

일개 대학 병원 건강 검진 수검자에서 진동 노출과 골격근 지수의 관련성

박영숙¹ · 채창호*

성균관대학교 삼성창원병원 직업환경의학과, ¹성균관대학교 삼성창원병원 재활의학과

Association between Vibration Exposure and Skeletal Muscle Mass Index in a Single University Hospital Health Check-up

Young Sook Park¹ · Chang Ho Chae*

Department of Occupational & Environmental Medicine, Samsung Changwon Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Changwon, Korea

¹Department of Physical & Rehabilitation Medicine, Samsung Changwon Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Changwon, Korea

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study is to evaluate the association between vibration exposure and skeletal muscle mass index through a single university health check-up.

Methods: We used data from 134,067 male subjects who received a general health check-up or vibration exposure health check-up out of the 1,515,322 people who underwent medical check-up at a local university hospital from 2002 to 2018. Pearson correlation analysis was conducted for comparing the association between skeletal muscle mass index and demographic and hematological variables in both groups. Mixed linear model analysis after controlling demographic and hematological variables was used to analyze the differences in skeletal muscle mass index between groups at every visit over 10 years.

Results: In the Pearson correlation test, the variables that showed different results when comparing the two groups were C-reactive protein ($p=0.001$) and glycated hemoglobin ($p=0.002$) in the vibration exposure group and erythrocyte sedimentation rate ($p<0.001$) and vitamin D ($p<0.001$) in the general group. After the adjustment of demographic and hematologic variables, the skeletal muscle mass index at every visit was markedly decreased in the vibration exposure group ($p<0.001$).

Conclusions: In the vibration exposure group, the skeletal muscle mass index showed a tendency to decrease markedly over time compared to the general health check-up group, which showed that C-reactive protein and glycated hemoglobin would have an influence on skeletal muscle index in male workers exposed to vibration.


Key words: Health check-up, skeletal muscle mass index, vibration exposure

I. 서 론

미국 노동 통계국(Bureau of Labor Statistics, BLS)의 보고에 의하면 정규직 근로자의 부상과 질병 사례의 32%가 근골격계 질환이라고 한다. 직업과 관련하

여 노출되는 위험한 물리적 환경 요소에는 진동, 소음, 고온 및 저온 등이 있으며 각각의 요소들이 어떤 손상을 유발하는지에 대한 연구들은 지금까지 많이 보고되어 오고 있다(Amjad-Sardrudi et al., 2012; Morabito et al., 2014). 특히 진동 관련한 직업성 손상에 대한

*Corresponding author: Chang Ho Chae, Tel: +82-55-233-6061, E-mail: chchae@naver.com
Department of Occupational & Environmental Medicine, Samsung Changwon Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, 158 Paryong-ro, Masanhoewon-gu, Changwon-si, Gyeongsangnam-do 51353, Korea
Received: July 9, 2020, Revised: July 21, 2020, Accepted: September 8, 2020

 Young Sook Park <http://orcid.org/0000-0003-2752-7120>

 Chang Ho Chae <http://orcid.org/0000-0001-8448-6340>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

