근감소증 진단 지표의 효용성에 관한 연구

공성아¹⁾ · 성순창²⁾ · 김현수^{2)**}

1) 성균관대학교 2) 서울과학기술대학교

ABSTRACT

Sunga Kong · Soonchang Sung · Hyunsoo Kim. Efficacy in methods of sarcopenia diagnosis index. *KINESIOLOGY*, 2016, 18(4): 15-23. **[PURPOSE]** Sarcopenia is a term utilized to define the loss of muscle mass and strength that occurs with aging. Sarcopenia is believed to play a major role in the pathogenesis of frailty and functional impairment that occurs with old age. The aim of this study was to compared the prevalence of sarcopenia assessed using different diagnostic tools. **[METHODS]** This study included 131 women elderly subjects aged over 65 years. Body composition was measured by bioelectrical impedance. Physical fitness was evaluated with 8 tests (grip and leg strength, sit-and-reach, chair sit to stand, one leg stand with open eyes, timed up and go, 4- and 10 m walking speed). Sarcopenia was assessed by three methods (ASM/Ht², SMI%, and MAMC). ASM/Ht² was defined as ASM(appendicular skeletal mass) divided by body height in meters squared. SMI(skeletal muscle index)(%) was computed as (SMM/weight(kg) × 100), to determine relative sarcopenia, after calculation of SMM(skeletal muscle mass) as above from BI-derived ASM. MAMC(mid-arm muscle circumference) was calculated using the following standard formula (MAMC=mid-arm circumference-(3.14×triceps skinfold thickness). ASM/Ht² or SMI% were < 2 SD from the mean of the young reference group. **[RESULTS]** The prevalence of sarcopenia was 28(21.4%) by ASM (kg/Ht²) and 12(9.1%) by SMI(%). ASM/Ht² (r=.884) and SMI(%) (r=.443) showed the high correlation with skeletal muscle. Nevertheless SMI(%) was higher correlation between BMI, SMM(kg) and %BF than MAMC and ASM/Ht². **[CONCLUSION]** Our paper summarises currently available data defining sarcopenia cut-off point by ASM/Ht², SMI(%), Anthropometry(mid-arm, calf, thigh) and AWGS(asian working group for sarcopenia) algorithm for sarcopenia.

Key words : sarcopenia, elderly women, muscle function, skeletal muscle mass, physical function

주요어 : 근감소증, 여성 노인, 근기능, 골격근량, 신체 기능

서론

사회 경제적 발전과 의료기술의 발달로 평균수명이 증가하여 최근 노인 인구의 비율이 급격하게 늘고 있다. 이와 같이 평균 수명의 증가는 바람직한 현상이지만, 한편으로는 허약, 요실금, 전도, 그리고 치매와 같은 노인증후군도 많이 발생하고 있다(Hong et al., 2015).

노인의 일상생활과 관련이 깊은 최대유산소성 능력과 근력은 나이와 함께 저하하며(Taylor & Johnson, 2008), 뼈 손실과 함께 골무기질이 감소하고 근 기능이 떨어진다. 이러한 변화는 결국 자립능력과 삶의 질을 떨어뜨린다. 특히 노화에 따른 골격근량의 감소는 신체활동의 감소와 일상생활수행능력의 저하의 원인이 되며(Thompson et al, 2007), 사망을 초래 할 수

있어(Goodspaster et al., 2006), 노인의 골격근량이 일정 수준이하로 감소된 경우를 근감소증(sarcopeina)으로 정의하며, 그 예방을 위한 다양한 노력이 이루어지고 있다(Cruz-jentoft et al., 2010; Chen et al., 2014).

일반적으로 근감소증을 건강한 젊은 성인의 골격근량의 평균값의 표준편차 -2이하보다 저하된 경우로 정의하고 있지만(Baumgartner et al., 1998), 근감소증에 대한 정의나 기준은 아직 확정되어 있지 않다(Ryu et al., 2003; Kim et al., 2010; Marzetti et al., 2012; Chen et al., 2016). 최근, 근감소증을 골격근량의 감소(Baumgartner et al., 1998) 외에 근기능 저하가 동반된 경우로 정의하고 있다(Cruz-jentoft et al., 2010; Chen et al., 2014).

