한국 노인의 연령과 자세 정렬의 관계

김성현, PT, MS¹, 신호진, PT, MS^{*1}, 조휘영, PT, PhD^{*1}

¹가천대학교 일반대학원 보건과학과 물리치료학전공, ^{*1}가천대학교 물리치료학과

Relationship between Age and Postural Alignment in Elderly Koreans

Sung-Hyeon Kim, PT, MS¹, Ho-Jin Shin, PT, MS^{*1}, Hwi-Young Cho, PT, PhD^{*1}

¹Dept. of Physical Therapy, Gachon University, Republic of Korea

^{*1}Dept. of Physical Therapy, Gachon University, Republic of Korea

Purpose The purpose of this study was to determine the relationship between age and postural alignment in elderly Koreans. Moreover, linear regression was performed to determine to what extent the postural alignment are explained by age. **Methods** 52-healthy elderly individual (female: 32, male: 20) participated in this study. All participants were evaluated for postural alignments. The relationship and explanatory power between age and postural alignment were analyzed using Pearson's correlation coefficient and simple linear regression analysis. **Results** Age was strongly correlated with CVA($r=0.78$), CTA($r=0.67$) and CHA($r=0.72$) in elderly female($p<0.05$). Age was strongly correlated with SA ($r=0.66$) and STA ($r=0.65$) in elderly male($p<0.05$). In the elderly female, Age accounted for 61% variance in CVA, 44% variance in CTA and 52% variance in CHA($p<0.05$). In the elderly male, Age accounted for 44% variance in SA and 43% variance in STA($p<0.05$). **Conclusion** Age is the major correlation of postural alignment of the neck of an elderly woman, and the major correlation of posture alignment of the shoulder of an elderly man.

Key words Biomarkers, Aging, Posture

Corresponding author Ho-Jin Shin (gpgkorea89@gmail.com), Hwi-Young Cho (hwiyoung@gachon.ac.kr)

Received date 18 May 2021

Revised date 09 June 2021

Accept date 18 June 2021

1. 서론

노화는 나이가 들어감에 따라 생리적 기능이 감소 또는 상실하는 것을 의미한다.^{1,2)} 노화는 신체 기능의 제한과 연령에 의한 사망률을 증가시키며, 자율성과 삶의 질을 낮추는 등의 점진적인 신경근 시스템의 점진적인 구조적이고 기능적인 변화를 가져온다.^{3,4)} 이러한 노화로 인한 근골격계의 가장 특징적인 변화는 근육량의 감소와 이로 인한 자세 정렬의 변형이다. 50대 이후로 두드러지게 나타나는 근육량의 감소는 쇠약상태의 원인이 되는 근력과 힘의 상실로 이어진다.^{5,6,7,8)} 또한 노화의 진행에 따라 근육의 탄력성은 감소하고 근경직(muscle spasm)은 증가하는 등의 골격근의 구조적인 변형도 발생된다.^{9,10)} 결국, 이러한 근골격계의 구조적인 변형은 자세 정렬의 변형을 초래하게 된다.

노화로 인한 대표적인 자세의 변형은 흉추 후만(thoracic kyphosis)의 증가, 둥근 어깨(round shoulder)와 거북목 자

세(forward head posture) 등이다.^{11,12,13,14)} 선행 연구들에 따르면 이러한 자세의 변형은 척추 심부근의 약화와 같은 신체 자세를 유지시키는 항중력 근육의 기능저하에 의한 것으로 보고되었다.^{15,16,17)} 또한, Kocur 등은 노화와 목근육의 특성(근경직의 증가, 근탄력성의 감소)과 연관성을 보인다고 보고하며, 신체적 노화를 대변할 수 있는 지표로 목근육의 특성을 사용할 것을 제안했다.^{5,18,19,20)} 현대의 노인학 분야에서 이러한 노화로 인한 자세 정렬을 판독하고, 이를 통해 질병을 예측하기 위한 모델을 개발하는 것이 주요 쟁점 중 하나이다.^{21,22,23,24)} 하지만, 남성과 여성 사이에는 근육과 지방 조직 등의 함량과 분포가 서로 다르며 노화의 과정도 차이가 있음에도 불구하고, 성별을 구분하지 않거나, 여성 또는 남성만 조사하는 연구들이 대부분이었고, 현재까지는 성별에 따른 자세 변형을 분석한 연구들은 부족한 실정이다.

