

Effects of 4-week PNF Exercise Program on Activity, Posture, and Muscle Strength in a Patient with Abdominalis Weakness after Cesarean Section: A Single-Subject Study

Beom-Ryong Kim¹, Tae-Woo Kang², Seo-Yoon Park²

¹Department of Physical Therapy, Design Hospital, Jeonju, Republic of Korea, ²Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Woosuk University, Wanju, Republic of Korea

Purpose: The purpose of this study was to determine the effect of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) abdominal muscle strengthening exercise on the activity, posture, and body function of clients with abdominal muscle weakness after cesarean section.

Methods: PNF abdominal muscle strengthening exercise was applied to one patient with abdominal muscle weakness after cesarean section. PNF abdominal muscle strengthening exercise was applied five times a week for four weeks. The 5-time supine-to-long sitting test (5-TSLST) and supine-to-stand test (SST) were used to measure activity, and the pelvis tilt angle test (PTAT) and anterior head translation test (AHTT) were used to measure posture. Body function was assessed using the transverse abdominis muscle strength test (TAMST), the internal oblique and external oblique muscle strength test (IOEOMST), and the rectus abdominis muscle strength test (RAMST).

Results: Activity, posture, and body function were improved post-intervention.

Conclusion: The study verified that PNF abdominal muscle strengthening exercises are effective when applied to patients with abdominal muscle weakness after cesarean section. The findings of this study provide useful data for future interventions in patients with abdominal muscle weakness after cesarean section.

Keywords: Abdominal muscles, Cesarean section, Physical therapy, Proprioceptive neuromuscular facilitation

서론

임산부의 체중 증가는 주로 앞쪽 복부에 발생하며, 앞쪽과 뒤쪽의 무게 중심 위치 재조정이 필요하게 된다.^{1,2} 앞쪽 복부의 체중 증가는 배 근육의 늘어짐과 골반 주변 지지 구조물의 약화를 유발한다. 그러므로 임신이 진행된 여성은 이러한 무게 중심 위치 재조정으로 인해 정적 자세 안정성이 감소하게 되고, 정적 자세 안정성을 보상하기 위해 척추 만곡의 적응 변화가 발생한다.³ 문헌에서 언급되는 척추 만곡의 적응 변화에 따른 자세 변화는 허리 척추 앞굽이, 등 척추 뒤굽이, 목 척추 앞굽이가 크게 증가되고, 여성의 82%가 임신 중 허리 통증을 경험한 것으로 나타났다. 자세 변화와 허리 통증 사이의 상관관계는 밝혀지지 않았지만 배가로근 및 배곧은근과 같은 배 근육의 약화와 깊은 상관관계가 있는 것으로 보고되었다.^{4,7} 배 근육 중 배속빗근과 배가로근은 척추에 직접 연결되어 척추 분절 간 안정성과 척추의 미세

한 조절을 제공하며, 배곧은근과 배바깥빗근은 주로 힘(torque)을 생성하고 골반과 몸통의 큰 움직임을 만들어 전체적인 몸통 안정성에 관여한다.⁸ 이러한 배 근육 한쪽에 약화가 발생하면 골반과 척추의 정렬을 바꾸는 불균형이 초래되며, 특히 배 근육의 약화로 이들 근육이 길어지게 되면 골반의 앞기울임과 허리 척추 앞굽이가 증가하여 배 근육을 활용한 동작 수행에 어려움이 발생하게 된다.⁹

임신 중에는 배곧은근이 배벽 주위로 휘어지면서 정중선 분리가 증가한다.¹⁰ 이 간격, 즉 배곧은근 간 거리(Inter-rectus distance)를 흔히 배곧은근 분리(Diastasis recti abdominis)라고 한다.¹¹ 허리골반부의 근육과 근막은 몸통 움직임과 분절간 및 골반 내 안정화에 중요하다고 알려져 있지만 제왕절개(Cesarean section) 분만을 받은 여성은 자연 분만을 한 여성보다 배곧은근 분리가 증가할 위험이 더 큰 것으로 보고되었다.¹² 제왕절개 분만은 산모의 자궁벽과 배벽을 절개하여 태아를 분만하는 방법으로 자궁하부 가로절개 방법이 많이 시행되고 있

Received January 15, 2024 Revised February 14, 2024

Accepted February 27, 2024

Corresponding author Seo-Yoon Park

E-mail pgy0614@hanmail.net

Copyright ©2024 The Korean Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

으며 그 빈도는 지속적으로 증가하고 있다. 하지만 수술 후 골반과 배 안쪽의 유착, 분만과정에서 허리골반부 안정성에 기여하는 구조물에 비가역적인 변화를 초래할 수 있다.¹³ 또한, 호르몬에 의한 인대의 이완으로 골반의 비대칭을 초래할 수 있으며, 이는 주위 근육 길이에 영향을 미쳐 근력, 근육 동원을 변화시키는 역학적 변화로 이어질 수 있다.¹⁴ 따라서 임신 및 제왕절개에 의해 나타나는 생리적 변화와 역학적 측면을 고려한 배 근육강화중재 전략이 필요하다.

