



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](#)

보건학 석사 학위논문

식사 빈도 및 식이 영양 성분과
근육량의 연관성
(국민건강영양조사 2008-2009)

2013년 8월

서울대학교 대학원
보건학과 역학전공
김 영 주

국문초록

- 연구 배경

연령 증가에 따라 근육량은 감소하게 되고, 이는 신체 기능 및 독립적인 일상 생활 능력을 저하시키는 중요한 요인으로 알려져 있다. 근육량 변화와 관련된 요인으로 성호르몬, 성장호르몬, 인슐린 촉진인자 호르몬, 신체활동, 영양 섭취, 만성 소모성 질환 이환, 신경계 이상 등이 있다. 이 중 식이 빈도와 식이 영양 성분은 영양 요인으로서, 식이 빈도의 증가 및 단백질을 비롯한 향산화 물질의 섭취는 근육의 단백질 합성에 영향을 미치게 된다.

- 연구 목적

식이 빈도와 근육량의 연관성에 대한 국내외 연구는 부족한 실정이며, 대부분은 소규모로 이루어진 것들이 많다. 식이 영양 성분과 근육량의 관계를 본 대다수의 연구에서는 주로 단백질을 대상으로 하였다. 우리의 연구는 근육량과 관련한 여러 요인 중 식사 빈도, 간식 빈도, 식사와 간식을 합한 식이 섭취 빈도와 근육량의 연관성, 식이 영양 성분과 근육량의 연관성을 알아 보고자 하였다.

- 연구 방법

2008년, 2009년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 연구를 실시하였다. 연구 대상자는 만 20세 이상 성인으로 정하였고, 이중 에너지 방사선 흡수계측(DEXA: dual energy X-ray absorptiometry) 검사 결과가 누락된 자, 식이 습관, 식이 영양, 키, 몸무게, 체질량지수 자료가 없는 자, 암환자, 임산부를 제외한 총 6,481명이 포함되었다. 독립변수는 식사 빈도(<2/day, 2-<3/day, 3/day), 간식빈도(≤ 1/day,

2/day, ≥ 3 /day), 식사 빈도와 간식 빈도를 합한 식이 섭취 빈도(≤ 3 /day, 4/day, ≥ 5 /day), 체중당 1일 섭취한 영양 성분으로 정하였다. 결과변수는 사지 근육량으로서, 이중 에너지 방사선 흡수계측 검사를 시행하여 얻은 사지 체지방량을 키로 나눈 값(appendicular lean mass index, kg/m^2)으로 정하였다. 다중 로지스틱 회귀분석의 결과변수는 사지 체지방량을 남녀별로 평균치 미만, 이상인 군으로 범주화한 것으로 정하였다. 보정 변수로는 성, 연령, 체질량지수, 교육수준, 흡연, 음주, 신체활동, 식이 보충제 복용 여부, 고혈압 현재 유병여부, 고지혈증 현재 유병여부, 당뇨병 현재 유병여부, 1일 섭취한 에너지, 식사 빈도(독립변수가 간식 빈도인 경우) 또는 간식 빈도(독립변수가 식사 빈도인 경우), 호르몬 대체 요법 유무(여성의 경우)를 고려하였다. 기초 통계 분석은 남녀 별로 연속 변수 비교를 위하여 t-test를, 범주형 변수 비교를 위하여 χ^2 -test, ANOVA를 시행하였다. 독립변수와 결과 변수의 연관성 평가를 위하여 다중 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression), 편상관 분석(partial correlation)을 시행하였고, 통계적 유의성은 p value <0.05 으로 정하였다. SPSS 13.0을 이용하였다.

- 연구 결과

대상자는 남자 2,612명, 여자 3,869명이었고, 남녀 평균 나이는 49세였다. 교육 수준, 음주, 흡연, 신체활동, 식이 보충제 복용, 여성호르몬 치료, 고혈압, 고지혈증, 당뇨병 현재 유병 여부 등의 변수들이 사지 근육량 4분위 그룹간 차이를 보였다. 교란 변수를 통제하여 다중 로지스틱 회귀분석을 한 결과 남자에서는 식사 빈도, 간식 빈도, 식이 섭취와 근육량 사이 유의한 연관성이 없었으나, 여자에서는 하루 2회 미만 식사한 군에 비하여 3회 식사한 군에서 사지 근육량이 평균 이상일 odds ratio가 1.17(CI 1.01-1.37)이었고, 총 식이 빈도가 4회, 5회 이상인 군이 3회

이하인 군에 비하여 odds ratio가 각각 1.33(CI 1.08-1.63), 1.21(CI 1.02-1.43)로 증가하였다. 식이 영양 성분과 근육량에 대하여 교란 변수를 보정하여 편상관 분석을 시행하였고, 남자에서는 단백질, 지방, 탄수화물, 인, 비타민 B2(riboflavin), 나이아신의 섭취량과 사지 근육량 사이에 양의 상관관계가 있었고 통계적으로 유의하였다. 여자에서는 단백질, 탄수화물, 섬유질, 인, 칼륨, 비타민 B1(thiamine), 비타민 B2(riboflavin)와 사지 근육량 사이에 유의한 양의 상관관계를 보였다.

- 결론

남자에서는 식이 빈도와 사지 근육량 사이에 유의한 관련성이 나타나지 않았으나, 여자에서는 식이 빈도와 근육량 사이에 유의한 관련성이 있었다. 식이 영양 성분 중에는 남녀 공통적으로 단백질, 탄수화물, 비타민B2가 근육량과 양의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 식사 빈도가 증가할 수록 근육 내 단백질 분해가 감소하고, 단백질 및 항산화 물질을 섭취하는 경우 근육의 단백질 합성이 증가한다는 기전으로 설명되어질 수 있을 것이다.

주요어 : 식사 빈도, 간식 빈도, 식이 빈도, 식이 영양 성분, 근육량, 체지방량

학번 : 2010-23818

목차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구 배경	1
1. 근육감소증의 정의 및 역학	1
2. 근육감소증과 관련한 요인	3
3. 근육감소증이 건강에 미치는 영향	5
4. 근육량과 식이 요인에 대한 연구 고찰	6
4.1 식사 빈도 및 식이 영양 성분의 근육량 변화에 대한 기전	6
4.2 식사 빈도와 근육량	6
4.3 식이 영양 성분과 근육량	7
제 2 절 연구 목적	9
제 2 장 연구 방법	10
제 1 절 연구 대상	10
제 2 절 변수 정의	11
1. 조사 방법	11
2. 독립 변수	11
3. 결과 변수	12
4. 보정 변수	12

제 3 절 분석 방법	14
제 3 장 연구 결과	15
제 1 절 대상자의 일반적 특성	15
제 2 절 대상자의 식이 요인 및 근육량	16
제 3 절 근육량과 관련한 요인 분석	20
제 4 절 식이 빈도와 근육량의 연관성	25
제 5 절 식이 영양 성분과 근육량의 연관성	28
제 4 장 고찰	31
참고문헌	37
Abstract	44

표 목 차

Table 1. Basal characteristics of the study subjects	17
Table 2. Body composition and nutritional factors of the subjects	19
Table 3. Multiple factors associated with the appendicular lean mass	21
Table 4. Nutrient factors associated with the appendicular lean mass	23
Table 5. The associations between meal frequency, snack frequency, eating frequency and appendicular lean mass	26
Table 6. Correlations of appendicular lean mass and nutrients	29

제 1 장 서론

제 1 절 연구 배경

1. 근육감소증(sarcopenia)의 정의 및 역학

근육량은 청소년 중기에 최고에 이르고, 45~55세부터 감소하기 시작한다. 나이가 들어감에 따라 골격근의 인슐린 감수성, 근육량, 근력, 내구성 및 글리코겐 함량에 변화가 일어난다¹. 40세경 부터 근육량이 1년에 0.5-1.0%씩 감소하여². 총 근육 단면적량은 20대에 비하여 60대의 경우 40%까지 감소하고 근육 강도는 60-70대에 젊은 사람의 20~40%로 나타난다. 남자가 여자에 비하여 골격근량이 유의하게 많으나 나이가 들어감에 따라 감소율도 더 크다. 그 이유는 명확하지 않으나 성장 호르몬, IGF-1, 테스토스테론 같은 호르몬 요인들과 관련되어 있을 것으로 추정한다³. 근육감소증은 1989년 Irwin Rosenberg에 의해 처음으로 명명되었고, 정상적인 노화과정에 의한 근육량 및 근력의 감소를 일컫는다⁴. Baumgartner의 연구에서는 근육감소증을 사지의 골격근량(팔과 다리의 연부조직의 합)을 키의 제곱함으로 나눈 값(m^2)으로 정의하여 사용하였는데, 다른 연구들에서 이외에도 종아리 근육의 둘레, 체중에 대한 근육량 비율, 총 지방량에 대한 총 제지방량의 비 등으로 정의하여 사용하기도 하였다⁵. 아직까지 근육감소증에 대한 가장 좋은 정의로 일치된 것은 없고, 근력에 기반하여 정의가 이루어져야 할 것으로 제안하고 있다⁵. 근육감소증의 유병률은 대조군인 젊은 성인의 구성에 따라 차이가 있을 수 있는데 60-69세의 남자의 경우 10%, 여자는 8%로 나타난 연구 결과가 있는

반면, 64-92세 대상자에서 남자는 22.6%, 여자는 26.8%인 결과도 있다³. 우리나라의 전향적 코호트 연구에서는 526명을 대상으로 이중 에너지 방사선 흡수계측(DEXA: dual energy X-ray absorptiometry)과 CT 검사를 시행하여 얻은 골격근량(kg)/키(m²)을 기준으로 하였을 때 60세 이상 성인에서 근육감소증이 남자는 5.1%, 여자는 14.2%로 나타났다⁶.