본 연구의 주된 목적은 한국 노인의 연령과 자세의 정렬과의 관계를 확인하는 것이었다. 또한 본 연구의 이차적 목적은 노인 여성과 남성 사이의 자세 정렬의 차이를 비교하는 것이다. 자세 정렬의 변화는 생물학적 노화로 인한 근골격계의 구

<http://dx.doi.org/10.17817/2021.06.09.1111648>

조적인 변화를 잘 반영할 수 있다. 때문에, 자세 정렬의 변화는 생물학적 나이의 중요한 예측자가 될 수 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 연구기간

본 연구는 2019년 11월부터 2020년 1월까지 인천에서 진행되었다. 대상자는 지역사회 거주 중인 60세 이상의 건강한 노인 중 지난 1년간 규칙적인 신체활동을 수행하지 않은 자를 대상으로, 지역사회 복지관, 노인대학 등의 광고를 통해 모집하였다. 제외조건은 다음과 같다.⁷⁾ (1) 신경학적 결함이 있는 자(예: 뇌졸중, 파킨슨씨병, 다발성 경화증 등), (2) 병적인 근 골격계 기능 제한이 있는 자(예: 사경, 가시적인 척추측만증, 강직성 척추염 등), (3) 보행, 균형 및 기타 요소에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하고 있는 자(예: 근이완제, 항우울제 등), (4) 신체 조성을 변화시킬 수 있는 수술적 조치를 받은 자(예: 인공관절, 무릎전치환술 등). 총 92명의 대상자가 자발적으로 본 연구에 참여의사를 의사를 밝혔다. 모든 대상자는 설문조사와 인터뷰를 진행한 후, 선정 조건에 충족하지 않거나 배제 조건에 부합되는 40명이 제외되어 최종 52명이 선정되었다. 각 참가자는 연구에 참여하기 전에 사전동의서에 서명하였다. 모든 실험 절차는 헬싱키선언에 따라 수행되었으며, 연구자가 속한 기관 연구소의 지침 및 규정을 엄격히 준수하였다.

2. 연구방법 및 절차

모든 대상자들은 인체 측정(anthropometric measures) 후, 역반사 마커(retro-reflective marker)가 부착되었다.^{25,26)} 마커의 부착부위는 Table 1에 제시했다.

자세 정렬의 측정은 맨발(bare foot)인 상태로 기립 자세에서 수행되었다. 대상자들은 편안한 서있는 자세를 취하고, 정면을 응시하고 있도록 하였다. 사진의 이미지는 신체로부터 3 m 거리의 전면에 배치하였고, 스피릿 수준(spirit level)에 의해 지면과 수직 상태로 설정된 16개의 메가 픽셀 카메라

(Samsung, Suwon, Korea)로 대상자의 신체 위치에 대한 정보를 수집했다(Figure 1). 수집된 이미지는 MATLAB 소프트웨어(R2019a, MathWorks, Korea)를 통해 마커의 좌표가 추출되었고, 신체 분절의 각도가 산출되었다. 산출된 신체 분절의 각도는 다음과 같다.

- 1) 두개-척추각(Cranio-vertebrae angle, CVA): 지면의 수직축(vertical axis)에 대해 목이 앞으로 숙여진 정도.
- 2) 어깨각(Shoulder angle, SA): 지면의 수직축에 대해 어깨(shoulder)가 앞으로 굽은 정도.
- 3) 체간각(Trunk angle, TA): 지면의 수직축에 대해 체간(trunk)이 앞으로 기운 정도.
- 4) 하지각(Lower extremity angle, LEA): 지면의 수직축에 대해 하지(lower extremity)가 앞으로 기운 정도.
- 5) 목-체간각(Cervico-trunk angle, CTA): 체간에 대해 목이 앞으로 숙여진 정도.
- 6) 어깨-체간(Shoulder-trunk angle, STA): 체간에 대해 어깨가 앞으로 숙여진 정도.
- 7) 관상머리각(Coronal head angle, CHA): 관상면(coronal plane)에서 수평축(horizontal axis)에 대해 머리가 기운 정도.
- 8) 관상어깨각(Coronal shoulder angle, CSA): 관상면에서 수평축에 대해 어깨가 기운 정도.
- 9) 관상체간각(Coronal trunk angle, CTA): 관상면에서 수직축(vertical axis)에 대해 체간이 기운 정도.
- 10) 관상 머리-체간각(Coronal head-trunk angle, CHTA): 관상면에서 체간에 대해 머리가 기운 정도.
- 11) 관상 어깨-체간각(Coronal shoulder-trunk angle, CSTA): 관상면에서 체간에 대해 어깨가 기운 정도.

