

Original Article

Open Access

자세변화에 따른 PNF 패턴이 체간 근육활성에 미치는 영향

김경환[†] · 윤혜진 · 박성훈 · 임진우
보니파시오병원 재활센터

The Effects of PNF Patterns on Trunk Muscle Activity According to Position Changes

Kyung-Hwan Kim[†] · Hye-Jin Youn · Sung-Hun Park · Jin-Woo Lim
Department of Physical Therapy, Bonifacio Hospital Rehabilitation Center

Received: March 14, 2016 / Revised: April 22, 2016 / Accepted: April 25, 2016

© 2016 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to analyze the effects of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) patterns on electromyography (EMG) activity in the rectus abdominis, internal abdominal oblique, external abdominal oblique, and erector spinae according to position changes.

Methods: Ten healthy adults volunteered to participate in the study. The subjects were required to complete exercises that followed two PNF extremity patterns, namely, an upper extremity extension- adduction-internal rotation pattern and a lower extremity flexion-adduction-external rotation pattern. The exercises were applied in the supine, side-lying, and sitting positions. Repeated measure one-way ANOVA and post-hoc Bonferroni correction were used to determine the influence of the patterns on muscle activity for each muscle, and descriptive statistics were then used to determine the local/global muscle ratios.

Results: The upper extremity pattern had a significant effect on the rectus abdominis and erector spinae in the supine position, and on the internal oblique and external oblique in the sitting position ($p<0.05$). The median value for the internal oblique/rectus abdominis showed a high ratio of 2.05, and a high ratio of 1.01 was shown for the internal oblique/external oblique in the sitting position. The lower extremity pattern had a significant effect on the rectus abdominis in the side-lying position and on the internal oblique, external oblique, and erector spinae in the sitting position ($p<0.05$). The median value for the internal oblique/rectus abdominis showed a high ratio of 2.83 in the sitting position and a high ratio of 1.30 for the internal oblique/external oblique in the side-lying position.

Conclusion: The PNF pattern increases local muscle activation in an unstable position. Therefore, when the pattern is used for intervention purposes, trunk stability and varied position changes should be taken into account.

Key Words: PNF pattern, Position change, Trunk muscle, Electromyography

[†]Corresponding Author : Kyung-Hwan Kim (ejptkh@hanmail.net)

I. 서론

고유수용성신경근촉진법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, PNF)에서 고유수용성(proprioceptive)은 신체의 위치와 움직임에 대한 정보를 제공하는 감각수용기와 관련이 있으며, 각각의 치료는 인체의 한 분절 혹은 특정 부분의 문제만을 다루는 것이 아니라 전체적인 인간으로 접근을 한다(Adler et al, 2014). 또한 기본적인 절차에서 저항(resistance)은 운동조절, 근육의 강도를 증가시키고 운동학습에 도움을 주며, 패턴(pattern)은 협력근의 대단위 운동과 기능적인 정상 운동의 요소를 의미한다(Adler et al, 2014).

PNF 패턴은 사지의 근위관절에서 일어나는 운동을 기준으로 정해지며, 정상적인 기능 운동은 사지의 대단위 운동 패턴과 협력관계가 있는 체간근으로 구성되고, 이러한 협력근의 결합은 PNF의 촉진패턴을 형성한다고 하였다(Kabat, 1960). 또한 신장과 저항은 근육의 활동을 증가시킴으로써 패턴의 효과를 강화시키며, 치료에서 기능적인 운동을 강화시키거나 원하는 근육군을 강하게 하기 위해 근육(패턴)의 협력적인 결합으로부터 방산을 이용한다고 하였다(Adler et al, 2014).

움직임에서 체간과 사지는 완전한 협력근의 형태로써 함께 작용한다. 수축하는 근육으로부터 고유수용성 반사는 같은 관절에서의 협력근의 반응과 인접 관절의 연관된 협력근의 반응도 증가시킨다. 상지의 어깨관절 펴-모음-안쪽돌림 패턴은 구성운동에서 어깨뼈의 전방하강 운동과 함께 협력근의 형태로 작용하며, 강한 상지 근육에 적용하는 저항은 신체 어느 부위든지 더 약한 근육으로 방산을 일으키며, 체간을 운동시키는데도 이용된다. 이는 하지에서도 하지의 엉덩관절 굽힘-모음-가쪽돌림 패턴은 골반의 전방거상 운동과 함께 협력근의 형태로 작용하며, 이러한 운동에서 패턴의 저항을 통해 체간 근육들을 운동시킨다(Adler et al, 2014). 이처럼 Kabat(1961)는 운동에 대한 저항은 방산을 일으키고, 특정 패턴에서 근육

활동의 확산을 일으킨다고 하였다.

