

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2023. 09. Vol. 30, No 3, pp. 41-48

몸통 회전을 이용한 교각운동이 정상 성인의 몸통 근육 두께에 미치는 영향

박광덕¹ · 김용남²

¹남부대학교 일반대학원 물리치료학과 ²남부대학교 물리치료학과

Effects of Bridge Exercise with Trunk Rotation on Trunk Muscle Thickness in Healthy Adults

Kwang Duk Park¹, Ph.Dc., P.T. · Yong Nam Kim², Ph.D., P.T

¹Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Nambu University

²Dept. of Physical Therapy, Nambu University

Abstract

Background: This study examined the effects of the bridge exercise with trunk rotation on the thickness of body trunk muscles, including external oblique, internal oblique, and transverse abdominis in healthy male adults.

Design: Randomized controlled trial

Methods: Twenty-four men were evenly divided into a trunk rotation bridge exercise group and a basic bridge exercise group by drawing lots. The two groups performed the respective exercise for thirty minutes, three times a week for six weeks. repeated measure analysis of variance (ANOVA) was used after distinguishing between three different time points before the experiment, three weeks after the experiment, and six weeks after the experiment. The significance level was set at 0.05. In case an interaction between time and group existed, the paired t-test was used to examine the within-group difference. The independent-sample t-test was used to check the between-group difference. The significance level was set at 0.05.

Results: All the men showed a significant change over time in their external oblique, internal oblique, and transverse abdominis muscles. An interaction between time and group was also found ($p < 0.05$).

Conclusion: The bridge exercise with trunk rotation causes a meaningful difference in the thickness of external oblique, internal oblique, and transverse abdominis muscles. Therefore, this study proposes the use of this exercise for lower-back stabilization in future research and clinical settings.

Key words: bridge exercise, thickness, trunk muscle.

교신저자

김용남
광주광역시 광산구 남부대길 1(월계동)(62271)
T: 062-970-0231, E: kyn0231@nambu.ac.kr

I. 서론

몸통에 있는 근육은 외부 저항으로부터 척추를 보호하고 기능적인 움직임 하는 동안 몸통의 안정성과 힘을 생성해 내는 데 중요한 역할을 한다(Kibler 등, 2006). 주요 근육으로는 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근이며 이들 근육은 팔과 다리의 움직임보다 먼저 동시 수축을 통해(Kato 등, 2019, 정경현, 2022) 역동적인 움직임을 가능하게 한다(Standaert 등, 2008). 몸통 근육의 약화는 척추의 불안정성을 가속화하며 몸통 근육의 불균형과 허리통증을 심화시킬 수 있어(이은영 등, 2003) 역동적인 삶을 위해서 몸통 근육의 강화는 필수적이다.

물리치료에서는 근·뼈대계 질환을 예방하고 근육의 불균형과 기능적 움직임 및 근 재교육을 위해 몸통 안정화 운동이 자주 이용된다(Dafkou 등, 2020). 종류로는 교각운동(bridging exercise)과 네발기기 운동(quadruped exercise), 복부 드로잉-인 운동(during-in exercise), 크런치 운동(crunch exercise), 엎드려 실시 하는 플랭크 운동(plank exercise), 등이 이용되고 있다(Awad 등, 2021; Dafkou 등, 2021; Ifeyinwa 등, 2021; Kim 등, 2021b; Lee 등, 2017; Seo과 Kim, 2015, 김지영, 20

23). 이중 교각운동은 체중을 지지하는 면적이 넓고 닫힌 사슬 형태의 운동으로 분류되어 초기 근 재교육에 이용되는 운동이며 운동 과정에서 여러 근육을 동시에 강화할 있는 장점으로 자주 이용된다(Cho과 Park 2019). 하지만 주로 엉덩관절 펌근과 허리 하부 근육의 강화에 초점이 맞춰져 있어(Richardson 등, 1992) 외부 자극에 저항하며 안정성과 관련되는 배바깥빗근과 배속빗근, 배가로근의 강화에는 강도가 부족하여 아쉬움이 크다.