일반적으로 배 근육강화를 위해 윗몸 일으키기 운동, 복부 당기기 운동(Abdominal drawing-in maneuver), 복부 크런치 운동(Abdominal crunch)이 적용되고 있으나 이러한 방법은 배 근육을 강화시키는데 도움은 될 수 있지만 호르몬의 변화로 골다공증에 위험성을 가진 대상자에게 적용했을 때 척추 압박 골절이나 척추 내 과도한 압력의 증가로 척추사이원반탈출증의 문제점에 노출될 수 있다.¹⁵⁻¹⁷ 더욱이 배곧은근 분리가 있는 여성은 누운 자세에서 복부 크런치 운동을 수행하는 것이 배곧은근 간 거리를 열어 증가시킬 수 있기 때문에 권장되지 않는다는 연구 결과가 있다.¹⁸ 고유수용성신경근촉진법(Proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF) 패턴의 배 근육 강화 운동은 빠르게 누운 자세, 엉덩관절과 무릎관절을 90도 구부리고 옆으로 누운 자세 등 척추에 제공되는 압력을 최소화하여 이차적인 손상을 예방할 수 있는 다양한 자세에서 동심성, 편심성 및 안정성 수축 운동을 강화시키고자 하는 근육군에 시행할 수 있으며, 몸통을 중심으로 지레팔 역할을 할 수 있는 다리나 팔을 이용하여 배 근육을 간접적으로 활성화시켜 몸통 근육을 강화시킬 수 있다.¹⁹ PNF기법을 적용하여 복부 근육 운동을 적용한 선행 연구에 따르면 복부 근육 두께 변화와 기능적 활동 수준에 향상된 결과를 보고하였고, 허리에 압력을 최소화할 수 있는 다양한 자세에서 PNF기법을 이용한 배 근육강화 운동은 호흡능력과 통증 및 기능적 활동 수준을 향상시킨다고 보고했다.^{20,21} 이러한 의미에서 볼 때, 배 근육강화를 위한 PNF기법은 척추에 압력을 최소화할 수 있는 다양한 자세에서 팔과 다리를 이용하여 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근, 배곧은근을 활성화시킬 수 있는 중재 전략 중 하나라고 여겨진다.²² 본 연구에 참여하는 대상자는 제왕절개 수술 및 다태아 임신으로 인한 복부 근육 약화로 몸통 조절 기능 중 특히 누운 자세에서 앉거나 일어설 때에 대한 어려움을 호소하고 있다. 현재까지 PNF 패턴을 적용하여 복부 근력 향상 및 몸통 조절 증진에 대한 연구는 실시되어 왔으나 이 방법들이 제왕절개 수술 후 복부 및 몸통 조절 기능에 미치는 영향 및 차이에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 이에 본 연구는 제왕절개 후 배 근육 약화가 있는 환자에게 PNF 패턴을 적용한 배 근육강화 운동 프로그램이 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동, 자세, 배 근육 근력에 미치는 영향을 알아보고 임상적 중재의 기초 자료를 제공하고자 한다.

연구 방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 만 35세 회사원 여성으로 4년 전 제왕절개에 의한 다태분만(Multiple delivery)을 시행하였다(Table 1). 출산 경험은 1 회였고 허리골반부 신경학적 손상이 없으며, 요실금 병력 없고, 키 158cm, 체중 52kg으로 비만도(body mass index, BMI)는 20.82(kg/m²)였다. 임신 중 태아가 자라면서 커진 배와 이후 제왕절개에 의해 배에 힘이 들어가지 않아 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동에 어려움이 있어서 내원하였다. 대상자는 평소 왼쪽 방향으로 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동을 수행하며, 통증으로 인한 활동 수행에 어려움은 없었다. 본 연구 진행 전 대상자에게 연구의 목적, 의도 및 절차에 대해 설명하였고, 대상자는 설명을 듣고 자발적으로 참여동의서에 서명 후 연구에 참가하였다.

2. 연구절차

본 연구에는 물리치료사 1명이 모든 과정을 진행하였다. 물리치료사는 대상자에게 연구 목적과 과정에 대해 설명하였고, 대상자가 본 연구의 대상에 적합한지 파악하였다. 물리치료사는 목적에 맞는 중재를 적용하였고, 중재 전과 4주 후에 평가를 진행하였다. 중재 전 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동 소요시간, 골반 앞쪽 기울기, 머리 앞쪽 이동 및 배 근육의 근력을 수집하였다. 중재는 배 근육 강화를 목적으로 PNF 운동 프로그램 30분과 홈 프로그램 30분을 4주간 주 5 회 적용하였다. 대상자는 4주간의 모든 중재 프로그램을 무사히 마쳤다. 측정된 결과값을 바탕으로 중재 전과 4주 후의 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동 소요시간, 골반 앞쪽 기울기, 머리 앞쪽 이동 및 배 근육의 근력을 비교하여 PNF 운동 프로그램이 배 근육 약화가 있는 환자에게 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다.

3. 측정방법

PNF 배 근육강화 운동의 효과를 알아보기 위하여 중재 전과 4주 후에 활동 평가로 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동 소요시간을 측

Table 1. General characteristics of participant

	Participant
Gender	Female
Age (years)	35
Diagnosis	Multiple delivery, all by cesarean section
Onset duration (month)	48
Direction of activity	Left
Height (cm)	158
Weight (kg)	52
Body mass index (kg/m ²)	20.83

정하였고, 자세 평가로 골반 앞쪽 기울기 및 머리 앞쪽 이동 정도를 측정하였으며, 복부 근력 측정을 위한 신체 기능 평가로 배 근육의 근력을 측정하여 수집하였다.

