

동적 신경근 안정화 운동이 노인들의 폐기능과 뇌파에 미치는 영향

고호관¹ · 천승철^{2*}

¹건양대학병원 물리치료실 물리치료사, ^{2*}건양대학교 물리치료학과 교수

The Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization Exercise on Pulmonary Function and Electroencephalogram in Elderly

Ho-Kwan Ko, PT, MS¹ · Seung-Chul Chon, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Konyang University Hospital, Physical Therapist

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Konyang University, Professor

Abstract

Purpose : After coronavirus disease 2019 pandemic, many people around the world became aware of respiratory diseases and developed increased interest in health and exercise. As the elderly population grows larger, the prevalence of brain diseases and respiratory conditions increases. This study aimed to investigate the impact of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) exercises on pulmonary function and electroencephalogram (EEG) findings in the elderly population.

Methods : In this study, we measured the pulmonary function and performed EEG of 30 elderly individuals. The participants were randomly divided into an experimental group (n=15) and a control group (n=15). The experimental group completed a DNS exercise training protocol, while the control group performed simple exercise training. After the exercise, the pulmonary function and EEG testing were repeated, and the amounts of change within and between groups were determined.

Results : In terms of pulmonary function, the experimental group's forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume at 1 second (FEV1) increased significantly after the exercise ($p<.05$), while the FVC differed significantly between groups ($p<.05$). In terms of EEG findings, the relative alpha waves significantly decreased in the F3 region ($p<.05$), while the relative beta waves significantly increased in the F4 region ($p<.05$). The relative gamma waves increased significantly in the Fp2 and P3 regions ($p<.05$), while the values in the F3 region differed significantly between groups ($p<.05$).

Conclusion : DNS exercises performed by this elderly population demonstrated significant clinical value by providing fundamental data about both pulmonary function and EEG activity.

Key Words : dynamic neuromuscular stabilization, elderly, electroencephalogram, pulmonary function

*교신저자 : 천승철, keyjune@konyang.ac.kr

제출일 : 2024년 4월 23일 | 수정일 : 2024년 6월 11일 | 게재승인일 : 2024년 7월 19일

I. 서론

코로나 바이러스 이후 많은 사람들이 호흡기질환에 대한 경각심으로 건강 및 운동의 중요성에 대한 관심이 증가했다(Nalbandian 등, 2023). 통계에 따르면 폐암, 폐렴(pneumonia), 천식(asthma) 및 만성폐쇄성폐질환(chronic obstructive lung disease)과 같은 호흡기질환 환자 연령대가 60세 이상의 노인들에게서 증가하고 있으며, 호흡기질환이 노인들에게 치명적임을 보여주고 있다(GBD Chronic Respiratory Disease Collaborators, 2020). Frenzel 등(2022)은 폐기능이 떨어지면 뇌 용적이 줄어들고 백질에 고강도의 부담이 간다고 했다. 노인들의 뇌기능은 시간이 지날수록 감소되며, 특히 운동영역의 이마엽 기능이 노화로 인해 큰 영향을 받는다고 하였다(Eggenberger 등, 2016). 이와 관련하여 뇌질환 환자 역시 호흡기질환 환자처럼 연령대가 올라갈수록 증가하고 있으며, 뇌질환 중 뇌졸중은 전 세계적으로 두 번째로 높은 사망원인이다(GBD 2019 Stroke Collaborators, 2021). 즉 고령화가 진행되고 있는 지금, 노인들에게 호흡기질환 및 뇌질환에 대한 건강관리가 필요하다.

호흡과 뇌파는 안정적인 신체 상태일 때 호흡의 정량화 지표와 뇌파의 정량화 지표가 양의 상관관계를 보인다고 하였고(Kim & Min, 2008), 뇌호흡 훈련은 노인들의 우울 성향을 개선시키며 뇌기능을 정상화시키는데 도움이 된다고 하였다(Shim & Kim, 2006). 또한 과호흡 시에 이마엽의 뇌파에서 유의적인 변화가 관찰되었다고 하였다(Kim & Choi, 2009). 이러한 선행연구들에 근거하여 호흡과 관련된 운동은 노인들의 뇌기능 및 뇌활성도에 영향을 미치는 것으로 보이며, 이와 관련된 효율적인 운동 방법의 개발과 적용이 필요하다.

동적 신경근 안정화(dynamic neuromuscular stabilization; DNS) 운동은 영아(infant)의 운동발달 과정을 기반으로 하여 호흡과 함께 척추와 관절에 작용하는 근육들의 움직임을 최적화시키는 운동 방법이다(Frank 등, 2013). 이러한 운동 방법은 근육의 정밀한 조절에 의한 통합적인 척추 안정화 시스템(integrated spinal stabilizing system; ISSS)과 호흡에 의한 복강 내압(intra abdominal pressure; IAP)으로 조절된다(Kobesova & Kolar, 2014). ISSS는 신

체의 다양한 깊은 근육들과 복근의 동시수축으로 활성화되며(Stokes 등, 2010), 가로막과 배가로근은 호흡조절을 통하여 IAP를 안정화시킴으로써 전반적인 척추의 안정성을 제공하게 된다(Madle 등, 2022).

