



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

지역사회 거주 노인에서
CT로 측정된 요추 근육 밀도
하운스필드 유닛과
대사증후군의 연관성

연세대학교 보건대학원
역학건강증진학과 건강증진교육전공
김 종 은

지역사회 거주 노인에서
CT로 측정된 요추 근육 밀도
하운스필드 유닛과
대사증후군의 연관성

지도 김 희 진 교수




이 논문을 보건학 석사 학위 논문으로 제출함

2018년 6월 일

연세대학교 보건대학원
역학건강증진학과 건강증진교육전공

김 종 은

김종은의 보건학 석사 학위논문을 인준함

심사위원 김희권 
심사위원 지선하 
심사위원 김창오 

연세대학교 보건대학원

2018년 6월 일

감사의 말씀

대학원에 입학한 것이 엇그제 같은데 벌써 석사과정 졸업을 준비하게 되었습니다. 부족한 저에게 끊임없는 격려와 많은 도움 주신 분들께 감사의 마음을 전하고자 합니다.

바쁘신 가운데 이 논문이 완성되기까지 세심한 지도와 배려로 이끌어 주신 김희진 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 논문이 완성되기까지 생각하지 못한 부분까지 지도해 주시고 배우는 즐거움을 알려주신 지선하 교수님과 언제나 용기와 따뜻한 관심을 주시고 긍정적인 방향으로 이끌어 주신 김창오 교수님께도 진심으로 감사드립니다. 방향을 못 잡고 헤맬 때 마다 길을 알려주시고, 바쁘신 중에도 수고를 아끼지 않으셨던 홍남기 선생님과 힘들고 지쳐 포기하고 싶던 순간마다 정신적으로 힘이 되어주신 조영임 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

대학원을 시작할 때부터 끝날 때까지 늘 큰 힘이 되어주고 지원을 아끼지 않은 동둥이 동생 연경, 통계분석에 어려움을 겪을 때 도와주신 윤영미 선생님, 선지유, 한민경 조교님께도 깊은 감사드립니다.

무사히 대학원 생활을 마칠 수 있도록 힘을 주고 항상 잘 할 것이라고 믿어주는 아낌없이 주는 친구 민지, 지현, 민경, 지미, 아영, 세브란스 병원 권경애 선생님, 정재환 선생님, 나영 선생님, Lily, 일과 학업을 병행하는 저를 항상 걱정하며 응원해 준 지선언니, 희영언니, 혜순 선생님, 은숙, 예지, 미진, 승지, 미희, 혜원, 하늘에 있는 현주언니, kure 식구들 선은서 선생님, 현덕이, 이은영 선생님, 이수진 선생님, 경은 선생님 자주 만나지는 못하지만 항상 마음속으로 생각하고 있는 캐나다에서 소중한 인연 현지, 성원, 아롬, 그리고 자주 찾아뵙지는 못하지만 마음의 버팀목 황상근 신부님, 정영수 안나

수녀님께도 깊은 감사드립니다.

마지막으로 언제나 사랑과 기도로 격려와 아낌없는 후원을 다해주시는 사랑하는 소중한 가족들 - 항상 묵묵히 지켜봐주시는 형부와 언니, 조카 상현이, 맛있는 커피와 마음의 안식을 전해 주시는 삼촌, 외숙모, 혜영, 세영, 현택이, 존재만으로도 마음의 위안을 얻을 수 있는 이모, 이모부, 자민, 자영, 민영이와 마음속의 든든한 버팀목이 되어주는 송주영 남편과 송기식 시아버님, 조경숙 시어머님께도 깊은 감사의 마음 전하고 싶습니다. 끝없는 사랑과 믿음으로 오늘의 결실을 맺을 수 있도록 도와주신 홍혜숙 엄마와 저의 손길이 부족했을 딸 채원에게 큰 감사의 마음 전합니다.

저의 마음을 글로 다 표현하지 못하지만 저를 아껴주시고 사랑해 주신 모든 분들께 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

2018년 6월

김 종 은

차 례

국문 요약

I . 서론	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적	5
II . 문헌고찰	6
1. 대사증후군의 정의	6
2. 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)	8
3. 근감소증의 정의	10
III . 연구 대상 및 방법	14
1. 연구 모형	14
2. 연구 대상 및 자료	15
3. 변수의 선정 및 정의	17
4. 분석 방법	21
IV . 연구 결과	26
1. 연구대상자의 일반적 특성	26
2. 대사증후군 유병률에 따른 변수의 평균 차이	30
3. 남녀별 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU) 근육량과 대사증후군 요소와의 상관성	34

4. 남녀별 요추 근육 밀도 하우스필드 유닛(0-29 HU) 근육량/요추 근육 밀도 하우스필드 유닛(30-100 HU) 근육량에 따른 대사증후군과의 연관성	38
5. 남녀별 요추 근육 밀도 하우스필드 유닛(0-29 HU) 근육량에 따른 대사증후군의 연관성	42
6. 남녀별 대사증후군과 연관성이 있는 대사증후군 표지자를 결정하기 위한 ROC Curve를 통한 AUC 비교	45
V. 고찰	49
VI. 결론	55
참고문헌	56
ABSTRACT	67

표 차 례

Table 1. Clinical diagnosis of metabolic syndrome in this study	7
Table 2. Measuring techniques for sarcopenia	13
Table 3. Independent variables	19
Table 4. Dependent variables	20
Table 5. General characteristics of study subjects	28
Table 6. Metabolic syndrome characteristics of study subjects	29
Table 7. Comparison of general characteristics between MS and Non-MS groups	32
Table 8. Comparison of lifestyle factors between MS and Non-MS groups	33
Table 9. Pearson correlation coefficients between lumbar 3 muscle attenuation measured by abdominal muscle CT and metabolic syndrome risk factors in men	36

Table 10. Pearson correlation coefficients between lumbar 3 muscle attenuation measured by abdominal muscle CT and metabolic syndrome risk factors in women	37
Table 11. Logistic regression models for metabolic syndrome using L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)	40
Table 12. Logistic regression models for metabolic syndrome using L3 MA(0-29 HU)	43
Table 13. Comparative analysis of area under the receiver operating characteristic curves to predict the strongest metabolic syndrome in men	45
Table 14. Comparative analysis of area under the receiver operating characteristic curves to predict the strongest metabolic syndrome in men	47

그림 차례

Figure 1. Siemens Somatom Definition Flash/Siemens Somatom Definition AS+	9
Figure 2. Body composition analysis using single slice CT image	9
Figure 3. Research model of the study	14
Figure 4. Flow of study participants	16
Figure 5. Distribution of L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)	22
Figure 6. Distribution of L3 MA(0-29 HU)	23
Figure 7. Distribution of HOMA-IR	24
Figure 8. Distribution of log transformed HOMA-IR	25
Figure 9. Receiver operating characteristic curves of the metabolic syndrome markers (Men); adjusted for age, smoking, Mini Nutritional Assessment, Physical Activity, Alcohol, L3 VSR, Height, HGS.	46

Figure 10. Receiver operating characteristic curves of the metabolic syndrome markers (Women); adjusted for age, smoking, Mini Nutritional Assessment, Physical Activity, Alcohol, L3 VSR, Height, HGS. 48

국 문 요 약

지역사회 거주 노인에서 CT로 측정된 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛과 대사증후군의 연관성

배경 및 목적

대사증후군은 심혈관 질환의 주요 위험인자로 알려져 왔다. 노화가 진행되면 체지방이 증가하고 근육량은 감소하며, 당뇨병과 같은 수많은 노년기 질환을 유발할 수 있다. 지금까지 근육량 측정 방법으로는 이중 에너지 방사선 X-선 흡수 계측법을 이용한 ‘상대적 근육량’을 측정한 연구가 많았으나 ‘근육의 질’ (Muscle quality)을 보는 지표인 근육 밀도 하운스필드 유닛에 따른 연구는 넓게 활용되고 있지 않아 이에 따른 중요성이 더욱 커지고 있다. 근육 밀도 하운스필드 유닛의 병리학적 변화는 근육 조직의 과도한 지방 침착을 반영하며 비만, 제 2형 당뇨병, 근염, 골관절염, 척추 협착 및 암이 있는 사람에게서도 관찰되고 이러한 조건을 가진 환자의 근육량이 감소하면 예후가 좋지 않고 이환율도 증가한다. 이에 본 연구에서는 65세 이상 남녀 지역사회 거주 노인을 대상으로 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛과 대사증후군과의 연관성을 알아보려고 한다.

연구방법

본 연구는 보건복지부 질병관리본부 사업으로 2016년 7월 1일에서 2017년 11월 10일까지 심혈관 질환 고위험군 예방관리를 위한 전향적 추적 관찰 연구

자료를 이용한 단면연구이다. 만 65세 이상 남녀 지역사회 거주 노인을 대상으로 방문 설문 조사 시행 122명, 암의 의사 진단 병력이 있는 경우, 신기능 이상 표지자인 eGFR<15, 간 기능 이상 표지자인 Albumin<3.5(g/dl), Platelet<10만(개/ μ L), 컴퓨터 단층 촬영 검사, 혈액검사, 약력검사의 결측치, 검사 이상치가 있는 경우인 215명을 제외한 1,136명이 연구 대상으로 포함되었으며, L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU), L3 MA(0-29 HU), L3 MA(30-100 HU), L3 VSR와 대사증후군의 관련성에 대해 로지스틱회귀분석을 실시하였고, 흡연, 음주, 신체활동, 영양은 층화하여 분석 하였다. 인슐린 저항성은 로그 변환을 하여 분석에 이용하였다.

연구결과

만 65세 이상 남녀 지역사회 거주 노인 총 1,136명 중 남자 355명, 여자 781명을 대상으로 분석한 결과, L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU) 평균은 남자에서 0.48 ± 0.21 , 여자에서 0.75 ± 0.30 이고, L3 MA(0-29 HU)은 남자에서 32.10 ± 8.24 , 여자에서 28.99 ± 6.11 , L3 MA(30-100 HU)은 남자에서 73.61 ± 19.35 , 여자에서 42.63 ± 12.46 , L3 VSR은 남자에서 2.03 ± 0.92 , 여자에서 1.02 ± 0.38 , 평균 연령은 남자는 만 75.74 ± 4.20 세이며 여자는 만 74.59 ± 4.32 세이다.

L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)의 대사증후군 위험에 대한 오즈비는 남자에서는 $4.17(95\% \text{ C.I.}; 1.23-14.13)$ 로 유의하게 높았고, 여자에서는 $1.25(95\% \text{ C.I.}; 0.74-2.09)$ 로 유의하지 않았으며, 여자에서만 영양불량 위험군에 비해 정상군에서 대사증후군 위험이 유의하게 높은 양의 연관성을 보였고, 남녀 모두 L3 VSR이 높을수록 대사증후군의 오즈비가 높은 양의 연관성을 보였다.

L3 MA(0-29 HU)의 대사증후군 위험에 대한 오즈비는 남자에서는 $1.06(95\%$

C.I.; 1.03-1.10), 여자에서는 1.04(95% C.I.;1.02-1.07)로 유의하게 높았고, 여자에서만 영양불량 위험군에 비해 정상군에서와 L3 VSR이 높을수록 대사증후군의 오즈비가 높은 양의 연관성을 보였다. 최종적으로 CT변수 중 ROC Curve를 이용하여 대사증후군의 가장 좋은 표지자를 분석한 결과, 남자에서는 L3 MA(0-29 HU)이고, 여자에서는 L3 VSR로 나타났다.

결론

만 65세 이상 남녀 지역사회 거주 노인을 대상으로 남자에서 L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)가 증가할수록 대사증후군이 남자에서만 유의하게 높은 양의 연관성을 보였고, L3 MA(0-29 HU)으로 분석한 결과, 남녀 모두 대사증후군이 유의하게 높은 양의 연관성을 보였다. 점차 노년기 질환 및 대사증후군 발생이 증가하고 있는 추세이므로 이와 관련된 노인의 기능수행에 대한 연관성 분석과 근육밀도 하운스필드 유닛과 대사증후군의 세부요소들과의 관계에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

핵심어: 대사증후군, Hounsfield unit (HU), 노인, CT, 근육밀도.

I. 서론

1. 연구의 배경

2017년 우리나라의 65세 이상 인구비율은 13.8%이고 2060년에는 41%대까지 늘어날 것으로 전망된다. 2016년까지 65세 이상의 사망원인 자료에 따르면, 2016년 기준 암 제외 사망자 수가 가장 많은 질환은 뇌혈관질환으로 전체 사망자의 9.2%를 차지하고 있으며, 2위는 허혈성 심장질환으로 5.6%를 차지한다(통계청, 2017).

심혈관 질환의 주요인자로 여겨지는(Meigs et al., 2000) 대사증후군은 고칼로리 섭취, 운동 부족, 스트레스, 유전적 소인, 복부 내장 지방의 증가 등에 의해 인슐린 저항성이 발생하고, 고 인슐린혈증이 초래되어 이로 인해 야기되는 고혈압, 당뇨병, 죽상동맥경화, 이상지질혈증의 결합을 말한다(Lorenz et al., 2007).

또한 노화가 진행되면 체성분의 변화가 일어나는데 체지방은 증가하고 근육량은 감소하며(Newman et al., 2005), 근육과는 다른 비만세포의 증가로 인해 세포 수준에서 산화 환원 손상과 같은 연령과 관련된 프로세스와 연결되어 미토콘드리아 기능 장애 및 산화 대사 장애를 일으킬 수 있다. 이러한 변화는 인슐린 저항성과 당뇨병, 대사증후군을 포함하여 고령 인구의 수많은 노년기 질환을 유발할 수 있다(Visser et al., 2005).

그 중 근감소 및 신체기능 저하는 체중 부하 및 근육 부하 감소로 인해 골격 부하가 낮아져 골 강도가 저하될 수 있다(Visser et al., 2005). 또한 근육의 지방 침윤은 근육 질량의 손실과 함께 노년기 근육 기능 관련 손실에 기여하

는 것으로 알려져 있으며 이로 인해 근력이 상실되고 하체 기능이 저하되며, 이동성 상실, 낙상 및 골절과 같은 위험을 증가시킨다(Lang et al., 2010).

근육 밀도의 병리학적 변화는 근육 조직의 과도한 지방 침착을 반영하며 비만, 2형 당뇨병, 근염, 골관절염, 척추 협착 및 암이 있는 사람에게서도 관찰된다(Aubrey et al., 2014). 이러한 조건을 가진 환자의 근육량이 감소하면 예후가 좋지 않고 이환율도 증가한다.

저밀도 근육과 항암치료를 받는 전이성 위암 환자의 생존에 관련된 연구에서도 근육밀도가 낮은 군에서 사망 위험이 증가하는 것으로 나타났고(Hayashi et al., 2015), 후속 치료와 상관없는 간문부 담도암 환자의 조기사망에 관련된 연구에서도 근육밀도가 낮을수록 조기사망 위험이 있음을 확인 하였다(Van Vugt et al., 2017). 또한 지방과 관련된 연구에서 정상 허리 둘레를 가진 남성에서 대사증후군 및 심혈관 질환의 위험인자를 예측하는데 내장지방면적과 피하지방면적의 비(L3 VSR)가 대사증후군 발생과 유의한 연관성이 있음을 나타내었고(Shafqat et al., 2018), 증가된 내장지방면적과 피하지방면적의 비(L3 VSR)는 전반적인 비만보다 모든 원인으로 인한 사망률에 대한 독립적인 예측인자로 평가하였다(Lee et al., 2018).

