

중량조끼를 착용한 전신진동 운동이 노인들의 다리 근두께, 균형능력 및 기능적 이동성에 미치는 영향

박준수^{1*}, 박대현²

¹바른자세운동센터 세움, ²세한대학교 휴먼서비스학과

A Study on Effect of Whole Body Vibration Exercise Combined with Weight Vests on Leg Muscle Thickness, Balance Ability, and Functional Mobility in Elderly

Jun-Su Park^{1*}, Dae-Hyun Park²

¹Dept. Physical Therapy, Seum Good Posture Fitness Center

²Dept. Human Service, Sehan University

요약 본 연구는 노인들의 신체개선을 시킬 수 있는 효율적 방법 제공을 목적으로 전신진동 운동 단독 집단 12명, 중량조끼 단독 집단 12명, 중량조끼를 입은 상태에서 전신진동 운동 집단 12명을 무작위로 배치한 후 주 3회, 8주동안 중재하였다. 중재 전 넙다리곧은근과 장딴지근의 근두께, 한발서기 검사, 일어나 걷기 검사를 측정하였고 8주 후 사후검사를 사전검사와 동일하게 재측정하여 비교하였다. 그 결과, 세 집단 모두 넙다리곧은근의 근두께, 일어나 걷기 검사에서 유의한 차이를 보였고($p < .05$), 중량조끼를 입은 상태에서 전신진동 운동 집단은 한발서기 검사에서도 유의한 차이를 보였으며($p < .05$), 집단 간 비교에서는 일어나 걷기 검사에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 중량조끼를 착용한 전신진동 운동이 비교적 안전하면서 노인들의 신체 개선에 효과적이라는 것을 보여주었으며 이는 웰빙 개선으로 이어질 수 있을 것이라고 생각된다.

Abstract The purpose of this study was to provide an efficient method to enhance the physical health of the elderly. The subjects were randomly assigned to the whole body vibration exercise ($n=12$), weight vests ($n=12$), and whole body vibration exercise combined with weight vests groups ($n=12$) and interventions were administered for eight weeks, three times a week. The muscle thickness measurements of the rectus femoris and calf muscles were taken, and the single-leg balance and timed up-and-go (TUG) tests were performed before and after the eight weeks of intervention and compared. The results were as follows: Significant differences in the rectus femoris muscle thickness and timed up-and-go test were observed in all three groups ($p < .05$). In the single-leg balance test, significant pre-post differences were observed in the whole-body vibration exercise combined with the weight vests group ($p < .05$). In addition, there was a significant difference in the time recorded in the TUG test post intervention among the groups ($p < .05$). The whole-body vibration exercise combined with the weight vests was found to be relatively safe and effective in improving the body of the elderly, which is expected to have a positive effect on their well-being.

Keywords : Whole Body Vibration, Weight Vests, Muscle Thickness, Balance, Functional Mobility

*Corresponding Author : Jun-Su Park(Dept. Physical Therapy, Seum Good Posture Fitness Center)
email: ppjss4456@naver.com

Received April 28, 2023

Revised May 22, 2023

Accepted June 2, 2023

Published June 30, 2023

1. 서론

60세 이상의 고령자는 가장 빠르게 성장하는 연령대이며 2050년까지 성인 4명 중 1명이 될 것으로 예상되고 있다[1]. 나이가 들어감에 따라 발생하는 노화는 근육량과 근력의 점진적인 감소와 관련이 있고 이는 신체 활동과 보행능력의 감소로 나타나 낙상의 위험성을 증가시키며[2], 개인과 사회 모두에게 부담을 주게 된다[3]. 골격근에서 미토콘드리아 효율성 및 ATP(adenosine triphosphate) 생산 능력의 감소는 피로 증가와 관련이 있는데[4], 나이가 들면 미토파지(mitophagy)라는 선택적 자가포식 과정에 의해 기능 장애가 있는 미토콘드리아를 제거하는 세포의 능력이 점진적으로 감소하게 되고 [5], 이러한 미토콘드리아의 기능장애가 노화 관련 질병에서 중요한 역할을 한다[6]. 따라서 노인들에게 노화 관련 질병을 예방하기 위해서는 근력과 근육량을 유지하기 위한 적절한 운동방법이 필요하다.

