

플랭크 운동, 사이드 플랭크 운동, 그리고 크런치 운동에 따른 배근육의 근활성도 비교

김충유¹ · 배원식^{2*}

¹부산성모병원 재활의학과 물리치료사, ²경남정보대학교 물리치료과 교수

Comparison of Abdominal Muscle Activity according to Plank Exercise, Side Plank Exercise, and Crunch Exercise

Chung-Yoo Kim, PT, MS¹ · Won-Sik Bae, PT, Ph.D^{2*}

¹*Dept. of Rehabilitation Medicine, Busan St. Mary's Hospital, Physical Therapist*

^{2*}*Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor*

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to compare the differences in muscle activity of the rectus abdominis, internal oblique, and external oblique muscles according to abdominal muscle exercise methods such as plank exercise, side plank exercise, and crunch exercise.

Methods : This study was conducted with 37 college students. All subjects participating in this study were randomly assigned to the plank exercise group, the side plank exercise group, and the crunch exercise group. The exercise corresponding to each group was performed for a total of 8 weeks. The muscle activity of the abdominal muscles was measured before the experiment, 4 weeks, and 8 weeks, and the rectus abdominis, internal oblique, and external oblique muscles were measured.

Results : As a result of comparison according to the period in the change in muscle activity of the abdominal muscles after exercise, the amount of change in muscle activity in all three muscles showed a significant difference. As a result of the post-hoc analysis, the muscle activity value of the internal oblique muscle after 4 weeks in the plank exercise showed a significant difference from the value after 8 weeks. In the side plank exercise, the muscle activity values of the rectus abdominis and external oblique muscles before and after 4 weeks showed significant differences from those after 8 weeks. And in the crunch exercise, the muscle activity value of the rectus abdominis muscle before exercise showed a significant difference from the value after 8 weeks.

Conclusion : Plank exercise increases the muscle activity of the rectus abdominis, side plank exercise increases the rectus abdominis and external oblique muscles, and crunch exercise increases the muscle activity of the rectus abdominis. Therefore, it is thought that the stability of the trunk can be improved more efficiently if all three exercises are performed.

Key Words : crunch exercise, external oblique, internal oblique, rectus abdominis, side plank exercise

*교신저자 : 배원식, f452000@naver.com

제출일 : 2023년 1월 17일 | 수정일 : 2023년 2월 13일 | 게재승인일 : 2023년 2월 17일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

현대인들은 기술의 발달로 좌식생활의 빈도가 늘어나고, 운동 부족으로 인해 근육뼈대의 약화와 자세의 변형 등으로 신체불균형이 발생된다(Heo 등, 2017). 신체불균형은 노화에 의해 더욱 그 정도가 심화되며, 허리근육과 척추세움근 등 척추부위 및 코어근육(core)의 근육양이 감소되는 특징이 나타난다. 코어근육과 관련 있는 근육 집합체로는 얇은 층의 근육인 배곧은근(rectus abdominis), 배바깥빗근(external oblique)이 있으며 깊은 층의 근육으로는 배속빗근(internal oblique), 배가로근(transversus abdominis)이 위치하고 있다. 배곧은근은 외상으로부터 배안의 장기를 보호하고 배의 압력을 증가시키며, 배바깥빗근은 외적 자극의 안정성에 도움을 주며 깊은 층의 근육인 배속빗근과 배가로근은 몸통 안정성에 영향을 미치고 있다(Kim & Lee, 2017). 또한 코어근육의 안정성은 무릎과 엉덩관절, 그리고 허리의 부상을 예방하고, 자세와 걸음걸이에 대한 적절한 정렬을 유지시킴으로써 허리 통증을 완화시키는데 도움을 준다(Mok 등, 2015).

