

골반 바닥근육 운동을 이용한 복부 드로잉-인이 초음파 측정 방법을 이용한 복부 근육 두께에 미치는 영향

최유정¹, 손아름¹, 홍지현², 유재호², 김진섭², 이동엽^{2*}
¹선문대학교 물리치료학과 학생, ²선문대학교 물리치료학과 교수

Effect of abdominal drawing in maneuver with pelvic floor exercise on abdominal muscle thickness measured by ultrasonography

You-Jeong Choi¹, A-Reum Son¹, Ji-Heon Hong²,
Jae-Ho Yu², Jin-Seop Kim², Dong-Yeop Lee^{2*}

¹Student, Department of Physical Therapy, Sunmoon University

²Professor, Department of Physical Therapy, Sunmoon University

요 약 본 연구에서는 복부 드로잉-인 운동과 함께 골반바닥근운동 적용이 복부 근육 두께에 미치는 영향을 알아보하고자 하였다. 건강한 성인 30명이 본 연구에 참여하였다. 대상자들은 복부 드로잉인 운동, 골반바닥근 운동, 복부드로잉인+골반바닥근운동의 결합, 세 가지 동작을 수행하였다. 동작을 수행하는 동안 모든 대상자의 배마갈빗근, 배속빗근, 배가로근의 두께가 측정되었다. 각 운동에 따른 근육의 두께 차이를 비교하기 위해 일원배치분산분석을 사용하였다. 사후 분석으로는 Bonferroni 검정이 사용되었다. 본 연구 결과에 따르면 배마갈빗근은 골반바닥근 운동만 적용했을 때보다 두 가지 운동이 결합되었을 때 통계적으로 근육의 두께가 증가하는 것을 발견하였다. 배속빗근과 배가로근의 경우는 골반바닥근 운동, 복부 드로잉인 운동, 두 가지 운동의 결합 순서로 근육의 두께가 증가하는 것을 발견하였다. 이러한 연구 결과는 임상적으로 체간 안정화에 더 효율적인 운동방법을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

주제어 : 복부 드로잉-인, 골반바닥 근육 운동, 초음파측정, 코어 안정성, 안정화, 코어 근육

Abstract The purpose of this study is to measure abdominal muscle thickness when Pelvic Floor contraction (PFC) and Abdominal Drawing-In Maneuver (ADIM) were separately applied and combined exercise was applied and to compare the effects of the exercise. After the pre-investigation, the subjects were given a explanation of the purpose and the method of the research and then an experiment was conducted targeting a total of 30 subjects, who voluntarily agreed with this. Thicknesses of internal oblique (IO), transverse abdominis (TrA) and external oblique (EO) were measured during a break and then three types of exercise. All the measured values of the experiment were processed using Repeated measure ANOVA, and Bonferroni method was applied. As a result, the three types of exercise showed significant differences in thicknesses of IO, TrA and EO. In conclusion, the subjects had the thickest muscles and muscular activity increased during PFC+ADIM, compared to PFC and ADIM.

Key Words : Abdominal Drawing-In Maneuver, Pelvic Floor Muscle Exercise, Ultrasonography, Core stability, stabilization, Core muscle

*Corresponding Author : Dong-Yeop Lee(leedy@sunmoon.ac.kr)

Received May 31, 2019

Accepted July 20, 2019

Revised June 28, 2019

Published July 28, 2019

1. 서론

체간의 안정화에 관여하는 근육은 중심을 잡아주고 신체 움직임 시 허리의 안정화 역할을 한다[1]. 이 근육들 중 복부 근육이 수축하여 내압이 증가하는 것은 체간 안정화와 관련이 있다[2]. 그리고 체간 안정화 운동은 부하 상태와 자세변화에서 사지의 움직임을 수행할 수 있도록 척추를 바르게 세움으로써 한다[3]. 또한 몸통 안정성과 힘을 향상시키기 위해 체간 안정 운동을 수행한다[4].

배속빚근과 배바깥빗근은 요부의 회전력을 일으키는 역할을 하고 척추 앞쪽으로 체간의 안정성을 증가시키는 근육으로 코어안정화에 있어 중요하게 생각되고 있는 체간 안정화 근육이다. 배가로근은 허리에 부착되어 척추 안정화에 특별한 역할을 담당하여 특별한 핵심 안정성 운동을 유발한다[5,6].