2. 근육감소증과 관련한 요인

근육량이 감소되는 것에는 다양한 요인들이 작용하게 된다⁴. 연령이 증가함에 따라 근육량이 감소하는 것은 일반적으로 골격근의 이화작용이 동화작용 보다 큰 것으로 설명되어진다. 에스트로겐 및 테스토스테론은 근육의 이화작용과 관련한 IL_1, IL_6의 생성을 억제하는 작용을 하고 이러한 성호르몬의 감소는 근육량 및 근력, 기능 감소를 일으키게 된다. 성장 호르몬과 IGF-1 역시 동화 작용을 하는 물질로서 성장호르몬을 투여한 경우 근육량이 증가한다는 연구 결과가 있다. 하지만 성호르몬 및 성장호르몬 투여에 따른 부작용, 비용에 대한 문제가 있고, 효과 및 장기적 사용의 안전성에 대한 연구가 더 필요한 실정이다³.

신체활동 및 운동은 근력과 기능을 유지하고 개선하는데 중요하다. 노인에서 신체활동을 증가시키는 것은 노화와 관련한 운동능력 감소를 줄여준다. 유산소 및 근력 운동 모두 근육감소증 진행을 감소시키는데 도움이 된다. 하지만 근력 운동이 근육감소증을 예방하는데 더욱 효과적이고⁷. 노인의 낙상 위험도 감소시켜 준다¹.

식이 섭취의 감소는 근육량 감소를 가속화시키는 요인으로서 노인의 경우 조기 식후 포만감, 동반된 질환, 약물 복용 등에 의하여 유발될 수 있다³. 특히 노인은 동물성 단백질의 소비가 부족한 경우가 많은데 비용, 저작 어려움, 많은 지방과 콜레스테롤을 섭취하는 것에 대한 두려움이 요인이 될 수 있다⁸. 60세 이상의 15%는 일일 단백질 권장량의 75% 미만, 70세 이상의 40%는 일일 단백질 권장량 미만을 섭취한다는 결과가 있다³.

심부전이나 만성 폐쇄성 폐질환 같은 소모성 질환이 동반된 경우, 신체

활동이 저하된 경우도 근육량 감소와 관련이 있다⁷. 혈압조절제로 쓰이는 안지오텐신 전환효소 억제제는 골격근의 피로를 감소시켜 근력 및 기능을 유지시킨다는 결과가 있다⁹. 고지혈증 치료제로 쓰이는 statin은 근육내 ubiquinone 및 코엔자임 Q10을 감소시킴으로써 근육 질환을 야기시킬 수 있다. 하지만 노인을 대상으로 시행한 연구에서 운동 능력의 향상을 보여준 결과도 있고, 근력 향상과는 연관이 없다는 보고도 있다⁹.

3. 근육감소증이 건강에 미치는 영향

근육량의 감소는 인슐린 저항성을 증가시킴으로써 혈당 조절 능력 저하, 간 및 골격근내의 지방 축적 증가를 유발하여 고지혈증, 고혈압, 심혈관계 질환 발생의 위험성을 높인다. 65세 이상의 성인 500여명을 대상으로 시행한 연구에서 비만을 동반한 근육감소증이 있는 경우 대사 증후군의 유병률이 정상인 군에 비하여 약 8배 증가함을 보여주었다¹⁰. 35-81세의 남성 1,195명을 대상으로 시행한 연구에서도 총 체지방량이 가장 낮은 군에서 높은 군에 비하여 대사증후군 발생 위험이 3배 가량 증가함을 보여주었다¹¹.

근육감소증은 또한 근육의 강도와 유산소 운동 능력을 감소시키고¹, 많은 노인에서 허약(frailty)을 야기한다³. 만성적인 근육 감소는 장애(disability)를 일으킬 수 있는데, 연령, 성별, 다른 관련 요인들을 보정한 이후에도 근육감소증이 있는 경우 장애 가능성이 3-4배 증가한다¹². 12년간 1,413명의 노인을 대상으로 한 전향적 코호트 연구에서 사지 근육량이 가장 낮은 군이 가장 높은 군에 비하여 사망률이 유의하게 높은 결과를 보여주었다¹³.

35세 여성 175명을 대상으로 체지방량과 동맥의 강성(arterial stiffness) 관계를 분석한 결과 사지의 체지방량은 동맥의 직경 및 경동맥의 순응도와 양의 상관관계를 보여 주었다¹⁴.

4. 근육량과 식이 요인에 대한 연구 고찰

4.1 식이 요인의 근육량 변화에 대한 기전

근육량 변화는 근육내 단백질 합성과 분해에 의한 균형에 의하여 결정되어진다¹⁵. 근육감소의 중요 기전 중 하나는 근육의 단백질 합성이 감소됨으로써 발생하는 것이다¹⁶. 근육내 단백질 합성은 식사시 증가하고, 공복시 감소하게 되는데 건강한 성인에서는 대개는 균형을 이루고 있다. 근육내 단백질 합성은 식이 섭취의 시기, 단백질 또는 아미노산의 종류, 탄수화물 및 지방을 같이 복용하는지 등에 의해 달라질 수 있다¹⁵. 식사 빈도수가 증가할 경우 근육내 단백질을 보존하고 이화작용을 감소시키게 되어 근육량이 증가할 수 있고, 단백질 섭취 또한 근육의 단백질 합성을 증가시키게 된다.

4.2 식사 빈도와 근육량

12명의 복싱 선수를 대상으로 에너지 섭취를 제한한 상태에서 하루 2회 식사하는 군과 6회 식사하는 군으로 나눈 뒤 2주 후 체지방(lean mass)량을 측정된 결과, 하루 6회 식사 군보다 2회 식사 군에서 체지방이 유의한 감소를 보여주었다¹⁷. 16명의 비만한 남녀 성인을 하루 3회 식사 군과 하루 3회 식사+3회 간식 군으로 무작위 배정하여 8주 후 몸무게 및 체지방량 변화를 비교한 결과 유의한 차이를 보여주지 않았다¹⁸.

식사 빈도와 단백질 대사와의 관계에 대한 연구를 살펴보면, 비만한 대상자에게 일정한 단백질 섭취 분율의 저칼로리 식사를 하루 1회 또는 5회 실시하도록 한 결과 식사 빈도수가 높은 군에서 단백질 소모가 유의하게 낮게

나타났다¹⁹. 반면 Irwin et al.의 연구에서는 하루 세끼를 같은 식사량으로 섭취한 군, 세끼를 식사하되 식사량이 같지는 않은 군, 하루 여섯 번 식사하는 군으로 나누어 단백질 축적에 대하여 분석한 결과 세 군간에 유의한 차이가 나타나지 않았다²⁰.

4.3 식이 영양 성분과 근육량

27명의 남녀를 대상으로 3일 동안 섭취한 평균 필수아미노산 양과 이중 에너지 방사선흡수 계측(DXA, dual energy X-ray absorptiometry)으로 평가한 체지방량(lean mass)은 양의 관계를 보여주었다²¹. Health Aging and Body Composition Study는 전향적 코호트 연구로서 3,075명의 70~79세 지역 거주자를 대상으로 진행되었다. 식이 섭취 조사에는 108-item interviewer-administered FFQ를 이용하였고 총 체지방량(lean mass) 및 사지 체지방량은 매년 DXA를 이용하여 측정하였다. 나이, 성별, 인종, 총 에너지 섭취, 기초 키와 체지방량, 신체 활동, 스테로이드제 사용, 질병 상태, 흡연, 음주 등을 보정한 결과 총 단백질과 동물성 단백질은 유의하게 체지방량 변화와 관련이 있었다. 높은 단백질 섭취 군(median intake 1.1g/kg/day)은 가장 적게 섭취하는 군(0.7g/kg/day)에 비하여 체지방량 및 사지 체지방량이 40% 가량 적게 감소하였다. 반면 식물성 단백질 섭취와의 연관성은 유의하지 않았는데, 식물성 단백질에는 동물성 단백질에 비하여 필수 아미노산이 더 적은 점, 식물성 단백질 섭취 범위 차이가 크지 않은 점을 생각해 볼 수 있다⁸. 비만한 폐경 여성 24명을 대상으로 1.2~1.5g/kg/day의 고단백질 섭취군과 0.8g/kg/day 미만의 저단백질 섭취군으로 나누어 RCT 연구를 시행하였고 단백질 섭취가 적은 군이 높은 군에 비하여 체지방량이 약 2배정도 더

감소하였다²². 41명의 근육감소증이 있는 노인들을 대상으로 무작위, 혼합 현상 연구(randomized cross over study)를 시행한 결과, 위약을 복용한 군에 비하여 아미노산 혼합 영양제를 복용한 군에서 6개월, 8개월 후에 측정된 체지방량이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다²³. 단백질 섭취와 근육의 단백질 합성 분율에 관한 10개의 논문을 대상으로 메타 분석을 실시하였고, 단백질 섭취가 0.08g/kg/day에서 0.8g/kg/day까지 증가함에 따라 단백질 합성 분율이 증가하였다. 젊은 사람에서 그 정도는 더 크게 나타났다²⁴.

