

## 전신진동을 결합한 스쿼트운동이 중증 만성폐쇄성폐질환 환자의 폐기능과 넙다리네갈래근 활성도에 미치는 영향

강정일 · 정대근<sup>†</sup>  
세한대학교 물리치료학과

Effects of Squat Exercise Combined with Whole-Body Vibration on the Pulmonary Function and the Quadriceps Femoris Activity of Patients with Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Jeong-Il Kang, PT, PhD · Dae-Keun Jeong, PT, PhD<sup>†</sup>  
Department of Physical Therapy, Sehan University

Received: September 18, 2020 / Revised: October 5, 2020 / Accepted: October 30, 2020  
© 2020 J Korean Soc Phys Med

### | Abstract |

**PURPOSE:** This study aimed to propose an exercise technique that helps improve the skeletal muscle function while suppressing the symptoms of respiratory distress, by mediating squat exercises in whole-body vibration for patients with severe COPD, and comparing the post intervention pulmonary function and activity of quadriceps. **METHODS:** Totally, 21 patients with severe COPD were randomly assigned to two groups through clinical sampling: experimental group I included 11 patients (Squat exercise combined with whole-body vibration exercise), and experimental group II included 10 patients (Only squat exercise). Before intervention, we measured pulmonary function using a pulmonary function tester, muscle activity of quadriceps using surface EMG, and gait ability using the 6MWT. **RESULTS:** Comparison of intra-group changes in both

experimental groups showed a significant increase in the activity of rectus femoris, vastus medialis, and vastus lateralis, and also in the 6MWT. Intra-group comparisons also revealed significant difference in the activity of rectus femoris, vastus medialis, and vastus lateralis ( $p < .05$ ).

**CONCLUSION:** Squat exercise combined with whole-body vibration significantly increased the activity of the quadriceps muscle, suggesting that this intervention helps maintain the function of skeletal muscles and prevent muscle atrophy. Therefore, studies to develop protocols using whole body vibration in clinical practice as an exercise method can safely be performed in severe COPD patients, as considered necessary.

**Key Words:** Chronic obstructive pulmonary disease, Whole body vibration training, Muscle activity

### I. 서 론

만성폐쇄성폐질환(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)은 다발성 폐질환과 연관되는 만성 호흡기 질환으로[1], 기도폐쇄와 연관되어 골격근 약화 및 쇠약이 빈번하게 발생하며 운동불내증으로 인해 건

<sup>†</sup>Corresponding Author : Dae-Keun Jeong

dklovept@naver.com, <https://orcid.org/0000-0003-3418-2992>

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.

강상태가 악화되는 질환이다[2]. 이러한 COPD 환자의 운동능력저하는 골격근 기능장애 즉 근육의 힘과 저항이 현저하게 감소하는 것이 특징이며[3], 이러한 기능장애는 비교적 초기 질병 단계에서 나타나 환자의 증상과 삶의 질을 저하시킨다[4].

COPD 환자의 운동 내성 및 삶의 질 향상과 연계된 지구력 및 근력 훈련을 향상시키기 위하여 다양한 운동 훈련의 효과에 대한 연구들이 수행되고 폐기능 향상을 위한 다양한 프로토콜의 이점들이 밝혀짐에도 불구하고, 대다수의 환자들은 높은 수준의 호흡곤란과 피로 등으로 인해 정상적인 활동을 수행하지 못하고 있으며, 이는 결국 신체활동 참여도를 감소시킨다[5]. 따라서 신체활동능력을 개선하기 위한 노력으로 전신진동훈련(Whole Body Vibration Training, WBVT)과 같은 운동 방법은 COPD가 중증으로 발전된 환자들에게 관심이 높아지고 있는 실정이다[6].