현재 근육량 측정 방법으로는 신체전기저항 분석법 (bioelectric impedance analysis, BIA), 이중 에너지 X선 흡수 계측법(dual energy x-ray absorptiometry, DXA), 인체측정법(anthropometry) 등을 사용한다.

그 중에서 신뢰도가 높은 방법인 이중 에너지 X선 흡수 계측법(dual energy x-ray absorptiometry, DXA)으로 측정하여 사지 골격근량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)/height² 과 사지 골격근량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)/weight 방법을 많이 이용한다.

근감소증 지표로 이중 에너지 방사선 X선 흡수 계측법(dual energy x-ray

absorptiometry, DXA)을 이용하여 근육량을 측정한 연구에서는 65세 이상 여성 노인 288명을 대상으로 근감소성 비만과 대사증후군 위험인자 간의 연관성을 분석하여 근감소성 비만과 노인에서의 대사증후군과의 연관성이 있음을 보고하였고(이인환 등, 2017), 상대적 근육량과 대사증후군 및 구성 요소들간의 연관성을 분석한 연구에서는 남성 및 폐경 후 여성에서 상대적 근육량이 낮을 수록 대사증후군의 위험도가 높았다고 보고하고 있다(김선미, 2013). 또한 성 남시에 거주하는 65세 이상 한국인 고령 코호트 Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA) 연구에서도 근감소증 지표로 사지 골격근량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)/height² 보다 사지 골격근량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)/weight로 정의하였을 때 근감소증군에서 정상군보다 심혈관계 대사 질환에 대한 위험이 더 높다고 제시하였다(김정희 등, 2010).

그러나 이는 ‘상대적 근육량’만을 측정한 것으로서, 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)은 ‘근육의 질(Muscle quality)’을 파악하는 지표라는 측면에서 기존의 ‘근육량’과는 다르다.

‘근육의 질(Muscle quality)’을 파악하는 지표인 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)은 인체 각 조직은 X-ray의 흡수 정도에 따라 다양한 범위의 하운스필드 유닛을 가지게 되는데 그 중 근육은 0에서 100사이의 하운스필드 유닛을 가진다. 그 중 0에서 29까지 하운스필드 유닛의 범위는 근육 밀도가 낮은(근육 내 지방 침투가 높은 부위) 범위이고, 30에서 100까지 하운스필드 유닛의 범위는 근육 밀도가 높은(근육 내 지방 침투가 낮은 부위) 범위이다(Visser et al., 2005; Cleary et al., 2015).

선행연구에서도 근육량보다 ‘근육의 질’ (Muscle quality)이 중요함이 강조되었다. 폐경기 여성 대상 근감소성 비만 연구에서, 비록 근육량은 적지만 근

력이 강함(Muscle quality index(근력(kg)/근육량(kg))가 높은 군) 군이 인슐린 감수성과의 연관성이 높았다(Barbat-Artigas et al., 2012; Karelis et al., 2007). 건강 ABC 연구(The Health ABC Study)에서는 고령일수록 근육 강도가 낮아지고, 허벅지 근육 밀도 하운스필드 유닛도 나이가 많은 남성과 비만여성에서 더 낮다고 보고되었고(Goodpaster et al., 2001), 비 당뇨병 환자에서의 허벅지 근육밀도와 인슐린 저항성의 상관관계를 분석한 결과, 하운스필드 유닛으로 정의한 저밀도 근육이 많을수록 인슐린 저항성과 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다(Kim et al., 2003).

그러나 ‘근육 밀도 하운스필드 유닛’은 영상학적 방법으로 근육의 질(Muscle quality)을 측정할 수 있으며 근력, 지구력의 우수한 예측인자인(Cleary et al., 2015) 객관적이고 유용한 검사 방법임에도 불구하고, 근육의 질 연구에 있어서 우리나라에서는 넓게 활용되지 못하고 있다(Kim et al., 2003). 저밀도근육과 인슐린 저항성 사이의 관련성을 보는 연구에서는 평균 41.9세의 남녀를 대상으로 복부 내 지방 면적과 저밀도 근육 면적은 인슐린 저항성과 유의한 상관관계가 있다고 보고되었지만, 노인 일반 인구에 대한 하운스필드 유닛 측정 근육의 질과 대사증후군에 대해서는 아직 알려진 바를 찾기 어려웠다.

이에 본 연구에서는 65세 이상 남녀 지역사회 거주 노인을 대상으로 ‘근육의 질(Muscle quality)’을 파악하는 지표인 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)과 대사증후군과의 연관성을 알아보고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)에 따른 대사증후군과의 연관성을 알아보기 위하여 단면연구를 시행하였다.

이 연구의 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

- 가. 연구 대상자의 일반적인 특성을 파악한다.
- 나. 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)과 인구학적, 생활습관, 임상적 요인들의 연관성을 파악한다.
- 다. 연구 대상자의 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)과 대사증후군의 독립적인 연관성을 파악한다.

II. 문헌고찰

1. 대사증후군의 정의

대사증후군은 제 2형 당뇨병의 위험요인과 심혈관 질환의 위험요인이 서로 군집을 이루는 현상으로(Meigs et al., 2000) 인슐린 저항성 증후군, X 증후군, 심장대사증후군 등 여러 용어로 혼용되고 있다(Reaven, 1988). 1999년 세계보건기구(WHO)는 인슐린 저항성이 증상들의 모든 요소를 다 설명할 수 있다는 증거가 없기 때문에 인슐린 저항성 증후군이라는 용어 대신 대사증후군으로 부르기로 했다. 대사증후군은 복부비만, 고혈압, 이상지질혈증, 당불내성 등이 복합되어 나타나는 상태로 노인에서 비만과 대사이상 유병률이 증가하고 있다(Eckel et al., 2005). 인슐린 저항성이 가장 중요한 병적 요인이지만 아직까지 진단기준이 동일하지 않아 진단에는 제한이 있다.

1998년 World Health Organization(WHO)의 정의는 제 2형 당뇨병, 공복혈당 장애, 내당능 장애 및 인슐린저항성과 같은 혈당 장애 항목이 반드시 존재하면서 다른 요소인 비만, 고혈압, 이상지혈증, 미세알부민뇨 4가지 중 2가지 이상이 존재할 때를 대사증후군이라 정의하였다(WHO, 1999). 또한 2001년 미국의 National Cholesterol Education Program의 Adult Treatment Panel (NCEP-ATP III)보고서에서는 복부비만, 고 중성지방혈증, 저 HDL 콜레스테롤혈증, 고혈압, 내당능 장애 중 3가지 이상이 존재하는 경우 대사증후군으로 정의하였다(Executive Summary, 2001).

2004년 말 International Diabetes Federation (IDF)에서는 대사증후군에 대해 전세계적으로 통일된 기준 사용을 위해 민족적 특성을 고려한 대사증후군

기준을 정의하였다. 복부 비만이 있으면서 높은 중성지방, 낮은 HDL-콜레스테롤, 높은 혈압, 높은 공복혈당 혹은 당뇨병이라는 4가지 대사 이상 중 2개 이상을 가지고 있는 경우라 하였으며 허리 둘레 기준은 아시아인에서 남자 90cm 초과, 여자 80cm 초과시 복부비만으로 대사증후군을 진단하며 인종별 기준에 따르도록 하였다 (IDF, 2005).

이후 2005년 말 American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute(AHA/NHLBI)에서는 NCEP ATP III의 가이드 라인을 수정하여 공복혈당의 기준을 110mg/dl에서 100mg/dl으로 제시하였다(Grundy et al., 2004).

본 연구에서는 대사증후군은 NCEP-ATP III에서 제시한 허리둘레 대신 2000년 Asia-Pacific Criteria(APC: 아시아-태평양지역의 비만에 대한 기준)를 기준으로 적용하여 5가지 항목 중 3가지 이상인 경우 대사증후군으로 진단하였다 (Table 1).

Table 1. Clinical diagnosis of metabolic syndrome in this study

Clinical measure	Criteria
Abdominal obesity	Men \geq 90cm, Women \geq 80cm (APC)
Triglyceride	\geq 150mg/dL
HDL Cholesterol	Men $<$ 40mg/dL, Women $<$ 50mg/dL
Blood pressure	\geq 130/ \geq 85mmHg or medication
Fasting plasma glucose	\geq 100mg/dL or medication or insulin

2. 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)

컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT)은 X선 발생장치가 있는 기계에 들어가서 촬영하며 단순 X선 촬영과 달리 인체를 가로로 자른 횡단면상을 획득하는 검사방법이다. CT에서는 각 화소의 X-ray 흡수 정도가 얼마인지 중요한데 이런 흡수 정도를 CT수치 또는 CT 발명자인 영국의 Godfrey N. Hounsfield의 이름을 붙여 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)이라고 한다(박성원, 2009).

인체 각 조직은 X-ray의 흡수 정도에 따라 다양한 범위의 HU를 가지게 되는데 물이 0, 공기가 -1000, 밀도가 큰 뼈가 +1000이며 그 밖의 다른 물질들은 각각 HU 정도에 따라 -1000 ~ +1000 사이의 값을 가지게 된다(박성원, 2009).

근육은 0에서 100 사이의 HU를 보이는데 그 중 0에서 29까지의 HU 범위는 근육 밀도가 낮은(근육 내 지방 침투가 높은 부위) 범위이고, 30에서 100까지의 HU 범위는 근육 밀도가 높은(근육 내 지방 침투가 낮은 부위) 범위이다(Visser et al., 2005).

HU를 측정하는 방법은 근육밀도 면적을 자동으로 계산하는 기능을 가진 컴퓨터 소프트웨어(Aquarius intuition ver.4.4.12.185.3539 TeraRecon, Foster City, CA, USA)를 이용하여 0에서 29까지 HU, 30에서 100까지 HU 범위를 각각 지정하여 프로그램에 입력하면 이에 해당하는 평균값이 자동으로 계산되어 측정된다.

요추 3번 부위는 척장암 환자의 척장 절제술 후 수술 전 근육 감소와 수술 후 가속화된 근육 손실로 생존에 부정적 영향을 보는 연구와(Choi et al., 2018), 장피부루 수술 후 요추 근육 밀도가 낮은 환자는 예후가 좋지 않음을 보고한 Computed Tomography-Measured Psoas Density Predicts Outcomes After

r Enterocutaneous Fistula Repair 연구에서 사용 되었다(Wilson et al., 2017).

본 연구에서는 요추 3번 0에서 29까지 HU 범위의 근육 밀도가 낮은(근육 내 지방 침투가 높은 부위) 범위와 요추 3번 30에서 100까지 HU 범위의 근육 밀도가 높은(근육 내 지방 침투가 낮은 부위) 범위를 구분하고 요추 3번 부위 단면 평균 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)을 분석에 이용하였다(Lang et al., 2010; Sabel et al., 2011; Goodpaster et al., 1997, 1999, 2000(a,b,c); Dube et al., 2006)



Figure 1. Siemens Somatom Definition Flash / Siemens Somatom Definition AS+

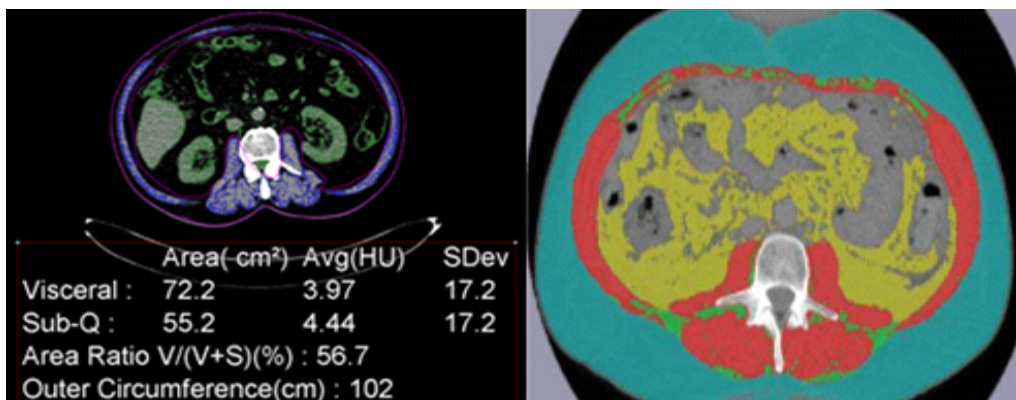


Figure 2. Body composition analysis using single Lumbar 3 level slice CT image

(Green: subcutaneous fat, Yellow: visceral fat, Red: skeletal muscle)

3. 근감소증(Sarcopenia)의 정의

노화가 진행 되면서 체성분(body composition)이 변화하고 근육량과 기능이 소실되는데 이것을 근감소증(Sarcopenia) 이라고 한다.

근감소증(Sarcopenia)은 아직 명확히 의학적으로 정의되지 않은 용어로서 Rosenberg(1989)가 그리스어에서 기원한 muscle을 뜻하는 “Sarx” 와 감소되어 있다는 뜻의 “penia” 를 합성하여 지칭 하였다(Rosenberg, 1989).

처음에는 노화에 따른 근육량의 감소만을 지칭하였으나, 그 후 근육량 뿐 아니라 근육 기능(muscle function)의 감소를 포함한 개념으로 사용하고 있다.

근감소증의 발생기전의 주된 요인은 유전(Carey et al., 2007), 영양상태(단백질 섭취량, 열량 섭취량, vitamin D)(Campbell et al., 1994; Katsanos et al., 2005; Visser et al., 2003), 호르몬 변화(성장호르몬, 인슐린양 성장인자-1, 테스토스테론, 안드로젠, 에스트로젠, 인슐린, 코르티코이드 등의 감소 및 저항성 증가)(Baumgartner et al., 1999; Guillet et al., 2005; Morley et al., 2003; Park et al., 2007), 죽상경화증(McDermott et al., 2004) 및 염증성 사이토카인(Ferrucci et al., 2002)의 변화가 포함된다.

유럽 근감소증 평가위원회(European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP)에서는 2009년부터 시작하여 근감소 전단계 (presarcopenia), 근감소 단계(sarcopenia) 및 심한 근감소 단계(severe sarcopenia)로 근감소증의 정의를 제시하였다(Cruz-Jentoft et al., 2010). 근감소 전단계는 근육량은 적지만 근육기능의 장애가 없는 상태이고, 근감소 단계는 근육량 감소와 근육기능 중 하나가 감소된 단계이며 심한 근감소 단계는 근육량 감소에 더하여 두 가지 근육기능(근력, 수행능력)이 모두 저하된 단계로 정의하였다(Visser et al., 2003).

하지만 이는 유럽인을 기준으로 제시한 정의로서 아시아인의 기준에 맞지 않아 2014년 아시아 근감소증 워킹 그룹(Sarcopenia in Asia: Consensus Report of the Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS)에서 아시아인의 진단 기준에 맞는 정의를 새로 제시하였다(Chen et al., 2014).