740명의 노인 여성을 대상으로 전향적 코호트 연구를 시행하여 섭취한 영양 성분과 사지 체지방량의 관계를 분석한 논문에서 권장량보다 적게 단백질을 섭취하는 경우 2.6년의 관찰 기간 후 사지 체지방량 감소와 유의한 관련성을 보여주었고, 단백질 섭취를 보정한 상태에서 철, 마그네슘, 인, 아연은 사지 체지방량과 양의 관계를 나타낸 반면 레티놀은 음의 관계를 보여주었다²⁵.

제 2 절 연구 목적

근육량은 근력 및 신체 기능을 유지하는데 중요한 요인 중 하나이다. 또한 근육량 감소는 대사증후군, 심혈관 질환의 위험을 증가시키는 요인이 되기도 한다. 최근의 연구에서는 근육량 감소가 사망률을 높인다는 결과를 보여주기도 하였다. 근육량 감소에 영향을 주는 생활 습관 및 교정 가능한 관련 요인을 평가하여 중재하는 것은 근육량을 유지하는데 도움을 줄 수 있다. 식사 빈도와 근육량의 관계에 대한 기존 연구는 많지 않은 상황이다. 근육량과 관련한 식이 영양 성분에 대한 연구로는 주로 단백질에 대한 것이 주를 이루고 있다. 이에 본 연구는 식생활 습관의 한 요소인 식사 및 간식 빈도와 근육량의 관계, 식이 영양 성분과 근육량의 관계를 살펴보고자 한다.

제 2 장 연구 방법

제 1 절 연구 대상

제4기 2008년, 2009년 국민건강영양조사 자료를 이용하였고 만 20세 이상 성인을 대상으로 하였다. 국민건강영양조사는 우리 나라 모든 가구와 국민을 모집단으로 층화 집락 표본추출 방법을 사용하여 표본 추출한 가구를 대상으로 한 건강면접조사, 건강행태조사, 검진 조사, 영양 조사 자료를 포함한다. 2008년, 2009년에 국민건강영양조사에 참여한 인구수는 총 20,277명이었고, 이 중 20세 이상은 14,906명이었다. 근육량에 대한 평가인 이중에너지 방사선 흡수계측(DEXA: dual energy X-ray absorptiometry) 검사 자료가 없는 자, 식생활 및 식이 영양 성분에 대한 자료가 누락된 자, 키, 몸무게, 허리 둘레 계측 자료가 없는 자, 임산부, 암의 기왕력이 있는 대상자를 제외한 6,481명이 연구 대상자에 포함되었다.

제 2 절 변수 정의

1. 조사 방법

건강설문조사 항목 중 교육과 경제활동, 이환, 영양조사는 면접 조사로 이루어졌고, 흡연, 음주 등의 건강행태 부분은 자기 기입식으로 조사되었다. 식이 영양 성분은 24시간 회상법을 이용하여 1일전 섭취한 음식 또는 식품의 영양소를 평가하였다. 키, 몸무게, 허리둘레, 혈압 등은 직접 계측으로 조사되었고 체지방 및 근육량은 이중에너지 방사선 흡수계측(DXA, dual energy X-ray absorptiometry)을 이용하여 평가되었다. 혈당, 콜레스테롤 등의 혈액 검사는 검체 분석으로 시행되었다.

2. 독립변수

독립 변수는 식이 섭취 빈도 및 식이 영양 성분으로 정하였다. 식이 섭취 빈도는 식사 빈도, 간식 빈도, 식사와 간식 빈도를 합한 빈도로 구분하였고, 식이 영양 성분은 1일 섭취한 영양소의 양을 체중으로 나눈 값으로 정하였다. 식사 빈도수는 조사 2일전, 조사 1일전의 식사 수를 합한 뒤 평균을 내어 0.5, 1, 1.5회를 2회 미만인 군으로, 2, 2.5회를 2이상 3회 미만인 군으로, 3회는 3회 군으로 나누었다. 간식 빈도는 1일 1회 이하, 2회, 3회 이상 군으로 정하였다. 식사와 간식 빈도의 합은 하루 3회 이하, 4회, 5회 이상으로 나누었다.

3. 결과 변수

골격근량은 지방을 제외한 신체 구성의 대부분을 차지하고 영양, 생리, 대사 과정에 중요한 역할을 한다²⁶. 골격근량을 정량화 하는 방법으로 CT, MRI가 있는데 값이 비싸고 접근성이 떨어지는 한계점이 있다. 반면 이중에너지 방사선 흡수계측(dual-energy X-ray absorptiometry, DXA)은 상대적으로 비용이 적게 들고, 방사선 노출량이 적어 널리 쓰이고 있다. MRI 검사로 측정된 총 골격근량과 이중에너지 방사선 흡수계측으로 측정된 사지의 골격근량 사이에 상관계수 0.96(p value<0.001)의 일치도를 보인 결과가 있다²⁶. 사지의 골격근은 체내 골격근의 75-80%에 해당하고 DXA 검사로 사지의 근육량을 측정하는 것은 재현성이 높다²⁷. 사지 근육량은 Heymsfield의 연구에서 팔과 다리의 제지방 연부 조직(lean soft tissue)의 합으로 정의되었다²⁸. Baumgartner의 연구에서는 사지 근육량을 키의 값으로 보정(appendicular skeletal muscle mass, kg/m²)하여 사용하였다²⁸. 사지 골격근량은 절대적 골격근량 및 제지방량의 중요 결정인자²⁷로 본 연구는 사지 제지방량을 키로 나눈 값(appendicular lean mass index, kg/m²)을 구하여 근육량을 평가하였다. 이에 대한 범주형 변수 값으로 남녀 각각에 대하여 사지 제지방량 평균 미만, 평균 이상인 군으로 나누어 정하였다.

4. 보정 변수

보정 변수로는 성, 연령, 체질량지수, 교육수준, 흡연, 음주, 신체활동, 식이 보충제 복용 여부, 고혈압 현재 유병여부, 고지혈증 현재 유병여부, 당뇨병 현재 유병여부, 1일 섭취한 에너지, 식사 빈도(독립변수가 간식 빈도인 경우) 또는

간식 빈도(독립변수가 식사 빈도인 경우), 호르몬 대체 요법 유무(여성의 경우)를 고려하였다. 교육수준은 초졸 이하, 중졸, 고졸, 대졸이상 군으로 나누었고, 소득수준은 상, 중상, 중하, 하로 구분하였다. 흡연 변수는 비흡연자, 과거 흡연자, 현재 흡연자로 정하였고, 음주 변수는 주 1회 이하, 주2-3회, 주 4회 이상 음주한 군으로 나누었다. 신체활동 변수는 International Physical Activity Questionnaire의 short form을 이용하였고 격렬한 신체활동, 중등도 신체활동, 걷기 항목에 대하여 1주일 동안 시행한 시간(분)과 강도를 곱한 뒤 합한 값으로 구하였다.

제 3 절 분석 방법

기초 통계 분석은 성별에 따라 연속변수에 대하여는 t-test로, 범주형 변수는 χ^2 -test, ANOVA를 이용하였다.

식이 섭취 빈도와 근육량의 연관성을 보기 위하여 식사 빈도, 간식 빈도, 식사와 간식 빈도를 합한 빈도에 따라 사지 제지방량(appendicular lean mass, kg)을 키(m²)로 나눈 값의 남녀별 평균 미만과 이상인 군에 대한 다중 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression)을 실시하였다. 보정 변수로는 연령, 체질량지수, 1일 섭취 에너지, 독립변수에 따라 식사 빈도 및 간식 빈도, 교육수준, 음주, 흡연, 신체활동, 식이 보충제 복용, 고혈압 현재 유병여부, 고지혈증 현재 유병여부, 당뇨병 현재 유병여부, 호르몬 대체 요법 유무를 고려하였다.

