

호흡을 이용한 복부 드로우인 기법이 뇌졸중 환자의 몸통 조절과 악력에 미치는 영향

강정일 · 문영준^{1†}

세한대학교 물리치료학과, ¹정다운요양병원

The Effect of the Abdominal Draw-In Maneuver Using Breathing on Trunk Control and Hand Grip in Stroke Patients

Jeong-Il Kang, PT, PhD · Young-Jun Moon, PT, PhD^{1†}

Department of Physical Therapy, Sehan University

¹Jeong Da-un Nursing Hospital

Received: November 12 2021 / Revised: November 13 2021 / Accepted: November 24 2021

© 2022 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study was carried out to examine the changes in the trunk control ability and hand grip when the abdominal draw-in maneuver using breathing was applied to stroke patients, and provide basic data regarding the trunk stabilization exercise.

METHOD: After randomly placing patients in group I -applying the existing abdominal draw-in exercise and group II -applying the abdominal draw-in exercise using breathing, the intervention program was performed ten times per set (five sets per session), once a day, four times a week, for a total of four weeks. For the pre-tests before the intervention, trunk

damage and hand grip were measured. After the four weeks of intervention, post-tests were conducted in the same way as the pre-tests for analyzing the study results.

RESULTS: Both groups had significant differences in trunk control ability and hand grip ($p < .05$). The comparison between the two groups showed, significant differences only in the trunk control a ability($p < .05$).

CONCLUSION: The abdominal draw-in exercise using breathing led to the efficient contraction of abdominal muscles, which implies this is a more effective intervention to improve the trunk control ability.

Key Words: Abdominal draw-in maneuver, Breathing, Stroke, Transversus abdominis

†Corresponding Author : Young-Jun Moon

tkfkdg0328@naver.com, <http://orcid.org/0000-0003-1141-8704>

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.

I. 서론

뇌졸중 환자들은 몸통 조절 능력 저하, 비정상적인 근 긴장 그리고 협응 장애 등으로 운동 수행 능력이 감소되어 신체의 기능적인 움직임에 제한으로 이어지

며 일상생활에 어려움이 발생한다[1]. 특히, 몸통 조절 능력 저하는 몸통 주위 근육들의 약화로 보상작용에 의해 비정상적인 근 수축 패턴과 자세 변경이나 이동이 제한된다[2].

뇌졸중 환자의 팔 기능적인 수행에 있어서 몸통의 안정성은 매우 중요하며[3], 몸통 손상 척도는 일상생활의 기능적인 부분의 회복 정도를 예측하여 빠른 일상생활 복귀를 할 수 있는 중요한 지표이다[4]. 뇌졸중 환자의 팔 근력은 몸통 안전성과 연관성을 가지며, 팔의 기능 중 약력은 몸통의 근력을 대변할 수 있어 팔 기능 평가로 많이 사용되기 때문에[5,6], 일상생활 동작에 있어서 약력 측정은 팔 기능 평가 지표 중에 하나이다[7].

몸통 조절 능력에 관여하는 복부 주위 근육들 중 배가로근은 팔-다리의 움직임에 있어서 가장 먼저 수축하는 근육이며, 허리 분절의 안정성을 이루어 몸통 조절 능력을 향상시킬 수 있기 때문에 몸통 안정화 운동은 매우 중요하다[8]. 몸통 안정화를 향상시키는 여러 운동 방법 중 복부 드로우인 기법은 몸통 안정화에 관련된 주위 근육들을 활성화시키는 운동방법으로 특히 몸통 안정화에 중요한 배가로근을 선택적으로 자극시킬 수 있으며, 이미 요통환자들에게 검증되어 최근 뇌졸중 환자들에게 몸통 안정성을 향상시키기 위해 적용하고 있다[9]. 그러나 뇌졸중 환자들 같은 경우 선택적으로 단일 근육만을 활성화시키면, 주위 근육들의 근 약화를 초래할 수 있어 가장 효율적인 운동 방법이라고 할 수 없어[10], 이를 보완하기 위해 호흡이나 팔-다리의 움직임을 병행하여 효율적인 복부 드로우인 기법을 제시하고 있는 추세이다[11] 특히, 호흡은 누구나 쉽고 자연스럽게 접할 수 있는 운동 방법이며[12], 호흡 운동은 호흡근의 근력, 지구력 향상뿐만 아닌[13], 척추의 안정성을 제공하며, 복부와 요추 주위 근육들에 긍정적인 변화 주는 운동이다[14].