또한 노인의 경우 신체기능의 저하로 대체로 근육량이 감소되어 있고, 실제 근육량 향상에 도움이 되는 신체활동도 저하되어 있는 상태이다. 이에 근감소증의 평가를 위한 정확한 근력 및 근육량에 대한 측정이 중요하고, 다양한 측정방법들이 근감소증 판단에 사용된다. 이중 에너지 X선 흡수 계측법(dual energy x-ray absorptiometry, DXA)을 이용하여 암 생존자에서 근감소증은 대사증후군의 독립적인 위험요인임을 확인했고(문지현 등., 2015), 노인 인구에서의 근감소증과 심혈관계 대사질환 위험인자와의 연관성 조사에서는 사지 골격근량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)/Wt 로 정의한 근감소증 군에서 정상군보다 심혈관계 대사 질환에 대한 위험이 더 높은 것을 확인하였다(김정희 등., 2010).

하지만 근감소증을 평가할 때 몇 가지 한계가 존재한다. 실제 근감소증을 판단할 때 근력과 근육량의 연관성이 명확하지 않고, 이를 테면 유럽 근감소증 평가위원회(European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWG SOP)에서는 근력과 근육량의 관계가 직선적 관계가 아니기 때문에 근감소증이 근력과 근육량에만 의존하는 것이 아님을 보여준다. 또한 진단기준의 표준화가 되어 있지 않아 학자들 간에 완전히 일치된 기준은 없는 실정이다.

기존 연구에서 0에서부터 30까지 하운스 필드 유닛을 저밀도 근육, 31에서 100까지를 정상밀도 근육으로 정의 하였을 때 비만한 비 당뇨병 환자에서의 허벅지 근육밀도와 인슐린 저항성의 상관관계를 분석한 결과, 저밀도 근육이 많을수록 인슐린 저항성과 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다(Kim et al., 2003). 또한 특발성 근염증 환자의 건강관련 삶의 질과 관련된 연구서는

허벅지 저밀도 근육(0-29 HU)/허벅지 총 근육 밀도(0-100 HU)영역은 근력, 지구력의 좋은 예측인자로 나타났고, 이 연구에서도 저밀도 근육을 0에서부터 29까지 하운스 필드 유닛, 고밀도 근육은 30에서부터 100까지 하운스 필드 유닛으로 정의 하였다(Cleary et al., 2015).

이에 본 연구에서는 대사증후군 평가에 있어 근감소증의 중요성이 커지고 있어 근력과 연관성이 일관적이지 않는 ‘상대적 근육량’ 보다 CT검사를 통해 얻어진 ‘근육의 질’ 을 파악하는 지표인 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛 (Hounsfield unit, HU)을 이용하여 대사증후군과의 관련성을 살펴보고자 한다.

Table 2. Measuring techniques for sarcopenia

Technique	Measurements	Comments	HU Measuring
Circumferences	Calf and mid arm circumferences as measures of muscle size	Frequent estimation errors	NO
Bioelectrical Impedance	Alternating electrical current through body tissue	Loss of accuracy and reliability	NO
DXA	Attenuation of 2 X-ray energies	Fairly accurate and reliable, minimal radiation exposure	NO
CT	Cross-sectional muscle size quantification	Expensive and radiation exposure	YES
MRI	Cross-sectional muscle size quantification	Expensive and time consuming	YES
Short Physical Performance Battery	Lower extremity function	Validated tool for older people	NO

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 모형

이 연구의 틀은 그림 3과 같다.

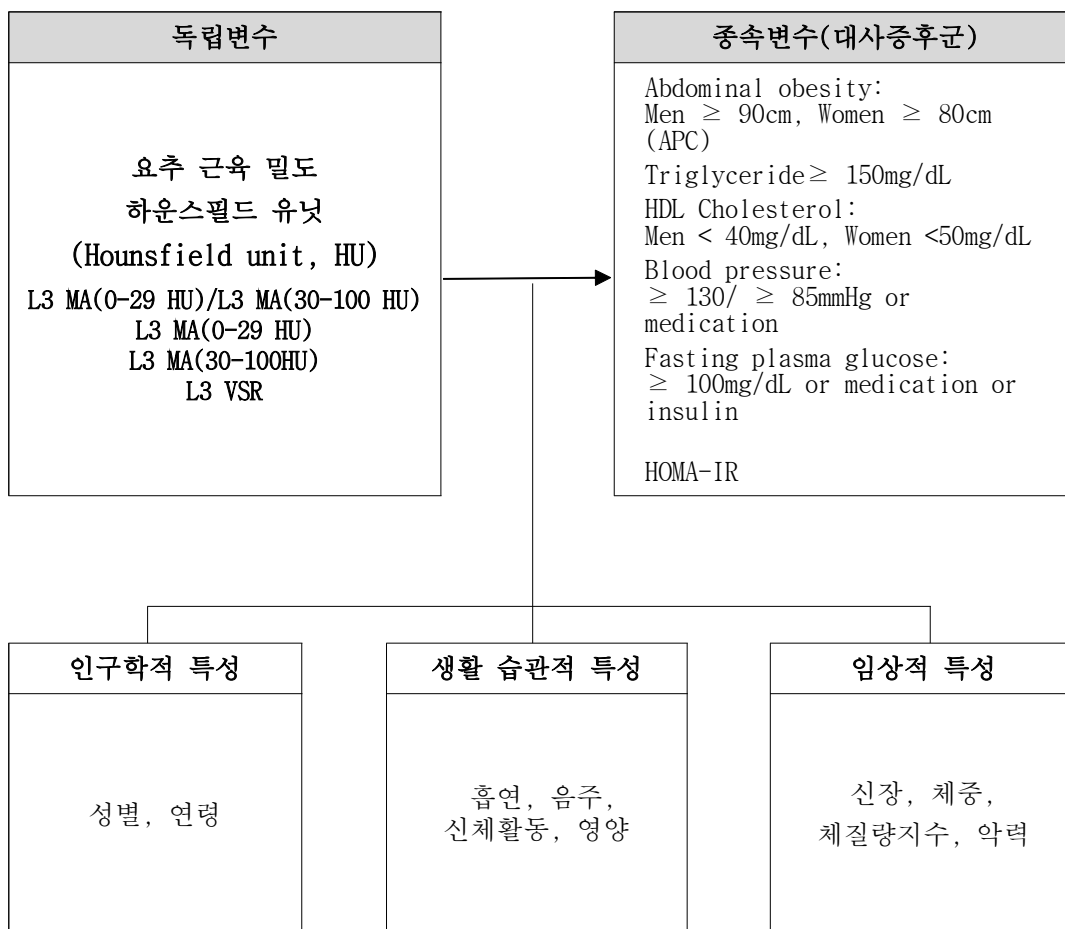


Figure 3. Research model of the study

2. 연구 대상 및 자료

본 연구는 보건복지부 질병관리본부 사업으로 연세대학교 의과대학 및 연세 의료원이 협력하여 수행하는 국가연구 사업으로 2016년 7월 1일에서 2017년 1월 10일까지 심혈관 질환 고위험군 예방관리를 위한 전향적 추적 관찰 연구 자료를 이용하여 만 65세 이상 노인을 대상으로 하였다.

연구에 참여한 대상자는 총 1,473명이었다. 그 중 방문 설문 조사 시행 122명, 암의 의사 진단 병력이 있는 경우, 신기능 이상 표지자인 $eGFR < 15$, 간 기능 이상 표지자인 $Albumin < 3.5(g/dl)$, $Platelet < 10$ 만(개/ μL), 컴퓨터 단층 촬영 검사, 혈액검사, 악력검사의 결측치, 검사 이상치가 있는 경우인 215명을 제외한 1,136명을 연구 대상으로 포함 하였다. 이 중에는 혈압약, 당뇨약을 복용하는 경우는 고혈압, 당뇨 대상으로 연구 대상자에 포함 시켰다.

이 연구는 세브란스병원 연구심의위원회로부터 면제심의승인(2017-3222-001)을 받았다.

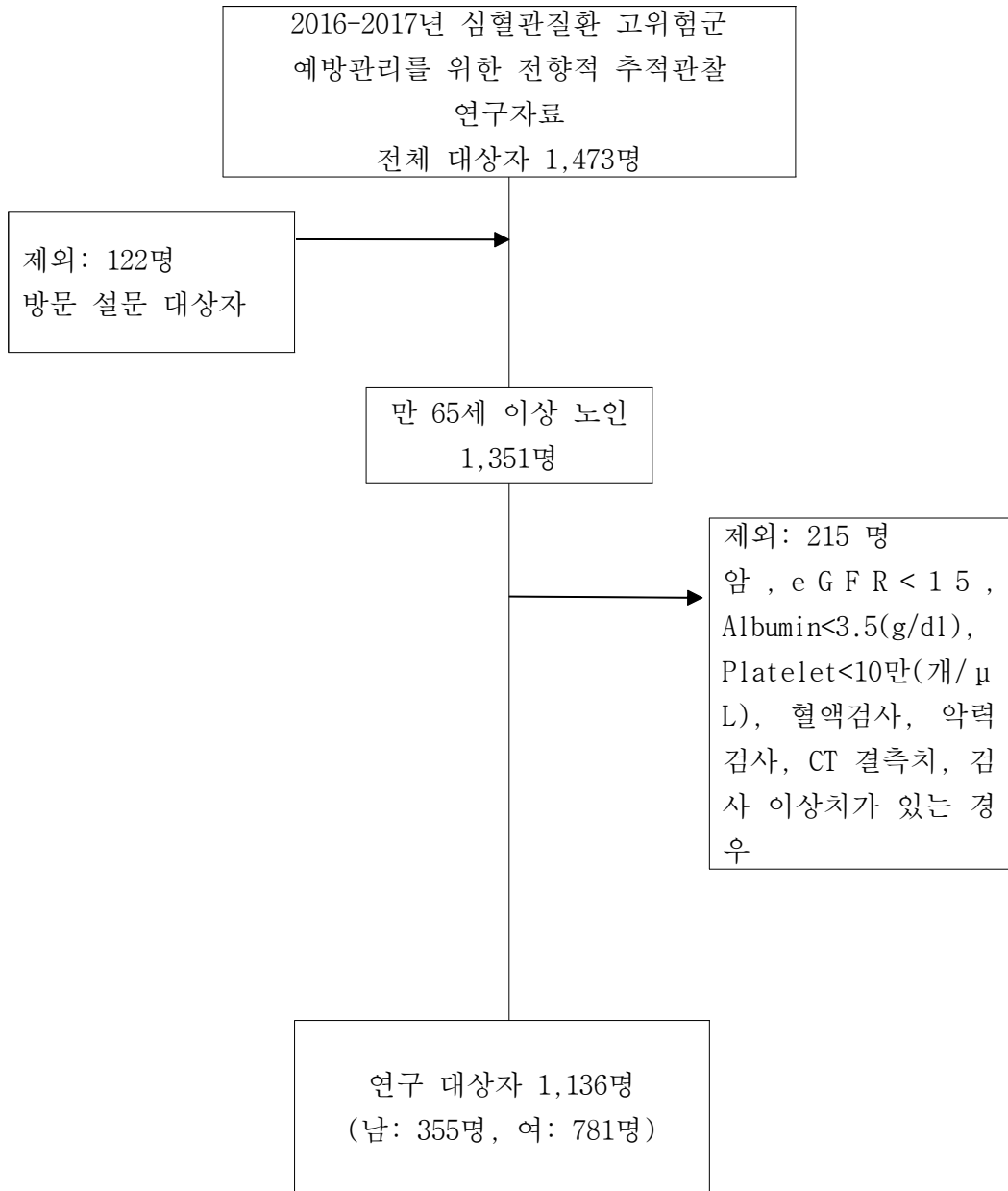


Figure 4. Flow of study participants

3. 변수의 선정 및 정의

본 연구에 포함된 인구학적 특성 변수는 성별(sex), 연령(age)이고, 생활 습관적 특성은 흡연(smoking), 음주(alcohol), 신체활동(physical activity), 영양(nutrition)이다.

흡연은 ‘비흡연’, ‘과거흡연’, ‘현재흡연’의 3군으로 구분하였고 음주는 ‘고위험 음주’와 ‘저위험 음주’ 2군으로 구분하였다. 1회 평균 음주량이 남자는 7잔 이상, 여자는 5잔 이상을 주 2회 이상 음주하는 경우를 ‘고위험 음주’로 정의하였고, 그렇지 않은 경우를 ‘저위험 음주’로 정의하였다. 신체활동은 국제신체활동량질문지(International Physical Activity Questionnaire, IPAQ)의 ‘지난 7일 자가 단축형 설문’ (Short Last 7 Days Self-Administered Format)을 이용하여 ‘저강도’, ‘중강도’, ‘고강도’ 3군으로 정의하였다. 영양은 ‘영양불량 위험군’, ‘정상군’ 2군으로 구분하였다. 영양불량 위험군은 총 14점 중 11점 이하, 12점 이상을 정상군으로 정의하였다.

임상적 특성 변수는 신장(height), 체중(body weight), 체질량지수(body mass index), 악력(HGS, hand grip strength), CT 변수로는 요추 3번 0-29 HU의 근육량(L3 MA(0-29 HU))/요추 3번 30-100 HU의 근육량(L3 MA(30-100 HU)), 요추 0에서부터 29까지의 HU의 근육량(L3 MA(0-29 HU)), 요추 30에서부터 100까지의 HU의 근육량(L3 MA(30-100 HU)), 내장지방면적/피하지방면적(L3 VSR)이고 대사증후군 요소인 복부둘레(waist circumference), 중성지방(triglycerides), 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL cholesterol, high density lipoprotein-cholesterol), 수축기혈압(SBP, systolic blood pressure), 이완기혈압(DBP, diastolic blood pressure), 혈당(glucose), 인슐린(insulin), Homeostasis model assessment-insulin resistance(HOMA-IR)을 사용하였다.

인구학적 특성(성별, 나이), 생활 습관적 특성(흡연상태, 음주수준, 신체활동정도, 영양상태), 임상적 특성(신장, 악력, 내장지방면적/내장지방면적)을 혼란변수로 사용하였다.