허리통증 완화를 위한 몸통근육의 활성도를 증진시키는 다양한 운동이 있다(Ekstrom 등, 2007; Guimaraes 등, 1991; Youdas 등, 2014). 바닥에서 운동을 실시하는 경우, 엎드린 자세, 옆으로 누운 자세, 그리고 바로 누운 자세 등 다양한 자세에서 실시할 수 있으며, 엎드린 자세에서 플랭크 운동을, 옆으로 누운 자세에서 사이드 플랭크 운동을, 그리고 바로 누운 자세에서는 크런치 운동을 실시할 수 있다. 그 중 플랭크 운동은 몸통근육의 활성도를 증가시키는 대표적인 코어근육 강화운동으로 코어근육을 검사하기 위한 방법이며, 몸통안정화를 위한 운동 방법 중 하나이다(Ekstrom 등, 2007). 플랭크 운동은 팔다리의 먼 쪽 부위를 고정시키는 체중부하 자세를 만들며, 몸 쪽에 가까운 관절들의 움직임 발생시키고, 허리와 골반에서의 몸통 안정성 증가를 위한 적절한 자세를 만든다(Rogol 등, 1998). 또한 가까운 관절들의 움직임을 발생시킬 수 있으며, 관절의 적합성과 근육의 협응을 증가시켜 관절의 동적 안정성과 자세 유지를 제공할 수 있

는 자세이다(Walton 등, 2016).

반면, 사이드 플랭크 운동은 바로 누운 자세나 엎드린 자세에서 수행하는 윗몸일으키기와 달리 허리에 부담을 주지 않으면서 가쪽 배근육을 운동시킬 수 있다는 장점을 갖고 있다고 보고하였으며(Youdas 등, 2014), Ekstrom 등(2007)의 연구는 사이드 플랭크 운동이 중간볼기근과 배바깥빗근을 강화하는 데 효율적인 운동이라 보고하였다. 그리고 사이드 플랭크 운동은 허리내모근, 큰허리근, 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근, 그리고 척추세움근을 활성화시킬 수 있고, 윗몸일으키기와 달리 등의 경사나 허리 근육에 가해지는 압력 하중에 영향을 받지 않고서 몸통근육을 강화시킬 수 있다는 장점이 있다(Youdas 등, 2014).

그리고 크런치 운동은 배곧은근 위쪽을 강화하는데 효과적인 운동으로 잘 알려져 있으며(Guimaraes 등, 1991), 배근육의 강화와 지구력 향상을 목적으로 할 뿐만 아니라 지구력을 측정하는 수단으로도 사용되어왔다(Juan-Recio 등, 2015). 이에 위의 세 운동을 활용하여한다면, 다양한 자세에서 몸통근육의 근활성도를 증진시켜 코어근육의 안정성을 증진시켜줄 수 있을 것이다. 또한 선행연구에 따르면, 허리통증의 예방과 적절한 자세조절을 위해서 허리의 불안정성이 있는 환자뿐만 아니라 잠재적인 허리통증을 지니고 있는 정상인에게도 강한 배근육이 필수적이기 때문에 위의 배근육 운동을 수행하는 것을 권장하고 있다(Bang, 2015; Cho 등, 2013; Hwang & Kim, 2011).

하지만 운동의 자세와 방법이 다르면, 운동의 특이성에 따라 그 효과가 차이가 날 것이며, 활성화되는 근육의 비중 또한 달라질 것이라 생각된다. 이에 대표적인 배근육 운동 방법인 플랭크 운동, 사이드 플랭크 운동, 그리고 크런치 운동 또한 각각의 운동이 여러 배근육에 미치는 영향은 비교해보고, 그 차이를 근거로 적절한 배근육 운동의 처방을 알아보려고 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 배근육 운동 방법인 플랭크 운동, 사이드 플랭크 운동, 그리고 크런치 운동에 따른 배곧은근, 배바깥빗근 그리고 배속빗근의 근활성도 차이를 비교하고,

이를 바탕으로 효율적인 배근육 운동에 대한 과학적 근거를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 부산광역시 K대학 물리치료과에 재학 중인 대학생 37명(남자 19명, 여자 18명)을 대상으로 시행하였다. 본 연구의 참여기준은 근육뼈대계 및 신경계 질환 및 증상이 없는 자로 건강한 성인을 대상으로 실시하였다. 또한, 본 연구의 목적과 방법에 대해 듣고, 이를 이해하여 자발적으로 실험에 참여한 자를 대상으로 하였다. 모든 실험의 과정은 헬싱키 조약에 근거하여 연구윤리를 준수하여 실시되었다.

2. 실험 절차

본 연구에 참여한 모든 대상자는 Microsoft사의 excel 프로그램의 임의 값을 배정한 난수표를 이용한 방법을 통해 플랭크 운동군, 사이드 플랭크 운동군, 그리고 크런치 운동군에 각각 13명, 12명, 12명으로 임의 배정되었다. 운동 기간은 2022년 4월부터 2022년 6월까지 시행하였으며 총 8주간 시행되었다. 실험 전 연구 목적과 방법에 대해 설명을 듣고 실험동의서에 자발적으로 서명하였으며, 배근육의 측정은 사전, 4주 후, 그리고 8주 후에 실시하였다. 이후 모든 데이터는 취합하여 통계적 분석이 실시되었다.

