creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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

dCollection

체육학 박사학위 논문

Sarcopenia 측정변인과 건강 위험요인 간의 관련성 연구

- 한 농촌지역 50대 이상 성인을 대상으로 -

Study on Relationship between evaluation variables of Sarcopenia and Health risk factors

- For adults above 50 years old in rural area -

2012년 12월

서울대학교 대학원
체육교육과
이 온

국문 초록

Sarcopenia 측정변인과 건강 위험요인 간의 관련성 연구

- 한 농촌지역 50세 이상 성인을 대상으로 -

이 온
서울대학교 대학원
체 육 교 육 과

본 연구의 목적은 50대 이상 성인에서 sarcopenia를 평가하기 위한 신체적 변인들 간의 관련성을 확인하고 노화에 따른 골격근량, 근력 및 신체수행력의 감소와 건강 위험요인 간의 관련성을 분석하는 것이다.

연구의 대상은 농촌지역 50대 이상 성인으로 2009~2011년에 수행된 한양대 만성병 검진사업에 참여하는 양평지역 거주민 1,581명으로 하였다. 선행연구 고찰을 통해서 sarcopenia의 정의 및 진단기준 결정하고 연구대상의 신체계측, 근력, 신체 수행력을 검사하였다. 대사증후군 요인과 낙상 위험요인을 평가하고 설문지를 이용하여 연간 평균적인 신체활동을 조사하였다. Sarcopenia와 연관된 신체적 변인들을 이용한 건강평가 기준들의 유효성을 확인하기 위해 multiple logistic regression model을 적용하여 질환의 유병에 대한 각 평가기준의 교차비와 95% 신뢰구간을 산출하였다. 혼동변수로 연령, 흡연 및 음주 습관, 신체활동 수준과 허리둘레, 체질량지수를 보정하였다.

이상의 연구절차를 통해 얻은 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 연령증가에 따라 골격근량의 감소가 나타났으며 이에 따라 근력과 신체수행력의 감소가 나타났다. 골격근의 감소에 비해 근력의 감소가 더 큰 폭으로 나

타났고 상지보다 하지근력에서 여자보다 남자에서 근력의 감소가 크게 나타났다.

둘째, 사지 골격근량은 근력 및 신체수행력 그리고 체지방률과도 유의한 상관관계를 나타냈다. 남자에서는 악력이 각근력에 비해 다른 신체적 변인들과의 관련성이 더 높게 나타났으나, 여자의 경우 악력은 사지 골격근량과 각근력은 신체수행력과 관련이 더 높았다.

셋째, sarcopenia와 sarcopenia obesity 그리고 골격근량과 근력 및 신체수행력을 반영한 sarcopenia의 단계별 구분, 마지막으로 dynapenia와 dynapenic obesity 등의 평가 기준을 이용한 대상자의 건강 수준과 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인간의 교차비를 산출하였다. 남녀 모두 정상 집단에 비해서 악력을 이용한 dynapenia와 dynapenic obesity 집단에서 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인들의 교차비가 유의하게 증가하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 50세 이상의 성인을 대상으로 일반적인 건강수준을 평가하기 위한 도구로써 sarcopenia의 진단을 위한 측정 변인으로 근력이 가장 효과적인 것으로 나타났다. 특히 악력의 경우 남녀 모두에서 대사증후군 유병 및 낙상 위험을 민감하게 예측할 수 있었다.

주요어: Sarcopenia, dynapenia, 대사증후군, 낙상, 노인 건강수준 평가도구

학 번: 2007-30429

목 차

Ⅰ. 서론 ····· 1

1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구 목적 ····· 4
3. 연구 가설 ····· 5
4. 연구의 제한점 ····· 5
5. 용어의 정의 ····· 5

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 7

1. Sarcopenia의 원인 ····· 7
 1) 신체활동 부족 ····· 7
 2) 근신경학적 변화 ····· 8
 3) 내분비 기능의 변화 ····· 9
 4) 미토콘드리아의 기능 부전 그리고 세포자살 ····· 11
 5) 유전학적 요인과 식이 ····· 12
2. Sarcopenia와 dynapenia의 정의 및 진단기준 ····· 13

Ⅲ. 연구 방법 ····· 22

1. 연구 설계 ····· 22
2. 연구 대상 ····· 24
3. 측정 도구 및 방법 ····· 25
 1) 인구학적 변인 및 병력 ····· 25
 2) 신체계측 ····· 25
 3) 근력측정 ····· 25
 (1) 악력 ····· 25

(2) 각근력 ····· 26
4) 신체수행력 평가(SPPB) ····· 26
5) 대사증후군 ····· 26
6) 낙상경험(골절경험) 및 낙상두려움 ····· 27
7) 신체활동 ····· 27
4. 자료 분석 ····· 28

Ⅳ. 연구 결과 ····· 29
1. 노화에 따른 신체구성, 근력 및 신체수행력의 변화 ····· 29
2. Sarcopenia와 신체적 변인간의 관련성 ····· 32
3. Sarcopenia 및 dynapenia와 대사증후군 유병 및 낙상위험 요인 간의 관련성 ····· 34

Ⅴ. 논의 ····· 41
1. 연령증가에 따른 골격근량, 근력, 신체수행력의 변화 ····· 41
2. Sarcopenia와 신체적 변인간의 관련성 ····· 43
3. Sarcopenia 및 dynapenia와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성 ····· 44

Ⅵ. 결론 및 제언 ····· 50
1. 결론 ····· 50
2. 제언 ····· 51
참고 문헌 ····· 52

표 목 차

표 1. 발전원인에 따른 sarcopenia의 범주화 ····· 15
표 2. EWGSOP의 개념적 sarcopenia의 단계 ····· 15
표 3. Sarcopenia 진단 기준: 측정 변인 과 임계값(cut-point) ····· 16
표 4. Sarcopenia 진단 기준: 측정 변인 과 임계값(cut-point)계속 ····· 17
표 5. 연구대상의 특징 ····· 26
표 6. 남자 대상자에서 sarcopenia와 신체적 변인들 간의 Pearson's correlation coefficient ····· 32
표 7. 여자 대상자에서 sarcopenia와 신체적 변인들 간의 Pearson's correlation coefficient ····· 33
표 8. 대상자의 건강수준 평가 개념 별 기준의 임계값 및 비교집단 ····· 34
표 9. Sarcopenia 및 sarcopenic obesity와 대사증후군 유병 및 낙상위험간의 교차비(OR) ····· 35
표 10. 골격근량 및 근력, 신체수행력을 반영한 sarcopenia의 단계별 구분과 대사증후군 유병 및 낙상위험간의 교차비(OR) ····· 36
표 11. 악력을 이용한 dynapenia 및 dynapenic obesity와 대사증후군 유병 및 낙상위험간의 교차비(OR) ····· 37
표 12. 각근력을 이용한 dynapenia 및 dynapenic obesity와 대사증후군 유병 및 낙상위험간의 교차비(OR) ····· 38

그 림 목 차

그림 1. EWGSOP가 제안한 sarcopenia 노인을 선별하기 위한 알고리즘·····19
그림 2. Manini와 Clark가 제안한 dynapenia 평가하기 위한 알고리즘····· 20
그림 3. 전체적인 연구의 설계·····23
그림 4. 성별 및 연령증가에 따른 골격근량 및 체지방량의 변화·····29
그림 5. 성별 및 연령증가에 따른 사지 골격근량의 변화·····30
그림 6. 성별 및 연령증가에 따른 체지방률의 변화·····30
그림 7. 성별 및 연령증가에 따른 근력(악력, 각근력)의 변화·····31
그림 8. 성별 및 연령 증가에 따른 신체수행력 점수의 변화·····31

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성

노화(aging)는 시간의 흐름에 따라 생물의 신체기능이 퇴화(degeneration)하는 현상이다. 일반적으로 외부 스트레스에 대처하는 능력이 감소하고 항상성을 유지하지 못하게 되어 최종적으로 회복력을 잃게 되는 것을 의미한다(Yates, 2002). 노화의 원인과 기전을 설명하기 위한 수많은 이론과 학설이 발표되고 있지만 아직 노화를 명쾌히 설명하지 못하고 있는데 이는 노화를 이해하기 위한 과학적 근거의 부족을 반증한다. 노화는 피할 수 없는 자연적인 현상이나 노화과정에 동반되는 다양한 변화, 생리적 기능 저하로 인한 만성질환에 대한 감수성 증가와 신체기능 퇴화, 인지 기능 저하로 인한 기억력의 감소, 그 이외의 사회적 관계 및 지지와 심리적 변화 등은 고령사회의 문제점으로 나타나고 있다. 흔히 노령 인구를 노인이라고 하며 다수의 학술연구에서 노인에 관한 연령적 기준은 65세로 본다(노용균 & 조경환, 1996). 이 기준은 UN 또는 EU 등의 국제기구에서 발표하고 있는 각종 통계자료와 발간물 등을 통해서 확인할 수 있다. 위의 연령기준에 따른 국내의 노인 인구는 10.3%로 두 자리숫자에 진입했고 2018년에는 고령 사회로, 2025년에는 초고령 사회에 진입할 것으로 예상된다(통계청, 2010). 이러한 인구 고령화와 동반하여 노인 의료비의 지출은 매년 급증하고 있는데, 2011년 건강보험 진료비 중 65세 이상 노인진료비는 전체의 33.3%인 것으로 나타났으며 2002년부터 10년간 평균 16.9%의 지속적인 증가율을 보였다(2011 건강보험주요통계, 2012). 이와 같은 노인진료비의 가파른 증가는 인구 고령화와 함께 노인성질환 및 만성질환 치료에 대한 요구의 증가와 잦은 진료에 의한 것으로 판단된다.

신체적으로 노화가 진행됨에 따라서 점진적인 골격근의 감소가 나타나며, 이는 근력과 기능성의 감소로 이어지는데, Irwin Rosenberg가 처음 제안한 ‘sarcopenia’는 노화과정에서 나타나는 골격근의 감소 현상을 의미한다(Rosenberg, 1989). Sarcopenia는 노인 인구에서 흔하게 나타나며 일생 동안

겪는 노화과정 안에서 성장기 발달과정에서의 영향, 올바르지 못한 식이, 비활동적인 생활양식, 만성질환과 특정 약물치료 경험 등 다양한 원인에서 영향을 받는다(Paddon-Jones et al., 2008; Sayer et al., 2008). 처음의 정의와 다르게 시간이 지남에 따라 sarcopenia는 노화에 의한 골격근의 감소뿐만 아니라 근력의 감소를 포함하는 것으로 정의가 확장되었으나(Roubenoff & Hughes, 2000), 최근에 다시 sarcopenia 본래의 의미인 골격근의 감소로 그 정의를 한정하고 근력감소에 대한 부분을 다른 용어를 사용하려는 움직임이 있다. 이 용어가 dynapenia(근력 감소증)이며 노화에 따라 발생하는 근력의 감소를 의미하는데 앞서 언급한 sarcopenia와 다르게 골격근의 양적인 감소 이외에도 근력 발생의 메커니즘의 변화에 보다 주목한 개념이라고 할 수 있다(Clark & Manini, 2008).

노화에 따른 근력손실에 대한 생리학적 기전은 다음과 같다. 먼저 노화에 따른 뉴런 손실의 발생이다. 연령이 증가하면 근신경계의 변화중의 하나로 운동뉴런의 수가 감소한다. 흔히 운동 뉴런은 하나의 알파 운동뉴런과 이곳에 연결되어있는 근섬유를 일컫는데, 이 알파뉴런이 노화에 의하여 사멸되면 연결되어 있던 근섬유는 기능하고 있는 다른 알파 뉴런에 연결된다(Jones et al., 2009). 이와 같은 집단화에 의한 운동 뉴런 단위의 양적 증가는 노인에게서 나타나는 근수축의 효율성 감소와 떨림 및 근 피로를 유발하며, 결과적으로 운동정확성 및 협응의 감소로 나타난다(Roubenoff et al., 2000). 또한 최대 근력발휘를 위한 근 수축 시간이 지속적으로 증가하고 리아노딘 수용체와 Ca-ATPase 같이 근 수축 제어에 필수적인 단백질의 감소가 나타난다. 마지막으로 노인기에 들어 대부분의 신체활동이 속도가 느리고 저강도의 활동위주로 나타나기 때문에 type 1 근섬유만 주로 사용되며, 이러한 특징에 따라 type 2 근섬유의 근 위축이 많이 나타난다(Evans & Campbell, 1993). 노화과정에서의 근력손실에 대한 개념적 접근의 중요성은 다음의 선행연구를 통해서 확인될 수 있다. 노화에 따른 근력의 감소가 골격근량의 감소에 비해 사망률 및 신체적 장애와 매우 높은 관련성을 보이며(Cesari et al., 2009; Newman et

al., 2006; Visser et al., 2000), 근력은 노화에 따른 질병감수성의 증가를 억제하는 골격근량의 유지와 깊은 관련이 있다(Lainscak et al., 2007).

신체적 노화에 따른 근력 및 골격근량의 감소는 노화에 관련한 여러 증후군들과 깊은 관련성이 있다. 심각한 소모성 질환이 있는 상태를 의미하는 악액질(cachexia)은 최근에 들어서 질병이 있는 상태에서 근력의 감소를 특성으로 보이는 복합 대사성 증후군으로 정의되고 있다(Thomas, 2007). 대부분의 악액질 환자는 sarcopenia 환자이기도 하며 sarcopenia는 악액질을 정의하기 위한 하나의 요소로도 평가되고 있다(Thomas, 2007). 노화에 따른 생리적 기능의 저하로 낙상, 입원, 시설보호 및 사망률과 같은 건강 문제를 야기하는 노인병 증후군인 노쇠(frailty)의 경우, 의도하지 않던 체중의 감소, 탈진(기진맥진), 허약, 느린 보행속도와 신체활동의 제한 등 손쉽게 신체적 측면 등을 이용한 정의가 보고되어 있을 정도로 근력과 관계가 깊다(Fried et al., 2001). 또한 노화에 따른 근감소성 비만(sarcopenic obesity)은 연령의 증가에 따라 체중의 변화 없이 또는 체중이 증가하는데도 골격근 및 근력의 감소가 나타나는 것을 말하며 근감소성 비만은 체지방의 상대적 또는 절대적 증가와 근력 및 골격근의 감소의 상호작용을 통하여 신체적 장애, 대사성 장애, 심혈관 질환과 사망률의 위험을 높인다(Rantanen et al., 2000; Baumgartner et al., 2004).

이처럼 노화에 의한 골격근 및 근력의 감소는 노화과정에서 매우 중요한 생리적 변인이다. 노화에 따른 sarcopenia를 예방하기 위한 운동 및 신체활동 중재의 효과는 충분히 입증되어 있는데, 특히 저항운동을 통해서 골격근의 양을 유지하고 근력을 발휘하는 과정에서 근 신경기능의 질적인 향상을 가져오는 것으로 보고되고 있다(Hunter et al., 2004; Taaffe, 2006). 연령의 증가에 반하여 근력 및 골격근량을 유지하기 위하여 운동 및 신체활동을 중재하는 것이 당연한 듯 하지만 운동 및 신체활동의 중재가 대부분의 노인에게 가능한 것이 아니며, sarcopenia의 관리를 위한 중재효과가 얼마나 지속될지에 대한 의문은 여전하다. 따라서 예방 차원에서 운동과 신체활동의 중재가 중요하며, 이를 위해서 노인의 건강 상태를 평가하고 독립적인 삶과 건강 유지에 필요한 근력

및 골격근의 권장수준을 제시하는 것은 매우 중요하다. 이는 특정 건강 상태에 대한 평가기준이 제시되어야 예방과 관리를 위한 중재의 목표설정이 가능하기 때문이다. 그러나 sarcopenia에 대한 임상적 정의나 진단 기준에 있어서 전문가들 사이에서 충분한 합의에 이르지 못하고 있으며, 선행연구들에서도 다양한 비교집단의 정의와 임계값을 통하여 sarcopenia에 대하여 상이한 정의를 내리고 있다(Cruz-Jentoft et al., 2010). 또한 dynapenia에 대한 연구들은 현재 시작단계이며, sarcopenia와 마찬가지로 임상적 정의나 진단 기준이 마련되어 있지 않다. 국내의 선행연구들은 sarcopenia의 분포를 확인하고 만성질환과의 관련성을 다루고 있거나(Kim et al., 2009; Kim et al., 2012) 운동 중재를 통한 sarcopenia의 발생 지연효과에 관한 연구 등이 보고되고 있다(박상갑 등, 2010; 소위영 등, 2009). 그러나 근력감소 및 신체적 기능에 관한 관련 연구는 전무하다. 급격하게 고령화되는 우리나라의 현실을 감안할 때, 노인인구의 중요한 건강 문제이자 여러 사회적 문제를 야기하는 sarcopenia 및 dynapenia에 관한 연구는 보다 활발히 진행되어야 할 것으로 보이며, 특히 예방을 위한 적정 수준의 근력과 골격근량에 대한 기준 연구는 필요하다.

이에 본 연구에서는 sarcopenia 대한 정의와 진단기준을 고찰, 정리하고 sarcopenia와 연관된 신체적 변인과 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 등에 대한 관련성을 확인하고자 한다. 이를 통하여 노인의 건강 수준 유지를 위한 근력을 포함한 신체적 변인들에 대한 운동처방학적 근거를 마련하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 50대 이상 성인을 대상으로 골격근량, 근력 및 신체수행력 간의 관련성을 확인하고 노화에 따른 골격근량, 근력 및 신체수행력의 감소와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성을 분석하는 것이다. 이를 통하여 노인의 건강문제를 동시에 평가할 수 있는 방법을 모색한다.

3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 규명하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정한다.

1) 노인에서 골격근량, 근력 및 신체수행력 사이에는 관련성이 있을 것이다.
2) 노화에 의한 골격근량, 근력 및 신체수행력의 감소는 대사증후군의 유병 및 낙상 위험요인과 연관이 있을 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

1) 연구대상자가 특정지역의 거주자임으로 일반화에 제한이 있다.
2) 횡단적인 연구설계로 변인간의 선후관계를 확인할 수 없다.