활동적인 운동 중에 깊은 몸통 근육의 활성화에 초점을 맞춘 재활은 허리 척추의 안정성을 향상시키기 위해 이론화 되어있다[7]. 활동적인 운동의 예로는 복부 드로잉-인 기법 (Abdominal Drawing-In Maneuver; ADIM)이 있는데 복부 드로잉-인 방법은 운동의 광범위한 사용에도 복부 운동 중에서 가장 기본적인 복부 근육인 배가로근을 집중적으로 수축시켜 체간 안정화 운동 시 근육의 동시수축을 유도한다[8]. 수축된 근육이 또한 심부의 복근의 두께를 증가시킨다[9]. 그리고 일반적으로 요추를 안정시키고 근육 구조를 개선하여 독자적인 행동을 개선하여서 체간 안정화 훈련 프로그램의 기본 요소로도 사용된다[10]. 이로 인해 인은 과도한 허리 운동 시 전방골반 경사와 허리의 앞굽음증을 감소시킬 수 있다[11].

Kegel은 골반바닥근운동 (Pelvic Floor contraction; PFC)이 골반바닥근육 활성화를 위한 운동으로 시행한다고 하였다. 이와 같이 골반바닥근은 직장을 포함하여 복부 내장의지지 또는 역할을 하는 두 가지 주요 기능을 가지고 있다[12]. 또한 복부를 지지 하고 척추와 하지를 연결하며 몸통과 하지의 근육들이 부착하는 부위로써 허리 안정화와 척추의 불안정성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[13,14]. 따라서 골반바닥근운동을 했을 시 복부의 근육 두께가 크게 증가한다. 이것은 복부의 근육의 더 큰 수축을 나타낼 수 있으며 복부근육을 훈련하는 임상 의에게 유용하다[15]. 골반바닥근 운동은 배안의 압력을 상승하여 척추의 안정화에 도움을 준다[16,17]. 그리고 골반 안정성에 기여한다[18]. 그리고 일상적인 치료와 함께 골반바닥근운동을 적용하면 통증 치료와 장애 치료 측면에서 상당한 이점을 제공한다[19]. 따라서 골반바닥

근운동과 복부드로잉-인을 적용하여 허리의 안정에 중요한 역할을 하는 근육인 배가로근을 강화시킨다[20].

초음파 영상은 배속빚근, 배가로근을 구분할 수 없고 능동적인 몸통 운동 중 근육 활성화 평가와 일상적 임상 사용에 대한 기능을 제한하는 근전도와 달리 개별 근육의 움직임을 시각적으로 볼 수 있어 능동적인 몸통 운동 중 근육의 활성화를 확인할 수 있다[21,22]. 또한 골반바닥근 수축 유무와 상관없이 복근 운동을 평가할 수 있는 신뢰할만한 방법으로 사용될 수 있기 때문에 초음파로 측정을 하는데[23], 영상을 이용하여 근육 운동을 직접 측정하면 근 골격 기능에 대한 이해가 향상될 수 있으므로 생체 내 근골격 기능을 평가하는데 사용할 수 있는 근육 역학을 위해 적용된다[24]. 초음파 영상을 이용한 교각운동 시 복부 드로잉-인 기법을 사용하여 복부 근육의 두께를 측정하거나[25], 골반바닥근운동에 따른 복부의 두께를 측정하거나[26], 골반바닥근운동과 복부드로잉-인을 각각 비교하여 측정된 논문들은 있었으나[20] 골반바닥근운동과 함께 복부 드로잉-인 기법 및 단일운동인 골반바닥근 운동과 복부 드로잉-인을 적용하여 복부 근육의 두께에 대해 미치는 영향을 측정된 결과를 비교한 논문은 거의 연구된 바가 없기에 본 연구에서는 정상 대학생 대상자로 복부 드로잉-인 기법과 함께 골반바닥근운동을 이용해 복부 근육의 두께에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 방법

2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 충남 아산시에 소재한 S대학교에 재학생 건강한 성인 20대 남성 10명, 여성20명을 대상으로 실시하였다. 모든 대상자들에게 연구 참여 전에 연구의 목적과 방법에 대해 충분한 설명을 해주었으며, 이에 자발적으로 동의를 한 자들만이 연구에 참여하였다. 본 연구의 대상자 선정기준은 이전에 6개월 동안 골절, 근육 및 인대 손상 등의 근골격계 및 기타 심장질환을 가지고 있지 않고 수술 받지 않은 30명을 대상으로 하였으며 기타 의학적 문제가 있는 사람은 대상자에서 제외하였다. 실험에 앞서 운동방법을 미리 숙지시키기 위해 미리 참가자들을 모집하였으며 본 연구는 IRB(Institutional Review Board) 선문대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받고 실시하였다. 신체적 특성은 다음과 같다. Table 1.