골격근량의 측정은 dual energy x-ray absorptiometry (DEXA)법, computed tomography (CT)법, magnetic

* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 지원으로 수행되었습니다

** 교신저자: hskim@seoultech.ac.kr

resonance imaging (MRI)법, 그리고 bio-electrical impedance analys(BIA)법으로 측정된 후 사지골격근량을 신장의 제곱으로 나누거나(Baumgartner et al., 1998), 체중으로 나누어 100을 곱한 값(Jassen & Ross, 2005)으로 평가하고 있다. 그밖에 상완둘레(Landi et al., 2012)나 허벅지 및 종아리 둘레(Rolland et al., 2003; Berit et al., 2009; Marzetti et al., 2012) 등 인체 계측을 이용하는 방법도 있다. 근감소증의 유병률이 유럽은 13.5~24%(Baumgartner et al., 1998), 홍콩과 일본은 6~12%(Lee et al., 2007; Sanada et al., 2010), 한국은 4.1~11.6%였다(Kim et al., 2009; Lee et al., 2014). 이러한 차이는 연구에 따른 진단법 및 절단값(Cruz-jentoft et al., 2010; Chen et al., 2016)과 인종, 성별이 달랐기 때문이다. 특히 국내 여성 노인의 근감소증 연구의 제한점은 노인 세대에 비해 젊은 세대의 신장은 크고 근육량은 적어서, 신장 제곱으로 골격근량을 나눈 값이 국외 연구에 비해 낮게 발표되고 있는 것도 제한점으로 지적되고 있다(Kim et al., 2014).

근기능의 평가 기준은 유럽연합 근감소증 평가위원회(european working group on sarcopenia in older people: EWGSOP, 2010)에서 처음 제시하였으며, 이후 국제 근감소 평가위원회(international working group in sarcopenia: IWGS)와 아시아 근감소증 평가위원회(asian working group for sarcopenia; AWGS)에서 보행능력과 악력을 이용한 근감소 진단 알고리즘을 발표하였다(Sayer et al., 2007; Fielding et al., 2011; Landi et al., 2012; Lee et al., 2013; Chen et al., 2016). 즉, 4m 걷기 속도가 <0.8m/s(Laurentani et al., 2003), 또는 6m 걷기 속도가 <1.0m/s(Cesari et al., 2009) 보다 느리고, 악력이 <30kg(여성: <20kg, <18kg) 이하이면(Cruz-jentoft et al., 2010; Yuki et al., 2015) 근기능 저하로 진단하고 있다.

이러한 근기능 지표도 골격근량과 마찬가지로 인종 및 체격의 영향을 많이 받기 때문에 진단을 위한 절단값은 연구에 따라 차이를 보인다. 특히 동양인은 서양인에 비해 상대적으로 마른 체형이 많으며, 마른 동양인의 경우 비교적 적은 양의 근육 손실로 현저한 근력 저하가 일어날 수 있기 때문에(Ellis, 1990; Visser, et al., 1998; Yamada et al., 2007), 한국 고령자에게 적용 가능한 근감소증 진단 지표의 확립이 필요하다. 실제로 악력의 경우 백인의 악력이 아시아인

에 비해 남성은 25%, 여성은 27%나 높다(Chen et al., 2014). 그러나 아직까지 국내에서는 사지골격근량만을 기준으로 한 근감소 연구가 일부 진행된 바 있으며(Kim et al., 2010; Lee et al., 2014; Chen et al., 2015), 근기능 지표를 이용한 알고리즘을 적용한 연구가 없었다. 이 연구는 BIA법이나 인체계측 지표를 통한 근감소증 진단의 효용성을 확인하고, 근기능 알고리즘이 국내 여성 노인에게 적용 가능한지를 알아보기 위하여 BIA법을 이용하여 골격근량을 측정하였고, 상·하지의 둘레 및 피하지방두께, 근력 및 보행능력 등을 측정하여 근감소증 진단 지표로서의 유용성을 검토하였다.

연구방법

연구대상

대상자는 서울시 N구에 있는 시립노인복지관 2곳과 요양원 1곳을 이용하는 여성 노인 170명 중 근·골격계 이상으로 인해 체력측정이 불가능한 자를 제외한 131명의 자료만을 분석하였다. 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects (M±SD)

Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)	SMM (kg)	FFM (kg)	BF (%)
150.0 ±5.2*	53.7 ±7.8*	23.8 ±3.2	18.5 ±2.9	36.1 ±5.1	32.1 ±9.6*

BMI:body mass index, SMM: skeletal muscle mass, FFM:fat-free mass, %BF: percentage body fat

체격 및 체력 측정 및 방법

신장은 신장계의 세움대에 등을 댄 후 직립 자세에서, 체중과 신체구성 즉 체지방률과 골격근량(skeletal muscle mass; SMM)은 다주파수 임피던스기기(Inbody 230, Inbody Co, Korea)를 이용하여 측정하였다. 신체둘레는 상완의 중간 부위(Landi et al., 2012), 종아리는 가장 굵은 부위(Rolland et al., 2003)를 측정하였다. 피하지방두께는 상완과 허벅지의 중앙을 캘리퍼를 이용하여 계측하였다(Pollock & Jackson, 1984). 각 2회 측정하여

평균값으로 기록하였다. 체력은 Rehm-Gelin et al.(1997)의 방법으로 측정하였다. 악력은 좌우 평균값을 0.1kg 단위로 기록하였고, 하지 각근력은 Nicholas MMT를 사용하여 무릎 신전력(kg)으로 평가하였다. 유연성은 좌전굴로, 평형성은 눈뜨고 한발서기로, 하지 근기능은 30초 의자에 앉았다 일어서기로, 그리고 동적 평형성은 3m 반환점 돌아와 의자에 앉는데 걸린 시간을 측정하였다. 보행능력 검사는 4m와 10m 보행(sec)검사를 실시하였고, 모두 평상시 속도와 빠른 속도로 걷게 하였다.