1) 활동 평가(Activity test)

(1) 5회 누운 자세에서 일어나 앉기 평가(5-time supine to long sitting test, 5-TSLST)

5회 누운 자세에서 일어나 앉기 평가는 5회 앉고 일어서기 측정을 수정한 평가 방법이다.^{23,24} 측정방법은 대상자가 바로 누운 자세(supine)에서 무릎을 편 상태로 양쪽 다리를 길게 뻗어 앉은 자세(long sitting)로 자세 변화를 5번 수행하는 동안 소요된 시간을 측정하였다. 이때 물리치료사는 “최대한 빠르게 바로 누운 자세에서 양쪽 무릎은 편 상태로 다리를 길게 뻗어 앉은 자세로 동작을 다섯 번 반복하세요.”라고 구두 지시하였고 대상자가 동작을 수행하는 동안 목을 펴거나 몸통을 옆으로 돌리는 보상작용을 하지 않도록 관찰하였다. 대상자의 등이 바닥에서 떨어지는 순간 시간 측정이 시작되며 총 5회 동작 수행 후 누운 자세에서 바닥에 등이 닿을 때까지 걸린 시간을 초 시계로 측정하였다.

(2) 누운 자세에서 일어나 서기 평가(Supine to stand test, SST)

누운 자세에서 일어나 서기 평가는 몸통 운동 수행 능력을 평가하는 방법 중 하나이다.²⁵ 측정방법은 대상자가 바로 누운 자세에서 해부학적 자세로 서서 정면의 눈 높이의 점을 보고 바로 선 자세를 1회 완료하는데 소요된 시간을 초 시계를 사용하여 측정하였다.

2) 자세 평가(Posture test)

(1) 골반 앞쪽 기울기 평가(Pelvis tilt angle test, PTAT)

허리 척추 앞굽이 자세를 평가하기 위해 골반 앞쪽 기울기 평가를 실시하였다. 골반 앞쪽 기울기 평가는 스마트폰(Galaxy Note 10+, Samsung Electronics Co., Ltd., Korea) Angulus 애플리케이션(Version 4.0)을 사용하였다.²⁶ 측정방법은 대상자의 한쪽 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)와 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine, PSIS) 부위에 촬영 시 식별이 가능한 빨간색 스티커를 부착한 후 스마트폰 카메라 렌즈 높이를 대상자의 ASIS에 두고 대상자로부터 1m 위치에서 촬영하였다. Angulus 애플리케이션의 각도측정 기능을 이용해 ASIS와 PSIS에 가상의 지나는 선과 바닥과 수평인 선이 이루는 각도를 측정하였다.²⁷

(2) 머리 앞쪽 이동 평가(Anterior head translation test, AHTT)

목 척추 앞굽이 자세를 평가하기 위해 머리 앞쪽 이동 평가를 실시하였다.²⁷ 머리 앞쪽 이동 평가는 스마트폰(Galaxy Note 10+, Samsung

Electronics Co., Ltd., Korea) Angulus 애플리케이션(Version 4.0)을 사용하였다.²⁶ 측정방법은 대상자의 한쪽 종아리뼈 가쪽복사(lateral malleolus)와 꼭지돌기(tragus) 부위에 촬영 시 식별이 가능한 빨간색 스티커를 부착한 후 스마트폰 카메라 렌즈 높이를 대상자의 배꼽 아래 2-3cm 되는 곳에 두고 대상자로부터 1m 위치에서 촬영하였다. 촬영 시 대상자는 어깨 넓이로 양발을 벌린 후 시선은 정면을 보도록 하였다. 촬영된 사진을 Angulus 애플리케이션의 각도측정 기능을 이용하여 종아리뼈 가쪽복사와 꼭지돌기가 지나는 선과 종아리뼈 가쪽복사를 지나는 중력선이 이루는 각도를 측정하였다.²⁸

3) 복부 근력 측정을 위한 신체 기능 평가(Body function test to abdominal strength)

(1) 배가로근 근력 측정(Transverse abdominis muscle strength test, TAMST)

배가로근의 근력을 평가하기 위해 압력 피드백 장치(Pressure biofeedback unit, Chattanooga Group Inc., USA)를 사용하였다. 측정방법은 대상자가 무릎을 90도 구부리고 누운 자세로 허리와 골반의 정렬을 맞춘 상태에서 압력 피드백 장치를 허리부에 위치시킨 후 복부에 힘을 주어 압력계의 압력을 70mmHg에 유지시켰다. 이때 몸통의 근육들이 밖으로 퍼져나간다는 느낌으로 시행시켰으며 배꼽은근이 볼록해지거나 들어가면 안되며, 힘을 너무 많이 줘서 날숨이 힘들면 안되고 편하게 쉴 수 있도록 하였다. 이후 배가로근이 수축하도록 하여 압력계의 압력을 4-6mmHg 감소시켜 유지하도록 하고 유지시간을 1회 측정하였다.²⁹

(2) 배속빗근과 배바깥빗근 근력 측정(Internal oblique and external oblique muscle strength test, IOEOMST)