Table 3. Independent variables

Variables	Variable name	Content	
Demographic characteristics	Sex	Men, Women	
	Age (years)	Over 65 years	
Life style characteristics	Smoking	Non-smoker, EX-smoker, Current-smoker	
	Alcohol	Low risk, High risk	
	Physical activity	None, Moderate, Vigorous	
	Mini Nutritional Assessment(MNA)	Malnourished & At risk of malnourished, Normal nutritional status	
Clinical characteristics	CT	L3 MA(0-29 HU)/ L3 MA(30-100 HU)	Lumbar NO.3 muscle area(0-29 HU)/ Lumbar NO.3 muscle area(30-100 HU)
		L3 MA(0-29 HU)(cm ²)	Lumbar NO.3 muscle area(0-29 HU)
		L3 MA(30-100 HU)(cm ²)	Lumbar NO.3 muscle area(30-100 HU)
		L3 VSR	Visceral fat area/subcutaneous fat area
	Height (cm)	Use up to first place of decimal	
	Body Weight (kg)	Use up to first place of decimal	
	BMI(body mass index)	Body Weight(kg)/Height(m ²)	
	Hand Grip Strength (kg)	Use the maximum value of each hand	

Table 4. Dependent variables

Variables	Variable name	Content
Metabolic syndrome components	Abdominal obesity Waist circumference (cm)	Men \geq 90cm, Women \geq 80cm (Asian)
	Triglyceride (mg/dL)	\geq 150mg/dL
	HDL Cholesterol (mg/dL)	Men $<$ 40mg/dL, Women $<$ 50mg/dL
	Blood pressure (mmHg)	\geq 130/ \geq 85mmHg or medication
	Fasting glucose (mg/dL)	\geq 100mg/dL or medication or insulin
Metabolic syndrome		Yes : three or more of the symptoms of above five No : Less than three of the symptoms of above five
Homeostasis model assessment-insulin resistance (HOMA-IR)		Fasting glucose(mg/dL) \times Insulin(uIU/mL)/405

4. 분석 방법

연구 대상자의 인구학적, 혈액학적 및 생활 습관적 자료의 일반적인 특성은 기술 통계량(Mean \pm Standard Deviation, N(%))으로 제시하였다.

요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU) 근육량과 여러 인체 계측치와의 관계를 파악하기 위해 상관분석(Pearson's correlation coefficients)을 실시하였다. 연속형 변수의 두 집단 간의 차이는 T-test를 이용하였으며, 범주형 변수의 차이는 chi-square 검정을 이용하여 분석하였다. 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU) 근육량과 대사증후군과의 독립적인 연관성이 있는지를 파악하기 위하여 혼란 변수를 보정한 로지스틱 회귀분석(Logistic regression)을 실시하였으며, 대사증후군의 잘 알려진 위험 요인인 흡연, 영양 상태, 신체활동 및 음주 수준에 따라 층화하여 결과를 도출하였다. HOMA-IR은 정규분포의 형태를 취하지 않았으므로 로그 변환하여 분석에 사용하였다.

모든 자료는 SAS 9.4 version(SAS institute INC., Cary, NC, USA)을 사용하였으며 통계적 유의성을 판정하기 위한 유의수준은 모두 5%로 설정하였다.

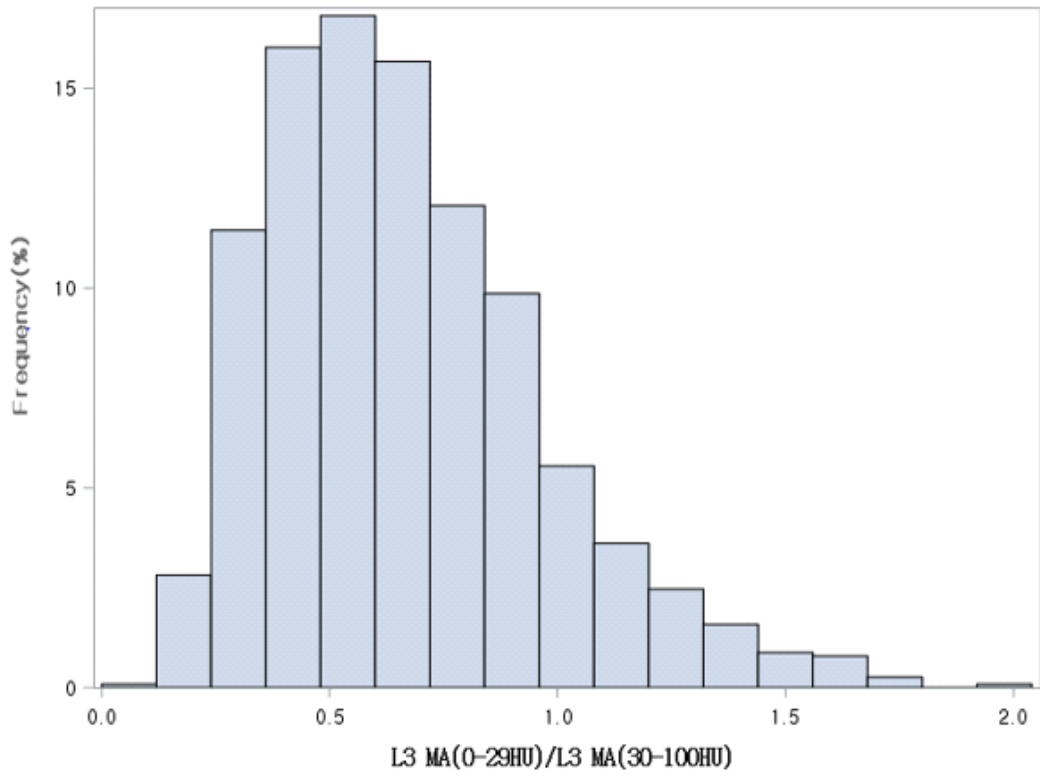


Figure 5. Distribution of L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)

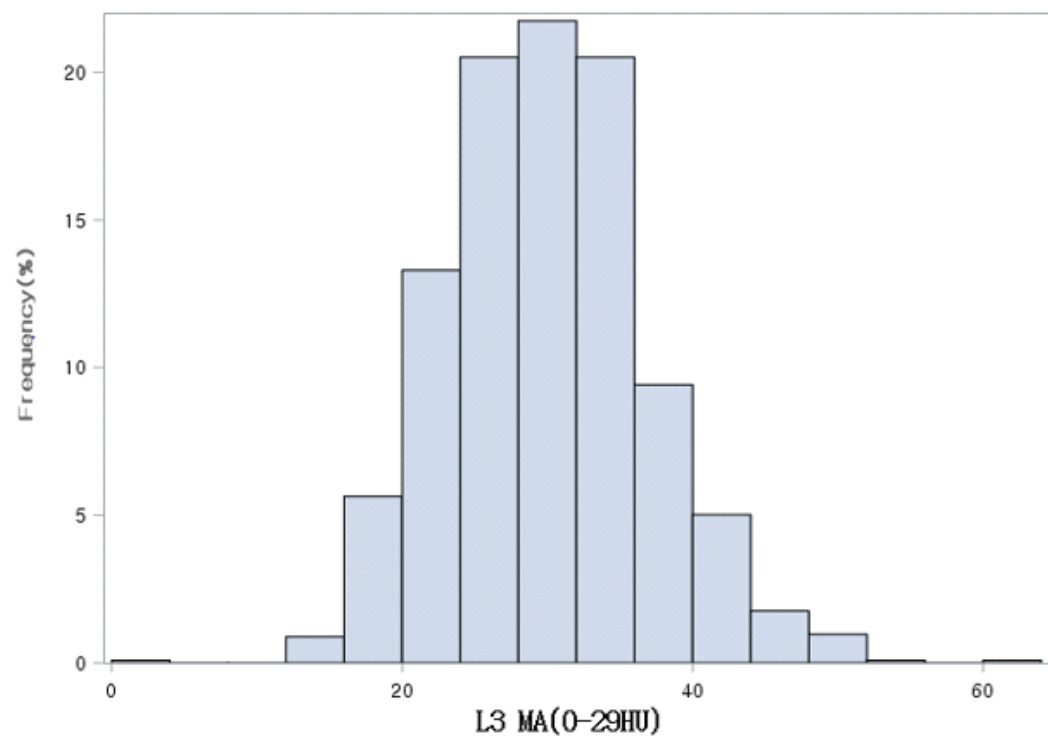


Figure 6. Distribution of L3 MA(0-29 HU)

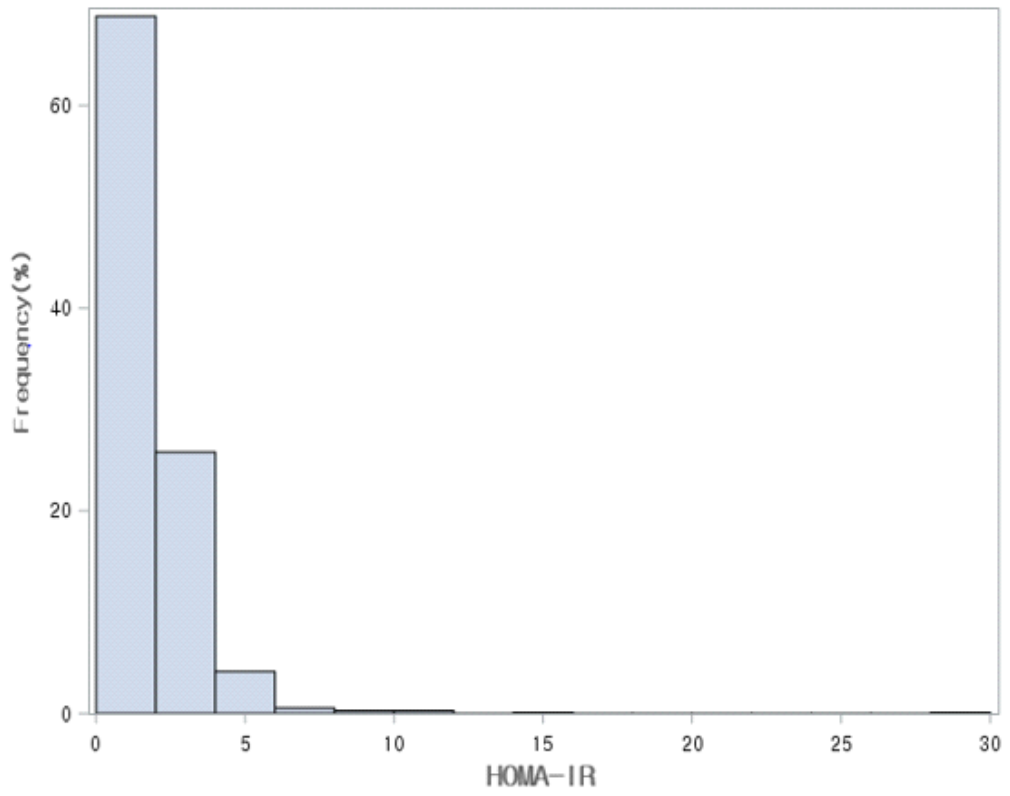


Figure 7. Distribution of HOMA-IR

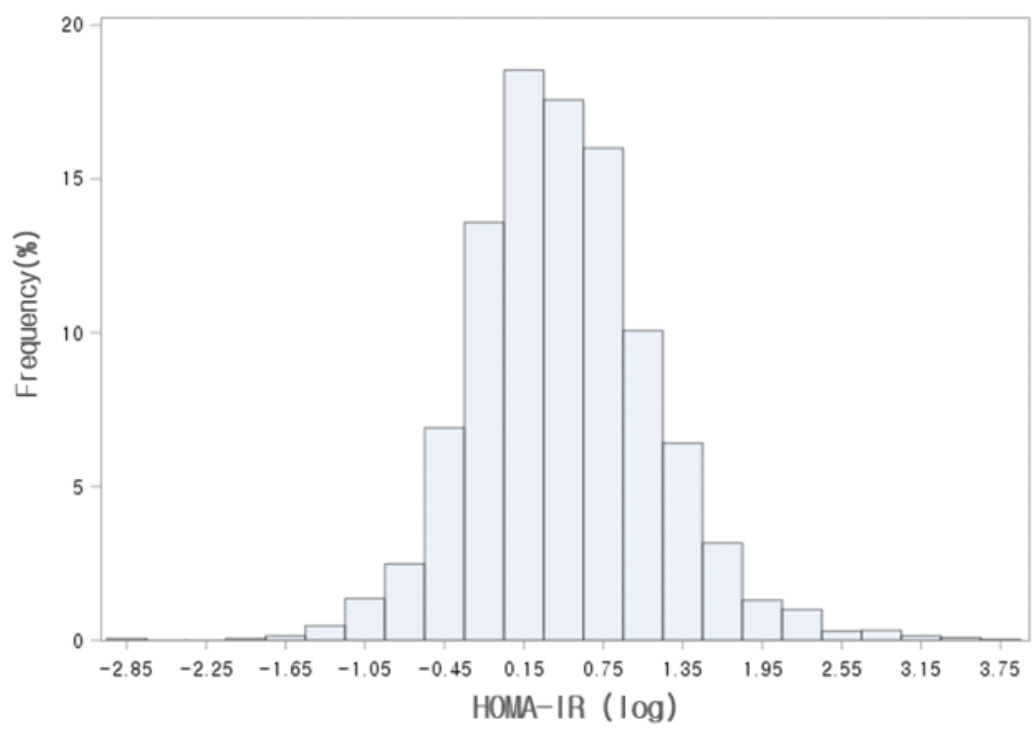


Figure 8. Distribution of log transformed HOMA-IR

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

만 65세 이상 남녀 노인을 대상으로 한 심혈관 질환 고위험군 예방관리를 위한 전향적 추적 관찰 연구의 일반적 특성을 **Table 5**, **Table 6**에 제시하였다. 분석 대상자는 총 1,136명 중 남자 355명, 여자 781명이었다.

대상자의 특성 중 수축기혈압, 이완기혈압, 중성지방을 제외하고 성별 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비는 남자에서 0.48 ± 0.21 , 여자에서 0.75 ± 0.30 로 여자가 남자에 비해 0.27 더 높게 측정되었으며, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량은 남자에서 32.10 ± 8.24 , 여자에서 28.99 ± 6.11 , 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량은 남자에서 73.61 ± 19.35 , 여자에서 42.63 ± 12.46 , 내장지방면적과 피하지방면적의 비는 남자에서 2.03 ± 0.92 , 여자에서 1.02 ± 0.38 로 남자가 여자에 비해 더 높게 측정 되었고, 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$).

남자의 연령은 평균 만 75.74 ± 4.20 세이며 여자의 연령은 평균 만 74.59 ± 4.32 세로 남자가 여자에 비해 더 높게 측정 되었고($P < 0.001$), 신장은 남자에서 164.45 ± 5.46 , 여자에서 152.20 ± 5.45 , 체중은 남자에서 65.14 ± 8.74 , 여자에서 57.10 ± 8.36 로 남자가 여자에 비해 높게 측정되었으며($P < 0.001$), 체질량지수는 남자에서 24.06 ± 2.84 , 여자에서 24.62 ± 3.20 로 여자에서 0.56kg/m^2 더 높았고($P < 0.003$), 악력은 남자에서 32.83 ± 6.47 , 여자에서 20.00 ± 4.59 로 남자에서 12.83kg 더 높게 측정되었으며, 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$).

생활 습관적 특성을 분석한 결과, 흡연의 경우 비흡연군, 과거 흡연군, 현재 흡연군으로 범주화 하였고 남자에서 과거 흡연군이 54.65%로 가장 높았고, 여자에서는 비흡연군이 97.06%로 가장 높았으며, 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$). 음주는 고위험 음주에서 남자가 12.11%, 여자가 0.51%로 나타났으며, 신체활동의 경우 저강도, 중강도, 고강도로 범주화 하였고, 남자에서 중강도가 53.52% 가장 높았고, 여자에서 저강도가 59.80%로 가장 높았으며, 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$). 영양은 영양불량 위험군, 정상군으로 범주화 하였고 남녀 모두 정상군에서 통계적으로 유의하게 높았다($P < 0.021$)(Table 5).