3. 측정도구 및 측정방법

대상자의 배근육 근활성도 측정을 위하여 표면전극을 이용한 무선 표면 근전도계(Telemyo-DTS, NORAXON, USA)를 사용하였다. 전극 부착 지점의 확인은 실험자간 발생할 수 있는 오차를 최소화시키기 위해 동일 실험자에 의해 이루어졌다. 또한 피부에서 생성된 근전도 신호에 대한 저항력을 최소화시키기 위해 알코올 솜으로 이 물질을 닦아낸 후 전극을 부착하였다. 측정신호는 1,024 Hz의 표본추출율(sampling rate)로 수집되었으며, 60 Hz의

노치필터(notch filter)와 100~350 Hz의 대역필터(band pass filter)를 적용하여 필터링(filtering) 하였고, 측정값은 제곱평균제곱근(root mean square; RMS) 처리하여 사용하였다.

전극은 선행연구를 바탕으로 배곧은근, 배속빗근, 배바깥빗근의 부착부위에 부착하였다(Kim 등, 2017)(Fig 1). 부착부위는 배곧은근은 배꼽 옆 약 2 cm 지점 아래 부위에 부착하였고, 배바깥빗근은 배꼽에서 가쪽으로 15 cm 지점에서 부착하였다. 그리고 배속빗근은 살고랑인대의 경계와 배곧은근집의 바깥 모서리 부분 그리고 위앞 엉덩뼈가시와 배꼽을 이은 삼각형이 이루는 곳의 중앙에 부착하였다. 측정은 각 사전, 4주 후, 그리고 8주 후 측정 일에 실시하였으며, 각 운동을 실시한 후 바로 누운 자세에서 측정하였다. 측정은 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.



Fig 1. Attachment site of EMG

4. 중재방법

본 연구에서 사용된 운동은 플랭크 운동, 사이드 플랭크 운동, 크런치 운동을 8주간 다음과 같이 시행하였다 (Table 1-3).

1) 플랭크 운동

플랭크 운동 자세는 팔굽혀펴기 자세에서 팔꿈치를 90°로 굽혀 아래팔로 바닥을 지지하는 자세에서 실시하였다. 이때, 어깨뼈는 내미를 유지하고 골반과 허리는 중립자세를 유지한 상태에서 발목에서부터 무릎, 엉덩이, 골반, 척추, 머리까지 몸을 일직선으로 만들도록 하였다(Do, 2014).

Table 1. Week 1~2 exercise program

Contents	Time	List
Warm up	1 min	Stretching exercise
Main exercise	Group A (90 sec)	Plank exercise 30 sec, 3 set Break time per set 30 sec
	Group B (50 sec)	Side plank exercise 10 sec, 5 set Break time per set 10 sec
	Group C (75 sec)	Crunch exercise 15 sec, 5 set Break time per set 10 sec
Cool down	1 min	Stretching exercise

2) 사이드 플랭크 운동

대상자를 옆으로 눕히고 어깨관절, 엉덩관절, 무릎관절을 일직선으로 유지시킨 뒤, 골반을 바닥에서 들어 올

리고 척추를 일직선으로 유지한 상태로 배근육이 수축 되도록 실시한다(Youdas 등, 2014).

Table 2. Week 3~4 exercise program

Contents	Time	List
Warm up	1 min	Stretching exercise
Main exercise	Group A (150 sec)	Plank exercise 50 sec, 3 set Break time per set 50 sec
	Group B (100 sec)	Side plank exercise 20 sec, 5 set Break time per set 20 sec
	Group C (125 sec)	Crunch exercise 25 sec, 5 set Break time per set 10 sec
Cool down	1 min	Stretching exercise

3) 크런치 운동

대상자를 바로 눕히고 먼저 허리뼈앞굽음이 적게 일어나도록 하여 무릎 아래 베개를 받혀 다리가 이완되도록 하여 엉덩관절 굽힘근의 보상작용을 미리 차단한

