

A Study on Correlation of the Results VFA Measured by CT Position with VFA Measured by InBody

Sang Heon Lee,^{1,2} In Chul Im,³ Hyo-Yeong Lee^{1,3,*}

¹Department of Biomedical Health Science,, Graduate School of Dong-Eui University

²Department of Radiology, Pusan National University Yangsan Hospital

³Department of Radiological Science, Dong-Eui University

Received: September 16, 2019. Revised: October 28, 2019. Accepted: October 31, 2019

ABSTRACT

The patients who visited the Health Promotion Center were compared between the visceral fat area according to CT fat measurement position and the visceral fat area measured by Inbody. In the CT measurement, the visceral fat area measured at the L4-5 and CT Umbilicus positions was not different regardless of gender. In addition, there was no difference between CT visceral fat area and Inbody visceral fat area in the correlation between visceral fat area according to CT measurement position and visceral fat area measured by Inbody. The highly correlated CT measurement position were male L4-5, L5-S1, female L3-4, L4-5, L5-S1, and Umbilicus. In addition, when studying the relationship between the inbody visceral fat area and CT visceral fat area regardless of gender, it is suggested to compare the visceral fat area at the CT L4-5 position.

Keywords: Computed tomography, Inbody, visceral fat area, correlation

I. INTRODUCTION

비만은 고혈압, 2형 당뇨병, 대사증후군, 심혈관계 질환 등과 관련 있으며, 체지방의 정확한 측정 은 비만을 진단하는 데 아주 중요하다.^[1] 특히, 복부 내장지방은 비만의 합병증 및 심혈관계 질환의 주목할 만한 원인이다.^[2] 그리고 내장지방은 체지방량(fat mass) 및 체질량지수(body mass index, BMI)와 관계없이 심혈관계 질환을 일으키는 위험인자(risk factor)로 알려져 있다.^[3,4] 따라서 진단 및 치료에 있어 복부 내장지방의 정확한 측정은 매우 중요하다. 임상에서 이용되는 복부 내장지방 측정 방법은 질량지수, 허리둘레, 허리-엉덩이둘레 비(waist-hip ratio), 이중에너지 X선 흡수 계측법(DEXA), 생체전기저항측정법(bio-electrical impedance analysis, BIA), 컴퓨터 단층촬영(CT)이 있다. 체질량지수, 허

리둘레, 허리-엉덩이 둘레 비, 이중에너지 X선 흡수 계측법은 체지방량 측정이 가능하지만, 복부의 피하지방과 내장지방을 따로 측정할 수 없다.^[5] CT는 X선의 투과도에 따른 Hounsfield unit(HU) 차이를 이용해 복부 지방의 정량적인 측정이 가능하며 대사증후군, 심혈관계 질환 등을 평가할 방법이 될 수 있다.^[6] CT 지방측정 방법은 일반적으로 L4-5, 즉 배꼽 높이에서 영상을 얻어 지방측정을 하며 복막(peritoneum)을 경계로 피하지방과 내장지방을 구분하여 측정할 수 있으며^[7], 내장지방을 정확하게 측정 가능한 최적의 방법으로 알려져 있다.^[8] 생체전기저항측정법(bioelectrical impedance analysis, BIA)의 원리로 개발된 Inbody는 임상에서 손쉽게 널리 쓰이는 체성분(body composition) 검사 방법의 하나이며 간단한 장비를 통해 측정할 수 있다. Inbody로 내장지방 면적을 측정하는 과정은 대상자의 양·발에 약한 교류를 흐르게 하였을 때 생체전기저항분

* Corresponding Author: Hyo-Yeong Lee

E-mail: lhy250@deu.ac.kr

Tel: +82-51-890-2679

석법 원리로 체성분과 부위별 임피던스 지수가 측정된다. 이 측정된 값들을 인종, 성별, 나이 그리고 신장을 고려한 자체 개발된 회귀 방정식을 통해 내장지방 면적이 자동으로 산출된다.^[9] 최근 CT로 측정한 내장지방 면적을 절대 표준(golden standard)으로 하여 Inbody로 측정한 내장지방 면적 간의 연관성을 알아본 연구가 있다.^[10-12] CT를 이용해서 지방 측정을 할 때 Lee 등^[10]의 연구에서는 Umbilicus level에서 지방측정을 하였지만, Berker, Lee 등^[11,12]의 연구에서는 L4-5 level에서 지방측정을 하였다. Umbilicus 위치는 비만의 정도에 따라 그 위치가 변할 수 있다.^[13] 따라서 본 연구는 CT의 측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적과의 상관성을 알아보았다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상