연구들을 살펴 보면 어깨회전근개증후군, 추간판탈출증, 수근관증후군, 레이노드증후군 등과 같은 다양한 질환들이 있고, 이는 진동 노출이 근육, 힘줄, 연골, 신경, 혈관을 포함한 신체 전반에 영향을 주는 유해 요소로 작용한다는 것을 알 수 있다(Nilsson et al., 2017; Charles et al., 2018). 더 나아가서는 진동 노출에 의한 질환으로 장애가 발생하고 삶의 질이 떨어진다는 보고도 있다(House et al., 2014). 산업현장에서 인체에 해를 주는 진동은 국소진동과 전신진동으로 나눌 수 있는데 국소진동은 주로 수공구를 사용하면서 손으로 전달되는 진동을 말한다. 국소진동을 유발하는 수공구는 체인톱 해머드릴, 연삭기 등 무수히 많고 건설, 조선 등의 업종에서 빈번히 사용된다. 전신진동은 주로 탈 것 등에서 발생하는 것으로 지지하는 표면을 통해 신체가 진동을 하거나 심하게 흔들려서 간접적으로 요통 관절 통증 등에 영향을 미친다. 유해한 물리적 요소로서 진동이 몸에 미치는 영향에 대해서 좀 더 세부적으로 알아 보면 크게 세가지 측면으로 분류할 수 있다. 첫째는 혈관에 미치는 영향으로 혈관 수축과 혈관 이완의 균형을 깨뜨려 증상을 유발한다는 것으로 동맥경화근의 비대, 혈관 주변 조직의 섬유화, 내피 세포와 수용체의 손상에 의한 혈관 수축으로 균형이 기울어진다. 진동 노출의 시간이 증가할수록 이러한 변화는 점점 진행되고 내피 손상의 악화는 혈소판 응집, 세로토닌(serotonin)과 트롬복산(thromboxane)의 분비를 촉진하여 혈관수축을 유발한다(Herrick, 2005). 또한 혈중의 에피네프린(epinephrine), 노르에피네프린(norepinephrine) 등의 혈관 수축 물질이 증가되어 있는 것을 관찰할 수 있다(Harada & Mahbub, 2008). 두번째는 신경에 미치는 영향으로 진동 노출은 두 점 식별감각(two point discrimination), 관절 위치 감각(joint position sense), 진동 감각을 전달하는 비교적 큰 직경의 유수(myelinated) 감각 신경과 온도와 통증을 전달하는 무수(unmyelinated) 감각 신경 둘 다의 변화를 유발하여, 신경의 탈수초화(demyelination), 축삭 위축(axon atrophy), 세포체(cell body)의 변성을 유발하고 슈반 세포(Schwan cell)의 섬유화와 증식을 유발한다(Lander et al., 2007). 세번째는 근골격계에 미치는 영향으로 진동이 전달되는 관절 주변의 골낭종(bone cyst)이 많이 발견되고, 골다공증의 진행, 뼈돌출증(exostosis), 힘줄의 손상(tendon injury) 등을 유발한다(Hagberg, 2002). 현재까지 진동 노출이 우리 신체

에 어떤 기전으로 영향을 미치는지에 대해서 정확하게 규명되지 않았고 위와 같은 요인들이 복합적으로 영향을 미칠 것으로 생각하고 있다. 또한 우리 신체는 진동 노출 시 처음부터 이러한 변화들을 보이는 것은 아니며 손상 수준에 도달하지 않으면 가역적으로 건강한 상태로 회복되나 지속적인 노출과 개개인이 가지고 있는 감수성 그리고 위험 요인에 따라 증상의 발현 양상과 심한 정도 및 발현 시점은 다양하다고 판단된다(Pelmeur & Taylor, 1994; Thonnard et al., 1997). 최근 일반 성인을 대상으로 근감소증에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 근육량은 일반적으로 25세에서 30세 사이에 정점을 찍은 뒤 30대부터 감소하기 시작해서 40대부터는 1년에 1%씩 줄어들어 80대에는 50%까지 감소한다(Marcell, 2003). 노화에 따른 근감소증은 대사성 증후군을 비롯한 다양한 질환을 유발하는 원인이 되기도 한다. 우리나라 국민영양조사를 기반으로 파악한 근감소증 유병률을 살펴 보면 40-64세 연령군에서 29.1%로 보고되었다(Bae & Kim, 2017). 하지만 진동 노출과 같이 특정 직업의 근로자를 대상으로 근감소의 변화를 조사한 연구는 없었다. 이에 본 연구에서는 진동 노출 남성 근로자와 일반 검진 수검자의 검진 자료를 활용하여 인구학적 그리고 혈액학적 변수와 골격근 지수 간의 연관성을 알아보고, 시간에 따른 골격근 지수의 변화를 측정하여 비교 분석한 후 진동 노출이 골격근 지수의 변화에 미치는 영향을 알아보고, 향후 진동 노출 근로자의 건강 관리 지표로서 골격근 지수의 역할을 알아 보려고 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 지역의 일개 종합 병원에서 2002년부터 2018년까지 건강 검진을 받은 1,515,322 명의 대상자 중 남성이면서 일반 검진 수검자이거나 진동 노출 수검자인 134,067명의 자료를 수집하였다. 제공받은 자료로 골격근 지표(skeletal muscle index, SMI)를 계산할 수 없는 115,028 명과 검진을 한 번만 받아 골격근 지표의 변화를 확인할 수 없는 16,975명을 제외한 총 19,731명을 대상자로 선정하였다(Figure 1). 최종 연구대상자 19,731명 중 진동 노출 수검자 3,198명은 근로자건강진단으로 진동 특수건강진단을 받은 근로자들로 대부분 조선소 근로자들이었다. 이들이 노