Table 1. Subject characteristic (N=30)

Gender	Female (n=20)	Male (n=10)
Age (yrs)	20	
Height (cm)	164.45±5.77	
Weight (kg)	57.9±9.03	

*mean±Standard Deviation

2.2 측정 장비

본 연구의 대상자는 운동 전·후 네 가지 근육의 두께를 측정하기 위하여 초음파진단기기(eZono 3000, Germany, 2011)와 정확한 복부 드로잉-인 운동 측정을 위하여 스테빌라이저(stabilizer, pressure bio-feedback)를 사용하였다. Fig. 1.

2.3 측정부위

모든 대상자의 오른쪽 부위를 측정하였으며, 복부근육 배속빗근, 배가로근, 배바깥빗근을 측정하기 위하여 초음파 촬영 위치는 오른쪽의 11번 갈비뼈 가장자리와 오른쪽 엉덩능선(iliac crest)의 사이의 중앙 앞 가쪽으로 하였다. 대상자마다 근육의 위치의 차이와 변동으로 인해 동일한 측정자가 지속하여 측정하고 해당 부위에 점을 찍어 그 부위만 측정하여 정확성을 높였다. Fig. 2.

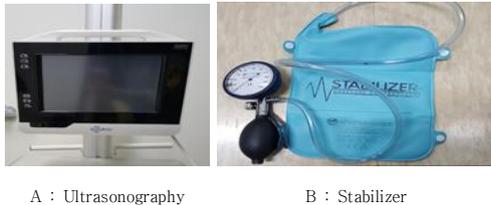


Fig. 1. Measuring equipment



Fig. 2. Measurement site

2.4 실험방법

실험 전 대상자들은 운동 전 매트 위에 맨발상태로 휴식 자세에서 손바닥이 지면으로 향하게 두고 엉덩관절 45도, 무릎관절 90도 굽힘 상태에서 정상적인 호흡을 유도 한 후 마지막에 배속빗근, 배가로근, 배바깥빗근의 두께를 측정하였다. 복부 드로잉-인 운동, 골반바닥근운동, 복부 드로잉-인과 골반바닥근 운동 총 3가지 동작을 측정하였다. 복부 드로잉-인과 골반바닥근운동에 대하여 실험 시작 전 3분간 동작에 대한 설명과 학습을 다시 실시하였다. 복근의 근막선이 가급적 화면에서 일직선을 유지할 수 있도록 깊이를 조절하였다. 올바른 자세 유지를 위하여 검사자가 지속적으로 구두지시를 하였다. 각 중재 사이에 10분간의 휴식시간을 주어 근 피로 방지하였다.

2.4.1 복부 드로잉-인 운동

정확한 실험을 위하여 스테빌라이저를 사용하였다. 손바닥이 지면으로 향하게 두고 엉덩관절 45도, 무릎관절 90도 굽힘 상태로 하였다. 스테빌라이저는 실험대상자의 허리부에 위치하도록 하였다. 대상자에게 호기할 때 “배꼽을 가슴쪽과 바닥방향으로 당기세요”라고 구두 지시를 내렸으며 흡기 후 호기 마지막에 측정하였다. 허리부에 위치한 스테빌라이저와 연결된 압력계를 보며 20mmHg 인 상태에서 40mmHg로 증가시켜 그 상태로 유지시킨다. Fig. 3.

2.4.2 골반바닥근운동

실험대상자에게 호흡은 평소와 같게 하되 항문에 공알을 쫓는다는 듯이 힘을 주고 소변을 참듯이 골반의 내부 근육을 조이면서 안쪽으로 천천히 당겨서 올리도록 지시하였다. 이때 호기 시 골반의 움직임이나 허리의 움직임이 일어나지 않도록 통제하였다. Fig. 3.

2.4.3 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동

앞서 말한 복부 드로잉-인 방법과 동일하게 대상자에게 호기할 때 “배꼽을 가슴쪽과 바닥방향으로 당기세요”와 함께 항문에 공알을 쫓는다는 듯이 힘을 주고 소변을 참듯이 골반의 내부 근육을 조이면서 안쪽으로 천천히 당겨서 올리도록 지시하였다. Fig. 3.

