

MDCT 영상으로 측정된 복부지방량의 면적과 체적의 비교

*고경식, **김성수,***김현진,***김찬중,***박종원
충남대학교 산업대학원 전자정보통신공학과, 의과대학 가정의학과, 공과대학 전기정보통신공학부
e-mail : gks88@kt.co.kr, sungsoo@cnu.ac.kr, {hjkim2, cjkim, jwpark}@crow.cnu.ac.kr

Comparison of Area and Volumn of Abdominal Fat Quantity Measured by MDCT Image

*Kyung-Sik Koh, **Sung-Soo Kim, ***Hyun-Jin Kim,
Chan-Jung Kim,Jong-Won Park
*School of Information and Chungnam National University in Graduate School of
Industry of Information Communications Engineering,
** College of Medicine family medical science,
*** College of Engineering Information communication engineering department

Abstract

This thesis estimates relationships between area and volume of visceral adipose tissue about health risk. Visceral adipose tissue quantity showed the quantitative relationship, where degree of area was similar to the volume. Therefore, it is more useful to use the area which is simpler, than the volume when using visceral adipose tissue quantity for estimating the degree of danger factors related with fatness.

I. 서론

비만을 선별하는 목적은 체중을 감량하거나 적어도 유지하여 비만으로 인한 합병증을 예방하는 것이다. [1][2][3] 비만건강위험인자인 허리둘레는 복부비만의 평가지표로 임상에 적용할 수 있다. 체질량지수 (body mass index, BMI) 와 허리둘레를 같이 평가하면, 비만건강위험도 평가에도 도움이 된다. 그러나 같은 체질량지수를 가진 경우라도 허리둘레가 증가되면 비만건강위험이 더 높다. 그래서 체질량지수와 허리둘레만으로 비만을 평가하는 것 보다 정확한 비만측정을 하기위해 자기공명영상(MRI), 컴퓨터 단층촬영(CT), 이중에너지 방사선흡수계(DEXA) 등이 많이 활용된다.

자기공명영상, 컴퓨터 단층촬영의 특징은 복부지방량을 피하지방량과 내장지방량으로 분리하여 측정할 수 있다.

최근 미국에서 발표된 바에 의하면 남녀 성별 내장지방량, 피하지방량, DSAT량(deep subcutaneous abdominal adipose tissue, DSAT), SSAT량 (superficial subcutaneous abdominal adipose tissue, SSAT)의 합과 전체지방량과의 관련성 및 대사증후군과의 관련성에 대한 연구 결과 비만은 당뇨병, 고혈압, 심혈관질환의 위험과 관련이 있다고 하였다.[4] 이에 본 연구에서도 복부지방량중에서 특히, 내장지방량을 평가한 결과 비만건강위험과 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구는 복부지방량을 측정하는 가장 보편적인 방법중 L3/L4 위치의 CT나 MRI 영상에서 내장지방량의 면적(1장의 영상을 이용하여 측정, cm^2) 및 체적(5장의 영상을 이용하여 측정, cm^3)을 측정하여 어느것이 더 비만건강위험과 관련성이 있는지에 대하여 평가하는데 목적이 있다.

II. 연구 내용

2.1 Dicom 파일의 이해

DICOM(Digital Image and Communication in Medicine) 파일은 의학 영상 분야의 표준 형식이다. DICOM 파일은 영상 저장 방법의 표준일 뿐 아니라

통신 방법의 표준이기도 하다. 그 시초는 표준이 없는 각 영상 장비들을 하나의 시스템으로 연동하기 위해 제안되었으며, 1985년 최초 제정 당시에는 American College of Radiology와 National Electrical Manufacturers Association이라는 두 단체의 협약에 의해 제정되어 ACR-NEMA 표준이라고 불리었다. ACR-NEMA는 1991년 3.0 버전을 발표하면서 DICOM으로 그 이름을 바꾸었다. 촬영장비의 종류가 다양해지고, 같은 종류의 장비도 여러 가지 타입이 있으므로 호환성의 문제가 대두되었고 이 문제를 해결하기 위해서는 각 촬영 장비가 모두 공통적인 Format의 영상을 출력해야만 하는데, 이 공통의 Format이 바로 DICOM 표준이다.[5]

2.2 체지방측정 프로그램(CT Obesity 2. 0)