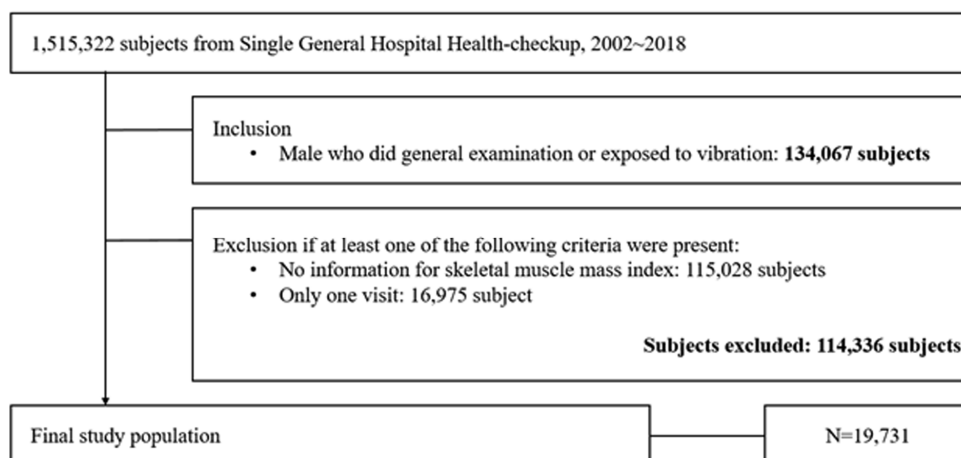


Figure 1. Flow chart of subjects

출된 진동은 주로 그라인드, 치핑해머, 임팩트렌치 등의 진동 수공구와 관련된 국소진동이었고 일부는 지게차 운전 등 전신진동에 노출되는 근로자도 있었다. 이번 연구에서는 이들 진동 노출 수검자들의 진동노출 정도를 정량적으로 측정하지는 못하였다. 연구과정은 본 기관의 생명윤리심의위원회의 심의를 거쳐 시행하였다(2020-SCMC-07-003).

2. 연구 방법

대상자 19,731명을 일반 건강 검진을 받은 16,533명과 진동 노출 검진을 받은 3,198명으로 나누고 각 군의 인구학적 특징과 혈액학적 특징을 조사하였다. 나이(age), 키(height), 몸무게(weight), 체질량지수(body mass index, BMI), 당뇨(diabetes), 고혈압(hypertension), 심장 질환(heart disease) 여부를 조사하고, 혈색소(hemoglobin), 적혈구용적률(hematocrit), 혈소판(platelet), 적혈구침강속도(erythrocyte sedimentation rate, ESR), C-반응성 단백(C-reactive protein, CRP), 당화혈색소(glycated hemoglobin, HbA1c), 비타민 D(vitamin D)와 같은 혈액학 검사의 결과를 조사하였다. 골격근 지수(skeletal muscle mass index, SMI)는 체성분 검사(bioimpedance analysis, BIA)의 결과 중 사지골격근량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)을 체중(body weight)으로 나눈 후 100을 곱한 값: $ASM/body\ weight \times 100$ 을 산출하여 사용하였다(Janssen et al., 2002). 두 번 이상 열 번 이하의 매년 검진을 받은 대상자들의 상기의 자료들을 모두 수집하였다.

3. 통계 방법

모든 자료의 통계 분석은 STATA 14.0(Stata Corporation, College Station, TX, USA) 사용하였고, 모든 자료는 기술 통계를 사용하여 자료의 평균과 표준 오차(standard error)를 구하였다. 각각의 변수들과 골격근 지수와 연관성을 알아보기 위해 Pearson's correlation analysis를 이용하여 분석하였고, 각 군에서 유의한 상관 관계를 보이는 인구학적 변수와 혈액학적 변수들을 보정한 후 골격근 지수에 영향을 주는 변수를 알아보기 위해 단계선택법을 이용한 다중회귀분석(multiple regression analysis)을 실시하였다. 각 군에서 시간에 따른 골격근 지수의 변화를 알아보기 위해 10년 동안 방문한 대상자들의 인구학적, 혈액학적 변수를 보정한 골격근 지수를 혼합선형모형(mixed linear model)분석을 이용하여 분석하였다. 유의 수준(p-value)은 0.05 미만을 통계학적으로 의미 있는 수치로 간주하였다.