복부 드로우인 기법은 이미 많은 선행 연구들을 통해 검증된 운동방법이지만, 주위 근육들의 근 약화를 초래할 수 있기 때문에[15] 몸통 안정화를 위한 가장 좋은 운동 방법이라고 볼 수 없다. 하지만 이를 보완하기 위해 기존의 복부 드로우인 기법에 발등쪽 굽힘을

동반한 복부 드로우인 기법[16], 다리 움직임을 동반한 복부 드로우인 기법처럼[17] 새로운 동작 또는 운동을 결합하여 뇌졸중 환자들의 효율적인 몸통 안정화를 시키기 위한 연구들이 진행되고 있다. 본 연구에서도 효율적인 몸통 안정화 운동방법을 제시하고자, 누구나 쉽게 따라 할 수 있는 호흡을 이용한 복부 드로우인 기법을 뇌졸중 환자들에게 적용하여 몸통 조절 능력과 약력의 변화를 알아보고 향후 뇌졸중 환자들의 몸통 안정성 운동에 있어서 기초자료를 제공하기 위해 시행하였다.

II. 연구방법

1. 연구 설계

본 연구는 선정에 부합한 22명의 뇌졸중 환자를 표본 추출하고 제비뽑기를 통해 기존의 복부 드로우인 기법을 적용한 집단 11명을 실험군 I로, 호흡을 이용한 복부 드로우인 기법을 적용한 집단 11명을 실험군 II로 무작위 배치하였으나, 실험 도중 실험군 I 2명, 실험군 II 2명이 치료거부 또는 퇴원으로 인해 총 4명이 중도 탈락하였다. 총 4주간, 주 4회, 1일 1회, 1회 3set, 1set 당 10회를 중재 프로그램을 시행하였으며, 중재 전 사전 검사로 몸통 조절 능력은 몸통 손상정도 평가지를 이용하여 측정하였고, 약력(Grip strength)은 자마약력계(Jamar hydraulic hand dynamometer, USA)를 활용하여 뇌졸중 환자들의 마비측 손의 약력을 측정하였다. 4주간의 중재 후 사후검사를 사전검사와 동일하게 재 측정하여 분석하였다.

2. 연구대상

본 연구는 2021년 4월부터 10월까지 전라남도에 소재한 J 병원에 내원한 뇌경색 또는 뇌출혈로 인해 편마비 진단을 받은 뇌졸중 환자들로 발병일로부터 6개월 이상 12개월 이하인 자, 다른 신경학적 또는 정형외과적 병력이 없으며, 심호흡계 질환이 없는 자, 환측 부위에 감각 이상이 없는 자, 시각과 청각에 문제가 없으며 실어증이 없는 자, 경직평가척도(modified ashworth scale; MAS) G I 이상 G II 이하인 자, 그리고 몸통 손상

Table 1. General Characteristics of Participants

Items	Group I (n = 9)	Group II (n = 9)	p
	M ± SD	M ± SD	
Age (years)	60 ± 3.12	64.56 ± 2.60	.799
	1.000	.305	
Height (cm)	159.7 ± 1.8	163.89 ± 2.57	.198
	.799	.577	
Weight (kg)	62.11 ± 1.36	61.44 ± 1.67	.373
	.494	.740	
Stroke duration (month)	7.89 ± 2.15	8.56 ± 2.3	.771
	.653	.963	
MMSE-K (score)	25 ± 1.22	25.56 ± .88	.573
	.830	.338	
MAS	2.16 ± .22	1.96 ± .15	.155
	.449	.884	
Paretic side (right/left)	9/-	6/3	

MMSE-K: Mini Mental State Examination-Korea

MAS: Modified Ashworth Scale

척도(trunk impairment scale; TIS) 15점 이상인 자, 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있도록 한국어판 간이정신상태 검사(mini mental state examination-korea version; MMSE-K)에서 24점 이상인 대상으로 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 자발적으로 참여한 자를 연구대상자로 선정하였으며, 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

