

Original Article

Open Access

PNF 패턴에서 각도에 따른 Normal Timing의 적용이 체간 근육활성에 미치는 영향

김경환[†] · 윤혜진 · 박성훈 · 임진우

보니파시오병원 재활센터

The Effect of Trunk Muscle Activity on Applied Normal Timing
According to Angular Motion in PNF PatternsKyung-Hwan Kim[†] · Hye-Jin Youn · Sung-Hun Park · Jin-Woo Lim*Department of Physical Therapy, Bonifacio Hospital Rehabilitation Center*

Received: November 30, 2014 / Revised: April 20, 2015 / Accepted: April 22, 2015

© 2015 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 effect of normal timing according to angular motion in PNF patterns on electromyography (EMG) activity in rectus abdominis, internal oblique abdominal muscle, external oblique abdominal muscle, and erector spinae.

Methods: Ten healthy adults volunteered to participate in this study. The participants were required to complete following two PNF extremity patterns; upper extremity extension- adduction-internal rotation pattern with 180°, 90°, 30° and lower extremity flexion- adduction-external rotation pattern with 0°, 60°, 90°. A paired t-test was used to determine the influence of the two PNF patterns on muscle activity in each muscle. Descriptive statistics were used to determine the ratio of local muscle activity to global muscle activity.

Results: In terms of their effect on applied normal timing, the upper and lower extremity pattern significantly affected the rectus abdominis, internal oblique, external oblique, and erector spinae ($p < .05$). The upper extremity pattern (at an extension angle of 30°) and the lower extremity pattern (at a flexion angle of 90°) influenced the rectus abdominis, internal oblique, external oblique, and erector spinae ($p < .05$).

Conclusion: The effect of the upper and lower extremity patterns on applied normal timing was significant in that these patterns increased trunk muscle activation. The upper extremity pattern (at an extension angle of 30°) and the lower extremity pattern (at a flexion angle of 90°) increased trunk muscle activation. Normal timing is required to increase trunk muscle strength and extremity movement.

Key Words: PNF pattern, Normal timing, Trunk muscle, Electromyography

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

I. 서론

PNF에서 사용되는 기본적인 축진절차는 치료사로 하여금 환자에게 효율적인 운동 기능을 얻는데 도움을 주기 위한 수단으로써 제공하며, 환자로부터 최대의 반응을 얻기 위한 결합이다. 또한 기본적인 절차는 운동에 있어서 환자의 능력 증진 또는 안정성을 유지시키고, 적합한 잡기와 적절한 저항에 의한 운동을 유도하게 된다. 그리고 환자가 타이밍(timing)을 통한 협응된 운동을 성취하는데 보조하고, 환자의 스테미너 증가와 피로 예방을 위해 사용되어진다(Adler et al, 2008). 이러한 기본적인 절차에서 저항(resistance)은 운동조절, 근육의 강도를 증가시키며, 운동학습에 도움을 준다. 그리고 타이밍은 운동의 연속적인 순서 또는 연속된 운동의 시간적 경과를 의미하며, 패턴(pattern)은 협력근의 대단위 운동과 기능적인 정상 운동의 요소를 의미한다(Adler et al, 2008).

일반적으로 운동 발달 타이밍은 발달이 진행되는 동안 조절과 협응의 변화는 두 미부부터 꼬리부분으로 그리고 근위부에서 원위부로 진행된다(Jacobs, 1967). 또한 받침대 위의 물건을 잡을 때 손가락과 손의 움직임이 먼저 시작되고 이어서 팔꿈치와 어깨관절이 움직인다. 이와 같이 먼 쪽에서부터 몸 쪽으로 원활한 운동의 시간적 경과에 따른 움직임의 순서를 정상적 타이밍(normal timing)이라고 부른다(Kim et al, 2012). 이처럼 대부분의 협응되고 효과적인 운동의 정상적인 타이밍은 원위부로부터 근위부로 일어나며, 어릴 때에는 팔이 손의 움직임을 결정하지만 잡기 동작이 성숙되면 손이 팔의 움직임의 과정을 지시한다고 하였다(Halvorson, 1931). 또한 성인이 서있는 균형을 유지하기 위해 사용하는 작은 운동은 원위(발목)부터 근위(고관절, 체간)로 진행된다고 하였으며(Nashner, 1977), 이동운동의 정상적인 타이밍을 회복하는 것이 운동의 협응성 개선과 치료의 목적이 될 수 있다고 한다.

최근 신경생리학자들의 보고를 종합하면 신경의 상호지배 원리의 붕괴, 정상운동발달의 역전, 시각적

정보가 운동발달과 운동계획에 미치는 영향, 원위분절의 움직임 전에 근위분절의 안정화, 변연계를 통한 정서적 자극의 작용이 운동 계획에 미치는 영향 등을 고려한 축진치료가 되어야 한다고 할 수 있다(Goo et al, 2009).