DNS 운동 적용 후 뇌졸중 환자들의 가로막 움직임과 깊은 복부 근육의 두께가 증가되었고 하였고(Yoon 등, 2020), DNS 운동 이후 학생들의 평균 폐활량이 유의하게 향상되었다고 발표하였다(Mohammad 등, 2019). 또한 DNS 적용이 뇌성마비 환자들의 호흡, 자세, 균형 및 보행능력에 도움이 되었다고 하였고(Son 등, 2017), DNS 운동이 만성 허리통증 환자들의 깊은 근육과 운동기능에 긍정적이라고 하였다(Venkatesan 등, 2022). 따라서 본 연구에서는 호흡과 뇌기능에 문제를 보이는 노인들을 대상으로 DNS 운동을 적용하여 이들의 폐기능과 뇌파에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 D광역시에 거주하는 65세 이상 노인 30명을 대상으로 연구 목적과 절차를 이해하고 자발적으로 동의한 자를 대상으로 선정하였고, 건양대학교 기관생명윤리위원회의 연구 승인(KYU 2023-03-042-001)을 받아 진행하였다. 대상자 선정 기준은 한국판 간이정신상태검사(Korean version of mini-mental state examination; MMSE-K)에서 24점 이상인 자로 하였으며, 뇌파에 영향이 미칠 수 있는 뇌질환 병력이 있는 자는 제외하였다. 본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 중재방법

실험군은 DNS의 기능적 자세(Kobesova 등, 2020)에 따라 DNS 프로토콜(Mahdieh 등, 2020)에서 이해하기 쉽고 연속 동작이 가능한 방법을 순서대로 적용하였다. 총 5가지 운동 중 준비단계인 가로막 호흡(diaphragmatic breathing)은 바로 누운 자세에서 양쪽 다리를 구부린 뒤

Table 1. General characteristics of subjects

(n= 30)

	Experimental group (n= 15)	Control group (n= 15)
Sex (male/female)	4/11	5/10
Age (years)	67.47±2.23	67.00±2.24
Weight (kg)	64.33±11.62	62.47±9.18
Height (cm)	158.40±8.02	163.30±7.37
MMSE-K (score)	28.33±1.45	28.60±1.30

배가 볼록 나오도록 코로 2초간 숨을 들이 마시며, 이후 입술을 둥글게 오므린 상태에서 4초간 숨을 내뿜도록 한다. 가로막 호흡 이후 양쪽 팔다리를 위로 뻗고 유지하도록 하여 아기 흔들기(baby rock)를 실시하고, 이후 양 옆으로 한 번씩 몸을 돌리도록 하여 구르기(rolling)를 실시한다. 다음 동작으로 세발기기(tripod)는 구르기 후 바로 엎드린 자세를 취한 후 양쪽 팔다리를 바닥에 딛고 엉덩이를 천장으로 밀어 올려 곰 자세를 취하도록 하며, 마무리 운동으로 세발기기 자세 이후 그대로 일어나 양 팔을 위로 뻗은 상태에서 앉았다 일어나 앉고 서기(squat)를 실시한다. 이 동작들을 연속적으로 진행하여 5

동작을 다 수행하였을 때 1회 실시로 기록하고 이 과정을 10회 3set씩 휴식시간 없이 10분 이내로 적용하였다 (Fig 1). 대조군은 별도의 준비운동 없이 목 뻗침(neck stretching), 어깨 뻗침(shoulder stretching), 가슴 뻗침(pectoralis stretching), 등 뻗침(back stretching), 앉고 서기(squat)를 적용하였고, 각 스트레칭은 최대 신전상태에서 12초 이상 유지하여 4회 반복, 앉고 서기동작은 10회 3set를 적용하였고 모든 운동은 휴식시간 없이 10분 이내로 적용하였다.

