 면적이 가장 높게 나타났으며, L4-5(Z=-0.886, p=0.376)에서 측정한 전체지방 면적과 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다음으로 L3-4(Z=-2.508, p=0.012), L2-3(Z=-2.606, p=0.009), L1-2(Z=-3.945, p<0.001) 순으로 나타났다.

결과적으로 전체지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L2-3, L3-4, L4-5 inter vertebral disc level, 여자 L4-5, L5-S1 inter vertebral disc level에서 측정한 전체지방 면적이다.



(a) Male



(b) Female

Fig. 1. Box whiskers of the total fat area according to the location of the local measurement.

Table 2. Cruskall-Wallis test of total fat area values.

	Total fat area (cm^2)	
	Male (N=645)	Female (N=400)
	M±SD (min, max)	M±SD (min, max)
L1-2	252.22 ± 105.38 (27.4, 859)	225.26 ± 124.65 (32.9, 657)
L2-3	279.32 ± 9.85 (38.6, 959)	252.48 ± 127.53 (48.9, 666)
L3-4	292.04 ± 114.03 (53.5, 1024)	256.29 ± 122.44 (42.3, 722)
L4-5	279.51 ± 116.82 (52.2, 1027)	279.76 ± 117.55 (82.4, 747)
L5-S1	235.70 ± 95.07 (45.0, 846)	291.80 ± 108.90 (74.4, 661)
x2	34.156	20.917
p	0.000	0.000

2.2 피하지방 면적 간의 차이 비교

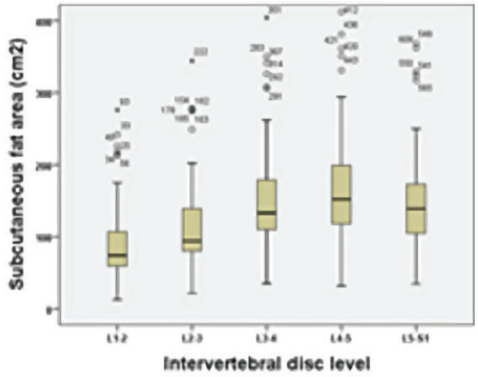
L1-S1 inter vertebral disc level에 따른 피하지방 면적 간의 차이를 비교하기 위하여 Kruskal-Wallis 검정을 시행하였다. 그 결과 대상자 남자에서는 L1-2(M=90.188), L2-3(M=114.96), L3-4(M=153.41), L4-5(M=170.24), L5-S1(M=148.80) 간의 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (p<0.001)(Table 3). 추가로 각 그룹 간 Wilcoxon rank sum test를 통한 사후분석 결과 L4-5에서 측정한 피하지방 면적이 가장 높게 나타났고 다음으로 L3-4(Z=-2.210, p=0.027), L5-S1(Z=-2.496, p=0.013), L2-3(Z=-7.192, p<0.001), L1-2(Z=-9.815, p<0.001) 순으로 나타났다.

여자에서는 L1-2(M=127.24), L2-3(M=153.39), L3-4(M=164.84), L4-5(M=193.91), L5-S1(M=212.09) 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (p<0.001)(Table 3). 추가로 각 그룹 간 Wilcoxon rank sum test를 통한 사후분석을 한 결과 L5-S1에서 측정한 피하지방 면적이 가장 높게 나타났으며, L4-5(Z=-1.730, p=0.084)에서 측정한 피하지방 면적과 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다음으로 L3-4(Z=-4.254, p<0.001), L2-3(Z=-4.966, p<0.001), L1-2(Z=-6.952, p<0.001) 순으로 나타났다.

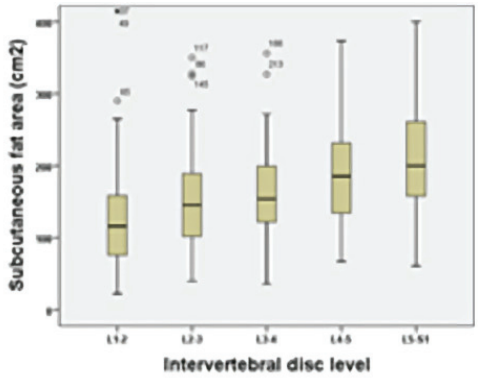
결과적으로 피하지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L4-5 inter vertebral disc level에서 측정한 피하지방 면적이며, 여자는 L4-5, L5-S1 inter vertebral disc level에서 측정한 피하지방 면적이다.