하지만 PNF 패턴은 사지의 근위관절에서 일어나는 운동을 기준으로 즉 견관절 굴곡-내전-외회전으로 패턴 이름이 정해진다. 그리고 패턴의 정상적인 타이밍은 원위부(손과 손목 또는 발과 발목)는 우선 충분한 가동범위에 걸쳐 동작이 일어나며, 다른 구성요소는 운동이 거의 동시에 완성되도록 하기 위해 함께 부드럽게 움직인다고 하였다(Adler et al, 2008). 또한 정상적인 기능 운동은 사지의 대단위 운동 패턴과 협력관계가 있는 체간근으로 구성되며, 이러한 협력근 결합은 PNF의 축진패턴을 형성한다고 하였다(Kabat, 1950).

따라서 본 연구의 목적은 치료적 중재 행위로 적용되고 있는 PNF 패턴과 기본적인 절차에서 원위부위 움직임인 정상적 타이밍의 적용 유무와 각도변화가 체간 근육의 활성화도에 미치는 영향과 그 중요성을 제시해보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 근 골격계 질환이나 심 호흡계 질환이 없는 건강한 성인 남녀 10명을 대상으로 하였으며, 본 연구의 절차적 내용을 충분히 이해하고 실험에 자발적으로 참여하기를 동의한 자로 선정하였다.

2. 실험 절차

본 연구의 실험 절차에서 모든 피험자는 상지의 펴/모음/안쪽돌림(extension/adduction/internal rotation) 패턴을 180°, 90°, 30°의 각도에 따라 적용하였으며, 하지의 굽힘/모음/가쪽돌림/무릎굽힘(flexion/adduction/external rotation/knee flexion) 패턴을 0°, 60°, 90°의 각도

에 따라 적용하였다.

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

모든 대상자는 동일한 패턴과 각도에서 상지에서는 손목과 손가락 굽힘과 옆침, 자측 편위 그리고 하지에서는 발가락 펴고 등쪽굽힘, 안쪽번짐의 정상적 타이밍(Intervention I) 적용과 일반적인 중립 자세(Intervention II)에서 적용의 두 가지 중재를 실시하였으며, 실험의 순서는 무작위로 배정하였다. 또한 모든 대상자들에게 개인적인 의지적 행위의 반응을 배제하기 위해 실험 전 절차적 과정만 설명하였으며, 목적에 관한 내용은 설명하지 않았다.

3. 측정 방법 및 도구

본 연구에서 상하지의 관절 각도를 측정하기 위해 PVC재질의 각도계를 사용하였으며, 체간 근육의 활성도를 측정하기 위하여 4개의 채널이 있는 표면 근전도(QEMG-4 system LXM 3204, Laxtha, Korea)를 사용하였다.

표면전극은 Ag-AgCl 재질의 지름 11mm의 일회용 전극(Electrode 223, 3M, USA)을 사용 하였다. 표면 전극을 부착하기 전에 피부 저항을 줄이기 위해서 전극 부착부위의 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 부착 하였다.

배곧은근은 배꼽(umbilicus) 중심선에서 외측 2cm 지점, 배속빗근은 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)와 배꼽 중심선을 수평으로 연결한 중간지점, 배바깥빗근은 배꼽 중심선에서 외측 15cm 지점에 부착하였으며, 척주세움근은 L2 극돌기(spinous process)에서 외측 2cm 지점에 부착하였다. 이

때 지면에 전극이 닿는 문제를 해결하기 위해 테이블 두 개를 사용하여 일정한 간격을 확보 하도록 하여 피험자의 체형에 맞게 수정하여 부착 하였다.

접지전극(ground)은 중재가 이루어지지 않는 쪽 하지의 외측 복사뼈(lateral malleolus)에 부착하였으며(Hermens et al, 2000), 표면 전극간의 거리는 근육들 사이의 혼선을 최소화 하기 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 활성도 신호는 근전도 소프트웨어(Telescan 3.11, Laxtha, Korea)를 사용하여 제곱평균 제곱근법(Root Mean Square; RMS)으로 기록하였으며, 상지는 펴/모음/안쪽 돌림(extension/adduction/internal rotation) 패턴의 180°에서, 하지는 굽힘/모음/가쪽돌림(flexion /adduction/external rotation) 패턴의 0°에서 각 각 정상적 타이밍을 적용하지 않은 데이터 값을 기준으로 하는 기준 수의적 수축 백분율(%Reference Voluntary Contraction, %RVC) 값을 적용하여 데이터로 설정하였다.

