

근육의 성질에 관한 성별 차이 비교 연구

- 청년과 노년에서의 근 긴장도, 탄성, 경직도 지수와 두 나이대 간 지수 변화를 중심으로

방재훈¹ · 한진석² · 최예진³ · 이나경^{4*}

¹비운동테라피 대표, ²건양대학교 대학원 석사과정 학생, ³건양대학교 물리치료학과,

^{4*}건양대학교 물리치료학과 교수

A Comparative Study of Gender-Differences on Muscular Properties, Focusing on Tone, Elasticity, Stiffness, and Their Changes between Young and Old Age Groups

Jae-Hoon Bang¹ · Jin-Seok Han² · Ye-Jin Choi³ · Na-Kyung Lee^{4*}

¹*Beyond-therapy, Representative*

²*Dept. of Physical Therapy, Konyang University Graduate School, MS-Student*

³*Dept. of Physical Therapy, Konyang University*

^{4*}*Dept. of Physical Therapy, Konyang University, Professor*

Abstract

Purpose : The study aimed to examine gender-differences in muscle tone, elasticity, and stiffness of the erector spinae in young and old subjects. This study also aimed to assess the effect of aging on muscle tone, elasticity, and stiffness of the erector spinae in men and women, and compare the trend of the aging effect between the two gender groups.

Methods : With the muscle in the relaxed state and subjects in the prone position, a myotonometer was used to quantify muscle tone, elasticity, and stiffness, of the erector spinae in 102 participants[46 males (29 young subjects, aged 22.48±2.23 years and 17 old subjects, aged 76.35±3.71 years), 56 females (40 young subjects, aged 20.38±1.43 years and 16 old subjects, aged 74.56±5.40 years)].

Results : The tone and stiffness of the erector spinae muscles were greater in men than in women for both age groups ($p<.001-.01$), while elasticity did not show a significant difference between men and women. For the direction of change, both male and female groups showed significantly increased tone and stiffness, and decreased elasticity with increasing age ($p<.001$). For age-related changes, a different tendency was observed between men and women. Men showed a greater increase in tone than women with aging. In contrast, both men and women exhibited a similar decrease or increase in elasticity and stiffness.

Conclusion : Gender-differences in the erector spinae in terms of muscle tone and stiffness were observed. Regardless of the age, men had higher muscle tone and stiffness than women, but not elasticity. The erector spinae muscles showed age-related changes in all aspects of muscle tone, elasticity, and stiffness, in both men and women. Notably, men presented greater variation than women in the amount of increase of muscle tone with aging. These findings have implications for musculoskeletal therapeutic approaches, and gender-customized tuning may be indicated for designing exercise interventions to prevent and manage gender-sensitive muscular injuries or diseases and frailty.

Key Words : aging, elasticity, erector spinae muscle, gender difference, myotonometer, stiffness, tone

*교신저자 : 이나경, wmcg_nkl@konyang.ac.kr

제출일 : 2022년 7월 18일 | 수정일 : 2022년 8월 11일 | 게재승인일 : 2022년 8월 19일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

근육은 골격과 함께 인체의 지지와 보호 작용을 하면서 동적인 움직임을 만들어냄으로써 인간이 생활 속에서 원활하게 활동해나갈 수 있게 하는 데 필요불가결한 역할을 한다. 이러한 역할을 잘 수행하기 위해서는 근육의 기능이 적절하게 작동해야 하는데, 근육의 기능은 여러 가지 요소들에 의해서 결정되고 영향을 받는다. 근육량(muscle mass), 근력(muscle strength)(Cruz-Jentoft 등, 2010), 근육 내 지방 조직과 결합 조직(Csapo 등, 2014), 구성 섬유의 종류(Harber 등, 2012), 근 피로도(Wüst 등, 2008), 근육의 형태 구조(muscle architecture)(Strasser 등, 2013) 등과 같이 양적 질적으로 해부생리학적인 요소들이 모두 어우러져서 총체적인 근 기능을 산출해내게 된다.

근육에 대하여 남녀 성별에 따른 차이가 있다는 것은 여러 가지 측면에서 연구 및 보고되어왔다. 근육의 특성에서 남녀의 차이를 연구한 이전의 연구에 의하면, 근력, 근 단면적(cross-sectional area), 근수축 속도에 있어서 여성이 상대적으로 감소한 수치를 나타냈다(Carter 등, 2001; Roepstorff 등 2006; Wüst 등, 2008). 그러나 이러한 지표들은 몸무게나 근육량에 의존하기에 양적인 비율을 고려하여 정규화하면 많은 부분 배제되는 차이이기도 했다(Wüst 등, 2008). 반면 이렇게 양에 의존하는 지표가 아니기에, 양적인 보정이 적용되거나 양적 보정으로 상쇄되고 대체되지 않을 에너지 사용률, 근섬유의 조성, 근 피로도와 같은 보다 내재적이고 고유한 근육의 성질을 나타내는 특성에서도 남녀의 차이가 있음이 관찰되었다(Eby 등, 2015; Wüst 등, 2008).