전신진동(whole body vibration, WBV) 운동은 최근에 노인의 기존 운동에 대한 안전하고도 효과적인 대체 운동으로 제안되고 있다[7]. 전신진동 운동은 운동 참가자에게 발아래 플랫폼을 통해 진동을 전달함으로써 긴장성 진동 반사를 통해 근육 수축을 자극하여[8], 노인의 골량(bone mass), 근력, 균형 감각을 개선시키고[9], 낙상 위험을 줄이며 삶의 질을 향상시키는 것으로 나타났다[10]. 전신진동이 근력을 증가시키는 기전은 진동 긴장 반사로 설명될 수 있는데 전신을 통과하는 진동은 Ia형 구심성 섬유를 자극하고 결과적으로 α -운동 뉴런 강화를 통해 근육 활동을 활성화 시키고, 또한 cortisol, testosterone, 성장 호르몬과 같은 호르몬 수치를 변화시킨다[11].

이러한 전신진동 훈련을 하면서 착용할 수 있는 중량

조끼(weighted vests, WV)는 조끼의 추가적인 무게를 통해 운동에 더 많은 저항 부하를 제공할 수 있는 의류로써 노인들의 운동 훈련에서 사용되고 있으며, 기존 운동에 비해 근력과 균형을 더욱 개선시킬 수 있는 장점을 가지고 있다[12]. 전신진동 운동과 운동 부하 증가를 목표로 하는 추가 부하의 조합은 근육 활동을 촉진시키며 [13], 노인의 산소소비량(VO_2) 및 에너지 소모량을 증가시키는 것으로 나타났다[14].

일반적으로 전신진동 운동에 바벨 운동 또는 바 리프트(bar lift)를 통해 부하를 추가하면 근력과 속도, 민첩성이 향상되지만[15], 이러한 부하는 허약한 노인에게는 안전하지 않은 것으로 간주된다. 전신진동 운동과 운동 부하를 증가시키기 위한 중량조끼의 착용은 비교적 노인들에게 안전하며 근력과 신체 균형의 향상에 적합할 수 있지만 이 두 가지를 결합한 운동의 훈련 효과에 대한 연구는 미비한 실정이다. 이에 따라 본 연구는 중량조끼를 착용한 상태에서 전신진동 운동을 시행하였을 때 노인들의 근력 및 신체 균형에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구는 전남 M시에 거주하는 65세 이상의 대상자 36명을 선정하였고, 2022년 11월부터 2023년 2월까지 수행되었다. 본 연구에 등록하기 전에 의사의 검진을 받고 의료 건강 설문지를 작성하였다. 대상자의 선정 기준은 스쿼트 동작이 가능한 건강한 노인들로서 혈압 관련 복용하고 있는 약물의 변동이 없고, 허리통증이나 엉덩관절 및 발목 통증과 같은 정형외과 및 신경외과적 질환

Table 1. General characteristics of the subjects

Group Variables	WBV(n=12)	WV(n=12)	WBV+WV(n=12)	p`
	M±SD	M±SD	M±SD	
Age (years)	68.12±5.91	69.17±5.14	67.48±4.92	.574
Weight (kg)	62.34±10.22	63.77±8.89	64.24±9.62	.497
Height (cm)	163.43±8.21	166.89±9.27	164.3±7.5	.481
Systolic blood pressure(mmHg)	124.54±1386	121.73±9.92	123.21±12.83	.318
Diastolic blood pressure(mmHg)	78.22±9.16	73.67±7.82	75.73±9.82	.218

M±SD: mean±standard deviation

`one-way ANOVA

WBV: whole body vibration

WV: weighted vest (10% of body weight)

WBV+WV: whole body vibration combined with weighted vest (10% of body weight)

이 없는 자로 선정하였다. 그리고 당뇨병, 고혈압, 심장병과 같은 조절되지 않는 의학적 상태나 심리적 장애와 같은 조건 중 하나 이상을 가진 피험자는 제외되었으며 연구 참여에 동의한 자로 선정하였다(Table 1).

2.2 연구방법

2.2.1 연구설계

65세 이상의 노인 36명을 추출하여 전신진동 운동 단독 집단, 중량조끼 단독 집단, 중량조끼를 입은 상태에서 전신진동 운동 집단에 각각 12명씩 무작위 배치한 후, 8주 동안 주 3일, 1일 10세트 씩 중재하였다. 중재 전 초음파 측정기를 이용하여 근 두께를 측정하였고, 한발 서기 검사를 이용해 정적 균형능력을 측정하였으며, 일어나 걷기 검사를 이용해 기능적 이동성을 측정하였다. 수행능력 검사는 한다리 서기 검사 후에 일어나 걷기 검사 순서로 진행되었으며 각 검사 사이에 5분의 회복 시간을 가졌다. 각 검사는 5분 간격으로 3회 반복 수행되었고 그 중 가장 우수한 기록이 분석에 포함되었다.