III. 결 과

1. 연구 결과

1) 진동 노출 남성 수검자와 일반 검진 남성 수검자의 검진 검사 결과 비교

인구학적 그리고 혈액학적 변수들이 두 군을 비교했을 때 양적인 차이가 미약함에도 불구하고 유의한 차이가 있음을 보이는 것은 일반 검진 수검자의 수가 진동 노출 수검자의 수 보다 월등히 많았기 때문이다. 적혈구침강속도($p=0.247$)와 골격근 지수($p=0.068$)를 제외한

Table 1. Demographic characteristics of subjects

Variables	Vibration exposed workers (n=3,198)	General health check-up (n=16,533)	P-value
Age (years)	40.67 ± 7.20	41.45 ± 8.43	<0.001
Height (cm)	171.44 ± 5.85	172.22 ± 5.74	<0.001
Weight (kg)	70.38 ± 9.69	73.29 ± 10.11	<0.001
Body mass index	23.92 ± 2.82	24.68 ± 2.97	<0.001
Diabetes	63 (1.97)	521 (3.15)	<0.001
Hypertension	300 (9.38)	1,747 (10.57)	<0.001
Heart disease	11 (0.34)	166 (1.00)	<0.001
〈Laboratory studies〉			
Hemoglobin	15.50 ± 0.96	15.60 ± 0.99	<0.001
Hematocrit	44.91	45.13 ± 2.67	<0.001
Platelet	243.79 ± 49.10	241.57 ± 49.95	0.021
ESR	4.34 ± 4.23	4.66 ± 4.50	0.247
C-reactive protein	1.07 ± 2.50	1.25 ± 3.13	0.003
HbA1c	5.50 ± 0.45	5.53 ± 0.62	0.012
Vitamin D	16.39 ± 6.37	18.27 ± 7.26	<0.001
Skeletal muscle mass index	31.33 ± 3.62	31.46 ± 3.65	0.068

N: Number of subjects Mean±S.E. : Mean±Standard Error

모든 변수가 Table 1에서와 같이 두 군에서 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

2) 진동 노출 남성 수검자의 골격근 지수에 영향을 주는 변수
진동 노출 남성 수검자의 골격근 지수에 영향을 주는 변수를 살펴보면 단변량 분석 결과에서는 나이($p<0.001$), 키($p<0.001$), 몸무게($p<0.001$), 체질량지수($p<0.001$), 당뇨($p<0.001$), 고혈압($p<0.001$), 혈색소($p<0.001$), 헤마토크릿($p<0.001$), 혈소판($p<0.001$), C-반응성 단백($p<0.001$), 당화혈색소($p<0.001$)가 유의한 연관성이 있었다. 이후 유의한 변수들을 보정한 다중 회귀 분석에서 골격근 지수와 유의한 상관 관계를 보인 변수는 나이($p<0.001$), 체질량지수($p<0.001$), 혈색소($p=0.036$), 혈소판($p<0.001$), C-반응성 단백($p=0.001$), 당화혈색소($p=0.002$)가 있었다(Table 2).

3) 일반 검진 수검자의 골격근 지수에 영향을 주는 변수
일반 검진 남성 수검자의 골격근 지표에 영향을 주는 변수를 살펴보면 단변량 분석 결과에서는 나이($p<0.001$), 키($p<0.001$), 몸무게($p<0.001$), 체질량지수($p<0.001$), 당뇨($p<0.001$), 고혈압($p<0.001$), 심장질환($p=0.002$),

혈색소($p<0.001$), 헤마토크릿($p<0.001$), 혈소판($p<0.001$), 적혈구 침강 속도($p<0.001$), C-반응성 단백($p<0.001$), 당화혈색소($p<0.001$), 비타민 D($p<0.001$)가 유의한 연관성이 있었다. 이후 유의한 변수들을 보정한 다중 회귀 분석에서 골격근 지수와 유의한 상관 관계를 보인 변수는 나이($p=0.007$), 체질량지수($p<0.001$), 혈소판($p<0.001$), 적혈구 침강 속도($p<0.001$), 비타민 D($p<0.001$)가 있었다(Table 3).