배속빗근, 배바깥빗근의 근력을 평가하기 위해 몸통 굽힘-돌림 검사(flexion-rotation trunk test)를 실시하였다. 몸통 굽힘-돌림 검사 방법은 Kendall's 몸통 근육 검진 평가에서 근력 등급을 수치화할 수 있도록 수정하여 적용하였다.³⁰ 측정방법은 무릎 구부리고 누운 자세에서 머리는 검사대에 붙이고 양팔을 뻗어 허벅지 위에 놓는다. 이때 거리는 0이다. 이후 최대한 오른쪽, 왼쪽으로 몸통을 굽힘-돌림하도록 하여 손 끝이 위치한 거리를 각각 1회씩 측정하였다.³¹

(3) 배곧은근 근력 측정(Rectus abdominis muscle strength test, RAMST)

배곧은근의 근력을 평가하기 위해 몸통 굽힘 검사(flexion trunk test)를 실시하였다. 측정방법은 무릎 구부리고 누운 자세에서 머리는 검사대에 붙이고 양팔을 뻗어 허벅지 위에 놓는다. 이때 거리는 0이다. 이후 최대한 앞으로 몸통을 굽힘하도록 하여 손 끝이 위치한 거리를 1회 측정하였다.³¹



Figure 1. Proprioceptive neuromuscular facilitation pattern 9 exercise program to strengthen abdominal muscles. (A) bridge, (B) reversal lifting to the right in supine, (C) chopping to the left in supine, (D) scapular anterior depression in side on elbow, (E) pelvic anterior elevation in side on elbow, (F) bilateral leg flexion to the left in long sitting, (G) trunk flexion to the left in long sitting, (H) chopping to the left in long sitting, (I) reversal chopping to the left in sitting.

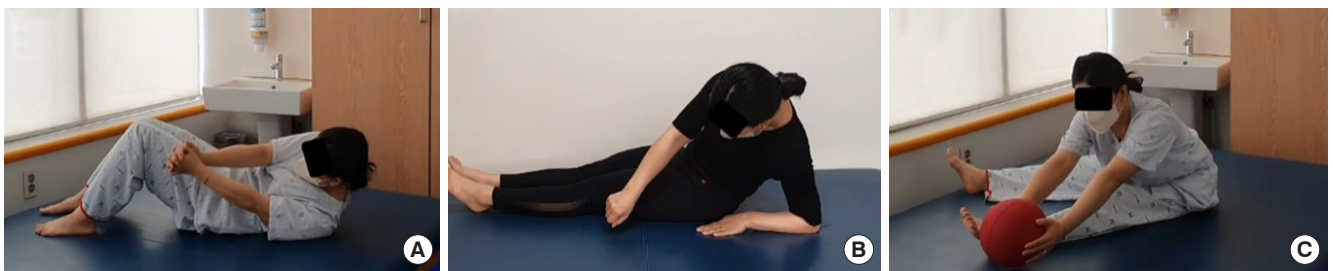


Figure 2. Proprioceptive neuromuscular facilitation pattern 3 home exercise programs to strengthen your abdominal muscles. (A) trunk flexion to the left in hook lying, (B) arm extension-adduction-internal rotation in supine on elbow, (C) trunk flexion to the left in long sitting.

4. 중재 방법

대상자는 배 근육 강화를 목적으로 PNF 운동 프로그램 30분과 호흡 프로그램 30분을 적용하였다. 모든 중재는 4주간 주 5회 적용하였다.

1) PNF 운동 프로그램

대상자는 PNF 배 근육강화 운동 프로그램을 물리치료사와 함께 수

행했다. PNF 배 근육강화 운동 프로그램은 총 9가지 동작이며, 다음과 같이 진행하였다(Figure 1). (1) 무릎 구부리고 누운 자세에서 교각 운동(bridge)에 압축(approximation)을 적용하였다. (2) 바로 누운(supine) 자세에서 반전된 올리기(reversal lifting to the right) 패턴을 등장성 혼합(combination of isotonic) 기법과 함께 적용하였다. (3) 바로 누운 자세에서 내려치기(chopping to the left) 패턴과 양측성 다리 굽힘(bilat-

Table 2. Results of the activity test, posture test, and body functional test

	Pre	Post	Changes
5-TSLST (second)	29.58	13.86	15.72
SST (second)	8.94	3.23	5.71
PTAT (°)	17.20	13.80	3.40
AHTT (°)	2.10	1.50	0.60
TAMST (second)	32.86	53.63	20.77
IOEOMST (cm) Left	5.00	12.50	7.50
Right	4.00	12.00	8.00
RAMST (cm)	3.50	10.50	7.00

5-TSLST: 5-time supine to long sitting test, SST: supine to stand test, PTAT: pelvis tilt angle test, AHTT: anterior head translation test, TAMST: transverse abdominis muscle strength test, IOEOMST: internal oblique and external oblique muscle strength test, RAMST: rectus abdominis muscle strength test.