최근에는 부족한 강도나 특정 근육을 강화하려는 방법으로 다양한 도구나 변형된 운동 방법을 이용하여 훈련 하는 방법이 보고되고 있다. 이와 관련된 연구로는 불안정 면에서 운동을 하거나(Kim 등, 2021c), 여러 운동을 함께 하여 효과를 증대시키는 복합 운동(Ifeyinwa 등, 2021) 등이 보고되고 있다. 또한, 자세 변경을 통한 교각운동도 다수 보고되고 있으며 한쪽 지지 다리로 실시하는 교각운동(García-Vaquero 등, 2012), 교각운동 도중 엉덩관절 벌림을 이용한 방법(Yoon 등, 2018), 몸통과 무릎관절 및 엉덩관절의 위치 변경을 이용한 교각운동(Park과 Kim, 2021) 등이 보고되어 다양한 자세 변경은 여러 근육을 추가로 강화할 수 있다는 것을 알 수가 있다(Snarr과 Esco, 2014).

하지만 선행연구의 교각운동은 대부분 지지면 변경과 저항을 이용하거나 다리의 위치만을 변경한 방법 및 근육의 활성화도 변화를 확인한 연구가 많으며 본 연구처럼 몸통 회전을 이용한 교각운동을 적용한 후 몸통 근육의 구조적 변화인 근육 두께 변화를 확인한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구는 몸통 회전을 이용한 교각운동이 몸통 근육의 배바깥빗근과 배속빗근, 배가로근의 근육 두께를 초음파 영상장치를 이용하여 확인하고자 하며 몸통 안정화 운동 후기에 이용할 수 있는 교각운동과 안정화 운동의 기초 자료로 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 전남 N 지역의 거주하는 대학생 남성 24명을 대상으로 하였다. 공고문을 통해 모집된 대상자를 몸통 회전 교각운동군(trunk rotation bridge exercise group, TRBG) 12명과 일반적 교각운동군(general bridge exercise group, BG) 12명을 무작위배정 방식인 제비뽑기를 이용하여 그룹을 나누어 운동하였다. 대상자 표본 크

기 선정 방법은 Moon 등(2014)의 선행연구와 G*power3.1(Heinrich Heine University Düsseldorf, Germany)(Faul 등, 2009)를 이용하였다. 유의수준과 검정력, 효과크기는 선행연구 결과에 맞게 설정하여 총 22명이 산출되었다. 대상자의 탈락을 고려하여 2명을 추가 모집하였고 총 24명이 연구에 참여하였다. 훈련에 앞서 모든 대상자에게 연구 목적과 운동 적용 방법에 대하여 설명하고 자발적인 참여 의사를 표현 한 자로 동의서를 작성한 후 참여하였다. 대상자 제외 기준은 1) 6개월 이내에 일주일에 2회 이상 운동을 시행하는 자, 2) 운동 동작에 어려움을 주는 근·뼈대계 질환이 있는 자, 3) 운동 자세를 따라 하지 못하는 자는 제외 하였다. 선정기준은 1) 20대 건강한 성인 남성인 자로 하였다.

2. 연구방법

1) 운동 실시방법 및 적용 기간

운동 방법은 Park과 Kim(2021)에서 실시한 방법을 본 연구에 맞게 수정하였다. 몸통 회전 교각운동군의 준비 자세는 바로 누운 후 한쪽 다리는 엉덩관절과 무릎관절을 펴고 반대 측 다리는 무릎 관절 45° 굽힘을 하였다. 시작과 동시에 무릎 관절 굽힘 쪽 다리와 반대쪽의 엉덩관절을 과다 펴고 그 후 굽힘 된 다리가 펴진 다리의 위로 가도록 하여 90° 회전을 유도하였고 양쪽 골반과 몸통이 90° 일직선에 있을 때까지 운동하였다. 운동과 시작과 함께 천천히 날숨을 하며 하였고 준비 자세로 돌아올 때 들숨을 하면서 되돌아오게 하였다. 운동에 소요되는 시간으로는 1회 10초이며 1분간 6회 후 1분간 휴식 시간이 주어졌고 총 4세트를 하였으며 다리 자세를 변경하여 반대 측도 운동을 하였다. 일반적 교각운동은 바로 누운 후 양쪽 무릎 관절을 어깨너비 만큼 벌린 후 무릎관절 45° 굽힘을 하여 엉덩관절을 펴 운동을 하였고, 자세 변경 교각운동군과 동일한 세트와 시간을 적용하였다. 모든 운동은 총 6주 실시하였고 주 3회, 총 30분 운동을 하였다. 운동 프로그램은 트레드밀에서 가볍게 걷기를 5분간 하였고 본 운동 20분, 마무리 운동으로 스트레칭을 5분간 하였다.