지면의 수직축은 1 m 간격으로 직렬로 연결된 두개 추의 좌표로 산출되었다. 모든 측정 및 평가는 평일 오전에 별도의 밝은 방(온도: 20-24°C)에서 이루어졌으며, 동일한 평가자에 의해 5분 간격으로 3번씩 반복 측정되었다.

Figure 1. Postural alignment measured using a photometric method

Table 1. Retro-reflective marker

No.	Attachment site	Amount
1	Tragus	2
2	Acromion process	2
3	Spinous process	1
4	Manubrium of sternum	1
5	Xiphoid process of sternum	1
6	Greater trochanter	2
7	Lateral malleolus	2

3. 분석 방법

모든 반복 측정된 데이터는 평균과 표준편차로 표시하였다. 데이터의 정규성 검증을 평가하기 위해, Kolmogorov-Smirnov 검사를 이용하였다. 그룹 간 일반적 특성을 비교하기 위하여 독립 t 검정이 사용되었다. 연령(독립변수)과 자세 정렬(종속 변수) 간의 잠재적 연관성을 확인하기 위해 Pearson's correlation coefficient(r)를 사용했다. 그 후, 독립 변수와 종속 변수 사이의 연관성을 확인하기 위해 Simple linear regression analysis가 수행되었다. 회귀 분석 중 종속 변수와 상관 관계가 있는 독립변수만 모델에 포함시켰다. 모든 분석은 SPSS software version 25.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 수행되었다. $P < 0.05$ 는 통계적으로 유의한 것으로 간주되었다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특징은 Table 2와 같다.

2. 연령과 자세 정렬의 관계

노인 여성과 남성의 연령, 일반적 특성과 자세 정렬과의 상관성은 Table 3과 Table 4로 나타났다. 노인 여성의 연령은 CVA, CTA와 CHA와 양의 상관관계가 있었다(Table 3). 상

관성은 세 변수 모두 강하였다. 이것은 연령이 높을수록 경추가 전방으로 굽혀지고, 좌우의 비대칭이 발생한다는 것을 의미한다. 선형회귀분석(linear regression analysis) 결과에서, CVA, CTA와 CHA는 연령과 양의 상관관계가 있음을 보여주었다(Table 5). 연령은 CVA의 변화량(variance)에 약 61%를($R^2=0.61$), CTA 변화량의 약 44%를($R^2=0.44$), CHA 변화량에 약 52%를 설명하였다($R^2=0.52$).

노인 남성의 연령은 SA와 STA에 대하여 양의 상관관계가 나타났고, 두 변수 모두 강한 상관성을 보였다(Table 4). 이것은 연령이 높을수록 어깨가 전방으로 굽혀진다는 것을 의미한다. 선형회귀분석의 결과에서, SA와 STA는 연령과 양의 상관관계가 있음을 보여주었다(Table 5). 연령은 SA 변화량의 약 44%를($R^2=0.44$), STA 변화량의 약 43%를 설명하였다($R^2=0.43$).

노인 여성과 남성에서 모두 키, 몸무게, BMI는 자세 정렬과의 상관성에서 절대값(r)이 0.3 이상이며 유의한 결과를 보이는 변수는 없었다.

3. 연령의 증가에 따른 자세 정렬의 변화

노인 여성의 자세 정렬을 반영하는 회귀 방정식(regression equation)으로부터 계산된 CVA의 기울기는 60대와 80대 사이에서 연당 0.53이었고, CTA는 0.48, CHA는 0.10이었다(Figure 2). 노인 남성에서 SA의 기울기는 60대와 80대 사이에서 연당 1.20이었고, STA는 1.26이었다(Figure 3).