4) 두 군에서 시간에 따른 골격근 지수의 변화

각 군에서 시간에 따른 골격근 지수의 변화를 알아보기 위해 10년 동안 방문한 대상자들의 인구학적, 혈액학적 변수를 보정한 혼합선형모형(mixed linear model) 분석을 시행하였고, 그 결과 Figure 2와 같이 진동 노출 수검자의 기울기는 -0.258 , 일반 검진 수검자는 -0.122 로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 이는 진동 노출 수검자의 골격근 지수 감소가 일반 검진 수검자와 비교하여 동일한 기간에 많다는 것을 시사한다. 첫 해 골격근 지수가 높은 것은 진동 노출 근로자가 일반인보다 건장한 신체적 조건을 가지고 있기 때문이라고 판단된다.

Table 2. Pearson's correlation coefficients between variables in vibration exposed workers

	Crude		Adjusted	
	$\beta \pm se$	P-value	$\beta \pm se$	P-value
Age (years)	-0.034 ± 0.008	<0.001	-0.055 ± 0.005	<0.001*
Height (cm)	0.091 ± 0.009	<0.001		
Weight (kg)	-0.165 ± 0.005	<0.001		
Body mass index	-0.764 ± 0.014	<0.001	-0.748 ± 0.014	<0.001*
Diabetes	-1.771 ± 0.390	<0.001	0.101 ± 0.309	0.745
Hypertension	-1.339 ± 0.185	<0.001	-0.081 ± 0.133	0.541
Heart disease	-0.805 ± 0.928	0.386		
<Laboratory studies>				
Hemoglobin	-0.545 ± 0.056	<0.001	-0.212 ± 0.101	0.036*
Hematocrit	-0.188 ± 0.021	<0.001	-0.015 ± 0.037	0.686
Platelet	-0.004 ± 0.001	<0.001	-0.003 ± 0.001	<0.001*
ESR	-0.083 ± 0.045	0.066		
C-reactive protein	-0.090 ± 0.022	<0.001	-0.053 ± 0.015	0.001*
HbA1c	-1.273 ± 0.119	<0.001	-0.306 ± 0.099	0.002*
Vitamin D	0.017 ± 0.020	0.406		
RA factor>14	0.349 ± 0.224	0.120		

β is standardized regression coefficient. *P values are calculated by step-wise multiple regression

Table 3. Pearson's correlation coefficients between variables in general health check-up

	Crude		Adjusted	
	$\beta \pm se$	P-value	$\beta \pm se$	P-value
Age (years)	-0.027 ± 0.003	<0.001	-0.024 ± 0.009	0.007*
Height (cm)	0.089 ± 0.004	<0.001		
Weight (kg)	-0.162 ± 0.002	<0.001		
Body mass index	-0.721 ± 0.006	<0.001	-0.694 ± 0.021	<0.001*
Diabetes	-0.947 ± 0.139	<0.001	-0.495 ± 0.481	0.304
Hypertension	-1.350 ± 0.078	<0.001	-0.114 ± 0.196	0.562
Heart disease	-0.770 ± 0.243	0.002	1.752 ± 0.901	0.052
<Laboratory studies>				
Hemoglobin	-0.378 ± 0.024	<0.001	-0.137 ± 0.152	0.369
Hematocrit	-0.133 ± 0.009	<0.001	-0.011 ± 0.053	0.839
Platelet	-0.007 ± 0.001	<0.001	-0.005 ± 0.001	<0.001*
ESR	-0.112 ± 0.014	<0.001	-0.072 ± 0.019	<0.001*
C-reactive protein	-0.106 ± 0.008	<0.001	-0.008 ± 0.021	0.721
HbA1c	-0.767 ± 0.039	<0.001	0.196 ± 0.139	0.161
Vitamin D	0.003 ± 0.007	<0.001	0.040 ± 0.008	<0.001*
RA factor>14	-0.013 ± 0.103	0.902		

β is standardized regression coefficient. *P values are calculated by step-wise multiple regression