4. 자료 분석

본 연구의 자료 분석은 SPSS 18.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 통계처리 방법으로 대상자의 일반적인 특성을 알아보기 위해 기술통계를 이용하였으며, 정상적인 타이밍 적용 유무의 차이를 검증하기 위해 윌콕슨 부호-순위 검정(Wilcoxon Signed-Rank test)을 실시하였고, 각도별 차이를 검정하기 위해 프리드만 검정(Friedman test)을 실시하였다. 통계적 유의 수준은 0.05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

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. 상지패턴에서 Normal Timing 적용 유무와 각도에 따른 남녀 체간근육 활성화 변화량 비교
 Normal timing을 적용한 Intervention I 이 적용하지 않은 Intervention II에서 보다 모든 각도에서 통계적으로 유의한 변화가 있었고(p<0.05), 폼 각도 30°에서 가장 높은 근 활성도를 보였으며, 남녀 모두에서도 동일하게 유의한 변화를 보였다(p<0.05)(Table 2).

Table 2. Change of Trunk muscle Activation in the Upper Extremity patterns

Sex	Muscle	Intervention	180°	90°	30°	χ ²
M	RA	I	128.04±30.41 ^a	168.25±79.35	199.00±81.40 ^{††}	8.40*
		II	100.00±0.00	136.43±57.34	154.02±47.95 ^{††}	7.60*
		z	-2.02*	-2.02*	-2.02*	
	IOA	I	129.09±21.79	204.92±87.02 [†]	235.22±87.92 [†]	8.40*
		II	100.00±0.00	141.76±44.77	176.92±40.60 ^{††}	8.40*
		z	-2.02*	-2.02*	-2.02*	
	EOA	I	149.03±33.53	183.26±61.00 [†]	230.60±91.00 ^{††}	10.00*
		II	100.00±0.00	123.87±7.55 [†]	136.37±13.54 [†]	8.40*
		z	-2.02*	-2.02*	-2.02*	
ES	I	134.55±44.09	199.06±97.75 [†]	227.59±90.60 [†]	8.40*	
	II	100.00±0.00	128.80±26.40 [†]	143.96±28.57 [†]	8.40*	
	z	-2.02*	-2.02*	-1.75		
F	RA	I	117.17±16.49	136.12±15.06 [†]	193.47±71.56 ^{††}	10.00*
		II	100.00±0.00	121.96±7.65 [†]	167.95±50.15 ^{††}	10.00*
		z	-2.02*	-2.02*	-1.75	
	IOA	I	118.19±30.12	143.24±32.16 [†]	172.43±51.34 ^{††}	10.00*
		II	100.00±0.00	129.27±20.62 [†]	150.64±27.37 [†]	8.40*
		z	-1.21	-1.48	-1.75	
	EOA	I	126.41±33.05	143.13±31.37 [†]	190.31±78.93 [†]	8.40*
		II	100.00±0.00	119.73±18.37 [†]	164.54±65.51 ^{††}	10.00*
		z	-2.02*	-1.75	-2.02*	
ES	I	139.39±67.88	150.21±70.50	160.71±60.55 [†]	6.40*	
	II	100.00±0.00	117.66±15.05 [†]	128.96±14.81 ^{††}	10.00*	
	z	-1.48	-1.48	-1.75		

Mean±SD^a

* p<0.05

[†]Significant difference of Compared with 180°

^{††}Significant difference of Compared with 90°

3. 하지패턴에서 Normal Timing 적용 유무와 각도에 따른 남녀 체간근육 활성화도 변화량 비교

Normal timing을 적용한 Intervention I 이 적용하지 않은 Intervention II에서 보다 모든 각도에서 통계적으로 유의한 변화가 있었고($p<0.05$), 굽힘 각도 90°에서 가장 높은 근 활성도를 보였으며, 남녀 모두에서도 동일하게 유의한 변화를 보였다($p<0.05$)(Table 2).

IV. 고 찰

정상적인 운동은 동작에 있어서 부드러운 연속성을 요구하고, 협응된 운동은 연속행동에서 정확한 타이밍을 필요로 하며, 기능적 운동에 있어 그 일이 수행될 때까지 계속되고 협동적인 운동이 요구된다. 또한 신장과 저항은 근육의 활동을 증가시킴으로써 패턴의 효과를 강화시키며, 근 활동의 증가는 패턴 내에서