3. 평가도구와 측정방법

1) 몸통 손상 척도(Trunk Impairment Scale; TIS)

뇌졸중 후 몸통의 손상 정도를 알 수 있는 도구인 몸통 손상 척도는 크게 3가지 항목으로 앉은 자세에서 마비측 하지 위에 비마비측 하지를 교차하고 양 발을 지면에 닿은 상태로 유지할 수 있는 능력을 평가하는 정적 앉은 자세 균형평가 항목(7점), 앉은 자세에서 몸통의 외측 굴곡을 실시하여 몸통 상부와 하부의 분리된 움직임을 평가하는 동적 앉은 자세 균형평가 항목(10점), 앉은 자세에서 견갑대와 골반대의 회전 움직임을 평가하는 협응능력 평가항목(6점)으로 최소 점수 0점

에서 최대 점수 23점으로 이루어져 있다. 점수가 높으면 몸통 조절 능력이 좋은 것이라고 할 수 있다. 뇌졸중 환자를 대상으로 한 검사 재검사 신뢰도는 ICC = .96, TIS와 바텔지수(Bathel index)는 $r = .86$, 체간 조절 평가(Trunk control test)는 $r = .83$ 이다[18].

2) 악력(grip strength)

뇌졸중 환자의 마비측 악력을 측정하기 위해 악력계를 사용하였고, 악력계 대한 검사-재검사 신뢰도는 .98, 타당도 .99이다. 뇌졸중 환자의 마비측 악력을 평가하기 위해 대상자는 등받이 없는 의자에 편안히 앉은 자세에서 팔꿈치를 몸통에 붙이고 팔꿈관절 90°굽힘, 아래팔과 손목은 중립자세를 유지하였으며 손가락마디는 손잡이와 90°가 되도록 악력계를 쥐 상태에서, 대상자는 최대의 힘을 주고 3회 측정하여 평균값을 기록하였다.

4. 중재방법

1) 복부 드로우-인 기법

복부 드로우-인 기법은 교각운동의 시작 자세와 같



Fig. 1. Abdominal draw-in maneuver.



Fig. 2. Abdominal draw-in maneuver using breathing.

은 자세로 무릎관절을 90°굽힘 바로 누운 자세에서 실시하였고 훈련하는 동안 압력 생체피드백 장치(Stabilizer, Chattanooga Group Inc, USA)를 대상자들의 허리뼈 부위에 위치시켰다. 연구 대상자는 압력 생체피드백 장치에 연결되어 있는 압력계를 보고 40mmHg인 상태에서 10mmHg를 증가시킨 후 그 상태를 유지하도록 훈련하였다. 이때 치료사는 대상자에게 복부가 약간 들어가도록 배꼽을 상방과 후방(허리뼈방향)으로 당기면서 10초를 유지한 후 다시 5초 동안 휴식을 취하면서 총 10회를 실시하였고, 10회를 1 세트로 설정 총 5세트를 실시하였다. 근피로를 방지하기 위해 세트당 1분 정도의 휴식시간을 가졌고, 총 운동 시간은 20분이 넘지 않도록 설정하였다(Fig. 1). 운동 후 통증을 조절하기 위해 아이스 팩(Icing)을 10분을 적용하였다.

2) 호흡을 이용한 복부 드로우-인 기법

호흡을 이용한 복부 드로우-인 기법은 기존의 복부 드로우-인 기법의 시작 자세에서 훈련하는 동안 압력

생체피드백 장치(Stabilizer, Chattanooga Group Inc, USA)를 대상자들의 허리뼈 부위에 위치시켰다. 연구 대상자는 압력 생체피드백 장치에 연결되어 있는 압력계를 보고 40mmHg인 상태에서 10mmHg를 증가시킨 후 그 상태를 유지하도록 훈련하였다. 마찬가지로 치료사에 의해 대상자에게 복부가 약간 들어가도록 배꼽을 상방과 후방(허리뼈방향)으로 당기면서 10초 유지할 때 7초간 호루라기를 불고 3초 들숨을 10회를 하고 10회당 1 세트 총 5세트를 실시하였다(Fig. 2). 근피로를 방지하기 위해 세트당 1분 정도의 휴식시간을 가졌고, 총 운동 시간은 20분이 넘지 않도록 설정하였으며, 운동 후 통증을 조절하기 위해 아이스 팩(Icing)을 10분을 적용하였다.