근감소증 진단법

골격근량의 추정 방법 첫 번째는, BIA법으로 측정한 골격근량(appendicular skeletal mass: ASM)을 신장 제곱으로 나눈 값, 즉 ASM/Ht^2 을 구하였다. 두 번째는, 골격근량(ASM)을 체중으로 나눈 후 100을 곱하여 SMI%(percentage of skeletal muscle index, $SMM/Wt \times 100$)를 산출하였다(Janssen et al., 2002). 이 두 가지의 경우 근감소 절단값은 20~40대 평균의 표준편차 -2에 해당하는 7.64 kg/m^2 과 30%로 집단을 구분하였다. 그 외에 인체계측 지표 중 상완둘레와 상완두께를 이용한 MAMC(mid-arm muscle circumference) 지수를 이용하여 집단을 구분하였다. 이 지표는 선행연구에 제시된 19.2cm를 절단값으로 하였다(Landi et al., 2012).

마지막으로 골격근량과 더불어 근기능을 이용한 EWGSOP와 AWGS 진단 알고리즘과 절단값을 활용하였다(Lee et al., 2013). AWGS와 EWGSOP 알고리즘은 보행 능력과 근력 수준으로 평가하였다. 즉, 근기능이 정상이면서 골격근량이 정상이거나, 근기능이 저하가 되었더라도, 골격근량이 정상 수준이면 정상 집단으로, 근기능과 더불어 골격근량이 낮으면 근감소증으로 진단한다. 이 연구에서는 보행속도는 $<0.8\text{m/s}$ 이고, 악력은 $<18\text{kg}$ 를 근기능 저하로 정의하였다(Lee et al., 2013). 계산식은 <Table 2>와 같다.

Table 2. Diagnosis of sarcopenia

ASM	$ASM(kg)/Height^2(m^2)$
SMI%	$SMI\% = SMM(kg)/weight(kg) \times 100$
MAMC	$(mid\text{-}arm \text{ circumference} - 3.14) \times triceps \text{ thickness}$
ASM: appendicular skeletal muscle, SMI: skeletal muscle index, SMM: skeletal muscle mass, MAMC: mid-arm muscle circumference	

자료처리방법

본 연구의 모든 자료는 STATA(version 14.0) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 모든 변인은 평균과 표준편차로 제시하였다. 근감소증 진단 방법에 따른 집단 구분 후 집단 간의 체격과 체력의 차이를 분석하기 위해 독립 t-test와 one-way ANOVA로 분석하였고, 사후 분석은 scheffe로 하였다. 근감소증 관련 변인인 골격근량과 인체 계측지수 및 근기능은 Pearson's 상관 분석을 하였다. 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 제시하였다.

결과

근감소증은 ASM/Ht^2 과 SMI(%)로 추정된 경우 각각 41명(31.3%), 11명(8.4%)이었다<Table 3>. 두 방법 모두 집단사이에서 나이 차이는 없었으며, 체중($p=.001$, $p=.001$)과 BMI($p=.001$, $p=.002$), 골격근량($p=.001$, $p=.001$)은 두 가지 방법 모두 집단간 차이를 보였다. 그러나 신장을 제곱하여 나눈 ASM/Ht^2 에 따른 집단 구분에서는 신장과 체지방률(%)의 차이는 없었으나, 골격근량이 유의하게 낮았다($p=.001$). 체중을 고려한 SMI(%)법에 따른 집단 구분에서는 골격근량($p=.001$)과 체지방률($p=.001$)의 차이는 유의하였다. 그러나 체력 항목은 두 방법 모두 차이가 없었다.

체격 지표를 이용한 근감소 진단 항목과 체격 및 체력간의 상관 분석을 실시한 결과 ASM/Ht^2 과 SMI(%) 지수는 골격근량($r=.895$, $r=.478$)과 체지방률($r=-.291$, $r=-.904$)과 상관을 보였고, 특히 ASM/Ht^2 ($r=.895$)은 골격근량과 SMI(%)($r=-.904$)는 체지방률과 각각 매우 높은 상관을 보였다<Table 4>.