WBVT의 즉각적 효과는 단 한번의 중재 후에도 사지의 혈액순환 활성화와 근력 및 균형능력 향상 등이 관찰되었으며[7], 중장기적 효과로는 다양한 생리적 반응들이 나타나지만 특히 WBVT의 중심 메커니즘인 근육수축을 유발하는 ‘긴장성 진동 반사작용’으로 해석할 수 있다[8]. 기계적 진동으로 인한 긴장성 진동 반사는 골지힘줄기관(Golgi Tendon Organ)을 자극하여 골격근에서 운동단위(Motor unit)의 동원률을 증가시켜 기계적인 능력을 향상시킨다[9]. WBVT는 골밀도가 낮은 고령자를 대상으로 하지근력, 균형 및 신체활동 능력을 향상시키기 위한 안전하고 효과적인 중재방법이며[10], WBVT의 영향에 관한 연구들이 활발해지면서 폐기능과 연계된 낭포성 섬유증, 다발성 경화증 및 뇌졸중과 같은 연구들이 이루어지고 있다[11-13]. 따라서 COPD 환자에게 WBVT의 효과에 대한 연구들이 지속적으로 필요한 실정이다.

만성폐쇄성폐질환(COPD)의 관리지침에 따라 적절한 치료법을 중재함에도 불구하고 호흡곤란 증상이 빈번한 환자에게 근력 및 지구력 향상을 위한 프로토콜을 제시하기에는 어려움이 있다[14]. 그러나 폐기능 향상을 위한 프로그램은 일반적으로 운동 능력, 호흡곤란, 골격근 기능 및 삶의 질을 향상시키기 위해 지구력과

저항력 훈련을 포함하고 있지만 특히 골격근 기능장애는 최대 운동능력을 제한하는 가장 빈번한 요인 중 하나이고 환자 생존에 부정적인 영향을 미치기 때문에 COPD 환자에게 골격근 기능 향상은 필수적이다[15]. 그러나 골격근의 근력 향상을 위해서는 저항운동이 필수불가결한 요소이지만 중증 COPD환자는 쉽게 느끼는 피로감과 호흡곤란 증상으로 수행하기 힘들기 때문에 전신진동운동은 근력을 유지하기 위한 대안이 될 수 있다. 따라서 본 연구는 폐기능이 현저히 감소된 중증 COPD 환자에게 전신진동에서의 스쿼트운동을 중재하여 폐기능과 하지근육인 넵다리네갈래근의 활성능력을 비교함으로써 임상에서 호흡곤란 증상을 억제시키면서 골격근의 기능향상을 위한 운동방법을 제시하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 기관생명윤리위원회의 승인(SH-IRB 2020-61)을 받고 2020년 1월부터 8월까지 전라남도 소재한 H병원에서 입원 치료중인 55~70세 연령범위의 남성 COPD 환자 21명을 대상으로 하였다. COPD의 진단은 Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 지침에 따라 1초간 노력성 날숨량이 50% 미만인 중증 만성폐쇄성폐질환 진단을 받은 자로써, 12주 동안 고혈압 등 복용약물 상의 변동이 없는 자, 뇌혈관 질환, 암, 정형외과적 질환, 신경외과적 질환이 없는 자, 최근 3개월 이상 규칙적인 운동을 하지 않은 자, 급진적 만성폐쇄성폐질환 증상이 없는 자로 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 참여하기로 동의한 자를 대상으로 선정하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 연구설계

중증 COPD 환자 21명을 임상 표본추출하여 전신진동운동을 결합한 스쿼트 운동을 적용한 집단 11명을 실험군1로, 스쿼트 운동을 적용한 집단 10명을 실험군II

Table 1. General Characteristics

| Items           | Experimental group I (n = 11) | Experimental group II (n = 10) | p    |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|------|
|                 | M ± SD                        | M ± SD                         |      |
| Age (years)     | 64.10 ± 5.06                  | 66.43 ± 4.99                   | .420 |
| Height (cm)     | 164.71 ± 4.26                 | 166.57 ± 5.13                  | .295 |
| Weight (kg)     | 52.32 ± 6.11                  | 56.83 ± 6.21                   | .148 |
| Disease (years) | 6.64 ± 2.11                   | 7.71 ± 2.95                    | .919 |
| 6MWT (m)        | 387.45 ± 57.28                | 348.85 ± 48.41                 | .425 |

로 각각 무작위 배치하여 4주 간, 3일/주, 1회/일, 3세트/1회, 10회/1세트 씩 증재 프로그램을 시행하였다. 증재 전 폐기능 측정기로 폐기능을 측정하였고, 표면 근전도로 넵다리네갈래근의 근활성도를 측정하였으며, 6분보행검사를 사용하여 보행능력을 측정한 후, 4주 후에 사후검사를 사전검사와 동일하게 재측정하여 분석하였다.