식이 영양성분과 근육량 연관성에 대한 분석은 편상관 분석(Spearman's partial correlation) 방법을 이용하였다. 연령, 체질량지수, 1일 섭취 에너지, 교육수준, 음주, 흡연, 신체활동, 식이 보충제 복용, 고혈압 현재 유병 여부, 고지혈증 현재 유병 여부, 당뇨병 현재 유병 여부 및 여성 호르몬 대체 요법 유무에 대한 변수로 보정하였다. 양측 검정으로 p 값이 0.05미만인 경우 통계적으로 유의성이 있다고 정의하였다. 통계 프로그램은 SPSS 13.0을 이용하였다.

제 3 장 결과

제 1 절 대상자의 일반적 특성

대상자는 남자 2,612명, 여자 3,869명이고 평균 연령은 49세로 유의한 차이는 없었다(표1). 남녀의 사회 경제적 수준은 소득에서는 차이가 없었고, 교육 부분에서는 남자가 고학력 비율이 높았다(표1). 현재 흡연 및 주 2회 이상 음주하는 비율, 신체활동 양도 남자가 유의하게 높았다(표1). 식이 보충제를 복용하는 경우는 남자 27.9%, 여자 42%로 유의한 차이가 있었다. 여성의 경우 호르몬 대체 요법을 하는 비율이 9.24%를 차지하였다.

제 2 절 대상자의 식이 요인 및 근육량

남자에서 체질량지수가 여자에 비하여 높았으나 사지 근육량 및 총 근육량은 여자에서 높게 나타났다(표2). 하루 식사 빈도가 2회 이상인 경우는 남자가 많았고, 간식 빈도가 하루 2회 이상인 경우는 여자가 많았다. 식사와 간식 섭취의 합이 하루 5회 이상인 비율은 여자가 높았다. 식이 영양 성분을 비교한 결과 남자에서 총 섭취한 에너지를 비롯하여 단백질, 탄수화물, 지방 등 섭취 영양소의 양이 유의하게 높았다(표2).

Table1. Basal characteristics of the study subjects

Variables	Men		Women		P value
	Frequency(%) or mean±std		Frequency(%) or mean±std		
N	2612	(40.30)	3869	(59.70)	
Age(year)	49	±16.17	49	±16.19	0.15
Income					
1 st quartile	641	(24.92)	896	(23.63)	0.56
2 nd quartile	646	(25.12)	941	(24.82)	
3 rd quartile	649	(25.23)	1003	(26.45)	
4 th quartile	636	(24.73)	952	(25.11)	
Education					
≤Elementary school	447	(17.17)	1169	(30.30)	<0.001
Middle school	357	(13.71)	411	(10.65)	
High school	973	(37.38)	1340	(34.73)	
≥College	826	(31.73)	938	(24.31)	
Alcohol use					
≤1/wk	1626	(62.30)	3512	(90.89)	<0.001
2-3/wk	630	(24.14)	268	(6.94)	
≥4/wk	354	(13.56)	84	(2.17)	
Smoking					
Non	509	(19.49)	3402	(88)	<0.001
Ex	971	(37.19)	230	(5.95)	
Current	1131	(43.32)	234	(6.05)	
Supplement intake					
No	1847	(72.12)	2162	(57.90)	<0.001
Yes	714	(27.88)	1572	(42.10)	
IPAQ [*] (MET-minutes/wk)	3579.46	±5367.88	2573.06	±4117.75	<0.001
Total cholesterol(mg/dL)	187.22	±35.46	188.09	±36.18	0.34
HDL cholesterol (mg/dL)	45.08	±10.17	50.13	±10.99	<0.001
Triglyceride(mg/dL)	165.81	±141.27	114.59	±81.19	<0.001
Serum creatinine(mg/dL)	1.01	±0.19	1.00	±0.10	0.01
SBP [†] (mmHg)	120.51	±15.87	115.47	±18.46	<0.001
DBP [‡] (mmHg)	78.68	±10.29	73.96	±10.30	<0.001
Hypertension					
No	2066	(79.10)	3147	(81.34)	0.03
Yes	546	(20.90)	722	(18.66)	
Hyperlipidemia					
No	2478	(94.87)	3638	(94.03)	0.15

Yes	134	(5.13)	231	(5.97)	
Diabetes mellitus					
No	2402	(91.96)	3600	(93.05)	0.10
Yes	210	(8.04)	269	(6.95)	
HRT§					
No			3486	(90.76)	
Yes			355	(9.24)	

*: International Physical Activity Questionnaire

†: systolic blood pressure, ‡: diastolic blood pressure §: hormone replacement treatment

T-test was used for the analysis of continuous variables.

X²-test was used for the analysis of categorical variables.

Table2. Body composition and nutritional factors of the subjects

Variables		Men		Women		P value
		Frequency,% or mean±std		Frequency,% or mean±std		
Body mass index	(kg/m ²)	23.99	±3.11	23.41	±3.48	<0.001
Lean mass index	(kg/m ²)	14	±3.42	16.39	±4.08	<0.001
ALMI*	(kg/m ²)	6.57	±1.82	7.69	±2.17	<0.001
Meal frequency	<2/day	58	(2.22)	131	(3.39)	<0.001
	2-<3/day	713	(27.30)	1165	(30.11)	
	3/day	1841	(70.48)	2573	(66.50)	
Snack frequency	≤1/day	2140	(81.99)	2662	(68.86)	<0.001
	2/day	359	(13.75)	885	(22.89)	
	≥3/day	111	(4.25)	319	(8.25)	
Eating frequency	≤3/day	645	(24.71)	930	(24.06)	<0.001
	4/day	1598	(61.23)	2025	(52.38)	
	≥5/day	367	(14.06)	911	(23.56)	
Diet intake	(g/day)	1570.39	±878.10	1183.90	±626.05	<0.001
Nutrient energy	(kcal/day)	2203.92	±872.02	1586.97	±636.72	<0.001
Water	(g/day)	1057.96	±745.90	801.41	±522.27	<0.001
Protein	(g/day)	79.18	±40.23	55.66	±27.27	<0.001
Fat	(g/day)	43.44	±32.94	29.58	±22.62	<0.001
Carbohydrate	(g/day)	341.95	±123.01	274.44	±111.62	<0.001
Fiber	(g/day)	8.16	±5.00	6.87	±5.19	<0.001
Ash	(g/day)	22.80	±11.35	16.84	±9.21	<0.001
Calcium	(mg/day)	546.94	±347.03	425.61	±344.66	<0.001
Phosphorus	(mg/day)	1307.41	±549.49	970.35	±419.48	<0.001
Ferritin	(mg/day)	15.79	±10.17	12.40	±9.27	<0.001
Sodium	(mg/day)	5842.94	±3276.38	4044.88	±2560.28	<0.001
Potassium	(mg/day)	3355.51	±1584.66	2676.15	±1397.40	<0.001
Vitamin A	(µgRE/day)	890.24	±1007.49	726.48	±807.20	<0.001
Carotene	(µg/day)	4542.51	±4810.67	3868.54	±4641.12	<0.001
Retinol	(µg/day)	123.29	±494.51	75.56	±146.29	<0.001
Thiamine	(mg/day)	1.47	±0.86	1.08	±0.62	<0.001
Riboflavin	(mg/day)	1.32	±0.78	0.99	±0.63	<0.001
Niacin	(mg/day)	18.62	±10.28	13.01	±6.77	<0.001
Vitamin C	(mg/day)	110.75	±90.72	99.29	±87.81	<0.001

*: appendicular lean mass index. T-test or x²-test was used for the analysis.

제 3 절 근육량과 관련한 요인 분석

근육량과 관련한 요인들을 분석한 결과 교육 수준이 고졸 이상인 경우 사지 근육량은 2분위수 이하 비율이 높았다(표3). 주 1회 이하 음주하는 군이 주 2회 이상 음주하는 군에 비하여 사지 근육량이 높았다. 또한 비흡연자의 경우 과거 또는 현재 흡연자보다 사지 근육량 4분위수 비율이 높았다. 비타민, 미네랄, 건강 보조 식품을 포함한 식이 보충제를 복용하는 경우와 여성 호르몬 치료를 하는 경우 사지 근육량 1,2,3 분위수에 비하여 4분위수를 차지하는 비율이 높았다.

근육량과 관련한 식이 요인에 대한 단변량 분석에서는 식사, 간식, 식이 빈도에 따른 근육량 차이는 나타나지 않았다(표4). 반면 사지 근육량의 네 그룹간 식이 영양 성분 섭취량에는 차이가 있었고, 오히려 근육량이 높은 군에서 탄수화물, 지방, 단백질 등의 영양소 섭취가 낮게 나타났다.