근기능을 평가하기 위해, 아시아 근감소증 평가 위원회(AWGS, 2016)의 알고리즘을 활용하였다. 근기능은 보행 속도($<0.8\text{m/s}$)와 악력($<18\text{kg}$)으로 평가하였고, 골격근량은 ASM/Ht^2 와 SMI(%)을 사용하였다. 집단간 체격과 체력을 비교한 결과는 <Table 5>와 같다. 근기능이 정상인 집단(G1)과 근 기능이 낮고, 근육량이 정상인 집단(G2)으로 세분화하였으며, 골격근량과 근기능이 모두 감소한 집단을 근감소 집단(G3)

으로 비교하였다. ASM/Ht^2 을 기준으로 한 근감소증 집단은 41명(31.3%)이었으나<Table 3>, 근기능을 추가 함으로서 13명(9.9%)으로 감소하였다<Table 5>. $SMI(\%)$ 을 기준으로 한 경우에도, 근감소 집단이 11명(8.3%)이었으나<Table 3>, 5명(3.8%)으로 줄었다<Table 5>. ASM/Ht^2 를 이용한 경우 근감소 집단(G3)에서 정상 집단(G1, G2)에 비해 체중과 BMI, 골격근량이 유의하게 낮았으나($p=.010$, $p=.003$, $p=.002$), 체지방률은 차이가 없었다. $SMI(\%)$ 를 이용한 경우 근감소 집단(G3)이 정상집단(G1, G2)에 비하여 BMI와 체지방률이 유의하게 높았다($p=.008$, $p=.011$). 두 방법 모두 체력에서 집단간 유의한 차이를 보였다($p>.05$).

논의

신장을 제공하여 사지골격근량에 신장을 제공하여 나눈 방법(ASM/Ht^2)은 41명(31.3%)이, 사지골격근량을 체중으로 나눈 후 100을 곱한 $SMI(\%)$ 방법은 11명(8.4%)이 근감소증으로 분류되었다. 타이완 사람을 대상으로 한 연구에서 ASM/Ht^2 는 7.8%, $SMI(\%)$ 는 16.6%가 근감소증으로 나타나(Lee et al. 2013), $SMI(\%)$ 적용시 더 높은 유병률을 보여, 이 연구와는 상반된 결과를 보였다. $SMI(\%)$ 지표를 이용할 경우 일본 노인 여성이 20.2%(Yuki et al., 2015), 국내 노인이 8.8%(Kim, et al., 2010)의 유병률을 보였다. 이와 같이 유병률에 차이를 보이는 것은 사용된 측정기기,

Table 3. Comparison between normal and sarcopenia groups by ASM/Ht^2 and $SMI(\%)$ (M $\pm$ SD)

Variable	Group	ASM/Ht^2			SMI (SMM/Weight $\times$ 100, %)		
		Normal (n=90)	Sarcopenia (n=41)	<i>p</i>	Normal (n=120)	Sarcopenia (n=11)	<i>p</i>
Age (years)		77.0 $\pm$ 7.2	78.0 $\pm$ 7.3	.496	77.2 $\pm$ 7.3	79.6 $\pm$ 5.8	.447
Height (cm)		150.2 $\pm$ 5.1	149.6 $\pm$ 5.4	.502	150.2 $\pm$ 5.2	147.0 $\pm$ 3.7	.180
Weight (kg)		56.4 $\pm$ 7.1	47.7 $\pm$ 5.8	.000***	53.4 $\pm$ 7.8	60.8 $\pm$ 2.5	.001*
BMI (kg/m ²)		25.0 $\pm$ 2.8	21.3 $\pm$ 2.6	.000***	23.7 $\pm$ 3.1	28.2 $\pm$ 2.1	.002*
SMM (kg)		19.6 $\pm$ 2.6	16.0 $\pm$ 15.5	.000***	18.5 $\pm$ 2.9	16.6 $\pm$ 0.5	.000***
%BF (%)		32.2 $\pm$ 9.6	31.9 $\pm$ 9.6	.862	31.5 $\pm$ 9.4	46.2 $\pm$ 1.5	.000***
Grip strength (kg)		21.5 $\pm$ 5.2	20.7 $\pm$ 5.3	.398	21.2 $\pm$ 5.2	21.5 $\pm$ 7.4	.901
Leg strength (kg)		15.7 $\pm$ 5.8	15.1 $\pm$ 6.6	.716	15.4 $\pm$ 6.0	18.0 $\pm$ 7.4	.479
Sit & reach (cm)		12.5 $\pm$ 8.2	11.3 $\pm$ 7.3	.456	12.1 $\pm$ 7.9	12.1 $\pm$ 9.3	.990
CSS (rep/30 sec)		16.2 $\pm$ 6.3	17.3 $\pm$ 11.0	.532	16.6 $\pm$ 8.1	13.8 $\pm$ 2.7	.080
One leg stand (sec)		18.5 $\pm$ 21.3	22.4 $\pm$ 23.4	.361	20.1 $\pm$ 22.1	11.6 $\pm$ 17.6	.404
TUG (sec)		8.5 $\pm$ 3.0	9.9 $\pm$ 8.3	.351	9.0 $\pm$ 5.4	8.8 $\pm$ 3.2	.952
10m walk (sec)		6.9 $\pm$ 2.0	7.8 $\pm$ 3.7	.141	7.15 $\pm$ 2.7	7.25 $\pm$ 1.3	.933