(1) 폐기능 측정

폐기능 측정은 Chestgraph HI-701 (Chest, Japan)을 이용하여 측정하였으며, 폐기능은 대상자에게 앉은 자세에서 호흡기계를 입에 물고 최대한 숨을 들이쉬 후, 힘껏 내뱉게 하여 측정된 수치를 기록하여 측정하였다. 폐활량 측정은 최소 3회 이상 실시하였고 검사치 중에서 가장 큰 수치와 그 다음 큰 수치 사이의 차이가 5% 이내 또는 200 mL 이내인 수치를 측정하였다.

(2) 넵다리네갈래근 활성화 측정

넵다리네갈래근의 근활성도를 측정하기 위해 표면 근전도 MP 150 system (Biopac, USA) 8채널을 사용하였으며, 근전도 신호수집을 위한 표본추출율(Sampling rate)은 1000으로 하였고, 주파수 대역 필터는 20~450 Hz로 설정하였다. 근전도 신호의 피부저항을 최소화하기 위해 대상자들의 피부에서 털을 제거하고 가는 사포를 이용하여 각질을 제거한 뒤 알코올 솜으로 문질러 피부를 청결히 유지하였으며, 2개의 Ag/AgCl 표면 전극을 사용하여 각 근육의 근복에 근섬유와 평행한 방향으로 2 cm 간격으로 부착하였고, 측정근육은 넵다리네갈래근 중 중간넓은근을 제외하고 넵다리곧은근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 근전도 신호를 수집하였다. 대상자들의 근전도 신호를 정규화(Normalizing)하기 위해 먼

저 환자들을 가만히 서 있는 자세를 취하게 한 후 10초간 넵다리곧은근(Rectus femoris), 안쪽넓은근(Vastus medialis), 가쪽넓은근(Vastus lateralis)의 실효치진폭 값을 측정하였고, 이 중 시작과 끝 2초를 제외한 8초 동안의 실효치진폭 값의 평균값을 기준동작 시 실효치진폭 값으로 설정하였다. 또한 의자에 앉아 있는 상태에서 일어서기까지 동작의 시작 시점을 통일하기 위하여 연구자의 “일어나세요” 라는 음성지시에 따라 자연스럽게 일어서기 동작을 수행하도록 하였고, 3번 측정 후 평균값을 산출하였으며, 이때 발생되는 동일한 근육의 실효치진폭 값을 특정동작 시 실효치진폭 값으로 설정하였다. 특정동작 시 실효치진폭 값을 기준동작 시 실효치진폭 값으로 나눈 후 백분율로 하여 대상자들의 근전도신호를 정규화 하였으며 동작을 수행하도록 하였고, 일어서기 동작 시 실효치진폭 값을 3번 측정 후 평균값을 산출하였고, 측정 간 2분의 휴식시간을 동일하게 적용하였다(Fig. 1).

(3) 6분보행검사

6분보행검사(6-minute walk test; 6MWT)는 20 m의 직선 보행경로를 반복적으로 걷는 방법으로 시행하였

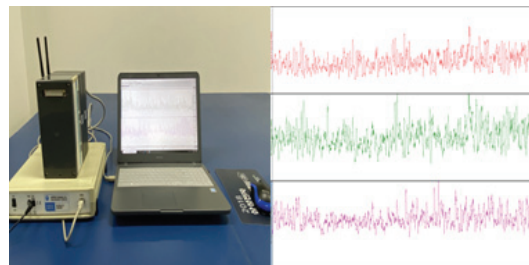


Fig. 1. Analysis of sEMG signal.

다. 양쪽의 돌아오는 지점에는 원추모양의 표식대 (Orange traffic cone)를 놓았으며, 보행거리를 수월하게 측정할 수 있도록 전체 구간에 2 m마다 표시하였다. 검사 전 준비운동은 시행하지 않았으며 시작 전 의자에 앉은 채로 시행방법에 대하여 교육을 받았다. 6분 동안 가능한 많은 거리를 걷도록 하였으며, 걷는 속도와 휴식시간은 개인의 능력에 맞추어 스스로 조절할 수 있도록 하였다. 필요한 경우 휴식을 취할 수 있지만, 대상자들에게 본 검사의 목적을 설명하여 6분 동안 먼 거리를 이동할 수 있도록 독려했다. 6분 동안 보행한 총 거리는 왕복 횡수와, 바닥의 표시를 통해서 측정하였고, 이 미 신뢰도와 타당도가 검증되었다[16].