2.2.2 근두께 측정

넙다리곧은근과 장딴지근의 두께를 측정하기 위해 초음파를 이용하는 9MHz 선형 변환기(Media Cybernetics, USA)를 이용해 맹검된 평가자에 의해 5분 간격으로 2회 측정되었고 분석을 위해 그 평균치가 기록되었다. 넙다리곧은근(rectus femoris)의 두께는 피험자가 엉덩이와 무릎을 펴고 침대에 누워 휴식을 취한 상태에서 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)와 안쪽넙다리용기(medial femoral condyle)의 중간지점인 넙다리앞쪽(anterior aspect of thigh)에서 측정되었다. 장딴지근의 두께는 피험자가 무릎을 펴고 엎드린 자세에서 오금주름(popliteal crease)과 발뒤꿈치뼈 거친면(calcaneal tuberosity)의 중간지점에서 측정되었다. 근육 두께 측정은 근력, 균형 감각 및 기능적 이동성 검사의 익일에 피험자들의 아침 식사 약 2시간 후 그리고 방광을 비운 지 30분 후에 수행되었다. 피험자들에게 아침 식사와 근육 두께 측정 사이에 식음료를 섭취하지 않도록 요청했다.

2.2.3 균형능력 측정

근 활성도의 측정은 목 밑의 압력센서(Stabilizer, 노인의 정적 균형 감각은 검사-재검사 신뢰도와 편별 타당성이 우수한 한발 서기 검사를 이용해 평가되었다[16]. 검사 전에 피험자들은 손을 이용한 어떠한 지지 없이 가

능한 장시간 자신이 선호하는 쪽의 한 발로 서 있도록 하였다. 서 있는 시간(초)은 한 발을 바닥에서 들어 올린 시점부터 땅이나 다른 쪽 다리에 닿는 시점까지로 측정되었다.

2.2.4 기능적 이동성 측정

기능적 이동성은 노인에서 우수한 신뢰성과 타당성이 증명된 일어나 걷기 검사를 이용해 측정되었다[16]. 피험자들은 의자에 편안하게 앉은 후 의자에서 일어나 3m 떨어진 지점까지 편안한 속도로 걸은 후에 몸을 돌려 다시 의자로 걸어가 최초 자세로 앉았다. 피험자가 의자에서 일어난 시점부터 최초의 앉은 자세로 복귀한 시점까지의 시간이 기록되고 분석되었다.

2.3 훈련방법

전신진동 단독 집단의 피험자들은 동기화된 진동 플랫폼(Apsuninc, Wellengang, Korea) 위에서 주파수 30Hz, 진폭 2mm, 1분 10세트, 세트간 60초의 휴식시간을 주었고 주 3회씩 8주 간 중재하였다. 피험자들은 무릎을 약 20° 굽힌 자세를 유지하면서 맨발로 플랫폼에서 스쿼트 운동을 시행하였다. 중량조끼를 착용한 전신운동 집단 피험자들은 상반신에 중량조끼(Domyos, Decathlon, France)를 착용했다는 점을 제외하고는 전신진동 집단과 동일한 운동을 시행하였다. 추가된 하중을 고르게 분산시키기 위해 작은 모래 주머니들을 조끼 둘레의 주머니에 부착하였으며 조끼의 무게는 다음과 같이 점진적으로 증가시켰다: 1주차는 무부하(약 0.5kg인 조끼 무게); 2주차는 체중 5% 추가, 3주차-8주차는 체중 10% 추가. 중량조끼 단독 집단 피험자들은 조끼를 착용한 상태에서 견고하고 안정적인 표면 위에서 무릎을 약 20° 굽힌 자세를 유지하면서 전신진동 집단 및 중량조끼를 착용한 전신운동 집단과 동일한 스쿼트 운동을 시행하였다. 추가 부하는 중량조끼를 착용한 전신운동 집단에서와 유사한 방식으로 점진적으로 증가시켰다. 중재 기간에 평소와 동일하게 정상적인 생활 방식과 신체 활동 수준을 유지하도록 하였다.

2.4 자료분석 방법

자료처리 방법은 Window용 SPSS 20.0을 사용하여 Shapiro-wilk로 연구대상자의 일반적인 특성에 대한 정규성을 검정하였고, Levene의 등분산 검정(Levene's test)을 이용하여 각 집단 간 동질성 검정을 시행하였다.