위와 같이 PNF의 치료적 중재는 패턴의 결합과 방산의 효과로 인해 다른 부위의 근육 활동을 증가시키는 간접적인 효과가 있다고 하였다. 그러나 PNF의 치료적 중재와 기본절차에서 치료사의 자세와 움직임뿐만 아니라 환자의 위치도 중요하다. 이 위치의 영향은 다른 요인들과 마찬가지로 환자들에게 기능적 활동, 근 긴장, 근 강화, 통증의 조절과 환자의 안정성 등 환자 치료에서 적합한 자세를 선택해야 할 때 생각해야 할 중요한 부분이다.

따라서 본 연구의 목적은 일반적으로 적용되고 있는 PNF의 패턴을 자세 변화에 따라 적용하였을 때 협력근으로써 체간 근육의 활성화에 미치는 영향과 그 중요성을 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 근 골격계 질환이나 심호흡계 질환이 없는 건강한 성인 남녀 10명을 대상으로 하였으며, 본 연구의 절차적 내용을 충분히 이해하고 실험에 자발적으로 참여하기를 동의한 자로 선정하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of subjects (N=10)

	M (n=5)	F (n=5)
Age	27.20±1.30 ^a	24.40±1.95
Height (cm)	175.00±3.74	160.00±4.12
Weight (kg)	72.00±3.94	55.40±6.15
BMI (kg/m ²) ^b	23.55±1.83	21.60±1.56

Mean±SD^a

BMI^b ; Body Mass Index

2. 실험 절차

본 연구의 실험 절차에서 모든 피험자는 각각의 자세 즉 상지의 펴/모음/안쪽돌림(extension/adduction/

internal rotation) 패턴과 하지의 굽힘/모음/가쪽돌림 (flexion/adduction/external rotation) 패턴을 90°의 각도에서 저항을 적용하였으며, 각 패턴은 바로 누운 자세 (supine), 옆으로 누운 자세(side lying), 앉은 자세 (sitting)에서 실시하였다.

모든 실험은 각 패턴의 해당 관절범위에서 최대 저항을 적용하여 5초간의 유지 시간을 각 1회씩 실시하였으며, 시작과 끝의 각 1초를 제외한 중간 3초간의 자료를 활용하였다. 또한 피로를 최소화하기 위해 각 패턴의 적용 시 1분간의 휴식시간을 적용하였다.

모든 대상자의 자세 변화는 무작위로 배정하였으며, 개인적인 의지적 행위의 반응을 배제하기 위해 실험 전 절차적 과정만 설명하였으며, 목적에 관한 내용은 설명하지 않았다.

3. 측정 방법 및 도구

본 연구에서 체간 근육의 활성도를 측정하기 위하여 4개의 채널이 있는 표면 근전도(QEMG-4 system, LXM 3204, Laxtha, Korea)를 사용하였으며, 표면전극은 Ag-AgCl 재질의 지름 11.mm의 일회용 전극 (Electrode 223; 3M, USA)을 사용하였다. 표면 전극을 부착하기 전에 피부 저항을 줄이기 위해서 전극 부착 부위의 체모를 제거하고 의료용 알코올 솜으로 깨끗이 닦아낸 후 우세 측 체간 근육의 배곧은근(Rectus Abdominis, RA), 배속빗근(Internal Oblique Abdominal, IOA), 배바깥빗근(External Oblique Abdominal, EOA), 척주세움근(Erector Spinae, ES)의 근 섬유와 같은 방향으로 부착하였다.

전극의 부착부위는 Cram 등(1998)의 방법을 이용하여 환자의 신체적 특성에 맞게 조절하여 부착하였으

며, 실험 대상자의 우세 손 측면 체간 근육에 4개를 부착하였다(Table 2).

이때 지면에 전극이 닿는 문제를 해결하기 위해 테이블 두 개를 사용하여 일정한 간격을 확보 하도록 하여 피험자의 체형에 맞게 수정하여 부착하였다. 접지전극(ground)은 중재가 이루어지지 않는 쪽 하지의 외측 복사뼈(lateral malleolus)에 부착 하였으며 (Hermens et al, 2000), 표면 전극간의 거리는 근육들 사이의 혼선을 최소화하기 위하여 2cm 간격으로 근육 (muscle belly)의 중간 지점 위에 부착하였다.