Table 3. Multiple factors associated with the appendicular lean mass

Variables		Appendicular lean mass index								P value
		Q1(n=1,621)		Q2(n=1,619)		Q3(n=1,621)		Q4(n=1,620)		
		Frequency(%) or mean±std								
Sex(N,%)	Men	967	(59.65)	630	(38.91)	613	(37.82)	402	(24.81)	<0.001
	Women	654	(40.35)	989	(61.09)	1008	(62.18)	1218	(75.19)	
Age(year)		44.66	±15.14	49.55	±16.12	49.45	±16.29	51.27	±16.40	<0.001
ALMI*(kg/m ²)		4.93	±0.51	6.20	±0.34	7.64	±0.53	10.20	±1.31	<0.001
BMI† (kg/m ²)		23.69	±3.32	23.62	±3.35	23.73	±3.48	23.55	±3.25	0.43
Education										
	≤Elementary school	224	(13.87)	438	(27.10)	434	(26.86)	520	(32.22)	<0.001
	Middle school	176	(10.90)	204	(12.62)	194	(12.00)	194	(12.02)	
	High school	652	(40.37)	572	(35.40)	566	(35.02)	523	(32.40)	
	≥college	563	(34.86)	402	(24.88)	422	(26.11)	377	(23.36)	
Alcohol use										
	≤1/week	1199	(73.97)	1269	(78.43)	1313	(81.25)	1357	(83.82)	<0.001
	2-3/week	281	(17.33)	231	(14.28)	217	(13.43)	169	(10.44)	
	≥4/week	141	(8.70)	118	(7.29)	86	(5.32)	93	(5.74)	
Smoking										
	Non	752	(46.39)	999	(61.74)	995	(61.50)	1165	(71.91)	<0.001
	Ex	375	(23.13)	300	(18.54)	288	(17.80)	238	(14.69)	
	Current	494	(30.48)	319	(19.72)	335	(20.70)	217	(13.40)	
IPAQ‡ (MET-minute/wk)		3211.65	±4999	3122.97	±4641	2872.18	±4351	2709.73	±4726	0.01

Supplement intake									
No	1059	(67.20)	991	(63)	996	(63.28)	963	(61.26)	0.01
Yes	517	(32.80)	582	(37)	578	(36.72)	609	(38.74)	
HRT [§]									
No	611	(94.14)	881	(89.81)	912	(91.29)	1082	(89.27)	<0.001
Yes	38	(5.86)	100	(10.19)	87	(8.71)	130	(10.73)	
Hypertension									
No	1386	(85.50)	1275	(78.75)	1309	(80.75)	1243	(76.73)	<0.001
Yes	235	(14.50)	344	(21.25)	312	(19.25)	377	(23.27)	
Hyperlipidemia									
No	1557	(96.05)	1528	(94.38)	1534	(94.63)	1497	(92.41)	<0.001
Yes	64	(3.95)	91	(5.62)	87	(5.37)	123	(7.59)	
Diabetes mellitus									
No	1528	(94.26)	1517	(93.70)	1488	(91.80)	1469	(90.68)	<0.001
Yes	93	(5.74)	102	(6.30)	133	(8.20)	151	(9.32)	

*: appendicular lean mass index

†: body mass index

‡: International Physical Activity Questionnaire

§:hormone replacement treatment

ANOVA was used for the analysis of continuous variables.

X²-test was used for the analysis of categorical variables.

Table 4. Nutrient factors associated with the appendicular lean mass

Variables	Appendicular lean mass index									
	Q1	Q2		Q3		Q4		P value		
	Frequency(%) or mean±std									
Meal frequency	<2/day	51	(3.15)	50	(3.09)	39	(2.41)	49	(3.02)	0.74
	2-<3/day	487	(30.04)	466	(28.78)	467	(28.81)	458	(28.27)	
	3/day	1083	(66.81)	1103	(68.13)	1115	(68.78)	1113	(68.70)	
Snack frequency	≤1/day	1230	(75.97)	1160	(71.69)	1213	(74.88)	1199	(74.06)	0.15
	2/day	296	(18.28)	336	(20.77)	299	(18.46)	313	(19.33)	
	≥3/day	93	(5.74)	122	(7.54)	108	(6.67)	107	(6.61)	
Eating frequency	≤3/day	417	(25.76)	388	(23.98)	388	(24.14)	379	(23.41)	0.12
	4/day	910	(56.21)	875	(54.08)	918	(56.67)	920	(56.83)	
	≥5/day	292	(18.04)	355	(21.94)	311	(19.20)	320	(19.77)	
Nutrient intake energy(kcal/day)	1997.78	823.78	1813.33	805.81	1839.66	824.18	1691.57	711.54	<0.001	
Water intake(g/day)	1004.15	729.89	895.02	596.89	904.09	640.11	815.90	543.44	<0.001	
Protein intake(g/day)	71.34	35.19	64.71	36.01	64.98	35.61	59.52	32.34	<0.001	
Fat intake(g/day)	40.14	29.97	35.00	28.37	34.96	29.08	30.55	23.70	<0.001	
Carbohydrate intake(g/day)	317.39	122.38	297.76	122.52	303.98	123.42	287.46	113.40	<0.001	
Fiber intake(g/day)	7.66	5.03	7.22	4.81	7.36	5.14	7.32	5.58	0.10	
Ash intake(g/day)	21.00	10.94	18.98	10.11	19.31	10.84	17.67	9.96	<0.001	
Calcium intake(mg/day)	515.46	313.40	475.70	434.75	466.38	336.62	440.48	297.89	<0.001	
Phosphorus intake(mg/day)	1191.17	504.93	1097.42	512.18	1106.60	510.07	1029.51	475.37	<0.001	

Ferritin intake(mg/day)	14.56	9.18	13.55	9.21	14.03	11.17	12.93	9.38	<0.001
Sodium intake(mg/day)	5292.96	3248.78	4698.97	2888.15	4765.55	3012.44	4320.32	2761.84	<0.001
Potassium intake(mg/day)	3148.23	1492.79	2914.94	1496.31	2964.05	1559.84	2772.42	1478.28	<0.001
Vitamin A intake(μ gRE/day)	853.71	989.24	790.49	876.32	783.41	785.53	742.28	921.42	0.01
Carotene intake(μ g/day)	4418.17	5205.14	4087.44	4560.77	4144.51	4425.21	3910.34	4647.18	0.02
Retinol intake(μ g/day)	110.21	386.55	103.79	369.42	81.21	159.01	83.99	368.61	0.03
Thiamine intake(mg/day)	1.34	0.78	1.23	0.78	1.25	0.76	1.13	0.67	<0.001
Riboflavin intake(mg/day)	1.22	0.71	1.11	0.73	1.12	0.71	1.03	0.68	<0.001
Niacin intake(mg/day)	16.80	9.26	15.15	8.90	15.38	8.90	13.75	7.84	<0.001
Vitamin C intake(mg/day)	107.55	87.84	103.71	93.03	106.02	90.70	98.35	84.69	0.02

ANOVA was used for the analysis of continuous variables.

X²-test was used for the analysis of categorical variables.

제 4 절 식이 빈도와 근육량의 연관성

식이 빈도와 근육량의 연관성을 알아보기 위해 다중 로지스틱 회귀분석을 시행하였다(표4). 연령, 체질량지수, 1일 섭취한 에너지, 간식 빈도(독립변수가 식사 빈도인 경우) 또는 식사 빈도(독립 변수가 간식 빈도인 경우), 교육 수준, 음주 및 흡연여부, 신체활동, 식이 보충제 복용 여부, 고혈압 현재 유병 여부, 고지혈증 현재 유병 여부, 당뇨병 현재 유병 여부 및 여자의 경우 여성 호르몬 치료 여부에 대한 변수를 단계별로 보정하여 식사 빈도, 간식 빈도, 식사와 간식을 합한 빈도와 사지 근육량(appendicular lean mass index, kg/m^2)의 연관성에 대하여 분석하였다. 남자에서는 식이 빈도가 증가할수록 사지 근육량이 평균 이상인 경우가 증가하는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하진 않았다. 반면 여자에서는 하루 2회 미만 식사하는 것에 비하여 3회 식사하는 경우 사지 근육량이 평균 이상일 odds ratio가 1.17로 측정되었다(CI 1.01-1.37). 또한 여자에서 식사와 간식을 합한 빈도수가 하루 3회 이하일 때에 비하여 4회, 5회 이상인 경우 사지 근육량이 평균 이상일 odds ratio가 각각 1.33(CI 1.08-1.63), 1.21(CI 1.02-1.43)로 나타났다.