BMI: body mass index, SMM: skeletal muscle mass, CSS: chair sit to stand, TUG: timed up and go

* $p<.05$, ** $p<.01$

Table 4. Correlation between sarcopenia diagnostic criteria and functional fitness variables

Variable	Item	ASM/Ht^2	SMI (%) (SMM/Weight $\times$ 100)	MAMC	CC (cm)	TT (mm)
BMI (kg/m ²)		.527**	-.4964**	.017	-.110	-.098
SMM (kg)		.895**	.478**	.103	.055	.089
%BF (%)		-.291**	-.904**	-.106	-.119	-.244**
grip strength (kg)		.030	.121	.381**	.354**	.083
Sit and reach (cm)		.080	.115	.171	.201*	.140
CSS (rep/30 sec)		.049	.075	.052	.105	.149
One leg stand (sec)		.003	.039	.214*	.224*	.003
TUG (sec)		-.009	-.181	-.068	-.265**	-.211*
10m walk (sec)		-.092	-.153	-.103	-.239**	-.194*

BMI: body mass index, SMM: skeletal muscle mass, %BF: percentage body fat ASM: Appendicular skeletal muscle, CC: calf circumference; CSS: chair sit to stand, TUG: timed up and go; MAMC: mid-arm muscle circumference; ASM/Ht^2 was defined as ASM divided by body height in meters squared. $SMI(\%)$ was computed as (SMM/weight(kg) $\times$ 100), to determine relative sarcopenia, after calculation of SMM.

* $p<.05$, ** $p<.01$

Table 5. Comparison between in both body composition and physical fitness by ASM/Ht² and SMI(%) (M±SD)

Variable	Group	ASM/Ht ²			p	SMI (SSM/Wt × 100, %)			p
		Normal (G1) (n=96)	Normal (G2) (n=22)	Sarcopenia (G3) (n=13)		Normal (G1) (n=96)	Normal (G2) (n=30)	Sarcopenia (G3) (n=5)	
Age (years)		78.0±7.8	75.3±7.5	75.9±7.5	.214	78.0±7.8	75.1±7.6	78.0±6.1	.155
Height (cm)		150.1±5.3	149.9±4.7	149.8±5.2	.975	150.1±5.3	150.4±5.4	146.7±5.5	.334
Weight (kg)		53.4±8.0	57.5±6.4a	49.4±6.6b	.010*	53.4±8.0	53.4±7.2	60.1±6.7	.118
BMI (kg/m ²)		23.7±3.2a	25.6±3.1b	22.0±2.5a	.003**	23.7±3.2a	23.6±3.1a	28.3±2.3b	.008**
SMI (kg)		18.5±2.9a	19.6±2.7a	16.1±1.5b	.002**	18.5±2.9	18.5±3.0	17.2±1.9	.607
%BF (%)		31.8±9.5	33.2±9.5	32.0±10.9	.827	31.8±9.5a	30.8±9.3a	44.4±1.9b	.011*
Grip strength (kg)		23.7±3.5a	14.6±2.7b	14.1±2.3b	.000***	23.7±3.5a	14.3±2.7b	15.2±1.8b	.000***
Leg strength (kg)		18.1±5.4a	12.3±4.3b	10.6±5.4b	.000***	18.1±5.4a	11.8±4.6b	11.2±6.3b	.000***
Sit & reach (cm)		13.3±6.7a	8.2±10.6b	9.8±9.2ab	.014*	13.3±6.7a	7.8±9.7b	16.2±10.1a	.002**
CSS (rep/30sec)		17.8±8.4a	12.8±5.6b	12.3±4.8ab	.005**	17.8±8.4a	12.3±5.5b	14.7±1.7a	.005**
One leg stand (sec)		24.5±22.9a	5.9±11.5b	4.4±4.4b	.000***	24.5±22.9a	6.0±10.3b	2.3±1.6a	.000***
TUG (sec)		7.3±1.8a	10.9±3.7b	15.6±12.7c	.000***	7.3±1.8a	12.4±8.6b	13.5±5.8b	.000***
10m walk (sec)		6.3±1.4a	8.6±2.4b	11.0±5.2c	.000***	6.3±1.4a	9.5±4.1b	9.6±2.3b	.000***

a, b, c: Different letter indicate significant difference

BMI: body mass index, SMI: skeletal muscle mass, CSS: chair sit to stand, TUG: timed up and go

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

절단값, 그리고, 인종 차이에도 불구하고, 동일하게 젊은 연령층의 골격근량을 기준으로 사용하고 있는 것이 원인이었을 것으로 사료된다. 이 연구의 절단값은 7.64kg/m²로 Lee et al.(2013)의 5.44kg/m², Kim et al.(2010)의 5.27kg/m²보다 약간 높았고, SMI(%)로 할 경우 Lee et al.(2013)의 28%, Kim et al.(2012)의 25.1%보다 이 연구(30%)가 높아 선행연구에 비하여 ASM/Ht²와 SMI(%) 모두 약간 높았다(Kim et al., 2012; Lee et al., 2013).