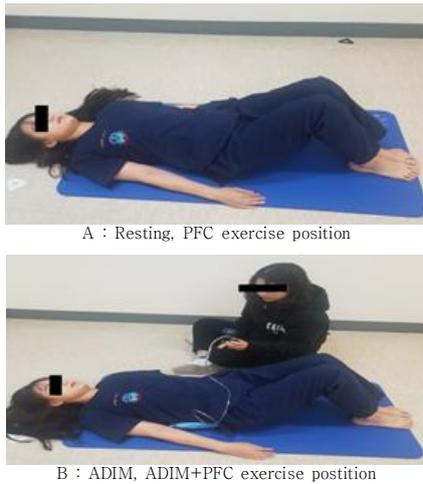


Fig. 3. Experiment method

2.5 분석방법

모든 측정값은 SPSS/PC ver.22.0 for windows-program(SPSS INC. Chicago. IL)을 이용하여 산출하였다. 연구 대상자들은 각 운동에 따른 배바깥근, 배속밧근, 배가로근의 두께 차이를 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(owo-way ANOVA)을 이용하였다. 또한 각 변인 간 차이를 알아보기 위하여 사후검증(Bonferroni 검정)을 실시하였다. 그리고 모든 통계학적 검증을 위하여 유의 수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

3. 결과

휴식 시와 각 골반바닥근운동, 복부 드로잉-인 운동, 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동에서 복부 근육인 배속밧근, 배가로근, 배바깥근 각각의 두께 차이를 비교했다. 일원배치 분산분석 결과 복부 근육 배속밧근, 배가로근, 배바깥근 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$) Table 2.

사후검증(Bonferroni 검정)을 실시한 결과, 배바깥근에서는 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동이 휴식 시와 골반바닥근운동 시 초음파를 적용했을 때 해당 운동 간의 유의한 차이가 있었다. 그리고 배속밧근에서는 휴식 시와 비교하여 복부 드로잉-인 운동, 골반바닥근운동, 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동 시 그리고 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동과 비교하여 골반바닥근운동, 복부 드로잉-인 운동 시 복부에 초음파를 적용했을 때 해당 운동 간의 유의한 차이가 있었다.

마지막으로 배가로근에서는 모든 운동 사이에서 유의한 차이가 발생했는데 휴식 시와 비교하여 골반바닥근운동, 복부 드로잉-인 운동, 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동 시, 그리고 골반바닥근운동과 비교하여 복부 드로잉-인 운동, 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동 시, 그리고 복부 드로잉-인 운동과 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동 시 복부에 초음파를 적용했을 때 해당

Table 2. Difference of abdominal muscle thickness according to each exercise.

exercise	abdominal muscle thickness			F	P
	IO	EO	TrA		
Resting	7.1±1.36a	5.06±1.0	4.06±0.97	58.05*	.00
PFC	8.07±1.57	5.42±1.12	5.3±0.82	6.22	.00
ADIM	9.73±2.15	5.84±1.11	6.37±1.05	62.57	.00
PFC + ADIM	11.32±2.7	6.49±1.31	7.17±1.16	59.12	.00

*mean(mm) ± standard deviation, * $p < .05$

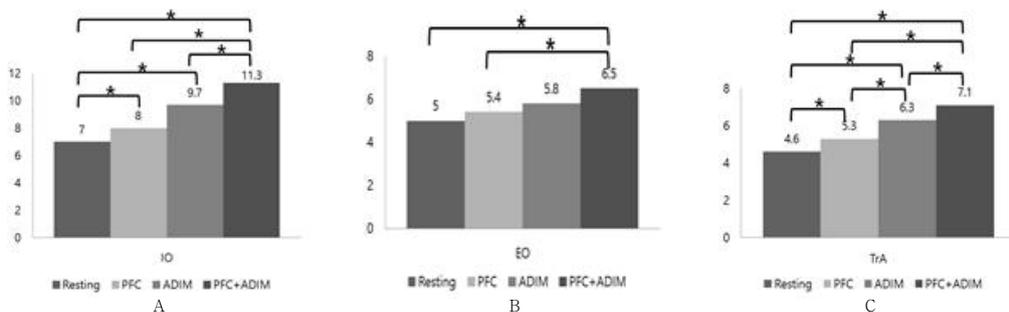


Fig. 4. A: Resting, IO muscle, B: Resting, EO muscle, C : Resting, TrA muscle

운동 사이에서 유의한 차이를 볼 수 있었다($p<.05$).

따라서 배바깥근에서는 복부 드로잉-인 운동+골반 바닥근운동> 골반바닥근운동= 휴식 시, 배속빔근에서는 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동> ADIM운동> 골반바닥근운동= 휴식 시, 배가로근에서는 복부 드로잉-인 운동+골반바닥근운동> 복부 드로잉-인 운동> 골반바닥근운동> 휴식 시의 순서로 근육의 크기가 변함을 의미한다.

종합적으로 각 근육에 따른 근육 두께가 가장 커지는 운동과 같이 세 근육 모두에서 나타났다($p<.05$). Fig. 4.