eral leg flexion to the right) 패턴을 결합하여 등장성 혼합 기법과 함께 적용하였다. (4) 팔꿈관절로 지지한 상태로 옆으로 누운 자세에서(side on elbow) 어깨뼈 앞쪽 내림(scapular anterior depression) 패턴을 등장성 혼합 기법과 함께 적용하였다. (5) 팔꿈관절로 지지한 상태로 옆으로 누운 자세에서(side on elbow) 골반 앞쪽 올림(pelvic anterior elevation) 패턴과 어깨뼈 앞쪽 내림 패턴을 결합하여 등장성 혼합 기법과 함께 적용하였다. (6) 무릎을 편 상태로 양쪽 다리를 길게 뻗어 앉은 자세에서(long sitting) 양측성 다리 굽힘(bilateral leg flexion to the left) 패턴을 등장성 혼합 기법과 함께 적용하였다. (7) 무릎을 편 상태로 양쪽 다리를 길게 뻗어 앉은 자세에서(long sitting) 몸통 굽힘(trunk flexion to the left) 패턴을 등장성 혼합 기법과 함께 적용하였다. (8) 무릎을 편 상태로 양쪽 다리를 길게 뻗어 앉은 자세에서(long sitting) 내려치기 패턴을 등장성 혼합 기법과 함께 적용하였다. (9) 앉은 자세에서(sitting) 반전된 내려치기(reversal chopping to the left) 패턴을 등장성 혼합 기법과 함께 적용하였다. 각각의 동작은 10회씩 총 30분간 진행하였다.

2) 홈 프로그램

대상자는 PNF 배 근육강화 운동 프로그램을 홈 프로그램으로도 수행했다. 배 근육 강화 운동을 위한 홈 프로그램은 3가지 동작이며, 다음과 같이 진행하였다(Figure 2). (1) 무릎 구부리고 누운 자세에서(trunk flexion to the left) 패턴 동작을 10회씩 3세트 수행하였다. (2) 팔꿈관절로 지지한 상태로 바로 누운 자세에서(supine on elbow) 팔 펴-모음-안쪽돌림(arm extension-adduction-internal rotation) 패턴 동작을 10회씩 3세트 수행하였다. (3) 무릎을 편 상태로 양쪽 다리를 길게 뻗어 앉은 자세에서(long sitting) 몸통 굽힘(trunk flexion to the left) 패턴 동작을 10회씩 3세트 수행하였다.

5. 자료 분석

대상자의 일반적인 특성으로 성별, 나이, 진단명, 발병 기간, 영향을

받는 쪽, 키, 몸무게 및 체질량지수의 측정된 데이터 값을 표를 통해 기술하였다(Table 1). 또한, 활동 평가로 수행된 5회 누운 자세에서 일어나 앉기와 누운 자세에서 일어나 서기 평가, 자세 평가로 수행된 골반 앞쪽 기울기와 머리 앞쪽 이동 평가, 복부 근력 측정을 위한 신체 기능 평가로 수행된 배가로근 근력과 배속빗근과 배바깥근 근력 및 배곧은근 근력 측정의 중재 전과 후에 대한 데이터 측정값은 표로 제시하였다(Table 2).

결 과

1. 활동 평가 변화 비교

대상자의 5회 누운 자세에서 일어나 앉기 평가(5-TSLST)의 수행 시간은 중재 전 29.58초에서 중재 후 13.86초로 15.72초 감소하였다(Table 2). 누운 자세에서 일어나 서기 평가(SST)의 수행 시간은 중재 전 8.94초에서 중재 후 3.23초로 5.71초 감소하였다(Table 2).

2. 자세 평가 변화 비교

대상자의 골반 앞쪽 기울기 평가(PTAT)의 각도는 중재 전 17.2도에서 중재 후 13.8도로 3.4도 감소하였다(Table 2). 머리 앞쪽 이동 평가(AHTT)의 각도는 중재 전 2.1도에서 중재 후 1.5도로 0.6도 감소하였다(Table 2).

3. 복부 근력 측정을 위한 신체 기능 평가의 변화 비교

대상자의 배가로근 근력 측정(TAMST) 시 유지 시간은 중재 전 32.86초에서 중재 후 53.63초로 20.77초 유지 시간이 증가하였다(Table 2). 배속빗근과 배바깥근 근력 측정(IOEOMST)의 거리는 중재 전 왼쪽 5.00cm, 오른쪽 4.00cm에서 중재 후 왼쪽 12.50cm, 오른쪽 12.00cm로 왼쪽 7.50cm, 오른쪽 8.00cm 거리가 증가하였다(Table 2). 배곧은근 근력 측정(RAMST)의 거리는 중재 전 3.50cm에서 중재 후 10.50cm로 7.00cm 거리가 증가하였다(Table 2).

고 찰

임신 기간 동안 허리골반부 이완은 정상적인 생리학적 반응이지만 분만 유형에 따라 손상되는 구조물이 다르기 때문에 회복의 정도도 다를 수 있다.¹³ 임신과 분만으로 인한 배근육의 기능 장애는 분만이 전의 상태로 자연회복 되기보다는 기능 저하 상태로 만성적으로 고착화될 가능성이 있다고 보고되었다.³² 본 연구에서 대상자는 제왕절개 수술 및 다태아 임신으로 인해 배 근육 약화와 몸통 조절 기능 저하를 보였다. 4주간의 PNF 배 근육강화 운동 프로그램에 따른 몸통 조절 기능과 배 근육 강화를 알아보기 위해 본 연구에서는 중재 전과

후 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동, 골반 앞쪽 기울기와 머리 앞쪽 이동 정도의 자세 변화 및 배 근육의 근력을 측정하였다. 본 연구의 주요한 결과는 다음과 같다. 1) 골반 앞쪽 기울기 평가와 머리 앞쪽 이동 평가의 각도는 중재 전보다 후에 감소되었다. 2) 누운 자세에서 일어나 앉기 평가의 수행 시간과 누운 자세에서 일어나 서기 평가의 수행 시간이 중재 전과 비교하여 중재 후에 단축되었다. 3) 배곧은근, 배바깥빗근 및 배속빗근의 신체 기능이 향상되었다.