5. 용어의 정의

1) 노화(aging)
시간이 흐름에 따라 생물의 신체기능이 퇴화하는 현상이다. 흔히 사람의 경우, 연령의 증가로 나타나는 다양한 기능적 변화를 의미하며 일부분을 제외하고는 기능이 퇴화한다. 노화는 일반적으로 스트레스에 대처하는 능력이 감소하고 항상성을 유지하지 못하게 되며 질병에 걸리는 위험이 증가하는 것이 특징이다. 노화가 어느 정도 진행되면 사망에 이르게 된다.

2) Sarcopenia와 dynapenia
Sarcopenia라는 용어는 그리스어로 sarx(동물의 살)과 penia(손실)이 합쳐진 단어로 처음에는 나이가 듦에 따라서 골격근량이 감소하는 것을 의미했다가

시간이 지나면서 근력의 감소를 포함하는 용어로 사용되었다. 최근 들어 근력의 상실(poverty of strength)을 의미하는 dynapenia라는 용어가 등장함으로써, sarcopenia가 골격근량의 감소로 그 의미를 국한시키기도 하지만 대부분의 연구자들은 sarcopenia를 노화에 따른 골격근량 및 근력의 감소로 정의한다. 국문으로 표기할 때에는 아직 의학용어집에는 sarcopenia의 대한 언급이 없고 일부 연구자들에 의해 “근감소증”으로 사용되고 있다(박석원, 2007).

3) 노인성 질환

노인성 질환은 노화로 인하여 발병하는 질환의 총칭으로 대부분의 질환이 만성으로 진행되는 경우가 보편적이다. 이는 여러 가지 원인이나 이유가 있겠으나, 노화로 인한 신체면역력의 감퇴와 신체적 기능저하 및 회복력의 상실 등을 주원인으로 볼 수 있다. 노인성 질환은 신체의 모든 기관에서 나타나며 대표적인 예로 고혈압, 심근경색과 같은 순환계질환과 뇌졸중, 치매와 같은 중추신경계질환, 골관절염과 류마티스성 관절염 등의 골관절계질환 등이 있다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. Sarcopenia의 원인

Sarcopenia는 노화과정 안에서 다양한 위험요인과 메커니즘에 의하여 발전된다. 좌식위주의 생활양식, 흡연과 적절치 않은 식이섭취, 연령의 증가에 따른 혈중 호르몬 및 사이토카인의 변화 등이 중요한 위험요인으로 보고되고 있으며 가정되는 메커니즘으로는 근육 단백질 변동, 근조직의 리모델링, 알파 운동뉴런의 상실, 근조직의 보충능력의 퇴화, 세포소멸(apoptosis) 등의 변화이다. 유전적 민감도 역시 개인이나 집단의 sarcopenia 속도의 차이에 영향을 미친다. 위에서 언급한 여러 요인들이 sarcopenia, 즉 골격근량, 근력 그리고 근육의 질(muscle quality)에 미치는 상대적인 영향력의 크기는 아직 잘 설명되지 못한다(Rolland et al, 2007). 각각의 요인들이 sarcopenia의 기전과 발병에 작용하나 골격근량, 근력 감소에 다르게 영향을 미치는 것으로 보인다.

1) 신체활동의 부족

먼저 신체활동의 부족은 연령에 상관없이 골격근량 및 근력의 감소와 밀접한 관계를 가지고 있다. 신체활동의 감소로 나타나는 근육의 약화는 골격근량과 근력의 손실을 초래하지만 반대로 모든 신체활동이 sarcopenia 예방에 효과적인 것은 아니다. 유산소 운동의 경우, 최대산소섭취량의 증가와 근육의 질, 근신경계의 적응 및 근력의 향상을 통해서 사망률 및 질환발생을 낮춘다. 저항성 운동만큼 골격근량의 증가를 가져올 수 없으나, 근단백질 합성(Sheffield-Moore et al., 2004)이나 위성세포의 활동을 자극하고 근섬유의 면적을 증가시키는 것을 통해 sarcopenia의 예방에 긍정적인 영향을 미친다(Charifi et al., 2003). 특히 가능성이 있는 부분은 근육 내 지방을 포함한 체지방을 낮춤으로서 체중에 비해 근육의 기능적인 부분의 향상을 가져올 수 있을 것이다. 그에 반하여 저항성운동은 노인에게서 유의한 근육의 양과 질, 근력의 향상을 보이는 것으로 보고되어 있다. 특히 웨이트 리프팅과 같은 저항

성 트레이닝은 쇠약한 노인에게서도 근육섬유 내 근단백의 합성을 증가시키고 (Yarasheski, et al., 1993; Hasten et al., 2000), 골격근량과 근력을 향상시키는 것으로 보고된다(Ivey et al., 2000; Yarasheski et al., 1999). 그러나 평생 동안 웨이트 트레이닝을 해온 운동 전문가들에게서도 sarcopenia가 관찰되는 것을 볼 때 평생토록 예방할 수 있는 것이 아니고 최대한 늦추어 주는 것으로 보인다.

2) 근신경학적 변화

신경학적인 부분에서 sarcopenia의 원인은 알파 뉴런의 축삭돌기 손실에서 찾을 수 있다(Edström et al., 2007). 이와 같은 탈수초화에 의하여 신경전달 속도가 감소된다. 점진적인 탈 신경(denervation)과 신경 재분포 (reinnervation) 과정이 노화를 통해서 관찰되며, 동일한 근섬유 유형의 결집이 sarcopenia의 발전과정 동안 잠재적인 주요 메커니즘으로 관여한다. 횡단적 연구의 결과에 따르면, 모터 뉴런의 감소는 60대에 시작되고(McComas, 1998), 대략 50%의 알파 모터 뉴런의 상실되며(Doherty et al., 1993), 상지 보다는 보다 긴 축삭돌기를 가진 하지에 영향을 미친다(Vandervoort, 2002). 남아 있는 알파 운동 뉴런은 연결을 잃은 다른 신경섬유와 결합되어 운동 뉴런의 단위가 커지고, 증가된 운동단위의 크기와 감소한 운동 알파 뉴런과 운동단위의 수는 협응된 근육 움직임을 저해하고 근력을 감소시킨다(Roubenoff et al., 2000). 또한 구심성 수축속도의 감소도 근력감소의 한 요인으로 이에 관련된 마이오신 중쇄 아형의 변화 또는 마이오신 ATPase 활성에도 영향을 미치는 단백질의 합성속도의 감소가 포함될 수 있다.

신경재분포는 신경섬유의 분화와 근섬유의 재분배를 가져오는데, 평균적으로 노화 과정에서 근육의 감소는 20대를 기준으로 2형(속근) 근섬유는 약 50% 정도인 반면, 1형(지근) 근섬유는 1~25% 정도이며(Doherty, 2003), 위성세포의 수와 보충능력 또한 1형 근섬유에 비해서 2형 근섬유에서 그 감소폭이 크다(Jozsi et al, 1999). 위성세포는 근육조직에서 발생하는 줄기세포로 재생과

정에서 자극을 받으면 새로운 근섬유나 위성세포로 분화될 수 있는데, 재생과정에서 불균형이 생기면 2형 근섬유의 수가 감소할 수도 있다. 이는 노인의 근육은 손상에 취약하고 외상 후 회복능력이 부족하기 때문이다.

3) 내분비 기능의 변화

골격근량 및 근력의 손실과 연령 증가에 따른 호르몬 변화의 관련성에 관한 증거들이 제시되고 있다. 인슐린, 에스트로겐, 안드로겐, 성장 호르몬, 프로락틴, 갑상선 호르몬, 카테콜라민과 코르티코스테로이드는 sarcopenia의 병인과 발병에 관여하지만, 아직 성인과 노년에서 골격근에 미치는 역할과 효과에 관해서는 아직 논쟁이 지속되고 있다.

Sarcopenia는 인슐린 저항성의 위험을 증가시키는 체중 및 근세포 내 지방의 점진적인 증가와 동반된다(Melton 3rd et al., 2000). 인슐린이 근육 합성에 미치는 영향에 관한 논란이 남아있지만, sarcopenia의 병인 및 발병에서 인슐린의 역할은 중요하다. 인슐린은 선택적으로 골격근 미토콘드리아 단백질 합성을 자극하나, 나이든 노인에게서 근육 합성에 대한 인슐린의 동화작용은 불분명하다. 젊은 성인과 비교할 때, 포도당과 아미노산의 섭취 후 인슐린의 수치는 증가되지만 낮은 단백질 합성과 미토콘드리아 기능의 감소가 나타났다(Guillet & Boirie, 2005; Volpi et al, 2000). 노화된 근육세포에서는 단백질 합성 개시를 위한 신호체계의 변화로 인하여 인슐린 반응에 의한 단백질 합성에 문제가 발생하는 것으로 보인다. 인슐린의 동화작용의 감소에 기인한 중년시기의 잦은 체중 증가는 sarcopenia에 취약하게 만들며(Roubenoff, 2003), 많은 섭취를 통한 아미노산의 보충은 인슐린의 동화작용을 자극하는 것으로 보인다(Rasmussen & Phillips, 2003). 에스트로겐이 sarcopenia에 미치는 영향에 대한 연구는 상반되는 결과들이 보고되고 있다. 역학적 또는 실험중재 연구들은 에스트로겐의 골격근량의 손실 예방효과를 보고하고 있는데(Dionne et al, 2000; Rolland et al., 2007), 이러한 효과는 연령의 증가와 함께 sarcopenia 과정과 연관이 있는 TNFα, 인터루킨-6와 같은 종양괴사 인자와 같은 염증성

사이토카인 수준의 증가로 감소한다(Girasole et al., 1999; Kramer et al., 2004). 그러나 최근에는 호르몬 투여가 골격근량을 증가시킨다는 결과도 보고되었다(Jacobsen et al., 2007). 에스트로겐이 근력 및 근기능에 미치는 영향은 아직 논쟁의 여지가 많은 것으로 보인다.

인슐린 유사성장 인자 1과 성장호르몬은 연령이 증가함에 따라 감소하고 sarcopenia의 잠재적인 원인 중에 하나로 간주되고 있다. 성장호르몬 투여는 지방량을 감소시키고 제지방의 증가와 혈중 지질의 개선을 나타낸다. 인슐린 유사성장 인자 1은 위성세포의 분화와 증식을 활성화시키고 기존 섬유에서의 단백질 합성을 증가시킨다(Musarò et al., 1999). 인슐린 유사 성장인자가 근조직에서 안드로겐과의 상호작용을 하며 골격근량의 증가를 가져오지만, 근력의 향상 부분에서는 아직 상반되는 결과들이 보고된다. 물론 성장호르몬과 웨이트 트레이닝의 복합중재에서는 근력의 향상이 보고되었다(Yarasheski, Zachwieja et al., 1995). 노화된 근육도 인슐린 유사 성장인자를 합성할 수 있는 능력이 있지만 다소 민감도가 떨어지며, 위성세포 분화를 촉진하는 인슐린 유사 성장인자의 구조적 아형을 합성하는 능력이 저하된 것으로 보인다(Clavel et al., 2006). 운동은 노화된 근육에서 인슐린 유사 성장인자에 대한 저항성을 낮추는 역할을 하는 것으로 보인다. 테스토스테론 수준은 남성 노인에게서 점진적으로 연간 1% 정도 감소하며, 노인에게서 낮은 수준의 테스토스테론과 골격근량 및 근력, 기능성에 감소와 연관이 있음을 보고하고 있다(Morley et al., 1997). 연령의 증가에 따라 혈중의 성호르몬 결합 글로블린의 증가가 나타나는데 이는 낮은 수준의 테스토스테론이 원인이다. 그러나 테스토스테론 투여가 근력 및 기능성에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 결정적이지 못하다.

만성폐쇄성 폐질환, 심부전, 암과 같은 질환의 만성적인 상태는 노인에게서 자주 나타나며, 이는 혈중 염증성 사이토카인과 제지방을 포함한 체중의 감소와 연관이 있다. 이와 같은 상태를 악액증(cachexia)이라고 하며 노화과정에서 천천히 나타나 sarcopenia로 발전되는 것과는 다르게 빠르고 갑작스러운 이화

작용을 보인다. 그러나 일반적인 노화과정은 보다 점진적이고 만성적으로 인터루킨-6와 인터루킨-1과 같은 염증성 사이토카인의 생산을 증가시킨다(Roubenoff et al., 1998). 이처럼 연령증가는 체지방의 증가와 순환되는 성호르몬의 감소와 같이 이화작용을 자극시키는 염증성 사이토카인의 증가를 가져온다. 암스테르담 노화 추적연구(Longitudinal Aging study of Amsterdam)에 따르면, 높은 수준의 혈중 인터루킨-6와 C 반응성 단백질은 근력의 감소 위험을 증가시키는 것으로 나타났다(Schaap et al., 2006). 이와 같은 사이토카인은 과도한 단백질 분해를 자극하여 근조직의 합성에 부조화를 가져온다. 따라서 염증성 사이토카인과 다른 염증성 단백질의 만성적인 증가상태는 sarcopenia의 전 단계로 볼 수 있다(Baumgartner & Waters, 2006; Roubenoff & Hughes, 2000).

4) 미토콘드리아의 기능 부전 그리고 세포자살

미토콘드리아의 기능부전으로 인한 sarcopenia의 영향은 아직 불분명하다. 노화과정에서 관찰되는 근육세포 미토콘드리아 DNA손상의 축적은 미토콘드리아의 기능에 영향을 미칠 수 있으며, 이는 근세포의 단백질 및 ATP 합성의 대사율을 감소시키거나 결과적으로 근섬유의 소실로 작용할 수 있다. 일부 연구에 의하면 미토콘드리아 기능의 저하는 신체활동의 부족이 원인이라고 할 수 있으며(Kent-Braun, Ng, & Young, 2000), 트레이닝을 통하여 미토콘드리아의 기능 부전을 향상시킬 수 있지만 노인에게서 그 효과는 크지 않다고 한다(Melov et al., 2007). 근조직의 미토콘드리아 DNA의 돌연변이가 축적되면 근조직의 세포자살을 가속화시키며, 이와 같은 세포자살은 다시 미토콘드리아의 기능 부전과 골격근량의 감소와 연관이 있다. 근세포의 세포자살은 sarcopenia의 기본적인 메커니즘이며(Dupont-Versteegden, 2005), 젊은 성인과 노인의 근육 생체조직검사 결과를 비교해보면 다르다는 것을 확인할 수 있다(Giresi et al., 2005).

세포자살을 설명할 때 카스파아제(caspase) 의존여부에 따라 두 가지 경로로

언급하고 있는데(Marzetti & Leeuwenburgh, 2006), 카스파아제는 시스테인 단백질가수분해효소(cysteine protease)로서 기질단백질의 아스파르트산염(aspartate) 다음에 오는 아미노산기를 절단하는 공통적 특징을 갖고 있으며, 다양한 경로로 발생되는 세포사멸에서 중요한 조절기능을 한다. 카스파아제 의존 경로는 세포사멸을 결정하기 위해 순차적으로 요인들의 연쇄작용이 활성화되는 것을 말한다. 노화도 여러 카스파아제 수준 증가와 관련되어 있으며(Leeuwenburgh, 2003), 그리고 미토콘드리아는 카스파아제 비 의존적 세포자살 통로를 통해 세포자살의 조절과 유도를 결정하는 요소이다. 또 다른 메커니즘은 산화 스트레스이며(Goulet et al., 2007), 동물 연구에서 낮은 성장 요인이나 완전한 움직임 제약이 카스파아제 의존여부에 상관없이 세포자살을 발생시킬 수 있다고 보고하였다(Marzetti & Leeuwenburgh, 2006). 그러나 sarcopenia로 이어지는 다른 메커니즘에 비해 세포자살의 관여 정도는 아직 알려지지 않았다. 세포자살은 sarcopenia의 근육 손실에 대해서 최종적인 메커니즘으로 언급될 수 있지만, 여러 중개요인과 병인학적 경로도 세포자살을 초래할 수 있다.

5) 유전학적 요인과 식이

유전요인은 근력의 다양함에 중요한 원인이며, sarcopenia 중개요인의 민감도에 영향을 준다. 유전역학 연구에 따르면 개인적인 근력차이에 36~65%(Arden & Spector, 1997; Frederiksen et al., 2002), 낮은 하지 수행력에 57%(Carmelli & Reed, 2000), 그리고 일상활동 수행력에 34%는 유전적인 요인에 의해 결정된다고 한다(Christensen et al., 2000). 또한 노인에서 sarcopenia와 신체 수행력의 저조는 성인기의 신장 및 체중과는 독립적으로 출생 시 체중과 연관이 있는데, 이는 일찍부터 계획된 개별적인 유전적 특성이 노년기 sarcopenia의 위험에 영향을 미친다는 것을 의미한다.