### 3. 중재방법

#### 1) 가로막 호흡운동

가로막 호흡운동은 두 집단 모두에서 시행되었으며, 중재방법은 환자를 바로 누워서 편안한 자세로 준비시키고 치료사의 손은 전방 갈비연골 바로 아래 위치한 복직근에 올려놓은 다음 환자에게 느리고 깊게 코로 숨을 들이마시도록 들숨성 가로막 호흡을 유도한다. 이때 치료사는 배곧은근이 상승될 때 적절한 저항을 가하며 환자의 깊은 들숨을 유도하며, 환자는 깊은 들숨을 하는 동안 어깨를 이완시켜 유지하게 하고 위쪽 가슴부는 움직이지 않게 하며 복부의 상승만 허용한다. 가로막호흡운동은 주 5회, 1일 1회, 1회 총 4 session으로 구성되며 1 session이 끝난 후 1분간의 휴식시간을 제공하였으며, 1 session은 총 5 set로 이루어지며 1 set 당 분당 4-5회의 호흡운동을 시행하고 30초의 휴식시간을 제공하였다[17].

#### 2) 전신진동을 결합한 스쿼트 운동

중증 COPD 21명을 임상 표본추출하여 전신진동을 이용한 스쿼트 운동과 스쿼트 운동을 무작위 배치한 후 각각의 중재프로그램을 총 4주간 주 3회, 1일 3세트, 1세트 10번씩 적용하였다[18]. 전신진동운동은 수직 진동 플랫폼(Apsuninc, Wellengang, Korea)에서 중재 전 2분 동안 치료사에 의해 스쿼트 형태와 타이밍을 조절

하기 위한 연습을 시행한다. 스쿼트 운동은 무릎각도가 45도 정도로 환자가 4초(2초 동심성, 2초 편심성) 동안 운동을 하고 각 반복 사이에 2초씩 서서 분당 10회 반복하도록 시간을 측정했다. 그리고 필요에 따라 환자의 움직임을 교정하고 조절했다. 운동이 끝난 후 환자들은 5분 동안 앉아서 휴식을 취했다. WBVT 중 스쿼트 운동은 20Hz의 주파수와 피크 대 피크 변위 7 mm (COPD 환자를 포함한 WBVT 시험에서 주로 사용되는 등급)로 수행되었다. 스쿼트 운동은 치료사의 시각적 판단에 따라 임의적으로 무릎각도가 45도 정도로 환자가 4초(2초 동심성, 2초 편심성) 동안 운동을 수행할 수 있도록 독려했고, 각 반복 사이에 2초씩 서서 분당 10회 반복하도록 시간을 측정했다. 이 척도는 운동하는 동안 환자가 겪고 있는 호흡 부족의 강도를 계량화하기 위한 것으로 호흡 곤란은 0부터 10까지의 척도로 점수가 매겨졌는데, 0은 “호흡 부족 없음”을 나타내고 10은 “호흡 부족이 너무 많아 활동을 중단해야 한다”고 표시했다[19] (Fig. 2).

#### 3) 스쿼트 운동

스쿼트 운동은 빈도, 기간, 휴식시간, 자세 등을 진동을 제외한 모든 상황을 전신진동을 결합한 스쿼트 운동과 모두 동일하게 하였다. 전신 진동 운동을 통한 운동의 효과는 제외하고 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 굽힘 자세의 효과만을 확인하였다.

### 4. 자료분석

본 연구의 자료처리 방법은 Window용 SPSS 18.0을 이용하여 연구대상자의 일반적 특성을 Shapiro-wilk로 정규성 검정 하였고, Levene의 등분산 검정(Levene's test)

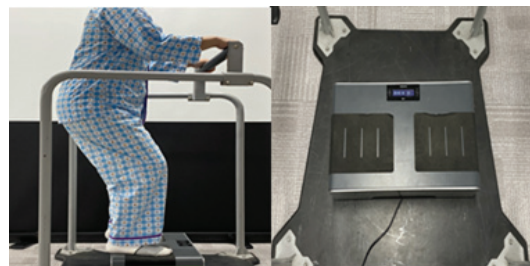


Fig. 2. Whole body vibration training.