2) 측정방법

몸통 근육의 두께 측정을 위해 초음파(MyLab25Glod Esaote, Italy, 2010)을 이용하여 변환기는 7.5MHz의 선형탐촉자를 사용하였고, 주파수 범위는 6.5~8.5MHz, gain은 20~80을 이용하였다. 배바깥빗근과 배속빗근, 배가로근의 두께 측정을 위해 반드시 누워 무릎에 베개를 두었고 엉덩관절 45° 굽힘 무릎관절 90° 굽힘을 하여 편안한 자세를 취하게 유도하였다. 변환기를 평행하게 세워 앞위엉덩뼈가시(ASIS)와 겨드랑이 만나는 선과 배꼽에서 바깥쪽으로 13cm 이동하여 두 점이 교차하는 지점에서 초음파 화면에 배바깥빗근이 왼쪽에 있게 하여 날숨을 한 후 호흡을 멈춘 상태에서 근육 두께를 획득하였다(Hodges과 Gandevia, 2000). 초음파에 내장된 캘리퍼로 근막과 근막 사이를 3회 반복측정 하여 그 평균값 근육 두께로 이용하였다. 측정 부위를 정확하게 하려고 수술용 펜으로 측정 부위를 표시 후 초음파용 젤(Dayo Medical, Co., PROGEL-II, Korea, 2020)을 피부와 변환기 사이에 발랐고 검사자 간 차이를 줄이기 위해 몸통 근육에 해부학적 지식과 초음파 관련 연구를 10년 이상을 한 자로 하여 측정하였다.

3. 자료 분석

모든 자료는 SPSS 21.0(SPSS Inc., Chicago, USA) 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성 확인을 위해 Shapiro-wilk 검정하였다. 동질성 여부는 독립 t -검정(independent t -test)을 하여 두 집단이 동질하게 나타났다. 두 그룹의 실험 전, 3주 후와 6주 후의 변화 확인은 반복측정분산분석(repeated measure ANOVA)로 분석하였고, 유의수준은 0.05이다. 상호작용이 발생하면 집단 내 변화는 대응표본 t -검정(paired t -test)하였고, 집단 간 변화는 독립표본 t -검정(independent t -test)을 사후 검정으로 이용하였다. 이때 발생하는 I 종 오류를 제거하기 위해 Bonferroni 교정을 이용하였고 유의수준 0.01로 하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구의 TRBG에 참여한 대상자는 남자 12명으로 평균 신장은 174.75±4.22cm, 평균 연령은 24.00±3.27세, 평균 몸무게 74.27±9.41kg이다. BG에 참여한 대상자는 남자 12명으로 평균 신장은 173.75±4.93cm, 평균 연령은 23.50±2.67세, 평균 몸무게 71.38±10.06kg이며 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다<Table 1>.

Table 1. General characteristics of subjects (N=24)

	TRBG (n=12)	BG (n=12)
Height (cm)	174.75±4.22	173.75±4.93
Age (years)	24.00±3.27	23.50±2.67
Weight (kg)	74.27±9.41	71.38±10.06
Gender (M/F)	12/0	12/0

Mean±SD, TRBG=trunk rotation bridge exercise group, BG= general bridge exercise group.

2. 몸통 근육 두께의 비교

배바깥빗근의 두께 변화는 와 같다. 시기별 변화와 시기와 집단 간 상호작용의 변화에서 유의한 증가가 있었고 ($p<0.05$), 집단 간은 유의하지 않았다($p>0.05$). 배바깥빗근의 두께 변화는 시기별 변화와 시기와 집단 간 상호작용의 변화에서 유의한 증가가 있었고($p<0.05$), 집단 간은 유의하지 않았다($p>0.05$). 배가로근의 두께 변화는 시기별 변화와 시기와 집단 간 상호작용의 변화에서 유의한 증가가 있었고($p<0.05$), 집단 간은 유의하지 않았다($p>0.05$)<Table 2, 3>.