다. 그다음 어깨뼈의 후인 된 어깨뼈의 위치를 최대한 벌림 및 위쪽돌림시켜 어깨 밑에 수건으로 받쳐 주어 양쪽 어깨가 이완되도록 하여 큰가슴근이 보상작용하지 않도록 하여 머리를 멀리 쳐다보듯이 들고 배근육이 수

Table 3. Week 5~6 exercise program

Contents	Time	List
Warm up	1 min	Stretching exercise
Main exercise	Group A (120 sec)	Plank exercise 40 sec, 3 set Break time per set 40 sec
	Group B (75 sec)	Side plank exercise 15 sec, 5 set Break time per set 15 sec
	Group C (100 sec)	Crunch exercise 20 sec, 5 set Break time per set 10 sec
Cool down	1 min	Stretching exercise

측되도록 실시한다(Juan-Recio 등, 2015).

5. 자료분석

자료의 통계처리를 위해 Window용 SPSS/PC version 25.0 통계프로그램을 사용하여 분석하였다. 연구 대상자의 군 간의 동질성 검증을 위해 일원배치분산분석 기법을 이용하였다. 그리고 세 가지 배근육 운동을 실시한 뒤, 운동기간과 군 간 비교를 위해 반복측정 분산분석을 이용하였다. 통계적 검정을 위한 유의수준은 .05로 정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 평균연령 다음 Table 4와 같으며, 동질성 검증을 결과, 모든 변수에 대해 세 집단 간의 평균값에는 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 4).

Table 4. General characteristics of research subjects (n=37)

	Group A (n=13)	Group B (n=12)	Group C (n=12)
Age (years)	23.15±2.19	22.50±3.03	25.08±5.30
Height (cm)	166.09±7.01	169.58±5.74	169.60±10.44
Weight (kg)	67.31±11.43	66.42±8.58	72.26±11.70

2. 8주간의 배근육 운동 후 근활성도 변화

배근육 운동 후 근활성도 변화에서 운동기간에 따른 비교 결과, 세 근육 모두에서 근활성도 변화량은 유의한

차이를 보였고(p<.05), 사후분석 결과는 아래 Table 5와 같다. 그리고 배근육 운동 후 근활성도 변화에서 집단에 따른 비교 결과, 배바깥빗근에서만 근활성도 변화량은 유의한 차이를 보였고(p<.05), 사후분석 결과는 아래

Table 5. Changes in muscle activity after 8 weeks of abdominal muscle exercise (n=37)

	Group (post hoc)	Period			Period F(p)	Group F(p)	Period*Group P F(p)
		Before ^a	4 weeks ^b	8 weeks ^c			
RA (μV)	A	8.04±5.80	8.62±4.87	12.38±13.20	7.09 (.003)	1.91 (.164)	.55 (.584)
	B (a,b<c)	4.31±1.72	4.64±1.53	7.40±3.45			
	C (a<c)	5.70±2.90	7.64±6.13	10.60±8.30			
IO (μV)	A (b<c)	6.83±3.36	6.01±3.86	9.93±6.82	7.20 (.003)	.14 (.874)	1.06 (.382)
	B	5.30±2.54	5.27±2.21	9.64±7.11			
	C	5.10±4.69	6.46±6.37	8.62±9.96			
EO (μV)	A (a<c)	6.44±3.64	6.95±4.06	9.69±6.25	7.10 (.003)	3.87 (.031) (B>C)	.31 (.872)
	B (a,b<c)	7.81±3.41	8.41±3.63	14.97±8.45			
	C	3.83±2.62	4.26±2.18	9.27±12.12			

RA; rectus abdominis, IO; internal oblique, EO; external oblique, A; plank exercise group, B; side plank exercise group, C; crunch exercise group

Table 5와 같다. 반면, 운동기간과 집단 간 상호작용은 확인할 수 없었다(Table 5).

IV. 고찰

본 연구는 세 가지 배근육 운동에 따른 배근육의 근활성도 변화를 비교하는 연구이다. 본 연구의 대상자는 플랭크 운동, 사이드 플랭크 운동, 그리고 크런치 운동 집단으로 배정되어 8주간 운동을 수행하였고, 운동 전, 운동 4주 후, 그리고 운동 8주 후 각각 배곧은근, 배바깥근, 그리고 배속빗근을 측정하여 비교 분석하였다. 측정된 모든 결과는 3수준의 2가지 요인(시간, 집단)으로 반복측정 분산분석을 통해 검증되었다. 그 결과 세 근육 모두에서 시간에 따른 유의한 차이를 보였으며, 집단에 따른 비교의 경우는 배바깥근에서만 유의한 차이를 보였다. 하지만 모든 근육에서 요인 간 상호작용은 없었다.