Table 2. Comparison of Change in Experimental I Group

|              | Experimental I Group (n = 11) |                     | t       | p     |
|--------------|-------------------------------|---------------------|---------|-------|
|              | Pre-test<br>M ± SD            | Post-test<br>M ± SD |         |       |
| FEV1 (%)     | 44.56 ± 7.56                  | 46.25 ± 3.21        | -2.143  | .084  |
| FEV1/FVC (%) | 48.67 ± 6.44                  | 49.23 ± 4.25        | -1.347  | .124  |
| RF (Hz)      | 1212.32 ± 282.13              | 1415.44 ± 234.09    | -13.140 | .001* |
| VM (Hz)      | 1821.18 ± 246.73              | 1919.23 ± 241.28    | -5.056  | .002* |
| VL (Hz)      | 2218.38 ± 312.28              | 2336.16 ± 286.29    | -4.755  | .006* |
| 6MWT (m)     | 387.45 ± 57.28                | 427.45 ± 37.28      | 28.282  | .008* |

\*Paired t-test

\*p < .01

Table 3. Comparison of Change in Experimental II Group

|              | Experimental II Group (n = 10) |                     | t      | p     |
|--------------|--------------------------------|---------------------|--------|-------|
|              | Pre-test<br>M ± SD             | Post-test<br>M ± SD |        |       |
| FEV1 (%)     | 42.77 ± 4.31                   | 43.85 ± 4.84        | -1.846 | .122  |
| FEV1/FVC (%) | 46.23 ± 5.18                   | 47.13 ± 4.85        | -1.561 | .148  |
| RF (Hz)      | 1344.12 ± 302.19               | 1401.23 ± 285.55    | -2.423 | .038* |
| VM (Hz)      | 1714.29 ± 309.83               | 1792.15 ± 315.12    | -2.124 | .043* |
| VL (Hz)      | 2194.26 ± 387.32               | 2212.12 ± 301.26    | -2.285 | .042* |
| 6MWT (m)     | 348.85 ± 48.41                 | 368.1 ± 37.18       | 18.254 | .041* |

\*Paired t-test

\*p < .05

을 사용하여 동질성 검정을 하였다. 집단 내 폐기능, 넙다리내갈래근 활성도 및 6분보행검사의 변화비교는 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 하였으며, 집단 간 변화 비교는 사전 검사 값을 통제하기 위해 사전검사 결과값을 공변량으로 설정 후 집단 간 사후 검사 결과값으로 공분산분석(ANCOVA)을 시행하였다. 유의수준  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 실험군 I 집단 내 변화 비교

실험군 I의 집단 내 변화 비교에서는 넙다리곧은근,

안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 활성도 및 6분보행에서 유의하게 높아지는 결과를 보였다( $p < .05$ )(Table 2).

#### 2. 실험군 II 집단 내 변화 비교

실험군 II의 집단 내 변화 비교에서는 넙다리곧은근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 활성도 및 6분보행에서 유의하게 높아지는 결과를 보였다( $p < .01$ )(Table 3).

#### 3. 집단 간 변화 비교

집단 간 변화 비교에서는 넙다리곧은근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 활성도에서 유의한 차이를 보였고( $p < .05$ ), 전신진동운동을 결합한 스쿼트 운동에서 높아



Table 4. Comparison of Changes between Groups

|              | Experimental Group I (n = 11) |                     | Experimental Group II (n = 10) |                     | F      | p     |
|--------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------|-------|
|              | Pre-test<br>M ± SD            | Post-test<br>M ± SD | Pre-test<br>M ± SD             | Post-test<br>M ± SD |        |       |
| FEV1 (%)     | 44.56 ± 7.56                  | 46.25 ± 3.21        | 42.77 ± 4.31                   | 43.85 ± 4.84        | 1.925  | .248  |
| FEV1/FVC (%) | 48.67 ± 6.44                  | 49.23 ± 4.25        | 46.23 ± 5.18                   | 47.13 ± 4.85        | 1.725  | .213  |
| RF (Hz)      | 1212.32 ± 282.13              | 1415.44 ± 234.09    | 1344.12 ± 302.19               | 1401.23 ± 285.55    | 12.785 | .031* |
| VM (Hz)      | 1821.18 ± 246.73              | 1919.23 ± 241.28    | 1714.29 ± 309.83               | 1792.15 ± 315.12    | 6.329  | .043* |
| VL (Hz)      | 2218.38 ± 312.28              | 2336.16 ± 286.29    | 2194.26 ± 387.32               | 2212.12 ± 301.26    | 6.400  | .048* |
| 6MWT (m)     | 54.3 ± 15.14                  | 50.4 ± 12.71        | 56.1 ± 13.78                   | 48.1 ± 7.78         | 2.427  | .138  |