표면 근전도 측정을 위한 환경 설정은 표본 추출률 (sampling rate) 1024Hz, 대역 통과(band pass) 필터는 20~450Hz, 노치(notch) 필터는 60Hz 로 설정하였다.

실험에서 수집된 근 활성화 신호는 근전도 소프트웨어인 Telescan 3.11(Laxtha, Korea)를 사용하여 제공 평균 제곱근법(Root Mean Square; RMS)으로 기록하였으며, 각 패턴의 데이터 값은 바로 누운 자세에서 측정된 배곧은근의 활성화 값을 기준 수의적 수축 백분율 (% Reference Voluntary Contraction, %RVC) 값으로 적용하여 데이터를 분석하였다.

4. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우용 SPSS version 18.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 패턴에서 자세변화에 따른 근 활성화 차이를 알아보기 위하여 반복 측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 사용하였으며, 사후검정은 본페로니 수정법(Bonferroni's correction)을 사용하였다. 대상자의 일반적 특성과 근 활성화 비율(relative muscle activity

Table 2. Electromyography position

Muscle	Position
Rectus abdominis	2cm lateral to the umbilicus
Internal oblique	half way between the anterior superior iliac spine of the pelvis and the midline, just superior to the inguinal ligament
External oblique	15cm lateral to the umbilicus
Erector spinae	2cm lateral to the L2 spinous process

Table 3. Change of trunk muscle activation in the patterns

Sex	Muscle	Supine	Side lying	Sitting	p
Upper	RA	100.00±0.00 ^a	89.27±4.68	77.69±5.43 ^{†‡}	0.00*
	EOA	129.89±25.91	175.44±35.16	210.65±48.95 [†]	0.00*
	IOA	89.40±13.66	149.72±31.62	161.33±26.32 [†]	0.00*
	ES	53.81±7.91	50.60±7.45	37.98±7.17	0.01*
Lower	RA	100.00±0.00	105.78±9.98	91.62±13.21	0.37
	EOA	184.32±30.45	191.66±33.26	236.23±39.02	0.03*
	IOA	196.60±24.29	201.62±23.79	243.66±33.68	0.02*
	ES	75.48±16.49	53.39±9.28	82.67±19.71	0.02*

Mean±SD^a, p<0.05*, [†]Supine과 [‡]Side lying과의 비교에서 유의한 차이

RA: Rectus Abdominis, EOA: External Oblique Abdominal, IOA: Internal Oblique Abdominal,

ES: Erector Spinae

ratio)은 기술통계량(descriptive statistics)을 이용하였다. 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 각 패턴에서 자세 변화에 따른 근육별 활성화도 변화량

각 패턴에서 자세변화에 따른 체간 근육의 활성화도 변화량은 Table 3과 같이 나타났다.

상지 패턴의 근육별 분석에서 배곧은근과 척추세움근은 바로 누운 자세에서, 배마갈빗근과 배안쪽빗근은 앉은 자세에서 가장 높게 나타났으며 통계적으로 유의미한 변화가 있었다(p<0.05).

하지 패턴에서의 근육별 분석에서 배곧은근은 옆으로 누운 자세에서, 배마갈빗근과 배안쪽빗근 그리고 척추세움근은 앉은 자세에서 가장 높게 나타났으며 통계적으로 유의미한 변화가 있었다(p<0.05).

2. 상지 패턴에서 자세 변화에 따른 체간 근육 활성화도 변화량 비율

상지 패턴에서 체간 근 활성화도 비율은 Table 4와 같이 나타났다. 배안쪽빗근/배곧은근과 배안쪽빗근/배마갈빗근의 근 활성화도 비율의 중간값은 앉은 자세에서 각각 2.05와 1.01로 가장 높게 나타났으며, 바로 누운 자세에서 0.89와 0.84으로 가장 낮게 나타났다.

3. 하지 패턴에서 자세변화에 따른 체간 근육 활성화도 변화량 비율

하지 패턴에서 체간 근 활성화도 비율은 Table 5와 같이 나타났다. 배안쪽빗근/배곧은근의 근 활성화도 비율의 중간값은 앉은 자세에서 2.83로 가장 높게 나타났으며, 바로 누운 자세에서 1.97로 낮게 나타났다. 배안쪽빗근/배마갈빗근의 근 활성화도 비율의 중간값은 옆으로 누운 자세에서 1.30로 가장 높게 나타났으며, 앉은 자세에서 1.19으로 낮게 나타났다.