사지골격근량을 신장의 제곱으로 나눈 ASM/Ht² 방법은 골격근량이 정상 집단에 비해 유의하게 낮았으나, 체중을 이용한 SMI(%) 방법은 근감소 집단의 골격근량 외에 체지방률이 유의하게 높았다. 이러한 결과는 체중을 보정하는 SMI(%) 집단 구분시 비만 근감소증의 예측이 가능하다고 보고한 연구결과와 일치하였다(Tyrovolas et al., 2016). 즉, 사지골격근량을 체중으로 나누는 계산식 SMI(%)의 경우 근육량이 적고 체중이 많은 대상자가 선별 될 수 있는 계산법이기 때문이다. 체중을 이용한 근감소 집단 구분의 경우 근감소 집단이 인슐린 저항성 지표가 높고, 대사증후군의 유병률이 64.4%나 높았다(Zamboni et al., 2008). 이것은 근감소와 더불어 체지방량의 증가가 상승 작용으로 대사 기능 장애의 위험을 높이기 때문이다(Jang, 2011). 여성의 경우 남성보다 체지방률이 높기

때문에 체지방량을 고려할 필요가 있다(Newman et al., 2003). 따라서 사지골격근량을 체중으로 나누어 계산하는 SMI(%) 지수가 노인 여성의 근감소 진단 방법으로 적절하다고 사료된다.

일부 선행연구는 DEXA법이나 BIA법외에 인체 계측을 활용한 근감소 진단법을 제시하였다(Rolland et al., 2003; Landi et al., 2012). 이 연구는 인체 측정값과 신체구성 및 체력과의 상관을 비교한 결과 허벅지 피하지방두께가 클수록 체지방량과 체지방률이 낮아, 역상관계를 보였다. 실제로 허벅지 근육량은 보행능력과 상관관계가 있고, 노인의 허벅지 근육량은 심혈관계 질환 및 사망률의 예측 인자로 활용될 수 있는 지표이다(Marzetti et al., 2012). 특히 허벅지 근육량은 현장에서 특별한 장비 없이도 간편하게 추정이 가능하며, 허벅지의 둘레와 두께 모두를 이용할 경우 추정도가 높아진다.

종아리 둘레는 신체구성변인과 상관은 낮았으나, 체력과는 상관관계가 높았다. 이 결과는 종아리 둘레가 작을수록 전도 위험이 높고, 신체적 기능 및 이동능력이 낮다는 선행 연구와 일치한다(Rolland et al., 2003). 보행능력 및 근력의 저하, 그리고 종아리 둘레가 절단값 이하이면 전도 발생 위험이 높으며, 종아리 둘레가 31cm 미만이면 전도 위험이 높다고 하였다(Landi et al., 2012). 상완의 둘레와 두께를 이용한

MAMC 지수는 유럽에서 근감소를 진단하는데 활용되었고, 절단값을 여성 노인의 경우 19.2cm로 제시하였다(Landi et al., 2012). 이 연구에서 MAMC 지수와 전신 근육량($r=.103$) 및 체지방량($r=-.106$)과는 낮은 상관을 보인 반면, 악력($r=.381$) 및 평형성($r=.214$)과는 높은 상관을 보였다. 그러나 일부 연구에서 사용하고 있는 인체 계측치를 통한 근감소 진단 방법은 인종이나 성별에 따른 체격 차이로 인해 국내 여성 노인의 체지방과 근육량의 상관성이 낮아 근감소 진단 방법으로 적용하기는 어려울 것으로 판단된다.

기존 근감소 진단 방법 중에서 SMI(%) 지표가 국내 여성 노인의 근육량과 체지방률을 고려한 근감소증 진단 지표로 활용 가능성이 높았다. 이에 근육량 뿐만 아니라 근기능이 노인의 신체적 능력과 삶의 질, 그리고 사망 위험과도 관련이 높기(Delmonico et al., 2007; Goodpaster et al., 2006), 이를 고려한 아시아 근감소 진단 알고리즘을 구분하였다(AWGS, Chen et al., 2016).