\*ANCOVA

\*p < .05

지는 결과가 나타났다(Table 4).

#### IV. 고 찰

본 연구는 폐기능이 현저히 감소된 중증 COPD 환자들에게 호흡곤란 증상을 억제 시키면서 골격근의 기능 향상을 도모하기 위한 효율적인 중재방법을 적용하기 위하여 전신진동을 활용한 스쿼트운동을 중재함으로써 폐기능, 넵다리네갈래근 활성도 및 6분보행검사에 미치는 변화를 알아보고 변인을 분석한 결과를 토대로 다음과 같은 내용들을 논의 하고자 한다.

COPD 환자의 폐기능과 골격근 약화는 빈번하게 발생하여 건강상태가 악화되는데 전신진동은 COPD 환자들을 위한 호흡재활의 대체방법으로 시행되어 왔다. Cardoso 등[20]은 중증의 COPD 환자 20명을 대상으로 전신진동을 병행한 호흡운동군과 일반적 호흡운동군의 폐기능, 6분보행검사 및 건강관련 삶의 질을 비교한 결과, 폐기능에서는 유의한차이가 나타나지 않았지만 건강관련 삶의 질 영역 중 활동영역에서만 유의한 차이가 나타났다. Pleguezuelos 등[21]은 51명의 중증 COPD 환자를 대상으로 6주간 전신진동을 중재한 실험군과 대조군을 구분하여 호흡근력과 6분보행검사를 비교한 결과, 호흡근력에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 본 연구에서도 실험군I과 실험군II 모두 폐기능에서는 유의한 차이가 나타나지 않아 선행연구를 지지하는 결

과를 도출하였는데 Berner 등[22]은 COPD 환자의 건강 관련 삶의 질 향상을 위하여 전신진동과 결합한 중재방법이 폐기능, 하지근력 및 기능적운동능력에 미치는 영향을 검토하기 위하여 8개의 데이터베이스를 통하여 메타분석한 결과, 연구들의 중재기간이 다양하게 진행되고 있지만 12주 이하의 전신진동훈련은 폐기능에는 효과적이지 않았다고 보고되고 있고, 중증의 만성폐쇄성폐질환 환자의 폐기능 향상을 목적으로 시행된 선행 연구들이 현재도 많이 진행되고 있으나 그 결과값이 COPD 질환에 대한 기류제한이 완전히 가역적이지 않음을 특징으로 하고 약한 호흡근력과 낮은 폐활량의 결과로 일반적으로 기계적인 환기에 문제를 보이는 기류감소로 인한 병태학적 변화로 호흡기능 향상에는 연구마다 상이한 결과가 나타난 것으로 여겨진다.

COPD는 신체 활동에 참여하는 시간이 줄고 호흡곤란으로 인해 활동량이 줄어들며 상대적으로 좌식생활이 증가하기 때문에 32% 정도 근위축을 동반한 골격근의 약화가 나타나고[23], 골격근은 근력과 저항력이 현저하게 감소하여 근기능 저하와 함께 환자의 삶의 질을 악화시킬 수 있다. 그리고 특히 활동 시에 중요한 골격근인 넵다리네갈래근 힘 감소는 중증의 COPD 환자의 폐기능 뿐만 아니라 사망률까지 정확하게 예측할 수 있을 정도로 그 중요성이 제시되는 근기능이다[24]. Salhi 등[25]은 62명의 COPD 환자를 대상으로 전신진동 훈련을 중재한 집단과 저항운동을 중재한 집단으로 무