Table 3. Cruskall-Wallis test of subcutaneous fat area values

	Subcutaneous fat area (cm^2)	
	Male (N=645)	Female (N=400)
	M±SD (min, max)	M±SD (min, max)
L1-2	90.188 ± 65.02 (12.9, 620)	127.24 ± 72.8 (22.4, 415)
L2-3	114.96 ± 74.65 (21.7, 698)	153.39 ± 72.5 (39.9, 446)
L3-4	153.41 ± 81.99 (35.2, 749)	164.84 ± 76.8 (35.9, 478)
L4-5	170.24 ± 91.32 (31.8, 793)	193.91 ± 84.1 (67.3, 534)
L5-S1	148.80 ± 77.66 (34.5, 702)	212.09 ± 81.2 (61.0, 498)
x2	161.889	68.314
p	0.000	0.000



(a) Male



(b) Female

Fig. 2. Box whiskers of the subcutaneous fat area according to the location of the local measurement.

2.3 내장지방 면적 간의 차이 비교

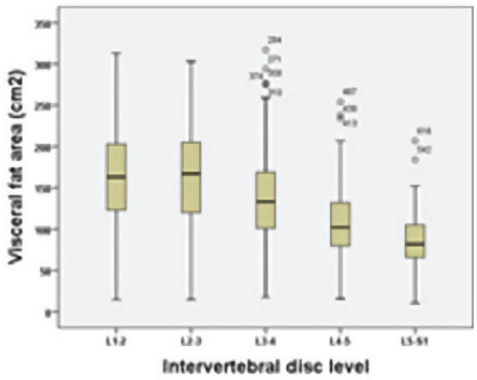
L1-S1 inter vertebral disc level에 따른 내장지방 면적 간의 차이를 비교하기 위하여 Kruskal-Wallis 검정을 시행하였다. 그 결과 대상자 남자에서는 L1-2(M=162.03), L2-3(M=164.35), L3-4(M=138.63), L4-5(M=109.27), L5-S1(M=86.9) 간의 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($p<0.001$)(Table 4). 추가로 각 그룹 간 Wilcoxon rank sum test를 통한 사후분석을 한 결과 L2-3에서 측정한 내장지방 면적이 가장 높게 나타났으며, L1-2($Z=-0.147$, $p=0.883$)에서 측정한 내장지방 면적과 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다음으로 L3-4($Z=-3.699$, $p<0.001$), L4-5($Z=-7.630$, $p<0.001$), L5-S1($Z=-10.219$, $p<0.001$) 순으로 나타났다.

여자에서는 L1-2(M=98.02), L2-3(M=99.09), L3-4(M=91.45), L4-5(M=85.84), L5-S1(M=79.70) 간의 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p=0.644$)(Table 4).

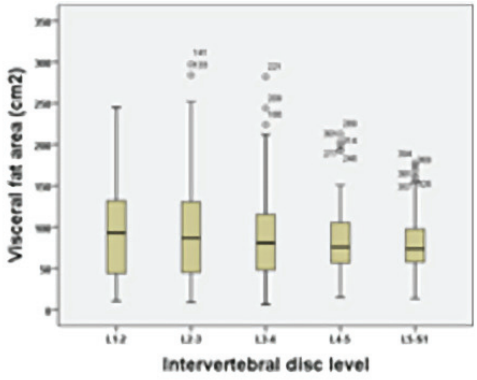
결과적으로 내장지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L1-2, L2-3 inter vertebral disc level에서 측정한 내장지방 면적이며, 여자는 측정 위치에 따른 내장지방 면적의 차이는 없다.

Table 4. Cruskall-Wallis test of visceral fat area values.