근 긴장도(tone), 탄성(elasticity), 경직도(stiffness)와 같은 지표들 역시 근육의 내재적이고 질적인 물리적인 성질을 반영하는데, 근긴장계(myotonometer)와 같은 측정 기기를 통하여 남녀 성별 차이를 비교한 결과가 몇몇 연구에서 보고되었다(Agyapong-Badu, 2016; Wu 등, 2016). 자유진동기법에 기반을 둔 근긴장계에 의한 근육 측정법은 긴장도, 탄성, 경직도와 같은 근육의 질적 요소에

대하여 더 객관적인 분석을 가능하게 하는 정량화된 측정 수치를 제공하는 도구법으로서, 신경학적 질환, 근골격계 질환을 앓는 환자의 근육 상태 및 노화 관련 근육의 변화를 알아보는 연구 등 여러 연구에 활용되어 왔다 (Chuang 등, 2012; Nair 등, 2016). 또한 연구 활용 범위가 점차 확대되고 다양화되어 비행 중의 근육 모니터링, 중재의 효과, 활동성이 근육에 미치는 효과를 알아보는 연구 등에도 사용되었다(Gervasi 등, 2007; Kong 등, 2018; Schneider 등, 2015; Schoenrock 등, 2018).

근긴장계를 활용하여 근육의 긴장도, 탄성, 경직도를 성별로 비교한 선행 연구의 결과는 근육의 종류에 따라 그리고 청년과 노년 즉 노화도에 따라 서로 다른 결과를 나타내었다. 예를 들어 위팔두갈래근(biceps brachii)의 경우 일부를 제외하면 청년 노년 모두에서 남녀의 차이가 관찰되지 않았지만, 넓다리곧은근(rectus femoris)의 경우 긴장도와 경직도는 모든 나이에 있어서 남성이 여성보다 크게 나타났고 탄성은 청년층과 노년층에서 남녀 차이가 있고 없고가 다르게 나타났다(Agyapong-Badu, 2016).

근육의 성별 차이는 결국 남녀 간 근 기능의 차이를 일으킬 수 있고 더 나아가서는 근육에 의한 활동력의 차이 및 근 손상과 질환에 대한 서로 다른 민감도의 차이를 가져올 수 있게 된다. 따라서 근육의 성별 차이를 파악하는 것은 성별에 따른 인구층의 특성에 맞춘 효과적인 근육 관리와 근 질환 예방법을 개발하는데 유용한 단서를 제공해줄 수 있을 것이다. 근육의 남녀 성별 차이를 조사하는 데 있어서, 앞서 언급한 것처럼 근육량에 의존하기에 양적인 보정으로 상쇄될 수 있는 지표보다는 근육의 질적인 특성을 반영하기에 남녀 간의 고유한 차이를 드러낼 수 있는 지표를 조사 분석하는 것이 본질적인 차이에 근접하여 파악하는 길일 것이다. 근육의 질적 성질에 해당하는 근 긴장도, 탄성, 경직도에 대하여 다양한 근육을 대상으로 남녀 간 차이를 조사하는 것도 이러한 맥락에서 필요하다고 하겠다.

또한 근육에 대해 분석을 하는 데 있어서 근력, 근속도, 근 두께, 근육량과 같은 양적인 요인만으로 평가하기가 어려우며 여러 가지 다양한 질적인 지표들이 포함되어야 한다는 중론이 근래에 대두된 상황에서 (Cruz-Jentoft 등, 2019), 이렇게 근긴장계법을 통하여 근육의 질적인 성질에 관하여 남녀의 차이를 비교해보는

것은 근육에 대한 보다 통합적인 평가법을 발달시키는 데에도 일조할 수 있을 것이다.

위에 서술한 선행연구의 예에서, 근 긴장도, 탄성, 경직도의 성별 차이는 조사된 근육에 따라 양상이 다르게 나타나고 노화도에 따라서도 다르게 나타나서, 관련 연구의 축적이 충분하지 않은 현시점에서는 일부 근육에 관한 결과를 다른 근육에 대하여 일반화하여 추론적으로 말하기에는 한계가 있다. 따라서 각각의 주요한 근육마다 나이대를 구분하여 성별로 비교 분석하는 연구의 결과가 누적되어야 근 긴장도, 탄성, 경직도라는 근 성질의 성별 차이에 관한 전체적인 면모를 파악할 수 있게 될 것이다. 이에 본 연구에서는 그러한 연구의 일환으로서 여러 선행연구에서 기존에 다루어진 팔과 다리의 근육들이자 움직임에 대하여 주로 작용하는 기동근보다는, 목과 척추의 축(axial) 근육으로서 자세 유지에 대하여 주요하게 기능하는 자세유지근인 척주세움근(erector spinae)에 대하여 그 양상을 파악해보고자 한다.

선행연구에서 일부 근육에 있어서 성별 차이가 나이대에 따라서 다르게 나타났다는 것은(Agyapong-Badu, 2016), 근 긴장도, 탄성, 경직도의 성별 차이를 비교할 때 나이대에 따라서 구분하여 비교할 필요가 있음을 시사해준다. 근육은 노화에 의해서 퇴행적인 변화가 일어나며 이것은 노인의 활동성에 영향을 가져온다(Narici 등, 2010). 근육의 퇴행적인 변화가 과도하게 일어나면 근감소증이 유발되어 노인의 활동을 심각하게 제한하며 삶의 질을 현저히 떨어지게 할 수 있다(Narici 등, 2010). 노화에 의한 근육의 변화는 근육량의 감소, 근력의 감소를 비롯하여 근 섬유, 근육 내 지방조직, 근육의 조성, 근세포의 구성, 근 형태구조 등에 걸쳐서 광범위하게 일어나며(Cruz-Zentoft 등 2010; Narici 등, 2010), 긴장도, 탄성, 경직도에서도 변화가 일어나는 것이 관찰되었다