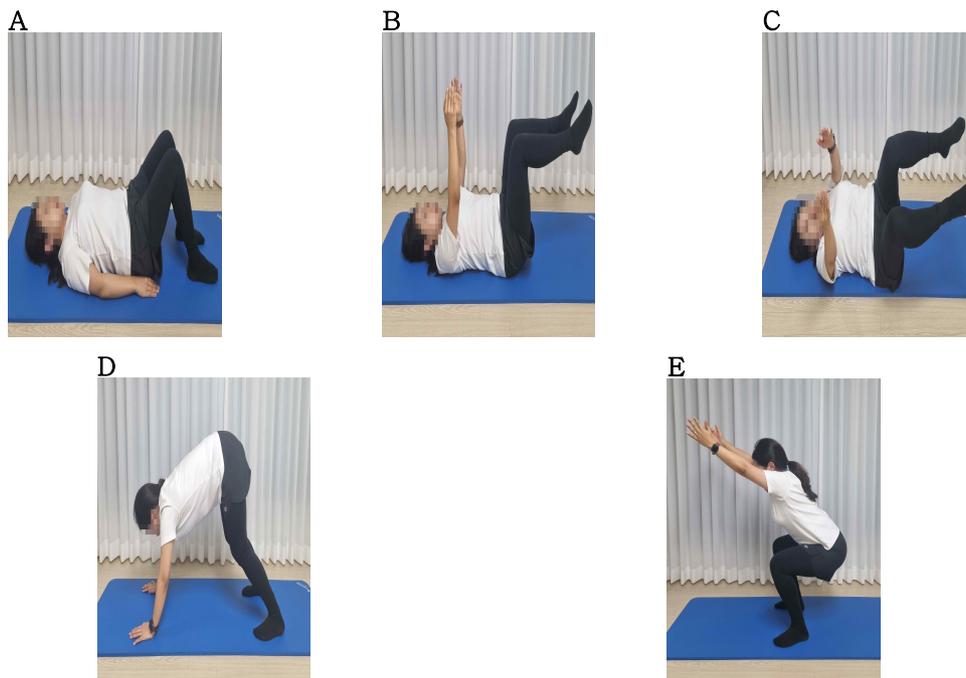


Fig 1. DNS exercise

(A) diaphragmatic breathing, (B) baby rock, (C) rolling, (D) tripod, (E) squat

3. 측정 방법

1) 폐기능

폐기능 검사는 폐기능 검사기(Pony FX, COSMED, Italy)로 측정하였다. 대상자는 의자에 똑바로 앉은 상태에서 시행되었다. 코마개를 이용하여 코를 막고 한 손으로는 측정 도구를 잡아 입에 물게 하였다. 이후 폐에 공기가 비워지도록 숨을 내쉬 다음 “측정 시작하겠습니다.” 라는 구두 지시에 맞추어 숨을 최대한 들이마시게 한 뒤 최대한 내뿜으며 기계에서 소리가 날 때까지 5초 이상 숨을 계속 뱉으라고 하였다. 3회 측정을 통하여 가장 높은 수치를 기록하였다(Graham 등, 2019).

2) 뇌파

뇌파 검사는 뇌파 측정기(QEEG-64FX, Laxtha, South Korea)를 사용하였다. 대상자는 의자에 앉은 상태에서 시행되었다. 전극 부착 부위는 국제 전극배치법에 따라 Fp1(ch1), Fp2(ch2), F3(ch3), F4(ch4), T3(ch5), T4(ch6), P3(ch7), P4(ch8) 위치에 총 8개의 전극을 부착하였다. 잡음을 최소화하기 위해 조용한 환경에서 1분 동안 움직임 없이 허공을 바라보게 하였으며, 중재 적용 전후 동일한 장소, 조건 및 자세에서 측정하였다. 측정된 데이터는 뇌파 소프트웨어(TeleScan, CD-TS-2.2, Laxtha, South Korea)를 사용하여 주파수 대역을 알파(8~13 Hz), 베타(13~30 Hz), 감마(30~50 Hz)로 나누어 파워스펙트럼으로 분석하였다.

4. 자료처리 및 분석

대상자의 일반적인 특성은 두 집단을 비교하기 위해 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차로 하였고, 모든 결과값은 샤피로-윌크 검정(shapiro-wilks test)을 통해 정

규성 검정을 하였다. 실험군에서 정규분포한 것은 운동 전후 FVC 값, 운동 후 FEV₁ 값, 운동 전후 FEV₁/FVC % 값, 운동 전후 PEF 값, 상대 베타파 운동 전후 ch1~8 값, 상대 감마파 운동 전 ch6, ch8 값, 운동 후 ch1, ch2, ch7, ch8 값이며 나머지 값들은 비정규 분포 하였다. 대조군에서 정규분포한 것은 운동 전 FEV₁ 값, 운동 후 FEV₁/FVC % 값, 운동 전후 PEF 값, 상대 베타파 운동 전 ch1, 운동 전후 ch2~8 값, 상대 감마파 운동 전 ch7, 운동 전후 ch1~2 값이며 나머지 값들은 비정규 분포 하였다.

집단 간 동질성을 비교하기 위하여 정규분포에 따라 독립표본 t-검정(independent t-test)과 맨-휘트니 검정(mann-whitney u test)을 사용하였다. 집단 전-후 비교를 위해서는 정규분포에 따라 대응표본 t-검정(paired t-test)과 윌콕슨 부호 순위 검정(wilcoxon signed rank)을 사용하였다. 집단 간 비교는 사전 측정값을 공변량으로 하여 공분산분석(analysis of covariance; ANCOVA)를 사용하였다. 통계 처리는 윈도우용 SPSS ver. 20.0(IBM Corp., Armonk, USA)을 이용하였고 유의수준 α=.05로 설정하였다.