	Visceral fat area (cm^2)	
	Male (N=645)	Female (N=400)
	M±SD (min, max)	M±SD (min, max)
L1-2	162.03 ± 63.29 (14.5, 313)	98.02 ± 63.2 (10.5, 245)
L2-3	164.35 ± 61.77 (14.7, 303)	99.09 ± 65.7 (9.0, 297)
L3-4	138.63 ± 57.65 (17.2, 317)	91.45 ± 57.2 (6.4, 282)
L4-5	109.27 ± 43.14 (15.8, 254)	85.84 ± 44.2 (15.1, 213)
L5-S1	86.9 ± 31.31 (10.5, 207)	79.70 ± 36.5 (13.4, 178)
x2	176.856	2.503
p	0.000	0.644



(a) Male



(b) Female

Fig. 3. Box whiskers of the visceral fat area according to the location of the local measurement.

Ⅳ. DISCUSSION

지난 30~40년 동안 CT를 이용한 복부 지방측정 위치는 L4-5 inter vertebral disc level이 일반적인 기준이었다.[12-15] 이러한 기준이 정해진 이유는 1986년 초기 연구에서 Kvist 등[9]은 여자 8명을 대상으로 전체 지방조직과 단일 슬라이스의 상관관계를 조사하였는데, L4-5 inter vertebral disc level이 다른 위치보다 높은 상관관계(r=0.991)를 보였으며, 2년 후 1988년에는 전체 지방 부피를 예측하기 위한 단일 슬라이스 위치를 예측하기 위해서 남자 17명, 여자 10명을 대상으로 예측방정식을 만들어 검증하였는데 L3-5 inter vertebral disc level에서 측정한 면적 값에 기초한 방정식이 남녀 성별 모두에서 21% 미만의 오류를 초래했다고 하였다.[6] 두 연구는 모두 8명, 27명의 소수 대상자를 대상으로 연구하였지만, 그 후 많은 연구에서 복부 지방측정을

위하여 L4-5 inter vertebral disc level을 채택하였으며 선행연구를 인용하였다.[5,15-19] 하지만 다른 연구에서는 지방측정 위치를 L4-5 inter vertebral disc level을 선택한 이유를 언급하지 않았다.[20-22] 이러한 이유로 인하여 CT를 이용한 복부 지방측정에서 L4-5 inter vertebral disc level이 일반적인 기준으로 정해지진 않았느냐는 의문이 든다. L4-5 inter vertebral disc level에서 복부 지방측정을 하는 것을 선호한 이유를 살펴보면 L4-5 inter vertebral disc level, umbilicus, iliac crest는 인체의 랜드마크로 발견이 쉬우며,[7,8] 또한, 전체 조직면적(total tissue area)에 대한 지방조직(adipose tissue)의 최대 비를 보인다는 것이다.[9]

본 연구의 목적은 L1-S1 inter vertebral disc level에 따른 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간의 차이를 비교 분석하여 최대지방면적을 가지는 위치를 알아보고자 한 것이다. 먼저 남녀 성별에 따라 L1-S1 inter vertebral disc level(L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1)에서 전체 지방면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적을 측정하였다.

전체 지방면적의 inter vertebral disc level 간 차이를 비교한 결과 남자에서는 L3-4에서 측정한 전체지방 면적이 가장 높게 나타났으며, L2-3(Z=-0.989, p=0.322), L4-5(Z=-1.281, p=0.200)에서 측정한 전체지방 면적과 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다음으로 L1-2(Z=-3.120, p=0.002), L5-S1(Z=-5.257, p<0.001) 순으로 나타났다. 여자에서는 L5-S1에서 측정한 전체지방 면적이 가장 높게 나타났으며, L4-5(Z=-0.886, p=0.376)에서 측정한 전체지방 면적과 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다음으로 L3-4(Z=-2.508, p=0.012), L2-3(Z=-2.606, p=0.009), L1-2(Z=-3.945, p<0.001) 순으로 나타났다. 결과적으로 전체지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L2-3, L3-4, L4-5, 여자 L4-5, L5-S1에서 측정한 전체지방 면적이다.

피하지방 면적의 inter vertebral disc level 간 차이를 비교한 결과 남자에서는 L4-5에서 측정한 피하지방 면적이 가장 높게 나타났고 다음으로 L3-4(Z=-2.210, p=0.027), L5-S1(Z=-2.496, p=0.013), L2-3(Z=-7.192, p<0.001), L1-2(Z=-9.815, p<0.001) 순으로 나타났다. 여자에서는 L5-S1에서 측정한 피하지방 면적이 가장 높게 나타났으며, L4-5(Z=-1.730, p=0.084)에서 측정한 피하지방 면적과 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다음으로 L3-4(Z=-4.254, p<0.001), L2-3(Z=-4.966, p<0.001), L1-2(Z=-6.952, p<0.001) 순으로 나타났다. 결과적으로 피하지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L4-5에서 측정한 피하지방 면적이며, 여자는 L4-5, L5-S1에서 측정한 피하지방 면적이다.