(Agyapong-Badu 등, 2016; Kocur 등, 2017; Wu 등, 2016). 청년과 노년으로 서로 노화도가 다른 나이대에 따라서 성별 차이를 알아보면 노화에 따라 남녀별로 어떻게 근육을 관리해나가는 것이 좋을지에 대하여 통찰해 볼 수도 있을 것이다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 척주세움근에 대하여 남성과 여성 각각의 군에 대하여 긴장도, 탄성, 경직도를 측정하여 차이를 알아보려고 하며, 나이대에 따라서 청년 군과 노년 군으로 나누어 각각 조사하여 노화도에 따라 남성-여성 성별 차이의 양상이 어떠한지도 살펴보고자 한다. 또한 남녀 성별로 각각 청년-노년 간 노화에 의한 변화를 조사하고, 남성과 여성의 노화에 의한 변화를 서로 비교하여 이를 토대로 노화에 따른 변화가 남성과 여성 사이에서 같고 다른 점이 어떠한지 고찰해보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

102명의 건강한 성인 대상자가 본 연구에 참여하였다. 대상자 중, 나이대별과 성별로, 10대 후반~20대 후반에 이르는 성인 남성 29명과 여성 40명은 대전광역시 K 대학에서 모집하였고, 60대 후반~80대 초반에 이르는 성인 남성 17명과 여성 16명은 대전광역시 D 복지관에서 모집하였다(Table 1). 포함기준은 보행과 이동을 포함한 일상 활동을 독립적으로 영위할 수 있는 자였으며, 제외

Table 1. General characteristics of the subjects

	Young		Old	
	Male (n=29)	Female (n=40)	Male (n=17)	Female (n=16)
Age (years)	22.48±2.23	20.38±1.43	76.35±3.71	74.56±5.40
Weight (kg)	73.17±9.89	55.88±7.39	62.59±9.53	55.63±7.13
Height (cm)	175.03±4.44	161.53±4.51	162.47±10.39	152.69±6.74
BMI (kg/m ²)	23.88±3.16	21.38±2.45	23.61±1.99	23.94±3.05

BMI; body mass Index

기준은 BMI 지수가 35 이상인 자, 최근 6개월 이내에 척주세움근에 손상을 주는 근골격계 또는 신경계의 병력이 있는 자, 최근 6개월 이내에 목, 등, 허리 부위에 부상을 입었거나 수술을 받은 자였다. 모든 참여자는 연구 참여에 관련하여 필요한 설명을 듣고 이해한 후 자발적인 서면 동의 절차 과정을 거쳐서 연구에 참여하였다. 본 연구는 건양대학교 기관생명윤리위원회의 승인(KYU-2019-176-01)을 받고 헬싱키 선언의 원칙을 준수하여 진행되었다.

2. 측정 기기

1) 근긴장계(myotonometer)

MyotonPRO(Myoton AS, Estonia)를 사용하여 근긴장도, 탄성, 경직도를 측정하였다. MyotonPRO는 비침습적인 측정을 수행하며, 기기의 탐침(probe)이 피부 위에 가한 기계적 자극에 대한 근육을 포함한 연부조직의 진동(oscillation) 반응을 기록함으로써 근육의 물리적 성질을 측정한다. 근육의 긴장도는 근육의 긴장 정도를 나타내며 자연 진동 주파수인 Hz 단위를 측정되며 숫자 크기가 클수록 긴장도가 큰 것을 의미한다. 탄성도의 경우는 조직의 모양이 변형된 후 회복되는 능력을 의미하고 기계적 에너지의 감소에 따른 자연 진동의 대수(로그)적 감소 지수인 로그 감소율(logarithmic decrement)로 표현되므로 단위가 따로 없는 숫자로 표현되는데 숫자가 작을수록 연부조직의 원래 상태를 회복하는데 걸리는 기계적 에너지가 작은 것과 연관된다. 따라서 탄성 로그 감소율의 숫자가 작을수록 탄성이 큰 것이며 역으로 숫자가 클수록 탄성은 작다는 것을 의미한다. 경직도는 조직을 변화시키는 힘에 대한 저항을 뜻하는 것으로 길이에 대한 힘을 나타내는 측정 단위 N/m에 의하여 표현되며 숫자가 클수록 경직도가 큰 것을 나타낸다(Gavronski 등, 2007; Schneider 등, 2015).

근긴장계를 통한 여러 가지 근육에 대한 신뢰도는 우수한 것으로 보고되었다. 위팔두갈래근, 위팔세갈래근(biceps triceps), 넓다리곧은근, 넓다리두갈래근(biceps femoris), 장딴지근(gastrocnemius) 등 팔과 다리 근육에 대해서 높은 신뢰도를 보였고(Aird 등, 2012; Chuang 등,

2012; Mullix 등, 2012), 척주세움근에 대한 긴장도, 탄성, 경직도 측정의 신뢰도 또한 매우 높은 것으로 조사되었다(Han 등, 2021).