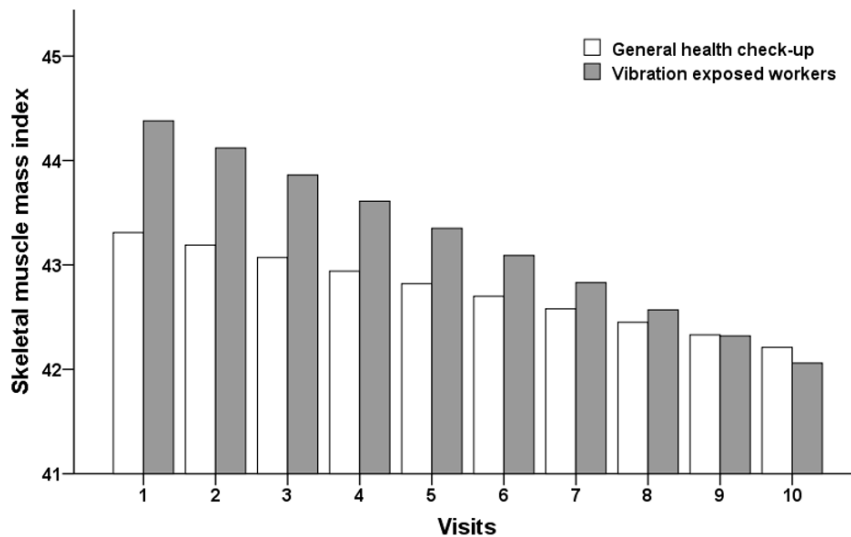


Figure 2. Comparison of skeletal muscle mass index at every visit for 10 years

IV. 고 찰

본 연구에서는 일개 종합 병원에서 건강 검진을 받은 진동 노출 남성 수검자와 일반 건강 검진 남성 수검자를 대상으로 골격근 지수에 영향을 미치는 인구학적, 혈액학적 변수가 무엇인지 알아보았고 시간에 따른 골격근 지수의 변화가 두 군에서 차이가 있는지를 알아보고 진동 노출과 골격근 지수 간의 연관성을 평가하였다. 그 결과, 두 군에서 공통적으로 골격근 지수에 영향을 미치는 변수로 단변량 분석에서는 나이, 키, 몸무게, 체질량지수, 당뇨, 고혈압, 혈색소, 헤마토크릿, 혈소판, C-반응성 단백, 당화혈색소가 확인되었고, 다변량 분석에서는 나이, 체질량지수, 혈소판이 확인되었다. 단변량 분석에서 진동 노출 남성 수검자에서는 골격근 지수와 유의한 연관성을 보이지 않고 일반 건강 검진 남성 수검자에서만 유의한 연관성을 보인 변수에는 심장 질환과 적혈구 침강 속도, 비타민 D가 확인되었다. 다변량 분석에서는 나이와 체질량 지수, 혈소판이 두 군에서 공통적으로 유의한 상관 관계가 있는 것으로 확인되었고, 혈색소와 C-반응성 단백과 당화혈색소는 진동 노출 남성 수검자에서만 유의한 상관 관계가 확인되었고, 적혈구 침강 속도와 비타민 D는 일반 건강 검진 남성 수검자에서만 유의한 상관 관계를 보였다. 시간에 따른 골격근 지수의 변화는 진동 노출 남성 수검자에서 일반 건강 검진 수검자와 비교하여 유의하게 감소되는 것을 관찰하였다.

팔다리의 골격근(가로무늬근 또는 횡문근)은 근섬유

(근세포)의 다발로 구성되어 있고 근섬유는 크게 느리게 수축하는 type I과 빠르게 수축하는 type II로 나뉜다. 근감소의 병리 상태는 아직 확실하게 밝혀져 있지 못하지만, 최근 많은 연구들이 발표되고 있고 여러 가지 원인과 기전이 제시되고 있다. 첫번째는 단백질 섭취 부족이 근육량 감소를 유발한다는 것으로 아미노산 경구 투여가 근육으로 아미노산의 물질 수송과 근육 단백질 합성을 증가시켰다고 하며, 포도당을 같이 섭취했을 때 근육 분해의 감소가 관찰되었고 고인슐린혈증은 근육의 동화 작용에 나쁜 영향을 준다고 보고하였다(Volpi et al., 2000; Volpi et al., 2003). 본 연구에서 당뇨와 당화혈색소가 두 군 모두에서 골격근 지수와 유의한 음의 상관 관계를 보이는 것은 이러한 기전 때문이라고 판단된다. 두번째는 호르몬과 비타민의 영향이다. 남성 호르몬(testosterone), 여성 호르몬(estrogen), 성장 호르몬(IGF), 코티솔(cortisol)과 같은 호르몬들이 근육 단백질 대사의 동화 작용과 이화작용에 영향을 미친다고 알려졌다. 비타민 D는 근육 세포 내 비타민 D의 수용체와 결합하여 단백질 합성을 촉진시킨다(Visser et al., 2003; Moller et al., 2009). 본 연구에서 비타민 D는 일반 건강 검진 남성 수검자에서 골격근 지수와 유의한 상관 관계를 보여주었으나 진동노출수검자에서는 유의한 상관 관계를 보이지 않았는데 이는 진동 노출 근로자들이 옥외에서 고강도 신체활동을 하는 직업적 특성상 비타민 D의 합성의 기회가 충분하여 일반 건강 검진 수검자와 다른 결과가 나온 것으로 판단된다. 이는 Sim 등