내장지방 면적의 inter vertebral disc level 간 차이를 비교한 결과 남자에서는 L2-3에서 측정한 내장지방 면적이 가장 높게 나타났으며, L1-2(Z=-0.147, p=0.883)에서 측정한 내장지방 면적과 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다음으로 L3-4(Z=-3.699, p<0.001), L4-5(Z=-7.630, p<0.001), L5-S1(Z=-10.219, p<0.001) 순으로 나타났다. 여자에서는 L1-2 (M=98.02), L2-3 (M=99.09), L3-4 (M=91.45), L4-5 (M=85.84), L5-S1 (M=79.70) 간의 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(p=0.644). 결과적으로 내장지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L1-2, L2-3에서 측정한 내장지방 면적이며, 여자는 측정 위치에 따른 내장지방 면적의 차이는 없었다.

CT를 이용한 복부 지방측정에서 L1-S1 inter vertebral disc level에 따라 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간 다른 차이를 보인다. 이는 연구목적에 따라 지방측정 위치에 대해 다시 한번 생각해 볼 필요가 있다는 것을 의미한다. 즉, 전체지방 면적을 측정할 것인지, 피하지방 면적 또는 내장지방 면적을 측정할 것인지에 따라 대상자의 지방 분포의 특성을 파악할 필요가 있다고 생각된다. 또한, 본 연구에서 성별에 따라 다른 차이를 보였지만 넓게는 국적, 인종 등에 따라 좁게는 앞서 언급하였듯이 연구 대상자의 지방 분포 특성에 따라 복부 지방측정 위치를 선택한 이유에 대해 언급할 필요가 있다고 생각된다.

Ⅴ. CONCLUSION

L1-S1 inter vertebral disc level에 따른 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간의 차이를

비교 분석하여 최대지방면적을 가지는 위치를 알아본 결과 전체지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L2-3, L3-4, L4-5 inter vertebral disc level, 여자 L4-5, L5-S1 inter vertebral disc level, 피하지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L4-5 inter vertebral disc level, 여자 L4-5, L5-S1 inter vertebral disc level, 내장지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L1-2, L2-3 inter vertebral disc level에서 측정한 내장지방 면적이며, 여자는 측정 위치에 따른 내장지방 면적의 차이는 없었다.

결과를 종합해보면 CT를 이용한 복부 지방측정에서 L1-S1 inter vertebral disc level에 따라 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간 다른 차이를 보인다. L4-5 inter vertebral disc level에서 복부 지방측정을 하는 것이 일반적이지만, 넓게는 국적, 인종, 성별 등에 따라 좁게는 연구 대상자에 따라 지방 분포 특성이 다르다. 그러므로 연구목적에 따라 어떤 위치를 선택할 것인지 연구 자료를 통해 분석하고, 선택한 위치가 적절한 이유에 대해 언급할 필요가 있다고 생각된다.

Reference

[1] D. W. Park, N. H. Park, J. Y. Park, S. J. Kim, "Relationship between Abdominal Fat Area Measured by Screening Abdominal Fat CT and Metabolic Syndrome in Asymptomatic Korean Individuals," J Korean Soc Radiol Vol. 77, No. 1, pp. 1-8, 2017. http://dx.doi.org/10.3348/jksr.2017.77.1.1

[2] K. A. Shin, "Assessing a Body Shape Index and Waist to Height Ratio as a Risk Predictor for Insulin Resistance and Metabolic Syndrome among Korean Adults," Korean Journal of Clinical Laboratory Science, Vol. 50, No. 1, pp. 44-53, 2018. http://dx.doi.org/10.15324/kjcls.2018.50.1.44

[3] S. H. Ki, S. A. Ye, Y. K. Song, "(The)Study on Correlation between Abdominal Fat Area and Obesity Index, Metabolic Syndrome Components in Obese Adult Women," Journal of Korean Medicine Rehabilitation, Vol. 26, No. 1, pp. 103-111, 2016.