2019년 1월부터 2019년 5월까지 경남 소재한 대학병원 건강증진센터에 내원한 성인 882명을 대상으로 하였다. Inbody 검사의 체지방량 (total weight without fat)은 표준화된 비율로 산출되기 때문에 고도비만이나 저체중인 경우 표준화된 비율로 산출시 오차가 커질 수 있다.^[14] 분석의 신뢰도를 높이기 위하여 대한비만학회 비만치료지침(2012) 기준으로 체질량지수 23~30 kg/m²인 과체중, 비만 범위에 속하는 집단을 Table 1과 같이 나타내었다.

Table 1. Characteristics of study subjects.

	Male (n=474)	Female (n=408)
	Mean±SD	
Age	4.01 ± 9.78	55.53 ± 9.70
Height(cm)	172.71 ± 6.07	157.74 ± 5.65
Weight(kg)	76.00 ± 7.75	62.52 ± 5.22
BMI(kg/m ²)	25.37 ± 1.62	25.10 ± 1.37

2. CT 내장지방 측정 방법

CT 지방측정은 256-slice CT scanner(Revolution CT, GE Healthcare, Waukesha, WI, USA)를 사용하여 비 조영 복부 CT 검사 원시자료(raw data)를 이용해서 복부 전체 영상자료(image data)를 얻었다.

CT Scan Parameter는 kV and mA Control Setting으로 100 kVp (kV Assist, range 80-120), Smart mA range 100-500, Noise Index 14.1, Scan Type Setting으로 Helical(Hi Res Mode off), Rotation time 0.50 s, Coverage Speed Setting으로 Detector Coverage 40 mm, Pitch 0.984 : 1, Coverage Speed 78.75 mm/s, Reconstruction Setting으로 Thickness 2.5 mm, Interval 2.5 mm, Recon Type Std(standard algorithm), Recon Mode Helical Plus로 설정하였다.

복부 내장지방의 정량적인 측정을 하기 위하여 CT에서 얻은 영상자료를 자동으로 Fat measurement 가능한 CT workstation(Aquarius, TeraRecon, USA)으로 전송하였다.^[15] Fat analysis options의 지방 문턱 값(threshold value)을 Hounsfield Units(HU) -150 ~ -50으로 설정하여 L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 위치에서 내장지방 면적(Visceral fat area, VFA)을 측정하였다.

3. Inbody 내장지방 측정 방법

Inbody 검사의 내장지방 면적(Inbody VFA)은 Inbody 720(Biospace, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다.

4. 분석방법 및 통계분석

CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적은 L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 위치에서 내장지방 면적(이하, CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus)을 측정하였다, 그리고 Inbody로 내장지방 면적(이하, InbodyVFA)을 측정하였다. CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적과의 차이를 비교하기 위하여 일원 배치 분산분석(one-way ANOVA)을 하였으며 유의한 차이는 Scheffe의 사후분석 (post hoc analysis)으로 확인하였다. 그리고 CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적과의 상관관계를 알아보기 위하여 우선 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus과 InbodyVFA의 차이를 비교한 후 나이를 제어변수로 하여 편 상관분석(partial correlation analysis)을 하였다. 상관계수는 Fisher r-to-z transformation으로 비교하였다. PASW(PASW statistics,

ver. 18.0, SPSS, Chicago, USA)를 이용하였다.

III. RESULT

1. CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적 차이 비교

L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 위치에 CT로 측정한 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적과의 차이를 일원 배치 분산분석을 통해 비교하여 Table 2와 같이 나타내었다.

그 결과 남성은 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus, InbodyVFA 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=12.902$, $p<0.001$). 내장지방 면적은 InbodyVFA가 가장 낮게 나타났고, CT L5-S1, CT L4-5, CT Umbilicus, CT L3-4, CT L2-3, CT L1-2 순으로 높게 나타났다. 추가로 사후분석을 한 결과 InbodyVFA와 CT L4-5($p=0.413$), CT L5-S1($p=0.997$), CT Umbilicus($p=0.166$)는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

여성은 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus, InbodyVFA 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=6.906$, $p<0.001$). 내장지방 면적은 L5-S1가 가장 낮게 나타났고, InbodyVFA, CT L4-5, CT Umbilicus, CT L3-4, CT L1-2, CT L2-3 순으로 높게 나타났다. 추가로 사후분석을 한 결과 InbodyVFA와 CT L3-4($p=0.207$), CT L4-5($p=0.955$), CT L5-S1($p=0.999$), CT Umbilicus($p=0.907$)는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

또한 CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적의 차이를 알 수 있었다. 그 결과 남성은 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4간, CT L3-4, CT L4-5, CT Umbilicus 간, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(표 1). 여성은 CT L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, Umbilicus 간, L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으며 Table 2에 나타내었다. 따라서 성별과 관계없이 CT 지방측정에서 L4-5, Umbilicus 위치에서 측정한 값은 차이가 없었다.

2. CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적과의 상관관계

나이를 통제된 상태에서 CT 지방측정 위치(L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus)에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적과의 상관관계를 분석하여 Table 3과 같이 나타내었다. 남자는 InbodyVFA와 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus는 높은 양의 상관관계로 나타났다. InbodyVFA와 CT L4-5간의 상관관계가 가장 높았다($r=0.722$, $p<0.001$). 다음으로 CT L5-S1($r=0.699$, $p<0.001$), CT L3-4($r=0.673$, $p<0.001$), CT L2-3($r=0.616$, $p<0.001$), CT Umbilicus($r=0.583$, $p<0.001$), CT L1-2($r=0.573$, $p<0.001$) 순이었다. 상관계수의 차이를 비교하기 위하여 InbodyVFA와 상관관계가 가장 높은 CT L4-5에서 낮은 순으로 Fisher r-to-z transformation 하여 Table 4에 나타내었다. 상관계수가 가장 높은 CT L4-5와 CT L5-S1($z=0.71$, $p=0.48$), CT L3-4($z=1.47$, $p=0.14$)는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 결과적으로 InbodyVFA는 CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1과 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

여자는 InbodyVFA와 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus는 높은 양의 상관관계로 나타났다. InbodyVFA와 CT L1-2간의 상관관계가 가장 높았다($r=0.709$, $p<0.001$). 다음으로 L2-3($r=0.689$, $p<0.001$), L5-S1($r=0.672$, $p<0.001$), L3-4($r=0.669$, $p<0.001$), L4-5($r=0.664$, $p<0.001$), Umbilicus($r=0.654$, $p<0.001$) 순이었다. 상관계수의 차이를 비교하기 위하여 InbodyVFA와 상관관계가 가장 높은 CT L1-2에서 낮은 순으로 Fisher r-to-z transformation을 Table 5에 나타내었다.

상관계수가 가장 높은 CT L1-2와 CT L2-3($z=0.69$, $p=0.57$), CT L5-S1($z=1.01$, $p=0.31$), CT L3-4($z=1.08$, $p=0.28$), CT L4-5($z=1.21$, $p=0.23$), CT Umbilicus($z=1.46$, $p=0.14$)는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 결과적으로 InbodyVFA는 CT L1-2, L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus 모두 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

Table 2. Comparison of Visceral Fat Area difference by slice level (Male N=2844) (Female N=2448)

	Male VFA (n=474)		Female VFA (n=408)	
	M ± SD		M ± SD	
CT L1-2	135.4 ± 66.3 ^c	CT L1-2	150.0 ± 73.1 ^b	
CT L2-3	135.0 ± 64.5 ^c	CT L2-3	154.7 ± 75.9 ^b	
CT L3-4	118.3 ± 57.0 ^{bc}	CT L3-4	128.4 ± 66.4 ^{ab}	
CT L4-5	98.7 ± 43.3 ^{ab}	CT L4-5	105.3 ± 49.8 ^{ab}	
CT L5-S1	81.8 ± 32.2 ^a	CT L5-S1	85.9 ± 35.1 ^a	
CT Umbilicus	103.1 ± 44.8 ^{ab}	CT Umbilicus	108.2 ± 49.2 ^{ab}	
InbodyVFA	78.9 ± 28.9 ^a	InbodyVFA	88.0 ± 34.4 ^a	
F	12.902	F	6.906	
p	.000**	p	.000**	

Table 3. Partial Correlation Analysis of Samples

		Inbody	L1-2	L2-3	L3-4	L4-5	L5-S1	Umbilicus
Male (N=474)	Inbody	1.00	0.573**	0.616**	0.673**	0.722**	0.699**	0.583**
Female (N=408)	Inbody	1.00	0.709**	0.689**	0.669**	0.664**	0.672**	0.654**

Controlling for age. **p<0.01

Table 4. Comparison of correlation coefficient differences between Fisher r-to-z transformation(male)

Test sample	Validation sample	Fisher r-to-z transformation
CT L4-5 r=0.722 (n=474)	CT L5-S1	r=0.699 z=0.7131, p=0.4758
	CT L3-4	r=0.673 z=1.4671, p=0.1423
	CT L2-3	r=0.616 z=2.9660, p=0.0030
	CT Umbilicus	r=0.583 z=3.7569, p=0.0002
	CT L1-2	r=0.573 z=3.9874, p=0.0001

r: Correlation coefficient, n: number of sample, z: Fisher's value of r-to-z transformation. * p<0.05.