Table 2. General characteristics of participants

Variable	Female (n = 32)	Male (n = 20)	P-value
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
Age (years)	74.66 $\pm$ 8.12	77.65 $\pm$ 6.73	0.174
Height (cm)	151.27 $\pm$ 6.13	166.77 $\pm$ 4.47	<0.001
Weight (kg)	56.90 $\pm$ 7.78	69.08 $\pm$ 8.73	<0.001
BMI	24.91 $\pm$ 3.40	24.81 $\pm$ 2.68	0.918
CVA (°)	40.93 $\pm$ 5.37	42.19 $\pm$ 6.37	0.448
SA (°)	45.67 $\pm$ 8.80	44.15 $\pm$ 12.12	0.603
TA (°)	-7.25 $\pm$ 2.38	-7.42 $\pm$ 2.90	0.818
LEA (°)	4.76 $\pm$ 1.97	5.76 $\pm$ 1.94	0.077
CTA (°)	48.61 $\pm$ 7.17	49.6 $\pm$ 5.86	0.606
STA (°)	37.42 $\pm$ 9.68	36.77 $\pm$ 12.94	0.837
CHA (°)	1.81 $\pm$ 1.69	1.69 $\pm$ 1.04	0.010
CSA (°)	1.56 $\pm$ 1.06	2.48 $\pm$ 1.39	0.017
CorTA (°)	1.81 $\pm$ 1.47	0.9 $\pm$ 0.96	0.781
CHTA (°)	2.44 $\pm$ 1.98	3.33 $\pm$ 1.63	0.100
CSTA (°)	2.31 $\pm$ 1.83	1.96 $\pm$ 1.10	0.383

BMI, body mass index; CVA, craniovertebral angle; SA, shoulder angle; TA, trunk angle; LEA, lower extremity angle; CTA, cervico-trunk angle; STA, shoulder-trunk angle; CHA, coronal head angle; CSA, coronal shoulder angle; CorTA, coronal trunk angle; CHTA, coronal head-trunk angle; CSTA, coronal shoulder-trunk angle.

Table 3. Relationship between general characteristics and postural alignments in female (Pearson's correlation coefficient r values)

Variable	Age (years)		Height (cm)		Weight (kg)		BMI (kg/m ²)	
	r	P	r	P	r	P	r	P
CVA (°)	0.78	<0.001	-0.23	0.017	-0.33	0.067	0.00	0.98
SA (°)	-0.12	0.260	0.27	0.133	0.27	0.132	0.10	0.59
TA (°)	0.15	0.206	0.00	0.986	-0.12	0.501	-0.13	0.48
LEA (°)	-0.07	0.356	-0.01	0.959	0.02	0.927	0.03	0.88
CTA (°)	0.67	0.044	-0.30	0.038	-0.25	0.160	0.06	0.76
STA (°)	-0.08	0.196	0.29	0.107	0.25	0.161	0.07	0.71
CHA (°)	0.72	<0.001	-0.27	0.025	-0.08	0.662	0.32	0.08
CSA (°)	0.14	0.215	-0.22	0.232	0.00	0.997	0.15	0.43
CorTA (°)	0.21	0.122	-0.17	0.350	0.21	0.242	0.31	0.08
CHTA (°)	0.07	0.361	-0.07	0.689	0.29	0.113	0.32	0.07
CSTA (°)	0.14	0.224	-0.11	0.562	-0.24	0.179	-0.18	0.32

BMI, body mass index; CVA, craniovertebral angle; SA, shoulder angle; TA, trunk angle; LEA, lower extremity angle; CTA, cervico-trunk angle; STA, shoulder-trunk angle; CHA, coronal head angle; CSA, coronal shoulder angle; CorTA, coronal trunk angle; CHTA, coronal head-trunk angle; CSTA, coronal shoulder-trunk angle.