[4] E. J. Lee, D. K. Kim, S. M. Yoo, K. N. Kim, S. Y. Lee, "Association of Visceral Fat Area Measured by InBody 720 with the Results Measured by CT, DEXA and Anthropometric Measurement," Korean Journal of Family Medicine, Vol. 31, No. 3, pp. 190-197, 2010. http://dx.doi.org/10.4082/kjfm.2010.31.3.190

[5] B. H. Goodpaster, D. E. Kelley, R. R. Wing, A. Meier, F. L. Thaete, "Effects of weight loss on regional fat distribution and insulin sensitivity in obesity," Diabetes, Vol. 48, No. 4, pp. 839-847, 1999. http://dx.doi.org/10.2337/diabetes.48.4.839

[6] H. Kvist, B. Chowdhury, U. Grangård, U. Tylén, L. Sjöström, "Total and visceral adipose-tissue volumes derived from measurements with computed tomography in adult men and women: predictive equations," The American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 48, No. 5, pp. 1351-1361, 1988. http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/48.6.1351

[7] G. A. Borkan, S. G. Gerzof, A. H. Robbins, D. E. Hults, C. K. Silbert, J. E. Silbert, "Assessment of abdominal fat content by computed tomography," The American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 36, No. 1, pp. 172-177, 1982.

[8] Y. E. Snel, R. J. Brummer, M. E. Doerga, P. M. Zelissen, C. J. Bakker, M. J. Hendriks, H. P. Koppeschaar, "Adipose tissue assessed by magnetic resonance imaging in growth hormone-deficient adults: the effect of growth hormone replacement and a comparison with control subjects," The American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 61, No. 6, pp. 1290-1294, 1995. http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/61.6.1290

[9] H. Kvist, L. Sjöström, U. Tylén, "Adipose tissue volume determinations in women by computed tomography: technical considerations," International Journal of Obesity, Vol. 10, No. 1, pp. 53-67, 1986.

[10] L Sjöström, "Computer-tomography based multicompartment body composition technique and anthropometric predictions of lean body mass, total and subcutaneous adipose tissue," International Journal of Obesity, Vol. 15, No. 2, pp. 19-30, 1991.

[11] Wei Shen, Mark Punyanitya, ZiMian Wang, Dympna Gallagher, Marie-Pierre St-Onge, Jeanine Albu, Steven B Heymsfield, Stanley Heshka, "Visceral adipose tissue: relations between single-slice areas and total volume," The American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 80, No. 2, pp. 271-279, 2004.

http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/80.2.271

[12] Rianne Leenen, Karin van der Kooy, Jaap C. Seidell, Paul Deurenberg, "Visceral fat accumulation measured by magnetic resonance imaging in relation to serum lipids in obese men and women," Atherosclerosis, Vol. 94, No. X, pp. 2-3, 1992. http://dx.doi.org/10.1016/0021-9150(92)90242-9

[13] J. P. Després, S. Moorjani, M. Ferland, A. Tremblay, P. J. Lupien, A. Nadeau, S. Pinault, G. Thériault, C. Bouchard, "Adipose tissue distribution and plasma lipoprotein levels in obese women. Importance of intra-abdominal fat," Arteriosclerosis, Vol. 9, No. 2, pp. 203-210, 1989. http://dx.doi.org/10.1161/01.ATV.9.2.203

[14] M. C. Pouliot, J. P. Després, A. Nadeau, S. Moorjani, D. Prud'Homme, P. J. Lupien, A. Tremblay, C. Bouchard, "Visceral obesity in men: associations with glucose tolerance, plasma insulin, and lipoprotein levels," Diabetes, http://dx.doi.org/10.2337/diab.41.7.826

[15] D. D. Stallone, A. J. Stunkard, T. A. Wadden, G. D. Foster, J. Boorstein, P. Arger, "Weight loss and body fat distribution: a feasibility study using computed tomography," International Journal of Obesity, Vol. 15, No. 11, pp. 775-780, 1991.