Table 5. Comparison of correlation coefficient differences between Fisher r-to-z transformation(Female)

Test sample	Validation sample	Fisher r-to-z transformation
CT L1-2 r=0.709 (n=408)	CT L2-3	r=0.689 z=0.5567, p=0.5777
	CT L5-S1	r=0.672 z=1.0073, p=0.3138
	CT L3-4	r=0.669 z=1.0849, p=0.2780
	CT L4-5	r=0.664 z=1.2129, p=0.2252
	CT Umbilicus	r=0.654 z=1.4645, p=0.1431

r: Correlation coefficient, n: number of sample, z: Fisher's value of r-to-z transformation. * p<0.05.

IV. DISCUSSION

본 연구에서 첫 번째로 CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정된 내장지방 면적과의 차이를 비교 분석하였다. CT 지방측정 위치는 일반적으로 Umbilicus 또는 L4-5 위치에서 측정하는 것이 보통인데, Sjostrom 등^[13]은 Umbilicus 위치는 비만의 정도에 따라 그 위치가 변할 수 있기에 L4-5로 정해야 한다고 제안하였고, Kvist 등^[16]은 L4-5 level의 내장지방 면적이 복부 전체 내장지방의 양과의 상관관계가 가장 높다고 보고하였다. 하지만 백인을 대상으로 한 연구에서는 L1-2 또는 L2-3에서 측정된 내장지방 면적이 L4-5보다 복부 전체 내장지방의 양을 잘 반영한다는 보고도 있다.^[17,18] 이러한 선행연구를 종합해 보면 CT의 측정 위치에 따라 내장지방 면적이 다르다는 것을 알 수 있었다.

따라서 본 연구는 CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정된 내장지방 면적과의 차이를 알아보기 위하여 L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 위치에서 내장지방 면적 그리고 Inbody로 측정된 내장지방 면적을 측정하여 일원 배치 분산분석을 통하여 남·여 성별에 따라 각각 분석하였다. 그 결과 남·여 성별과 관계없이 Inbody로 측정된 내장지방 면적과의 CT 내장지방 면적 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 추가로 사후분석을 한 결과 남자는 InbodyVFA와 CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 여자는 InbodyVFA와 CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. Jeon 등^[19]은 남자 27명, 여자 97명을 대상으로 L4-5 level에서 측정된 CT 내장지방 면적과 Inbody로 측정된 내장지방 면적의 차이를 비교하였는데 여자는 두 측정값 간의 통계적으로 유의한 차이가 없었지만, 남자는 두 측정값 간의 통계적으로 유의한 차이가 있다고 하였다. 본 연구에서는 L4-5에서 측정된 CT 내장지방 면적은 Inbody로 측정된 내장지방 면적과 남·여 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 본 연구결과와 남자 대상자에서 다른 결과를 보여준다. 또한, CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적의 차이를 알 수 있었다. 그 결

과 남·여 성별과 관계없이 지방측정 위치에 따라 내장지방 면적은 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 추가로 사후분석을 한 결과 남자는 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4 간에 CT L3-4, CT L4-5, CT Umbilicus 간에 CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 여자는 L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, Umbilicus 간에 L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 남·여 성별과 관계없이 CT 지방측정에서 L4-5, Umbilicus 위치에서 측정된 값은 차이가 없다고 말할 수 있다.

두 번째로 CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정된 내장지방 면적과의 상관관계를 알아보기 위하여 측정된 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus, InbodyVFA를 변수로 하여 나이를 통제된 상태에서 편 상관분석을 하였다. 그 결과 남자는 InbodyVFA와 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus는 높은 양의 상관관계가 있으며, InbodyVFA와 CT L4-5간의 상관관계가 가장 높았다. 다음으로 CT L5-S1, CT L3-4, CT L2-3, CT Umbilicus, CT L1-2 순이었다. 상관계수의 차이를 비교하기 위하여 Fisher r-to-z transformation을 한 결과 CT L4-5와 CT L5-S1, CT L3-4의 상관계수는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 InbodyVFA는 CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1과 높은 상관관계가 있다고 말할 수 있다.