2) 근전도기(electromyography; EMG)

EMG(WEMG-8, LAXTHA, Korea)를 사용하여, 근긴장계를 사용하여 척주세움근에 대하여 측정을 할 때, 척주세움근이 충분히 이완되어 있는지 모니터링하였다. 근육의 근활성화 수준은 긴장도, 탄성, 경직도의 측정값에 영향을 미칠 수 있기에, 이러한 영향을 충분히 배제하기 위하여 근 이완 상태를 확인하는 목적으로 EMG 모니터링을 동시에 진행하였다. 엎드린 자세에서 측정 시, 척주세움근의 이완에 대한 근전도값 기준을 EMG 값이 5 μV 이하인 것으로 하였으며(Andonian 등, 2015), RMS(root mean square) 5 μV 이 될 때만 근긴장계 측정을 수행하도록 하였다. Bandpass filter 20~450 Hz를 사용하였고, sampling rate 20 kHz로 수집하였다(Andonian 등, 2015; Nair 등, 2016).

3. 측정 절차

MyotonPRO를 이용해서 대상자의 오른쪽 척주세움근에 대하여 긴장도, 탄성, 경직도를 측정하였고(Andonian 등, 2015; Schneider 등, 2015), 측정 시 자세는 척주세움근이 이완된 상태를 유도하도록 엎드린 자세로 하였다.

엎드려 누운 자세에서의 측정을 위해 대상자는 측정 테이블 위에 편안히 엎드려 누웠다. 경추부분의 왜곡을 최소화하도록 머리 쪽에 구멍이 있는 측정 테이블을 사용하였고 안정된 자세를 도모하기 위하여 종아리 밑쪽에 쿠션을 받쳐주었다. 대상자의 양팔은 테이블 밖에 편안하게 떨어뜨려 놓았다. 측정 전에 측정자의 지시 멘트를 통해서 대상자가 충분히 근육을 이완하도록 유도하였다.

근육의 활성화 측정을 위한 EMG의 기록 전극은 L3~L4 허리뼈 부위(lumbar)의 근긴장계 측정 예정 지점으로부터 2.5 cm 위쪽 부분의 왼쪽과 오른쪽 척추세움근 힘살(muscle belly)에 각각 부착하였고 기준전극은 L1 허리뼈 가시돌기(spinal process)에 부착하였다. 전극을 붙

이기 전에 부착 부위의 피부를 닦은 뒤 전극을 근육과 수직인 방향으로 붙였다.

MyotonPRO 측정지점을 정하기 위하여 올바른 측정법을 통해 L3~L4 지점의 위치를 지정하였다. 대상자의 엉덩뼈능선(ilic crest)으로부터 세 번째 허리뼈 가시돌기를 짚은 후 양쪽 바깥쪽으로 약 2 cm 떨어진 부분에 있는 오른쪽과 왼쪽 척추세움근의 근 힘살(muscle belly)를 쉽게 지워지는 수성펜으로 표시하였다. 측정자는 바르게 앉아서 편안히 자세를 취한 후 Myoton PRO를 양손으로 잡고 어깨와 팔목관절을 안정되게 고정하여 움직임을 최소화한 상태에서 피부 위 표시 부위에 MyotonPRO를 수직으로 갖다 대어 기기의 자동 측정이 이뤄지도록 하였다. 오른쪽과 왼쪽 척추세움근을 각각 측정하였으며, 매 측정 시에는 근긴장계 기기가 자동으로 5회 측정을 반복하여 평균값을 산출하도록 설정하였다.

EMG 신호를 통해 모니터링하면서 신호가 5 μV 이하로 내려가서 근육이 이완된 상태인 것이 확인된 후 근긴장계 측정을 수행하였다.

4. 결과 분석

자료를 통계적으로 분석하기 위하여 윈도우 용 SPSS ver 20.0을 사용하였다. 먼저, 청년 대상자에서 남성군과 여성군의 차이를 비교 분석하고, 노년 대상자에서 남성

군과 여성군 사이의 차이를 비교 분석하여 청년, 노년별로 남성군과 여성군 간 근육의 성질 차이를 살펴보았다. 그리고, 긴장도, 탄성도, 경직도, 각각의 측정변수별로 남성 대상자에서 청년 군과 노년 군 간 차이를 비교 분석하고 여성 대상자에서 청년 군과 노년 군 간의 차이를 비교 분석하여, 성별로 노화에 의한 근육의 변화가 어떻게 관찰되는지 알아보았다. 비교하는 두 군간 차이가 있는지에 대해서 t-test를 통하여 분석하였으며 유의수준은 .05 이하로 하였다.

III. 결 과

1. 청년 대상자에서 남성군과 여성군 간 척추세움근의 근 긴장도, 탄성, 경직도 비교

청년 대상자에서 남성이 여성보다 유의한 수준으로 근 긴장도가 더 크고($p < .001$, Table 2), 경직도 또한 더 큰 것으로 나타났다($p < .001$, Table 2) 한편 탄성에서는 남녀 간 유의한 차이가 없었다. 유의한 수준에 상당히 가까운 정도로 남성이 여성보다 탄성이 더 작은 것으로 나타나기는 했으나 유의수준 .05 이내의 통계적 차이가 나지는 않았다($p = .079$, Table 2).

Table 2. Comparison of tone, elasticity, and stiffness between male and female in the young age group

	Young male	Young female	Mean difference	95% CI		t	p
				Lower	Upper		
T	14.96±2.02	13.56±1.07	-1.40	-.65	-2.15	-3.74	.000
Young E	.98±.24	.89±.18	-.10	.01	-.20	-1.79	.079
S	281.1±77.01	215.25±44.37	-65.85	-36.55	-95.16	-4.48	.000

CI; confidence interval, T; tone (Hz), E; elasticity (logarithmic decrement), S; stiffness (N/m)

2. 노년 대상자에서 남성군과 여성군 간 척추세움근의 근 긴장도, 탄성, 경직도 비교

노년 대상자에서도 성별 차이에 대한 결과는 청년 대상자에서와 유사하였다. 남성이 여성보다 유의한 수준으

로 근 긴장도가 더 크고($p = .002$, Table 3), 경직도 역시 더 큰 것으로 분석되었다($p = .001$, Table 3) 탄성도 로그 감소율은 남성과 여성이 서로 유의한 차이가 없었다($p = .235$, Table 3).