5. 자료분석

본 연구의 자료 처리는 Window용 SPSS 20.0을 이용하여 측정항목에 대한 평균과 표준편차를 산출하였으며, Shapiro-wilk로 정규성 검정을 실시하였고, 연구대

Table 2. Comparison of Changes in TIS and Grip Strength Within the Groups

Items	Group	Pre-test M ± SD	Post-test M ± SD	t	p
TIS (score)	Group I	13.00 ± 1.32	14.78 ± 2.44	-2.685	.028*
	Group II	14.67 ± 1.32	18.67 ± 2.34	-4.899	.001*
Grip Strength (kg)	Group I	14.44 ± 2.46	16.33 ± 2.35	-2.639	.030*
	Group II	13.22 ± 1.79	15.78 ± 2.77	-3.190	.013*

* p < .05

TIS: trunk impairment scale

Table 3. Comparison of Changes in TIS and Grip Strength between the Groups

Items		Pre-test M ± SD	Post-test M ± SD	F	p'
TIS (score)	Group I	13.00 ± 1.32	14.78 ± 2.44	4.875	.043*
	Group II	14.67 ± 1.32	18.67 ± 2.34		
Grip Strength (kg)	Group I	14.44 ± 2.46	16.33 ± 2.35	.049	.828
	Group II	13.22 ± 1.79	15.78 ± 2.77		

* p < .05

TIS: trunk impairment scale

상자의 일반적 특성에 대한 동질성을 Levene의 등분산 검정(Levene's test)을 실시하였다. 그리고 각 집단 내 몸통 조절 변화와 악력을 알아보기 위해 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 사용하였고, 각 집단 간의 몸통 조절 변화와 악력을 비교하기 위해 공분산분석(ANCOVA)을 사용하였으며, 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 정규성 검정과 동질성 검정을 실시한 결과 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$) (Table 1).

2. 집단 내 몸통 조절 능력과 악력 변화 비교

두 집단 모두 몸통 조절 능력에서는 유의한 차이가 있었으며($p < .05$), 악력에서도 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(Table 2).

3. 집단 간 몸통 조절 능력과 악력 변화 비교

집단 간 몸통 조절 능력과 악력을 분석한 결과, 몸통 조절 능력에서는 유의한 차이가 있었지만($p < .05$), 악력에서는 유의한 차이가 없었다(Table 3).

IV. 고찰

복부 드로우-인 기법은 선행 연구들을 통해 배가로 근의 활성화를 이루어 몸통 안정화 향상에 있어서 그 효과가 검증되었지만, 뇌졸중 환자의 경우 단일 근육만의 활성화는 주위 근육들의 근 약화를 초래할 수 있기 예[19], 이를 보완하기 위해 여러 연구들이 진행되고 있다. 특히, 호흡은 모든 환자들이 쉽게 접할 수 있는 운동 방법이며, 규칙적인 호흡을 이용함에 따라 복부 주위 근육들에게도 영향을 주어 몸통 안정성을 향상시킬 수 있다[14]. 그리고 몸통 안정성은 악력과도 연관성을 가지고 있으며, 악력의 증가는 팔 기능 회복 정도를 파악할 수 있는 지표로 사용하고 있다[6]. 이를 근거로

본 연구는 호흡을 이용한 복부 드로우인 기법을 적용하여 몸통 조절 능력과 악력에 어떠한 영향을 미치는지 다음과 같이 논의하고자 한다.