여자는 InbodyVFA와 CT L1-2, CT L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus는 남자와 마찬가지로 높은 양의 상관관계가 있으며, InbodyVFA와 CT L1-2에서 측정된 내장지방 면적 간의 상관관계가 가장 높았다. 다음으로 CT L2-3, CT L5-S1, CT L3-4, CT L4-5, CT Umbilicus 순이었다. 상관계수의 차이를 비교하기 위하여 Fisher r-to-z transformation을 한 결과 CT L1-2와 CT L2-3, CT L5-S1, CT L3-4, CT L4-5, CT Umbilicus의 상관계수는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 InbodyVFA는 CT L1-2, L2-3, CT L3-4, CT L4-5, CT L5-S1, CT Umbilicus 모두 높은 상관관계가 있다고 말할 수 있다.

결론적으로 CT 지방측정에서 L4-5와 CT Umbilicus 위치에서 측정된 내장지방 면적은 성별과 관계없이 차이가 없다. 또한, CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정된 내장지방 면적과의 상관관계를 알아본 결과 CT 내장지방 면적과 Inbody로 측정된 내장지방 면적 간의 차이가 없으며, 상관관계가 높은 CT 내장지방 측정 위치는 남자 L4-5, L5-S1 위치, 여자 L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 위치이다. 또한, 남·여 성별과 관계없이 Inbody 내장지방 면적과 CT 내장지방 면적 간의 관계 연구 시에는 CT L4-5 위치의 내장지방 면적을 비교하는 것이 바람직하다고 생각한다.

본 연구의 제한점으로 체질량지수 23~30 kg/m² 이내인 대상자만 분석하였기 때문에 저체중, 고도비만 범위에 속하는 집단을 분석하지 못했다. Inbody 검사의 체지방량은 표준화된 비율로 산출되기 때문에 고도비만이나 저체중인 경우 표준화된 비율로 산출 시 오차가 커질 수 있다.^[14] 오차는 측정 결과의 신뢰도에 문제가 될 수 있기 때문에 연구 대상자에서 제외하였다. 그리고 Inbody에서 피하지방을 구할 수 없기 때문에 본 연구에서 CT 지방측정에서 피하지방을 측정하지 않았다. Fujioka 등^[20]은 비만 환자에서 내장지방 피하지방 비가 0.4 이상의 비만군은 0.4 미만인 비만군에 비하여 혈당, 지질대사 장애가 유의하게 높다고 보고하였다. 그리고 성별은 남자, 연령은 고령일수록 피하지방 내장지방 비가 높게 나타났는데, 체질량지수와는 무관한 대사 이상을 나타냈다고 보고하였다.^[20] 이에 후속연구로서 CT 지방측정 위치에 따른 내장지방과 피하지방의 차이에 따른 질환 연구를 하고자 한다.

V. CONCLUSION

CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적 간의 차이를 비교하고 Inbody로 측정된 내장지방 면적과의 상관관계를 남·여 성별에 따라 각각 알아보았다. 그 결과 CT 지방측정에서 L4-5와 CT Umbilicus 위치에서 측정된 내장지방 면적은 성별과 관계없이 차이가 없다. 또한, CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정된 내장지방 면적과의 상관관계를 알아본 결과 CT 내장지방 면적과

Inbody로 측정된 내장지방 면적 간의 차이가 없으며, 상관관계가 높은 CT 내장지방 측정 위치는 남자 L4-5, L5-S1 위치, 여자 L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 위치이다. 또한, 남·여 성별과 관계없이 Inbody 내장지방 면적과 CT 내장지방 면적 관계 간의 연구를 할 때 CT L4-5 위치의 내장지방 면적과 비교하는 것을 제안한다.