복부둘레는 남자 86.73 ± 7.85 cm, 여자 83.37 ± 8.69 cm로 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($P < 0.001$), 수축기 혈압과 이완기혈압, 중성지방은 성별에 따른 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 혈당은 남자 103.32 ± 21.59 mg/dL, 여자 99.19 ± 19.06 mg/dL로 남자가 통계적으로 유의하게 높았으며($P < 0.01$), 고밀도 지단백 콜레스테롤은 남자 49.02 ± 13.11 mg/dL, 여자 54.11 ± 13.41 mg/dL로 여자가 통계적으로 유의하게 높았고($P < 0.001$), HOMA-IR은 남자 1.66 ± 1.42 , 여자 1.88 ± 1.60 으로 남자에 비해 여자가 더 높았고, 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$)(Table 6).

Table 5. General characteristics of study subjects

Variables		Mean \pm SD		<i>P</i> -value
		Men (N=355)	Women (N=781)	
CT	L3 MA (0-29 HU) / L3 MA (30-100 HU)	0.48 \pm 0.21	0.75 \pm 0.30	<0.001
	L3 MA (0-29 HU)(cm ²)	32.10 \pm 8.24	28.99 \pm 6.11	<0.001
	L3 MA (30-100 HU)(cm ²)	73.61 \pm 19.35	42.63 \pm 12.46	<0.001
	L3 VSR	2.03 \pm 0.92	1.02 \pm 0.38	<0.001
Age (years)		75.74 \pm 4.20	74.59 \pm 4.32	<0.001
Height (cm)		164.45 \pm 5.46	152.20 \pm 5.45	<0.001
Body Weight (kg)		65.14 \pm 8.74	57.10 \pm 8.36	<0.001
Body mass index (kg/m ²)		24.06 \pm 2.84	24.62 \pm 3.20	<0.003
HGS (kg)		32.83 \pm 6.47	20.00 \pm 4.59	<0.001
N(%)				
Smoking				<0.001
	Non-smoker	123(34.65)	758(97.06)	
	EX-smoker	194(54.65)	14(1.79)	
	Current-smoker	38(10.70)	9(1.15)	
Alcohol				<0.001
	Low risk	312(87.89)	777(99.49)	
	High risk	43(12.11)	4(0.51)	
Physical activity				<0.001
	None	152(42.82)	467(59.80)	<0.001
	Moderate	190(53.52)	295(37.77)	
	Vigorous	13(3.66)	19(2.43)	
MNA				<0.021
	Malnourished & At risk of malnourished	72(20.28)	209(26.76)	
	Normal nutritional status	283(79.72)	572(73.24)	

L3 MA, lumbar No.3 muscle area; HU, Hounsfield unit; L3 VSR, lumbar No.3 visceral fat area/subcutaneous fat area; HGS, hand grip strength; MNA, mini nutritional assessment.

Table 6. Metabolic syndrome characteristics of study subjects

Variables	Mean \pm SD		<i>P</i> -value
	Men	Women	
	(N=355)	(N=781)	
Waist circumference (cm)	86.73 \pm 7.85	83.37 \pm 8.69	<0.001
SBP (mmHg)	132.82 \pm 16.52	132.17 \pm 16.63	0.537
DBP (mmHg)	73.01 \pm 8.86	72.76 \pm 8.65	0.656
Glucose (mg/dL)	103.32 \pm 21.59	99.19 \pm 19.06	0.002
Triglycerides (mg/dL)	128.85 \pm 105.70	131.72 \pm 57.67	0.631
HDL cholesterol (mg/dL)	49.02 \pm 13.11	54.11 \pm 13.41	<0.001
HOMA-IR	1.66 \pm 1.42	1.88 \pm 1.60	0.018

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HDL, high density lipoprotein; HOMA-IR, homeostasis model assesment-insulin resistance; SD : standard deviation.

2. 대사증후군 유무에 따른 변수의 평균 차이

대사증후군의 5가지 항목 중 3가지 이상인 경우를 대사증후군으로 정의하였다. 각 진단항목의 차이 정도를 살펴보면, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비에서 대사증후군이 정상군에 비해 남자가 0.07 더 높게 나타났으며, 통계적으로 유의하였고($P < 0.01$), 여자에서는 통계적으로 유의하지 않았고, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량에서는 남녀 모두 대사증후군이 정상군에 비해 높게 나타났으며, 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$). 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량에서 남녀 모두 통계적으로 유의하지 않았고, 내장지방면적과 피하지방면적의 비는 남자에서 대사증후군이 정상군에 비해 0.29더 높게 나타났으며 통계적으로 유의하였고($P < 0.01$), 여자에서는 대사증후군이 정상군에 비해 0.19 더 높게 나타났고, 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$).

연령, 신장, 악력은 남녀 모두 통계적으로 유의하지 않았고, 복부둘레, 중성지방, 수축기 혈압, HOMA-IR은 남녀 모두 대사증후군이 정상군에 비해 높게 나타났으며, 통계적으로 유의하였고($P < 0.001$), 이완기 혈압, 혈당은 남녀 모두 대사증후군이 정상군에 비해 높게 나타났으며, 통계적으로 유의하였고($P < 0.01$), 고밀도 지단백 콜레스테롤은 남녀 모두 정상군이 대사증후군에 비해 높게 나타났으며, 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$)(Table 7).

대사증후군 유무에 따른 생활 습관적 특성을 비교하면, 흡연의 경우 남자는 과거 흡연군이 대사증후군에서 54.74%, 정상군에서 54.62%로 가장 높았고, 여자는 비흡연군이 대사증후군에서 97.17%, 정상군에서 96.96%로 가장 높게 나타났다. 음주는 남녀 모두 저위험 음주가 가장 높았고, 남자가 대사증후군에서 88.85%, 정상군에서 85.26%이고, 여자가

대사증후군에서 99.72%, 정상군에서 99.30%로 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않았다. 신체활동의 경우 남자는 중강도에서 가장 높았고, 대사증후군에서 52.63%, 정상군에서 53.85%로 나타났으며, 여자는 저강도에서 가장 높았고 대사증후군에서 62.32%, 정상군에서 57.71%로 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않았다.

영양은 남녀 모두 정상군에서 가장 높았고, 남자는 대사증후군에서 86.32%, 정상군에서 77.31%로 나타났고, 여자는 대사증후군에서 79.60%, 정상군에서 67.99%로 나타났으며, 여자에서만 통계적으로 유의하였다($P < 0.001$)(Table 8).

Table 7. Comparison of characteristics between MS and Non-MS Groups (Mean ±SD)

Variable	Men(n=355)		Women(n=781)		P-value
	Non MS (n=260)	MS (n=95)	Non MS (n=428)	MS (n=353)	
L3 MA (0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)	0.46±0.20	0.53±0.20	0.73±0.30	0.78±0.29	0.056
L3 MA (0-29 HU)(cm ²)	30.96±7.94	35.25±8.26	28.17±6.18	29.98±5.88	<0.001
L3 MA (30-100 HU)(cm ²)	73.99±19.5	72.58±18.98	42.51±12.19	42.77±12.79	0.77
L3 VSR	1.95±0.88	2.24±1.01	0.93±0.34	1.12±0.39	<0.001
Age (years)	75.71±4.11	75.8±4.45	74.4±4.37	74.8±4.26	0.198
Height (cm)	164.58±5.6	164.1±5.06	152.16±5.31	152.24±5.63	0.835
HGS (kg)	32.76±6.45	33.02±6.58	20.03±4.64	19.97±4.53	0.852
Waist circumference (cm)	84.68±7.28	92.34±6.52	80.65±8.74	86.66±7.42	<0.001
SBP (mmHg)	130.68±16.10	138.69±16.31	128.64±16.04	136.44±16.35	<0.001
DBP (mmHg)	72.1±8.75	75.49±8.71	71.64±8.58	74.12±8.56	<0.001
Glucose (mg/dL)	101.65±22.53	107.88±18.11	93.86±14.77	105.65±21.54	<0.001
Triglycerides (mg/dL)	108.29±47.04	185.12±177.79	108.46±40.35	159.93±62.77	<0.001
HDL cholesterol (mg/dL)	52.17±12.78	40.41±9.75	59.87±12.87	47.13±10.41	<0.001
HOMA-IR	1.36±1.07	2.47±1.86	1.45±0.89	2.40±2.06	<0.001

Non-MS: Non-metabolic syndrome, MS: metabolic syndrome

Table 8. Comparison of lifestyle factors between MS and Non-MS Groups

Variable	Men(n=355)		χ^2 (<i>P-value</i>)	Women(n=781)		χ^2 (<i>P-value</i>)	n(%)
	Non MS N(%)	MS N(%)		Non MS N(%)	MS N(%)		
Smoking			0.666			0.983	
Non-smoker	88(33.85)	35(36.84)		415(96.96)	343(97.17)		
EX-smoker	142(54.62)	52(54.74)		8(1.87)	6(1.70)		
Current-smoker	30(11.54)	8(8.42)		5(1.17)	4(1.13)		
Alcohol			0.464			0.756	
Low risk	231(88.85)	81(85.26)		425(99.30)	352(99.72)		
High risk	29(11.15)	14(14.74)		3(0.70)	1(0.28)		
Physical activity			0.589			0.375	
None	109(41.92)	43(45.26)		247(57.71)	220(62.32)		
Moderate	140(53.85)	50(52.63)		169(39.49)	126(35.69)		
Vigorous	11(4.23)	2(2.11)		12(2.80)	7(1.99)		
MNA			0.073			<0.001	
Malnourished & At risk of malnourished	59(22.69)	13(13.68)		137(32.01)	72(20.40)		
Normal	201(77.31)	82(86.32)		291(67.99)	281(79.60)		

3. 남녀별 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU) 근육량과 대사증후군 요소와의 상관성

가. 남자

요추 근육 밀도 하운스필드 유닛의 근육량(Hounsfield unit, HU)과 대사증후군 요소인 허리둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 혈당, 중성지방, 고밀도지단백 콜레스테롤, BMI의 상관관계를 분석하였다.

요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비는 복부 둘레와 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었고, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량은 복부둘레, HOMA-IR과 양의 상관관계를 나타내었고, 고밀도 지단백 콜레스테롤과는 음의 상관관계를 나타내었고, 통계적으로 유의하였다. 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량에서는 이완기 혈압에서 양의 상관관계를 나타내었고, 통계적으로 유의하였다.

내장지방면적과 피하지방면적의 비에서는 복부둘레, 혈당, HOMA-IR과 양의 상관관계를 나타내었고, 고밀도 지단백 콜레스테롤과는 음의 상관관계를 나타내었고, 통계적으로 유의하였다. BMI에서는 복부 둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 중성지방, HOMA-IR과 양의 상관관계를 나타내었고, 고밀도 지단백 콜레스테롤과는 음의 상관관계를 나타내었고, 통계적으로 유의하였다. 나머지 모든 변수는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 9).

나. 여자

요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비는 복부둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압과 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었고, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량은 복부둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압, HOMA-IR과 양의 상관관계를 나타내었고, 고밀도 지단백 콜레스테롤과는 음의 상관관계를 나타내었고, 통계적으로 유의하였다. 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량에서는 HOMA-IR에서 양의 상관관계를 나타내었고, 수축기 혈압에서 음의 상관관계를 나타내었고, 통계적으로 유의하였다. 내장 지방면적과 피하지방면적의 비에서는 복부둘레, 수축기 혈압, 혈당, 중성지방, HOMA-IR과 양의 상관관계를 나타내었고, 고밀도 지단백 콜레스테롤과는 음의 상관관계를 나타내었고, 통계적으로 유의하였다. BMI에서는 복부둘레, 이완기 혈압, 중성지방, HOMA-IR과 양의 상관관계를 나타내었고, 고밀도 지단백 콜레스테롤과는 음의 상관관계를 나타내었고, 통계적으로 유의하였다. 나머지 모든 변수는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 10).

Table 9. Pearson correlation coefficients between lumbar 3 muscle attenuation measured by abdominal muscle CT and MS risk factors in men

MS Risk Factors	L3 MA(0-29 HU)/ L3 MA(30-100 HU)		L3 MA(0-29 HU)		L3 MA(30-100 HU)		L3 VSR		BMI	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Waist circumference (cm)	0.43	<0.001	0.68	<0.001	-0.04	0.500	0.28	<0.001	0.83	<0.001
SBP (mmHg)	0.10	0.050	0.09	0.077	-0.05	0.300	0.10	0.051	0.12	0.018
DBP (mmHg)	-0.01	0.820	0.09	0.067	0.10	0.049	0.07	0.152	0.15	0.005
Fasting glucose (mg/dL)	-0.04	0.375	0.07	0.204	0.06	0.232	0.17	0.001	0.08	0.123
Triglycerides (mg/dL)	0.10	0.063	0.09	0.076	-0.03	0.564	0.06	0.247	0.16	0.002
HDL cholesterol (mg/dL)	-0.10	0.071	-0.14	0.007	0.04	0.404	-0.17	<0.001	-0.22	<0.001
HOMA IR	0.04	0.501	0.21	<0.001	0.08	0.140	0.25	<0.001	0.40	<0.001

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HDL, high density lipoprotein; HOMA-IR, homeostasis model assessment-insulin resistance; L3 MA, lumbar No.3 muscle area; HU, Hounsfield unit; L3 VSR, lumbar No.3 visceral fat area/subcutaneous fat area; BMI, body mass index.

Table 10. Pearson correlation coefficients between lumbar 3 muscle attenuation measured by abdominal muscle CT and MS risk factors in women

MS Risk Factors	L3 MA(0-29 HU)/ L3 MA(30-100 HU)		L3 MA(0-29 HU)		L3 MA(30-100 HU)		L3 VSR		BMI	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Waist circumference (cm)	0.29	<.001	0.51	<.001	-0.03	0.427	0.13	<.001	0.83	<.001
SBP (mmHg)	0.13	<.001	0.08	0.028	-0.11	0.002	0.09	0.010	0.05	0.193
DBP (mmHg)	0.11	0.003	0.09	0.017	-0.06	0.075	0.02	0.643	0.11	0.002
Fasting glucose (mg/dL)	0.01	0.773	0.04	0.246	0.00	0.943	0.18	<.001	0.07	0.063
Triglycerides (mg/dL)	-0.02	0.584	0.07	0.053	0.05	0.145	0.26	<.001	0.08	0.028
HDL cholesterol (mg/dL)	0.01	0.789	-0.12	<.001	-0.07	0.059	-0.26	<.001	-0.16	<.001
HOMA IR	0.03	0.389	0.186	<.001	0.07	0.044	0.27	<.001	0.32	<.001

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HDL, high density lipoprotein; HOMA-IR, homeostasis model assessment-insulin resistance; L3 MA, lumbar No.3 muscle area; HU, Hounsfield unit; L3 VSR, lumbar No.3 visceral fat area/subcutaneous fat area; BMI, body mass index.