본 연구에서 집단간 비교의 결과는 배바깥근의 비교에서만 플랭크 운동, 사이드 플랭크 운동, 그리고 크런치 운동 사이의 유의한 차이를 보였다. 사후분석 결과에 따르면, 모든 시점에서 사이드 플랭크와 크런치 운동 사이의 유의한 차이를 보였다. 이는 사이드 플랭크 운동과 크런치 운동의 자세 차이에 의해 배바깥근의 동원이 크게 차이가 나기 때문이라 생각된다. 사이드 플랭크 운동의 경우는 바로 누운 자세에서 수행하는 크런치 운동과 달리 옆으로 누운 자세에서 수행하기 때문에 몸통의 가쪽 굽힘과 회전을 수행하는 배바깥근의 동원이 더욱 되었기 때문에 그 차이가 유의한 차이를 보인 것으로 보인다. 또한, 배바깥근의 경우는 코어 근육으로써 역할 또한 수행하기 때문에, 유의하진 않았지만 사이드 플랭크 운동, 플랭크 운동, 그리고 크런치 운동 순으로 배바깥근의 근활성도가 높게 나타났다. Kim(2022)의 연구에 서는 플랭크 동작 시 앞쪽의 대표적 코어 근육인 배곧은근과 배바깥근의 근활성도가 높게 측정된 이유는 수직축으로 작용하는 중력에 의하여 대응하는 역할이 다른 동작에 비해 더 비중이 높았다고 보고되었으며, 플랭크 동작 시에 아래팔근육의 사용으로 인한 중력을

이겨내려는 힘이 위팔근육과 분산되어 플랭크 동작 시 더 높은 근활성도가 나타났다고 보고하였다. 이에 배바깥근의 동원을 위한 배근육 운동의 경우는 사이드 플랭크 운동이 보다 효과적임을 알 수 있다.

하지만 코어(core)는 가슴안과 배안을 나누는 경계선이 되는 가로막 아래에서부터 골반바닥근까지의 신체 부위를 말한다. 코어는 위팔과 다리의 움직임에 있어 안정성을 제공하며, 외부 저항으로부터 몸의 자세를 유지시켜 척추신경을 보호하는 역할을 한다(Radziminska 등, 2017). 코어의 강화 운동은 허리통증 예방과 치료, 허리의 유연성 증가, 운동능력의 향상, 균형능력과 근력증가 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2016; Kline 등, 2013). 코어 안정화를 향상시키기 위한 운동은 근력, 신경근 조절, 근지구력을 향상시켜 척추, 몸통의 동적인 안정성을 유지하게 하며, 스포츠와 재활에 있어서 부상 예방, 지구력의 향상, 근력의 최대화 등을 목적으로 실시된다(Gottschall 등, 2013). 몸통안정화 운동이 코어근을 활성화시켜 근육의 두께를 증가시키고 그에 따른 균형능력에 미치는 영향으로서 균형은 복합적인 감각운동처리 과정과 환경 그리고 기능적 측면에서 복잡한 운동기술을 제공하며, 몸 감각, 시각 그리고 안뜰감각 등이 자세조절에 영향을 미친다(de Oliveira 등, 2008). 따라서 코어 안정화는 배근육의 두께 변화와 근력 증가에 있어서 핵심적인 요소이며 운동하고자 하는 근육을 제대로 파악하고 정확한 동작으로 실행하는 것이 중요하다.

이에 코어를 구성하는 배곧은근과, 배바깥근, 배속빗근을 균형 있게 증진시키는 것이 중요하다. 본 연구의 시간에 따른 비교에 따라 세 운동을 비교해 보자면, 배곧은근의 경우는 운동 전과 운동 4주 후 사이드 플랭크 운동이 운동 8주 후와 비교하여 차이를 보였고, 운동 전 크런치 운동이 운동 8주 후와 비교하여 유의한 차이를 보였다. 배속빗근의 경우는 4주 후 플랭크 운동이 운동 8주 후와 비교하여 차이를 보였다. 그리고 배바깥근의 경우는 운동 전 플랭크 운동이 운동 8주 후와 비교하여 유의한 차이를 보였고, 운동 전과 운동 4주 후 사이드 플랭크 운동이 운동 8주 후와 비교하여 차이를 보였다. 정리하자면, 배곧은근의 근활성도 증진을 위해서는 사이드 플랭크 운동과 크런치 운동이, 배속빗근의 근활성도 증

진을 위해서는 플랭크 운동을, 그리고 배바깥빗근의 근활성도 증진을 위해서는 플랭크 운동과 사이드 플랭크 운동이 효과적임을 알 수 있다.