체지방측정 프로그램은 기존의 체성분 분석 기기들이 제공하던 정보보다 더욱 정확하고 유용하며, CT 영상을 이용하여 체성분을 분석하고 측정 시간, 측정 방법, 측정 자세 등 많은 외부적 환경 요소에 의한 측정값의 변동이 매우 적다. 그리고 체지방 측정 결과를 기존의 방법보다 더욱 진보된 방법으로 표시하며, 기존의 체지방의 정량적 표현에 비해 (예를 들어 단순한 막대그래프와 숫자의 표현정도 밖에 불가능)체지방측정 프로그램을 이용하면 체지방의 체적을 산출할 수 있고 또 어떤 위치에 어떻게 분포하고 있는 지 매우 정확하게 볼 수 있다. 특히, 부분 비만 측정(특히 복부 비만)에 매우 유용한데 기존의 바이오 임피던스를 이용한 체성분 분석기기의 경우 전체 지방 측정량 대비 WHR(Waist Hip Ratio) 기준으로 추정을 하는 것에 비해 체지방측정 프로그램은 특정 부위를 직접 측정하는 것이기 때문에 경험변수에 따른 추정과는 비교할 수 없다. 그리고 가변비율을 이용한 체적계산과 절대비율을 이용한 체적계산을 통해 좀 더 정확한 체적을 구할 수 있어 전문가에 의한 영상의 구분 작업으로 특정 부분의 체지방, 근육의 체적 및 비율을 계산할 수 있다. [6][7]

2.3 체지방측정프로그램 검증자료 : 돼지 다리를 이용한 성능 검증

돼지 다리의 CT 영상(충남대 의대 협조)으로 체지방측정프로그램을 이용하여 체적을 계산 하였으

며, 돼지 다리의 각 조직(체지방,근육,뼈)을 분리하고, 분리된 각 조직의 체적을 실제측정(충남대 의대, 수의대 협조)한 결과 체지방에서는 오차율이 0.2% 나타났으며, 근육에서는 오차율이 0.08%로 나타남을 증명했다.[6][7]

측정 대상	실측 (ml)	CT Obesity(2.0) (ml)	Error (%)
체지방	1910	1913.86	0.2
근육	61001	6045.42	0.8

표 2.1 성능검증 결과표

2. 4 내장지방량 면적 및 체적 측정

본 연구 자료의 촬영 기간은 2003년7월 부터 2004년 12월까지 촬영된 자료이고, 연구기간은 2005년1월 부터 2005년9월까지 처리하였다. 또한 C 병원에 내원한 사람들로 남자 20명, 여자20명을 대상으로 연구하였으며, 남아 통계 입력자료는 다음과 같다.

성별	체질량지수 (Body mass index, BMI)	체중 (Kg)	허리둘레 (Cm)
남	22~41	70~123	80~131
여	25~36	55~88	83~116

표 2.2 통계 입력 자료

CT영상은 환자 한 명당 L3/L4위치의 한장 및 L3/L4 위치를 기준으로하여 위로 2장, 아래로 2장 모두 5장이다. 체지방측정프로그램에서 내장지방량의 면적을 측정 하기위해 총 5장의 CT 중에서 L3/L4위치의 한장의 CT영상만 처리하고 나머지 CT영상은 제거 한다. 또한 환자 한사람에 대한 5장의 CT영상을 모두 화면에 읽어와서 내장지방량의 체적을 구한다. 체지방측정 프로그램의 기능중 수작업 모드와 수작업모드의 도구를 이용하여 내장지방 영역과 피하지방 영역을 구분한다. 이들의 측정 결과중 내장지방량 면적 및 체적에 해당 하는 Internal 측정값만 이용한다.[6][7]

2. 5 자료처리 및 통계분석

자료는 체지방측정 프로그램에서 면적과 체적을 계산하여 통계자료분석 응용프로그램(SPSS Ver. 11.5)을 이용하여 상관관계를 계산 하였다. 상관관계는 어떤 현상간의 관계를 규명하는 것은 사회적으로 아주 중요한 일이다. 두 변수간의 상관관계를 규명하는 기법이 상관분석이다. 일반적으로 상관계수라 함은 단순상관