뇌졸중 환자의 몸통 자세 조절 능력은 펌근들의 수축 능력 제한으로 인해 척추의 부정렬을 야기해 시간이 지남에 따라 앉은 자세의 균형 능력 저하로 낙상의 위험도가 증가하게 된다[20]. 근 수축 능력은 마비측 부위의 낮은 활동 전위로 인해 근 약화를 초래하게 되고, 정상적인 활동 전위를 이룰 수 없게 되는데 특히, 몸통 주위 근육 중에 배가로근이 가장 큰 영향을 많이 받기 때문에[21], 몸통의 안정성 향상을 위해 배가로근을 선택적으로 활성화시킬 수 있는 복부 드로우인 기법을 뇌졸중 환자들에게도 적용하여 몸통 안정화를 위해 많이 적용하고 있다[22]. 이처럼 뇌졸중 환자의 팔 다리 기능적인 움직임에 있어서 몸통의 안정화는 매우 중요하기에 복부 드로우인 기법을 적용한 결과 배가로근의 두께와 근활성도가 증진되어 몸통의 안정성을 이룰 수 있었다[23]. 또 다른 선행 연구에서도 뇌졸중 환자의 빠른 일상생활 복귀를 위해 복부 드로우인 기법을 적용한 결과, 몸통의 안정성이 향상되어 보행과 균형능력이 증가되었고[24], 뇌졸중 환자의 몸통 안정화 운동을 시행하여 팔의 회복정도를 알아보기 위해 악력을 측정한 연구에서도 몸통의 안정성이 증가됨에 따라 팔-다리에 기능 회복이 되고 있음을 알 수 있었다[25]. 본 연구에서도 두 집단 내 몸통 조절 능력과 악력을 비교한 결과, 모두 유의한 차이가 있어($p < .05$), 선행 연구들을 지지하는 결과를 도출할 수 있었다. 이는 두 집단 모두 배가로근을 자극시키는 운동방법이며, 배가로근의 활성화는 허리와 골반, 천장관절의 안정성에 기여하여, 몸통과 척추 분절의 안정성을 향상시킬 수 있다[26]. 몸통과 척추 분절의 안정성 향상은 운동 협응 장애가 있는 환자의 올바른 움직임 패턴을 나타내어 손의 기능 향상을 나타내고[27], 체간 조절 능력 향상은 몸통 상부에 어깨뼈 주위 근육에도 긍정적인 방상효과가 나타나 어깨 안정화가 되면서 악력과 같은 손의 기능적인 움직임을 향상시킨다[28,29].

뇌졸중 환자의 팔-다리의 마비는 손상된 반구의 반대측에서 나타나지만 몸통의 경우 신경학적 지배로

비마비측의 다른 근육들에서도 근 약화를 나타낼 수 있어, 뇌졸중 환자의 몸통 안정성을 위한 복부 드로우인 기법은 가장 효과적인 운동방법이라고 할 수 없다[30]. 이를 개선하기 위해 많은 선행연구들이 기존의 복부 드로우인 기법에 다른 동작을 결합하여 시행되고 있다. 강정일[17]의 연구에서도 뇌졸중 환자의 효율적인 몸통 자세 조절 증진을 위해 기존의 복부 드로우인 기법에 다리 움직임을 동반한 결과, 더 효과적으로 몸통 안정성을 이룰 수 있었다고 하였고, 발등 굽힘을 동반한 복부 드로우인 기법에 관한 연구에서도 일반적인 복부 드로우인 기법보다 몸통의 안정화와 균형에 더 효과적이라고 보고하였으며[24]. 호흡을 동반한 몸통 안정화 운동을 증재한 연구에서도 배가로근의 두께와 균형 능력 향상에 있어서 더 효과적이라고 하였다[31]. 본 연구에서도 뇌졸중 환자의 효율적인 몸통의 안정성과 악력을 알아보기 위해 호흡을 이용한 복부 드로우인 기법을 시행한 결과 집단 간 차이에서 몸통 조절 능력에서만 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 이러한 결과는 운동방법에 따른 규칙적인 호흡은 몸통의 심부 근육뿐만 아니라 주위의 표면 근육들에게도 효과적인 자극을 주며[11], 몸통의 하부뿐만 아니라 상부에도 긍정적인 변화를 준다고 하여[32], 본 연구의 집단 간 몸통 조절 능력에서는 지지할 수 있는 연구 결과를 도출할 수 있었지만, 악력에서는 유의한 차이가 없었다. 김태완[33]의 연구에 의하면 호흡을 이용한 몸통 안정화 운동시 악력이 더 효과적으로 증가된다고 하였으며, 다른 선행연구에서도 일반적인 몸통 안정화 운동보다 호흡을 동반한 몸통 안정화 운동이 악력에 효과적이라고 보고하였다[34]. 이처럼 선행 연구에서는 호흡 운동을 접목시키면 몸통 상부 근육들의 자극과 어깨뼈 안정화 그리고 악력과 연관성이 있는 가시위근의 근 수축력이 안정화를 이루지만[35], 본 연구처럼 호흡을 활성화시키기 위한 운동방법이 아니라 규칙적인 호흡을 유도하는 방법으로 접목하였기 집단 간에는 차이가 없지만 집단 내에서는 유의한 차이를 보인 것으로 보아 향 후 증재기간과 다양한 호흡운동을 접목시킨다면 다른 연구결과를 도출할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 하나의 의료기관 소속 환자