영양섭취 또한 sarcopenia에 큰 영향을 미친다. 근단백의 합성율은 노인에게서 약 39%가 감소되어있는 것이 보고되어 있지만, 이는 노화의 영향이라기보

다 음식섭취의 감소와 질병, 신체활동 부족이 더 큰 영향을 미친다(Chaput et al., 2007). 근단백의 합성은 공복중인 노인에게서 감소되는데, 특히 근육의 특정 부분, 즉 미토콘드리아 단백질에서 두드러진다(Rooyackers et al., 1996). 그러므로 노화에 의한 식욕부진에 의한 단백질 섭취의 감소가 sarcopenia에서 중요한 메커니즘이라고 할 수 있다. 근단백의 합성은 아미노산에 의해서 직접적으로 자극 받으며 아미노산의 섭취는 필수적이다. 이에 따라 단백질 보충제 섭취에 대한 연구가 많이 진행되었으나, 많은 연구들에서 고 단백질 식이, 심지어 저항성 트레이닝과의 동시 중재에서도 골격근량 및 단백질 합성에 유의한 증가가 나타나지 않았다(Fiatarone et al., 1994; Welle & Thornton, 1998). 식이 아미노산의 소화기 추출은 매우 높게 보고되었는데 이것이 주변 골격근으로 아미노산 이동을 제한해서 일수도 있으나 고 단백질식이 탄수화물이 같이 조제되었기 때문일 수도 있는데, 탄수화물이 단백질 추가 식이 골격근량 증강효과를 감소시키기 때문이다. 또한 낮은 비타민 D의 수준은 적은 골격근량, 낮은 근력, 밸런스의 감소와 낙상위험의 증가와 연관이 있는데, 최근 종단적인 역학연구에서는 낮은 수준의 혈중 비타민 D와 sarcopenia 간에 독립적인 관련성이 보고되었다(Visser, Deeg, & Lips, 2003). 몇 가지 가능성에 이와 같은 결과의 설명이 가능한데, 그 중 하나가 낮은 혈중 비타민 D가 근육 세포안에서 근육의 동화 작용을 저해하는 역할을 한다는 것이다(Boland, 1986). 또한 낮은 수준의 비타민 D는 항진된 부갑상선 호르몬과 연관이 있으며(Visser et al., 2003), 항진된 부갑상선 호르몬은 sarcopenia와 낙상에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Jacques et al., 1997). 부갑상선 호르몬은 세포 내 칼슘의 증가와 염증성 통로의 억제를 통하여 우리 몸에서 근조직의 기능을 조절한다.

2. Sarcopenia와 dynapenia의 정의 및 진단 기준

최초의 어원은 그리스어로 “poverty of flesh”에서 유래된 sarcopenia는 점진적이고 일반적인 골격근 및 근력의 감소에 의해서 신체적 장애와 삶의 질의 저하, 그리고 사망의 위험을 증가시키는 것을 특성으로 갖는 증후군으로 정의

될 수 있다(Delmonico et al., 2007; Goodpaster et al., 2006). 최근 들어 고령화에 의한 사회적 관심의 증가로 그 정의와 진단기준 설정에 대한 관심이 증가하고 있다. 우리나라의 sarcopenia 유병인구에 관한 연구를 살펴보면 대략 남성 노인의 6.3~15.4%, 여성 노인의 4.1~14.2% 정도로 나타났으며(T. Kim et al., 2009), 최근에 보고된 국민건강영양조사 데이터를 이용한 분석에서는 남성노인의 9.7~12.4%, 여성 노인의 0.1~11.8%로 보고되었다(Y. S. Kim et al., 2012). 이와 같은 유병율의 큰 차이는 진단 장비 및 기준의 상이함이 가장 큰 원인이라고 할 수 있으며 아직 이러한 진단기준에는 전문가들 사이에 충분한 합의가 이루어지지 않았다.

최근 들어 유럽전문가들의 공동연구팀(European Working Group on Sarcopenia in Older People; EWGSOP)에서는 sarcopenia에 대한 정의와 진단기준에 대하여 합의 내용을 발표하였다(Cruz-Jentoft et al., 2010). 이 연구팀의 주장은 sarcopenia의 진단을 위한 기준 설정에서 신체적 기능성, 근력, 골격근량을 총합적으로 고려해야 한다는 것이다. 이는 sarcopenia의 정의가 처음에는 노화에 따른 골격근량의 감소만을 정의했지만 유사한 의미를 갖는 근력과 기능성에 대한 평가를 포함해야 한다는 것이다. 이와 같은 진단기준의 확장은 골격근량의 감소와 근력의 감소가 선형적인 상관관계를 보이지 않으며 골격근량만이 근력을 결정짓는 요인이 아니기 때문에(Delmonico et al., 2007; Goodpaster et al., 2006), sarcopenia의 원래의 의미를 정의로 사용하기에는 임상적 가치가 적다고 주장하고 있다. 또한 EWGSOP의 보고서에는 sarcopenia에 대한 원인에 따른 범주와 위험 정도를 구분하고 있는데, 이는 다음 표1, 2와 같다(Cruz-Jentoft et al., 2010).

표 1. 발전원인에 따른 sarcopenia의 범주화

분류	발전원인
노화에 의한 sarcopenia	노화를 제외한 다른 원인에 기인하지 않음
신체활동 및 질환에 의한 sarcopenia	극도의 휴식, 비활동적인 생활양식, 무중력 상황에서의 노출, 생체 기관(심장, 폐, 간, 신장, 뇌)의 기능부전, 염증성 질환, 악성종양, 내분비관련 질환
영양섭취에 의한 sarcopenia	식욕부진에 따른 약 복용, 영양분의 흡수 불량, 소화기관에 이상, 단백질 및 정적 칼로리 부족 등의 적절하지 못한 식이습관에서 기인함

표 2. EWGSOP의 개념적 sarcopenia의 단계

Stage	Muscle mass	Muscle strength	Performance
Presarcopenia	↓		
Sarcopenia	↓	↓	OR ↓
Severe sarcopenia	↓	↓	↓

이와 같은 주장은 임상적으로 sarcopenia의 예방 및 관리를 위한 매우 가치있는 개념이며 이상적인 sarcopenia의 기준설정에서 가장 잘 접근하고 있다고 평가할 수 있다. 또한 Cruz-Jentoft 등(2010)은 다양한 선행연구의 결과를 요약하여, 다양한 신체적 변인(골격근량, 근력, 신체적 기능성)을 통한 sarcopenia의 진단 임계값(cut-point)을 표로 정리하였다. 그것은 다음 표 3, 4와 같다.

표 3. Sarcopenia 진단 기준: 측정 변인 과 임계값(cut-point)

Criterion	Measurement method	Cut-off points by gender	Reference group defined
Muscle mass	DXA	Skeletal muscle mass index(SMI) (Appendicular skeletal muscle mass/height2) Men: 7.26kg/m2 Women: 5.5kg/m2	Based on 2 SD below mean of young adults (Rosetta Study)
		SMI(ASM/height2) Men: 7.25kg/m2 Women: 5.67kg/m2	Based on sex-specific lowest 20% of study group(n=2,976)
		SMI(ASM/height2) Men: 7.23kg/m2 Women: 5.67 kg/m2	Based on sex-specific lowest 20%(Health ABC Study)
		Residuals of Linear regression on appendicular lean mass adjusted for fat mass as well as height Men: -2.29 Women: -1.73	Based on sex-specific lowest 20%(Health ABC Study)
	BIA	SMI using BIA predicted skeletal muscle mass (SM) equation (SM/height2) Men: 8.87kg/m2 Women: 6.42kg/m2	Based on 2 SD below mean of young adults in study group(n=200)
		SMI using absolute muscle mass, not appendicular muscle mass (absolute muscle mass/height2) Men: Severe sarcopenia ≤8.50 kg/m2 Moderate sarcopenia ≤8.51-10.75 kg/m2 Normal muscle ≥10.76 kg/m2 Women: Severe sarcopenia ≤5.75 kg/m2 Moderate sarcopenia ≤5.76-6.75 kg/m2 Normal muscle ≥6.76 kg/m2	Based on statistical analysis on NHANES III data on older(≥60 years) men and women
Muscle strength	Handgrip strength	Men: <30kg Women: <20kg	Based on statistical analysis of study group(n=1,030)
		Men: BMI ≤24 ≤29kg BMI 24.1-28 ≤30 kg BMI >28 ≤32kg Women: BMI ≤23 ≤17kg BMI 23.1-26 ≤17.3 BMI 26.1-29 ≤18kg BMI >29 ≤21kg	Based on quartile of Study group (n=5,317)

표 4. Sarcopenia 진단 기준: 측정 변인과 임계값(cut-point) 계속

Criterion	Measurement method	Cut-off points by gender	Reference group defined
Physical performance	SPPB	SPPB≤8 SPPB 0-6 low performance SPPB 7-9 intermediate performance SPPB 10-12 high performance	SPPB score is a sum of scores on three tests: Balance, Gait speed, Chair Stand. Each test is weighted equally with scores between 0-4 quartile generated from Established Population for Epidemiology Studies of the Elderly(EPESE) data The max score on the SPPB is 12
	Gait speed	6-m course GS<1m/s	Based on statistical analysis of Health ABC participant data Based on ROC curves analysis of Health ABC data
		GS<1.175m/s 15-fit(4.572m) course Men: Height≤173cm, GS<0.65m/s Height≥173cm, GS<0.76m/s Women: Height≤159cm, GS<0.65m/s Height≥159cm, GS<0.76m/s	Based on quartile of study (n=5,317)
		4-m course GS<0.8m/s 8-fit(2.438) course Quartiles of performance ≤0.43 m/s 0.44-0.60m/s 0.61-.077m/s ≥0.78m/s	Based on statistical analysis of study group (n=1,030) Based on SPPB value

적절한 임상적 접근을 위한 sarcopenia의 진단기준, 유병의 판단은 매우 중요한 일이다. Sarcopenia를 진단하기 위하여 선행연구에서는 다양한 측정도구와

변인들이 사용하고 있다. 우선 골격근량을 이용한 sarcopenia 진단방법은 이중에너지X선 흡수법(Dual-energy X-ray absorptiometry ; DEXA)과 생체전기저항법(Bio electrical Impedance Analysis; BIA)을 사용하여 체내의 골격근량을 측정하고 이를 신장의 제곱으로 나눈 후 기준과 비교하여 평가하는 방법이다. 진단 기준은 크게 두 가지가 보고되어 있는데, 먼저 젊은 성인의 평균값과 비교하여 2 표준편차 이하를 또는 연령이 반영된 상태에서 집단의 하위 20% 이하를 기준으로 하여 각각 sarcopenia를 진단하는 것이다. 위의 진단방법의 특성은 인구집단에서 상대적인 비율범주를 바탕으로 sarcopenia의 평가함으로써 진단의 민감성이 부족하고 시점 별 인구특성 별 sarcopenia유병의 차이를 확인할 수 없는 단점이 있다. 물론 이는 앞으로 sarcopenia에 관한 연구가 더 진행되면 보다 구체적인 평가기준이 보고될 것으로 보인다. 근력을 이용한 진단방법은 악력(grip strength)을 측정하여 이를 성별 또는 체질량지수(Body Mass Index, BMI)를 반영하여 sarcopenia를 평가한다. 상대적으로 골격근량을 이용한 방법에 비해서 선행연구가 많이 이루어지지 않았다. 또한 악력이 전신근력을 반영하는 신체 일부의 근력이기는 하지만, 하지근력에 비해서 노인 인구에서 건강 수준을 평가하기에는 다소 적합하지는 않다고 판단된다. 따라서 앞으로 sarcopenia를 평가를 위한 하지근력을 진단기준에 관한 연구가 진행되어야 할 것으로 본다. 마지막으로 신체수행력을 이용하여 sarcopenia를 진단하는 방법으로는 간단신체수행검사(Short Physical Performance Battery; SPPB)나 보행속도(gait/s)를 측정한다. 진단기준으로는 SPPB 점수와 보행속도를 성별이나 신장을 고려한 방법 등의 보고되었다. 보행속도와 일상수행력은 노인의 신체활동을 간접적으로 평가함으로써 장애 또는 미래의 신체활동 정도를 예측하여 건강수준의 예후를 판단할 수 있다.

아직 sarcopenia를 진단하는 방법 및 기준에 대한 전문가들의 합의가 이루어지지 못한 상태에서는 각각의 측정방법들의 장단점을 잘 고려하여 사용해야 할 것으로 보인다. 또한 하나 이상의 측정변인을 동시에 이용하여 sarcopenia를 평가하는 것이 가능한데, 이와 같이 다양한 변인들의 관계를 고려한 진단

적 정의나 방법에 대한 연구들은 차후 더 이루어져야 할 것이다.

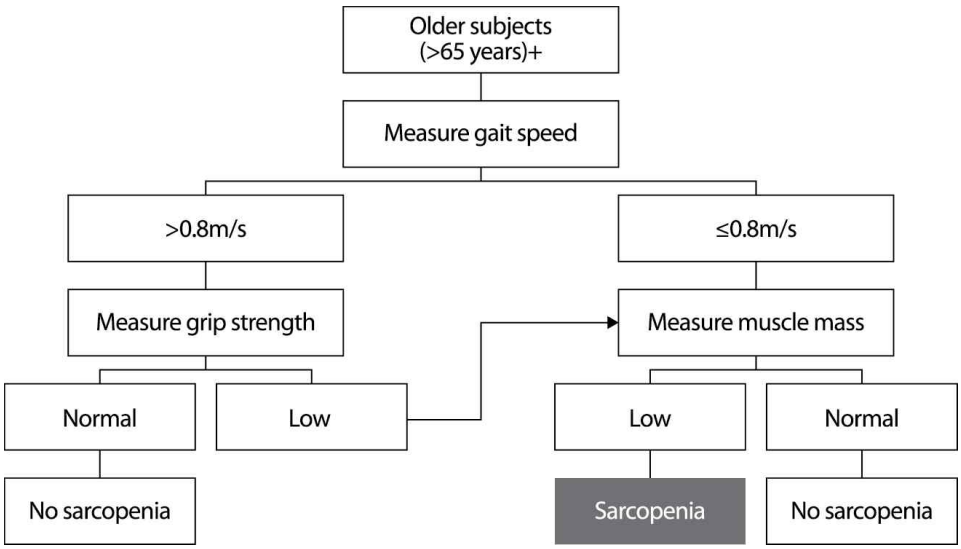

그림 1. EWGSOP가 제안한 sarcopenia 노인을 선별하기 위한 알고리즘

이러한 다양한 변인들의 관계를 고려한 sarcopenia 판별을 위한 좋은 예가, 보행속도 측정을 기준으로 EWGSOP가 제안한 알고리즘이다(Cruz-Jentoft et al., 2010). 이 알고리즘(그림 1)은 임상적으로 sarcopenia 환자의 선별과 평가에 쉽고 매우 신뢰할 수 있는 방법 중의 하나라고 할 수 있다. 또한 EWGSOP의 알고리즘은 앞서 언급한 바와 같이 sarcopenia의 정의와 연관된 여러 변인들의 조합을 통하여 보다 신뢰성 있는 선별도구를 제안한 것이다. 이 알고리즘은 65세 이상 노인의 보행속도를 측정하여 0.8m/s 이하일 때, 골격근량에 대한 평가를 하도록 한다. 보행속도가 0.8m/s 이상일 때는 악력검사로 근력을 측정하고 근력이 낮은 경우, 골격근량에 대한 검사를 받도록 하는 것이다. 이 알고리즘은 보행속도와 악력 등 측정이 용이한 변인을 사용하여 측정 현장에서도 평가가 용이하도록 만들어져 실현가능성 부분에서 장점이 있

다.

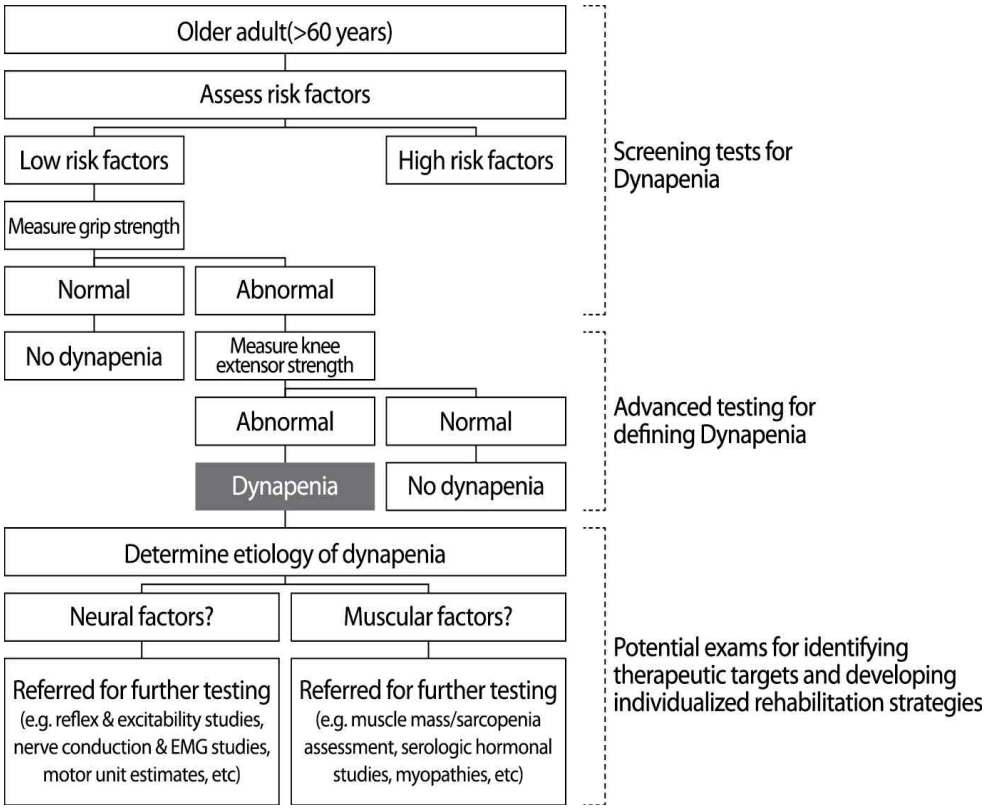

그림 2. Manini와 Clark가 제안한 dynapenia 평가하기 위한 알고리즘

또 다른 알고리즘 형태의 진단 도구는 Manini와 Clark(2012)가 제안하였는데 이는 sarcopenia보다 dynapenia에 초점을 맞춘 것이다(그림 2). 60세 이상 노인을 대상으로 먼저 dynapenia의 위험요인을 평가하고 이 결과를 바탕으로 위험도가 낮은 사람은 악력을 평가한 다음, 악력이 저조한(비정상적) 사람과 최초 dynapenia 위험요인 평가에서 위험도가 높은 사람은 knee-extension 근력검사를 통하여 최종적으로 dynapenia를 평가한다. 그러나 이 알고리즘의 적용은 현 시점에서 제한이 있는 것으로 보인다. 우선 노화에 의한 근력 약화를 예측할 수 있는 위험요인에 관한 자료가 충분하지 않다. 또한 knee-extension

근력을 측정하데 어려움이 있고 아직까지는 dynapenia를 진단해내기 위한 상지 및 하지 근력의 임계값에 관한 연구가 부족하기 때문이다.