Table 3. Comparison of tone, elasticity, and stiffness between male and female in the old age group

		Old male	Old female	Mean difference	95% CI		t	p
					Lower	Upper		
Old	T	19.69±3.01	15.99±3.25	-3.69	-1.46	-5.93	-3.38	.002
	E	1.65±.28	1.54±.24	-.11	.08	-.30	-1.21	.235
	S	435.35±75.77	323.13±101.37	-112.23	-48.08	-176.38	-3.59	.001

CI; confidence interval, T; tone (Hz), E; elasticity (logarithmic decrement), S; stiffness (N/m)

3. 긴장도, 탄성도, 경직도, 각 지표에서 남성 여성 대상자 내 청년 군과 노년 군 간 비교

긴장도, 탄성도, 경직도, 모두에서 남성 여성 공통으로 청년과 노년 사이에 뚜렷하게 유의한 차이를 나타냈다 (Table 4).

긴장도는 남성 여성 모두 노년 군이 청년 군과 비교해 증가하였는데(p<.001, Table 4), 남성에서 청년-노년 간 차이(남성: 노년의 청년 대비 증가율=31.6 %)가 여성에서 청년-노년 간 차이(여성: 노년의 청년 대비 증가율 =18.0 %)보다 두드러지게 크게 나타나(남성의 여성에 대한 증가율 비=1.8배) 청년-노년 간 변화의 정도 또는 변

화량이 성별로 달랐다(Table 4).

탄성의 경우는 남성 여성 각각 노년 군이 청년 군보다 감소하였다(=탄성도 로그 감소율 수치 증가)(p<.001, Table 4). 경직도는 긴장도와 마찬가지로 남성 여성 모두 노년 군이 청년 군보다 높아진 것으로 나타났다(p<.001, Table 4). 탄성과 경직도에 있어서는 남성에게나 여성에게나 청년-노년 간 변화의 정도가 비슷하였다(각각 남성이 여성의 0.94배, 1.1배)(Table 4).

그림 1에서 Table 3, 4에 정리한 결과를 긴장도, 탄성도, 경직도 각각에 대하여 남성에서의 청년-노년 평균값 그래프와 여성에서의 청년-노년 평균값 그래프로 나타내었다(Figure 1).

Table 4. Comparison of tone, elasticity, and stiffness of the erector spinae muscle in male and female between young and old groups

		Young	Old	Mean difference	% var	%var ratio m(yo)/f(yo)	t	p
	Female	13.56±1.07	15.99±3.25	2.44	18.0	4.25	.000	
E	Male	.98±.24	1.65±.28	.67	68.4	.94	8.07	.000
	Female	.89±.18	1.54±.24	.65	73.0		9.68	.000
S	Male	281.1±77.01	435.35±75.77	154.25	54.9	1.1	6.62	.000
	Female	215.25±44.37	323.13±101.37	107.88	50.1		5.58	.000

CI; confidence interval, T; tone (Hz), E; elasticity (logarithmic decrement), S; stiffness (N/m), % var; percentage variation

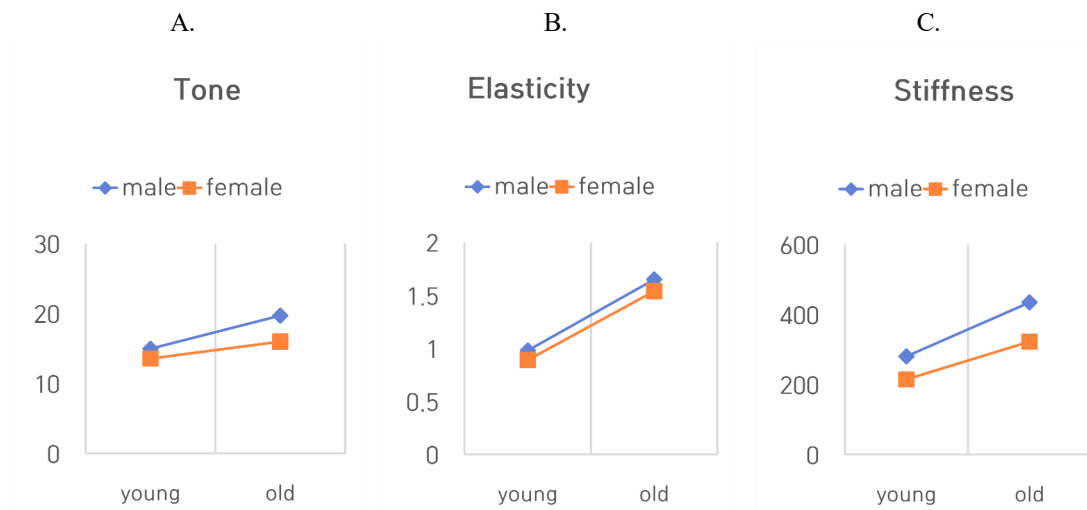


Fig 1. A; Change of tone (Hz) between young and old aged subjects in each male and female groups. Tone increases as the number increases. B; Change of elasticity (log decrement) between young and old aged subjects in each male and female groups. Elasticity decreases as the number increases. C; Change of stiffness (N/m) between young and old aged subjects in each male and female groups. Stiffness increases as the number increases.