이 연구에서 근감소 진단 알고리즘에 의해 근육량과 근기능이 정상인 집단(G1)과 근육량은 정상이지만, 근 기능이 저하된 정상인 집단(G2), 근기능과 근육량이 모두 저하된 근감소 집단(G3)으로 구분하였다. 그 결과 ASM/Ht²을 적용한 경우 근감소 집단이 41명(31.3%)에서 13명(9.9%)으로, SMI(%)을 적용한 경우 11명(9.3%)에서 5명(3.8%)으로 감소하였다. 그 이유는 근육량은 낮지만, 근기능이 높은 여성 노인이 정상군에 포함되었기 때문이다. 정상 집단(G1, G2)과 근감소 집단(G3) 사이에 체격 및 체력 특성을 비교한 결과 근기능은 저하 하였으나, 근육량이 정상인 집단(G2)이 근감소 집단(G3) 보다 상·하지 근력과 유연성이 낮거나 비슷한 수준이었다. 이러한 결과는 G2집단이 G1보다 전도 위험율이 3.3% 더 높다고 한 Landi et al.(2012)의 연구 결과와도 일치하는 것으로, 근육량은 정상 범위에 있지만 근기능이 저하된 G2 집단의 경우 걷기 속도와 악력이 낮아 전도 위험이 높을 것으로 판단된다(Landi et al., 2012). 따라서 근육량은 정상이고 근기능이 저하된 경우에는 근감소 위험 집단으로 분류할 필요가 있으며, 따라서 이러한 집단을 대상으로 근감소 예방 프로그램을 적극적으로 도입해야 할 것이다.

결론

이 연구에서는 근감소증 집단 구분을 위해 BIA법으로 측정된 사지골격근량을 신장 또는 체중으로 나눈 값을 이용하였다. 그 결과 신장으로 나눈 ASM/Ht²에 비해 체중으로 나눈 SMI(%) 지수가 근육량 외에 체지방량을 반영한 집단 구분이 가능하였다. 상완둘레 및 두께, 종아리 둘레 및 허벅지 두께는 체력변인과 상관이 높았다. 또한 골격근 외 근기능을 이용한 집단 구분에서는 근감소 집단으로 분류된 수가 감소하였다. 그러나 이 연구는 대상자 수가 적었으며, 여성 노인에 국한된 연구였다. 따라서 추후 대규모 집단을 대상으로 한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., Garry, P. J. & Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology*, 147: 755-763.
- Berit, L., Heitmann, & Peder Frederiksen. (2009). Thigh circumference and risk of heart disease and premature death: prospective cohort study. *British Medical Journal*, 339: b3292.
- Cesari, M., Pahor, M., & Lauretani, F. (2009). Skeletal muscle and mortality results from the InCHIANTI study. *Journal of Gerontology America Biological Sciences Medicine Science*, 64: 377-384.
- Chen, L. K., Liu, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Bahyah, K. S., Chou, M. Y., Chen, L. Y., Hsu, P. S., Kairit, O., Lee, J., Lee, W. J., Lee, Y., Liang, C. K., Limpawattana, P., Lin, C. S., Peng, L. N., Satake, S., & Suzuki, T. (2014). Sarcopenia

- in Asia: consensus report of the asian working group for sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(2) 95-101.
- Chen, L. K., Lee, W. J., Peng, L. N., Liu, L. K., Arai, H., Akishita, M., & Asian Working Group for Sarcopenia. (2016). Recent advances in sarcopenia research in asia: 2016 update from the asian working group for sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(8): 77e1-767e7.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M., & Zamboni, M. (2010). European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(4): 412-423.
- Delmonico, M. J., Harris, T. B., Lee, J. S., Visser, M., Nevitt, M., Kritchevsky, S. B., Tylavsky, F. A., & Newman, A. B. (2007). Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55: 769-774.
- Ellis, K. J. (1990). Reference man and woman more fully characterized. variations on the basis of body size, age, sex, and race. *Biological Trace Element Research*, 26-27: 385-400.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., & Schwartz, A. V. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 61: 1059-1064.
- Hong, W., Cheng, Q., Zhu, X., Li, H., Zhang, S. Z., Du, Y., Tang, W., Xue, S., & Ye, Z. (2015). Prevalence of sarcopenia and its relationship with sites of fragility fractures in elderly chinese men and women. *PLOS one*, 10(19): e0138102.
- Jang, H. C. (2011). Recent Progression in Sarcopenia and Sarcopenic Obesity. *Journal of Korean Geriatrics Society*, 15(1): 1-7.
- Jassen, I., & Ross, R. (2005). Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. *Journal of Nutrition Health and Aging*, 9: 408-419.
- Kim, T. N., Yang, S. J., Yoo, H. J., Lim, K. I., Kang, H. J., & Song, W. (2009). Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: the Korean sarcopenic obesity study. *International Journal of Obesity*. (Lond) 33: 885-892.
- Kim, J. H., Hwang, B. Y., Hong, E. S., Ohn, J. H., Kim, C. H., Kim, H. W., Ahn, H. Y. Yoon, J. W., Kang, S. M., Park, Y. J., Jang, H. C., & Lim, S. (2010). Investigation of Sarcopenia and Its Association with Cardiometabolic Risk Factors in Elderly Subjects. *Journal of Korean Geriatric Society*, 14(3). 121-130.
- Kim, Y. P., Joh, J. Y., Kim, S., Hwang, H. S., & Shin, I. S. (2014). The application of different appendicular skeletal muscle cutoff points and research definitions associated with health-related quality of life in Korean older people: data from KNHANES 2008-2011. *BMC geriatrics*, 14(1): 144.
- Kim, Y. S., Lee, Y., Chung, Y. S. Lee, D. J., Joo, N. S., Hong, D., Song, Ge, Kim, H. J., Choi, Y. J., & 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. *Journal of Gerontology*