Table 4. Change ratio of trunk muscle activation in the upper extremity patterns

Position	Internal oblique / Rectus abdominis	Internal oblique / External oblique
Supine	0.89(0.62~1.17)*	0.84(0.51~1.17)
Side lying	1.69(1.01~2.36)	0.97(0.55~1.40)
Sitting	2.05(1.51~2.60)	1.01(0.55~1.48)

median (Inter-Quartile Range; IQR)*.

Table 5. Change ratio of trunk muscle activation in the lower extremity patterns

Position	Internal oblique / Rectus abdominis	Internal oblique / External oblique
Supine	1.97(1.48~2.47)*	1.25(0.85~1.67)
Side lying	2.00(1.52~2.49)	1.30(0.77~1.83)
Sitting	2.83(2.34~3.31)	1.19(0.81~1.57)

median (Inter-Quartile Range; IQR)*.

IV. 고찰

본 연구는 PNF 패턴의 자세변화에 따른 적용이 체간 근육 활성도와 각 근육간의 활성비율에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과 상지 패턴에서는 모든 자세에서 배바깥빗근이 그리고 하지 패턴에서는 배안쪽빗근에서 가장 높은 활성도를 보였다. 이는 패턴의 특성상 대각선적인 움직임에서 기인된 것으로 사료된다. 또한 근 활성도 비율에서는 상지 패턴의 앉은 자세에서, 하지 패턴에서는 앉은 자세와 옆으로 누운 자세에서 다른 근육들과의 비교에서 배안쪽빗근의 활성 비율이 가장 높게 나타났는데, 이는 불안정한 지지면에서 자세의 안정에 기여한 것으로 사료된다.

일반적으로 공간에서 우리 몸의 위치를 조절하는 모든 과제에는 자세조절이 요구되며 이는 정위요소와 안정요소가 포함된다(Shumway-Cook & Woollacott, 2001). Horak와 Macpherson(1996)은 자세조절(postural control)을 공간에서 안정(stability) 및 정위(orientation)의 두 가지 목적을 위해 신체의 자세를 조절하는 것과 연관이 있으며, 자세 정위(postural orientation)는 신체 분절 사이 및 신체와 수행 환경 사이의 적절한 관계를 유지하는 능력으로 정의하였다. 또한 자세안정(postural stability)은 지지 기저면과 관련하여 질량중심(COM)을 조절하는 능력이다.

중심 안정성(core stability)에 관여하는 근육은 전체적인 힘(torque)의 생성과 체간의 안정성에 기여하는 대근육과 복부와 요추 심부에 연결되어 척추의 미세한 조절과 척추 분절 간의 안정성에 관여하는 국소근육으로 구분할 수 있다(Bergmark, 1989). Hodges(1999)는 복부의 심부 근육 즉 국소근육의 높은 활동성이

요부와 골반의 안정성에 중요한 역할과 기능을 한다고 하였다.

Shumway-Cook과 Woollacott(2001)는 불안정한 지지면에서 균형을 유지하기 위해서는 신체 분절을 지나는 근육들의 공동수축(co-contraction)을 유발시켜야 한다고 하였다. Duncan(2009)은 목적운동 또는 과제를 수행함에 있어서 안정된 지지면에서 실시한 운동 보다 스위스 볼에서 수행되었던 운동에서 더 많은 복부 근육이 활성화 된다고 하였다. 이는 불안정한 지지면에서의 운동이 체간의 안정성에 더 많은 기여를 하고 있음을 알 수 있다. Hodges와 Gandevia(2000)는 신체의 균형을 유지하는 동작에서 못갈래근(multifidus)과 배가로근(transversus abdominis)은 다른 주변 근육보다 먼저 수축하여 안정성에 기여한다고 하였다. 또한 체간 안정화운동 동안 체간 근육들의 활성화 수준과 비율을 아는 것은 운동 프로그램을 만들고, 운동 강도 조절을 위하여 중요하다고 하였다(Kim, 2009; Lehman et al, 2005).