Table 4. Relationship between general characteristics and postural alignments in male (Pearson's correlation coefficient r values)

Variable	Age (years)		Height (cm)		Weight (kg)		BMI (kg/m ²)	
	r	P	r	P	r	P	r	P
CVA (°)	0.19	0.206	-0.21	0.376	0.40	0.079	0.29	0.04
SA (°)	0.66	<0.001	0.22	0.346	0.16	0.510	0.10	0.67
TA (°)	0.06	0.404	0.20	0.400	0.12	0.610	0.04	0.85
LEA (°)	0.18	0.227	0.27	0.255	0.11	0.653	-0.04	0.88
CTA (°)	0.18	0.220	-0.33	0.160	0.38	0.102	0.26	0.04
STA (°)	0.65	<0.001	0.24	0.311	0.17	0.471	0.11	0.65
CHA (°)	0.24	0.151	0.14	0.568	0.17	0.463	0.09	0.69
CSA (°)	0.33	0.075	-0.26	0.261	-0.26	0.043	-0.40	0.08
CorTA (°)	0.04	0.432	0.00	0.993	0.26	0.271	0.32	0.17
CHTA (°)	-0.09	0.358	0.29	0.212	0.32	0.176	0.20	0.39
CSTA (°)	0.17	0.233	-0.09	0.694	-0.40	0.083	-0.40	0.08

BMI, body mass index; CVA, craniovertebral angle; SA, shoulder angle; TA, trunk angle; LEA, lower extremity angle; CTA, cervico-trunk angle; STA, shoulder-trunk angle; CHA, coronal head angle; CSA, coronal shoulder angle; CorTA, coronal trunk angle; CHTA, coronal head-trunk angle; CSTA, coronal shoulder-trunk angle.

Table 5. Regression analysis of the correlation between age and postural alignment measurements

Variable		Coefficient			ANOVA		adjR ²	R ²
Independent	Dependent	B	t	P	F	P		
Female								
CVA	Age	0.53	6.897	<0.001	47.566	<0.001	0.60	0.61
CTA	Age	0.48	4.890	<0.001	23.912	<0.001	0.43	0.44
CHA	Age	0.10	5.683	<0.001	32.292	<0.001	0.50	0.52
Male								
SA	Age	1.20	3.763	0.001	14.162	0.001	0.41	0.44
STA	Age	1.26	3.665	0.002	13.433	0.002	0.34	0.43

ANOVA, analysis of variance; CVA, craniovertebral angle; CTA, cervico-trunk angle; CHA, coronal head angle; SA, shoulder angle; STA, shoulder-trunk angle.

Figure 2. Analysis of postural alignment in elderly females

(A) Craniovertebral angle, (B) Cranio-trunk angle, (C) Coronal-head angle

IV. 고찰

본 연구는 한국 노인의 연령과 자세의 정렬과의 관계를 확인하고, 노인 여성과 남성 사이의 자세 정렬의 차이를 비교하기 위해 수행되었다. 본 연구의 주요 발견은 나이가 증가에 따라 노인 여성의 목이 더욱 전방으로 구부러지고 또한 한쪽으로 기운다는 것과 노인 남성은 어깨가 더욱 굽혀진다는 것이다. 우리의 연구 결과에 따르면, 연령이 목(44-61%)과 어깨

Figure 3. Analysis of postural alignment in elderly males
(A) Shoulder angle, (B) Shoulder-trunk angle

(43-44%) 정렬에서 변화량을 설명할 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 점은 노인의 기립 자세에서 근육량, 생활 습관 및 생활환경과 같은 몇몇 다른 요인들이 자세의 변화에 기여한다는 점을 암시한다.

이전 앞선 연구에 따르면, 나이의 증가에 따라 목이 더욱 전방으로 숙여지는 것을 확인하였다.¹⁰⁾ 우리의 결과에서도 선행 연구와 마찬가지로 노인 여성에서 나이의 증가에 따라 목이 더욱 전방으로 숙여지는 것을 확인하였다. 우리의 결과에서, 노인 여성과 남성은 전 연령에서의 CVA(여성: 40.93°, 남성: 42.19°)와 CTA(여성: 48.61°, 남성: 49.61°)의 평균은 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 하지만, 연령의 증가에 따른 CVA 변화는 여성(60대: 35.92°, 70대: 39.84°, 80대: 46.46°)에서는 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 남성(60대: 39.56°, 70대: 42.33°, 80대: 43.08°)은 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 이러한 척추 정렬의 변형이 발생하는 원인은 다양하다. 선행 연구들에 따르면 노화로 인한 척추 정렬의 변화는 인대, 연골과 같은 수동적 안정자와 근육과 같은 능동적 안정자의 변화로 인해 발생할 수 있다.^{27,28,29,30)} 인대와 연골의 퇴행적 변화는 연령의 증가와 함께 발생되며, 노화로 인한 신