계수(simple correlation coefficient)라고도 하는 피어슨 상관계수를 말하는 것이다. 상관계수의 절대값이 1에 가까우면 선형관계가 강하다고 할 수 있으며, 0에 가까우면 약하다고 할 수 있다. 일반적으로 사회과학에서는 상관계수가 0.4 이상이면 상관관계가 있다고 하며, 0.7 이상이면 상관관계가 높다고 한다. 상관관계는 선형관계의 강도를 나타낼 뿐 인과관계를 설명하는 것은 아니라는 점을 유념해야 한다. 상관계수가 0이라고 하여 두 변수간에 전혀 관계가 없다고 할 수는 없다. 통계자료분석 프로그램에서 Bivariate Correlation 대화상자를 사용하여 통계자료입력파일에서 ‘내장지방량 면적’, ‘내장지방량 체적’, ‘체질량지수’, ‘허리둘레’, ‘엉덩이둘레’, ‘생체임피던스측정법(BIA)’, ‘체중’ 등의 상관분석을 수행 하였다.[9]

III. 연구 결과

3.1 상관관계 분석

구분		내장지방량 면적		내장지방량 체적	
		남자	여자	남자	여자
체질량지수	Pearson Correlation	0.233	0.668 **	0.212	0.667 **
	Sig. (2-tailed)	0.323	0.001	0.370	0.001
허리둘레	Pearson Correlation	0.281	0.663 **	0.262	0.668 **
	Sig. (2-tailed)	0.229	0.001	0.264	0.001
엉덩이둘레	Pearson Correlation	0.063	0.640 **	0.038	0.638 **
	Sig. (2-tailed)	0.793	0.002	0.873	0.002
BIA (생체임피던스측정법)	Pearson Correlation	0.035	0.588 **	0.030	0.577 **
	Sig. (2-tailed)	0.886	0.006	0.902	0.008
체중	Pearson Correlation	0.223	0.578 **	0.202	0.575 **
	Sig. (2-tailed)	0.345	0.008	0.394	0.008
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).					
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).					

내장지방량의 면적 및 체적은 여자에서 체질량지수(면적 $r=0.668$, $p=0.001$; 체적 $r=0.667$, $p=0.001$), 허리둘레(면적 $r=0.663$, $p=0.001$; 체적 $r=0.668$, $p=0.001$), 엉덩

이둘레(면적 $r=0.640$, $p=0.002$; 체적 $r=0.638$, $p=0.002$), BIA(면적 $r=0.588$, $p=0.006$; 체적 $r=0.577$, $p=0.008$), 체중(면적 $r=0.578$, $p=0.008$; 체적 $r=0.575$, $p=0.008$)과 양의 상관관계를 보였다. 그리고 남자에서는 체질량지수(면적 $r=0.233$, $p=0.323$; 체적 $r=0.212$, $p=0.370$), 허리둘레(면적 $r=0.281$, $p=0.229$; 체적 $r=0.262$, $p=0.264$), 엉덩이둘레(면적 $r=0.063$, $p=0.793$; 체적 $r=0.038$, $p=0.873$), BIA(면적 $r=0.035$, $p=0.886$; 체적 $r=0.030$, $p=0.902$), 체중(면적 $r=0.223$, $p=0.345$; 체적 $r=0.202$, $p=0.394$)과 양의 상관관계를 보였다. 내장지방량은 체질량지수, 허리둘레, 엉덩이둘레, BIA, 체중과 양의 상관관계를 보였다. 이러한 상관관계의 정도는 면적 및 체적 간에 서로 유사하였다.[9] 한편, 최근 미국에서 발표된 바에 의하면 전체지방은 CT(computed tomography, CT)와 DEXA(dual energy x-ray absorptiometry)로 측정했으며, 남녀 전체지방대 피하지방량은 남자는 66%, 여자는 51%로 남자가 더 높게 나타났다. ($p<0.05$) 또한 남자의 경우 인슐린이 DSAT에서 상관관계($R^2=0.528$)가 높았고, tSSAT($R^2=0.375$), VAT($R^2=0.374$)에서 낮은 상관관계를 보였다.[4]