이 신체 활동 수준과 스트레스 수준에 따른 비타민 D 결핍률에 관한 직군별 비교 분석한 연구 결과에서 사무직종사자와 내근 근무를 하는 사람들에서 비타민 D의 결핍이 관찰된 것과 같은 이유로 생각된다(Sim et al., 2015). 세번째는 염증 유발 사이토 카인이 근원섬유단백(myofibrillar protein)의 분해를 촉진하고 단백질 합성을 감소시켜 근육 소모를 유발한다는 기전이다. 다시 말해 만성 염증 컨디션이 근감소를 유발하는 것으로 본 연구의 결과 적혈구 침강 속도와 C-반응성 단백질 골격근 지수와 유의한 연관이 있었고, 진동 노출 수검자에서는 C-반응성 단백질, 일반 검진 수검자에서는 적혈구 침강 속도가 다변량 분석에서 유의한 상관 관계가 있었다. 근로자를 대상으로 C-반응성 단백질과 심혈관 질환 및 당뇨 발생 간의 연관성에 대한 연구들에서 C-반응성 단백질이 예측 인자로서 작용한다는 보고들이 많은데 본 연구의 결과와 상통하는 부분이 있다고 판단된다(Morabito et al., 2014). 네번째는 세포 수준의 근감소로 세포의 자멸이나 근육 단백질 이화 작용의 촉진, 근육 재생에 필요한 위성 세포의 활성 저하 등의 문제이다. 그 외 다변량 분석에서 골격근 지수와 연관성이 있는 변수인 나이와 체질량 지수에 대해 알아보면, 나이가 들면서 근감소가 진행되는 것은 이미 밝혀진 사실로 나이와 골격근 지수가 음의 상관 관계를 보이는 것이 두 군에서 관찰된 것은 논란의 여지가 없다. 체질량 지수가 두 군에서 골격근 지수와 음의 상관 관계가 관찰된 것은 나이가 들면서 골격근의 양은 감소하고 체지방은 증가하는 체성분의 변화로 인한 것이라고 생각된다(Michalakis et al., 2013). 10년 동안 검진을 받은 대상자들의 인구학적, 혈액학적 모든 변수를 보정하고 골격근 지수의 변화를 관찰하였을 때 진동 노출 남성 수검자에서 일반 검진 수검자와 비교하여 유의한 수준으로 골격근 지수가 감소된 것을 확인할 수 있었다. 이는 진동 노출 수검자가 골격근 감소에 감수성이 높다는 것을 의미하고 앞서 진동 노출 수검자의 다변량 분석에서 유의한 상관 관계를 보여준 C-반응성 단백질과 당화 혈색소의 영향을 고려할 수 있다고 판단된다.

하지만 이번 연구에서 진동 노출 수검자의 노출진동 종류와 노출진동 누적량을 계량하지 못했기에 골격근 지수의 감소와 진동과의 양반응관계를 확인할 수 없었다는 연구의 제한점이 있다. 또한 연구대상자들의 생활 습관에 대한 세밀한 조사 분석이 이루어지지 않아 C-반응성 단백질과 당화 혈색소 등에 영향을 줄 수 있는 나쁜

생활습관이 골격근 지수 감소에 교란변수로 작용할 가능성을 배제할 수 없었다. 따라서 향후 영양, 운동, 흡연, 음주 등의 개인적 생활습관에 대한 분석을 포함한 보다 광범위한 후속연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