4. 논의

본 연구는 복부 운동에 따른 복부 근육의 두께의 변화로 차이를 초음파 영상 진단기기로 측정하고자 하였다. 복부 드로잉-인 운동, 골반바닥근운동과 같은 체간안정화 운동은 요추 운동 시 전방골반 경사와 허리의 앞굽음증을 예방할 수 있고, 통증 또는 장애를 치료할 수 있기 때문에 위 2가지 운동을 시행하였고, 2가지 운동을 혼합하여 이와 같은 결과를 얻었다[27].

휴식 시에서 배속빔근, 배가로근, 배바깥근의 초음파 두께측정 결과는 각각 $5.06\pm 1.0\text{mm}$, $7.1\pm 1.36\text{mm}$, $4.06\pm 0.97\text{mm}$ 이었고, 골반바닥근운동에서 배속빔근, 배가로근, 배바깥근의 초음파 두께 측정 결과는 5.42 ± 1.12 , 8.07 ± 1.57 , 5.3 ± 0.82 , 복부 드로잉-인 운동에서 배속빔근, 배가로근, 배바깥근의 초음파 두께 측정 결과는 $5.84\pm 1.11\text{mm}$, $9.73\pm 2.15\text{mm}$, $6.37\pm 1.05\text{mm}$, 마지막으로 복부 드로잉-인+골반바닥근 혼합운동에서 배속빔근, 배가로근, 배바깥근의 초음파 두께 측정 결과는 $6.49\pm 1.31\text{mm}$, $11.32\pm 2.7\text{mm}$, $7.17\pm 1.16\text{mm}$ 로 산출되어 모든 값에서 유의한 차이가 존재하였다. 결과적으로 휴식 시 보다 복부 드로잉-인, 골반바닥근운동, 복부 드로잉-인+골반바닥근 운동을 하였을 때 배속빔근, 배가로근, 배바깥근의 초음파 근육 두께 측정 결과가 통계적으로 유의하게 증가하였고 골반바닥근운동 시 보다 복부 드로잉-인 시 복부 드로잉-인에서 보다는 골반바닥근운동+복부 드로잉-인 운동 시 배속빔근, 배가로근, 배바깥근의 초음파 측정 결과 근육 두께가 가장 크게 증가하였다.

선행연구에서는 복부 드로잉-인 운동 시 배속빔근> 배가로근> 배바깥근 순으로 복부 근육 두께가 증가하였다[28]. 그러나 본 연구에서는 평소 호흡 시 복부근육

두께를 측정하지 않고 최대 호기 시 복부근육 두께를 측정하였고 최대 호기 시 배가로근 및 배속빔근 근육의 두께를 유의하게 증가되었다[29]. 또한, 복부 근육의 두께는 복부 드로잉-인 운동을 했을 때 배속빔근은 항상 가장 두꺼워졌다 라는 선행논문의 결과가 일치하였다[28]. 그리고 골반바닥근운동 시 두께의 변화가 배가로근과 배속빔근에서 유의하게 나타났으나, 배바깥근 근육에서는 유의하지 않았다는 선행논문의 결과와 일치하였고, 골반바닥근운동 시 배가로근의 수축비가 가장 큰 것으로 나타났다며 선행연구와도 일치하였다[30]. 따라서 본 연구에서는 이 두 가지 운동을 혼합하여 초음파로 복부 근육 두께를 측정한 결과 골반바닥근운동에서도 배속빔근, 배가로근에서 유의한 차이를 볼 수 있었고, 복부 드로잉-인에서는 배속빔근, 배바깥근, 배가로근의 유의한 차이를 볼 수 있어서 골반바닥근운동+복부 드로잉-인 운동에서는 보다 더 큰 유의한 차이를 볼 수 있었다고 생각한다.

Kwon은 초음파 영상으로 복부 드로잉-인 운동을 시킬 때 시각적 피드백을 제공한 실험군과 시각적 피드백을 제공하지 않은 군 간의 비교실험을 하였다[31]. 하지만 본 연구에서는 초음파 영상을 이용한 시각적 피드백이 아닌 대상자간의 힘의 차이로 인해 압력을 동일하게 설정하기 위해 바이오피드백을 이용하여 휴식 시와 운동 시의 복부 근육 두께를 비교하였다.