위의 결과들은 플랭크 운동이 척추세움근, 배곧은근, 그리고 배바깥빗근의 강화에 효과적임을 보고한 Lee 등(2016)의 연구와 사이드 플랭크 운동이 배속빗근, 배바깥빗근, 그리고 배가로근의 근두께를 증진시킨다는 연구인 Oh와 Kim(2021)의 연구, 그리고 크런치 운동이 위, 아래 배곧은근과 배바깥빗근 그리고 배속빗근의 강화에 효과적이라는 Beim 등(1997)의 연구 결과와 일치한다. 이에 본 연구는 세 운동을 모두 수행하여 코어 근육을 구성하는 배곧은근, 배속빗근, 그리고 배바깥빗근을 모두 증진시킴을 권장한다. 그리고 Moon 등(2020)의 연구에서는 안정된 지면에서의 플랭크 운동 시보다 토구-점퍼를 위팔에 적용한 조건에서 배곧은근의 근전도가 통계적으로 유의하게 증가하였다고 보고하였고, 안정된 지면에서의 플랭크 운동 시보다 토구-점퍼를 하지에 적용한 조건에서 배바깥빗근의 근전도가 통계적으로 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 이에 추후 연구에서는 다양한 소도구와 추가적인 외적 요소를 포함하여 보다 코어 근육을 증진시킬 수 있는 방법을 알아볼 것이다. 본 연구는 정상인을 대상으로 수행한 연구이다. 이에 실제 허리통증을 가진 환자나 허리의 불안정성을 가진 환자를 대상으로 결과를 그대로 반영하기에 한계가 있을 수 있다. 또한, 코어 근육의 운동에 대해 알아보는 연구임에도 표면 근전도를 측정하였기 때문에 배가로근을 측정하지 못했다는 한계가 있다. 추후 연구에서는 이 점 또한 반영하여 초음파 측정이나 심부 근전도 측정방법을 활용하여 보다 정확한 측정을 바탕으로 연구를 수행할 것이다.

V. 결론

본 연구 결과를 통해 세 가지 배근육 운동 시 배바깥빗근에서 사이드 플랭크 운동, 플랭크 운동, 그리고 크런치 운동 순으로 높은 근활성도가 나타남을 확인할 수 있었으며, 각 운동의 적용에 따라 특정 배근육의 근활성도가 운동 후 증진됨을 확인할 수 있었다. 플랭크 운동의

경우는 배속빗근, 사이드 플랭크 운동의 경우는 배곧은근과 배바깥빗근, 그리고 크런치 운동의 경우는 배곧은근의 근활성도가 운동 후 증가하였고, 본 연구의 결과를 바탕으로 세 운동을 모두 수행한다면 모든 배근육의 증진을 통해 몸통의 안정성을 증진시킬 수 있을 것이라 생각된다.

참고문헌

- Bang HS(2015). The effects of lumbar stabilization exercise on muscle activity and isokinetic muscle strength of female patients with chronic low back pain. *J Korean Soc Phys Med*, 10(2), 63-71. <https://doi.org/10.13066/kspm.2015.10.2.63>.
- Beim GM, Giraldo JL, Pincivero DM, et al(1997). Abdominal strengthening exercises: a comparative EMG study. *J Sport Rehabil*, 6(1), 11-20. <https://doi.org/10.1123/jsr.6.1.11>.
- Cho SH, Kim JH, Choi MH(2013). The effect of short-term lumbar stabilization exercise for lumbar muscle strength and postural balance on chronic LBP. *J Korean Soc Phys Med*, 8(3), 295-302.
- de Oliveira CB, de Medeiros IR, Frota NA, et al(2008). Balance control in hemiparetic stroke patients: main tools for evaluation. *J Rehabil Res Dev*, 45(8), 1215-1226.
- Do YC(2014). A comparison of different type of surface during plank exercise on transversus abdominis and internal obliques thickness using an ultrasound imaging. Graduate school of Inje University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC(2007). Electromyographic analysis of core trunk, hip and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37(12), 754-762. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2471>.
- Gottschall JS, Mills J, Hastings B(2013). Integration core exercises elicit greater muscle activation than isolation