이전 여러 연구들에서 누운 자세에서 일어나 서기 평가와 누운 자세에서 일어나 앉기 평가는 배 근육의 근력 정도에 따른 활동 수준을 평가하는데 적절하며 몸통과 팔다리의 복잡한 조절이 필요하고, 개인의 운동 능력 수준을 확인할 수 있는 방법이라고 보고하였다.^{25,33} PNF 패턴의 팔다리를 이용한 복부 근육 강화 연구들에서는 팔이나 다리가 배 근육을 가로질러 대각선 방향으로 움직임이는 패턴들은 배바깥빗근과 배속빗근의 근육 활성도와 배 근육의 근력을 증가시킬 수 있다고 보고했으며, 자세 변화에 따른 팔과 다리 패턴의 적용은 배곧은근, 배바깥빗근 및 배속빗근을 선택적으로 활성화시킬 수 있다고 보고했다.^{33,34} 또한, 엉덩관절 굽힘, 펌, 벌림의 동작 수행 시 몸통 근육의 근활성도를 측정하던 이전 연구들에 따르면 다리 움직임 이전에 배가로근이 먼저 수축한다고 보고하였고, 배가로근은 팔과 다리의 움직임 이전에 수축하여 몸통 안정성을 제공하는 근육으로 알려져 있다.³⁵ 본 연구에 사용된 PNF 팔다리 패턴을 이용한 운동은 팔과 다리의 먼쪽 관절 움직임 시작 시 배가로근이 먼저 수축하게 되고, 자세에 따라 활성화되는 근육의 순서는 다르지만 배속빗근, 배바깥빗근, 배곧은근이 활성화되어 배의 전체적인 근력이 향상된 것으로 생각된다.^{22,23} 결과적으로 팔다리를 이용한 PNF 배 근육강화 운동 프로그램 수행 시 몸통의 안정성을 위해 배가로근이 작용되어 근력이 향상된 것으로 판단된다. 따라서, 누운 자세에서 일어나 서기 평가와 누운 자세에서 일어나 앉기 평가는 배 근육의 근력 정도에 따른 활동 수준을 평가하는데 적절한 방법이라고 사료되며, 배 근육의 근력이 증가함에 따라 5회 누운 자세에서 일어나 앉기 평가의 수행 시간과 누운 자세에서 일어나 서기 평가의 수행 시간이 중재 전과 비교하여 중재 후에 단축된 것으로 생각된다. 이전 연구들에서 골반 앞쪽 기울임은 못갈래근과 척추세움근의 작용에 의해 발생되고, 골반 뒤쪽 기울임은 배가로근과 배바깥빗근의 작용에 의해 발생한다고 알려져 있다.^{6,36} 특히, 배바깥빗근은 골반 앞쪽 기울임을 조절하거나 방지한다.³⁶ 이러한 근육 활동에 의해 골반 안정성을 유지할 수 있지만 근육의 불균형적인 활동은 골반 안정성을 감소시켜 자세의 불균형을 유발하게 된다.³⁵ 또한, 임신 기간이 경과할수록 산모의 체중은 증가하게 되고 이러한 체중의 증가와 비대칭적 분포는 주로 앞쪽 복부에 발생하며, 이는 배 근육의 늘어짐과 골반 주변 지지 구조물의 약화를 유발시키게 된다고 보고되었다.³⁰ 결과적으로 임신 중 태아가 자라면서

커진 배와 이후 제왕절개에 의해 나타난 생리적 및 역학적 변화로 인해 골반 안정성이 감소되어 자세 불균형 및 배 근육 약화가 발생되었고 PNF 배 근육강화 운동 프로그램을 통해서 골반 앞쪽 기울기 각도가 감소되어 골반의 안정성이 향상될 수 있었고, 이로 통해 자세 불균형을 해결해줌으로써 머리 앞쪽 이동이 감소된 것으로 사료된다.