III. 결 과

1. 폐기능

그룹 내 운동 전후 폐기능 변화에서 실험군과 대조군 모두 FVC와 FEV₁ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). 그룹 간 운동 후 비교에서 사전 측정값을 공변량으로 통제한 결과, 실험군이 대조군과 비교하여 FVC에서 통계적으로 유의하게 증가하였다(p<.05)(Table 2).

Table 2. Comparison before and after pulmonary function within groups and comparison between groups (n= 30)

	Experimental group	Control group	p	
FVC	pre	2.37±.75	2.58±.74	
	post	2.53±.77	2.51±.77	
	change	-.16±-.02	.08±-.03	.000
	t/Z	-3.28	-2.14	
	p	.006	.033	

Table 2. Comparison before and after pulmonary function within groups and comparison between groups (n= 30)
(continue)

		Experimental group	Control group	<i>p</i>
FEV ₁	pre	2.05±1.26	2.28±.60	.948
	post	2.05±.69	2.18±.63	
	change	.00±.57	.09±-.03	
	t/Z	-2.26	-3.08	
	<i>p</i>	.024	.002	
FEV ₁ /FVC %	pre	76.67±9.42	87.80±7.58	.964
	post	80.00±8.32	86.60±6.52	
	change	-3.33±1.10	1.20±1.06	
	t/Z	-1.46	-1.38	
	<i>p</i>	.166	.168	
PEF	pre	4.34±2.03	5.26±1.74	.218
	post	3.96±1.78	5.19±2.02	
	change	.37±.25	.08±-.28	
	t/Z	1.47	.57	
	<i>p</i>	.163	.579	

2. 뇌파

1) 상대 알파파 변화 비교

그룹 내 운동 전·후 상대 알파파 변화에서 실험군은 F3 영역에서 통계적으로 유의하게 감소하였다 ($p<.05$)(Table 3).

Table 3. Comparison before and after relative alpha waves in the group and between groups (n= 30)

		Experimental group	Control group	<i>p</i>
Fp1	pre	.45±.10	.02±.01	.616
	post	.02±.01	.02±.01	
	change	-.12±.09	-.00±.01	
	t/Z	-1.22	-.88	
	<i>p</i>	.222	.380	
Fp2	pre	.04±.11	.01±.01	.593
	post	.01±.01	.01±.01	
	change	.03±.10	-.00±.00	
	t/Z	-1.93	-.28	
	<i>p</i>	.054	.783	

Table 3. Comparison before and after relative alpha waves in the group and between groups (n= 30) (continue)

		Experimental group	Control group	<i>p</i>
F3	pre	.10±.12	.09±.13	.062
	post	.04±.06	.12±.14	
	change	.06±.05	.02±.01	
	t/Z	-1.99	-1.42	
	<i>p</i>	.047	.156	
F4	pre	.16±.16	.08±.12	.482
	post	.05±.10	.09±.12	
	change	.10±.06	-.01±.00	
	t/Z	-1.54	-.60	
	<i>p</i>	.123	.551	
T3	pre	.11±.12	.11±.15	.159
	post	.05±.08	.10±.13	
	change	.06±.05	.01±.01	
	t/Z	-1.74	-.41	
	<i>p</i>	.083	.683	
T4	pre	.07±.09	.09±.11	.968
	post	.07±.11	.07±.10	
	change	.01±.01	.01±.02	
	t/Z	-.80	-.09	
	<i>p</i>	.421	.929	
P3	pre	.17±.15	.18±.23	.057
	post	.10±.14	.18±.24	
	change	.07±.01	.00±.01	
	t/Z	-1.93	-.08	
	<i>p</i>	.054	.937	
P4	pre	.15±.16	.19±.25	.206
	post	.09±.13	.18±.21	
	change	.06±.02	.01±.04	
	t/Z	-1.58	-.31	
	<i>p</i>	.113	.755	

2) 상대 베타파 변화 비교

그룹 내 운동 전·후 상대 베타파 변화에서 실험군은 F4 영역에서 통계적으로 유의하게 증가하였다($p<.05$)(Table 4).