작위 배치한 후 넵다리네갈래근의 힘과 6분보행거리를 측정된 결과 두 집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않아 전신진동이 저항운동을 대체할 수 있는 중재방법임을 증명하였고, Spielmanns 등[26]은 29명의 중증 COPD 환자를 전신진동집단과 유연성운동집단을 구분한 후 6분보행검사, 균형 및 하지근력을 비교한 결과 전신진동운동을 시행했을 때가 더욱 유의한 변화가 나타나 임상적으로 더욱 큰개선을 가져왔다고 보고하였는데 본 연구에서도 넵다리네갈래근의 활성도가 실험군에서 보다 유의하게 개선된 결과를 나타내어 선행연구를 지지하는 결과를 도출하였다. 이러한 결과는 전신진동자극은 근방추의 감각과 운동신경을 촉진시켜 근신경계를 강화하는 방법으로, 먼 쪽 부티의 진동을 전신으로 전달함으로써 근육을 지속적으로 자극하여 하지의 기능적인 운동 능력을 향상시키는 데 있어 도움이 되는 것으로 여겨지며, 그 원인은 신경 근육 시스템이 개선되었기 때문이라고 추측할 수 있다.

COPD 환자에게 운동용량 및 기능적 운동능력을 평가하기 위하여 6분보행검사를 필수적인 측정방법으로 [27], Greulich 등[28]은 40명의 COPD 환자를 대상으로 흉부물리치료에 전신진동훈련을 중재한 실험군과 흉부물리치료를 중재한 대조군의 6분보행검사와 면역반응을 나타내는 인터루킨을 비교한 결과 실험군에서만 6분보행거리에 유의하게 개선된 결과를 나타냈으며, Braz Junior 등[29]은 COPD 환자 11명을 무작위 배치하여 전신진동위에서 스쿼트 훈련을 12주간, 주 3회 중재하여 대조군과 비교한 결과, 6분보행검사와 삶의 질에서 유의하게 크게 개선된 결과를 도출하였다. 본 연구에서도 실험군I과 실험군II 모두에서 6분보행검사에서 유의하게 개선되어 선행연구를 지지하는 결과를 나타내었는데 스쿼트 운동은 COPD 환자의 골격기능의 상실을 상쇄시켜주는 안전하고 효과적인 전략으로 골격근에 기능회복에 도움을 주어 6분보행거리가 향상된 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 연구대상자들이 1개의 의료기관 내에서 만성폐쇄성폐질환 환자들로 제한하였으므로 모든 만성폐쇄성폐질환 환자에 대한 일반화에 있어서는 한계가 있다는 점과, 현재 투여하고 있는 약

물에 대해서도 통제하는데 어려움이 있어 변수가 발생할 수 있다는 점, 그리고 일상생활을 통제하는데 어려움이 있다는 점 등으로 차 후 연구에서는 전신진동과 호흡운동중재프로그램이 결합된 다양한 프로토콜을 개발하기 위한 연구가 필요 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

점진적인 폐기능 손상으로 인한 활동의 제한과 기능상실을 겪게 됨에 따라 넵다리네갈래근의 근력은 정상인에 비해 만성폐쇄성폐질환자에서 약 20%-30% 정도 감소되어 폐기능과 넵다리네갈래근 활성도의 상관성이 강한 것으로 제시되고 있다. 전신진동운동은 정상인에게도 근력 및 지구력 강화에 효용성이 있는 운동이지만 COPD환자의 근력강화와 지구력강화, 근위축 예방 등의 기능적 운동수행에 관련된 연구들은 계속 진행되고 있고, 중증 COPD 환자에게 호흡곤란을 유발하지 않는 유용한 대체 치료법으로 제안되는 치료방법으로 고안될 수 있는지를 이해하는 것은 임상적으로 가치가 있는 것으로 사료됩니다.

## Acknowledgements

본 논문은 2020년 세한대학교의 학술연구비에 의하여 지원됨.