본 연구에서 배 근육강화를 위해 적용된 PNF 패턴은 반전된 올리기, 내려치기와 양측성 다리 굽힘 결합, 어깨뼈 앞쪽 내림, 골반 앞쪽 올림과 어깨뼈 앞쪽 내림 결합, 몸통 굽힘, 그리고 반전된 내려치기이다.³⁷ 이러한 패턴들은 팔다리를 이용한 방법으로 팔이나 다리가 배 근육을 가로질러 대각선 방향으로 움직임이 나타나게 되어 배 근육을 강하게 자극할 수 있다고 보고되었다.^{37,39,40} 따라서 본 연구에서 팔과 다리를 이용한 패턴과 물리치료사의 저항은 몸통 안정성과 관련된 배 근육의 활동을 더욱 증가시키며, 양측성 다리 굽힘 패턴과 같이 엉덩관절 모음근에 대한 저항도 몸통의 가쪽 굽힘을 발생시켜 추가적인 배 근육의 활동을 유발시킨 것으로 생각된다.^{39,40} PNF 패턴과 함께 적용된 등장성 혼합 기법은 3가지의 근수축형태인 안정성, 동심성 및 편심성 수축을 배 근육에 대해 이완 없이 움직임을 유발시키는 기법이다.³⁷ 등장성 혼합 기법의 효과는 배 근육의 근력 강화, 배 근육의 능동 조절 능력 향상, 배 근육의 협응력 향상, 관절의 가동범위 증가뿐만 아니라 누운 자세에서 앉거나 일어나기와 같은 일상생활의 기능적 훈련에 효과적으로 활용될 수 있는 기법이다.³⁷ 등장성 혼합 기법에서 편심성 수축은 근육이 늘어나면서 힘을 쓸 수 있게 만들어주는 요소로써 팔과 다리를 이용하여 배 근육이 늘어나면서 힘을 쓰는 훈련을 지속적으로 제공하여 배 근육의 편심성 조절 능력이 향상되고, 제왕절개로 유착된 근막에 편심성 수축을 유발하여 배 근육 길이가 증가되어 힘 생성에 도움을 준 것으로 사료된다.^{13,37}

본 연구는 PNF 배 근육강화 운동 프로그램이 제왕절개 후 배 근육 약화가 있는 환자의 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동, 골반 앞쪽 기울기와 머리 앞쪽 이동 정도의 자세 변화 및 배 근육의 근력에 어떤 영향이 있는지 알아보았다. 그 결과 제왕절개 후 배 근육 약화를 가진 환자에게 적용된 PNF 배 근육강화 운동 프로그램은 자세 변화에 따라 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근, 배곧은근을 활성화시켜 강화시킬 수 있는 방법으로 중재에 따른 배 근육 강화는 골반 앞쪽 기울기와 머리 앞쪽 이동 정도의 자세 변화뿐만 아니라 누운 자세에서 앉거나 일어나기 활동을 향상시킬 수 있을 것으로 생각되며, 임상에서 제왕절개 후 배 근육 약화를 가진 환자에게 중재 방법으로 고려해 볼 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 한 명의 제왕절개 후 배 근육 약화를 가진 환자를 대상으로 한 단일 사례연구로, 연구 결과를 일반화할 수 없다. 둘째, 본 연구에서 실시된 PNF 배 근육강화 운동 프로그램은 치료기간이 4주간 주 5회 총 20회기로 짧아 장기적인 치료의 효과 관찰이 없었다.

셋째, 본 연구 결과는 환자상태의 변화 측정에 있어 최소감지변화값 (Minimal Detectable Change) 또는 최소 임상적으로 중요한 차이 (Minimal Clinically Important Difference)에 대한 지표를 제시할 수 없기 때문에 측정 오류의 수준을 알 수 없고 결과 해석에 주의해야 한다. 넷째, PNF 배 근육강화 운동 프로그램을 제외한 일상생활에서 배에 근력향상으로 노출될 수 있는 동작을 통제하지 못하였다. 그러므로 본 연구의 결과가 PNF 배 근육강화 운동에 의한 것인지 명확한 인과 관계를 밝히기 어렵다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 다태아 임신 및 제왕절개 수술 후 배 근육강화에 대한 PNF 패턴의 운동 프로그램 시행하였다는 점에 있어 임상적 의의가 있다. 따라서 향후 연구에서는 보다 많은 대상자와 증재 기간으로 PNF 배 근육강화 운동 프로그램 적용에 따른 제왕절개 후 배 근육 변화 및 효과를 확인할 필요가 있을 것이다.