Table 2. Comparison of Change in WBV Group

Variables	Group	WBV(n=12)		f	p`
		pre-test M±SD	post-test M±SD		
Rectus femoris(R)		31.42±7.28	33.71±8.84	-3.842	.034*
Rectus femoris(L)		30.91±5.84	33.23±6.84	-3.682	.029*
Gastrocnemius(R)		29.54±4.28	29.74±5.12	-0.924	.742
Gastrocnemius(L)		29.34±3.84	29.18±4.18	0.784	.842
Single leg stance(s)		97.21±9.84	100.42±8.84	-3.148	.127
Timed up and go(s)		8.93±1.48	8.02±1.21	1.428	.044*

* Paired t-test
 `: p<.05

Table 3. Comparison of Change in WV Group

Variables	Group	WBV(n=12)		f	p`
		pre-test M±SD	post-test M±SD		
Rectus femoris(R)		31.12±6.84	33.94±7.25	-3.118	.039*
Rectus femoris(L)		30.13±6.11	32.98±8.42	-3.285	.041*
Gastrocnemius(R)		29.72±5.48	30.18±4.89	-0.941	.815
Gastrocnemius(L)		29.31±4.84	28.92±5.18	0.884	.892
Single leg stance(s)		93.35±7.84	101.21±8.42	-3.384	.092
Timed up and go(s)		8.18±0.94	7.54±1.44	1.728	.041*

* Paired t-test
 `: p<.05

Table 4. Comparison of Change in WBV+WV Group

Variables	Group	WBV(n=12)		f	p`
		pre-test M±SD	post-test M±SD		
Rectus femoris(R)		31.27±8.42	34.68±7.25	-3.894	.031*
Rectus femoris(L)		30.83±5.84	34.52±5.12	-3.985	.025*
Gastrocnemius(R)		30.54±6.24	30.66±5.94	-0.952	.835
Gastrocnemius(L)		29.91±5.15	30.42±4.85	-0.784	.716
Single leg stance(s)		87.38±7.89	103.47±9.75	-9.438	.012*
Timed up and go(s)		8.41±1.21	6.93±0.84	2.489	.047*

* Paired t-test
 `: p<.05

Table 5. General characteristics of the subjects

Variables	Group	WBV(n=12)		WV(n=12)		WBV+WV(n=12)		f	p
		pre-test M±SD	post-test M±SD	pre-test M±SD	post-test M±SD	pre-test M±SD	post-test M±SD		
Rectus femoris(R)		31.42±7.28	33.71±8.84	31.12±6.84	33.94±7.25	31.27±8.42	34.68±7.25	2.125	.425
Rectus femoris(L)		30.91±5.84	33.23±6.84	30.13±6.11	32.98±8.42	30.83±5.84	34.52±5.12	2.842	.258
Gastrocnemius(R)		29.54±4.28	29.74±5.12	29.72±5.48	30.18±4.89	30.54±6.24	30.66±5.94	1.158	.725
Gastrocnemius(L)		29.34±3.84	29.18±4.18	29.31±4.84	28.92±5.18	29.91±5.15	30.42±4.85	1.227	.542
Single leg stance(s)		97.21±9.84	100.42±8.84	93.35±7.84	101.21±8.42	87.38±7.89	103.47±9.75	2.428	.184
Timed up and go(s)		8.93±1.48	8.02±1.21	8.18±0.94	7.54±1.44	8.41±1.21	6.93±0.84	2.942	.043*

* one-way ANOVA

WBV: whole body vibration

WV: weighted vest (10% of body weight)

WBV+WV: whole body vibration combined with weighted vest (10% of body weight)

집단 내 근두께, 균형 및 기능적 이동성 변화는 대응표본 t검정(Paired t-test)을 시행하였고, 집단 간 근두께, 균형 및 기능적 이동성 변화는 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 시행하였으며, 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

3. 결과

3.1 전신진동 단독 집단 내 변화 비교

전신진동 단독 집단 내 변화 비교에서는 양쪽 넙다리 골은근의 근두께, 일어나 걷기 검사에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$)(Table 2).

3.2 중량조끼 단독 집단 내 변화 비교

중량조끼 단독 집단 내 변화 비교에서는 양쪽 넙다리 골은근의 근두께, 일어나 걷기 검사에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$)(Table 3).

3.3 중량조끼를 입은 상태에서 전신진동 운동 집단 내 변화 비교

중량조끼를 입은 상태에서 전신진동 운동 집단 내 변화 비교에서는 양쪽 넙다리골은근의 근두께, 한발서기 검사, 일어나 걷기 검사에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$)(Table 4).