체 전반의 근육량의 감소와 함께 목의 심부근육(deep neck muscle)의 항중력 기능(antigravity function)의 감소가 발생한다.¹⁵⁾ 특히 여성의 경우 남성보다 상체(upper body) 근육량 감소의 정도가 더욱 크며, 흉추에서의 뒤굽음 변화 역시 여성에게서 더욱 크게 발생하는 것으로 보고되었다.^{5,31,32)} 이처럼, 노화로 인한 근육량의 감소 및 항중력근의 기능 저하와 더불어 흉추의 뒤굽음과 같은 척추의 정렬 변화는 남성보다 여성 노인에게서 더욱 크게 발생하며, 이로 인하여 여성 노인에서 노화와 목의 자세의 연관성이 나타난 것으로 보인다. CHA도 여성에서만 연관성을 보인 것도 마찬가지로 목의 정렬을 유지시키는 수동적, 능동적 안정자의 기능 감소가 여성에서 더욱 크게 나타났기 때문인 것으로 예측된다.^{5,33)} 또한, 근긴장도검사기(myotonometry)를 사용하여 자세와 근육 내의 구조적 특성을 비교한 선행 연구에서, 이러한 자세 변화는 목빗근(sternocleidomastoid muscle)과 상등모근(upper trapezius) 등의 기계적 변수(mechanical parameters)의 변화(탄력성의 감소 및 근 경직도의 증가)가 나타난다고 보고되었다.^{10,15,20)} 이러한 사실은 시상면과 관상면에서 목의 자세가 노인 남성에 비해 여성에서 생물학적 노화를 더 잘 예측하는 간단한 자세 정렬 바이오 마커 역할을 할 수 있음을 나타낸다.

노인 여성과 남성은 전 연령에서 SA(여성: 45.67°, 남성: 44.15°)와 STA(여성: 37.42°, 남성: 36.77°)의 평균은 유의한 차이가 없었다. 노인 여성은 60대에 이미 이상적인 어깨각(SA: 22° 이하)의 2배 이상의 각도에 도달하였고, 연령에 따른 SA(60대: 48.01°, 70대: 44.86°, 80대: 44.93°)와 STA(60대: 40.29°, 70대: 37.44°, 80대: 35.11°) 모두 유의한 차이는 보이지 않았다.³⁴⁾ 반면, 노인 남성은 SA(60대: 35.92°, 70대: 37.07°, 80대: 50.36°)와 STA(60대: 27.00°, 70대: 30.74°, 80대: 43.07°) 모두 80대에서 유의하게 증가하여 둥근어깨각(SA: 52° 이상)에 가까운 각도에 도달했다.³⁴⁾ 경추각(cervical angle)과 마찬가지로 이러한 차이 역시 여성과 남성 사이의 노화의 특성의 차이로 인한 것으로 판단된다. 여성의 경우 남성보다 상체(upper body)의 근육량의 감소가 빠르게 발생한다.^{5,33)} 이러한 차이로 인해, 여성은 흉추부와 어깨부 근육량의 감소율이 노령(elderly age)에 도달하였을 때 이미 최고치에 도달하고, 상대적으로 상체의 근육량이 유지되는 남성의 경우 노화의 진행에 따라 서서히 감소되는 것으로 보인다. 선행 연구에서도 남성의 흉추부 등근육의 근력은 연령과 음의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 또한, 노화 과정 동안의 흉추 후만(thoracic kyphosis)의 변화는 남성에서만 유의한 변화를 보였으며, 특히 80대에서 상당한 변화가 나타났다고 보고되었다.¹⁷⁾ 이러한 선행 연구들을 바탕으로 근육량의 감소 및 기능의 저하가 비교적 이른 나이부터 발생하는 여성의 경우 어깨와 흉추의 자세 정렬의 변화가 60