Table 4. Comparison before and after relative beta waves in the group and comparison between groups (n= 30)

		Experimental group	Control group	<i>p</i>
Fp1	pre	.34±.05	.37±.07	.676
	post	.34±.06	.38±.08	
	change	.00±-.01	-.00±-.01	
	t/Z	.07	-.67	
	<i>p</i>	.945	.504	
Fp2	pre	.35±.07	.38±.06	.461
	post	.34±.08	.38±.08	
	change	.01±-.00	-.00±-.01	
	t/Z	.86	-.04	
	<i>p</i>	.406	.968	
F3	pre	.36±.11	.36±.10	.341
	post	.38±.09	.35±.10	
	change	-.02±.02	.01±-.00	
	t/Z	-1.12	.35	
	<i>p</i>	.283	.734	
F4	pre	.32±.09	.35±.09	.544
	post	.37±.09	.37±.08	
	change	-.06±-.00	-.01±.01	
	t/Z	-2.33	-.49	
	<i>p</i>	.035	.632	
T3	pre	.34±.10	.31±.04	.767
	post	.33±.06	.32±.05	
	change	.01±.04	-.01±-.00	
	t/Z	.25	-.40	
	<i>p</i>	.805	.694	
T4	pre	.35±.09	.32±.05	.777
	post	.33±.08	.32±.05	
	change	.01±.02	-.00±-.01	
	t/Z	.64	-.29	
	<i>p</i>	.532	.779	
P3	pre	.38±.12	.35±.13	.078
	post	.39±.13	.32±.10	
	change	-.01±-.01	.03±.03	
	t/Z	-.53	1.47	
	<i>p</i>	.602	.164	
P4	pre	.38±.12	.29±.07	.094
	post	.41±.11	.32±.08	
	change	-.03±.01	-.03±-.00	
	t/Z	-.69	-1.24	
	<i>p</i>	.502	.235	

3) 상대 감마파 변화 비교

그룹 내 운동 전·후 상대 감마파 변화에서 실험군은 Fp2, P3 영역에서 통계적으로 유의하게 증가하였다

($p < .05$). 두 그룹 간 운동 후 비교에서 사전 측정값을 공변량으로 지정하여 통제된 결과, F3 영역에서 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < .05$)(Table 5).

Table 5. Comparison before and after relative gamma waves within a group and comparison between groups (n= 30)

		Experimental group	Control group	<i>p</i>
Fp1	pre	.59±.15	.60±.06	.062
	post	.64±.06	.59±.07	
	change	-.04±.09	.01±.01	
	t/Z	-1.07	.88	
	<i>p</i>	.284	.392	
Fp2	pre	.58±.16	.60±.06	.077
	post	.64±.08	.60±.07	
	change	-.06±.08	.00±.01	
	t/Z	-2.28	.14	
	<i>p</i>	.023	.889	
F3	pre	.44±.27	.46±.23	.034
	post	.56±.17	.43±.25	
	change	-.12±.11	.03±.02	
	t/Z	-1.46	-.79	
	<i>p</i>	.148	.432	
F4	pre	.37±.31	.49±.21	.247
	post	.54±.18	.47±.20	
	change	-.16±.13	.02±.01	
	t/Z	-1.56	-.79	
	<i>p</i>	.118	.432	
T3	pre	.48±.25	.50±.26	.171
	post	.60±.15	.51±.25	
	change	-.12±.11	-.02±.01	
	t/Z	-.85	-.20	
	<i>p</i>	.394	.841	
T4	pre	.54±.20	.50±.24	.864
	post	.57±.19	.54±.22	
	change	-.03±.01	-.04±.02	
	t/Z	-.68	-.20	
	<i>p</i>	.495	.842	
P3	pre	.33±.27	.39±.25	.303
	post	.46±.24	.44±.27	
	change	-.13±.03	-.05±.02	
	t/Z	-1.98	-1.65	
	<i>p</i>	.048	.099	
P4	pre	.36±.25	.46±.26	.454
	post	.45±.21	.43±.24	
	change	-.09±.04	.02±.01	
	t/Z	-1.30	-.75	
	<i>p</i>	.216	.456	

IV. 고 찰

DNS 운동 방법은 ISSS와 IAP 조절을 통하여 허리통증과 같은 척추 질환자들의 적용 방법으로 많은 연구가 진행되어 있다(Kobesova & Kolar, 2014). 더불어 뇌졸중 및 뇌성마비 등 다양한 신경계질환자들(Son 등, 2017; Yoon 등, 2020)의 폐활량, 자세, 균형 및 보행능력(Mohammad 등, 2019; Venkatesan 등, 2022) 등의 운동기능에 대한 연구들이 보고되었다. 그러나 노화의 진행에 따라 점진적으로 문제가 되는 폐기능과 뇌파를 연구한 자료는 매우 미흡하였다. 폐활량 측정은 선별검사 방식으로 호흡 능력과 심혈관 기능에 대한 중요한 정보를 제공한다(Miller 등, 2005). 뇌파 측정은 뇌의 전기생리학적 활동을 확인하는 방법으로 임상 현장에서 여전히 사용 중이다(Feyissa & Tatum, 2019). 폐기능과 뇌기능은 노화 진행에 따라서 지속적으로 문제를 일으키는 주요 인자(Ksinar 등, 2024)이며, 상관성과 함께 상호작용을 하게 된다(Stefanovska, 2007). 따라서 본 연구에서는 호흡과 뇌기능에 질환을 호소하게 되는 노인들을 대상으로 DNS 운동을 적용하여 이들의 폐기능과 뇌파에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