Table 5. The associations between meal frequency, snack frequency, eating frequency and appendicular lean mass

Variables		Appendicular lean mass index(kg/m ²)					
		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		aOR*	CI [†] (95%)	aOR*	CI [†] (95%)	aOR*	CI [†] (95%)
Men	Meal frequency						
	<2/day	1.00	-	1.00	-	1.00	-
	2-<3/day	1.00	0.58 - 1.73	1.01	0.58 - 1.76	1.05	0.60 - 1.82
	3/day	1.02	0.85 - 1.24	1.02	0.85 - 1.24	1.01	0.83 - 1.22
	Snack frequency						
	≤1/day	1.00		1.00	-	1.00	
	2/day	1.07	0.73 - 1.58	1.08	0.73 - 1.59	1.13	0.75 - 1.69
	≥3/day	1.01	0.66 - 1.56	1.01	0.66 - 1.56	1.02	0.65 - 1.59
	Eating frequency						
≤3/day	1.00		1.00		1.00		
4/day	1.12	0.86 - 1.46	1.13	0.86 - 1.48	1.16	0.88 - 1.53	
≥5/day	1.10	0.87 - 1.38	1.10	0.87 - 1.39	1.14	0.90 - 1.44	
Women	Meal frequency						
	<2/day	1.00		1.00		1.00	
	2-<3/day	1.18	0.82 - 1.71	1.21	0.83 - 1.76	1.23	0.83 - 1.81
	3/day	1.16	1.00 - 1.34	1.17	1.01 - 1.36	1.17	1.01 - 1.37
Snack frequency							
≤1/day	1.00		1.00		1.00		

2/day	1.28	1.01 - 1.63	1.31	1.02 - 1.67	1.26	0.97 - 1.62
≥3/day	1.13	0.87 - 1.47	1.15	0.88 - 1.51	1.10	0.83 - 1.44
Eating frequency						
≤3/day	1.00	-	1.00	-	1.00	-
4/day	1.30	1.08 - 1.58	1.32	1.09 - 1.61	1.33	1.08 - 1.63
≥5/day	1.21	1.03 - 1.42	1.21	1.03 - 1.43	1.21	1.02 - 1.43

*: adjusted odds ratio, † : confidence interval

Appendicular lean mass was defined as the appendicular lean soft tissue(kg)/height squared(m²).

Dependent variable was grouped into below the mean of the appendicular lean mass index and above the mean of the appendicular lean mass index according to sex.

Odds ratio was calculated from multiple logistic regression.

^a adjusted variables; age, body mass index.

^b adjusted variables; age, body mass index, nutrient intake energy, meal frequency(if independent variable was snack frequency) or snack frequency(if independent variable was meal frequency).

^c adjusted variables; age, body mass index, nutrient intake energy, meal frequency(if independent variable was snack frequency) or snack frequency(if independent variable was meal frequency), education, alcohol use, smoking, physical activity(MET-minute/week), supplement intake, hypertension, hyperlipidemia, diabetes mellitus, hormone replacement treatment(in women).

제 5 절 식이 영양 성분과 근육량의 연관성

식이 영양 성분과 근육량의 연관성을 보기 위하여 1일 체중당 섭취한 영양소의 양과 사지 근육량에 대하여 편상관분석을 시행하였다(표5). 연령, 체질량지수, 음주 및 흡연, 신체활동, 식이 보충제 복용 여부, 고혈압 현재 유병 여부, 고지혈증 현재 유병 여부, 당뇨병 현재 유병 여부, 여성에서는 호르몬 치료 여부에 대한 변수를 단계별로 보정하였다. 남자에서는 단백질, 지방, 탄수화물, 인, 비타민 B2(riboflavin), 나이아신의 섭취량과 사지 근육량 사이에 양의 상관관계가 있었고 통계적으로 유의하였다. 여자에서는 단백질, 탄수화물, 섬유질, 인, 칼륨, 비타민 B1(thiamine), 비타민 B2(riboflavin)와 사지 근육량 사이에 유의한 양의 상관관계를 보였다.

Table 6. Correlation of appendicular lean mass and nutrients

Variables	Men						Women					
	Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
	r	P value	r	P value	r	P value	r	P value	r	P value	r	P value
Protein(g/kg/day)	0.025	0.21	0.064	<0.001	0.069	<0.001	0.005	0.76	0.044	0.006	0.048	0.003
Fat(g/kg/day)	0.015	0.45	0.042	0.03	0.046	0.02	-0.004	0.82	0.020	0.21	0.023	0.15
Carbohydrate(g/kg/day)	0.026	0.18	0.059	0.00	0.054	0.01	0.017	0.30	0.084	<0.001	0.083	<0.001
Fiber(g/kg/day)	0.014	0.48	0.024	0.21	0.023	0.24	0.030	0.06	0.046	0.004	0.047	0.004
Ash(g/kg/day)	0.015	0.45	0.035	0.07	0.033	0.09	-0.006	0.70	0.017	0.30	0.021	0.19
Calcium(mg/kg/day)	-0.005	0.80	0.005	0.80	0.007	0.72	-0.013	0.42	-0.001	0.94	-0.001	0.93
Phosphorus(mg/kg/day)	0.030	0.12	0.074	<0.001	0.078	<0.001	0.007	0.66	0.051	0.001	0.052	0.001
Ferritin(mg/kg/day)	0.009	0.63	0.020	0.31	0.018	0.35	0.001	0.93	0.018	0.25	0.021	0.20
Sodium(mg/kg/day)	-0.006	0.77	0.005	0.79	0.003	0.87	-0.005	0.75	0.010	0.52	0.012	0.45
Potassium(mg/kg/day)	0.013	0.50	0.035	0.08	0.037	0.06	0.004	0.78	0.032	0.05	0.035	0.03
Vitamin A(μgRE/kg/day)	0.011	0.56	0.019	0.33	0.016	0.41	-0.009	0.57	0.002	0.93	0.005	0.77
Carotein(μg/kg/day)	0.001	0.95	0.007	0.70	0.004	0.82	-0.003	0.84	0.006	0.69	0.010	0.55
Retinol(μg/kg/day)	0.019	0.33	0.023	0.24	0.022	0.26	-0.030	0.06	-0.023	0.15	-0.022	0.18
Thiamine(mg/kg/day)	0.005	0.78	0.023	0.24	0.026	0.18	0.009	0.57	0.034	0.03	0.035	0.03
Riboflavin(mg/kg/day)	0.026	0.18	0.050	0.01	0.052	0.01	0.007	0.68	0.029	0.08	0.034	0.04
Niacin(mg/kg/day)	0.015	0.45	0.044	0.03	0.051	0.01	-0.010	0.53	0.017	0.30	0.020	0.22
Vitamin C(mg/kg/day)	0.010	0.62	0.018	0.37	0.020	0.32	-0.006	0.72	0.006	0.71	0.008	0.63

Correlation coefficients(r) were obtained from the spearman partial correlation analysis.

^a adjusted variables; age, body mass index.

^b adjusted variables; age, body mass index, nutrient intake energy.

^cadjusted variables; age, body mass index, nutrient intake energy, education, alcohol use, smoking, physical activity(MET-minute/week), supplement intake, hypertension, hyperlipidemia, diabetes mellitus, hormone replacement treatment(in women).

제 4 장 고찰

노화가 진행되면서 근육의 질과 양은 감소하고 근육 내 지방 및 결합 조직은 증가한다⁷. 근육감소증(sarcopenia)은 주로 골격근의 위축과 감소에 의하여 일어나는데 특히 typeII 근섬유의 감소가 크다²⁹. 연령 증가와 관련한 근육 감소는 근육의 단백질 합성과 분해의 불균형에 의해 유발된다²⁹. 우리의 연구에서는 연령이 높은 군에서 사지 근육량(appendicular lean mass index, kg/m²) 평균이 높게 나타났다. 또한 섬유 조직은 DXA 검사에서 체지방 조직으로 측정이 된다. 연령에 따른 근육량의 변화를 측정하여 비교한 연구에서 24시간 소변의 크레아티닌 배설은 연령이 증가할수록 감소한 반면, DXA 검사에서는 연령 증가에 따라 근육량 감소가 유의하지 않았다²⁷. DXA 검사가 연령의 증가와 관련한 근육량 변화를 반영하는데 제한적임을 제시하고 있다²⁷. 하지만 대부분의 연구는 연령이 증가할수록 근육량은 낮다고 보고하고 있다. 우리의 결과에 영향을 끼칠 수 있는 요인에 대하여 추후 분석이 필요할 것으로 생각한다.