진동 노출 남성 근로자에서 일반 검진 남성 수검자와 비교하여 동일한 기간 동안 시간에 따른 골격근 지수의 감소가 많은 것으로 관찰되었는데 이는 진동 노출 남성 근로자에서 C-반응성 단백질과 당화 혈색소가 골격근 지수와 유의한 상관 관계를 보인 것과 연관이 있는 것으로 판단되며, 직업 손상의 대표적 물리적 인자인 진동 노출이 영향을 미쳤을 것으로 짐작된다. 향후 진동 노출 근로자의 근골격계 질환 발생의 예측 인자로서 골격근 지수의 역할에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

References

- Amjad-Sardrudi H, Dormohammadi A, Golmohammadi R, Poorolajal J. Effect of noise exposure on occupational injuries: A cross-sectional study. *J Res Health Sci* 2012;12(2):101-104
- Bae EJ, Kim YH. Factors affecting sarcopenia in Korean adults by age groups. *Osong Public Health Res Perspect* 2017;8(3):169-178. <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2017.8.3.03>
- Charles LE, Ma CC, Burchfiel CM, Dong RG. Vibration and ergonomic exposures associated with musculoskeletal disorders of the shoulder and neck. *Saf Health Work* 2018;9(2):125-132. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.10.003>
- Hagberg M. Clinical assessment of musculoskeletal disorders in workers exposed to hand-arm vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 2002;75(1-2):97-105. <https://doi.org/10.1007/s004200100283>
- Harada N, Mahbub MH. Diagnosis of vascular injuries caused by hand-transmitted vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 2008;81(5):507-518. <https://doi.org/10.1007/s00420-007-0246-4>
- Herrick AL. Pathogenesis of raynaud's phenomenon. *Rheumatology (Oxford)* 2005;44(5):587-596
- House R, Wills M, Liss G, Switzer-McIntyre S, Lander L, et al. The effect of hand-arm vibration syndrome on quality of life. *Occup Med (Lond)* 2014;64(2):133-135
- Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal

- muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(5):889-896. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x>
- Lander L, Lou W, House R. Nerve conduction studies and current perception thresholds in workers assessed for hand-arm vibration syndrome. *Occup Med (Lond)* 2007;57(4):284-289
- Marcell TJ. Sarcopenia: Causes, consequences, and preventions. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003; 58(10):M911-916. <https://doi.org/10.1093/gerona/58.10.M911>
- Michalakis K, Goulis DG, Vazaiou A, Mintzioti G, Polymeris A, et al. Obesity in the ageing man. *Metabolism* 2013;62(10):1341-1349. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2013.05.019>
- Moller N, Vendelbo MH, Kampmann U, Christensen B, Madsen M, et al. Growth hormone and protein metabolism. *Clin Nutr* 2009;28(6):597-603. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2009.08.015>
- Morabito M, Iannuccilli M, Crisci A, Capecci V, Baldasseroni A, et al. Air temperature exposure and outdoor occupational injuries: A significant cold effect in central Italy. *Occup Environ Med* 2014; 71(10):713-716. <http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2014-102204>
- Nilsson T, Wahlstrom J, Burstrom L. Hand-arm vibration and the risk of vascular and neurological diseases—a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2017;12(7):e0180795
- Pelmeur PL, Taylor W. Hand-arm vibration syndrome. *J Fam Pract* 1994;38(2):180-185
- Sim JM, Jeon HG, Lee KC. Comparative analysis of the effect of physical activity and stress experience on the vitamin D deficiency according to occupations: Results from the Korean Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) dataset for 2008-2013. *The Journal of the Korea Contents Association* 2015; 15(8):505-518
- Thonnard JL, Masset D, Penta M, Piette A, Malchaire J. Short-term effect of hand-arm vibration exposure on tactile sensitivity and manual skill. *Scand J Work Environ Health* 1997;23(3):193-198. <https://doi.org/10.5271/sjweh.198>
- Visser M, Deeg DJ, Lips P, Longitudinal Aging Study Amsterdam. Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): The longitudinal aging study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88(12):5766-5772. <https://doi.org/10.1210/jc.2003-030604>
- Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Mittendorfer B, Wolfe RR. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am J Clin Nutr* 2003;78(2):250-258. <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.2.250>
- Volpi E, Mittendorfer B, Rasmussen BB, Wolfe RR. The response of muscle protein anabolism to combined hyperaminoacidemia and glucose-induced hyperinsulinemia is impaired in the elderly. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85(12):4481-4490. <https://doi.org/10.1210/jcem.85.12.7021>

<저자정보>

박영숙(부교수), 채창호(부교수)