만을 대상으로 연구하였으므로 모든 편마비 환자에 대한 일반화에 있어서는 한계가 있다는 점과 현재 투여하고 있는 복용약물 및 복용횟수와 일상생활 등을 통제하지 못하였기에 변수가 발생할 수 있다는 점이다.

V. 결론

뇌졸중 환자들의 재활 목표는 빠른 사회적 복귀를 위해 다양한 운동 적용에 있어서 몸통의 안정성은 매우 필수적인 요소이다. 두 집단 모두 체간 안정성과 악력 증가에 있어서 효과적인 운동방법이지만, 몸통 조절 능력증가에서는 기존의 복부 드로우-인 기법보다 호흡을 이용한 복부 드로우-인 기법이 더 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 향후 뇌졸중 환자들의 몸통 안정성 향상을 위해 임상적으로 널리 사용할 수 있는 중재방법으로 여겨지며, 호흡을 이용한 복부 드로우-인 기법과 같은 기존의 복부 운동에 다른 운동을 결합한 중재방법처럼 더 체계적이고 다양한 복부운동에 대한 연구들이 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgements

본 논문은 2021년 세한대학교의 학술연구비에 의하여 지원되었다.

References

- [1] Rand D. Proprioception deficits in chronic stroke—Upper extremity function and daily living. *PLoS One*. 2018; 13(3):e0195043.
- [2] Silva SM, Corrêa FI, de Moraes Faria CDC, et al. Evaluation of post-stroke functionality based on the International Classification of Functioning, Disability, and Health: a proposal for use of assessment tools. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6), 1665-1670.
- [3] Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther*. 1997;77(2):132-42.
- [4] Askim T, Indredavik B, Vangberg T, et al. Motor network changes associated with successful motor skill relearning after acute ischemic stroke: a longitudinal functional magnetic resonance imaging study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(3):295-304.
- [5] Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, et al. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular health study research group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(2):430-8.
- [6] Bahat G, Tufan A, Ozkaya H, et al. Relation between hand grip strength, respiratory muscle strength and spirometric measures in male nursing home residents. *Aging Male*. 2014;17(3):136-40.
- [7] Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, et al. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular health study research group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(2):430-8.
- [8] Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *J Physiol*. 2000;522(1):165-75.
- [9] Souza DCB, de Sales Santos M, da Silva Ribeiro NM, et al. Inpatient trunk exercises after recent stroke: An update meta-analysis of randomized controlled trials. *NeuroRehabilitation*, 2019;44(3), 369-377.
- [10] Haruyama K, Kawakami M, Otsuka T. Effect of core stability training on trunk function, standing balance, and mobility in stroke patients: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2017;31(3):240-9.
- [11] Rasheed H, Ahmad I, Javed MA, et al. Effects of Diaphragmatic Breathing Maneuver and Abdominal Drawing-in Maneuver on trunk stability in stroke patients. *POTG*. 2021;39(1), 1-10
- [12] McGill S, Norman R. (1987). Reassessment of the role of intra-abdominal pressure in spinal compression. *Ergonomics*. 1987;30(11):1565-688.
- [13] Markov G, Spengler CM, KnoÈpfli-Lenzin C, et al. Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise.