Frenzel 등(2022)은 FVC, FEV₁이 뇌의 용적과 관련이 있다고 했으며, Nezhad 등(2023)은 호흡기 합병증에 미치는 영향에 대한 문헌을 검토한 결과 DNS가 호흡 매개 변수에 영향을 미칠 수 있음을 시사했다. Yoon 등(2020)은 DNS가 호흡능력에 긍정적임을 보고하였으나, 가로막 움직임과 복부 근두께 변화를 통한 결과로 DNS가 호흡 능력 및 폐기능에 직접적인 영향을 미치는지에 대한 자료는 부족하였고, Mohammad 등(2019)의 DNS 연구에서는 폐기능 측정값 중 PEF는 배제되어 있었다. 이에 따라 본 연구에서는 폐기능과 뇌기능이 관련이 있다는 근거를 통해 노인들을 대상으로 DNS를 중재하여 선행연구에서 부족했던 폐기능에 대한 추가적인 측정과 뇌에 미치는 영향을 연구함으로써 의미가 있다 사료된다.

DNS 적용 후 폐기능은 FVC에서 가장 크게 증가(전 2.37에서 후 2.53)하였다. 대조군과 비교하여 폐기능 4개 항목 중 FVC에서만 유의하게 증가하였다. 이는 DNS 운동을 통한 IAP 향상으로 호흡 배출 능력이 향상된 것으

로 고려된다. 또한 대조군에 적용한 운동방법도 호흡기능에 초점을 맞추어 실험군과 유사하게 적용하였기 때문에 그룹 간 비교에서 유의한 차이를 확인하기에는 어려움이 있었을 것으로 보인다. Son 등(2017)은 DNS 운동 적용 후에 횡격막 움직임이 현저하게 증가되었다고 하였고, Mohammad 등(2019)은 DNS 운동이 FVC, FEV₁ 및 FEV₁/FVC 능력을 향상시켰다고 하였다. 본 연구에서도 DNS 운동 적용이 폐기능에 전반적으로 긍정적이었으며 위의 선행연구 결과들과도 유사함을 알 수 있었다.

EEG 파워스펙트럼 분석은 뇌기능을 비롯한 다양한 뇌질환을 이해할 수 있는 신뢰도가 높은 측정 방법으로 보고되고 있다(Newson & Thiagarajan, 2019). 또한 EEG는 CT와 MRI 방법과 비교하여 편의성, 효율성 및 접근성의 장점으로 연구 및 임상 분야에서 다양하게 적용되고 있다(Mussigmann 등, 2022). 이에 본 연구에서도 DNS 운동 적용의 효과를 즉각적으로 확인하기 위하여 EEG를 사용하였으며, 측정자의 EEG 측정에 대한 타당도, 신뢰도 및 숙련도를 높이기 위하여 EEG 전문가의 도움과 연습을 충분히 시행하였다. 또한 이와 유사한 EEG를 이용한 선행 연구들은(Kim & Choi, 2009; Kim & Min, 2008; Shim & Kim, 2006) 대부분 자극에 따른 주파수 대역의 뇌파 변화를 파워스펙트럼으로 분석하는데 의의를 두었으나, 본 연구에서는 운동 후 알파, 베타 및 감마 영역의 뇌파분석과 함께 3차원 뇌지도 영상 프로그램을 통하여 뇌 부위에 따른 활성도를 시각화함으로써 DNS 효과를 쉽게 이해할 수 있었다.

알파파(α)는 안정적인 상태일 때 증가하게 된다. Woo 등(2009)은 알파파는 주로 이마엽에서 활성화된다고 하였고, Bonnet과 Arand(2001)는 각성 수준이 높아지거나 불안할 때 알파파가 감소된다고 하였다. DNS를 적용한 실험군에서 운동 전후 비교에서 알파파가 T4 영역을 제외한 나머지 모든 영역에서 알파파가 감소되었다. 특히 F3 영역에서 알파파가 -150 % 감소하였다. 이는 DNS 운동을 통해 신체 활동이 증가되면서 각성 수준이 높아짐으로써 알파파가 감소된 것으로 사료된다. 더불어 이마엽 부위에 위치한 F3 영역에서 가장 크게 감소된 점은 이마엽에서 주로 알파파가 활성화된다는 Woo 등(2009)의 보고와도 일치하였다.