IV. 고찰 및 결론

최근에는 영상기술을 지방분포에 적용하면서 내장지방과 피하지방으로 구분할 수 있게 되었다. 그로인해 허리둘레가 증가한 경우에도 내장지방량이 많은 경우와 피하지방이 많은 경우가 있음을 알게 되었다. 이를 통한 많은 연구에서 컴퓨터단층촬영이나 자기 공명영상으로 측정한 내장지방량은 비만의 건강위험과 밀접한 관련성이 있는 것으로 보고되었다.[10][11][12] 본 연구에서는 MDCT영상에서 내장지방량을 면적 및 체적으로 측정하여 어느 것이 더 건강위험과 관련성이 있는지 알아보려고 하였다. 그러나 면적과 체적의 측정값이 건강위험에 대해 유사한 상관관계가 나타남을 알 수 있었다. 특히 여자인 경우 체질량지수, 허리둘레, 엉덩이둘레, BIA, 체중에서 양의 상관관계를 보여 내장지방량과 건강위험인자와의 관련성이 높다는 것을 나타냈으며, 면적과 체적의 측정값은 서로 유사하게 나타났다. 남자에서도 체질량지수, 허리둘레, 엉덩이둘레, BIA, 체중에서 양의 상관관계를 보였으며, 면적과 체적 측정값에서 유사한 결과임을 알 수 있었다. 한편 최근 미국에서 발표된 바에 의하면 남자의 경우 몸무게는 높지만 전체지방은 적게 분포되어 있음을 알 수 있었다. 콜레스테롤 양(HDL_C)은 여자에게서 더 높았다. 중성지방과 수축기혈압은 남녀 유사하였다. 그러나 이완기혈압은 여자에게서 더 낮게 나타났다. 이 논문에서는

내장지방, 피하지방, DSAT, SSAT에 대해 HDL_C, 중성지방, 당뇨병, 수축기혈압, 이완기혈압과의 관련성이 있다는 것을 알 수 있었다.[4] 따라서 본 논문과 유사한 부분은 내장지방량과 건강위험관련 수치와 관련성이 높다는 것은 비슷하지만, 건강위험인자를 서로 다른 항목(체질량지수, 허리둘레, 엉덩이둘레, BIA, 체중)으로 평가 하였으며, 평가 방법론에서도 본 논문은 면적과 체적으로 나눠서 체지방측정프로그램을 이용하여 측정하였다. 측정된 결과 면적과 체적에서 서로 유사한 값을 알 수 있었다. 그러므로 비만관련 위험인자의 정도를 평가할 목적으로 내장지방량을 측정할 때는 체적보다 단순한 방법인 면적을 이용하는 것이 더 용이하다.

참고문헌

[1] WHO. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva:WHO;1997

[2] Wassertheil-Smoller S, Blaufox MD, Oberman AS, Langford HG, Davis BR, Wylie-Rosett J. The trial of antihypertensive interventions and management TAIM study. Adequate weight loss, alone and combined with drug therapy in the treatment of mild hypertension. Arch Intern Med 1992;152(1):131-6.

[3] Wing RR, Shoemaker M, Marcus MDM, McDermott M, Gooding W. Variables associated with weight loss and improvements in glycaemic control in type 2 diabetic patients. Arch Intern Med 1990;147:1749-1753.

[4] 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, 2001Apr;50(4):425-35.

[5] 마로테크, “초보자를 위한 다이콤의 이해“, <http://marotech.co.kr/>, 2001.4.

[6] 성윤창, 윤용대, 송창준, 노승무, 박종원 “뇌에 대한 측상면의 MR 영상에서 뇌 영역 분할 및 조직 분할을 위한 판별값의 결정”, 제 13회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, VOL.13 NO.01 p.0463-0468, 2001.1

[7] Obesity Manual, 버츄얼아이테크(주), 2002.

[8] 대한비만학회. 비만의 진단과 치료. 아시아·태평양지역 지침. 서울:한의학;2000

[9] 최태성, 김성호 공저, “사회과학을 위한 통계자료 분석”-SPSS 11.0 활용-「다산출판사」 p.223-35

[10] Bouchard C, Despres JP, Mauriege P. Genetic and nongenetic determinants of regional fat distribution Rev. 1993 Feb;14(1):72-93

[11] Despres JP, Moorjani S, Lupien PJ, Tremblay A, Nadeau A, Bouchard C, Regional distribution of body fat, plasma lipoproteins, and cardiovascular disease. Arteriosclerosis, 1990 Jul-Aug;10(4):497-511, Related Articles, Links

[12] Seidell JC, Bouchard C, Abdominal adiposity and risk of heart disease. JAMA 1999;10(4):497-511