3.4 집단 간 변화 비교

집단 간 변화 비교에서는 일어나 걷기 검사에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$)(Table 5).

4. 논의

본 연구에서는 중량조끼를 착용한 상태에서의 전신진동 운동이 노인들의 하지 근두께, 균형능력과 기능적 이동성에 미치는 영향을 알아봄으로써 전신진동과 중량조끼 조합의 훈련 효과에 대하여 다음과 같은 논의를 하고자 한다.

전신진동 운동에 관한 선행연구들을 살펴보면 Lau 등[17]은 노인들을 대상으로 한 전신진동 운동에 대한 메타분석 수행 결과 무릎 펴기의 등척성 근력, 점프 높이, 일어나 걷기 수행 능력에 미치는 유의미한 긍정적 효과를 도출하였고, Rogan 등[18]의 연구에서도 노인을 대상으로

전신진동 운동이 정적 및 동적 균형 감각에 미치는 유의한 긍정적 효과를 보고하였다. 본 연구에서도 8주 간의 전신진동을 결합한 스쿼트 운동을 증재한 결과 넙다리골은근의 근두께 및 기능적 이동성에서 유의한 향상을 보였다. 정적균형의 변화는 유의성이 없었지만 전신진동 운동이 근력을 향상시키고 또한 관절의 고유수용성 감각을 자극함으로써[19] 기능적 이동성의 수행 능력이 향상된 것으로 여겨진다.

중량조끼를 착용한 상태의 운동이 가지는 유익한 효과를 보고한 선행 연구들을 보면 Shawet 등[20]은 9개월 동안 조끼의 무게를 점진적으로 증가시키며 수행된 체중 부하 운동이 일반적인 운동에 비해 무릎땀, 엉덩관절 벌림, 발목의 발바닥굽힘의 근력 및 동적 균형능력을 개선시켰다고 보고하였고, Klentrouet 등[21]의 연구에서는 폐경이 지난 여성들을 대상으로 12주 간 체중의 최대 15% 중량조끼를 착용한 상태에서 수행되는 복합 운동이 대조군 집단에 비해 골흡수를 감소시키고 발목의 발바닥굽힘의 근력을 향상시킨다고 보고하였으며, Mierzwicki[22]의 연구에서는 피험자 체중의 10%에 해당하는 중량조끼의 부하를 이용한 12주 간의 하지 운동은 엉덩관절의 근력, 30초 의자 일서서기 검사, 2분 보행, 6분 보행 검사에서의 수행 능력을 향상시킨다고 보고하였다. 본 연구에서도 중량조끼를 착용한 상태에서 수행된 8주 간의 스쿼트 운동을 증재한 결과 넙다리골은근의 두께, 기능적 이동성을 향상시켜 선행연구를 지지하였는데 그 이유는 조끼의 모래 주머니 무게가 운동 중에 사용되는 근육에 대한 압력을 증가시키며 이는 결과적으로 비대가 발생하여 넙다리골은근의 단면적이 증가한 것으로 보인다[23]. 이와 같은 결과는 운동 부하 증가가 활성 운동 단위의 증가, 동원 빈도(firing frequency)의 상승을 통해 작동 근육에 더 많은 힘을 생성시킨 것으로 보고한 Gabriel 등[24]의 선행연구와도 비슷한 결과이다.

전신진동과 중량조끼 추가 조합에서의 운동은 전신진동 단독 훈련에 비해 근육 활동[25]과 에너지 소비량[26]을 더 높은 수준으로 자극한다. 운동 선수를 대상으로 한 Wang 등[27]의 연구에서 진동 훈련과 부하 추가의 조합은 각각의 단독 수행에 비해 근력을 더욱 향상시킨다고 보고하였고, Srisaphonphusitti 등[28]의 연구에서 중량조끼를 착용한 상태에서 전신진동 운동을 증재한 집단이 전신진동 운동 단독 집단보다 근력 및 균형에 긍정적인 급성효과를 나타냈다고 보고하였으며 이는 노인들이 운동하기 전에 워밍업하는데 도움이 되는 유용한 도구라고 하였다.