IV. 고찰

근육의 물리적인 성질인 긴장도, 탄성도, 경직도에 있어서 남녀 간의 차이를 척주세움근에 대하여 조사하여 본 결과, 긴장도와 경직도에 있어서는 남녀 간에 뚜렷한 차이가 존재하는 것으로 드러났다. 남성의 경우에 긴장도와 경직도가 더 컸으며 이것은 청년 군에서나 노년 군에서나 마찬가지였다.

한편, 탄성에 있어서는 청년 군에서 성별 간 차이가 통계학적으로는 유의하지 않은 것으로 나타나기는 했는데, 그 결과가 통계적 유의수준에 상당히 가까워서 ($p=.079$) 대상자 수 등 실험 조건의 변화에 의해서 통계적 결과가 달라질 수 있는 여지를 지니고 있다고 보인다. 차이가 어느 정도 확인되긴 하지만, .05 유의수준에서 차이가 있는 정도는 아니라고 하겠다. 반면, 노년 군으로 가면 차이 정도가 더 줄어서 남녀 간 탄성도에 유의한 차이는 없는 것이 더 뚜렷하였다.

이와 같은 본 연구의 척주세움근에 대한 청년과 노년

에서 남성군과 여성군의 차이에 대한 양상은 이전 연구에서 넵다리곧은근에 대하여 조사된 바와 거의 일치한다(Agyapong-Badu 등, 2016). 즉, 이 연구에서 근긴장계 측정법으로 측정한 바에 의하면 넵다리곧은근의 긴장도와 경직도는 청년과 노년 모두에서 남성이 여성보다 컸으며, 탄성의 경우는 청년층에서는 유의한 차이가 관찰되었으나 노년층에서는 차이가 없었다. 같은 기법으로 넵다리가쪽넓은근에 대하여 경직도를 조사한 다른 연구에서도 유사하게 남성이 여성보다 수치가 큰 것으로 측정되었다(Wu 등, 2016).

그러나 이러한 남녀 차이의 양상은 모든 근육에서 동일하게 나타나지는 않았다. 팔 근육인 위팔두갈래근의 경우, 청년층에게서 남성이 여성보다 탄성이 컸다는 것을 제외하면 청년, 노년층 모두 남녀 성별 차이가 없었다(Agyapong-Badu, 2016). 또 초음파의 전단파 탄성영상(elastography) 등에 의하여 측정된 연구에서는 여성의 위팔두갈래근의 경직도가 더 큰 것으로 조사되기도 하였다(Eby 등, 2015).

본 연구의 척주세움근과 이전 연구의 다리 근육인 무

를뿔근에서 청년 노년의 남녀 차이에 유사한 패턴이 보였으나 팔 근육인 팔목굽힘근에서 다른 패턴 또는 일정하지 않은 패턴이 나타난 이유는, 다리와 척주가 수행하는 주요한 역할이 보행과 자세 유지 등으로서 일반적인 활동량을 가진 사람 대다수에게 있어서, 남성이든 여성이든, 많은 부분 비슷한 반면 팔이 수행하는 역할은 개인마다 직업, 가정환경, 주요 작업 등에 따라 더 다양해질 수 있기에 팔 근육에서는 이러한 활동의 영향이 남녀 근육의 내재적 차이를 능가할 가능성이 있기 때문이 아닌가 사료되는데, 향후 연구에서 세부적인 연구 설계를 통해 조사해보아야 알 수 있을 것이다.

근육의 조성으로 볼 때, 남성이 타입 II 섬유가 더 많고 여성은 타입 I 섬유가 더 많다(Wu 등, 2016). 타입 II 섬유는 빠르고 강하게 단시간에 수축력을 낼 수 있고 타입 I 섬유는 상대적으로 느리고 낮은 수축력을 장시간 동안 일으킬 수 있는 특징이 있다. 이것은 남성의 근육이 더 힘을 잘 낼 수 있지만, 여성의 근육은 더 오래 지속할 수 있어서 피로에 대한 저항성이 큰 것으로 나타난 것과 무관하지 않다(Wüst 등, 2008). 남녀의 섬유 조성이 이처럼 다른 것은, 본 연구에서 척주세움근, 이전 연구들에서 넙다리곧은근, 넙다리가쪽넓은근 등에서 관찰된 긴장도나 경직도가 남성이 여성보다 큰 원인의 하나일 것으로 사료된다. 또한 남성의 넙다리가쪽넓은근 두께(thickness)가 여성보다 두껍고 근 형태구조의 날개깃각(pennate angle)이 더 큰 것으로 나타났는데(Wu 등, 2016), 섬유 조성뿐 아니라 근육의 형태구조도 차이를 만드는 내재적인 이유의 일부일 것으로 추정된다.

긴장도나 경직도와 같은 특성은 근골격계에 활성화 및 안정화에 기여할 수 있는 요소일 수 있기에, 이러한 남녀 간 차이로 볼 때, 남성보다 낮은 수치를 나타내는 여성의 경우, 특히 척주와 다리를 중심으로, 근 활성화 및 안정성을 강화하는 근력 증진 또는 안정화 운동, 균형 운동을 더 보완하는 것이 유효할 것으로 제시할 수 있을 것이다.