대 이전부터 발생되었기 때문에 노년기 동안의 유의한 변화를 보이지 못하였고 여성에 비해 근육량의 감소가 늦게 나타나는 남성의 경우, 노년기 동안의 연령의 증가와 함께 자세의 변형이 점진적으로 발생한 것으로 보인다. 이로 인하여, 시상면에서의 어깨각은 노인 남성에서만 노화와 연관있는 변수로서, 남성의 생물학적 노화를 예측할 수 있음을 나타낸다. 본 연구의 결과 하지 각도에서는 노화에 따른 변화가 나타나지 않았다. 하지만 노화와 자세 정렬에 대한 선행 연구에서 하지의 시상면 각도는 노화에 영향을 받는다고 보고되며 본 연구 결과와 상이한 결과를 보였다.²²⁾ 선행 연구에서 이러한 하지의 각도 변화에 대해 무릎 관절에서의 변화에 대해 보고하였으나 본 연구에서는 하지 정렬을 발목 관절에 초점을 맞추어 측정하였고, 이로 인하여 결과의 차이를 보인 것으로 사료된다.

우리의 연구는 신체적 조화를 평가하는데 중요할 수 있는 자세 정렬에 대한 정보를 제공하지만, 일반화하기에는 어려움이 있는 몇 가지 제한 사항이 있다. 첫째, 우리는 여성과 남성을 모두 평가하여 비교했다. 다른 질병에 의한 영향을 받지 않는 신체적 노화를 평가하기 위해 건강한 노인을 대상으로 평가가 진행되어 결과 분석에 적은 수의 샘플이 사용되었다. 둘째, 우리는 근력 및 근육량을 평가하지 못했다. 자세 균형 중 노화와 연관된 변인을 규명하기 위해 전신의 자세를 평가하였기 때문에, 신체의 전체 근육 및 동작에 대한 평가를 수행하는 것은 불가능했다. 마지막으로 연령이 목과 어깨에 대한 설명력을 보였으나 큰 비율의 설명력을 보이지 못했다. 이러한 점은 나이 이외에도 자세 정렬에 미치는 다른 요인이 있다는 것을 암시하나 본 연구에서는 나이 이외의 변수들에 대한 추가적인 분석을 수행하지 않았기 때문에 어떠한 요인이 자세 정렬에 영향을 미치는지 파악할 수 없었다. 불행하게도, 우리는 X-ray와 같은 다른 연구 기법을 사용하지 않았다. 따라서, 피부 표면의 랜드마크를 기준으로 자세 정렬을 측정했지만, 랜드마크 이외의 정렬 및 실제 관절에서의 변화는 확인할 수 없었다.

References

1. Flatt T, Schmidt PS. Integrating evolutionary and molecular genetics of aging. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*. 2009;1790(10):951-62.
2. Bronikowski AM, Flatt T. Aging and its demographic measurement. *Nature Education Knowledge*. 2010;1(12):1-6.
3. Rantanen T, Harris T, Leveille SG, et al. Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *The Journals of Gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*.