넙다리 곧은근은 넙다리네갈래근 중의 하나로써 운동 수행 능력과 관련이 있고 무릎뼈 정렬에 중요한 영향을 미치기 때문에 넙다리 곧은근의 강화 및 안정성을 확보가 중요하며[29], 스쿼트 운동은 넙다리 곧은근, 장딴지근의 근력 증가와 함께 균형 능력의 향상에도 도움이 된다고 하였다[30]. 본 연구에서도 전신진동과 중량조끼 추가 조합에서 수행된 8주 간의 스쿼트 운동을 증재한 결과 넙다리곧은근의 두께, 한발 서기 검사의 시간, 일어나 걷기 검사에서 유의한 향상을 보였으며 집단 간 비교에서 전신진동 단독 및 중량조끼 단독 집단에 비해 일어나 걷기 검사의 수행 능력을 유의하게 개선시켜 선행연구를 지지하였다. 중량조끼를 착용한 운동은 필요한 힘의 수용을 위해 유형 I 근섬유만을 필요로 하는 저항도 유형의 훈련이라고 생각되고, 전신진동 운동은 유형 II 근섬유를 자극하는 것으로 알려져 있기 때문에[31], 본 연구에서와 같이 전신진동 운동에 저항을 추가하면 근육에 대한 압력이 증가하고 동원(recruitment)이 유형 II 근섬유로 이동할 수 있으며 이는 근비대와 근력의 증가를 가져온 것으로 여겨진다.

한발 서기 검사는 근력 및 관절 고유 수용성과 관련된 정적 균형 감각 및 자세 조절을 측정하는 데 이용되며[32], 노인의 낙상 위험에 대한 중요한 예측 인자로 활용된다[33]. 본 연구에서 집단 내 한발 서기 검사에서는 전신진동과 중량조끼 추가 조합 집단에서만 유의한 향상을 보였는데 이러한 향상은 전신진동과 중량조끼 추가 조합에서의 운동이 근력 뿐만 아니라 관절 고유수용성을 크게 개선시켜 정적 균형이 개선되었으며, 이는 낙상 위험의 감소 효과로도 이어질 수 있을 것으로 여겨진다. 일어나 걷기 검사는 근력, 근파워, 균형 감각, 이동성, 유산소 능력과 같은 여러 요인과 관련된 기능적 이동성 평가에 이용되며[34], 허약한 노인의 낙상 위험을 나타내는 효과적인 선별 도구로 이용되고 있다[35]. 본 연구에서 8주 동안의 증재 후 집단 내 일어나 걷기 검사의 변화비교에서는 세 집단 모두 유의한 향상을 보였고, 집단 간 변화비교에서도 유의한 차이를 보여 전신진동과 중량조끼 추가 조합에서의 운동이 가장 효과적임을 알 수 있었다. 본 연구에서는 건강한 노년층을 대상으로 수행되었지만, 이러한 훈련 방식이 허약한 노년층에게 적용하여 일어나 걷기 수행 능력을 향상시킨다면 향후 낙상으로부터 보호할 수도 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 한계점으로는 활동적이고 건강한 노인을 피험자로 했기 때문에 일반화 가능성이 제한적이라는 점이며 또 다른 한계는 본 연령대에 가장 적합하지 않을 수도

있는 저진폭과 저주파의 진동 훈련을 채택했다는 점이다. 그러므로 향후 연구에서는 어떤 진동 매개변수가 노인 훈련에 가장 효과적인지를 조사해야 한다. 또한 향후 연구에서는 호르몬 변화나 골밀도와 같은 다른 결과 변수들도 측정하여 다양한 프로토콜을 개발하기 위한 연구가 필요할 것으로 보인다.

5. 결론

결론적으로 8주 간의 중량조끼를 착용한 전신진동 운동은 노인들에게 넙다리곧은근의 근두께, 균형 능력, 기능적 이동성에 긍정적인 영향을 미쳤고 특히 전신진동 단독 집단과 중량조끼 단독 집단에 비해 일어나 걷기 검사에서 유의한 향상을 보였다. 이러한 결과는 중량조끼를 착용한 전신진동 운동이 근력 뿐만 아니라 관절 고유 수용성을 크게 개선시켜 더욱 효과적임을 알 수 있었다. 이러한 신체 활동 증재는 비교적 안전하면서 노인들의 건강 개선에 효과적이라는 것을 보여주었으며 이는 웰빙 개선으로 이어질 수 있을 것이라고 생각된다.