남성 여성군에서 모두 노화에 의한 긴장도, 탄성, 경직도의 변화가 유의하게 관찰되었고 노화에 따라 공통으로 긴장도와 경직도 증가하고 탄성이 감소했다는 것은 노화가 척주세움근의 물리적 성질에 주는 영향에 있어서 그 방향은 남녀가 같은 추세로 진행된다는 것을 말해

준다. 다만 본 연구 결과에서 나타난 것처럼(Table 4, Fig 1) 변화의 정도 또는 변화량이라는 측면에서는 각 특성 지표별로 서로 다른 성별 차이가 감지되었는데, 탄성과 경직도에서는 양쪽 성별 모두 청년-노년 간 변화의 폭이 비슷한 수준이었으나(.94~1.1배로 변화량이 거의 같음) 긴장도의 경우에는 남성에게서 청년-노년 간 변화의 정도가 더 컸다(1.8배로 변화량이 2배에 가까움). 이것은 척주세움근에 있어서 남성이 여성보다 청년기의 근 긴장도가 클 뿐만 아니라, 노화가 진행되어 노년기로 갈수록 근육의 긴장도가 여성과의 차이가 더 많이 나게 증가하는 양상으로 변화한다는 것을 의미한다. 이렇게 남녀 간 노화에 따른 변화량 차이는 이전의 연구에서 근 최대 등척성수축(maximum voluntary isometric contraction)과 수축 회전력 발진 속도(contractile rapid torque development)에서도 볼 수 있었다(Wu 등, 2016). 청년 군에서 노년 군으로 가면서 감소하는 변화의 폭이 남성에게서 여성보다 더 크고 확연하게 나타났다. 이러한 결과들은 노화에 따른 근육의 퇴행은 특성의 종류 또는 지표에 따라서 남녀 간 서로 다른 정도로 진행될 수 있다는 것을 보여준다.

남성에게 있어서는 노년에 긴장도가 더 많이 증가한다는 것은 여성과 비교해서 근육 사용에 대한 에너지 소비가 적정한 수준을 지나서 과다해지고 에너지 효율이 떨어질 수 있는 결과를 가져올 가능성이 있어서 이러한 점에 착안하여 중년이나 노년의 남성의 근육 관련 예방 및 관리 중재 프로그램에는 긴장도의 과다한 증가를 완화해줄 수 있는 처방(예를 들어 근 이완 운동 등)을 여성보다 더 높은 비율로 포함하는 것이 좋을 것이라고 제안할 수 있겠다.

남녀 성별 근육의 성질에서의 차이 및 노화에 대한 변화에서의 차이에 관한 결과의 고찰을 통해서 위에서 제시한 것과 같이 남녀 각각의 특성과 생애주기(lifetime) 특성에 맞는 맞춤형 근육 관리 예방 중재 설계를 할 수 있을 것이며 이를 통해 서로 다르게 취약할 수 있는 근골격 관련 손상, 질환, 약화를 미리 예방하고 관리할 수 있을 것이다. 운동성이나 활동성이 활발한 스포츠인이 일상적인 활동을 영위하는 일반인과 비교해 노화에 따른 근 긴장도, 탄성, 경직도의 변화 정도가 완만한 것으로 나타났다는 것은(Gervasi 등, 2017) 적절한 운동이나

활동으로 근육 관련 관리 예방에 필요한 부분을 보완해 나가는 것이 유효할 것이라는 가능성을 뒷받침해준다.

더 고르고 충분한 대상자 수, 청년, 노년 외에 중년층에 대한 포함, 선행연구에서 영향이 크지 않다고 추론되기는 하였으나(Agyapong-Badu, 2016) 피하지방조직에 대한 정량적 고려를 어떻게 할 것인가 하는 문제, 기능적인 근 활성화 상태에서의 분석 등은 제한점 및 향후 연구에서 고려할 점이다.

V. 결론

남녀의 성별에 따라 척추세움근의 긴장도와 경직도는 청년층에서도 노년층에서도 남성이 여성보다 유의하게 크며, 탄성은 남성과 여성 사이에 유의한 차이가 없는 것으로 비교 분석되었다. 척추세움근이 자세유지근인 것을 고려할 때, 여성의 경우 척추세움근을 겨냥한 안정성을 위한 근력운동을 통하여 긴장도와 경직도의 낮음을 보강하는 것이 성별 차이에 따른 효과적인 보완 처방으로서 제시할 수 있을 것이며. 이것은 청년 노년 상관없이 유효하게 적용할 수 있을 것이다.

남성 여성 모두 노화에 따른 척추세움근의 변화는 노년층에서 청년층과 비교해 긴장도와 경직도가 유의하게 증가하였고 탄성은 유의하게 감소하였다. 한편 노화에 따른 변화량에 있어서는 긴장도에서는 남성이 여성보다 더 큰 증가 변화량을 나타냈고 탄성과 경직도에서는 남성 여성의 감소 또는 증가 변화량이 유사하였다. 향후 더 면밀한 조사가 필요할 것이기는 하나, 이것은 노화에 따른 변화에서도 일정 부분 남녀 간 차이가 있음을 말해 준다. 남성에게는 노년으로 갈수록 근육의 긴장도가 필요 이상으로 증가하는 것을 완화하기 위한 근 이완성 운동 중재가 유효할 것으로 생각한다.