- exercise. *J Strength Cond Res*, 27(3), 590-596. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2cc7>.
- Guimaraes AC, Vaz MA, De Campos MI, et al(1991). The contribution of the rectus femoris in twelve selected abdominal exercise: an electromyographic study. *J Sports Med Phys Fitness*, 31(2), 222-230.
- Heo MH, Kim DH, Lee EY, et al(2017). A comparative analysis of muscle activation according to walking step of horse in skilled and unskilled riders - focusing on ordinary walks, sitting trots, and riding trots. *J Korean Soc Wellness*, 12(3), 459-468. <https://doi.org/10.21097/ksw.2017.08.12.3.459>.
- Hwang BJ, Kim JW(2011). Effects of lumbar stabilization exercise on lumbar and lower extremity strength of the elderly women. *J Korean Soc Phys Med*, 6(3), 267-275.
- Juan-Recio C, López-Vivancos A, Moya M, et al(2015). Short-term effect of crunch exercise frequency on abdominal muscle endurance. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(4), 280-289.
- Kim BJ, Lee SK(2017). Effects of three spinal stabilization techniques on activation and thickness of abdominal muscle. *J Exerc Rehabil*, 13(2), 206-209. <https://doi.org/10.12965/jer.1734900.450>.
- Kim HS, Lee KC, Bae WS(2017). Comparison of the abdominal muscle thickness and activity by using tool and unstable surface which is accompanied bridge exercise doing abdominal drawing-in breath. *J Korean Soc Integr Med*, 5(1), 25-34.
- Kim SY, Kang MH, Kim ER(2016). Comparison of EMG activity on abdominal muscles during plank exercise with unilateral and bilateral additional isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol*, 30, 9-14. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.05.003>.
- Kim YS(2022). Verification of the difference in effectiveness of static plank exercise by motion-focusing on EMG analysis. *J Korean Appl Sci Tech*, 39(2), 335-339. <https://doi.org/10.12925/jkocs.2022.39.2.335>.
- Kline JB, Krauss JR, Maher SF, et al(2013). Core strength training using a combination of home exercises and a dynamic sling system for the management of low back pain in pre-professional ballet dancers: a case series. *J Dance Med Sci*, 17(1), 24-33. <https://doi.org/10.12678/1089-313x.17.1.24>.
- Lee J, Jeong KH, Lee HA, et al(2016). Comparison of three different surface plank exercises on core muscle activity. *Phys Ther Rehabil Sci*, 5(1), 29-33.
- Mok NW, Yeung EW, Cho JC, et al(2015). Core muscle activity during suspension exercises. *J Sci Med Sport*, 18(2), 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.01.002>.
- Moon HS, Chae WS, Jung JH(2020). The effects of togu-jumper use on core muscle activity during plank exercise. *Korean J Sport Sci*, 31(4), 672-679. <https://doi.org/10.24985/kjss.2020.31.4.672>.
- Oh SK, Kim CW(2021). Effect of support surface on abdominal muscle thickness during side plank exercise. *J Korean Soc Integr Med*, 9(4), 183-190. <https://doi.org/10.15268/ksim.2021.9.4.183>.
- Radziminska A, Weber-Rajek M, Strączyńska A, et al(2017). The stabilizing system of the spine. *J Educ Health Sport*, 7(11), 67-76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1041602>.
- Rogol IM, Ernst G, Perrin DH(1998). Open and closed kinetic chain exercises improve shoulder joint reposition sense equally in healthy subjects. *J Athl Train*, 33(4), 315-318.
- Walton LM, Costa A, LaVanture D, et al(2016). The effects of a 6 week dynamic core stability plank exercise program compared to a traditional supine core stability strengthening program on diastasis recti abdominis closure, pain, oswestry disability index (ODI) and pelvic floor disability index scores (PFDI). *Phys Ther Rehabil Sci*, 3(3), Printed Online. <https://doi.org/10.7243/2055-2386-3-3>.
- Youdas JW, Boor MMP, Darfler AL, et al(2014). Surface electromyographic analysis of core trunk and hip muscles during selected rehabilitation exercises in the side-bridge to neutral spine position. *Sports Health*, 6(5), 416-421. <https://doi.org/10.1177/1941738114539266>.