근육의 활동을 보기 위해 심부 복부 근육을 정량화하기 위한 근전도 검사인 근전도로 시행되는 경우가 많았다. 확실히 근전도 분석의 이점은 근육 활동의 타이밍과 진폭을 평가할 수 있다는 점인데, 표면 근전도 측정은 몸통 활동 중 복부의 심근 운동을 분석하는데 유용하지만, 배속빔근, 배가로근을 구분할 수 없다. 따라서 능동적인 몸통 운동 중 근육 활성화 평가와 일상적 임상사용에 대한 기능을 제한한다[21,22]. 이로 인해 본 연구에서는 복부 근육의 두께를 측정하기 위해 초음파진단기기를 사용하였다. 초음파 방법은 복부 근육 활동을 평가하는 신뢰도 있는 방법으로 사용될 수 있다[23].

초음파의 진보는 Hides 등은 근육의 위축과 비대를 평가하는 것에 사용되어져 몸으로부터 생체 내에서 근육과 힘줄 운동을 연구하는 새로운 기능을 이끌어 냈다. 영상을 이용하여 근육 및 힘 운동을 직접 측정하면 근 골격 기능에 대한 이해가 향상될 수 있다. 그러므로 생체 내 근 골격 기능을 평가하는데 사용할 수 있는 근육 역학을 위해 적용되고, 또한 두께 평가에 대한 신뢰도가 높아 심부의 복부 근육의 활성도 측정에 사용되어져[24], 본 연구에서 복부 근육 두께의 최소값과 최대값 및 변화율에

대한 신뢰도와 정밀도를 조사할 수 있다[32]. 따라서 본 연구에는 초음파진단기기를 체간 안정화를 위한 복부 운동에 대해 외복사근, 내복사근, 배바깥빗근을 측정하는데 사용하였다.

본 연구는 몇 가지의 제한점을 가지고 있다. 첫 번째로는 건강한 성인 20대 남성여성을 대상으로 실험을 하였기 때문에 모든 연령층과 요통환자들에게 일반화를 시킬 수 없다. 또한, 30명의 대상자로 이 연령대의 성인들의 결과로 일반화하기 어려울 것이다. 두 번째, 골반바닥근 운동 시 구두로만 설명했기 때문에 시각적 피드백을 주면서 실험 전 운동을 실시하였으면 더 정확한 운동을 실시할 수 있을 것이다. 세 번째, 복부 드로잉-인과 골반바닥근운동 후 측정하는 단계에서 복부 드로잉-인 운동은 마지막 날숨 끝에 측정을 하였고 골반바닥근운동은 평소 호흡 시 측정했기 때문에 내복사근, 외복사근, 배바깥빗근의 두께가 호흡으로 인해 달라지기 때문에 제한점이 될 수가 있다. 마지막으로 본 연구에서는 장기적으로 진행하지 않고 단시간 안에 세 가지 운동을 수행하여서 장기적인 측정을 통해 그에 대한 근 두께 활성화 변화에 대한 연구가 필요할 것이다.

추후 연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 더 많은 대상자를 대상으로 대상자에게 다양한 피드백과 함께 장기간으로 시행한 연구가 필요하다고 사료된다. 결론적으로 효과적인 복부근육의 수축으로 근육 두께의 증가를 보기 위해서는 골반바닥근운동과 복부 드로잉-인 운동을 함께 적용하는 것이 가장 효과적인 방법이기 때문에 체간안정화가 필요한 대상자들은 단일운동보다 두 가지 운동을 함께 적용하는 것이 더 중요하다.