베타파(β)는 운동 후에 주로 증가된다. Kilavik 등

(2013)은 운동 중에는 베타파의 활성도가 낮으나 운동 후에 일시적으로 증가된다고 하였고, 다양한 감각과 상호작용하는 인지훈련 중에도 증가된다고 하였다 (Herrmann 등, 2016). DNS 적용 후에 베타파는 F3 과 F4 영역에서 증가하였으며, F4 영역에서 약 14 % 증가하였다. 이는 DNS 운동으로 인하여 각성 수준이 높아지면서 베타파가 증가한 것으로 사료된다. 또한 베타파가 인지 기능과 관련이 깊은 이마엽(Chayer & Freedman, 2001; Kilavik 등, 2013)에 위치한 F4 영역에서 증가되었다는 결과는 위의 선행연구들과도 일치하였다.

감마파(γ)는 기억력, 주의력 및 운동 조절과 같은 대 뇌기능과 상관성이 높다. 알츠하이머 치매의 노인들은 감마파 자극을 통해 인지 능력을 향상시킬 수 있다고 하였다(Martorell 등, 2019). DNS를 적용한 실험군 전후 비교에서 감마파는 모든 뇌 부위 영역에서 증가하였다. 특히 Fp2 영역, P3 영역 및 F3 영역은 대조군과 비교하여 유의하게 증가하였으며, P3 영역의 큰 증가는 뒤통수업이 감마파와 상관성이 높기(Cahn 등, 2010) 때문인 것으로 사료된다. 따라서 DNS 운동이 노인들의 감마파 자극에 더 효율적임을 생각해 볼 수 있었다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 보인다. 첫째, 오랜 중재 기간을 적용하지 않고 단일 효과로써 운동 전후만을 비교하여 운동에 따른 폐기능과 뇌파의 변화가 지속적인 효과인지 알 수 없다. 둘째, 뇌파측정기는 8채널을 사용하여 뇌파의 정밀한 변화와 세부적인 효과를 측정할 수 없었다. 따라서 향후 연구에서는 32채널 또는 64채널과 같은 뇌파 장비로 보다 정밀하고 세부적인 뇌기능을 측정하고, DNS 중재 기간을 길게 두어 시간에 따른 폐기능과 뇌파 변화를 알아볼 것을 제안한다.

V. 결 론

본 연구는 노인을 대상으로 DNS 운동이 폐기능과 뇌파에 미치는 영향을 객관적인 기기들을 통하여 알아보았다. 그 결과 DNS 운동은 폐기능 향상과 뇌파에 모두 긍정적임을 알 수 있었다. 이는 임상 현장에서 호흡과 뇌기능 문제에 점차적으로 노출되는 노인들의 호흡능력

과 뇌기능 개선을 위한 다양한 물리치료 및 재활 분야에 서 DNS 적용의 가능성을 제안하고 있다.

참고문헌

Bonnet MH, Arand DL(2001). Impact of activity and arousal upon spectral EEG parameters. *Physiol Behav*, 74(3), 291-298. DOI: 10.1016/s0031-9384(01)00581-9

Cahn BR, Delorme A, Polich J(2010). Occipital gamma activation during vipassana meditation. *Cogn Process*, 11(1), 39-56. DOI: 10.1007/s10339-009-0352-1

Chayer C, Freedman M(2001). Frontal lobe functions. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 1(6), 547-552. DOI: 10.1007/s11910-001-0060-4

Eggenberger P, Wolf M, Schumann M, et al(2016). Exergame and balance training modulate prefrontal brain activity during walking and enhance executive function in older adults. *Front Aging Neurosci*, 8, Printed Online. DOI: 10.3389/fnagi.2016.00066

Feyissa AM, Tatum WO(2019). Adult EEG. *Handb Clin Neurol*, 160, 103-124. DOI: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00007-2

Frank C, Kobesova A, Kolar P(2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther*, 8(1), 62-73.

Frenzel S, Bis JC, Gudmundsson EF, et al(2022). Associations of pulmonary function with MRI brain volumes: a coordinated multi-study analysis. *J Alzheimers Dis*, 90(3), 1073-1083. DOI: 10.3233/JAD-220667.

GBD Chronic Respiratory Disease Collaborators(2020). Prevalence and attributable health burden of chronic respiratory diseases, 1990-2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *Lancet Respir Med*, 8(6), 585-596. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30105-3