## References

- [1] Miravittles M, Price D, Rabe KF, et al. Comorbidities of patients in tiotropium clinical trials: comparison with observational studies of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2015;10:549-64.
- [2] Matkovic Z, Cvetko D, Rahelic D, et al. Nutritional status of patients with chronic obstructive pulmonary disease in relation to their physical performance. *COPD*. 2017;14(6):626-34.
- [3] Pleguezuelos E, Esquinas C, Moreno E, et al. Muscular

- dysfunction in COPD: systemic effect or deconditioning? *Lung*. 2016;194(2);249-57.
- [4] Barreiro E, Gea J. Respiratory and limb muscle dysfunction in COPD. *COPD*. 2015;12(4);413-26.
- [5] Maltais F, LeBlanc P, Jobin J, et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155;555-61.
- [6] Vogiatzis I. Strategies of muscle training in very severe COPD patients. *Eur Respir J*. 2011;38;971-5.
- [7] Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol*. 2000;81;449-54.
- [8] Ritzmann R, Kramer A, Gruber M, et al. EMG activity during whole body vibration: motion artifacts or stretch reflexes? *Eur J Appl Physiol*. 2010;110;143-51.
- [9] Rittweger J, Mutschelknauss M, Felsenberg D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2003;23;81-6.
- [10] Conway GE, Szalma JL, Hancock PA. A quantitative meta-analytic examination of whole-body vibration effects on human performance. *Ergonomics*. 2007;50(2); 228-45.
- [11] Cardinale MAJW, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you?. *British journal of sports medicine*. 2005;39(9);585-9.
- [12] Mikhael M, Orr R, Singh MAF. The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of the literature. *Maturitas*. 2010;66(2);150-7.
- [13] Merriman H, Jackson K. The effects of whole-body vibration training in aging adults: a systematic review. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2009;32(3);134-45.
- [14] Nici L, Donner C, Wouters E, et al. American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;173(12);1390-413.
- [15] Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation. *Amer J Respir Crit Care Med* 2013;188(8);E13-64.
- [16] Fulk GD, Echternach JL, Nof L, et al. Clinometric properties of the six-minute walk test in individuals undergoing rehabilitation poststroke. *Physiotherapy theory and practice*. 2008;24(3);195-204.
- [17] Jeong DK. The Effects of Breathing Exercise on Respiratory Synergist Muscle Activity and SpO<sub>2</sub> in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2015;27(4); 234-9.
- [18] Gloeckl R, Heinzlmann I, Baeuerle S, et al. Effects of whole body vibration in patients with chronic obstructive pulmonary disease-a randomized controlled trial. *Respiratory medicine*. 2012;106(1);75-83.
- [19] Gloeckl, R., Richter, P., Winterkamp, S., Pfeifer, M., et al. Cardiopulmonary response during whole-body vibration training in patients with severe COPD. *ERJ open research*. 2017;3(1);1-9.
- [20] Cardoso MCDS, Sayão LB, Souza RMP, et al. Pulmonary rehabilitation and whole-body vibration in chronic obstructive pulmonary disease. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2016;22(2);44-50.
- [21] Pleguezuelos E, Pérez ME, Guirao L, et al. Effects of whole body vibration training in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology*. 2013;18(6);1028-34.
- [22] Berner K, Albertyn SC, Dawnarain S, et al. The effectiveness of combined lower limb strengthening and whole-body vibration, compared to strengthening alone, for improving patient-centred outcomes in adults with COPD: A systematic review. *South African Journal of Physiotherapy*. 2020;76(1).
- [23] Kim HC, Lee GD, Hwang YS. "Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary



- disease". *Tuberculosis and Respiratory Diseases*. 2010; 68(3);125-39.
- [24] Kim HC, Mofarrah M, Hussain SN. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int. J. Chron Obstruct. Pulmon. Dis*. 2008;3;637-58.
- [25] Salhi B, Malfait TJ, Van Maele G, et al. Effects of whole body vibration in patients with COPD. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2015;12(5); 525-32.
- [26] Spielmanns M, Boeselt T, Gloeckl R, et al. Low-volume whole-body vibration training improves exercise capacity in subjects with mild to severe COPD. *Respiratory Care*. 2017;62(3);315-23.
- [27] Gimeno-Santos E, Frei A, Steurer-Stey C, et al. Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Thorax*. 2014;69(8); 731-9.
- [28] Greulich T, Nell C, Koepke J, et al. Benefits of whole body vibration training in patients hospitalised for COPD exacerbations-a randomized clinical trial. *BMC Pulmon Med*. 2014;14(1);1-9.
- [29] Braz Junior DS, Dornelas de Andrade A, Teixeira AS, et al. Whole-body vibration improves functional capacity and quality of life in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a pilot study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2015;10;125-32.