[16] J. L. Clasey, C. Bouchard, L. Wideman, J. Kanaley, C. D. Teates, M. O. Thorner, M. L. Hartman, A. Weltman, "The influence of anatomical boundaries, age, and sex on the assessment of abdominal visceral fat," Obesity, Vol. 5, No. 5, pp. 395-401, 1997. https://doi.org/10.1002/j.1550-8528.1997.tb00661.x

[17] Robert E. Schoen, Jeff Schragin, Joel L. Weissfeld, F. Leland Thaete, Rhobert W. Evans, Clifford J. Rosen, Lewis H. Kuller, "Lack of association between adipose tissue distribution and IGF-1 and IGFBP-3 in men and women," Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention, Vol. 11, No. 6, pp. 581-586, 2002.

[18] Mario Ferland, Jean-pierre DesprÉS, Angelo Tremblay, Sylvie Pinault, AndrÉ Nadeau, Sital Moorjani, Paul J. Lupien, Germain ThÉriault, Claude Bouchard, "Assessment of adipose tissue distribution by computed axial tomography in obese women: association with body density and anthropometric measurements," British Journal of Nutrition, Vol. 61, No. 2, pp. 139-148, 1989. http://dx.doi.org/10.1079/BJN19890104

[19] J. C. Seidell, A. Oosterlee, M. A. Thijssen, J. Burema, P. Deurenberg, J. G. Hautvast, J. H. Ruijs, "Assessment of intra-abdominal and subcutaneous abdominal fat: relation between anthropometry and computed tomography," The American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 45, No. 1, pp. 7-13, 1987. http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/45.1.7

[20] J. C. Seidell, C. J. Bakker, K. van der Kooy, "Imaging techniques for measuring adipose-tissue distribution--a comparison between computed tomography and 1.5-T magnetic resonance," The American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 51, No. 6, pp. 953-957, 1990. http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/51.6.953

[21] A. K. Dixon, "Abdominal fat assessed by computed tomography: sex difference in distribution," Clinical Radiology, Vol. 34, No. 2, pp. 189-191, 1983. http://dx.doi.org/10.1016/S0009-9260(83)80303-1

[22] JMH Elbers, G. Haumann, H. Asscheman, J. C. Seidell, L. J. G. Gooren, "Reproducibility of fat area measurements in young, non-obese subjects by computerized analysis of magnetic resonance images," International Journal of Obesity, Vol. 21, No. 12, pp. 1121-1129, 1997. http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0800525

CT를 이용한 복부 지방측정에서 측정 위치에 대한 고찰 (무증상 한국인을 대상으로)

이상헌,[1,2] 이효영[1,3,*]

[1]동의대학교 대학원 보건의과학과
[2]양산부산대학교병원 영상의학과
[3]동의대학교 방사선학과

요 약

본 연구는 비 조영 복부 CT 검사를 한 무증상 한국인을 대상으로 L1-S1 inter vertebral disc level에 따른 전체지방 면적, 피하지방 면적, 내장지방 면적 간의 차이를 비교 분석하여 최대지방면적(cm^2)을 가지는 위치를 알아보았다. 전체지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L2-3, L3-4, L4-5, 여자 L4-5, L5-S1에서 측정한 전체지방 면적이다. 피하지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L4-5에서 측정한 피하지방 면적이며, 여자는 L4-5, L5-S1에서 측정한 피하지방 면적이다. 내장지방 면적의 최대지방비를 보이는 위치는 남자 L1-2, L2-3에서 측정한 내장지방 면적이며, 여자는 측정 위치에 따른 내장지방 면적의 차이는 없었다. L4-5 inter vertebral disc level에서 복부 지방측정을 하는 것이 일반적이지만, 넓게는 국적, 인종, 성별 등에 따라 좁게는 연구 대상자에 따라 지방 분포 특성이 다르다. 그러므로 연구목적에 따라 어떤 위치를 선택할 것인지 연구 자료를 통해 분석하고, 선택한 위치가 적절한 이유에 대해 언급할 필요가 있다고 생각된다.

중심단어: 컴퓨터단층촬영, 지방측정, 전체·피하·내장지방 면적, 최대지방비

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	이상헌	동의대학교 보건의과학대학원 방사선학전공	대학원(박사과정)
(교신저자)	이효영	동의대학교 방사선학과	교수