4. 남녀별 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(0-29 HU) 근육량과 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(30-100 HU) 근육량의 비에 따른 대사증후과의 연관성

남녀별 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비에 따른 대사증후과의 연관성이 있는지를 파악하기 위하여 로지스틱 회귀분석(logistic regression)을 실시하였다(Table 11).

Model 1에서는 보정을 하지 않았으며, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비의 오즈비는 남자에서는 4.52(95% C.I.; 1.49-13.74)로 통계적으로 유의하였고, 여자에서는 1.59(95% C.I.; 0.99-2.55)로 통계적으로 유의하지 않았다.

Model 2에서는 연령, 흡연, 영양, 신체활동, 음주를 보정 하였으며, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비의 오즈비는 남자에서는 4.78(95% C.I.; 1.46-15.72)로 통계적으로 유의하였고, 여자에서는 1.36(95% C.I.; 0.82-2.24)로 통계적으로 유의하지 않았다. 영양에서는 영양불량 위험군에 비해 정상군의 대사증후군 유병율의 오즈비가 여자에서 1.92(95% C.I.; 1.37-2.69)로 통계적으로 유의하였고, 남자에서는 통계적으로 유의하지 않았다.

Model 3에서는 연령, 흡연, 영양, 신체활동, 음주, 내장지방면적과 피하지방면적의 비, 키, 약력을 보정 하였으며, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비의 오즈비는 남자에서는 4.17(95% C.I.; 1.23-14.13)로 통계적으로 유의하였고, 여자에서는 1.25(95% C.I.; 0.74-2.09)로 통계적으로 유의하지 않았다. 영양에서는 영양 위험군에 비해 정상군의 대사증후군 유병율의 오즈비가 여자에서 1.85(95% C.I.; 1.30-2.62)로 통

계적으로 유의하였고, 남자에서는 통계적으로 유의하지 않았다. 내장지방면적과 피하지방면적의 비의 오즈비는 남자에서는 1.39(95% C.I.; 1.08-1.81)이었고, 여자에서는 4.26(95% C.I.; 2.75-6.60)로 남녀 모두 통계적으로 유의하였다.

Table 11. Logistic regression models for metabolic syndrome using L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU) Odds ratio (95% CI)

Variables	Model 1		Model 2		Model 3	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)	4.52** (1.49-13.74)	1.59 (0.99-2.55)	4.78** (1.46-15.72)	1.36 (0.82-2.24)	4.17* (1.23-14.13)	1.25 (0.74-2.09)
AGE (years)			0.99 (0.93-1.05)	1.03 (0.99-1.06)	0.98 (0.92-1.05)	1.01 (0.97-1.05)
Smoking						
EX-smoker vs			1.43 (0.60-3.39)	0.82 (0.15-4.60)	1.38 (0.57-3.31)	1.31 (0.22-7.93)
Current-smoker						
Non-smoker vs			1.55 (0.63-3.80)	0.92 (0.24-3.56)	1.64 (0.66-4.08)	1.39 (0.33-5.90)
Current-smoker						
MNA						
Normal vs Malnourished &			1.79 (0.92-3.49)	1.92*** (1.37-2.69)	1.71 (0.87-3.37)	1.85*** (1.30-2.62)
At risk of malnourished						
Physical activity						
Vigorous vs Moderate			0.64 (0.13-3.10)	0.85 (0.32-2.24)	0.52 (0.10-2.61)	0.90 (0.33-2.43)
Moderate vs None			1.07 (0.65-1.75)	1.20 (0.89-1.62)	1.10 (0.66-1.81)	1.22 (0.90-1.66)
Alcohol						
High risk vs Low risk			1.44 (0.71-2.91)	0.43 (0.04-4.16)	1.33 (0.65-2.72)	0.47 (0.05-4.86)

Table 11. Logistic regression models for metabolic syndrome using L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU) Odds ratio (95% CI)

Variables	Model 1		Model 2		Model 3	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
L3 VSR					1.39** (1.08-1.81)	4.26*** (2.75-6.60)
Height (cm)					0.97 (0.92-1.02)	1.01 (0.98-1.04)
HGS (kg)					1.02 (0.97-1.07)	1.01 (0.97-1.04)

L3 MA, lumbar No.3 muscle area; HU, Hounsfield unit; MNA, mini nutritional assessment; L3 VSR, lumbar No.3 visceral fat area/subcutaneous fat area; HGS, hand grip strength.

Model 1: unadjusted

Model 2: Additionally adjusted for age, smoking, Mini Nutritional Assessment, Physical activity, Alcohol.

Model 3: Additionally adjusted for the variables in model 2, plus L3 VSR, Height, HGS.

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

5. 남녀별 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(0-29 HU) 근육량에 따른 대사증후군과의 연관성

남녀별 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량에 따른 대사증후군의 연관성이 있는지를 파악하기 위하여 로지스틱회귀분석(logistic regression)을 실시하였다(Table 12).

Model 1에서는 보정을 하지 않았으며, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량의 오즈비는 남자에서는 1.07(95% C.I.; 1.04-1.10), 여자에서는 1.05(95% C.I.; 1.03-1.08)로 남녀 모두 통계적으로 유의하였다.

Model 2에서는 연령, 흡연, 영양, 신체활동, 음주를 보정하였으며, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량의 오즈비는 남자에서는 1.06(95% C.I.; 1.03-1.10), 여자에서는 1.04(95% C.I.; 1.02-1.07)로 통계적으로 유의하였다. 영양에서는 영양불량 위험군에 비해 정상군의 대사증후군 유병율의 오즈비가 여자에서 1.75(95% C.I.; 1.24-2.46)로 통계적으로 유의하였고, 남자에서는 통계적으로 유의하지 않았다.

Model 3에서는 연령, 흡연, 영양, 신체활동, 음주, 내장지방면적과 피하지방면적의 비, 키, 악력을 보정하였으며, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량의 오즈비는 남자에서는 1.06(95% C.I.; 1.03-1.10), 여자에서는 1.04(95% C.I.; 1.01-1.06)로 통계적으로 유의하였다. 영양에서는 영양 위험군에 비해 정상군의 대사증후군 유병율의 오즈비가 여자에서 1.72(95% C.I.; 1.21-2.45)로 통계적으로 유의하였고, 남자에서는 통계적으로 유의하지 않았다. 내장지방면적과 피하지방면적의 비의 오즈비는 여자에서는 4.09(95% C.I.; 2.64-6.35)로 통계적으로 유의하였고, 남자에서는 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 12. Logistic regression models for metabolic syndrome using L3 MA(0-29 HU) Odds ratio (95% CI)

Variables	Model 1		Model 2		Model 3	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
L3 MA(0-29 HU) (cm ²)	1.07*** (1.04-1.10)	1.05*** (1.03-1.08)	1.06*** (1.03-1.10)	1.04*** (1.02-1.07)	1.06*** (1.03-1.10)	1.04** (1.01-1.06)
AGE (years)						
EX-smoker vs Current-smoker			1.00 (0.95-1.07)	1.03 (0.99-1.06)	1.00 (0.94-1.06)	1.00 (0.97-1.04)
Non-smoker vs Current-smoker			1.31 (0.54-3.14)	0.84 (0.15-4.75)	1.24 (0.51-2.99)	1.31 (0.21-8.05)
MNA						
Normal vs Malnourished & At risk of malnourished			1.50 (0.61-3.73)	0.89 (0.23-3.50)	1.50 (0.60-3.75)	1.32 (0.31-5.64)
Physical activity						
Vigorous vs Moderate Moderate vs None			1.35 (0.68-2.68)	1.75*** (1.24-2.46)	1.38 (0.69-2.76)	1.72** (1.21-2.45)
Alcohol			0.73 (0.15-3.54)	0.85 (0.32-2.25)	0.64 (0.13-3.27)	0.91 (0.33-2.48)
High risk vs Low risk			1.09 (0.66-1.79)	1.20 (0.89-1.63)	1.09 (0.66-1.81)	1.22 (0.89-1.67)
			1.39 (0.68-2.85)	0.39 (0.04-3.83)	1.30 (0.63-2.68)	0.44 (0.04-4.62)

Table 12. Logistic regression models for metabolic syndrome using L3 MA(0-29 HU) Odds ratio (95% CI)

Variables	Model 1		Model 2		Model 3	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
L3 VSR					1.30 (0.99-1.69)	4.09*** (2.64-6.35)
Height (cm)					0.96 (0.91-1.01)	1.00 (0.97-1.03)
HGS (kg)					1.01 (0.96-1.06)	1.01 (0.97-1.04)

L3 MA, lumbar No.3 muscle area; HU, Hounsfield unit; MNA, mini nutritional assessment; L3 VSR, lumbar No.3 visceral fat area/subcutaneous fat area; HGS, hand grip strength.

Model 1: unadjusted

Model 2: Additionally adjusted for age, smoking, Mini Nutritional Assessment, Physical activity, Alcohol.

Model 3: Additionally adjusted for the variables in model 2, plus L3 VSR, Height, HGS.

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

6. 남녀별 대사증후군과 연관성이 있는 대사증후군 표지자를 결정하기 위한 ROC Curve를 통한 AUC 비교

1) 남자

요추 0에서부터 29까지 HU 근육량의 AUC가 0.650로 가장 높은 값을 나타냈고, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비가 0.613로 두 번째 높은 값을 나타냈다(Table 13, Fig. 9.).

Table 13. Comparative analysis of area under the receiver operating characteristic curves to predict the metabolic syndrome in men

Variables	AUC	95% CI
L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)	0.613	0.550-0.676
L3 MA(0-29 HU) (cm ²)	0.650	0.585-0.715
L3 MA(30-100 HU) (cm ²)	0.515	0.446-0.584
L3 VSR	0.600	0.535-0.665

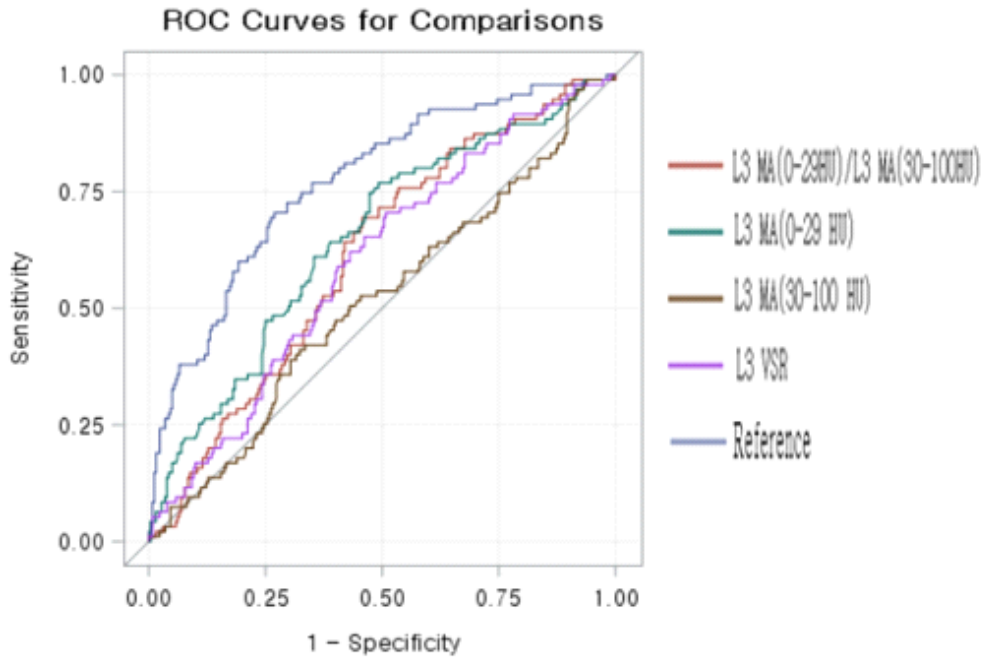


Figure 9. Receiver operating characteristic curves of the metabolic syndrome markers (Men); adjusted for age, smoking, Mini Nutritional Assessment, Physical activity, Alcohol, L3 VSR, Height, HGS.

2) 여자

내장 지방면적과 피하지방면적의 비의 AUC가 0.651로 가장 높은 값을 나타냈고, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량의 AUC가 0.594로 두 번째로 높은 값을 나타냈다(Table 14, Fig. 10.).

Table 14. Comparative Analysis of Area Under the Receiver Operating Characteristic curves to Predict the Metabolic Syndrome in Women

Variables	AUC	95% CI
L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU)	0.553	0.513-0.594
L3 MA(0-29 HU) (cm ²)	0.594	0.554-0.634
L3 MA(30-100 HU) (cm ²)	0.498	0.457-0.538
L3 VSR	0.651	0.612-0.689

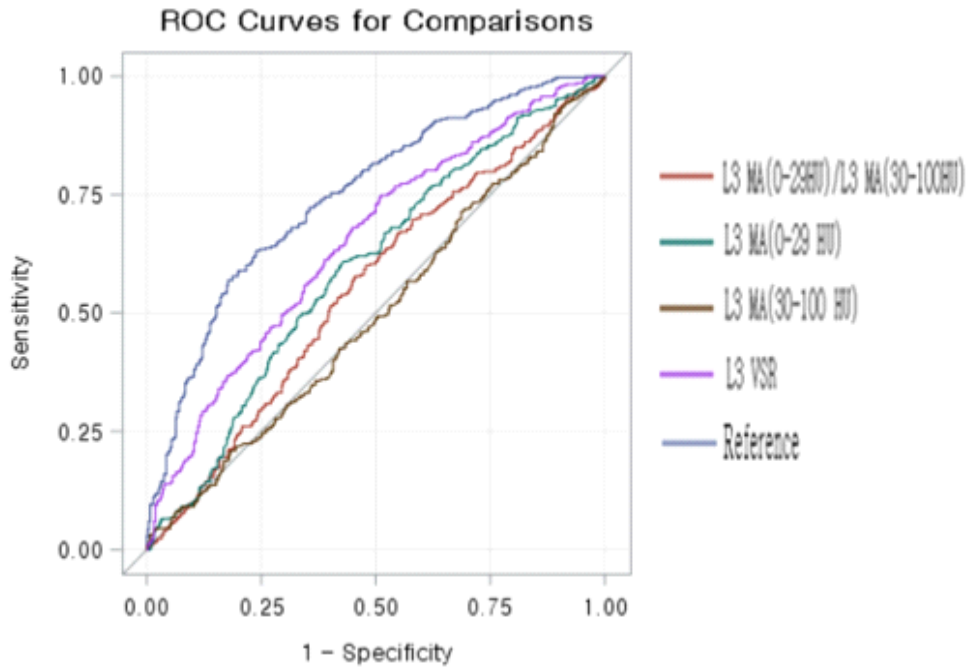


Figure 10. Receiver operating characteristic curves of the metabolic syndrome markers (Women); adjusted for age, smoking, Mini Nutritional Assessment, Physical activity, Alcohol, L3 VSR, Height, HGS.

IV. 고찰

본 연구는 2016-2017년 심혈관질환 고위험군 예방관리를 위한 전향적 추적관찰 연구 자료를 이용하여 만 65세 이상 노인 1,136명(남자 355명, 여자 781명)을 대상으로 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛의 근육량(Hounsfield unit, HU)에 따른 대사증후군과의 연관성을 분석하였다.