GBD 2019 Stroke Collaborators(2021). Global, regional,

- and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019. *Lancet Neurol*, 20(10), 795-820. DOI: 10.1016/S1474-4422(21)00252-0
- Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, et al(2019). Standardization of spirometry 2019 update. an official American thoracic society and European respiratory society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med*, 200(8), e70-e88. DOI: 10.1164/rccm.201908-1590ST
- Herrmann CS, Strüber D, Helfrich RF, et al(2016). EEG oscillations: from correlation to causality. *Int J Psychophysiol*, 103, 12-21. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2015.02.003
- Kilavik BE, Zaepffel M, Brovelli A, et al(2013). The ups and downs of β oscillations in sensorimotor cortex. *Exp Neurol*, 245, 15-26. DOI: 10.1016/j.expneurol.2012.09.014
- Kim YS, Choi HJ(2009). Quantitative electroencephalogram alteration by ventilation volume of hyperventilation. *J Life Science*, 19(12), 1829-1835.
- Kim YS, Min HK(2008). A study on the relation between respiration and EEG in stable state. *Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers*, 12(4), 20-26.
- Kobesova A, Davidek P, Morris CE, et al(2020). Functional postural-stabilization tests according to dynamic neuromuscular stabilization approach: proposal of novel examination protocol. *J Bodyw Mov Ther*, 24(3), 84-95. DOI: 10.1016/j.jbmt.2020.01.009
- Kobesova A, Kolar P(2014). Developmental kinesiology: three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *J Bodyw Mov Ther*, 18(1), 23-33. DOI: 10.1016/j.jbmt.2013.04.002
- Ksinan AJ, Dalecká A, Court T, et al(2024). Pulmonary function and trajectories of cognitive decline in aging population. *Exp Gerontol*, 189, Printed Online. DOI: 10.1016/j.exger.2024.112386
- Madle K, Svoboda P, Stribny M, et al(2022). Abdominal wall tension increases using dynamic neuromuscular stabilization principles in different postural positions. *Musculoskelet Sci Pract*, 62, Printed Online. DOI: 10.1016/j.msksp.2022.102655
- Mahdich L, Zolaktaf V, Karimi MT(2020). Effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training on functional movements. *Hum Mov Sci*, 70, Printed Online. DOI: 10.1016/j.humov.2019.102568
- Martorell AJ, Paulson AL, Suk HJ, et al(2019). Multi-sensory gamma stimulation ameliorates alzheimer's-associated pathology and improves cognition. *Cell*, 177(2), 256-271. DOI: 10.1016/j.cell.2019.02.014
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al(2005). Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*, 26(2), 319-338. DOI: 10.1183/09031936.05.00034805
- Mohammad Rahimi N, Mahdavinejad R, Attarzadeh Hosseini SR, et al(2019). Effect of dynamic neuromuscular stabilization breathing exercises on some spirometry indices of sedentary students with poor posture. *Phys Treat*, 9(3), 169-176. DOI: 10.32598/ptj.9.3.169
- Mussigmann T, Bardel B, Lefaucheur JP(2022). Resting-state electroencephalography (EEG) biomarkers of chronic neuropathic pain. a systematic review. *Neuroimage*, 258, Printed Online. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2022.119351
- Nalbandian A, Desai AD, Wan EY(2023). Post-COVID-19 condition. *Annu Rev Med*, 74, 55-64. DOI: 10.1146/annurev-med-043021-030635
- Newson JJ, Thiagarajan TC(2019). EEG frequency bands in psychiatric disorders: a review of resting state studies. *Front Hum Neurosci*, 12, Printed Online. DOI: 10.3389/fnhum.2018.00521
- Nezhad FF, Daryabor A, Abedi M, et al(2023). Effect of dynamic neuromuscular stabilization and vojta therapy on respiratory complications in neuromuscular diseases: a literature review. *J Chiropr Med*, 22(3), 212-221. DOI: 10.1016/j.jcm.2023.04.002
- Shim JY, Kim YH(2006). Effects of brain respiration

- training on electroencephalogram and depressive state in old women. *Korean Society of Sport Psychology*, 17(4), 117-133.
- Son MS, Jung DH, You JSH, et al(2017). Effects of dynamic neuromuscular stabilization on diaphragm movement, postural control, balance and gait performance in cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*, 41(4), 739-746. DOI: 10.3233/NRE-172155
- Stokes IA, Gardner-Morse MG, Henry SM(2010). Intra-abdominal pressure and abdominal wall muscular function: spinal unloading mechanism. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 25(9), 859-866. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2010.06.018
- Stefanovska A(2007). Coupled oscillators: complex but not complicated cardiovascular and brain interactions. *IEEE Eng Med Biol Mag*, 26(6), 25-29. DOI: 10.1109/emb.2007.907088
- Venkatesan P, Soundararajan K, Kishen TJ, et al(2022). Comparison of yoga and dynamic neuromuscular stabilization exercise in chronic low back pain on magnetic resonance imaging of lumbar multifidus-protocol for a randomized controlled trial. *Contemp Clin Trials Commun*, 28, Printed Online. DOI: 10.1016/j.conctc.2022.100937
- Woo M, Kim S, Kim J, et al(2009). Examining the exercise-affect dose-response relationship: does duration influence frontal EEG asymmetry?. *Int J Psychophysiol*, 72(2), 166-172. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2008.12.003
- Yoon HS, Cha YJ, You JSH(2020). Effects of dynamic core-postural chain stabilization on diaphragm movement, abdominal muscle thickness, and postural control in patients with subacute stroke: a randomized control trial. *NeuroRehabilitation*, 46(3), 381-389. DOI: 10.3233/NRE-192983