Table 2. Comparison of trunk muscle thickness

		Pre	3weeks	6weeks	Source	F	<i>p</i>
EO	TRBG	4.99±0.69	5.43±0.74	6.00±0.65	Time	125.889	0.000**
	BG	5.10±0.74	5.13±0.79	5.16±0.79	Time×Group	99.519	0.000**
					Group	1.277	0.271
IO	TRBG	6.69±0.94	7.19±1.19	7.99±1.32	Time	54.898	0.000**
	BG	6.46±1.05	6.59±1.06	6.67±1.10	Time×Group	29.250	0.000**
					Group	2.491	0.129
TrA	TRBG	3.61±0.54	4.14±0.58	4.76±0.68	Time	65.267	0.000**
	BG	3.53±0.53	3.77±0.64	4.04±0.74	Time×Group	9.557	0.000**
					Group	2.598	0.121

TRBG=trunk rotation bridge exercise group, BG= general bridge exercise group, TrA=transverse abdominis, IO=internal oblique, EO=external oblique, Mean±SD, **p*<0.05, ***p*<0.01.

Table 3. Intra-group changes and inter-group changes.

		After 3weeks ^a	After 6weeks ^b	<i>t</i>	<i>p</i>
EO	TRBG	0.43±0.16	1.00±0.24	14.510	0.000**
	BG	0.03±0.09	0.06±0.14	1.446	0.176
	<i>t</i>	0.929	2.808		
	<i>p</i>	0.363	0.010*		
IO	TRBG	0.50±0.40	1.30±0.56	8.047	0.000**
	BG	0.12±0.20	0.21±0.36	1.998	0.071
	<i>t</i>	1.287	2.637		
	<i>p</i>	0.211	0.015		
TrA	TRBG	0.52±0.22	1.15±0.47	8.381	0.000**
	BG	0.23±0.33	0.51±0.48	3.645	0.004*
	<i>t</i>	1.491	2.455		
	<i>p</i>	0.150	0.022		

TRBG=trunk rotation bridge exercise group, BG=general bridge exercise group, TrA=transverse abdominis, IO=internal oblique, EO=external oblique, ^a=Difference between pre and 3weeks, ^b=Difference between pre and 6weeks, Mean±SD **p*<0.01 ***p*<0.001.

IV. 논 의

본 연구의 목적은 몸통 회전을 이용한 교각 운동이 몸통 안정화 근육의 구조적 변화인 두께 변화를 확인하는 것이며 결과는 다음과 같다. 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근의 시기별 변화와 시기와 집단 간 상호작용의 변화에서 유의한 증가를 했다.

본 연구에서 나타난 결과는 다음과 같이 해석된다. 운동 자세나 움직임 변화는 다리와 몸통의 운동 역학에 대한 변화를 발생시키고 몸통 근육을 강화할 수 있다는 점이다. 일반적 교각 운동의 경우 발바닥과 등은 바닥에 고정되어 있고 몸쪽에 있는 관절이 중력을 이겨 내며 움직임이 발생하여 몸통 근육의 강화에는 제한적이다. 몸통 근육의 근활성화는 운동 자세와 운동 방법에 따라 다르게 발생하며(Cholewicki 과 Vanvliet Iv, 2002) 변경된 다리 움직임과 함께 적용되었을 때 효과적으로 증가한다(Hodges과 Richardson, 1997). Park과 Kim(2021)은 한쪽 무릎 관절을 굽힘을 하여 바닥 면에 위치하게 하여 측면에서 사선 방향의 움직임의 교각운동 적용은 일반적 교각운동에 비해 배바깥빗근과 배속빗근의 두께를 증가시킨다고 하였다. Vera-Garcia 등(2010)는 다리 위치 변화를 이용한 교각운동은 배속빗근의 근활성도를 증가한다고 하여 본 연구 결과와 유사하였다.

본 연구의 운동 방법은 한쪽 다리는 굽힘을 하고 다른 반대 측 다리는 엉덩관절과 무릎관절 펴고 굽힘된 다리와 몸통을 90° 회전하였다. 이러한 운동 자세는 엉덩관절은 안쪽 돌림과 골반 및 몸통에서는 회전력이 발생하게 되고 이러한 변화는 몸통을 더욱 불안정하게 만들게 된다. 또한, 엉덩관절의 안쪽 돌림은 배쪽 근육과 골반 근육의 수축을 동원하는 것으로 알려져(Hemborg 등, 1983) 불안정한 골반과 몸통의 안정성을 증가하기 위해 몸통 근육이 지속해서 수축한 결과로 해석된다. 본 연구와 다르게 나타난 배가로근의 결과는 본 연구의 운동 방법 차이로 생각된다. 배가로근은 자세 안정성에 최우선으로 영향을 주는 근육이다(문달주과 이상호, 2019). 본 연구에서 이용한 몸통 회전과 같은 움직임은 일반적 교각운동보다 자세 안정성에 많은 영향을 미쳐 배바깥빗근, 배속빗근과 함께 많은 수축의 결과로 생각된다.