Ⅲ. 연구방법

본 연구를 수행하기 위한 연구방법은 다음과 같다.

1. 연구 설계

본 연구를 위해 자료 수집, 문헌고찰 및 자료 분석을 주 연구방법으로 수행하였다. 먼저 한양대학교 의과대학 예방의학교실과 공동연구를 통하여 양평군 주민을 대상으로 2009년부터 2011년까지 인구학적 변인과 병력 및 건강위험행동을 조사하였고, 대사증후군 요인과 근력 및 신체수행력, 기타 변인 등의 측정을 수행하였다. 자료수집 및 기입, 분석을 위한 자료 생성 후, sarcopenia와 dynapenia에 대한 포괄적인 선행연구 고찰을 실시하여, 본 연구에서 실현가능하고 임상적인 가치를 극대화할 수 있는 진단 기준을 조작적으로 정의하였고, 노인의 건강 수준 평가를 위한 대표적인 건강 변인을 선정하였다. 다음으로 측정자료 분석을 통하여 50세 이상 성인을 대상으로 근력, 골격근량 및 신체수행력 간의 관련성을 확인하였다. 최종적으로 근력, 골격근량 및 신체수행력과 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인의 관련성을 확인하고 이를 통하여 근력, 골격근 및 신체수행력 중에서 전반적인 노인의 건강수준을 평가할 수 있는 예측 및 평가변인으로서의 유용성을 비교하고자 하였다. 전체적인 연구 설계는 그림 3.과 같다.

문헌고찰
선행연구 및 관련 연구기관의 보고서 고찰/정리

⬇

Sarcopenia 조작적 정의 수립
Sarcopenia 정의 및 진단 기준 확인, 결정

⬇

자료 확보 및 분석
양평지역 50대 이상의 성인(n=1,581) 대상의 자료 확보 및 분석

⬇

노인 건강 예측변인으로서 효용성 확인
근력, 골격근 및 신체수행력 간의 관련성 확인 근력, 골격근, 신체수행력과 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성 확인

그림 3. 전체적인 연구의 설계

2. 연구대상

본 연구는 2009~2011년에 수행된 한양대학교 양평군 만성병 검진사업에 참여한 50세 이상의 성인 남녀 1,745명 중 심혈관질환 및 암환자와 남의 도움 없이 보행이 불가능하거나, 검사를 거부하거나, 검사를 수행하기 어려운 기타 신체 및 정신적 문제가 있는 대상 164명을 제외한 1,581명을 연구의 대상으로 한다. 다음의 표 5.는 연구대상의 특성에 대한 기술통계이다.

표 5. 연구대상의 특성

	Male(n=621)	Female(n=960)	p
Age (years)	63.86±7.8	62.19±7.9	<.001
Anthropometry			
Height(cm)	165.1±6.0	152.6±5.8	<.001
Weight(kg)	66.0±10.0	58.2±8.6	<.001
BMI(kg/m^2)	24.1±3.0	24.9±3.2	<.001
Waist circumference(cm)	85.9±8.3	84.5±9.0	.001
Percent body-fat(%)	23.6±5.7	34.5±6.5	<.001
Appendicular lean body mass/ Height(kg/m^2)	7.6±0.8	6.3±0.6	<.001
Physical fitness			
Grip strength(kg)	33.6±7.4	21.3±4.4	<.001
Knee-extension strength(kg)	65.1±22.8	40.5±14.4	<.001
Prevalence of disease or risk(%)			
Metabolic Syndrome	29.5	38.9	<.001
Falling Experience	13.1	19.9	.001
Fear of falling	2.6	7.9	<.001
Osteoporosis	30.8	51.1	<.001
Functionality limitation	8.9	16.4	<.001

Data are presented as mean ± SD or prevalence.

3. 측정도구 및 방법

1) 인구학적 변인 및 병력

연구 프로토콜을 사전에 교육 받은 검사자에 의하여 일대일 면접법으로 연령, 성별, 직업 등의 인구학적인 변인과 만성질환의 병력 및 가족력 등을 설문조사하였다.

2) 신체계측

신장계를 이용하여 0.1cm까지 신장을 측정한 후, 생체 전기 저항법(Inbody 3.0, Biospace, Korea)을 이용하여 체중, 체지방량, 제지방량, 그리고 체지방률을 측정하였다. 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(BMI)를 산출하였다. 또한 허리둘레는 줄자를 이용하여 가장 아래쪽 갈비뼈부터 장골능(iliac crest) 사이의 중간을 측정하였으며, 허벅지 둘레는 피험자의 무릎각도를 90도가 되도록 한 쪽다리를 박스에 올려 세우고 슬개골 근위부와 다리 서혜부(inguinal region) 피부 주름선 경계의 중간지점을 줄자로 측정하였다. 양쪽다리를 각각 측정하여 평균값을 사용하였다.

3) 근력측정

(1) 악력(grip strength)

악력은 전완근의 정적 근력을 측정하기 위해서 디지털 악력계(TKK 5401, Japan)을 이용하였다. 피험자는 양발을 어깨넓이만큼 벌려 바르게 서고 양팔을 자연스럽게 내려 상체와 약 15도 정도로 떨어지게 한 후, 악력계의 손잡이 폭이 피험자의 두 번째 손가락 제2관절이 직각이 되도록 조정하고 측정하였다(Fess, 1992). 좌우 교대로 2회씩, 총 4회를 측정하여 평균값(kg)을 소수점 첫째 자리까지 기록하였다.

(2) 각근력(Knee-extension)

하지근력의 측정은 각극력, 즉 등척성 최대 근력(Maximal Voluntary Contraction) 측정을 위해 각근력계(TKK-5402)를 의자에 부착시킨 형태의 장비를 사용하였다. 피험자는 의자에 허리와 등을 최대한 가까이 앉은 다음 양발을 쿠션에 대고 양 손으로 의자 옆의 손잡이를 잡은 상태에서 슬관절을 최대 힘으로 신전시키게 하고 이때 발생하는 장력을 측정하는데 2회 실시하여 최대값(kg)을 기록하였다. 본 측정에 앞서 측정 자세와 방법을 교육하고 연습을 시킨 후에 측정을 실시하였으며, 소수점 첫째 자리까지 측정하였다. 각근력 측정을 통한 하지근력 측정의 타당도는 .904～.981로 매우 높게 보고되었다(이승엽 등, 2011).

4) 신체수행력 평가(SPPB)

대상자의 신체수행력을 평가하기 위하여 일상적인 활동의 신체기능 세 가지를 항목을 평가하는 간단신체수행평가(Short Physical Performance Battery; SPPB)를 시행하였다. 첫 번째, 균형검사에서는 피험자가 일반 자세(side-by-side stance), 반 일렬자세(semi-tandem stance) 그리고 일렬자세(tandem stance)에서 10초 이상 균형을 유지할 수 있는가를 평가하였고 두 번째, 보행검사에서는 4m를 걷는데 걸리는 시간(초)을 측정하고 마지막 세 번째, 하지근력 검사에서는 손을 사용하지 않고 의자에서 5회 앉았다 일어서기를 반복하는데 걸리는 시간(초)을 측정하였다. 본 연구에서 간단신체수행검사는 숙련된 1인의 검사자에 의해 시행되었으며, 각 항목은 4점, 총 12점을 만점으로 평가하였다.

5) 대사증후군 변인

혈액검사를 위해 피험자에게 8시간 이상의 공복을 유지하도록 한 후, 숙련된 간호사에 의해 앉은 자세에서 채혈하였다. 채취 당일 전혈을 원심분리한 후 채취한 혈청으로 혈중 포도당(glucose, mg/dL) 및 총 콜레스테롤(total

cholesterol, mg/dL), 중성지방(triglyceride, mg/dL), 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, mg/dL)을 분석하였다. 자동분석기(Hitachi 747 automatic analyzer, Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용한 효소법(enzymatic method)을 통해 총 콜레스테롤과 중성지방을 측정하였으며 고밀도지단백은 직접 측정법을 이용하여 측정하였다. 혈압측정은 수은 혈압측정계를 이용하여 우측 팔에서 휴식 전후 5분 간격으로 2회 측정하였다. 전고혈압은 항고혈압 약제를 복용하거나 검진 당시 측정된 수축기혈압이 130 mmHg 이상 또는 이완기혈압이 85 mmHg 이상일 때로 정의하였다. 내당능 장애는 당뇨약을 투약하고 있거나 공복혈당 검사 시 100 mg/dL 이상인 경우로 하였다. 중성지방 위험군은 공복혈중지질 검사 시 150 mg/dL로, 고밀도 지단백 콜레스테롤 위험군은 남녀 각각 40, 50 mg/dL 이하인 경우로 하였다.

6) 낙상 경험(골절 경험) 및 낙상두려움

낙상 경험 유무, 횟수, 부상정도(골절유무)와 치료기간 및 방법에 대한 내용을 설문 조사하였다. 또한 KFES-I (Korean version of Falls Efficiency scale - International)를 사용하여 낙상의 심리적인 공포를 측정하였다. KFES-I 검사는 넘어짐에 대한 두려움을 광범위하게 측정하는 검사도구로 평가항목이 옷입기나 간단 한 장보기 등과 같은 일상적인 활동으로 구성되어 균형에 대한 자신감 상실을 민감하게 평가할 수 있는 FES-I를 언어와 문화적 차이를 고려하여 수정, 번역한 한국판 버전이다. 이 검사는 16개 항목으로 구성되어 있고 각 항목 당 4점 척도로 평가한다. 이 낙상공포 평가도구의 신뢰도 및 타당도는 보고된 바 있으며(Park et al., 2010), 총점 24점을 기준으로 초과할 경우 낙상염려군, 그렇지 않는 경우는 낙상 비염려군으로 분류한다.

7) 신체활동

농촌지역 거주 대상의 적합하도록 구성된 신체활동 설문지를 통하여 일상생활 신체활동을 조사하였다. 이 신체활동 설문지는 농번기, 농한기로 구분하여

묻고 있으며, 주요 설문문항으로는 운동, 육체적 노동, 좌식활동 등을 포함한다.

4. 자료분석

각 변수의 기술통계를 위해 자료 특성에 따라 independent t-test, chi-square test를 수행하였다. Sarcopenia와 신체적 변인들 간의 관련성은 Pearson's correlation coefficient로 평가하였다.

또한 sarcopenia를 포함한 신체적 변인을 이용한 대상자의 건강평가 기준들의 유효성을 확인하기 위해 multiple logistic regression model을 적용하여, 질환의 유병에 대한 각 평가기준의 교차비(odds ratio)를 산출하였다. 혼동변수로 연령, 흡연 및 음주 습관, 신체활동 수준과 허리둘레, 체질량지수를 보정하였다.

유의수준은 .05로 하였으며 통계분석을 위해 STATA ver. SE10(STATA Corp. TX, USA)을 이용하였다.

Ⅳ. 연구결과

본 연구의 목적은 50대 이상 성인을 대상으로 골격근, 근력 및 신체수행력 간의 관련성을 확인하고, 노화에 따른 근력, 골격근량 및 신체수행력의 감소와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성을 분석하는 것이다. 이를 통하여 sarcopenia를 포함한 신체적 변인을 활용하여 노인의 여러 건강문제를 동시에 평가할 수 있는 도구의 유효성을 확인하고자 하였다.

1. 노화에 따른 신체구성, 근력 및 신체수행력의 변화

성별 및 연령증가에 따른 신체구성(골격근량과 체지방량, 체지방률), 근력(악력과 각근력) 및 신체수행력의 변화는 다음의 그림 3~7.과 같다. 노화에 따른 신체구성의 변화에서는 남녀 모두 골격근량은 감소하였으며, 체지방률은 일정 수준을 유지하면서 감소하는 경향을 보였다.

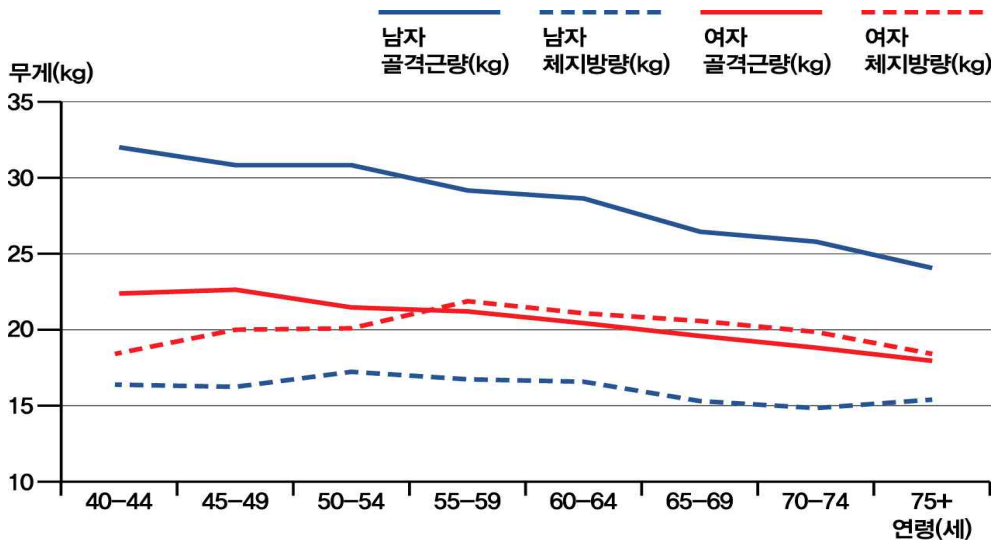

그림 4. 성별 및 연령증가에 따른 골격근량 및 체지방량의 변화

또한 신장을 보정한 사지 골격근량(kg/m^2)의 경우, 남녀의 감소 기울기에 큰 차이를 보이지 않았으며, 체지방률은 노화에 따른 조금씩 증가하다가 65세 이상에서 남자는 증가하고 여자는 감소하였다.