References

- [1] V. Atella. et al. "Trends in age-related disease burden and healthcare utilization" *Aging Cell*, Vol.18, No.1, pp.e12861, Feb. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1111/ace1.12861>
- [2] E. J. Emilio. et al. "The association of flexibility, balance, and lumbar strength with balance ability: risk of falls in older adults." *Journal of Sports Science & Medicine*, Vol.13, No.2, pp.349-357, May. 2014.
- [3] F. Landi. et al. "Age-Related Variations of Muscle Mass, Strength, and Physical Performance in Community-Dwellers: Results from the Milan EXPO Survey." *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol.18, No.1, pp.88.e17-88.e24, Jan. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.10.007>
- [4] S. Rogan, R. Hilfker, K. Herren, L Radlinger, E. D. de Bruin. "Effects of wholebody vibration on postural control in elderly: a systematic review and meta-analysis." *BMC Geriatrics*, Vol.11, No.72, pp.1-18, Nov. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2318-11-72>
- [5] P. Klentrou, J. Slack, B. Roy, M. Ladouceur. "Effects of exercise training with weighted vests on bone turnover and isokinetic strength in postmenopausal women." *Journal of Aging and Physical Activity*, Vol.15, No.3, pp.287-299, Jul. 2007.

- DOI: <https://doi.org/10.1123/japa.15.3.287>
- [6] F. M. Lam, R.W. Lau, R.C. Chung, M.Y. Pang. "The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis." *Maturitas*, Vol.72, No.3, pp.206-213, Jul. 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2012.04.009>
- [7] D Wadsworth, S Lark. "Effects of whole body vibration training on the physical function of the frail elderly: an open, randomised control trial." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.101, No.7, pp.1111-1119, Jul. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.02.009>
- [8] M. J. Jordan, S.R. Norris, D. J. Smith, W. Herzog. "Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations." *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.19, No.2, pp.459-466, May. 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1519/13293.1>
- [9] D. Bembem, C. Stark, R. Taiar, M. Bernardo-Filho. "Relevance of whole-body vibration exercises on muscle strength/power and bone of elderly individuals." *Dose-Response*, Vol.16, No.4, pp.1559325818813066.
DOI: <https://doi.org/10.1177/1559325818813066>
- [10] O. Bruyere, M.A. Wuidart, E. Di Palma, M. Gourlay, O. Ethgen. et al. "Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve healthrelated quality of life of nursing home residents." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.86, No.2, pp.303-307, Feb. 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.05.019>
- [11] T. Kvorning, M. Bagger, P. Caserotti, K. Madsen. "Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures." *European Journal of Applied Physiology*, Vol.96, No.5, pp.615-625, Feb. 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0139-3>
- [12] J.M. Shaw, C.M. Snow. "Weighted vest exercise improves indices of fall risk in older women." *The Journal of Gerontology, Series A, Biological Sciences and Medical Science*, Vol.53, No.1, pp.M53-58, Jan. 1998.
DOI: <https://doi.org/10.1093/gerona/53a.1.m53>
- [13] R. Ritzmann, A. Gollhofer, A. Kramer. "The influence of vibration type, frequency, body position and additional load on the neuromuscular activity during whole body vibration." *European Journal of Applied Physiology*, Vol.113, No.1, pp.1-11, Jan. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2402-0>
- [14] D.J. Cochrane, Sartor F, Winwood K, Stannard SR, Narici MV, Rittweger J. "A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.89, No.5, pp.815-821, May. 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.09.055>
- [15] H. Pojskic, J. Pagaduan, E. Uzicanin, F. Babajic, M. Muratovic, M. Tomljanovic. "Acute effects of loaded whole body vibration training on performance." *Asian Journal of Sports Medicine*, Vol.6, No.1, pp.e24054, Mar. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5812/asism.24054>
- [16] M. R. Lin. et al. "Psychometric comparisons of the timed up and go, one-leg stand, functional reach, and Tinetti balance measures in community-dwelling older people." *Journal of American Geriatrics Society*, Vol.52, No.8, pp.1343-1348, Aug. 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52366.x>
- [17] R.W. Lau. et al. "The effects of whole body vibration therapy on bone mineral density and leg muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis." *Clinical Rehabilitation*, Vol.25, No.11, pp.975-988, Nov. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215511405078>
- [18] S. Rogan, J. Taeymans, L. Radlinger, S. Naepflin, S. Ruppen. et al. "Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: an update of a systematic review and meta-analysis." *Archives of Gerontology Geriatrics*, Vol.73, No.1, pp.95-112, Nov. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.07.022>
- [19] J. T. Han. et al. "Effects of vibration stimuli on the knee joint reposition error of elderly women." *Journal of Physical Therapy Science*, Vol.25, No.1, pp.93-95, 2013.
- [20] J.M. Shaw, C.M. Snow. "Weighted vest exercise improves indices of fall risk in older women." *The Journal of Gerontology, Series A, Biological Sciences and Medical Science*, Vol.53, No.1, pp.M53-58, Jan. 1998.
DOI: <https://doi.org/10.1093/gerona/53a.1.m53>
- [21] P. Klentrou, J. Slack, B. Roy, M. Ladouceur. "Effects of exercise training with weighted vests on bone turnover and isokinetic strength in postmenopausal women." *Journal of Aging and Physical Activity*, Vol.15, No.3, pp.287-299, Jul. 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1123/japa.15.3.287>
- [22] J. T. Mierzwicki. "Weighted vest training in community-dwelling older adults: a randomized, controlled pilot study." *Physical Activity and Health*, Vol.3, No.1, pp.108-116, Sep. 2019.
- [23] A. C. Fry. "The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations." *Sports Medicine*, Vol.34, No.10, pp.663-679, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200434100-00004>
- [24] D. A. Gabriel, G. Kamen, G. Frost. "Neural adaptations to resistive exercise." *Sports Medicine*, Vol.36, No.2, pp.133-149, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200636020-00004>
- [25] T. J. Hazell, K. A. Kenno, J. M. Jakobi. "Evaluation of muscle activity for loaded and unloaded dynamic squats during vertical whole-body vibration." *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.24, No.7,