대사증후군은 심뇌혈관 질환, 당뇨병 등 위험요인의 집합체로(Meigs et al., 2000), 진단은 복부비만, 고 중성지방혈증, 저 HDL 콜레스테롤혈증, 고혈압, 내당능 장애 중 3가지 이상이 존재하는 경우 대사증후군으로 정의하였다(Executive Summary, 2001).

많은 기관 및 단체에서 대사증후군의 기준을 새롭게 정의하려고 하는데 이는 대사증후군 자체가 여러 대사질환과 심혈관질환의 위험성에 대한 높은 예측력을 가지고 있고, 심혈관질환으로 인한 사망률을 증가시키기 때문이다(Liu L et al., 2014). 또한 급격한 고령화로 인하여 다양한 노년기 만성질환의 유병률이 증가하고 있으며, 노화가 진행되면서 체성분이 변화하고 근육 내 지방침윤 현상이 생기는 것은 인슐린 저항성과 관련이 있으며 이는 ‘상대적 근육량’ 보다 ‘근육의 질’ (Muscle quality)이 더 중요함을 확인한 것이다(Barbat-Artigas et al., 2012; Karelis et al., 2007). 다수의 선행 연구에서 근육량의 감소(근감소증)와 대사증후군, 당뇨병, 인슐린 저항성, 골절, 사망과의 관련성에 대해서도 보고하고 있다(Goodpaster et al., 2001; Srikanthan P et al., 2001; 김선미, 2013; 김정희 등, 2010; 이인환 등, 2017).

현재 근감소증을 진단하는 기준은 근육량 측정 방법이 표준화 되지 않아 완전히 정립된 기준은 없으나 최근 근육의 질이나 근력, 근육의 기능을 고려하지 않는다는 문제점이 제기되어 유럽 근감소증 평가위원회(European Working

Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP)에서는 근육량(muscle mass), 근육 강도(Muscle strength) 또는 신체적 수행능력(Performance)이 동시에 저하된 경우를 근감소증으로 정의 하였다(Cruz-Jentoft et al., 2010). 지금까지 근육량 측정 방법은 이중에너지 방사선 흡수법(dual energy X-ray absorptiometry; DXA)을 이용한 연구가 많았으나 이는 ‘상대적 근육량’만을 측정한 것이며, ‘근육의 질’ (Muscle quality)을 확인하기 위해서는 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 또는 자기공명영상(magnetic resonance imaging; MRI)등이 권고되고 있다(Chen et al., 2014). 근육의 질(Muscle quality)과 당뇨병 유형에 따라 제 1형 당뇨병과 제 2형 당뇨병 또는 대조군 대상자의 근육의 지방침윤과의 관련성을 분석한 결과, 제 2형 당뇨병 대상자에서 잘 조절된 제 1형 당뇨병 대상자보다 근육 내 지방침착이 더 많음을 확인하였고, 인슐린 저항성이 있는 경우 내장지방이 증가할 때마다 제 1형 당뇨병보다 더 많은 지방이 근육에 축적된다는 것을 보여 주었다(Dube et al., 2006).

본 연구에서 사용한 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛의 근육량(Hounsfield unit, HU)은 ‘근육의 질’ (Muscle quality) 측정 방법으로 인구학적 특성, 생활 습관적 특성, 임상적 특성을 보정한 후에도 대사증후군과 양의 연관성을 보였다. 대사증후군과 폐경기 여성에서 지방이 많은 근육을 가진 여성들이 대사증후군의 많은 특징을 보이는 것을 확인했고(Dube et al., 2010), 대사증후군을 가지고 있는 중년 일본 남성에서 골격근의 지질 침착은 내장지방 축적과 양의 상관관계를 보였다(Taira et al., 2013). 또한 골격근의 지방침투 연구에서는 골격근육의 지방 축적이 증가하면 근력이 저하되고, 인슐린 감수성이 감소되며, 노인사망률이 증가함을 보고하였다(Hamrick et al., 2016).

이에 따라 본 연구에서는 상대적 근육량 측정의 제한점을 보완하여 근육의

질(Muscle quality)적 측면의 중요성을 고려하여 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛의 근육량(Hounsfield unit, HU)이 대사증후군과 연관성이 있는지 알아보 고자 하였다.

본 연구에서는 남녀별 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비와 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량에 따른 대사증후 군과의 연관성을 분석하여 근육 밀도 하운스필드 유닛에 따라 대사증후군이 어 떠한 의미가 있는지 알아보고자 하였다.

첫째, 남녀별 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비의 연관성을 비교한 결과, 남자에서만 연령, 흡연, 영양, 신체 활동, 음주, 내장지방면적과 피하지방면적의 비, 키, 악력을 보정하였을 때와 하지 않았을 때 Model 1, Model 2, Model 3 모두 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비가 증가할수록 대사증후군 의 오즈비가 증가하는 결과를 보였다. 이는 전체 근육 밀도 하운스필드 유닛 에서 근육 밀도가 높은(근육 내 지방 침투가 낮은 부위) 범위(30-100 HU) 근 육량에 비해 근육 밀도가 낮은(근육 내 지방 침투가 높은 부위) 범위 (0-29 HU) 근육량이 많을수록 대사증후군에 걸릴 오즈비가 증가함을 의미한다. 김똥 미 등(2003)은 비만한 비 당뇨병 환자에서 허벅지 저밀도 근육과 인슐린 저항 성의 상관관계를 보는 연구에서 비만하지 않은 비 당뇨병 대상자의 경우 저밀 도 근육이 인슐린 저항성과 유의한 관련이 있는 것으로 확인 되었고, Hamrick 등(2016)은 저하된 인슐린 저항성이 세포의 지방 축적과 함께 근육량과 근력 에 영향을 미칠 수 있으며, Mazaet 등(2003)은 인슐린 저항성과 골격근 및 복 부의 지방축적이 동시에 발생할 수 있음을 확인 하였다.

이러한 연구 등에 근거하여 본 연구에서는, 전체 근육량이 중요하기보다 근 육 밀도가 높은(근육 내 지방 침투가 낮은 부위) 범위(30-100 HU)의 근육량이 많을 경우 대사증후군의 예방 요소가 될 것으로 보인다. Lang 등(2010)은

투가 낮은 부위) 범위(30-100 HU) 근육량이 많을수록 대사증후군 발생의 예방 요인이 되었을 것으로 사료된다.

둘째, 남녀별 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량에 따른 대사증후군과의 연관성을 비교한 결과 남녀 모두에서 연령, 흡연, 영양, 신체활동, 음주, 내장지방면적과 피하지방면적의 비, 키, 악력을 보정하였을 때와 하지 않았을 때 Model 1, Model 2, Model 3 모두 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛(0-29 HU) 근육량이 증가할수록 대사증후군의 오즈비가 증가하는 결과를 보였다. 이는 근육 밀도가 낮은(근육 내 지방 침투가 높은 부위) 범위 (0-29 HU) 근육량이 많을수록 남녀 모두에서 대사증후군에 걸릴 오즈비가 증가함을 의미한다.

또한 영양에서는 여자에서만 Model 2, Model 3에서 모두 영양불량 위험군에 비해 정상군에서 대사증후군의 오즈비가 증가하는 결과를 보였고, 내장지방면적과 피하지방면적의 비가 증가할수록 여자에서만 대사증후군의 오즈비가 증가하는 결과를 보였다.

최종적으로 ROC Curve를 이용하여 대사증후군과 연관성이 있는 표지자를 결정하기 위한 분석을 시행하였다. 연령, 흡연, 영양, 신체활동, 음주, 내장지방면적과 피하지방면적의 비, 키, 악력을 보정하였을 때 5개의 표지자 중 가장 우세한 대사증후군 지표는 남자에서 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량의 AUC가 0.650로 가장 높은 값을 나타냈고, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU 근육량의 비가 0.613로 두 번째 높은 값을 나타냈다. 여자에서는 내장 지방면적과 피하지방면적의 비의 AUC가 0.651로 가장 높은 값을 나타냈고, 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량의 AUC가 0.594로 두 번째로 높은 값을 나타냈다.

CT 변수 중 대사증후군의 가장 좋은 표지자는 남자에서는 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량이고, 여자에서는 내장지방면적과 피하지방면적의 비였는데, 이는 서정훈 등(2016)은 남녀의 신체 구성이 다르고, Janssen 등(2000)은 남

자가 여자보다 골격근이 유의하게 더 많고, 최은영(2006)은 여자에서 복부내장지방은 대사위험요인을 예측할 수 있는 독립적인 요인임을 밝힌 것으로 보아 남자에서는 요추 0에서부터 29까지 HU 근육량이 여자에서는 내장지방면적과 피하지방면적의 비가 대사증후군 발생을 예측하는데 중요한 인자임을 확인하였다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

첫째, 일부 지역 노인을 대상으로 하였으므로, 연구결과를 일반화 하는데 주의해야 할 것으로 여긴다.

둘째, 횡단적 연구로서 시간의 선후 관계를 파악 할 수 없어 인과관계를 파악할 수 없었다.

셋째, 흡연과 음주 또한 대사증후군과 관련이 있는 것으로 알려져 있으나 여자의 현재 흡연군(N=9), 고위험 음주군(N=4)이 적고, 흡연의 기간 및 용량에 따른 세분화된 조사가 이루어지지 않아 일반적인 특성을 판단하기에 한계가 있었다.

그럼에도 불구하고, 만 65세 이상 노인을 대상으로 ‘상대적 근육량’ 만이 아닌 ‘근육의 질’ (Muscle quality)의 측정을 통해 0에서부터 29까지 HU의 근육량과 30에서부터 100까지 HU의 근육량을 나누어 대사증후군과의 연관성을 분석하였고, 이로써 근육 밀도가 높은(근육 내 지방 침투가 낮은 부위) 범위(30-100 HU) 근육량에 비해 근육 밀도가 낮은(근육 내 지방 침투가 높은 부위) 범위(0-29 HU) 근육량이 높을수록 대사증후군 발생 위험이 높다는 것을 확인한 것에 충분한 의미가 있는 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 대사증후군과 ‘근육의 질’ (Muscle quality)과의 관계를 살펴보고, 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛의 근육량(Hounsfield unit, HU)에 따른 대사증후군과의 연관성을 분석하고, 대사증후군 예측에 있어 유용성이 있는지 알아보았다.

만 65세 이상 노인을 대상으로 남자에서 요추 0에서부터 29까지 HU의 근육량과 요추 30에서부터 100까지 HU의 근육량의 비가 증가할수록 대사증후군이 유의하게 증가하는 양의 연관성을 보였고, 요추 0에서부터 29까지HU의 근육량만으로 분석한 결과, 남녀 모두 대사증후군이 유의하게 증가하는 양의 연관성을 보였다.

본 연구를 통해, 노인층에서 전체 근육량이 아닌 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛의 근육량(Hounsfield unit, HU) 에서 근육 밀도가 낮은(근육 내 지방 침투가 높은 부위) 범위(0-29 HU) 근육량이 높을수록 대사증후군 유병율의 오즈비가 증가함을 확인 하였고, 대사증후군 위험 예방을 위해 다른 지표들과 함께 고려해야 할 요소로 보인다.

본 연구는 ‘근육의 질’ (Muscle quality)을 파악하는 지표인 요추 근육 밀도 하운스필드 유닛의 근육량(Hounsfield unit, HU)과 대사증후군 발생위험에 대해 확인 하였고, 점차 노년기 질환 및 대사증후군 발생이 증가하고 있는 추세이므로 이와 관련된 노인의 기능수행에 대한 연관성 분석과 근육밀도 하운스필드 유닛(Hounsfield unit, HU)과 대사증후군의 세부요소들과의 관계에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김선미. 2013. 상대적 근육량과 대사증후군 및 구성 요소들 간의 연관성 분석. 석사학위논문, 서울대학교 보건대학원, 보건학과.
- 김정희, 황보울, 홍은실, 온정현, 김치훈, 김혜원, 안화영, 윤지완, 강선미, 박영주, 장학철, 임수. 노인 인구에서 근감소증과 심혈관계 대사질환 위험인자와의 연관성 조사. J Korean Geriatr Soc 2010;14(3):121-130.
- 문지현, 공미희, 김현주. 암 생존자에서 근감소증 유병률 및 대사증후군과의 연관성. Korean J Obes 2015;24(3):140-147.
- 박성원. 영상진단, 소천민영, 2009.
- 박은옥, 최수정, 이효영. 제 5기 국민건강영양조사로 추정된 한국 성인의 대사증후군 유병률과 관련 요인. J Agric Med Community Health 2013;38(1):1-13.
- 서정훈, 김동현, 박해용, 이승신, 정지윤. BMI와 체성분분석에 의한 지방량 및 근육량의 만성질환 예측지표로서 유용성 비교. 국민건강보험 일산병원 연구소. 연구보고서 2016-20-010.
- 이인환, 공지영, 진영운, 한진희, 강현식. 여성 노인의 근감소성 비만과 대사증후군 위험인자 간의 연관성 검증. 한국생활환경학회지 2017;24(2):179-186.
- 질병관리본부. 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서 제6기(2013-2015) 2015 a.
- 질병관리본부. 만성질환 현황과 이슈 2016.
- 최승혜, 최스미. 서울시내 일개 복지관에 내원하는 노인의 대사증후군 발생양

- 상과 관련요인에 대한 연구. J Korean Biol Nurs Sci 2011;13(1):53-60.
- 최은영. 여성에서 체지방분포와 대사위험요인과의 관련성. Korean J Health Promot Dis Prev 2006;6(3):165-172.
- 통계청. 2016년 사망원인통계연보 2017.
- 통계청. 2016년 장애인구추계 2017.
- 허갑범. 대사증후군(제 2판), 진기획, 2009.
- Alberti KG1, Zimmet P, Shaw J; IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome—a new worldwide definition. Lancet 2005;366(9501):1059-62.
- Arberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus—provisional report of a WHO consultation. Diabet Med 1998;15:539-53.
- Barbat-Artigas S, Filion ME, Plouffe S, Aubertin-Leheudre M. Muscle quality as a potential explanation of the metabolically healthy but obese and sarcopenic obese paradoxes. Metab Syndr Relat Disord 2012;10(2):117-22.
- Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. Mech Ageing Dev 1999;107:123-36.
- Campbell WW, Crim MC, Dallal GE, Young VR, Evans WJ. Increased protein requirements in elderly people: new data and retrospective reassessments. Am J Clin Nutr 1994;60:501-9.