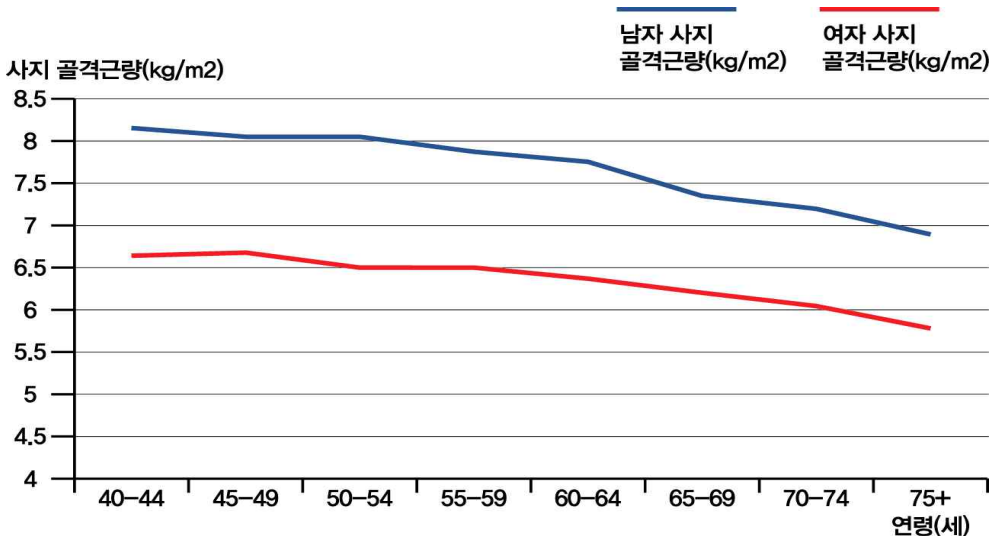

그림 5. 성별 및 연령증가에 따른 사지 골격근량의 변화

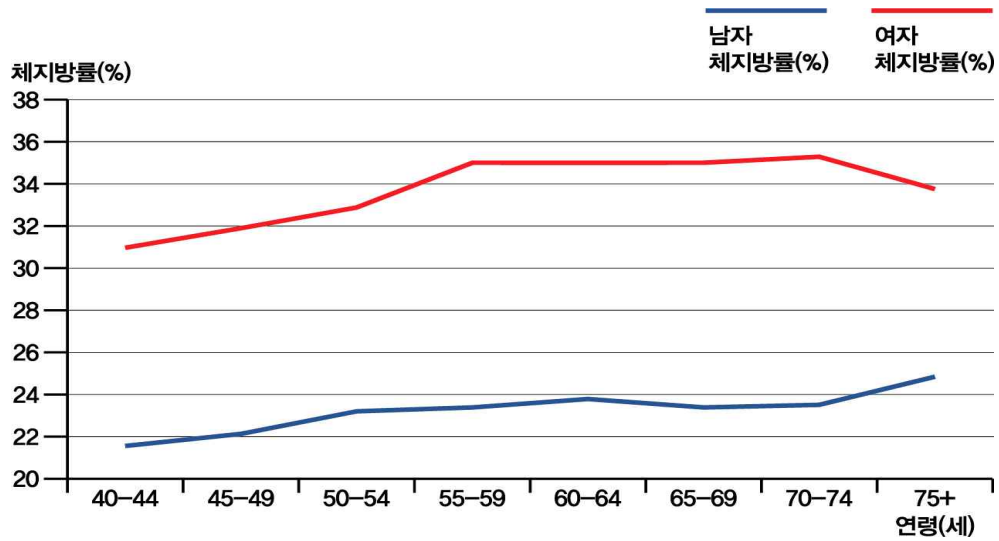

그림 6. 성별 및 연령증가에 따른 체지방률의 변화

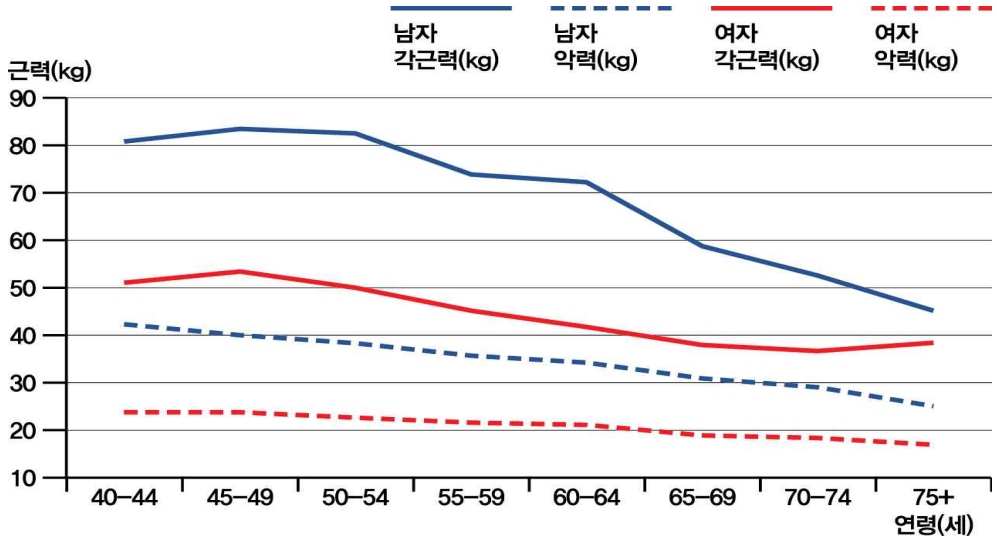

그림 7. 성별 및 연령증가에 따른 근력(악력, 각근력)의 변화

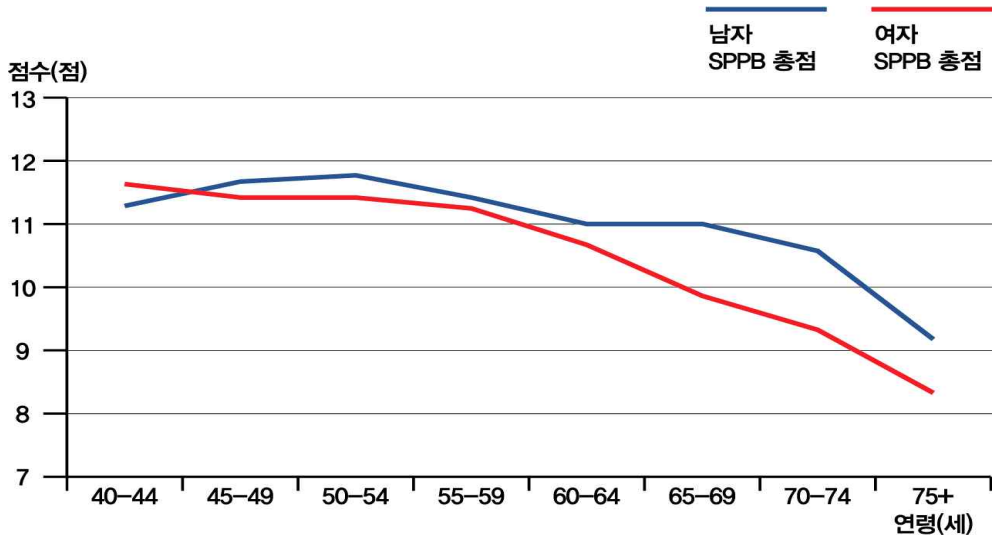

그림 8. 성별 및 연령증가에 따른 신체수행력의 변화

노화에 따른 근력 및 신체수행력의 감소는 그림 7~8.에 나타나 있다. 특히 근력에서 남자의 각근력의 경우, 여자에 비해 연령증가에 민감하게 큰 폭으로 감소하는 것을 볼 수 있으며, 신체수행력의 경우 남녀 모두 60세를 기점으로 급격하게 감소하는 것을 볼 수 있다.

2. Sarcopenia와 신체적 변인간의 관련성

성별에 따른 sarcopenia와 신체적 변인(체지방, 근력, 신체수행력)들 간의 상관관계는 다음의 표 6~7.과 같다.

표 6. 남자 대상자에서 sarcopenia와 관련된 신체적 변인들 간의 Pearson's correlation coefficient

	ASM/H^2 (kg/M)	PBF(%)	Grip Strength	Knee-Extension Strength	SPPB1	SBBP2	SPPB3	SPPB total
ASM/H^2 (kg/M)	1.000							
PBF(%)	.135 <.001	1.000						
Grip Strength	.574 <.001	-.043 .302	1.000					
Knee-Extension Strength	.499 <.001	-.026 .540	.592 <.001	1.000				
SPPB1	.130 .005	.035 .451	.089 .061	.158 .001	1.000			
SBBP2	.247 <.001	-.143 .002	.404 <.001	.265 <.001	.058 .217	1.000		
SPPB3	.233 <.001	-.125 .007	.471 <.001	.336 <.001	.107 .022	.609 <.001	1.000	
SPPB total	.284 <.001	-.118 .012	.466 <.001	.369 <.001	.478 <.001	.787 <.001	.857 <.001	1.000

ASM/H^2 : height(M) adjusted appendicular skeletal muscle mass(kg/M^2), PBF : percent body fat(%), SPPB : Short Physical Performance Battery(score)

남자 대상자에서 사지 골격근량은 근력(악력, r=.574; 각근력, r=.499) 및 신체수행력(r=.284) 그리고 체지방률(r=.135)과도 유의한 상관관계를 나타냈으며(p<.001), 노화에 따른 sarcopenia와 관련된 신체적 변인 중에서 악력은 다른 변인들 모두와 가장 높은 상관을 보였다. SPPB 점수의 경우, 측정요소에서 하지근력과 밀접한 부분이 많음에도 악력은 각근력보다 SPPB 총점, 측정요소별 점수에서 높은 상관을 보였다.

표 7. 여자 대상자에서 sarcopenia와 관련된 신체적 변인들 간의 Pearson's correlation coefficient

	ASM/H^2 (kg/M)	PBF(%)	Grip Strength	Knee-Extension Strength	SPPB1	SBBP2	SPPB3	SPPB total
ASM/H^2 (kg/M)	1.000							
PBF(%)	.215 <.001	1.000						
Grip Strength	.373 <.001	-.083 .012	1.000					
Knee-Extension Strength	.310 <.001	-.085 .015	.536 <.001	1.000				
SPPB1	.062 .099	.007 .862	.120 .001	.120 .003	1.000			
SBBP2	.113 .002	-.090 .016	.307 <.001	.344 <.001	.070 .060	1.000		
SPPB3	.067 .073	-.134 <.001	.325 <.001	.401 <.001	.110 .003	.550 <.001	1.000	
SPPB total	.110 .003	-.118 .002	.361 <.001	.432 <.001	.474 <.001	.772 <.001	.851 <.001	1.000

ASM/H^2 : height(M) adjusted appendicular skeletal muscle mass(kg/M^2), PBF : percent body fat(%), SPPB : Short Physical Performance Battery(score)

여자 대상자에서 사지 골격근량은 악력과 가장 높은 상관을 보였고(r=.373), 체지방률(r=.215)과도 유의한 상관을 보였으며(p<.001), 신체수행력에서는 유의한 관계가 남자에 비해 상대적으로 약했다. 또한 SPPB 점수와는 각근력(r=.432)이 악력(r=361)보다 높은 상관을 보였다(p<.001).

3. Sarcopenia 및 dynapenia와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성

노인의 건강수준을 평가하는데 어떠한 접근 방식이 보다 효과적인지 확인하기 위하여 sarcopenia 및 sarcopenic obesity, dynapenia 및 dynapenic obesity, 그리고 골격근량 및 근력, 신체수행력을 반영한 sarcopenia 등의 각각의 기준으로 대상자의 건강수준과 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성을 분석하였다. 각각의 건강수준 평가 기준은 표 8.과 같다. 노인성 질환 및 위험요인으로는 대사증후군, 낙상유무 및 낙상두려움, 골다공증, 일상생활 기능성 제한 등을 사용하였다. 각 기준별 평가수준과 대사증후군 및 낙상 위험요인 유병간의 관련성 분석(Odds) 결과는 다음의 표 9~12.와 같다.

표 8. 대상자의 건강수준 평가 개념 별 기준의 임계값 및 비교집단

Concept	Criterion	Cut-off points by gender	Reference group defined
Sarcopenia	ASM/H^2(kg/m^2) (appendicular muscle mass /height(m)^2)	Men: <6.96kg Women: <5.79kg	Based on sex-specific lowest 20% of study group(n=1,581)
Sarcopenia/ Obesity	ASM/H^2(kg/m^2)	-	-
	PBF(%) (Percent body-fat(%))	Men: >25.1(%) Women: >36.4(%)	Based on sex-specific highest 40% of study group(n=1,581)
Dynapenia	Grip Strength(kg)	Men: <27.5kg Women: <18.0kg	Based on sex-specific lowest 20% of study group(n=1,581)
	Leg_Extension Strength(kg)	Men: <44.0kg Women: <28.0kg	
Dynapenia/ Obesity	Grip Strength(kg) Leg_Extension Strength(kg)	-	-
	PBF(%) (Percent body-fat(%))		Based on sex-specific highest 40% of study group(n=1,581)
Classification of Sarcopenia Severity	ASM/H^2(kg/m^2) (appendicular muscle mass /height(m)^2)	-	-
	Grip Strength(kg)	-	-
	SPPB total (Short Physical Performance Battery)	SPPB total < 8 point	

표 9. Sarcopenia 및 sarcopenic obesity와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인간의 교차비(OR)

	Male(n=614)				Female(n=957)			
	Normal (n=289)	Sarcopenic/ Non-Obese (n=80)	Non-Sarcopenic/ Obese (n=203)	Sarcopenic/ Obese (n=42)	Normal (n=438)	Sarcopenic/ Non-Obese (n=138)	Non-Sarcopenic/ Obese (n=326)	Sarcopenic/ Obese (n=55)
Metabolic syndrome								
Prevalence(%)	48(16.67)	13(16.25)	107(52.71)	11(26.19)	124(28.38)	24(17.52)	196(60.12)	27(49.09)
Adjusted model1	1.00	1.55 [0.75~1.44]	**2.38** [1.44~3.94]	1.75 [0.75~4.05]	1.00	1.19 [0.56~2.52]	1.70 [0.91~3.19]	1.56 [0.62~3.92]
Falling Experience								
Prevalence(%)	33(11.62)	11(13.92)	28(14.07)	7(16.67)	75(17.52)	25(18.52)	77(23.99)	9(16.67)
Adjusted model2	1.00	1.16 [0.51~2.64]	1.59 [0.80~3.15]	1.47 [0.58~3.72]	1.00	1.25 [0.70~2.22]	1.43 [0.89~2.32]	0.89 [0.41~1.94]
Fear of Falling								
Prevalence(%)	4(1.41)	5(6.25)	3(1.51)	3(7.14)	26(6.07)	12(8.89)	29(9.03)	5(9.26)
Adjusted model2	1.00	**5.60** [1.07~29.3]	1.52 [0.26~9.06]	**5.09** [1.00~25.9]	1.00	1.42 [0.62~3.28]	1.60 [0.75~3.40]	1.23 [0.42~3.55]
Osteoporosis								
Prevalence(%)	20(27.4)	5(29.41)	14(28.0)	8(57.14)	145(47.23)	52(61.18)	119(51.29)	19(57.58)
Adjusted model2	1.00	0.53 [0.15~1.92]	1.82 [0.63~5.26]	2.54 [0.70~9.26]	1.00	1.55 [0.90~2.68]	1.39 [0.88~2.20]	1.48 [0.70~3.11]
Functionality limitation								
Prevalence(%)	12(5.58)	10(16.13)	10(6.80)	8(24.24)	41(13.1)	21(19.27)	40(15.56)	16(35.56)
Adjusted model2	1.00	**3.01** [1.05~8.64]	1.33 [0.45~4.00]	**4.63** [1.62~13.2]	1.00	1.89 [0.95~3.74]	0.99 [0.54~1.82]	**3.54** [1.73~7.23]

Model Adjusted1 for age, physical activity levels, alcohol intake, smoking status, WC

Model Adjusted2 for age, physical activity levels, alcohol intake, smoking status, BMI

표 10. 골격근량 및 근력, 신체수행력을 반영한 sarcopenia의 단계별 구분과 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인간의 교차비(OR)

	Male(n=445)				Female(n=704)			
	Normal (n=350)	Pre-Sarcopenia (n=51)	Sarcopenia (n=29)	Severe-Sarcopenia (n=15)	Normal (n=556)	Pre-Sarcopenia (n=78)	Sarcopenia (n=47)	Severe-Sarcopenia (n=23)
Metabolic syndrome								
Prevalence(%)	106(30.29)	9(17.65)	3(10.34)	4(26.67)	239(42.99)	15(19.23)	18(39.13)	5(21.74)
Adjusted model1	1.00	1.36 [0.58~3.31]	0.84 [0.23~3.03]	1.81 [0.46~7.07]	1.00	0.83 [0.42~1.64]	1.52 [0.73~3.18]	0.43 [0.13~1.41]
Falling Experience								
Prevalence(%)	44(12.64)	5(10.0)	3(10.34)	4(26.67)	109(19.68)	7(8.97)	12(26.09)	7(30.43)
Adjusted model2	1.00	0.81 [0.28~2.37]	0.82 [0.21~3.15]	3.07 [0.81~115]	1.00	0.46 [0.19~1.08]	1.67 [0.81~3.45]	1.80 [0.66~4.83]
Fear of Falling								
Prevalence(%)	5(1.44)	0(0)	0(0)	4(26.67)	41(7.4)	2(2.56)	3(6.52)	6(26.09)
Adjusted model2	1.00	-	-	**63.5** [5.80~695]	1.00	0.33 [0.07~1.53]	1.02 [0.29~3.59]	**3.50** [1.14~10.7]
Osteoporosis								
Prevalence(%)	22(25.58)	4(40.0)	0(0)	4(57.14)	199(49.50)	26(49.06)	12(60.0)	10(76.92)
Adjusted model2	1.00	0.71 [0.14~3.66]	-	2.87 [0.43~19.2]	1.00	1.03 [0.55~1.94]	1.54 [0.60~3.96]	3.58 [0.92~13.8]
Functionality limitation								
Prevalence(%)	20(5.71)	0(0)	3(10.34)	15(100)	77(13.85)	0(0)	13(27.66)	23(100)
Adjusted model2	1.00	-	1.18 [0.27~5.11]	-	1.00	-	**3.15** [1.50~6.60]	-

Pre-Sarcopenia: Sarcopenia only, Sarcopenia: Sarcopenia with one of two(Strength, Functionality), Severe-Sarcopenia: Sarcopenia with both

Model Adjusted1 for age, physical activity levels, alcohol intake, smoking status, WC

Model Adjusted2 for age, physical activity levels, alcohol intake, smoking status, BMI

표 11. 악력을 이용한 dynapenia 및 dynapenic obesity와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인간의 교차비(OR)

	Male(n=659)				Female(n=990)			
	Normal (n=292)	Dynapenic/ Non-Obese (n=64)	Non-Dynapenic/ Obese (n=188)	Dynapenic/ Obese (n=47)	Normal (n=457)	Dynapenic/ Non-Obese (n=98)	Non-Dynapenic/ Obese (n=283)	Dynapenic/ Obese (n=84)
Metabolic syndrome								
Prevalence(%)	46(15.81)	12(18.75)	93(49.47)	20(42.55)	121(26.54)	24(24.74)	168(59.36)	48(57.14)
Adjusted mode11	1.00	**2.19** [1.03~4.67]	**2.24** [1.32~3.78]	**2.46** [1.15~5.28]	1.00	0.99 [0.56~1.74]	**1.61** [1.10~2.34]	**1.76** [1.01~3.07]
Falling Experience								
Prevalence(%)	34(11.76)	8(12.5)	20(10.7)	13(28.26)	67(14.82)	31(31.96)	62(21.91)	23(27.71)
Adjusted mode21	1.00	1.08 [0.46~2.54]	1.04 [0.52~2.06]	**3.38** [1.55~7.37]	1.00	**2.86** [1.72~4.77]	1.41 [0.87~2.28]	**1.95** [1.06~3.57]
Fear of Falling								
Prevalence(%)	3(1.03)	5(7.81)	1(0.53)	4(8.7)	24(5.31)	13(13.4)	23(8.13)	11(13.25)
Adjusted model2	1.00	**7.82** [1.70~35.9]	0.72 [0.06~8.08]	**11.2** [2.12~59.3]	1.00	**2.64** [1.27~5.49]	1.55 [0.73~3.27]	**2.42** [1.02~5.72]
Osteoporosis								
Prevalence(%)	19(26.76)	6(33.33)	15(31.25)	6(46.15)	148(47.28)	43(64.18)	102(49.76)	34(61.82)
Adjusted model2	1.00	0.95 [0.28~3.20]	2.07 [0.74~5.82]	2.67 [0.70~10.1]	1.00	**2.01** [1.15~3.51]	1.38 [0.87~2.18]	**2.43** [1.25~4.71]
Functionality limitation								
Prevalence(%)	10(4.57)	11(22.45)	3(2.19)	14(35.0)	34(10.3)	24(30.0)	32(14.22)	23(33.33)
Adjusted model2	1.00	**5.65** [2.15~14.8]	0.64 [0.15~2.67]	**13.7** [4.94~38.1]	1.00	**3.88** [2.11~7.14]	1.44 [0.75~2.77]	**4.44** [2.19~9.01]

Model Adjusted1 for age, physical activity levels, alcohol intake, smoking status, WC

Model Adjusted2 for age, physical activity levels, alcohol intake, smoking status, BMI

표 12. 각근력을 이용한 dynapenia 및 dynapenic obesity와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인간의 교차비(OR)