pp.1860-1865, Jul. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddf6c8>

[26] J. Rittweger, J. Ehrig, K. Just, M. Mutschelknauss, K. A. Kirsch, D. Felsenberg. "Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load." *International Journal of Sports Medicine*, Vol.23, No.6, pp.428-432, Aug. 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2002-33739>

[27] H. H. Wang, W. H. Chen, C. Liu, W. W. Yang, M. Y. Huang, T. Y. Shiang. "Wholebody vibration combined with extra-load training for enhancing the strength and speed of track and field athletes." *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.28, No.9, pp.2470-2477, Sep. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000000437>

[28] L. Srisaphonphusitti. et al. "Acute effects of whole body vibration and weighted vest on muscle strength and balance in elderly." *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, Vol.27, No.1, pp.1-7, 2022.

[29] P. L. Lam, G. Y Ng. "Activation of the Quadriceps Muscle During Semisquatting with Different Hip and Knee Positions in Patients with Anterior Knee Pain." *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.80, No.11, pp.804-808, Nov. 2001.
DOI: <https://doi.org/10.1097/00002060-200111000-00003>

[30] C. M. An, J. I. Won. "Effect of ankle joint mobilization with movement on lower extremity muscle strength and spatiotemporal gait parameter in chronic hemiplegic patients." *Physical Therapy Korea*. Vol.19, No.3, pp.20-30, 2012.

[31] J. Rittweger. "Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be." *European Journal of Applied Physiology*, Vol.108, No.5, pp.877-904, Mar. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1303-3>

[32] A. M. Gonzalez, G. T. Mangine, M. S. Fragala, J. R. Stout, K. S. Beyer. et al. "Resistance training improves single leg stance performance in older adults." *Aging Clinical and Experimental Research*, Vol.26, No.1, pp.89-92, Feb. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s40520-013-0126-6>

[33] B. J. Vellas, S. J. Wayne, L. Romero, R. N. Baumgartner, L. Z. Rubenstein, P.J. Garry. "One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons." *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol.45, No.6, pp.735-738, Jun. 1997.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1997.tb01479.x>

[34] H. J. Coelho-Junior, B. Rodrigues, I. O. Gonçalves, R. Y. Asano, M. C. Uchida, E. Marzetti. "The physical capabilities underlying timed "up and go" test are time-dependent in community-dwelling older women." *Experimental Gerontology*, Vol.104, No.1, pp.138-146, Apr. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.01.025>

[35] D. Schoene, S. M. S. Wu, A. S. Mikolaizak, J. C. Menant, S. T. Smith. et al. "Discriminative ability and

predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis." *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol.62, No.2, pp.202-208, Feb. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1111/jgs.12106>

박 준 수(Jun-Su Park)

[정회원]



- 2014년 2월 : 세한대학교 대학원 물리치료학과 (물리치료학석사)
- 2019년 2월 : 세한대학교 대학원 물리치료학과 (물리치료학박사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 목포과학대 물리치료과 겸임교수
- 2023년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 물리치료학과 겸임교수

<관심분야>

심호흡계 재활, 스포츠재활, 공중보건학

박 대 현(Dae-Hyun Park)

[정회원]



- 2002년 2월 : 세한대학교 산업대학원 도시공학과 (공학석사)
- 2009년 2월 : 세한대학교 일반대학원 산업공학과 (공학박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 휴먼서비스학과 겸임교수

<관심분야>

통계학, 지역개발, 도시개발