- Eur J Appl Physiol. 2001;85(3):233-9.
- [14] Yun JH, Kim TS, Lee BK. The effects of combined complex exercise with abdominal drawing-in maneuver on expiratory abdominal muscles activation and forced pulmonary function for post stroke patients. *J Korean Med Sci.* 2013;8(4):513-23.
- [15] Klein CS, Brooks D, Richardson D, et al. Voluntary activation failure contributes more to plantar flexor weakness than antagonist coactivation and muscle atrophy in chronic stroke survivors. *J Appl Physiol.* 2010;109(5):1337-1346.
- [16] Kim HW. Effects of the Abdominal Draw-in Maneuver in Combination with Ankle Dorsiflexion in Transverse Abdominis and Balance in Patients with Chronic Stroke. Master' Degree. Daegu University. 2014.
- [17] Kang JI, Moon YJ, Jeong DK. The Effect of Abdominal Draw-in Maneuver with Leg Movements on Transversus Abdominis Thickness and Trunk Control in Stroke Patients. *JKEIA.* 2020;14(8):287-94.
- [18] Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J. The Trunk Impairment Scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clinical rehabilitation.* 2004;18(3):326-334.
- [19] Teyhen DS, Rieger JL, Westrick RB, et al. Changes in deep abdominal muscle thickness during common trunk-strengthening exercises using ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(10):596-605.
- [20] Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(1):109-13.
- [21] Hunnicutt JL, Gregory CM. Skeletal muscle changes following stroke: a systematic review and comparison to healthy individuals. *Top Stroke Rehabil.* 2017;24(6):463-71
- [22] Jiménez Cividanes A. Registro ecográfico de respuesta del transverso abdominal con técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva. 2021.
- [23] Lee JS. Effects of Selective Exercise for Abdominal Deep Muscle and Lumbar Stabilization Exercise on Trunk Muscle Activation and Thickness of Transverse Abdominis. Master' Degree. Daegu University. 2014.
- [24] Kim HW. Abdominal Draw-in Maneuver in Combination with Ankle Dorsiflexion in Transverse Abdominis and Balance in Patients with Chronic Stroke. Master' Degree. Daegu University. 2014.
- [25] Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:86-92.
- [26] Marshall P, Murphy B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(5):477-89.
- [27] Kobesova A, Dzvonič J, Kolar P, et al. Effects of shoulder girdle dynamic stabilization exercise on hand muscle strength. *Isokinet Exerc Sci.* 2015;23(1):21-32.
- [28] Lee SW, Qiu D, Fischer HC, et al. Modulation of finger muscle activation patterns across postures is coordinated across all muscle groups. *J Neurophysiol.* 2020;124(2):330-341.
- [29] Thigpen CA, Shaffer MA, Gaunt BW, et al. The American Society of Shoulder and Elbow Therapists' consensus statement on rehabilitation following arthroscopic rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(4):521-535.
- [30] Buchtelová E, Tichý M, Vaníková K. Influence of muscular imbalances on pelvic position and lumbar lordosis: a theoretical basis. *J Nurs Soc Stud Public Health Rehabil.* 2013;1(2):25-36.
- [31] Jeon CK. Effects of Respiratory Stabilization Exercise on Transverse Abdominis Thickness and Balance in Stroke Patients. Master' Degree. Daegu University. 2018.
- [32] Barbosa AWC, Martins FLM, de Melo Vitorino DF, et al. Immediate electromyographic changes of the biceps brachii and upper rectus abdominis muscles due to the Pilates centring technique. *J Bodyw Mov Ther.* 2013;17(3):385-90.
- [33] Kim TW. Complex breath exercise for trunk muscles activation, trunk control and balance in persons with

- chronic stroke. Master' Degree. Yongin University. 2016.
- [34] Park DY. Effects of intra-abdominal pressure control training through abdominal bracing exercise on lung function and grip strength of adult men and women. Master' Degree. Korea University. 2021.
- [35] Michaelsen SM, Luta A, Roby-Brami A, et al. Effect of trunk restraint on the recovery of reaching movements in hemiparetic patients. *Stroke*. 2001;32(8):1875-1883.