5. 결론

본 연구결과, 휴식 시에서 골반바닥근운동, 복부 드로잉-인, 골반바닥근운동+복부 드로잉-인 운동을 적용하면 복부의 근육 두께가 증가될 수 있고, 특히 복부 드로잉-인+골반바닥근운동> 복부 드로잉-인> 골반바닥근운동이 순서에 따라 근 두께의 두꺼워지는 차이가 두드러지게 나타났으며 임상적으로 체간 안정화에 더 효율적인 운동방법을 제시할 수 있으며 요추 부분의 근골격계 질환을 예방할 수 있는 중요한 기초자료가 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] J. M. Carter, W. C. Beam, S. G. McMahan, M. L. Barr & L. E. Brown. (2006). The effects of stability ball training on spinal stability in sedentary individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 429-435.
- [2] I. A. Stokes, M. G. Gardner-Morse & S. M. Henry. (2011). Abdominal muscle activation increases lumbar spinal stability: analysis of contributions of different muscle groups. *Clinical Biomechanics*, 26(8), 797-803. DOI : 10.1016/j.clinbiomech.2011.04.006
- [3] L. Maffey-Ward, G. Jull & L. Wellington. (1996). Toward a clinical test of lumbar spine kinesthesia. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 24(6), 354-358. DOI : 10.2519/jospt.1996.24.6.354
- [4] A. Imai, K. Kaneoka, Y. Okubo & H. Shiraki. (2014). Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *International journal of sports physical therapy*, 9(1), 47.
- [5] L. C. Mangum, K. Henderson, K. P. Murray & S. A. Saliba. (2018). Ultrasound Assessment of the Transverse Abdominis During Functional Movement. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 37(5), 1225-1231. DOI : 10.1002/jum.14466
- [6] S. H. Chung, Y. Y. You, H. J. Lee & S. H. Sim. (2018). Effects of stabilization exercise using flexi-bar on functional disability and transverse abdominis thickness in patients with chronic low back pain. *Journal of physical therapy science*, 30(3), 400-404. DOI : 10.1589/jpts.30.400
- [7] C. R. Bae, Y. Jin, Y. B. C. Yoon, N. H. Kim, K. W. Park & S. H. Lee. (2018). Effects of assisted sit-up exercise compared to core stabilization exercise on patients with non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(5), 871-880. DOI : 10.3233/BMR-170997
- [8] D. S. Teyhen, L. N. Bluemle, J. A. Dolbeer, S. E. Baker, J. M. Molloy, J. Whittaker & J. D. Childs. (2009). Changes in lateral abdominal muscle thickness during the abdominal drawing-in maneuver in those with lumbopelvic pain. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 39(11), 791-798. DOI : 10.2519/jospt.2009.3128
- [9] H. I. Kim, S. Y. Kim & T. Y. Kim. (2012). Comparison of changes in abdominal muscle thickness using ultrasound imaging during the abdominal drawing-in maneuver performed by patients with low back pain and healthy subjects. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(5), 383-385. DOI : 10.1589/jpts.24.383
- [10] S. F. Andrusaitis, G. C. Brech, G. F. Vitale & J. M. D. A. Greve. (2011). Trunk stabilization among women with chronic lower back pain: a randomized,

- controlled, and blinded pilot study. *Clinics*, 66(9), 1645-1650.
DOI : 10.1590/S1807-59322011000900024
- [11] P. B. O'Sullivan, A. Burnett, A. N. Floyd, K. Gadsdon, J. Logiudice, D. Miller & H. Quirke. (2003). Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine*, 28(10), 1074-1079.
DOI : 10.1097/01.BRS.00000061990.56113.6F
- [12] E. C. L. Mateus-Vasconcelos, A. M. Ribeiro, F. I. Antonio, L. G. D. O. Brito & C. H. J. Ferreira. (2018). Physiotherapy methods to facilitate pelvic floor muscle contraction: A systematic review. *Physiotherapy theory and practice*, 34(6), 420-432.
DOI : 10.1080/09593985.2017.1419520
- [13] R. W. Beard, P. W. Reginald & J. Wadsworth. (1988). Clinical features of women with chronic lower abdominal pain and pelvic congestion. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 95(2), 153-161.
DOI : 10.1111/j.1471-0528.1988.tb06845.x
- [14] O. K. Moon & S. B. Lee. (2008). A Study of the Relationship between Pelvic Floor Muscles and Lumbar Stabilization. *Journal of Korean Physical Therapy Science*, 15(1), 87-95.
- [15] D. Critchley. (2002). Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. *Physiotherapy research international*, 7(2), 65-75.
DOI : 10.1002/pri.243
- [16] K. Tajiri, M. Huo & H. Maruyama. (2014). Effects of co-contraction of both transverse abdominal muscle and pelvic floor muscle exercises for stress urinary incontinence: a randomized controlled trial. *Journal of physical therapy science*, 26(8), 1161-1163.
DOI : 10.1589/jpts.26.1161
- [17] C. A. Richardson, C. J. Snijders, J. A. Hides, L. Damen, M. S. Pas & J. Storm. (2002). The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine*, 27(4), 399-405.
- [18] R. Sapsford. (2004). Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. *Manual therapy*, 9(1), 3-12.
DOI : 10.1016/S1356-689X(03)00131-0
- [19] X. Bi, J. Zhao, L. Zhao, Z. Liu, J. Zhang, D. Sun & Y. Xia. (2013). Pelvic floor muscle exercise for chronic low back pain. *Journal of International Medical Research*, 41(1), 146-152.
DOI : 10.1177/0300060513475383
- [20] H. J. Youn & J. S. Kim. (2016). The effect of abdominal drawing-in maneuver and pelvic floor muscle contraction in individuals with and without low back pain. *Journal of Korean Society of Physical Medicine*, 11(1), 53-60.
DOI : 10.13066/kspm.2016.11.1.53
- [21] D. S. Teyhen, J. L. Rieger, R. B. Westrick, A. C. Miller, J. M. Molloy & J. D. Childs. (2008). Changes in deep abdominal muscle thickness during common trunk-strengthening exercises using ultrasound imaging. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 38(10), 596-605.
DOI : 10.2519/jospt.2008.2897
- [22] P. W. Hodges & C. A. Richardson. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transverse abdominis. *Spine*, 21(22), 2640-2650.
- [23] N. Tahan, O. Rasouli, A. M. Arab, K. Khademi & E. N. Samani. (2014). Reliability of the ultrasound measurements of abdominal muscles activity when activated with and without pelvic floor muscles contraction. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 27(3), 339-347.
DOI : 10.3233/BMR-130453
- [24] P. W. Hodges, L. H. M. Pengel, R. D. Herbert & S. C. Gandevia. (2003). Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 27(6), 682-692.
DOI : 10.1002/mus.10375
- [25] Y. Ha, G. C. Lee, W. S. Bae & Y. J. Cho. (2013). The Effect of abdominal muscle drawing-in exercise during bridge exercise on abdominal muscle thickness, using for real-time ultrasound imaging. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 8(2), 231-238.
DOI : 10.13066/kspm.2013.8.2.231
- [26] B. I. Kim, B. G. Hwang-Bo & H. R. Kim. (2014). Comparison of abdominal muscle thickness with vaginal pressure changes in healthy women. *Journal of physical therapy science*, 26(3), 427-430.
DOI : 10.1589/jpts.26.427
- [27] X. Bi, J. Zhao, L. Zhao, Z. Liu, J. Zhang, D. Sun & Y. Xia. (2013). Pelvic floor muscle exercise for chronic low back pain. *Journal of International Medical Research*, 41(1), 146-152.
DOI : 10.1177/0300060513475383
- [28] P. Linek, E. Saulicz, T. Wolny, A. Myśliwiec & M. Kokosz. (2015). Lateral abdominal muscle size at rest and during abdominal drawing-in manoeuvre in healthy adolescents. *Manual therapy*, 20(1), 117-123.
DOI : 10.1016/j.math.2014.07.009
- [29] H. Ishida, R. Hirose & S. Watanabe. (2012). Comparison of changes in the contraction of the lateral abdominal muscles between the abdominal drawing-in maneuver and breathe held at the maximum expiratory level. *Manual therapy*, 17(5), 427-431.
DOI : 10.1016/j.math.2012.04.006
- [30] A. M. Arab & M. Chehreghazi. (2011). The response of the abdominal muscles to pelvic floor muscle contraction in women with and without stress urinary incontinence using ultrasound imaging. *Neurourology and urodynamics*, 30(1), 117-120.
DOI : 10.1002/nau.20959
- [31] N. H. Kwon, H. O. Lee & D. J. Park. (2011). The use