Reference

- [1] Y. J Kim., et al. "Body fat assessment method using CT images with separation mask algorithm," Journal of digital imaging, Vol. 26, No. 2, pp. 155-162, 2013.
- [2] Purnell, Jonathan Q., et al. "Effect of weight loss with reduction of intra-abdominal fat on lipid metabolism in older men," The journal of clinical endocrinology & metabolism, Vol. 85, No. 3, pp. 977-982, 2000.
- [3] S. P. Julie, et al. "Contribution of abdominal obesity and hypertriglyceridemia to impaired fasting glucose and coronary artery disease," The American journal of cardiology. Vol. 90, No. 1, pp. 15-18, 2002.
- [4] J. P. Després, "Health consequences of visceral obesity," Annals of medicine. Vol. 33, No. 8, pp. 534-541, 2001.
- [5] J. S. Kim, et al. "Comparison of DEXA and CT for Truncal Obesity in Adult Women Related to Metabolic Complications," Journal of the Korean Academy of Family Medicine, Vol. 28, No. 9, pp. 675-681, 2007.
- [6] E. Y. Choi, S. G. Park, "Association between the measurement location of abdominal fat evaluated by CT and metabolic syndrome among Korean men," Korean Journal of Health Promotion Diseases Prevention, Vol. 8, No. 4, pp. 272-280, 2008.
- [7] Kopelman, Peter G., Ian D. Caterson, et al. *Clinical obesity in adults and children*, John Wiley & Sons, 2009.
- [8] Hirooka, Masashi, et al. "A technique for the measurement of visceral fat by ultrasonography: comparison of measurements by ultrasonography and computed tomography," Internal Medicine, Vol. 44, No. 8, pp. 794-799, 2005.

- [9] Ryo M, Maeda K, Onda T, et al. A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care*. Vol. 28, No. 2, pp. 451-453. 2005
- [10] E. J. Lee, et al. "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.
- [11] D. Berker, et al. "Compatibility of different methods for the measurement of visceral fat in different body mass index strata," *Diagnostic and interventional radiology*, Vol. 16, No. 2, pp. 99-105, 2010.
- [12] D. H. Lee, et al. "Comparison of abdominal visceral adipose tissue area measured by computed tomography with that estimated by bioelectrical impedance analysis method in Korean subjects," *Nutrients*. Vol. 7, No. 12, pp. 0513-10524, 2015.
- [13] Sjostrom, Lars. "Computer-tomography based multicompartiment 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.
- [14] J. H. Kim, "The Usefulness of Body Composition Analysis in Obese patients," *The Korean Journal of Obesity*, Vol. 25, No. 1, pp. 16-18, 2016.
- [15] D. W. Park, et al. "Relationship between abdominal fat area measured by screening abdominal fat CT and metabolic syndrome in asymptomatic Korean individuals," *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 77, No. 1, pp. 1-8, 2017.
- [16] H. Kvis, L. Sjostrom Tylen. Adipose tissue volume determination in women by computed tomography: technical considerations. *International Journal of Obesity*. Vol. 10, No. 1, pp. 53-67, 1986.
- [17] L. Jennifer, N. Steven. Does measurement site for visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue alter associations with the metabolic syndrome? *Diabetes Care*. Vol. 29. No. 3, pp. 679-684, 2006.
- [18] W. Shen, M. Punyanitya, Z. Wang, D, et al. Visceral adipose tissue: relations between single-slice areas and total volume. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 80, No. 2, pp. 271-278, 2004.
- [19] H. S. Jeon, et al. "The Accuracy of the Assessment of Visceral Obesity by InBody 4.0 and Waist Circumference," *Journal of the Korean Academy of Family Medicine*, Vol. 27, No. 11, pp. 904-910, 2006.
- [20] Fujioka, Shigenori, et al. "Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity," *Metabolism*, Vol. 36, No. 1, pp. 54-59, 1987.

CT 측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적의 상관성 연구

이상현,^{1,2} 임인철,³ 이효영^{1,3,*}

¹동의대학교 대학원 보건의과학과

²양산부산대학교병원 영상의학과

³동의대학교 방사선학과

요 약

건강증진센터를 방문한 환자를 대상으로 CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적의 차이를 비교하여 보았다. CT 지방측정에서 L4-5와 CT Umbilicus 위치에서 측정한 내장지방 면적은 남·여 성별에 다른 차이는 없었다. 또한, CT 지방측정 위치에 따른 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적과의 상관관계에서 CT 내장지방 면적과 Inbody로 측정한 내장지방 면적 간의 차이가 없었다. CT 내장지방 측정 위치는 남자 L4-5, L5-S1 위치, 여자 L3-4, L4-5, L5-S1, Umbilicus 위치에서 높은 상관관계를 보였다. Inbody 내장지방 면적과 CT 내장지방 면적 관계 간의 연구를 할 때 CT L4-5 위치의 내장지방 면적과 비교하는 것을 제안한다.

중심단어: 컴퓨터단층촬영, 인바디, 내장지방 면적, 상관관계

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	이상현	동의대학교 대학원 보건의과학과	대학원생
(공동저자)	임인철	동의대학교 방사선학과	교수
(교신저자)	이효영	동의대학교 방사선학과	교수