	Male(n=563)				Female(n=815)			
	Normal (n=279)	Dynapenic/ Non-Obese (n=63)	Non-Dynapenic/ Obese (n=176)	Dynapenic/ Obese (n=45)	Normal (n=406)	Dynapenic/ Non-Obese (n=98)	Non-Dynapenic/ Obese (n=243)	Dynapenic/ Obese (n=63)
Metabolic syndrome								
Prevalence(%)	49(17.63)	6(9.52)	89(50.57)	18(40.0)	98(24.2)	32(32.65)	142(57.26)	41(65.08)
Adjusted mode11	1.00	0.63 [0.24~1.63]	**1.99** [1.17~3.38]	1.51 [0.68~3.36]	1.00	1.59 [0.93~2.72]	**1.77** [1.18~2.65]	**2.45** [1.30~4.62]
Falling Experience								
Prevalence(%)	31(11.19)	8(12.7)	22(12.57)	6(13.33)	59(14.68)	27(28.13)	58(23.39)	12(19.05)
Adjusted mode21	1.00	1.12 [0.48~2.64]	1.19 [0.59~2.40]	1.34 [0.50~3.58]	1.00	**2.40** [1.41~4.09]	**1.65** [1.00~2.72]	1.36 [0.64~2.88]
Fear of Falling								
Prevalence(%)	2(0.72)	2(3.17)	0(0)	4(8.89)	11(2.74)	11(11.46)	11(4.44)	8(12.7)
Adjusted model2	1.00	4.96 [0.64~38.3]	-	**27.4** [3.37~223]	1.00	**4.65** [1.91~11.3]	2.01 [0.72~5.58]	**6.82** [2.21~21.1]
Osteoporosis								
Prevalence(%)	16(24.62)	5(29.41)	14(30.430	5(45.45)	122(42.96)	39(63.93)	84(46.93)	26(65.0)
Adjusted model2	1.00	1.10 [0.31~3.89]	2.46 [0.81~7.47]	3.12 [0.71~13.7]	1.00	**2.27** [1.26~4.09]	1.56 [0.96~2.53]	**3.42** [1.56~7.49]
Functionality limitation								
Prevalence(%)	5(2.29)	12(27.27)	3(2.34)	8(21.05)	11(3.77)	27(34.18)	16(8.29)	14(28.0)
Adjusted model2	1.00	**14.1** [4.72~44.8]	1.14 [0.22~5.79]	**10.1** [2.81~36.1]	1.00	**14.4** [4.47~31.6]	**3.42** [1.33~8.83]	**17.0** [6.01~48.3]

Model Adjusted1 for age, physical activity levels, alcohol intake, smoking status, WC

Model Adjusted2 for age, physical activity levels, alcohol intake, smoking status, BMI

Sarcopenia와 sarcopenic obesity에 따른 50세 이상 성인의 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 교차비와 95% 신뢰구간은 다음의 표 9.와 같다. 남자 대상자에서는 정상 집단에 비해 sarcopenia 집단과 sarcopenic obesity 집단에서 낙상두려움과 기능성 제한의 유병에 관한 교차비가 각각 5.60(1.07-29.3), 5.09(1.00-25.9)와 3.01(1.05-8.64), 4.63(1.62-13.2)으로 유의하게 증가하는 결과를 보였으나. 여자 대상자에서는 정상 집단에 비해 sarcopenic obesity 집단에서 기능성 제한의 유병에 관한 교차비만이 3.54(1.73-7.23)로 유의하게 증가하는 결과를 나타냈다.

최근 선행연구들의 문헌고찰을 바탕으로 분석을 수행한 골격근량, 근력 및 신체수행력을 반영한 sarcopenia의 단계별 구분과 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 교차비와 95% 신뢰구간은 표 10.과 같다. 남녀 대상자 모두 정상 집단에 비해 severe sarcopenia 단계(sarcopenia와 dynapenia, 신체수행력 저하 모두를 갖고 있는 집단)에서 낙상두려움 유병의 교차비가 각각 63.5(5.80-695.2)와 3.50(1.14-10.7)으로 유의하게 증가하는 결과를 보였다. 또한 여자대상자에서는 정상 집단에 비해 sarcopenia 단계에서 기능성 제한의 유병에 관한 교차비가 3.15(1.50-6.60)로 유의하게 증가하였다.

다음으로는 골격근량을 이용한 sarcopenia와 달리 근력을 통한 dynapenia와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성에 대한 분석결과이다. 우선 표 11.은 악력을 이용한 dynapenia와 dynapenic obesity와 대사증후군 유병 및 낙상위험간의 교차비를 나타낸다. 남자 대상자에서는 정상 집단에 비해 dynapenia, non-dynapenic obesity, dynapenia obesity 집단에서 대사증후군 유병의 교차비가 각각 2.19(1.03-4.67), 2.24(1.32-3.78), 2.46(1.15-5.28)로 유의하게 증가하였고 낙상경험유무에서는 정상 집단에 비해 dynapenic obesity 집단에서 교차비가 3.38(1.55-7.37)로, 낙상두려움과 기능성 제한 여부에서는 정상 집단에 비해 dynapenia 집단과 dyndpenic obesity 집단에서 교차비가 각각 7.82(1.70-35.9), 11.2(2.12-59.3)와 5.65(2.15-14.8), 13.7(4.94-38.1)로 유의하게 증가하였다. 여자에서는 정상 집단에 비해 non-dynapenic obesity 집단과

dynapenia obesity 집단에서 대사증후군 유병의 교차비가 각각 1.61(1.10-2.34)과 1.76(1.01-3.07)로 유의하게 증가하는 결과를 보였으며, 낙상경험유무, 낙상두려움, 골다공증 진단 여부와 기능성 제한에서는 정상 집단에 비해 dynapenia 집단과 dynapenic obesity 집단에서 각각 2.86(72-4.77)과 1.95(1.06-3.57), 2.64(1.27-5.49)와 2.42(1.02-5.72), 2.01(1.15-3.51)과 2.43(1.25-4.71), 그리고 3.88(2.11-7.14)과 4.44(2.19-9.01)로 유의하게 증가하는 결과를 보였다. 전체적으로 보면 남자에 있어서 dynapenic obesity 집단이 dynapenia 집단에 비해 교차비가 증가하는 경향을 보였으며, 여자에서도 골다공증 진단 및 기능성 제한 여부에서 동일한 경향을 나타냈다.

마지막으로 각근력을 이용한 dynapenia와 dynapenic obesity와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 교차비와 95% 신뢰구간은 표 12.와 같다. 남자에서는 정상 집단에 비해 dynapenic obesity 집단에서 낙상두려움 여부에 관한 교차비가 27.4(3.37-223)로 나타났고, 정상 집단에 비해 dynapenia와 dynapenic obesity 집단에서 기능성 제한의 유병에 관한 교차비가 유의하게 증가하였다. 여자에서는 정상 집단에 비해 non-dynapenic obesity 집단 dynapenic obesity 집단에서 대사증후군 유병의 교차비가 각각 1.77(1.18-2.65)과 2.54(1.30-4.62)로 유의하게 증가하였고 dynapenia 집단에서도 유의하지는 않았지만 정상 집단에 비해 교차비가 증가하는 경향을 보였다. 또한 낙상경험유무에서는 dynapenia 집단과 non-dynapenic obesity 집단에서 정상 집단에 비해 유병에 관한 교차비가 각각 2.40(1.41-4.09)와 1.65(1.00-2.72)로 증가하였고 낙상두려움, 골다공증 진단여부와 기능성제한에서는 정상 집단에 비해 dynapenia 집단과 dynapenic obesity 집단에서 유병에 관한 교차비가 각각 4.65(1.91-11.3)와 6.82(2.21-21.1), 2.27(1.26-4.09)과 3.42(1.56-7.49), 14.4(4.47-31.6)와 17.0(6.01-48.3)으로 유의하게 증가하는 결과를 보였다. 특히 여자에서는 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인들 대부분에서 dynapenia 집단에 비해 dynapenic obesity 집단에서 교차비가 선형적으로 증가하는 경향을 보였다.

Ⅴ. 논의

본 연구는 50세 이상 성인을 대상으로 sarcopenia와 연관된 신체적 변인들 간의 관련성을 확인하고 노화에 따른 근력, 골격근량 및 신체수행력의 감소와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성을 분석하였다. 이에 본 연구의 결과를 바탕으로 선행연구와 비교하여 논의하고자 한다.

1. 연령증가에 따른 골격근량, 근력, 신체수행력의 변화

노화가 진행됨에 따라서 신체조성의 부정적인 변화가 나타났다. 즉 골격근량의 감소와 이러한 영향을 통한 근력 및 신체수행력의 감소를 보였다. 선행연구를 살펴보면, Lauretani 등(2003)은 연령증가에 따른 골격근량의 감소에 비해 근력의 감소가 더 크게 나타나고, 골격근의 경우 65세를 기점으로 감소폭이 증가한다고 보고하였다. 또한 12 년간의 종단 추적연구를 발표한 Frontera 등(2000)의 연구에서는 상지, 하지의 등속성 근력과 근 횡단면적(cross-sectional area)이 각각 23.7%와 16.1%로 유의하고 감소하였으나, type 1, 2 근섬유의 평균면적의 감소는 나타나지 않았다고 보고하였다. 또한 노화에 의한 근감소가 상지 보다 하지에서 더 크게 나타나며(Janssen et al., 2000), 이와는 다르게 근육의 질의 저하는 하지에서 남녀 모두 비슷하게 감소하는데 반해 상지에서는 남자 대상자에게서 뚜렷하게 관찰된다고 보고하였다(Lynch et al., 1999). 최근 발표된 메타분석 연구에 따르면, 종단연구 분석결과 75세 이상 노인에서 매년 남자는 0.8~1.0%, 여자는 0.64~0.70%의 골격근량의 감소가 나타나며, 근력의 감소는 보다 급속히 나타나며 매년 남자는 3~4%, 여자는 2.5~3%로 나타난다고 보고하였다(Mitchell et al., 2012).

본 연구에서도 대상자들의 연령이 증가할수록 골격근, 근력 및 신체수행력이 감소하였으며, 이러한 감소의 경향은 변인에 따라 다른 양상을 보인다. 우선

골격근의 감소는 연령의 증가와 동반하여, 감소하는 방향으로 일정한 기울기를 나타낸다. 이러한 감소의 기울기는 남자가 여자에 비해 큰 것으로 나타나는데 이와 같은 이유는 남자가 성인기에 갖게 되는 최대 골격근량이 여자에 비해서 상대적으로 많고, 노화에 따라 연간 감소하는 골격근량이 더 많기 때문이다(Janssen et al., 2000; Silva er al., 2009). 그러나 이러한 양상은 성별에 따른 체격의 차이와 무관하지 않으며, 신장을 보정한 사지 골격근량(kg/m^2)으로 한정하여 비교할 경우 감소폭에 관한 성별의 차이는 상대적으로 크지 않았다. 체지방량과 체지방률의 경우, 연령의 증가에 따라 체지방량의 변동이 나타나지만 일정부분 유지되는 것으로 보이는 반면, 체지방률은 증가하는 추세를 보이다가 75세가 넘어서면 남자에서는 급격한 증가가 나타나고 이와 반대로 여자에서는 감소했다.

근력의 감소는 골격근의 감소와 다른 양상을 보이고 있는데, 이는 선행연구와 비슷한 경향을 보였다. Goodpaster 등(2006)의 연구에서는 여자에 비해 남자가 하지근력이 2배 이상 감소한다고 보고하였다. 하지근력의 경우 상지에 비하여 이동성에 큰 영향을 미쳐 생활 반경 및 일상적인 활동 영역 등을 축소시키는 등 신체활동 수행의 부정적인 요소로 작용될 가능성이 크며, 이는 신체적 장애의 위험성을 높이는 등 악순환으로 반복될 수 있기 때문에 노인에 있어 하지근력의 중요성은 매우 크다. 본 연구에서도 근력의 감소는 여성보다는 남성에서, 그리고 그 차이는 특히 하지근력의 감소에서 두드러지게 나타났다. 이런 성별의 차이는 아마도 성호르몬에 의한 메커니즘에 의한 것으로 판단된다. 또한 추측 가능한 원인 중에 하나는 남성이 노령에 의한 퇴직으로 신체활동이 감소되는 반면, 여성의 경우 가사일 등을 수행하면서 신체활동이 계속 유지되기 때문일 수도 있다. 이와 비슷한 결과를 보고한 Min 등(2012)의 연구에서는 직업유지 상태에 따라, 지속적인 고용 상태의 집단이 지속적인 비고용 상태의 집단에 비해 사회참여도와 악력이 유의하게 높았고 만성질환 유병은 낮았다. 물론 위 연구에서는 지속적인 비고용 상태집단의 연령이 유의하게 높았지만 직업유무에 따른 일상 신체활동의 차이가 근력유지 및 건강수준

에 영향을 줄 수 있음을 보여주는 결과라고 할 수 있다.

마지막으로 연령증가에 따른 신체수행력의 변화는 남자에서보다 여자에서 더 빨리 감소되는 경향이 보이지만 남녀 모두 대략적으로 60세를 넘어서 부터 감소폭이 급격히 증가되는 것으로 나타났다.

2. Sarcopenia와 신체적 변인간의 관련성

노화에 따른 신체적 변인, 즉 골격근량, 체지방량, 근력 및 신체수행력 간의 관련성을 확인하기 위하여 Pearson's 상관분석을 수행한 결과, 남녀 모두 사지 골격근량은 근력 및 신체수행력, 그리고 체지방률과도 유의한 상관관계를 나타냈다. 또한 근력 및 신체수행력과 체지방률 간에는 부적 상관을 보였으나 남자보다는 여자에서 높은 관련성을 보였다. Bouchard 등(2011)은 골격근량에 비해서 근력이 신체 수행력과 보다 높은 연관성을 보인다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 근육량보다는 근력이 신체수행력과 높은 연관성을 보였으며 남자에서는 악력이 각근력에 비해 다른 신체적 변인들과의 관련성이 더 높게 나타났으나, 여자의 경우 악력은 사지 골격근량과, 각근력은 신체수행력과 관련이 더 높았다. 선행연구들에서는 골격근량과 근력 사이의 관계는 선형으로 나타나지만(Newman et al., 2006), 신체수행력과 골격근량 사이의 관계는 곡선으로 나타난다고 보고하고 있다(Buchner et al., 1996; Rantanen et al., 2001). 근력의 발휘는 골격근량에 영향을 받지만, 그 외에도 다양한 메커니즘의 영향을 받고 있고, 신체수행력의 경우는 특정한 신체적 수행에 따라 관여되는 특정 부분의 근육과 일정 수준 이상의 근력이 상황에 따라 다르게 요구되므로, 근력 및 골격근량과 신체수행력간의 관계를 단편적으로 설명하는 일은 어려운 일일 것이다. 또한 신체수행력은 다른 생리적인 요소(유연성, 협응, 활용(praxis) 그리고 밸런스)와 심리적인 요소(낙상공포, 신체적 자기효능감 등)에 영향을 받기 때문에 관련 변인에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

3. Sarcopenia 및 dynapenia와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성

최근에 들어 인구의 노령화에 기인한 사회적 관심의 증대로 인하여 노인을 대상으로 한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 특히 골격근의 감소로 정의되는 sarcopenia에 대한 연구들은 국내외에서 많이 보고되고 있으며, 이들 연구는 병인학적 기전에서부터 다양한 노인 관련 건강변인 간의 관련성에 이르기까지 다양하게 진행되고 있다. 그러나 서론에서 언급한 바와 같이 아직 전문가들의 합의에 도달하지 못한 진단 정의와 근력 감소의 중요성을 강조하는 연구결과들의 대두로 노화에 따른 sarcopenia의 개념 및 측정변인에 대한 다양한 선행연구들이 수행되었고, 이러한 개념 및 측정변인의 차이는 상이한 연구결과들로 나타났다. 본 연구에서는 진단 정의의 정확성에 관심을 두기보다는 진단을 위한 변인 선택에 대한 개념적인 부분에 대한 관심에서 시작되었다. 노화에 인한 골격근량, 근력 및 신체수행력의 감소는 서로 관련성을 가지고 있으며, 이러한 감소의 시작은 골격근량의 감소에서 기인한다. 그러나 이러한 신체적 변인들에 대한 측정의 효율성과 평가의 용이성, 그리고 노인 대상의 건강 예측 인자로서의 적합성은 별개의 문제로 판단된다. 본 연구에서는 노인 대상의 건강 예측 인자로서의 적합성에 주안점을 두고 sarcopenia의 측정변인에 관하여 분석을 진행하였다.

우선 sarcopenia와 sarcopenic obesity를 건강수준 평가 기준으로 이용하여 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 등과의 관련성을 분석한 결과, 남자 대상자에서 낙상두려움과 신체수행력 유무에서 유의한 관련성을 나타냈으나 여자 대상자에서는 유의한 관련성이 나타나지 않았다. 본 연구결과와 비슷한 결과를 Janssen 등(2002)의 연구에서 확인할 수 있는데, 정상 집단에 비해 sarcopenia 집단은 대략 남자 노인에서는 2배, 여자 노인에서는 3배 정도 기능성 제한의 위험이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 40세 이상 한국인 526명을 대상으로 수행된 Kim 등(2009)의 연구에서도 SMI(skeletal muscle mass

index; 골격근량(kg)/체중(kg)×100)을 이용하여 성별로 젊은 성인 평균의 2 표준편차 이하를 sarcopenia로, 성별에 따라 체지방률의 상위 40%를 obesity로 정의하고 이 두 가지를 충족하는 sarcopenic obesity와 대사증후군 유병간의 교차비를 분석한 결과, 남자는 유의하지 않지만 5.13(0.90-29.30), 여자에서는 유의하게 3.24(1.21-8.66)으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 sarcopenia 및 sarcopenic obesity와 대사증후군 유병간의 교차비가 증가하는 결과를 보였으나 유의하지 않았다. 이와 같은 차이는 sarcopenia에 대한 진단 정의의 상이함과 연구대상의 연령차에 따른 유병비율의 차이에 의한 것으로 본 연구에서 50대 이상 sarcopenia 유병 비율이 남녀 각각 20%인데 반하여 Kim 등(2009)의 연구에서는 40대 이상 sarcopenia 유병 비율이 남녀 각각 6.5%와 19.3%로 나타났다. 또한 그 외에도 분석모델에 포함된 보정변수가 다르기 때문에 나타난 결과로 해석된다. 이와 같은 sarcopenia 진단 정의의 상이함에 따른 유병비율의 변동은 연구결과의 큰 영향을 미치며, 동일한 대상으로 수행한 여러 진단 정의에 따른 sarcopenia 유병의 변동은 5.1%~54.4%에 달한다(Kim et al., 2009).