of real-time ultrasound imaging for feedback during abdominal hollowing. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 6(3), 303-310.

최 유 정 (You-Jeong Choi) [학생회원]



- 2018년 2월 : 선문대학교 물리치료학과 (학사)
- 관심분야 : 물리치료
- E-Mail : 4757nsh@naver.com

손 아 름 (A-Reum Son) [학생회원]



- 2018년 2월 : 선문대학교 물리치료학과 (학사)
- 관심분야 : 물리치료
- E-Mail : tty1590@naver.com

홍 지 현 (Ji-Heon Hong) [장학원]



- 2006년 2월 : 대구대학교 물리치료학과 (학사)
- 2008년 8월 : 대구대학교 물리치료학과 (석사)
- 2011년 8월 : 영남대학교 의과학 (박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 (교수)
- 관심분야 : 의과학, 생체역학
- E-Mail : hgh1020@sunmoon.ac.kr

유 재 호 (Jae-Ho Yu) [장학원]



- 2002년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (보건학사)
- 2007년 2월 : 고려대학교 운동치료학 (이학석사)
- 2011년 7월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 (교수)
- 관심분야 : 근골격계물리치료, 운동생리
- E-Mail : naresa@empal.com

김 진 섭 (Jin-Seop Kim) [장학원]



- 2010년 2월 : 대전대학교 물리치료학과 (석사)
- 2012년 8월 : 대구대학교 물리치료학과 (박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 (교수)
- 관심분야 : 심폐물리치료, 보건통계
- E-Mail : skylove3373@sunmoon.ac.kr

이 동 엽 (Dong-Yeop Lee) [장학원]



- 2005년 2월 : 건양대학교 보건학과 (석사)
- 2008년 8월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 (교수)
- 관심분야 : 신경계물리치료, 운동치료
- E-Mail : kan717@hanmail.net