이와 함께 체중 지지 면적의 감소는 여러 근육을 동원하여 몸통 근육을 강화할 수 있다(Aruin 등, 1998). 임상에서는 골반과 몸통의 불안정성을 증가할 방법으로 지지면을 줄이는 방법을 이용한다. García-Vaquero 등(2012)는 지지면이 좁은 한쪽 지지 다리로 실시하는 교각운동 방법은 배 근육 중 배속빗근을 활성화 시킨다고 하였다. Kim 등(2021a)는 팔에 지지면이 좁아진 상태에서 실시하는 교각운동은 몸통의 균형을 잡기 위해 허리 근육의 근 활성도를 증가시킨다고 하였다. 또한, 몸통의 불안정성을 유도하기 위한 또 다른 방법으로 불안정 지지면을 이용하기도 한다. Kim 등(2013)은 짐볼 위에서 교각운동은 몸통의 내부 동요를 증가 시켜 몸통의 안정성을 증가시킨다고 하였다. 이심철 등(2010)는 불안정한 지지면 조건에서 교각운동은 배바깥빗근과 배속빗근의 근 활성도 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서 허리 부위 근육을 측정하지 않고 불안정 지지면을 사용하지 않아 비교하기에는 무리가 있지만 지지면적의 감소와 자세 변화를 통해 발생하는 불안정성과 불안정 지지면을 통해 불안정성을 증가하는 점은 본 연구 결과와 유사하다고 볼 수 있다.

사후검정 결과 배바깥빗근과 배가로근에서 집단 간 차이가 발생하였고 배속빗근은 유의하지 않았다. 이러한 결과는 두께 증가를 보면 배속빗근은 3주 후에 BG에 비해 TRBG가 0.38이 증가하였고, 6주 후에는 1.09의 증가해 중재 기간이나 운동 회 수를 늘리면 유의한 차이가 발생한 가능성은 크다.

본 연구는 특정 지역 소수의 건강한 20대 성인 남성만을 이용하였고 다리와 허리에 있는 근육들의 두께 변화는 측정하지 못해 일반화는 어렵다. 하지만 본 연구를 통해 나타난 결과는 긍정적으로 생각된다. 향후 연구에서는 본 연구에서 확인하지 못한 다리와 허리 근육들의 변화에 관한 연구가 필요해 보이고 이에 대한 제한점을 가진다.

V. 결 론

본 연구는 몸통 회전을 이용한 교각 운동 적용이 건강한 성인의 몸통 근육인 배바깥빗근과 배속빗근, 배가로근의 두께에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 몸통 회전 교각운동은 배바깥빗근과 배속빗근, 배가로근의 두께에 유의한 증가를 해 향후 임상에서 몸통 근육의 강화를 위한 운동 방법과 교각운동의 기초 자료로써 활용 가능성을 제시하고자 한다.