골격근량 및 근력, 신체수행력을 반영한 sarcopenia의 단계별 구분 경우, 남녀 모두 낙상두려움에서 유의하게 높은 교차비를 나타냈다. 그러나 다른 변인들 간의 관련성에서는 통계적으로 의미 있는 결과를 보이지 않았다. 이는 다른 건강수준 평가기준과 달리 골격근량 및 근력, 신체수행력을 반영한 sarcopenia의 단계별 구분의 경우, 신체수행력 평가 부분에서의 미측정으로 인한 분석인원의 탈락과 정상 집단을 제외한 단계별 범주화 과정을 통하여 배분된 집단별 대상자 수의 부족으로 통계적인 유의성을 확보하기 어려웠던 것으로 보인다. 물론 이와 같이 골격근량 및 근력, 신체수행력을 반영한 sarcopenia 단계별 구분은 본 연구의 문헌고찰 과정에서 확인된 대표적인 리뷰논문 2편(Manini & Clark, 2012; Cruz-Jentoft et al., 2010)에서 언급된 개념적인 평가기준을 토대로 본 연구자가 조작적인 정의를 통해서 수행한 것으로 추후 다른 연구들을 통해서 그 효용성이 확인될 수 있을 것으로 보인다.

노화에 따른 골격근량의 감소보다 근력의 감소가 노인의 건강에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 판단하고 노인의 건강 수준 평가를 위한 변인으로 근력의 중요성을 제고하기 위하여 계획된 본 연구의 핵심 결과인 dynapenia와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성은 sarcopenia와의 결과보다 밀접한 관련성을 나타내었다. 우선 악력을 이용한 dynapenia와 dynapenic obesity를 이용한 건강수준 평가기준의 분석 결과를 살펴보면, 남녀 대상자 모두 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인과 유의한 관련성을 나타냈다. 결과에서 성별의 차이로는 남자의 경우 대사증후군 및 낙상 위험요인에서 dynapenia 집단에 비해 dynapenic obesity 집단의 교차비가 증가하는 선형적인 추세를 보여준 반면, 여자의 경우 대사증후군 및 골다공증 유무와 기능성 제한에서는 dynapenic obesity보다 dynapenia가 높은 교차비를 보였고 낙상 관련요인에서는 그 반대의 결과를 나타냈다.

각근력을 이용한 dynapenia와 dynapenic obesity를 이용한 건강수준 평가기준의 분석 결과는 남자 대상자에서는 낙상두려움과 기능성 제한 유무, 여자 대상자에서는 악력과 마찬가지로 모든 변인에서 유의한 관련성을 보였으며, 여자 대상자에서 낙상경험 유무를 제외하고 다른 변인들에서 dynapenia 집단보다 dynapenic obesity 집단에서 교차비가 증가하는 선형적인 추세를 보였다.

악력 및 각근력 등의 근력과 노인 기능성 제한과 입원 등의 관찰연구들을 살펴보면 다음과 같다. 약 2,500명의 65세 이상 멕시코인을 대상으로 한, Al Snih 등(2004)의 연구에 따르면 악력을 4분위 하였을 때 하위 25%에 해당하는 집단은 상위 25%에 해당하는 집단에 비해 기능성 제한의 상대적 위험이 남녀 각각 1.95 배와 2.28 배 증가한다고 하였으며, HABC 연구결과에 의하면 각근력(대퇴직근)으로 4분위하였을 가장 낮은 집단은 가장 높은 집단에 비해서 기능성 제한의 교차비가 2.02 배 증가하였다(Visser et al., 2005). 또한 70-80대 노인의 입원 비율은 악력의 4분위로 봤을 때, 하위 25%는 상위 25%에 비해 약 1.5 배 증가한다고 한다(Cawthon et al., 2009).

본 연구의 결과 중에서 각근력의 경우, 여자와는 달리 남자에게서 대사증후군이나 다른 건강 위험요인과의 관련성이 낮은 것으로 나타났다. 이는 Xue 등(2010)의 연구에서 유사점을 발견할 수 있는데 여자 노인을 대상으로 10년 정도 추적 관찰한 결과 악력과 골반 굴곡력(hip flexion)의 감소에 따라 사망률의 상대 위험도가 1.33(1.06-1.67), 2.62(1.43-4.78)로 유의하게 증가하였으나 각근력은 유의한 결과를 보이지 않았다고 보고하였으며 이와 같은 이유를 노화에 따른 근력의 감소가 악력과 골반 굴곡력과 달리, 각근력에서 급격하게 나타나기 때문이라고는 언급하였다. 본 연구에서는 남자의 경우 각근력의 감소의 폭이 매우 컸고, 이와 반대로 여성에서는 65세 이상에서 각근력이 유지되는 형태를 보였는데 같은 이유로 남녀의 차이가 나타난 것으로 보인다. 또한 본 연구의 대상자가 남자에 비해서 여자가 약 1.5배 많은 것도 성별에 따른 유의도의 차이에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

본 연구의 논의를 이끌어 가는데 있어 여러 문제점이 있는데, 그것은 dynapenia에 대한 개념은 아직 논의단계에 있으며 진단 정의에 대한 연구들이 막 시작되고 있는 상황이어서 본 연구의 결과와 비교할 수 있는 선행연구가 매우 부족하다는 것이다. Senechal 등(2012)의 연구에 따르면 정상집단은 dynapenic abdominal obesity 집단에 비해 대사증후군의 유병의 교차비가 0.17(0.07-0.39)로 약 5배 정도 감소하였다고 보고하였다. 또한 근력이 낮고 비만한 사람은 보행속도의 감소가 빠르게 진행되어 이동능력의 제한을 받게 될 가능성이 비만하지 않은 사람에 비해서 상대적으로 높다는 연구가 보고되었다(Stenholm et al., 2009). 최근 연구를 바탕으로 한 메타분석의 결과, 근력의 감소는 골격근량의 감소에 비해 신체적 장애와 낮은 신체수행력의 예측인자로서 효과적이라는 연구결과도 발표되었으며, 정상 집단에 비해서 근력이 낮은 집단의 신체적 장애 발생의 상대적 위험도가 약 2.2 배 증가한다고 하였다(Manini & Clark, 2012). 또한 한국 노인을 대상으로 한 횡단연구에서는 허약한 노인에서는 골격근량과 신체수행력 간에는 관련성이 없다는 결과가 보고되기도 하였다(Kim et al., 2012). 노인을 대상으로 대사증후군이나 낙상 위험요

인이외의 건강변인들과 sarcopenia와 dynapenia에 해당하는 골격근량과 근력 간의 관련성에 대한 연구들로는 종아리의 둘레와 같은 신체계측을 통한 골격근량이나 sarcopenia의 정의를 위하여 개발된 추정식 등으로 골격근량의 감소를 평가한 결과와 사망률 간에는 유의한 결과를 보이지 않았지만, 그에 반해 악력과 knee-extension과 같은 근력측정 결과는 사망률과 유의한 결과를 나타냈다고 한다(Cesari et al., 2009; Newman et al., 2006). 또한 악력을 통한 근력의 측정이 노인의 삶의 질과 밀접한 관련성이 있었으나 saropenia나 sarcopenic obesity와는 관련성이 나타나지 않았다는 연구가 보고되기도 하였다(Silva et al., 2012).

노화에 의한 골격근 및 근력의 감소 중 어느 하나에 초점을 맞추는 것이 노인의 건강문제를 다루는 데 있어 보다 나은 결과를 가지고 올 지에 관한 부분은 앞으로 많은 연구들이 이루어져야 결론이 날 것으로 보이지만, 본 연구와 선행연구들의 결과에 따르면 현재시점에서는 노인의 일반적인 건강수준을 평가하는데 있어서 sarcopenia보다 dynapenia가 즉, 골격근량 보다 근력에 초점을 맞추는 것이 임상적으로 더 가치가 있을 것으로 판단된다. 특히 측정방법의 경제성이나 중재의 목표로서의 명확성 등을 고려할 때 그 차이는 더욱 뚜렷하게 드러난다고 할 수 있다. 후속연구로는 전문가 집단의 의견이 수렴된 dynapenia의 명확한 진단 정의뿐만 아니라, 신체 어느 부분의 근력측정 또는 보행속도와 같은 어떠한 행동적 신체수행력 측정 등이 노인의 건강 및 사망률을 보다 정확히 예측할 수 있는지에 대한 연구들이 필요하며, 노화에 따른 연령 구분별 dynapenia의 평가 지표 및 이를 예방하기 위한 근력이나 신체수행력의 목표수준 등에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 노인을 대상으로 dynapenia를 예방하거나 관리하기 위한 운동중재 연구들이 수행되어야 하는데 현재까지 수행된 선행연구들을 살펴보면, 운동을 포함시킨 일반적인 중재에서 골격근량의 증가가 나타날 수 있지만 근력의 증가를 기대하기 어렵다는 결과들이 보고되고 있다(Papadakis et al., 1996; Snyder et al., 2000; Delmonico et al., 2009). 그러므로 노인을 대상으로 근력증가에 보다 효과적인

운동중재 또는 운동과 비 운동 영역의 복합중재 등에 대한 연구도 보다 활발하게 진행되어야 할 것으로 보인다.

Ⅵ. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 50세 이상 성인을 대상으로 sarcopenia와 신체적 변인들 간의 관련성을 확인하고 노화에 따른 근력, 골격근량 및 신체수행력의 감소와 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 간의 관련성을 분석하고자 하였다. 이를 위하여 대상자들의 인구학적 변인 및 건강행동요인을 설문하였으며 신체계측, 근력 및 신체수행력을 측정하고 대사증후군의 요인에 대한 검사와 낙상 위험요인을 조사하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 연령증가에 따라 골격근량의 감소가 나타났으며, 이에 따라 근력과 신체수행력의 감소가 나타났다. 골격근의 감소에 비해 근력의 감소가 더 큰 폭으로 나타났고, 상지보다 하지근력에서 여자보다 남자에서 근력의 감소가 크게 나타났다.

둘째, 사지 골격근량은 근력 및 신체수행력, 그리고 체지방률과도 유의한 상관관계를 나타냈다. 남자에서는 악력이 각근력에 비해 다른 신체적 변인들과의 관련성이 더 높게 나타났으나, 여자의 경우 악력은 사지 골격근량과, 각근력은 신체수행력과 관련이 더 높았다.

셋째, sarcopenia와 sarcopenia obesity, 골격근량, 근력 및 신체수행력을 반영한 sarcopenia의 단계별 구분, 그리고 dynapenia와 dynapenia obesity 등을 평가 기준을 이용한 건강 수준과 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인간의 교차비를 산출하였다. 여러 평가기준 중에서 근력을 이용한 dynapenia 개념이 다른 평가 기준에 비해서 50세 이상 성인의 건강 위험요인과 가장 밀접한 관련성이 있었다. 특히 남녀 모두 정상 집단에 비해서 악력을 이용한 dynapenia와 dynapenic obesity 집단에서 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인들의 교차비가 유의하게 증가하였다. 각근력의 경우, 여자에서와 달리 남자에서는 대사증후군 및 낙상 위험

요인 들과의 관련성이 매우 낮게 나오는데, 이는 남자에서 여자와 다르게 연령 증가에 의한 각근력의 감소폭이 매우 크기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 보면, 50세 이상의 성인을 대상으로 일반적인 건강수준을 평가하기 위한 평가도구로써 sarcopenia의 진단을 위한 측정 변인으로 근력이 가장 민감한 것으로 나타났다. 특히 악력의 경우 남녀 모두에서 대사증후군 유병 및 낙상 위험요인 등을 효과적으로 예측할 수 있었다.

2. 제언

본 연구를 수행함에 있어 나타난 문제점을 제시하고 추후 관련 연구를 위하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 서론 및 이론적 배경에서 언급한 바와 같이 sarcopenia와 dynapenia에 대한 진단정의가 확립되어 있지 않은 것이 현실이며, 이에 따라 연구를 진행함에 있어서 연구자의 조작적 정의에 따라 수행되었다. 이에 따라 연구결과의 해석에 있어서 주의가 필요하다.

둘째, 본 연구에서 근력 및 골격근량과 대상증후군의 유병 및 낙상 위험요인들 간의 관련성을 확인하기 위하여 횡단적 연구를 수행하였다. 이에 따라 변인간의 인과성을 확인할 수 없었다. 물론 노화에 따른 근력 및 골격근량의 손실이 낙상 위험요인의 원인으로 다양한 연구들에서 확인되고는 있으나, 대사증후군에 관한 선행연구는 부족하다. 또한 대사증후군의 개별 위험요인과 노화에 따른 골격근량 및 근력간의 관계에 관한 연구도 후속하여 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

노영균, 조경환. (1996). 미국 노인학회지에 1990-1994년 사이에 나타난 연령 구분법 및 노인 연령 구분에 관한 연구. **가정의학회지**, 17(7), 554-569.

박상갑, 김은희, 권유찬, 박진기, 강세영, 장재희. (2010). 복합운동프로그램이 Sarcopenia 여성노인을 위한 건강체력과 항노화 호르몬 및 근감소증 예방에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 40(1), 435-442.

박석원. (2007). 노인의 근감소증. 대한내분비학회지, 22(1), 1-7.

소위영, 송미순, 조비룡, 박연환, 김연수, 임재영, 송욱. (2009). 미용덤벨 운동이 노인의 근감소증 예방을 위한 신체조성, 체력 및 혈중지질에 미치는 영향. **한국노년학회지**, 29(3), 837-850.

이승엽, 이온, 김연수, 정제순. (2011). 성인 여성의 등척성 최대 근력측정의 신뢰도와 1-RM 추정식. **한국체육학회지**, 50(5), 433-439.

통계청. (2010). **2010 고령자 통계**. 대전: 통계청.

Al Snih, S., Markides, K. S., Ottenbacher, K. J., & Raji, M. A. (2004). Hand Grip strength and incident ADL dis- ability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. *Aging Clin Exp Res*. 16, 481-486.

Arden, N., & Spector, T. (1997). Genetic influences on muscle strength, lean body mass, and bone mineral density: a twin study. *J Bone Miner Res*., 12(12), 2076-2081.

Baumgartner, R. N., & Waters, D. L. (2006). Sarcopenia and sarcopenic-obesity. *Principles and Practice of Geriatric Medicine*, 909-933.

Baumgartner, R. N., Wayne, S. J., Waters, D. L., Janssen, I., Gallagher, D., & Morley, J. E. (2004). Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res*, 12(12), 1995-2004.

Boland, R. (1986). Role of vitamin D in skeletal muscle function. *Endocrine reviews*, 7(4), 434-448.

Bouchard D. R., Héroux M., & Janssen I. (2011). Association between muscle mass, leg strength, and fat mass with physical function in older adults: influence of age and sex. *J Aging Health*. 23(2), 313-328.

Buchner, D. M., Larson, E. B., Wagner, E. H., Koepsell, T. D., & De Lateur, B. J. (1996). Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age Ageing*, 25(5), 386-391.

Carmelli, D., & Reed, T. (2000). Stability and change in genetic and environmental influences on hand-grip strength in older male twins. *J Appl Physiol.*, 89(5), 1879-1883.

Cawthon, P. M., Fox, K. M., Gandra, S. R., Delmonico, M. J., Chiou, C. F., Anthony, M. S., Sewall, A., Good- paster, B., Satterfield, S., Cummings, S. R., & Harris, T. B. (2009). Do muscle mass, muscle density, strength, and physical function simi- larly influence risk of hospitalization in older adults? *J Am Geriatr Soc*, 57, 1411-1419.

Cesari, M., Pahor, M., Lauretani, F., Zamboni, V., Bandinelli, S., Bernabei, R., Guralnik, JM., & Ferrucci, L. (2009). Skeletal muscle and mortality results from the InCHIANTI Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 64(3), 377-384.

Chaput, J., Lord, C., Cloutier, M., Aubertin-Leheudre, M., Goulet, E., Rousseau, S., & Dionne, I. (2007). Relationship between antioxidant intakes and class I sarcopenia in elderly men and women. *J nutr Health Aging*, 11(4), 363-369.

Charifi, N., Kadi, F., Féasson, L., & Denis, C. (2003). Effects of endurance training on satellite cell frequency in skeletal muscle of old men. *Muscle Nerve*, 28(1), 87-92.

Christensen, K., McGue, M., Yashin, A., Iachine, I., Holm, N. V., & Vaupel, J. W. (2000). Genetic and environmental influences on functional abilities

in Danish twins aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 55(8), M446-452.

Clark, B. C., & Manini, T. M. (2008). Sarcopenia≠ dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 63(8), 829-834.

Clavel, S., Coldefy, A. S., Kurkdjian, E., Salles, J., Margaritis, I., & Derijard, B. (2006). Atrophy-related ubiquitin ligases, atrogin-1 and MuRF1 are up-regulated in aged rat Tibialis Anterior muscle. *Mech Ageing Dev.*, 127(10), 794-801.

Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., & Schneider, S. M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in older people. *Age Ageing*, 39(4), 412-423.

Delmonico, M. J., Harris, T. B., Lee, J. S., Visser, M., Nevitt, M., Kritchevsky, S. B., & Newman, A. B. (2007). Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc.*, 55(5), 769-774.