참고문헌

- Aird L, Samuel D, Stokes M(2012). Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: reliability and symmetry using the MyotonPRO. *Arch Gerontol Geriatr.* 55(2), e31-39. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.03.005>.
- Agyapong-Badu S, Warner M, Samuel D, et al(2016). Measurement of ageing effect muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps brachii in healthy males and females using a novel hand-held myometric device. *Arch Gerontol Geriatr.* 62, 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.09.011>.
- Andonian BJ, Masi AT, Aldag JC, et al(2015). Greater resting lumbar extensor myofascial stiffness in younger ankylosing spondylitis patients than age-comparable healthy volunteers quantified by myotonometry. *Arch Phys Med Rehabil.* 96(11), 2041-2047. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.07.014>.
- Carter SL, Rennie CD, Hamilton SJ, et al(2001). Changes in skeletal muscle in males and females following endurance training. *Can J Physiol Pharmacol.* 79(5), 386-392.
- Chuang LL, Wu CY, Lin KC(2012). Reliability, validity, and responsiveness of myotonometric measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 93(3), 532-540. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.09.014>.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al(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. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>.
- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al(2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing.* 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>.
- Csapo R, Malis V, Sinha U, Du J, Sinha S(2014). Age-associated differences in triceps surae muscle composition and strength - an MRI-based cross-sectional comparison of contractile, adipose and connective tissue. *BMC Musculoskelet Disord.* 15, 209, Printed Online. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-209>.
- Eby SF, Cloud BA, Brandenburg JE, et al(2015). Shear

- wave elastography of passive skeletal muscle stiffness: influences of sex and age throughout adulthood. *Clin Biomech*, 30(1), 22-27. <https://10.1016/j.clinbiomech.2014.11.011>.
- Gavronski G, Veraksits A, Vasar E, et al(2007). Evaluation of viscoelastic parameters of the skeletal muscles in junior triathletes. *Physiol Meas*. 28(6), 625-637. <https://10.1088/0967-3334/28/6/002>.
- Gervasi M, Sisti D, Amatori S, et al(2017). Muscular viscoelastic characteristics of athletes participating in the European Master Indoor Athletics Championship. *Eur J Appl Physiol*. 117(8), 1739-1746. <https://10.1007/s00421-017-3668-z>.
- Harber MP, Konopka AR, Udem MK, et al(2012). Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men. *J Appl Physiol*. 113(9), 1495-1504. <https://10.1152/jappphysiol.00786.2012>.
- Han HG, Choe YJ, Jeong SH, et al(2021). Inter-and intra-rater reliabilities of myotonometric measurement of the erector spinae muscles in the young and old age groups. *J Korean Soc Integr Med*, 9(1), 193-202. <https://doi.org/10.15268/ksim.2021.9.1.193>.
- Kocur P, Grzeskowiak M, Wiernicka M, et al(2017). Effects of aging on mechanical properties of sternocleidomastoid and trapezius muscles during transition from lying to sitting position-A cross-sectional study. *Arch Gerontol Geriatr*, 70, 14-18. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.12.005>.
- Kong PW, Chua YH, Kawabata M, et al(2018). Effect of post-exercise massage on passive muscle stiffness measured using myotonometry – a double-blind study. *J Sports Sci Med*, 17(4), 599-606.
- Mullix J, Warner M, Stokes M(2012). Testing muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps femoris using a novel hand held MyotonPRO device: relative ratios and reliability. *Working Papers in Health Sciences*, 1(1), 1-8.
- Nair K, Masi AT, Andonian BJ, et al(2016). Stiffness of resting lumbar myofascia in healthy young subjects quantified using a handheld myotonometer and concurrently with surface electromyography monitoring. *J Bodyw Mov Ther*, 20(2), 388-396. <https://10.1016/j.jbmt.2015.12.005>.
- Narici MV, Maffulli N(2010). Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *Br Med Bull*, 95, 139-159. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldq008>
- Roepstorff C, Thiele M, Hillig T, et al(2006). Higher skeletal muscle alpha2AMPK activation and lower energy charge and fat oxidation in men than in women during submaximal exercise. *J Physiol*, 574(Pt 1), 125-138. <https://10.1113/jphysiol.2006.108720>.
- Schneider S, Peipsi A, Stokes M, et al(2015). Feasibility of monitoring muscle health in microgravity environments using myoton technology. *Med Biol Eng Comput*, 53, 57-66. <https://doi.org/10.1007/s11517-014-1211-5>.
- Schoenrock B, Zander V, Dern S, et al(2018). Bed rest, exercise countermeasure and reconditioning effects on the human resting muscle tone system. *Front Physiol*, 9, 810, Printed Online. <https://10.3389/fphys.2018.00810>.
- Strasser EM, Draskovits T, Praschak M, et al(2013). Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly. *Age*, 35(6), 2377-2388. <https://10.1007/s11357-013-9517-z>.
- Wang D, De Vito, Ditroilo M, et al(2015). A comparison of muscle stiffness and musculoarticular stiffness of the knee joint in young athletic males and females. *J Electromyogr Kinesiol*, 25(3), 495-500. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.03.003>.
- Wu R, Delahunt E, Ditroilo M, et al(2016). Effects of age and sex on neuromuscular-mechanical determinants of muscle strength. *Age*, 38(3), 57, Printed Online. <https://10.1007/s11357-016-9921-2>.
- Wüst RC, Morse CI, de Haan A, et al(2008). Sex differences in contractile properties and fatigue resistance of human skeletal muscle. *Exp Physiol*, 93(7), 843-850. <https://10.1113/expphysiol.2007.041764>.