우리나라 성인 만 18-89세 1,275명을 대상으로 시행한 단면 연구에서 체지방량지수(fat free mass index)가 남자는 16.3-22.3, 여자는 13.3-17.8이었고 체지방량, 체질량지수가 높을수록 체지방량(fat free

mass)도 높았다³⁰. 우리 연구에서 성별에 따른 근육량(lean mass index)을 비교하였을 때 여자의 근육량(lean mass index) 평균 값이 $16.4\text{kg}/\text{m}^2$ 이고 남자는 $14\text{kg}/\text{m}^2$ 로 여자에서 더 높았다. 근육량 감소는 20세에서 60세 사이에 약 40%정도 감소한다. 그리고 활동량이 적은 사람에서 더 감소하고, 남자가 여자에 비하여 2배 정도 감소가 크다⁵. 우리의 연구에서는 여자의 평균 근육량이 남자에 비하여 높았는데, 이는 여자와 남자의 평균 연령은 차이가 없었으나 50세 이상을 차지한 비율이 남성이 더 많았던 점을 고려해 볼 수 있다. 테스토스테론, 에스트로겐, 성장 호르몬의 감소가 근육의 동화 작용을 저하시켜 근육감소증이 일어날 수 있는데⁷ 우리의 연구에서는 이러한 요인들에 대한 영향은 파악하지 못하였다.

본 연구에서 사지 근육량의 4분위 그룹 간에 International Physical Activity Questionnaire로 계산된 MET-minute/week의 평균치를 비교하였고, 오히려 상위 4분위로 갈수록 신체 활동량이 적게 나타났다. 하지만 신체활동 영역별로 살펴보면 운동을 하는 군에서 남자에서는 격렬한 신체활동, 중등도 신체활동, 근력 운동을 주5회 이상 시행한 경우 주 1-2회 한 경우보다 근육량(lean mass index) 평균치가 유의하게 높았다. 여자에서는 중등도 신체활동의 경우에만 주 1-2회 보다 주 5회 이상 운동을 시행한 경우 유의하게 근육량 평균치가 높았다. 운동을 통한 근육의 수축 작용은 근육의 단백질 합성을 자극하여 근육 비대를 촉진한다⁷.

근력 운동은 근육을 증가시키는 것 뿐만 아니라 유산소 운동 기능 및 일상 생활 기능을 향상시킨다⁷. 나이가 들어감에 따라 정기적으로 운동을 하는 것이 필요한데 유산소 운동과 근력 운동을 합하여 주 3-5회, 한번에 적어도 30-45분 시행하는 것이 권장되고, 이때 근육감소증을 예방하기 위하여 근력 운동은 적어도 반을 차지하도록 한다⁷.

식사 빈도는 사회적, 문화적 요인 뿐만 아니라 자신의 건강 상태에 대한 인식에 의해 영향을 받는다³¹. 1987-1988년 동안 미국 성인을 대상으로 시행한 국민 식이 섭취 조사 자료에 따르면 3,182명의 성인이 평균 3.47회의 식사를 하는 것으로 나타났다³¹. 이러한 식이 습관은 산업화된 현대 사회에서 아침, 점심, 저녁 식사를 합하여 하루 세끼 식사를 하는 것을 반영한다³¹. 본 연구에서도 남녀별로 식사 빈도수가 하루 3회인 군이 각각 1,841명(70.48%), 2,573명(66.50%)으로 가장 많은 부분을 차지하였다. 식사 빈도와 신체 구성의 관계에 대한 연구는 매우 제한적이다³¹. 대부분 식사와 체지방의 관계에 대한 연구가 많았고 식사 빈도수가 많은 경우 체지방이 낮게 나타났다³¹. 식사 빈도와 근육량에 관한 연구에서 비만한 대상자에게 단백질 섭취는 일정하게 유지하고 저칼로리 식사를 하루 1회 또는 하루 5회 식사를 하게 하였을 때, 식사 빈도가 높은 군이 단백질 손실이 더 적게 나타났고 체지방(lean mass)을 유지하는데 더 유리하다는 결과가 나왔다¹⁹. 본 연구에서도 간식 빈도와 근육량 사이에 유의한 결과가 나오지 않았으나, 여자의 경우 식사 및 총 식이

섭취 빈도가 증가하였을 때 사지 근육량이 평균 이상일 odds ratio가 증가함을 알 수 있었다.

단백질 섭취와 근육량의 관계에 대한 한 연구에서, 하루 총 영양소 중 단백질이 10%로 구성된 군에 비하여 15%로 구성된 군에서 단백질 손실이 더 적게 나타났다¹⁹. 골격근의 단백질 대사의 균형을 최적화하기 위하여 매 식사마다 단백질의 합성을 최대화할 필요가 있다. 이에 식사마다 적절한 양(16%/meal)의 단백질 섭취를 일정하게 유지하는 것이 골격근량을 유지하는데 도움이 된다¹⁹. 단백질 섭취를 하는 시기도 중요하지만 아직까지는 정해진 바가 없다. 젊은 사람과 노인에서 아미노산 30g을 섭취하는 경우 단백질 합성이 50%까지 증가하고 필수 아미노산 보충제를 복용하였을 때 체지방량 및 근육 단백질 합성이 증가하였다. 류신함량이 높은 음식에는 콩, 땅콩, 소고기, 연어 등이 있다⁷.

식이 영양성분과 근육량의 연관성에 대한 코호트 연구에서 2.6년 기간 동안 50-79세의 740명의 노인을 관찰하였고, 섭취한 에너지를 보정한 상태에서 철, 마그네슘, 아연, 인 성분이 사지의 근육량(appendicular lean mass)과 양의 상관관계를 보여주었다²⁵. 항산화제는 산화스트레스에 의한 골격근의 이화 작용을 감소시키는 역할을 할 수 있는데 셀레늄, 베타카로틴, 비타민C가 악력의 증가와 관련이 있다는 연구 결과가 있다³². 근육내 단백질 합성 반응은 아미노산과 함께 탄수화물을 복용하는 경우 증가된다는 결과가 있는데¹⁵. 이는 탄수화물이 인슐린 분비를 자극하

여 단백질 합성을 증가시키는 것과 관련이 있다¹⁵. 탄수화물을 적게 섭취하는 경우 글루카곤의 분비가 증가되고, 당을 생성하는 과정에서 에너지가 소모되고, 단백질 분해가 증가된다³³. 비타민 A, C, E 등의 항산화 물질을 충분히 섭취하는 경우, 근육의 산화 스트레스 및 세포 손상을 나타내는 물질이 더 적게 나타남을 보여준 결과가 있다³⁴. 본 연구에서는 남녀별로 차이가 있었지만, 공통적으로 단백질, 탄수화물, 비타민 B2(riboflavin)의 섭취량과 사지 근육량 사이에 양의 상관관계가 있었다.

본 연구는 우리나라 국민을 모집단으로 표본 추출하여 조사한 국민건강영양조사 자료를 활용함으로써 선택 편견이 적었고, 총 6,481명의 대상자가 포함된 대규모 연구라는 장점이 있다. 반면 국민건강영양조사 자료를 이용하여 시행된 단면 연구이기 때문에 독립변수와 결과변수 사이에 원인 결과를 규명하기에 제한점이 있다. 그리고 식이 섭취 빈도 및 식이 영양 성분은 면접 조사로 이루어졌기 때문에 면담자 편견(interviewer bias) 및 회상 편견(recall bias)이 있을 수 있다.

식이 빈도와 근육량의 연관성에 대한 국내 및 국외 연구가 부족한 실정인데 이번 연구를 통하여 우리나라 인구 집단의 식이 습관과 근육량의 연관성을 알아 볼 수 있었던 것이 의미가 있었다고 생각한다. 추후 연구 방법에 대한 보완과, 관련 요인들에 대한 정리가 더 필요할 것으로 여겨진다. 근육량은 건강 유지에 중요한 부분으로서 이를 조절하기 위한 올바른 식이 습관이 무엇인지 제시해 줄 연구 결과들이 앞으로 많이 이루어

어지길 기대해 본다.

참 고 문 헌

1. Evans WJ, Campbell WW. Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *J Nutr* 1993;123:465.
2. Koopman R. Dietary protein and exercise training in ageing. *Proceedings of the Nutrition Society* 2011;70:104-13.
3. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003;95:1717-27.
4. Gargallo Fernandez Manuel M, Breton Lesmes I, Basulto Marset J, Quiles Izquierdo J, Formiguera Sala X, Salas-Salvado J. Evidence-based nutritional recommendations for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults (FESNAD-SEEDO consensus document). The role of diet in obesity treatment (III/III). *Nutricion hospitalaria : organo oficial de la Sociedad Espanola de Nutricion Parenteral y Enteral* 2012;27:833-64.
5. Waters D, Baumgartner R, Garry P, Vellas B. Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update. *Clinical*

interventions in aging 2010;5:259.

6. Kim T, Yang S, Yoo H, et al. Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: the Korean sarcopenic obesity study. *International Journal of Obesity* 2009;33:885-92.

7. Visvanathan R, Chapman I. Preventing sarcopaenia in older people. *Maturitas* 2010;66:383-8.

8. Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *The American journal of clinical nutrition* 2008;87:150-5.

9. Scott D, Blizzard L, Fell J, Jones G. The epidemiology of sarcopenia in community living older adults: what role does lifestyle play? *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle* 2011;2:125-34.

10. Lim S, Kim JH, Yoon JW, et al. Sarcopenic obesity: prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA). *Diabetes care* 2010;33:1652.