Delmonico, M. J., Harris T. B., Visser M, Park S. W., Conroy M. B., Velasquez-Mieyer P, Boudreau R, Manini T. M., Nevitt M, Newman A. B., & Goodpaster B. H; Health, Aging, and Body. (2009). Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr*. 90(6), 1579-1585.

Dionne, I., Kinaman, K., & Poehlman, E. (2000). Sarcopenia and muscle function during menopause and hormone-replacement therapy. *J Nutr Health Aging*, 4(3), 156-161.

Doherty, T. J. (2003). Invited review: aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, 95(4), 1717-1727.

Doherty, T. J., Vandervoort, A. A., Taylor, A. W., & Brown, W. F. (1993).

Effects of motor unit losses on strength in older men and women. *J Appl Physiol*, 74(2), 868-874.

Dupont-Versteegden, E. E. (2005). Apoptosis in muscle atrophy: relevance to sarcopenia. *Exp Gerontol*, 40(6), 473-481.

Edström, E., Altun, M., Bergman, E., Johnson, H., Kullberg, S., Ramírez-León, V., & Ulfhake, B. (2007). Factors contributing to neuromuscular impairment and sarcopenia during aging. *Physiol Behav*, 92(1-2), 129-135.

Evans, W. J., & Campbell, W. W. (1993). Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *J Nutr*, 123(2 Suppl), 465-468.

Fess, EE. (1992). Grip strength. *Clinical assessment recommendations.* Chicago: American Society of Hand Therapist.

Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., & Evans, W. J. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*, 330(25), 1769-1775.

Frederiksen, H., Gaist, D., Christian Petersen, H., Hjelmborg, J., McGue, M., Vaupel, J. W., & Christensen, K. (2002). Hand grip strength: A phenotype suitable for identifying genetic variants affecting mid and late life physical functioning. *Genet Epidemiol*, 23(2), 110-122.

Frontera, W. R., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone, M A., Evans, W. J., & Roubenoff, R. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 88(4), 1321-1326.

Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., & Burke, G. (2001). Frailty in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(3), M146-157.

Girasole, G., Giuliani, N., Modena, A. B., Passeri, G., & Pedrazzoni, M. (1999). Estrogens prevent the increase of human serum soluble interleukin 6 receptor induced by ovariectomy in vivo and decrease its release in human osteoblastic cells in vitro. *Clin Endocrinol*, 51(6), 801-807.

Giresi, P. G., Stevenson, E. J., Theilhaber, J., Koncarevic, A., Parkington, J., Fielding, R. A., & Kandarian, S. C. (2005). Identification of a molecular signature of sarcopenia. *Physiol genomics*, 21(2), 253-263.

Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 61(10), 1059-1064.

Goulet, E. D., Lord, C., Chaput, J. P., Aubertin-Leheudre, M., Brochu, M., & Dionne, I. J. (2007). No difference in insulin sensitivity between healthy postmenopausal women with or without sarcopenia: a pilot study. *Appl Physiol Nutr Metab*, 32(3), 426-433.

Guillet, C., & Boirie, Y. (2005). Insulin resistance: a contributing factor to age-related muscle mass loss? *Diabetes Metab*, 31, 5S20-5S26.

Hasten, D. L., Pak-Loduca, J., Obert, K. A., & Yarasheski, K. E. (2000). Resistance exercise acutely increases MHC and mixed muscle protein synthesis rates in 78 - 84 and 23 - 32 yr olds. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 278(4), E620-E626.

Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 34(5), 329-348.

Ivey, F. M., Roth, S. M., Ferrell, R. E., Tracy, B. L., Lemmer, J. T., Hurlbut, D. E., & Metter, E. J. (2000). Effects of age, gender, and

myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 55(11), M641-M648.

Jacobsen, D., Samson, M., Kezic, S., & Verhaar, H. (2007). Postmenopausal HRT and tibolone in relation to muscle strength and body composition. *Maturitas*, 58(1), 7-18.

Jacques, P. F., Felson, D. T., Tucker, K. L., Mahnken, B., Wilson, P., Rosenberg, I. H., & Rush, D. (1997). Plasma 25-hydroxyvitamin D and its determinants in an elderly population sample. *Am J clin nutr*, 66(4), 929-936.

Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18 - 88 yr. *J Appl Physiol*, 89(1), 81-88.

Jones, T. E., Stephenson, K. W., King, J. G., Knight, K. R., Marshall, T. L., & Scott, W. B. (2009). Sarcopenia-mechanisms and treatments. *J Geriatr Phys Ther*, 32(2), 83-89.

Jozsi, A., Campbell, W., Joseph, L., Davey, S., & Evans, W. (1999). Changes in power with resistance training in older and younger men and women. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 54(11), M591-M596.

Kent-Braun, J. A., Ng, A. V., & Young, K. (2000). Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. *J Appl Physiol*, 88(2), 662-668.

Kim, K. E., Jang, S. N., Lim, S., Park, Y. J., Paik, N. J., Kim, K. W., Jang, H. C., & Lim, J. Y. (2012). Relationship between muscle mass and physical performance: is it the same in older adults with weak muscle strength? *Age Ageing*. 41(6), 799-803.

Kim, T., Yang, S., Yoo, H., Lim, K., Kang, H., Song, W., & Baik, S. (2009). Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults:

the Korean sarcopenic obesity study. *Int J Obes*, 33(8), 885-892.

Kim, Y. S., Lee, Y., Chung, Y. S., Lee, D. J., Joo, N. S., Hong, D., & Kim, K. M. (2012). Prevalence of Sarcopenia and Sarcopenic Obesity in the Korean Population Based on the Fourth Korean National Health and Nutritional Examination Surveys. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 67(10), 1107-1113.

Kramer, P., Kramer, S., & Guan, G. (2004). 17β estradiol regulates cytokine release through modulation of CD16 expression in monocytes and monocyte derived macrophages. *Arthritis Rheum*, 50(6):1967-1975.

Lainscak, M., Podbregar, M., & Anker, S. D. (2007). How does cachexia influence survival in cancer, heart failure and other chronic diseases? *Curr Opin Support Palliat Care*, 1(4), 299-305.

Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., Corsi, A. M., Rantanen, T., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol*. 95(5), 1851-1860.

Leeuwenburgh, C. (2003). Role of apoptosis in sarcopenia. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 58(11), 999-1001.

Lynch, N. A., Metter, E., Lindle, R., Fozard, J., Tobin, J., Roy, T., & Hurley, B. (1999). Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol*, 86(1), 188-194.

Manini, T. M., & Clark, B. C. (2012). Dynapenia and aging: an update. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 67(1), 28-40.

Marzetti, E., & Leeuwenburgh, C. (2006). Skeletal muscle apoptosis, sarcopenia and frailty at old age. *Exp Gerontol*, 41(12), 1234-1238.

McComas, A. J. (1998). 1998 ISEK Congress Keynote Lecture: Motor units:

how many, how large, what kind? *J Electromyogr Kinesiol*, 8(6), 391-402.

Melov, S., Tarnopolsky, M. A., Beckman, K., Felkey, K., & Hubbard, A. (2007). Resistance exercise reverses aging in human skeletal muscle. *PLoS One*, 2(5), e465.

Melton 3rd, L., Khosla, S., Crowson, C. S., O'Connor, M. K., O'Fallon, W. M., & Riggs, B. L. (2000). Epidemiology of sarcopenia. *J Am Geriatr Soc*, 48(6), 625-630.

Min, J. Y., Lee, K. J., Park, J.B., Cho, S. I., Park, S. G., & Min, K. (2012). Social Engagement, Health, and Changes in Occupational Status: Analysis of the Korean Longitudinal Study of Ageing (KLoSA). *Plos One*, 7(10), 278-285.

Mitchell, W. K., Williams, J., Atherton, P., Larvin, M., Lund, J., & Narici M. (2012). Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol*. 3:260.

Morley, J. E., Kaiser, F. E., Perry, H. M., Patrick, P., Morley, P. M. K., Stauber, P. M., & Garry, P. J. (1997). Longitudinal changes in testosterone, luteinizing hormone, and follicle-stimulating hormone in healthy older men. *Metabolism*, 46(4), 410-413.

Musarò, A., McCullagh, K. J. A., Naya, F. J., Olson, E. N., & Rosenthal, N. (1999). IGF-1 induces skeletal myocyte hypertrophy through calcineurin in association with GATA-2 and NF-ATc1. *Nature*, 400(6744), 581-585.

Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., & Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body

composition study cohort. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 61(1), 72-77.

Paddon-Jones, D., Short, K. R., Campbell, W. W., Volpi, E., & Wolfe, R. R. (2008). Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am J clin Nutr*, 87(5), 1562S-1566S.

Papadakis, M. A., Grady, D., Black, D., Tierney, M. J., Gooding, G. A., Schambelan, M., & Grunfeld, C. (1996). Growth hormone replacement in healthy older men improves body composition but not functional ability. *Ann Intern Med.* 15:124(8), 708-716.

Park, G., Cho, B., Kwon, I. S., Park, B. J., Kim, T., Cho, K. Y., & Kim, M. J. (2010). Reliability and Validity of Korean Version of Falls Efficacy Scale-International (KFES-I). *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 34(5), 554-559.

Rantanen, T., Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Penninx, B. W. J. H., Leveille, S., Sipilä, S., & Fried, L. P. (2001). Coimpairments as predictors of severe walking disability in older women. *J Am Geriatr Soc*, 49(1), 21-27.

Rantanen, T., Harris, T., Leveille, S. G., Visser, M., Foley, D., Masaki, K., & Guralnik, J. M. (2000). Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 55(3), M168-M173.

Rasmussen, B. B., & Phillips, S. M. (2003). Contractile and nutritional regulation of human muscle growth. *Exerc Sport Sci Rev*, 31(3), 127-131.

Rolland, Y. M., Perry Iii, H. M., Patrick, P., Banks, W. A., & Morley, J. E. (2007). Loss of appendicular muscle mass and loss of muscle strength in young postmenopausal women. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 62(3), 330-335.

Rooyackers, O. E., Adey, D. B., Ades, P. A., & Nair, K. S. (1996). Effect of age on in vivo rates of mitochondrial protein synthesis in human skeletal muscle. *Proc Natl Acad Sci*, 93(26), 15364-15369.

Rosenberg, I. H. (1989). Summary comments. *Am J Clin Nutr*, 50(5), 1231-1233.

Roubenoff, R. (2003). Catabolism of aging: is it an inflammatory process? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 6(3), 295-299.

Roubenoff, R., Harris, T. B., Abad, L. W., Wilson, P. W. F., Dallal, G. E., & Dinarello, C. A. (1998). Monocyte cytokine production in an elderly population: effect of age and inflammation. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 53(1), M20-M26.

Roubenoff, R., & Hughes, V. A. (2000). Sarcopenia current concepts. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci*, 55(12), M716-M724.

Roubenoff, R., Schürch, B., & Scrimshaw, N. (2000). Sarcopenia and its implications for the elderly. *J Nutr Biochem*, 21(1), 1-13.

Sayer, A. A., Syddall, H., Martin, H., Patel, H., Baylis, D., & Cooper, C. (2008). The developmental origins of sarcopenia. *J Nutr Health Aging*, 12(7), 427-432.

Schaap, L. A., Pluijm, S. M. F., Deeg, D. J. H., & Visser, M. (2006). Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *Am J Med*, 119(6), 526.

Sénéchal, M., Dionne, I. J., & Brochu, M. (2012). Dynapenic abdominal obesity and metabolic risk factors in adults 50 years of age and older. *J Aging Health*. 24(5):812-826.

Sheffield-Moore, M., Yeckel, C., Volpi, E., Wolf, S., Morio, B., Chinkes, D.. & Wolfe, R. (2004). Postexercise protein metabolism in older and younger men following moderate-intensity aerobic exercise. *Am J Physiol*

Endocrinol Metab, 287(3), E513-E522.

Silva, A. M., Shen, W., Heo, M., Gal- lagher, D., Wang, Z., Sardinha, L. B., & Heymsfield, S. B. (2009). Ethnicity-related skeletal muscle differences across the lifespan. *Am J Hum Biol*. 22, 76-82.

Silva Neto, L. S., Karnikowiski, M. G., Tavares, A. B., & Lima, R. M. (2012). Association between sarcopenia, sarcopenic obesity, muscle strength and quality of life variables in elderly women. *Rev Bras Fisioter*.16(5):360-367.

Snyder, P. J., Peachey, H., Berlin, J. A., Hannoush, P., Haddad, G., Dlewati, A., Santanna, J., Loh, L., & Lenrow, D. A, Holmes JH, Kapoor SC, Atkinson LE, Strom BL. (2000). Effects of testosterone replacement in hypogonadal men. *J Clin Endocrinol Metab*. 85(8):2670-2677.

Taaffe, D. R. (2006). Sarcopenia. Exercise as a treatment strategy. *Aus Farm Physician*, 35, 130-134.

Thomas, D. R. (2007). Loss of skeletal muscle mass in aging: examining the relationship of starvation, sarcopenia and cachexia. *Clin Nutr*, 26(4), 389-399.

Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25(1), 17-25.

Visser, M., Deeg, D. J. H., & Lips, P. (2003). Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clinl Endocrinol Metab*, 88(12), 5766-5772.

Visser, M., Newman, A., Nevitt, M., Kritchevsky, S., Stamm, E., Goodpaster, B., & Harris, T. (2000). Reexamining the sarcopenia hypothesis: muscle mass versus muscle strength. *Ann N Y Acad Sci*, 904(1), 456-461.

Visser, M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Nevitt, M., Rubin, S. M., Simon- sick, E. M., & Harris, T. B. (2005). 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*, 60, 324-333.

Volpi, E., Mittendorfer, B., Rasmussen, B. B., & Wolfe, R. R. (2000). The response of muscle protein anabolism to combined hyperaminoacidemia and glucose-induced hyperinsulinemia is impaired in the elderly. *J Clin Endocrinol Metab*, 85(12), 4481-4490.

Welle, S., & Thornton, C. A. (1998). High-protein meals do not enhance myofibrillar synthesis after resistance exercise in 62-to 75-yr-old men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 274(4), E677-E683.

Xue, Q. L., Beamer, B. A., Chaves, P. H., Guralnik, J. M., & Fried, L. P. (2010). Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: the Women's Health and Aging Study II. *J Am Geriatr Soc*. 58(11), 2076-2084.

Yarasheski, K. E., Pak-Loduca, J., Hasten, D. L., Obert, K. A., Brown, M. B., & Sinacore, D. R. (1999). Resistance exercise training increases mixed muscle protein synthesis rate in frail women and men≥ 76 yr old. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 277(1), E118-E125.

Yarasheski, K. E., Zachwieja, J. J., & Bier, D. M. (1993). Acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 265(2), E210-E214.

Yarasheski, K. E., Zachwieja, J. J., Campbell, J. A., & Bier, D. M. (1995). Effect of growth hormone and resistance exercise on muscle growth and strength in older men. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 268(2), E268-E276.

Yates, F. E. (2002). Complexity of a human being: changes with age. *Neurobiol Aging*, 23(1), 17-19.

ABSTRACT

Study on Relationship between evaluation variables of Sarcopenia and Health risk factors

- For adults above 50 years old in rural area -

Lee, On
Department of Physical Education, Health Exercise and Science
The Graduate School
Seoul National University

The purpose of this study was to investigate the relationship between evaluation variables of sarcopenia and health risk factors based on the cross-sectional study.

This study analyzed 1,581 person over 50 year old who participated in survey during 2009～2011. The exclusion of criteria included: a past history of Cardiovascular Disease, Cancer, and limitation of independent mobility. Skeletal muscle mass was measured by bio-impedance analysis and expressed as $ASMH^2$(appendicular skeletal muscle mass / heigh(m^2)) and grip and knee-extension strength by dynamometer. We used the SPPB(short physical performance battery) to assess physical performance. Saropenia was defined as $ASMH^2$ in sex-specific lowest 20% of study population. Accumulation of physical variables as muscle mass, muscle strength, and physical performance for stage of sarcopenia was classified as ‘presarcopenia’, ‘sarcopenia’, and ‘severe sarcopenia’. Dynapenia was defined as muscle strength in lowest quartile of study population. Obesity

was defined as values the upper two quintiles for total body fat percentage of study population. Logistic regression analysis was used to evaluate the odds ratio(OR) and 95% confidence interval(95% CI) of prevalence of metabolic syndrome, fall, and physical limitation associated with sarcopenia, stage of sarcopenia, and dynapenia. All ORs were adjusted for age strata, smoking status, alcohol comsumption, physical activity levels, and obesity degree such as BMI and WC(waist circumference).

The results of the present study were as followed :

First, the muscle strength, muscle mass, and physical performance were progressively lower with increasing age in both men and women. But, there was difference of age-associated decline among variables. Muscle mass decreased more rapidly than muscle strength with ageing, especially lower extreme strength in men.

Second, there was significant correlation between muscle mass, muscle strength and physical performance in both gender. Grip strength tended to be a stronger correlate of the other physical variables in both, but in women, knee-extension had a strong correlation with SPPB.

Third, among the tools of health estimation for elder such as sarcopenia, stage of sarcopenia, and dynapenia, dynapenia was presented the most relevant result with level of health. Dynapenia and dynapenic obesity whether evaluated by grip strength were significantly associated with a greater prevalence of metabolic syndrome(MS), fall. Compared with normal group, the OR for MS with in men as 2.19(95% confidence interval [CI], 1.03-4.67), 2.46(1.15-5.28) and 0.99(0.56-1.74), 1.76(1.01-3.07) in women. The OR for fall with in men as 7.82(1.70-35.9), 11.2(2.13-59.3) and 2.64(1.15-3.51), 2.42(1.02-5.72) in women respectively. There were dose-response patterns from dynapenia to dynapenic obesity in the OR for

most health risk factors.

In conclusion, muscle strength is best predict variable for MS and fall risk factors in above 50 year olds and the relative importance varies according to gender. Dynapenia is much valuable than sarcopenia as tool of health estimation for elderly.

keywords : sarcopenia, dynapenia, metabolic syndrome, fall, tool of health estimation in elderly