- 2000;55(3):168-73.
4. Fabian D, Flatt T. The evolution of aging. *Nature Education Knowledge*. 2011;3(3):1-10.
5. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 year. *Journal of Applied Physiology*. 2000;89(1):81-8.
6. Narici MV, Maffulli N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *British Medical Bulletin*. 2010;95:139-59.
7. Narici MV, Maffulli N, Maganaris CN. Ageing of human muscles and tendons. *Disability & Rehabilitation*. 2008;30(20-22):1548-54.
8. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and aging: an update. *The Journals of Gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 2012;67(1):28-40.
9. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2000;904:437-48.
10. Kocur P, Tomczak M, Wiernicka M, et al. Relationship between age, BMI, head posture and superficial neck muscle stiffness and elasticity in adult women. *Scientific Reports*. 2019;9(1):8515.
11. Ailon T, Shaffrey CI, Lenke LG, et al. Progressive spinal kyphosis in the aging population. *Neurosurgery*. 2015;77(4):164-72.
12. Park MS, Moon SH, Lee HM, et al. Age-related changes in cervical sagittal range of motion and alignment. *Global Spine Journal*. 2014;4(3):151-56.
13. Yukawa Y, Kato F, Suda K, et al. Age-related changes in osseous anatomy, alignment, and range of motion of the cervical spine. Part I: Radiographic data from over 1,200 asymptomatic subjects. *European Spine Journal*. 2012;21(8):1492-8.
14. Raine S, Twomey LT. Head and shoulder posture variations in 160 asymptomatic women and men. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1997;78(11):1215-23.
15. Uthairkhum S, Jull G. Performance in the cranio-cervical flexion test is altered in elderly subjects. *Manual Therapy*. 2009;14(5):475-9.
16. Imagama S, Matsuyama Y, Hasegawa Y, et al. Back muscle strength and spinal mobility are predictors of quality of life in middle-aged and elderly males. *European Spine Journal*. 2011;20(6):954-61.
17. Kasukawa Y, Miyakoshi N, Hongo M, et al. Age-related changes in muscle strength and spinal kyphosis angles in an elderly Japanese population. *Clinical Interventions in Aging*. 2017;12:413-20.
18. Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 year. *Journal of Applied Physiology*. 1997;83(5):1581-7.
19. Gallagher D, Visser M, Sepúlveda D, et al. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups?. *American Journal of Epidemiology*. 1996;143(3):228-39.
20. Kocur P, Grzeskowiak M, Wiernicka M, et al. Effects of aging on mechanical properties of sternocleidomastoid and trapezius muscles during transition from lying to sitting position - a cross sectional study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2017;70:14-8.
21. Jang HJ, Kim S Y, Kwon CS. Relationships between flexed posture, physical performance and psychosocial factors in elderly women. *Journal of Korean Physical Therapy*. 2014;26(5):358-64.
22. Gong H, Sun L, Yang R, et al. Changes of upright body posture in the sagittal plane of men and women occurring with aging - a cross sectional study. *BMC Geriatrics*. 2019;19(1):71.
23. Jang HJ, Kim SY, Kwon CS. Relationships between flexed posture, physical performance and psychosocial factors in elderly women. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2014;26(5):358-64.
24. Kim SH, Lee YG, Hong SH, et al. The relationship between kyphosis and gastro-esophageal reflux disease (GERD) in the elderly. *Korean Journal of Clinical Geriatrics*. 2009;10(2):193-203.
25. Hwang UJ, Kwon OY, Yi CH, et al. Predictors of upper trapezius pain with myofascial trigger points in food service workers - The STROBE study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(26):7252.
26. Lee DY. The effects of improvement forward head posture exercises on rounded shoulder and respiratory function. *Daegu University Master's Thesis*. 2015.
27. Mika A, Unnithan VB, Mika P. Differences in thoracic kyphosis and in back muscle strength in women with bone loss due to osteoporosis. *Spine*. 2005;30(2): 241-6.
28. Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, et al. Significant reduction in risk of falls and back pain in osteoporotic-

- kyphotic women through a spinal proprioceptive extension exercise dynamic (SPEED) program. *Mayo Clinic Proceedings*. 2005;80(7):849-55.
29. Guccione AA, Wong RA, Avers D. Fisioterapia geriátrica. In *Fisioterapia geriátrica*. 2013;468.
 30. Kado DM, Huang MH, Barrett-Connor E, et al. Hyperkyphotic posture and poor physical functional ability in older community-dwelling men and women - the rancho bernardo study. *The Journals of Gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 2005;60:633-7.
 31. Kado DM, Huang MH, Karlamangla AS, et al. Hyperkyphotic posture predicts mortality in older community-dwelling men and women - a prospective study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004;52:1662-7.
 32. Takahashi T, Ishida K, Hirose D, et al. Trunk deformity is associated with a reduction in outdoor activities of daily living and life satisfaction in community-dwelling older people. *Osteoporosis International*. 2005;16:273-9.
 33. Taaffe DR. Sarcopenia-exercise as a treatment strategy. *Australian Family Physician*. 2006;35(3):130-4.
 34. Sawyer QL. Effects of forward head rounded shoulder posture on shoulder girdle flexibility, range of motion, and strength. *North Carolina University Master's Thesis*. 2005.