참고문헌

- 김지영. 플랭크시 척추세움근과 허리네모근에 부착된 키네시오 테이프가 복부근육 활성화에 미치는 영향. 대한물리치료과학회. 2023;30(2):82-89.
- 문달주, 이상호. 몸통안정화 훈련이 성인의 몸통근 근활성도에 미치는 영향. 신경치료. 2019;23(3):1-7.
- 이은영, 방요순, 고자경. 만성 요통환자의 치료를 위한 치료용 볼 운동의 효과. 한국전문물리치료학회. 2003;10(3):109-26.
- 이심철, 김택훈, 신현석, 중심 안정성 운동을 적용한 교각운동 시 지지면 불안정성이 체간 및 하지의 근활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회. 2010;17(1):17-25.
- 정경현, 이병희. 코어 운동이 성인 남성의 동적 균형과 몸통의 수평 회전에 미치는 효과. 대한물리치료과학회. 2022;29(4):96-111.
- Aruin AS, Forrest WR, Latash ML. Anticipatory postural adjustments in conditions of postural instability. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1998;109(4):350-9.
- Awad E, Mobark A, Zidan AA, et al. Effect of progressive prone plank exercise program on diastasis of rectus abdominis muscle in postpartum women: A randomized controlled trial. *JHSE.* 2021;16(2proc):s395-s403.
- Cholewicki J, Vanvliet Iv JJ. Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. *Clin Biomech.* 2002;17(2):99-105.
- Dafkou K, Kellis E, Ellinoudis A, et al. The effect of additional external resistance on inter-set changes in abdominal muscle thickness during bridging exercise. *J Sports Sci Med.* 2020;19(1):102-11.
- Dafkou K, Kellis E, Ellinoudis A, et al. Lumbar multifidus muscle thickness during graded quadruped and prone exercises. *Int J Exerc Sci.* 2021;14(7):101-12.
- Faul F, Erdfelder E, Buchner A, et al. Statistical power analyses using g* power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods.* 2009;41(4):1149-60.
- García-Vaquero MP, Moreside JM, Brontons-Gil E, et al. Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22(3):398-406.
- Hemborg B, Moritz U, Hamberg J, et al. Intraabdominal pressure and trunk muscle activity during lifting--effect of abdominal muscle training in healthy subjects. *Scand J Rehabil Med.* 1983;15(4):183-96.

- Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *J Appl Physiol*. 2000;89(3):967-76.
- Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther*. 1997;77(2):132-42.
- Ifeyinwa NV, Nneka IC, Ikenna I, et al. Analysis of the effects of double straight leg raise and abdominal crunch exercises on core stability. *IJMSTR*. 2021;4(4):36-44.
- Kato S, Murakami H, Demura S, et al. Abdominal trunk muscle weakness and its association with chronic low back pain and risk of falling in older women. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):273.
- Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med*. 2006;36(3):189-98.
- Kim DS, Jung JC, Chung YJ. The effects of performing bridge exercise and hip thrust exercise using various knee joint angles on trunk and lower body muscle activation in healthy subjects. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2021a;10(2):205-11.
- Cho SH, Park SY. Immediate effects of isometric trunk stabilization exercises with suspension device on flexion extension ratio and strength in chronic low back pain patients. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2019;32(3):431-36.
- Kim GH, Yi DH, Yim JG. Effect of sprinter pattern bridging exercise using theraband on activation of lower extremity and abdominal muscle. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2021b;10(3):244-50.
- Kim MJ, Oh DW, Park HJ. Integrating arm movement into bridge exercise: Effect on emg activity of selected trunk muscles. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(5):1119-23.
- Kim SY, Oh JS, Kang MH. Effects of visual biofeedback on symmetrical movements during bridge exercise with sling. *J Sport Rehabil*. 2021c;30(7):1067-72.
- Lee YS, Tak SJ, Park JY, et al. Effects of conscious contraction of the pelvic floor muscles during abdominal hollowing on the trunk muscle. *J Korean Soc Phys Med*. 2017;12(4):123-32.
- Moon HJ, Choi YR, Lee SK. Effects of virtual reality cognitive rehabilitation program on cognitive function, physical function and depression in the elders with dementia. *J Int Acad Phys Ther Res*. 2014;5(2):730-7.
- Park JC, Kim YN. The effect of a modified side-bridge exercise on the thickness of trunk muscles in healthy adults. *PNF and Movement*. 2021;19(1):127-35.
- Richardson C, Jull G, Toppenberg R, et al. Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: a pilot study. *Aust J Physiother*. 1992;38(2):105-112.
- Seo DK, Kim JS. A comparison of the effects on abdominal muscles between the abdominal drawing-in maneuver and maximal expiration in chronic stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*. 2015;10(4):33-8.
- Snarr RL, Esco MR. Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *J Strength Cond Res*. 2014;28(11):3298-305.
- Standaert CJ, Weinstein SM, Rumpeltes J. Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar stabilization exercises. *Spine J*. 2008;8(1):114-20.
- Vera-Garcia FJ, Moreside JM, McGill SM. Mvc techniques to normalize trunk muscle emg in healthy women. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20(1):10-6.
- Yoon JO, Kang MH, Kim JS, et al. Effect of modified bridge exercise on trunk muscle activity in healthy adults: A cross sectional study. *Braz J Phys Ther*. 2018;22(2):161-7.
-