- America Biological Sciences Medicine Science*, 67: 1107-1113.
- Landi, F., Liperoti, R., Russo, A., Giovannini, S., Tosato, M., Capoluongo, E., Bernabei, R., & Onder, G. (2012). Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: results from the iLSIRENTE study. *Clinical Nutrition*, 31(5): 652-658.
- Lee, S. K., Lee, J. A., Kim, J. Y., Kim Y. Z., & Park, H. S. (2014). The risk factors of sarcopenia among korean elderly men: Based in 2009 Korean National Health and Nutrition Examination Srvey Data. *Korean Journal of Obesity*, 23(1): 23-31.
- Lee, J. S., Auyeung, T. W., Kwok, T., Lau, E. M., Leung, P. C., & Woo, J. (2007). Associated factors and health impact sarcopenia in oder chinese en and women: A cross-sectional study. *Gerontology*, 53: 404-410.
- Lee, W. J., Liu, L. K., Peng, L. N., Lin, M. H., & Chen, L. K. (2013). Comparisons of sarcopenia defined by IWGS and EWGSOP criteria among older people: results from the I-Lan longitudinal aging study. *Journal of the American medical directors association* 14(7): 528-535.
- Marzetti, E., Lees, H. A., Manini, T. M., Buford, T. W., Aranda, J. M., Calvani, R., Capuani, G., Marsiske, M., Lott, D. J., Vandenborne, K., Bernabei, R., Pahor, M., Leeuwenburgh, C., & Wohlgemuth, S. E. (2012). Skeletal muscle apoptotic signaling predicts thigh muscle volume and gait speed in community-dwelling older persons: an exploratory study. *PLoS One*, 7(2): 1-8.
- Newman, A. B., Kupelian, V., & Visser, M. (2003). Sarcopenia: Alternative definitions and associations with lower extrenity function. *Journal of American Geriatric Society*, 51: 1602-1609.
- Rehm-Gelin, S. L., Light, K. E., & Freund, J. E. (1997). Reliability of timed-functional movements for clinical assessment of a frail elderly population. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*, 15: 15-19.
- Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cournot, M., NourhashéF, Reynish, W., RivièD, Vellas, B., & Grandjean, H. (2003). Sarcopenia, calf circumference and physical function of elderly women: a cross-sectional study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(8): 1120-1124.
- Ryu, M., Jo, J., Lee, Y., Chung, Y. S., Kim, K. M., & Baek, W. C. (2003). Association of physical activity with sarcopenia and sarcopenic obesity in community-dwelling older adults: the Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Age and Ageing*, 42(6): 734-740.
- Sayer, A. A., Syddall, H. E., Dennison, E. M., Martin, H. J., Phillips, D. I. W., Cooper, C., & Byrne, C. D. (2007). Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the hertfordshire Cohort Study. *Quarterly Journal of Medicine*, 100: 707-713.
- Sanada, K., Miyachi, M., Tanimoto, M., Yamamoto, K., Murakami, H., Okumura, S., Gando, Y., Suzuki, K., Tabata, I. & Higuchi, M. (2010). A cross-sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: reference values and association with cardiovascular risk factors. *European Journal of Applied Physiology*, 110: 57-65.
- Thompson, D. D.(2007). Aging and sarcopeina, *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 7(4): 344-345.
- Tyrovolas, S., Koyanagi, A., Olaya, B., Ayuso-Mateos, J. L., Miret, M., Chatterji, S., Tobiasz-Adamczyk, B., Koskinen, S., Leonardi, M., & Haro, J. M. J. (2016). Factors associated with skeletal muscle mass, sarcopenia, and sarcopenic obesity in

- older adults: a multi-continent study. *Cachexia Sarcopenia Muscle*, 7(3): 312-321.
- Visser, M., Langlois, J., Guralnik, J. M., Cauley, J. A., Kronmal, R. A., & Robbins, J. (1998). High body fatness, but not low fat free mass, predicts disability in older men and women: the Cardiovascular Health Study. *American Society for Clinical Nutrition*, 68: 584-590.
- Yamada, Y., Kimura, M., Nakamura, E., Masuo, Y., & Oda, S. (2007). Limb muscle mass decrease with aging in Japanese men and women aged 15-97yr. *Journal of Physical Fitness Sports Medicine*, 56: 461-471.
- Yuki, A., Ando, F., Otsuka, Rei., Matsui, Y., Harada, A., & Shimokata, H. (2015). Epidemiology of sarcopenia in elderly Japanese. *Journal of Physical Fitness Sports Medicine*, 4(1): 111-115.