11. Atlantis E, Martin SA, Haren MT, Taylor AW, Wittert GA. Inverse associations between muscle mass, strength, and the

metabolic syndrome. *Metabolism, clinical and experimental* 2009;58:1013-22.

12. Gaffney-Stomberg E, Insogna KL, Rodriguez NR, Kerstetter JE. Increasing dietary protein requirements in elderly people for optimal muscle and bone health. *Journal of the American Geriatrics Society* 2009;57:1073-9.

13. Bunout D, de la Maza MP, Barrera G, Leiva L, Hirsch S. Association between sarcopenia and mortality in healthy older people. *Australasian Journal on Ageing*.

14. Ferreira I, Snijder MB, Twisk JW, et al. Central fat mass versus peripheral fat and lean mass: opposite (adverse versus favorable) associations with arterial stiffness? The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2004;89:2632-9.

15. Tipton K, Ferrando A. Improving muscle mass: response of muscle metabolism to exercise, nutrition and anabolic agents. *Essays in biochemistry* 2008;44:85-98.

16. Walrand S, Short KR, Bigelow ML, Sweatt AJ, Hutson SM, Nair

KS. Functional impact of high protein intake on healthy elderly people. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism 2008;295:E921-E8.

17. Iwao S, Mori K, Sato Y. Effects of meal frequency on body composition during weight control in boxers. Scandinavian journal of medicine & science in sports 1996;6:265-72.

18. Cameron JD, Cyr MJ, Doucet E. Increased meal frequency does not promote greater weight loss in subjects who were prescribed an 8-week equi-energetic energy-restricted diet. The British journal of nutrition 2010;103:1098-101.

19. Garrow J, Durrant M, Blaza S, Wilkins D, Royston P, Sunkin S. The effect of meal frequency and protein concentration on the composition of the weight lost by obese subjects. The British journal of nutrition 1981;45:5-15.

20. IRWIN MI, FEELEY RM. Frequency and size of meals and serum lipids, nitrogen and mineral retention, fat digestibility, and urinary thiamine and riboflavin in young women. The American journal of clinical nutrition 1967;20:816-24.

21. Loenneke JP, Balapur A, Thrower AD, Syler G, Timlin M, Pujol TJ. Short report: Relationship between quality protein, lean mass and bone health. *Annals of nutrition & metabolism* 2010;57:219-20.
22. Gordon M, Bopp M, Easter L, et al. Effects of dietary protein on the composition of weight loss in post-menopausal women. *The Journal of Nutrition, Health & Aging* 2008;12:505.
23. Solerte SB, Gazzaruso C, Bonacasa R, et al. Nutritional supplements with oral amino acid mixtures increases whole-body lean mass and insulin sensitivity in elderly subjects with sarcopenia. *The American journal of cardiology* 2008;101:69E-77E.
24. Gweon HS, Sung HJ, Lee DH. Short-term protein intake increases fractional synthesis rate of muscle protein in the elderly: meta-analysis. *Nutrition research and practice* 2010;4:375.
25. Scott D, Blizzard L, Fell J, Giles G, Jones G. Associations between dietary nutrient intake and muscle mass and strength in community-dwelling older adults: the Tasmanian Older Adult Cohort Study. *Journal of the American Geriatrics Society* 2010;58:2129-34.
26. Kim J, Wang ZM, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher

D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *The American journal of clinical nutrition* 2002;76:378-83.

27. Proctor DN, O'Brien PC, Atkinson EJ, Nair KS. Comparison of techniques to estimate total body skeletal muscle mass in people of different age groups. *The American journal of physiology* 1999;277:E489-95.

28. Kim TN, Park MS, Lim KI, et al. Skeletal muscle mass to visceral fat area ratio is associated with metabolic syndrome and arterial stiffness: The Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *Diabetes research and clinical practice* 2011.

29. Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *Journal of Nutrition, Health and Aging* 2009;13:717-23.

30. Kim CH, Chung S, Kim H, et al. Norm references of fat-free mass index and fat mass index and subtypes of obesity based on the combined FFMI-% BF indices in the Korean adults aged 18-89 yr. *Obesity Research & Clinical Practice* 2011.

31. La Bounty PM, Campbell BI, Wilson J, et al. *International*

Society of Sports Nutrition position stand: meal frequency. Journal of the International Society of Sports Nutrition 2011;8:4.

32. Robinson SM, Jameson KA, Batelaan SF, et al. Diet and Its Relationship with Grip Strength in Community-Dwelling Older Men and Women: The Hertfordshire Cohort Study. Journal of the American Geriatrics Society 2008;56:84-90.

33. Antonio J, Manninen AH. Eating to improve body composition. Essentials of Sports Nutrition and Supplements 2008:605-19.

34. Gravina L, Ruiz F, Diaz E, et al. Influence of nutrient intake on antioxidant capacity, muscle damage and white blood cell count in female soccer players. Journal of the International Society of Sports Nutrition 2012;9:1-11.

Abstract

Associations between eating frequency and dietary nutrients and muscle mass (Korean National Health and Nutrition Survey 2008-2009)

Yeong Ju, Kim

Dept. of Public Health, epidemiology of chronic disease

The Graduate School

Seoul National University

Background

Aging is one of the important factors that accelerates the loss of skeletal muscle mass which causes decreasing physical performance

and independency. Factors associated with muscle mass include testosterone, estrogen, IGF-1, growth hormone, physical activity, nutrition, chronic diseases, the nervous system, etc. Eating frequency and dietary nutrients are considered part of nutrition. When eating frequency increases, muscle breakdown decreases. An appropriate amount of antioxidants and protein intake also helps muscle anabolism.

Objectives

There have been only a few studies with small populations on the association between eating frequency and muscle mass. Additionally, only protein has mainly been studied as a dietary nutrient influencing muscle mass. The aim of this study was to analyze the associations between ‘ eating frequency and muscle mass’ and ‘ dietary nutrient factors and muscle mass’ .

Methods

We used data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey (2008–2009). The study subjects were over 20

years of age. This study excluded those who did not have data that included dual energy X-ray absorptiometry, nutrient behaviors, nutrient intake, height, weight and body mass index. Cancer patients and pregnant women were excluded. A total of 6,481 subjects were included. Independent factors were meal frequency (<2/day, 2-<3/day, 3/day), snack frequency (≤ 1 /day, 2/day, ≥ 3 /day), eating frequency which was sum of the meal frequency and snack frequency (≤ 3 /day, 4/day, ≥ 5 /day) and daily nutrient intake per weight. The dependent factor was the appendicular lean mass index (appendicular lean mass/height², kg/m²). The appendicular lean mass index was classified into two groups: one under the mean and over the mean according to sex. T-test, χ^2 -test and analysis of variance were used to analyze the differences in the variables between groups. Age, body mass index, nutrient intake energy, education, alcohol use, smoking, physical activity, supplement intake, hypertension, dyslipidemia and diabetes mellitus and hormone replacement treatment (in women) were accounted for as confounding factors. Multiple logistic regression or partial correlation was used to analyze the associations between the independent factors and dependent factors after adjusting for covariates. A P value under 0.05 was

considered statistically significant. SPSS 13.0 was used for the statistical analysis.

Results

There were 2,612 male and 3,869 female subjects in this study. The mean age was 49 years old. Education, alcohol use, smoking, physical activity, supplement intake, hormone replacement treatment, hypertension, dyslipidemia and diabetes mellitus were different based on the appendicular lean mass index groups. Multiple logistic regression analysis after adjusting for confounding factors showed there was no association between meal frequency, snack frequency and eating frequency and muscle mass in men. However, in women, the odds ratio for appendicular lean mass index over the mean was 1.17 (CI 1.01-1.37) in the high meal frequency group ($\geq 3/\text{day}$) compared with the low meal frequency group ($< 2/\text{day}$) and 1.33 (CI 1.08-1.63) and 1.21 (CI 1.02-1.43) in the eating frequency groups of 4/day and $\geq 5/\text{day}$, respectively. According to the partial correlation analysis, nutrients such as proteins, fats, carbohydrates, phosphorus, vitamin B2 and niacin had significant positive correlations with

appendicular lean mass in men. There was a significant positive correlation between nutrient intake that included proteins, carbohydrates, fibers, phosphorus, potassium, and vitamins B1 and B2 and appendicular lean mass in women.

Conclusion

There was no significant association between eating frequency and muscle mass in men. However, meal frequency and eating frequency were significantly associated with muscle mass in women. Proteins, carbohydrates and vitamin B2 had significantly positive correlations with muscle mass in men and women. These results could be explained by a mechanism in which frequent eating habits prevent muscles from breaking down and nutrients such as proteins and antioxidants help muscle anabolism.

keywords : meal frequency, snack frequency, eating frequency,

dietary nutrients, muscle mass, lean mass

Student Number : 2010-23818