REFERENCES

- Jensen R, Doucet S, Treitz T. Changes in segment mass and mass distribution during pregnancy. *J Biomech.* 1996;29(2):251-6.
- Opala-Berdzik A, Bacik A, Cieślińska-Świder J et al. The influence of pregnancy on the location of the center of gravity in standing position. *J Hum Kinet.* 2010;26(1).
- Opala-Berdzik A, Blaszczyk JW, Bacik B et al. Static postural stability in women during and after pregnancy: a prospective longitudinal study. *PLoS one.* 2015;10(6):e0124207.
- Bullock JE, Jull GA, Bullock MI. The relationship of low back pain to postural changes during pregnancy. *Aust J Physiother.* 1987;33(1):10-7.
- Lippold C, Danesh G, Schilgen M et al. Relationship between thoracic, lordotic, and pelvic inclination and craniofacial morphology in adults. *Angle Orthod.* 2006;76(5):779-85.
- Takaki S, Kaneoka K, Okubo Y et al. Analysis of muscle activity during active pelvic tilting in sagittal plane. *Phys Ther Res.* 2016;19(1):50-7.
- Yoo Wg. Effect of the individual strengthening exercises for posterior pelvic tilt muscles on back pain, pelvic angle, and lumbar ROM of a LBP patient with excessive lordosis: a case study. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(2):319-20.
- McGill SM, Grenier SM, Kavcic N et al. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):353-9.
- Fujita T, Sato A, Togashi Y et al. Contribution of abdominal muscle strength to various activities of daily living of stroke patients with mild paralysis. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(3):815-8.
- Gilleard WL, Brown JMM. Structure and function of the abdominal muscles in primigravid subjects during pregnancy and the immediate postbirth period. *Phys Ther.* 1996;76(7):750-62.
- Coldron Y, Stokes MJ, Newham DJ et al. Postpartum characteristics of rectus abdominis on ultrasound imaging. *Man Ther.* 2008;13(2):112-21.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine.* 2002;27(4):399-405.
- Kainu JP, Sarvela J, Tiippana E et al. Persistent pain after caesarean section and vaginal birth: a cohort study. *Int J Obstet Anesth.* 2010;19(1):4-9.
- Pool-Goudzwaard AL, Slieker MC, Vierhout ME et al. Relations between pregnancy related low back pain, pelvic floor activity and pelvic floor dysfunction. *Int urogynecology J.* 2005;16(6):468-74.
- Hildenbrand K, Noble L. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the Ab roller, AB slide, Fit Ball, and conventionally performed trunk curls. *J Athl Train.* 2004;39(1):37-43.
- Ralston SH, Urquhart GD, Brzeski M et al. Prevalence of vertebral compression fractures due to osteoporosis in ankylosing spondylitis. *Br Med J.* 1990;300(6724):563-5.
- Nachemson AL. Disc pressure measurements. *Spine.* 1981;6(1):93-7.
- Boissonnault JS, Mary JB. Incidence of diastasis recti abdominis during the childbearing year. *Phys Ther.* 1998;68(7):1082-6.
- Kofotolis N, Kellis E. Proprioceptive neuromuscular facilitation versus isokinetic training for strength, endurance and jumping performance. *J Hum Mov Stud.* 2002;42(2):155-65.
- Kim GD, Lee YJ, Choi WS et al. Effects of lumbar stabilization exercise using PNF techniques on thickness of lumbar deep muscle and functional activity in chronic low back pain patients. *The Journal of the Korea Contents Association.* 2012;12(3):233-43.
- Bong SY, Kim YJ, Kang MG et al. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation exercise on forced expiratory volume at one second, pain, and functional disability index of chronic low back pain patients. *PNF & Mov.* 2016;14(3):185-93.
- Abe T, Kusahara N, Yoshimura N et al. Differential respiratory activity of four abdominal muscles in humans. *J Appl Physiol.* 1996;80(4):1379-89.
- Whitney SL, Wrisley DM, Marchetti GF et al. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. *Phys Ther.* 2015;85(10):1034-45.
- Slezynska M, Miesok G, Miesok K. Responsiveness of people with moderate and significant intellectual disability to physical stimulation. *Ann Agric Environ Med.* 2018;25(1).
- Cattuzzo MT, Santana de FS, Safons MP et al. Assessment in the supine-to-stand task and functional health from youth to old age: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(16):5794.
- Joshi S, Kamboj R, Pawalia A. Effect of interferential therapy and elastic band exercises on subjects with round shoulder and forward head posture: a randomized trial. *J Dow Univ Health Sci.* 2022;16(2):59-65.
- Kang TW, Kim BR. The effects of stretching and strengthening exercise on the pain, pelvic tilt, functional disability index, and balance ability of patients with chronic lower back pain. *J Kor Phys Ther.* 2019;31(1):7-12.
- Harman K, Hubley-Kozey CL, Butler H. Effectiveness of an exercise program to improve forward head posture in normal adults: a randomized, controlled 10-week trial. *J Man Manip Ther.* 2005;13(3):163-76.
- Grenier SG, McGill SM. Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:54-62.
- Conroy VM, Murray BN Jr, Alexopoulos QT et al. Kendall's muscles: testing and function with posture and pain. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. 2022:5-95.

31. Hislop H, Avers D, Brown M et al. Daniels and Worthingham's muscle testing-e-book: techniques of manual examination and performance testing, 9th ed, St Louis, Elsevier Health Sciences, 2014:41-62.
32. Rortveit G, Daltveit AK, Hannestad YS et al. Urinary incontinence after vaginal delivery or cesarean section. *N Engl J Med.* 2003;348(10):900-7.
33. O'Sullivan P, Twomey L, Allison G et al. Altered patterns of abdominal muscle activation in patients with chronic low back pain. *Aust J Physiother.* 1997;43(2):91-8.
34. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther.* 1997;77(2):132-42.
35. Nesbitt D, Molina S, Sacko R et al. Examining the feasibility of supine-to-stand as a measure of functional motor competence. *J Mot Learn Dev.* 2018;6(2):267-86.
36. Kang MH, Yoon JY, Yang JL et al. The effect of visual biofeedback on EMG activity of trunk muscles and endurance holding time for correct position during whole-body tilt exercise. *Phys Ther Korea.* 2011;18(1):9-17.
37. Kim KH, Youn HJ, Park SH et al. The effects of PNF patterns on trunk muscle activity according to position changes. *PNF & Mov.* 2016;14(1):1-6.
38. Lee H, Kim H, Kim H et al. The effects of trunk stability education in pelvic stabilization. *Journal of the Korean Society of Integrative Medicine.* 2013;1(4):57-66.
39. Lee DK, Kang MH, Kim JW et al. Effects of non-paretic arm exercises using a tubing band on abdominal muscle activity in stroke patients. *NeuroRehabilitation.* 2013;33(4):605-10.
40. Kang TW. The effects of the upper extremity and lower extremity patterns of PNF on abdominal muscle activity in healthy subjects and abdominal muscle strength and respiratory functions in stroke patients. Silla University. Dissertation of Master's Degree. 2019.