본 연구에서도 패턴의 적용 시 자세변화에 따른 지지면의 변화가 안정된 질량중심(COM)의 조절을 위해 체간근육의 활성화와 과제 수행 능력에 영향을 주었을 것이라 사료되며, 이는 상지 패턴에서 바로 누운 자세와의 비교에서 척추세움근을 제외한 나머지 근육들에서 유의한 차이가 있었으며, 배곧은근은 옆으로 누운 자세에서도 유의한 차이가 나타났음을 알 수 있었다. 또한 근 활성도 비율에서도 앉은 자세에서 가장 높게 나타났다.

이처럼 과제를 수행함에 있어 자세 변화와 저항은 근육 수축 능력을 촉진, 운동 조절의 증가, 운동과 운동의 방향에 대한 인식을 얻을 수 있도록 도우며, 근육 강도를 증가시킨다. 따라서 치료하는 동안 제공되는

저항의 양은 환자의 상태와 활동의 목적에 맞아야 하며, 축진의 극대화는 직접적으로 저항의 양과 관련이 있다고 하였다(Gellhorn 1949; Loofbourrow & Gellhorn 1949). 또한 이러한 축진은 원위부에서 근위부까지 그리고 근위부에서 원위부까지 확장될 수 있다.

본 연구에서 적용된 상지와 하지 패턴이 간접적으로 체간 근육으로의 활성도를 증가시킨 결과는 이러한 근거를 기반으로 나타난 방산의 효과라 사료되며, 환자의 자세변화도 고려의 대상이 된다고 할 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 PNF 패턴과 기본적인 절차에서 패턴의 자세변화에 따른 적용이 체간 근육의 활성도에 미치는 영향과 그 중요성을 알아보려 실시하였다.

그 결과 상지 패턴의 근육별 활성도에서 배곧은근과 척추세움근은 바로 누운 자세에서, 배바깥빗근과 배안쪽빗근은 앉은 자세에서 가장 높게 나타났으며, 하지 패턴에서는 배곧은근은 옆으로 누운 자세에서, 배바깥빗근과 배안쪽빗근 그리고 척추세움근은 앉은 자세에서 가장 높게 나타났으며 통계적으로 유의미한 변화가 있었다($p < 0.05$). 또한 근육 활성도 비율에서 상지 패턴은 앉은 자세에서 배안쪽빗근/배곧은근 그리고 배안쪽빗근/배바깥빗근의 비율이 가장 높게 나타났으며, 하지 패턴에서는 앉은 자세에서 배안쪽빗근/배곧은근이 그리고 옆으로 누운 자세에서 배안쪽빗근/배바깥빗근의 비율이 가장 높게 나타났다.

하지만 본 연구는 대상자 수가 적고 패턴의 일시적 적용에 대한 분석으로써, 기능적인 치료적 목적에 대한 연구가 진행되지 못한 제한점이 있다. 따라서 패턴의 적용이 자세변화에 따라 체간 근육의 활성도가 다르게 나타남을 인지하고 치료적 중재 시 고려사항과 변수를 알아보는 연구로써 의의를 제안한다.

차후 연구에서는 기능적 목적에 따라 다양한 자세 변화와 패턴을 적용하고, 근 활성도의 비교연구를 통해 효율적이고 과학적 근거가 뒷받침 될 수 있는 연구가 진행되기를 바란다.

References

- Kim MJ. Effect of bridging stabilization exercises on trunk muscles activity on and off a swiss ball. *Physical Therapy Korea*. 2009;16(1):18-24.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: An illustrated guide, 4th ed. Berlin. Springer-Verlag. 2014.
- Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum*. 1989;230:1-54.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg. Aspen. 1998.
- Duncan M. Muscle activity of the upper and lower rectus abdominis during exercises performed on and off a Swiss ball. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2009;13(4):364-367.
- Gellhorn E. Proprioception and motor cortex. *Brain*. 1949; 72(1):35-62.
- Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of Physiology*. 2000;522(1):165-175.
- Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Shepard J & Rowell L, eds. Handbook of physiology, section 12. Exercise: regulation and integration of multiple systems. New York. Oxford University. 1996.
- Kabat H. Central mechanisms for recovery of neuromuscular function. *Science*. 1950;112(2879):23-24.
- Kabat H. Proprioceptive facilitation in therapeutic exercise. In: Licht S Johnson EW(eds) Therapeutic exercise, 2nd ed. Waverly. Baltimore. 1961.
- Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swiss ball. *Chiropractic & Manual Therapies*. 2005;13(1):14.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical approach, 2nd ed. Philadelphia. Lippincott Williams and Wilkins. 2001.