- Carey KA, Farnfield MM, Tarquinio SD, Cameron-Smith D. Impaired expression of Notch signaling genes in aged human skeletal muscle. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007;62:9-17.
- Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, Chou MY, Chen Y, Hsu PS, Krairit O, Lee JS, Lee WJ, Lee Y, Liang CK, Limpa wattana P, Lin CS, Peng LN, Satake S, Suzuki T, Won CW, Wu CH, Wu SN, Zhang T, Zeng P, Akishita M, Arai H. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2014;15(2):95-101.
- Choi MH, Yoon SB, Lee K, Song M, Lee IS, Lee MA, Hong TH, Choi MG. Preoperative sarcopenia and post-operative accelerated muscle loss negatively impact survival after resection of pancreatic cancer. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2018;9(2):326-334.
- Cleary LC, Crofford LJ, Long D, Charnigo R, Clasey J, Beaman F, Jenkins KA, Fraser N, Srinivas A, Dhaon N, Hanaoka BY. Does computed tomography-based muscle density predict muscle function and health-related quality of life in patients with idiopathic inflammatory myopathies? *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2015;67(7):1031-40.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010;39:412-423.
- de la Maza MP, Hirsch S, Jara N, Leiva L, Barrera G, Silva C, Panella L, Henriquez S, Bunout D. Central obesity and not age increases skel

- etal muscle lipids, without influencing lean body mass and strength. *Nutr Hosp* 2014;31(3):1134-41.
- Dube MC, Joannis DR, Prud'homme D, Lemieux S, Bouchard C, Perusse L, Lavoie C & Weisnagel SJ. Muscle adiposity and body fat distribution in type I and type II diabetes: varying relationships according to diabetes type. *Int J Obes (Lond)* 2006;30(12):1721-8.
- Dubé MC, Lemieux S, Piché ME, Corneau L, Bergeron J, Riou ME, Weisnagel SJ. Relationship of mid-thigh adiposity to the metabolic syndrome in postmenopausal women. *Metab Syndr Relat Disord* 2010;8(4):365-72.
- Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet* 2005;366(9468):1415-28.
- Ferrucci L, Penninx BW, Volpato S, Harris TB, Bandeen-Roche K, Balfour J, Leveille SG, Fried LP, Md JM. Change in muscle strength explains accelerated decline of physical function in older women with high interleukin-6 serum levels. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:1947-54.
- Goodpaster BH, Thaete FL, Simoneau JA & Kelley DE. Subcutaneous abdominal fat and thigh muscle composition predict insulin sensitivity independently of visceral fat. *Diabetes* 1997;46(10):1579-85.
- Goodpaster BH, Kelley DE, Wing RR, Meier A & Thaete FL. Effects of weight loss on regional fat distribution and insulin sensitivity in obesity. *Diabetes* 1999;48(4):839-47.

Goodpaster BH, Kelley DE, Thaete FL, He J & Ross R. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *J Appl Phys*(1985) 2000;89(1):104-10.

Goodpaster BH, Thaete FL & Kelley DE. Composition of skeletal muscle evaluated with computed tomography. *Ann N Y Acad Sci* 2000;904:18-24.

Goodpaster BH, Thaete FL & Kelley DE. Thigh adipose tissue distribution is associated with insulin resistance in obesity and in type II diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 2000;7(4):885-92.

Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinger A, Harris, TB, Stamm E & Newman AB. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: the health ABC study. *J Appl Phys*(1985) 2001;90(6):2157-65.

Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinger A, Harris TB, et al. The association between skeletal muscle composition and strength in the elderly: the Health ABC study. *J Appl Physiol* 2001;90:2157-65.

Goodpaster BH, Krishnaswami S, Resnick H, Kelley DE, Haggerty C, Harris TB, Schwartz AV, Kritchevsky S, Newman AB. Association Between Regional Adipose Tissue Distribution and Both Type 2 Diabetes and Impaired Glucose Tolerance in Elderly Men and Women. *Diabetes Care* 2003;26(2):372-9.

Grundy SM, Brewer HB, Cleeman JI et al. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on scientific issues Related to Definition. American-47-heart association 2004; 109(3):433-8.

Guillet C, Boirie Y. Insulin resistance: a contributing factor to age-related muscle mass loss? Diabetes Metab 2005;2:5S20-26.

Hamrick MW, McGee-Lawrence ME, Frechette DM. Fatty Infiltration of Skeletal Muscle: Mechanisms and Comparisons with Bone Marrow Adiposity. Front Endocrinol (Lausanne) 2016;7:69.

Hayashi N, Ando Y, Gyawali B, Shimokata T, Maeda O, Fukaya M, Goto H, Nagino M, Kodera Y. Low skeletal muscle density is associated with poor survival in patients who receive chemotherapy for metastatic gastric cancer. Oncol Rep 2016;35(3):1727-31.

Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. J Appl Physiol(1985) 2000;89(1):81-8.

Karelis AD, Tousignant B, Nantel J, Proteau-Labelle M, Malita FM, St-Pierre DH, Brochu M, Doucet E, Rabasa-Lhoret R. Association of insulin sensitivity and muscle strength in overweight and obese sedentary postmenopausal women. Appl Physiol Nutr Metab 2007;32(2):297-301.

Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Aarsland A, Wolfe RR. Aging is associated with diminished accretion of muscle proteins

- after the ingestion of a small bolus of essential amino acids. *Am J Clin Nutr* 2005;82(5):1065-73.
- Kim D, Nam S, Ahn C, Kim K, Yoon S, Kim J, Cha B, Lim S, Kim K, Lee H, Huh K. Correlation between mid-thigh low-density muscle and insulin resistance in obese nondiabetic patients in Korea. *Diabetes Care* 2003;26(6):1825-30.
- Khanam MA, Qiu C, Lindeboom W, Streatfield PK, Kabir ZN, Wahlin Å. The metabolic syndrome : prevalence, associated factors, and impact on survival among older persons in rural Bangladesh. *PLoS One* 2011;6(6):e20259.
- Lang T, Cauley JA, Tylavsky F, Bauer D, Cummings S, Harris TB; Health ABC Study. Computed tomographic measurements of thigh muscle cross-sectional area and attenuation coefficient predict hip fracture: the health, aging, and body composition study. *J Bone Miner Res* 2010;25(3):513-9.
- Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Handgrip strength and insulin levels: cross-sectional and prospective associations in the Normative Aging Study. *Metabolism* 1997;46(11):1266-9.
- Lee S, Choi S, Kim HJ, Chung YS, Lee KW, Lee HC, Huh KB, Kim DJ. Cutoff values of surrogate measures of insulin resistance for metabolic syndrome in Korean non-diabetic adults. *J Korean Med Sci* 2006;21(4):695-700.
- Liu L, Miura K, Fujiyoshi A, Kadota A, Miyagawa N, Nakamura Y, Ohkubo T, Okayama A, Okamura T, Ueshima H. Impact of metabolic syndrome

- on the risk of cardiovascular disease mortality in the United States and in Japan. *Am J Cardiol* 2014;113(1):84-9.
- Lee SW, Son JY, Kim JM, Hwang SS, Han JS, Heo NJ. Body fat distribution is more predictive of all-cause mortality than overall adiposity. *Diabetes Obes Metab* 2018;20(1):141-7.
- Li S, Yun M, Fernandez C, Xu J, Srinivasan SR, Chen W, Berenson GS. Cigarette smoking exacerbates the adverse effects of age and metabolic syndrome on subclinical atherosclerosis: the Bogalusa Heart Study. *PLoS One* 2014;9(5):e96368.
- Lorenz LB, Wild RA. Polycystic ovarian syndrome: an evidence-based approach to evaluation and management of diabetes and cardiovascular risks for today's clinician. *Clin Obstet Gynecol* 2007;50(1):226-43.
- National Cholesterol Education Program. Executive summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program(NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults(adult treatment panel III). *JAMA* 2001;285(19):2486-97.
- Newman AB, Lee JS, Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Tylavsky FA et al. Weight change and the conservation of lean mass in old age: the Health, Aging and Body composition Study. *Am J Clin Nutr* 2005;82(4):872-8.
- McDermott MM, Guralnik JM, Albay M, Bandinelli S, Miniati B, Ferrucci L. Impairments of muscles and nerves associated with peripheral

arterial disease and their relationship with lower extremity functioning: the In CHIANTI Study. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:405-10.

Meigs JB. Invited commentary: insulin resistance syndrome? Syndrome X? Multiple metabolic syndrome? A syndrome at all? Factor analysis reveals patterns in the fabric of correlated metabolic risk factors. *Am J Epidemiol* 2000;152(10):908-11.

Morley JE. Hormones and the aging process. *J Am Geriatr Soc* 2003;51(7 Suppl):S333-7.

Oh YH, Moon JH, Kim HJ, Kong MH. Visceral-to-subcutaneous fat ratio as a predictor of the multiple metabolic risk factors for subjects with normal waist circumference in Korea. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2017;10:505-11.

Park HS, Sim SJ, Park JY. Effect of weight reduction on metabolic syndrome in Korean obese patients. *J Korean Med Sci* 2004;19(2):202-8.

Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, Kuller LH, Broudeau R, Kammerer C, de Rekeneire N, Harris TB, Schwartz AV, Tylavsky FA, Cho YW, Newman AB; Health, Aging, and Body Composition Study. Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes Care* 2007;30:1507-12.

Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human

disease. *Diabetes* 1988;37(12):1595-1607.

Rosenberg IH. Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *American Society for Nutritional Sciences* 1997;127(5 Suppl):990S-1S.

Sabel MS, Lee J, Cai S, Englesbe MJ, Holcombe S, Wang S. Sarcopenia as a prognostic factor among patients with stage III melanoma. *Ann Surg Oncol* 2011;18(13):3579-85.

Shafqat MN, Haider M. Subcutaneous to visceral fat ratio: a possible risk factor for metabolic syndrome and cardiovascular diseases. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2018;11:129-130.

Stephen WC, Janssen I. Sarcopenic-obesity and cardiovascular disease risk in the elderly. *J Nutr Health Aging* 2009;13(5):460-466.

Srikanthan P, Karlamangla AS. Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96(9):2898-903.

Shafqat MN, Haider M. Subcutaneous to visceral fat ratio: a possible risk factor for metabolic syndrome and cardiovascular diseases. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2018;11:129-130.

Taira S, Shimabukuro M, Higa M, Yabiku K, Kozuka C, Ueda R, Sunagawa S, Ohshiro Y, Doi M, Nanba T, Kawamoto E, Nakayama Y, Nakamura H, Iha T, Nakachi S, Tomoyose T, Ikema T, Yamakawa K, Masuzaki H. Lipid deposition in various sites of the skeletal muscles and liver exhibits a positive correlation with visceral fat accumulation in

- middle-aged Japanese men with metabolic syndrome. *Intern Med* 2013;52(14):1561-71.
- van Vugt JLA, Gaspersz MP, Vugts J, Buettner S, Levolger S, de Bruin RW F, Polak WG, de Jonge J, Willemsen FEJA, Groot Koerkamp B, IJzermans JNM. Low Skeletal Muscle Density Is Associated with Early Death in Patients with Perihilar Cholangiocarcinoma Regardless of Subsequent Treatment. *Dig Surg* 2018.
- Visser M, Pahor M, Tylavsky F, et al. One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. *J Appl Physiol* 2003;94(6):2368-74.
- Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, Simonsick EM, Harris TB. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005;60(3):324-33.
- WHO. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complication. 1999.
- WHO. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report on a WHO consultation on obesity. 1997.
- Wilson D. Lo, BS, David C. Evans, MD, and Taehwan Yoo, MD, MS. CT Measured Psoas Density Predicts Outcomes After Enterocutaneous Fistula Repair. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2018;42(1):176-185.

ABSTRACT

Association between metabolic syndrome and abdominal skeletal muscle attenuation determined by computed tomography in Korean elderly.

Jong Eun Kim

Graduate School of Public Health Yonsei University

(Directed by Professor Heejin Kimm, M.D., Ph.D.)

Objectives: Metabolic syndrome has been known as a major risk factor for cardiovascular disease. Aging progresses can cause increase of body fat, decline of muscle mass, and many older diseases including diabetes.

Many studies were conducted on measuring the relative muscle mass using the dual energy X-ray absorptiometry as the muscle mass measurement method yet the study on the muscle density hounsfield unit, which is the indicator of the 'Muscle quality' is not widely conducted while its importance is growing. The pathological changes of the hounsfield unit reflect excessive fat deposition of muscle tissue, and are observed in people with obesity, type 2 diabetes, myositis, osteoarthritis, spinal ste

nosis and cancer. When the muscle mass of patients under these conditions is reduced, the prognosis is poor and the morbidity rate increases.

The purpose of this study is to investigate the association between the metabolic syndrome and abdominal skeletal muscle attenuation determined by computed tomography in men and women aged 65 and over living in the community.

Methods: This study is a cross sectional study using prospective follow up study data for preventive management of high risk group of cardiovascular disease from July 1, 2016 to November 10, 2017. A total of 1,136 subjects are included in the study excluding the 122 men and women aged 65 and over that did questionnaire survey and 215 subjects have medical history of cancer, eGFR <15, albumin <3.5 (g/dl), Platelet <100,000 ($10^3/\mu\text{L}$), Computerized Tomography, Blood test, missing value of Hand Grip Strength, outlier test. In order to examine the relations between study participants and L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU), L3 MA(0-29 HU), L3 MA(30-100 HU), L3 VSR and the metabolic syndrome, logistic regression analysis was performed and stratified analysis was performed for smoking, drinking, physical activity, and nutrition analysis. Insulin resistance was used for analysis by log transformation.

Results: As a result of analyzing 355 men and 781 women out of a total of 1,136 aged 65 and over, the mean of L3 MA(0-29 HU)/L3 MA (30-100 HU) is 0.48 ± 0.21 in men and 0.75 ± 0.30 in women, and that of L3 MA(0-29 HU) is 32.10 ± 8.24 in men and 28.99 ± 6.11 , and that of L3 MA(30-100 HU) is 7

3.61±19.35 in men and 42.63±12.46 in women, and that of L3 VSR is 2.03 ±0.92 in men and 1.02±0.38 in women, and the average age is 75.74±4.20 in men, and 74.59±4.32 in women.

The odds ratio of the risk of metabolic syndrome for L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU) is significantly high in men by 4.17(95% CI; 1.23-14.13) while the ratio for women, 1.25(95% CI; 0.74 - 2.09), is not significant. The risk of metabolic syndrome shows significantly higher association in normal nutritional status group than in women who were malnourished & At risk of malnourished, and the higher the L3 VSR is, the higher association of the odds ratio of the metabolic syndrome shows in both men and women.

The odds ratio of the risk of metabolic syndrome in L3 MA(0-29 HU) is 1.06(95% CI; 1.03-1.10) in men and 1.04(95% CI; 1.02-1.07) in women which is significantly higher than men. Also only in women, the odds ratio of the metabolic syndrome shows higher association in normal nutritional status women group compared to malnourished & At risk of malnourished group, and the ratio gets higher as the L3 VSR gets higher. Finally, an analysis on the best markers of metabolic syndrome with ROC Curve among CT variables shows the best markers are L3 MA(0-29 HU) for men and L3 VSR for women.

Conclusions: From the study on men and women aged 65 and over living in the community, The metabolic syndrome shows significantly high association only in men as the L3 MA(0-29 HU)/L3 MA(30-100 HU) increases and metabolic syndrome shows high association in both men and women when analy

zing with L3 MA(0-29 HU). As the incidence of geriatric diseases and metabolic syndrome is increasing, further studies should be conducted on the association between the metabolic syndrome and functional ability of elderly and the relationship between the muscle density, Hounsfield unit and the metabolic syndrome.

Key words: Metabolic syndrome, Hounsfield unit(HU), elderly, CT, muscle density.