Table 3. Change of Trunk muscle Activation in the Lower Extremity patterns

Sex	Muscle	Intervention	0°	60°	90°	χ^2
M	RA	I	145.25±20.70 ^a	162.74±50.36	221.45±77.90 ^{††}	7.60*
		II	100.00±0.00	136.20±46.82	186.71±66.29 ^{††}	8.40*
		z	-2.02*	-2.02*	-2.02*	
	IOA	I	148.28±33.43	160.35±31.00	188.05±34.68 ^{††}	8.40*
		II	100.00±0.00	125.68±14.03 [†]	156.00±30.15 ^{††}	10.00*
		z	-2.02*	-2.02*	-1.75	
	EOA	I	149.70±49.88	220.76±136.41 [†]	268.18±129.53 ^{††}	10.00*
		II	100.00±0.00	146.80±64.00 [†]	208.30±88.60 ^{††}	10.00*
		z	-2.02*	-2.02*	-2.02*	
ES	I	100.92±13.74	115.02±10.46	120.00±42.27	2.80	
	II	100.00±0.00	106.21±8.63	115.32±38.24	3.60	
	z	-0.41	-2.02*	-1.21		
F	RA	I	103.88±8.74	162.76±62.55 [†]	196.33±86.69 ^{††}	10.00*
		II	100.00±0.00	139.63±49.09	156.30±55.87	5.20
		z	-0.67	-2.02*	-1.75	
	IOA	I	112.45±19.08	160.52±34.76 [†]	168.64±41.51 ^{††}	10.00*
		II	100.00±0.00	133.24±26.81 [†]	125.89±12.39 [†]	7.60*
		z	-1.21	-2.02*	-2.02*	
	EOA	I	120.27±24.07	234.35±124.39 [†]	296.51±178.29 ^{††}	10.00*
		II	100.00±0.00	181.64±112.19 [†]	233.41±157.07 [†]	8.40*
		z	-1.48	-2.02*	-2.02*	
ES	I	105.74±14.61	145.54±26.82 [†]	167.72±47.52 ^{††}	10.00*	
	II	100.00±0.00	131.12±37.70	135.76±29.58	5.20	
	z	-0.67	-1.48	-2.02*		

Mean±SD^a

* $p<0.05$

[†] Significant difference of Compared with 0°

^{††} Significant difference of Compared with 60°

원위와 근위부로 퍼지고, 치료는 원하는 기능적인 운동을 강화시키거나 원하는 근육군을 강하게 하기 위해 근육(패턴)의 협력적인 결합으로부터 방산을 이용한다고 하였다(Adler et al, 2008).

저항은 근육의 수축 능력을 촉진, 운동 조절의 증가, 환자가 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). 수축하는 근육으로부터 고유 수용성 반사는 같은 관절에서 협력근의 반응과 인접관절에서 연관된 협력근의 반응도 증가시킨다. 이러한 축진은 원위부에서 근위부까지 그리고 근위부에서 원위부까지 확장될 수 있다. 이처럼 사지의 근위관절과 원위관절은 패턴 내에서 연결되어 있으며, 체간과 사지는 완전한 협력근의 형태로써 함께 작용하고 사지가 완전히 연장된 범위에 있을 때 협력적인 체간근은 긴장상태에 있게 되므로 치료사는 사지와 체간근의 긴장을 느껴야 한다고 하였다(Adler et al, 2008). 또한 강한 상지와 다리근육에 대한 저항은 신체의 어느 부위든지 더 약한 근육의 방산(irradiation)을 일으킨다.

본 논문에서 적용된 상지와 하지 패턴이 간접적으로 체간 근육으로의 활성도를 증가시킨 결과는 이러한 근거를 기반으로 나타난 방산의 효과라 사료된다. 또한 Kim 등(2011)은 엉덩관절 각도에 따른 하지패턴의 적용에서 90°에 가까울수록 체간근육의 더 큰 활성도를 확인하였으며, Ki 등(2011)은 하지에서 두 개의 굴곡 패턴이 체간 근육의 활성도에 미치는 영향을 확인하였다. 따라서 본 논문의 연구 결과에서처럼 상지 패턴의 신전각도 끝 범위(30°)와 하지 패턴의 굴곡각도 끝 범위(90°)에서 더 많은 체간근육의 활성도를 확인할 수 있었다.

한편 목적운동 또는 과제를 수행함에 있어 원위부에서 일어나는 운동은 인지적 운동이며, 근위부에서는 무의식적인 운동이 일어난다고 하였다. 그리고 기

능 향상 치료 혹은 과제수행을 위한 축진치료는 원위부와 근위부를 동시에 만족시킬 수 있어야 하며, 이와 같은 축진치료는 기능의 향상 혹은 과제 수행능력의 향상뿐만 아니라 뇌세포의 재조직에 적극적인 작용을 하게 하는 것이다(Goo et al, 2009).

최근 신경 생리학자들은 신경의 교차 지배원리가 주변 환경과 상태(condition)에 따라 변화되며(Kandel et al, 2000), 시각적인 정보에 의해 앞먹임(feed forward)과 되먹임(feedback)이 일어나고, 이것들에 의한 운동 전략 혹은 운동계획(motor plan)이 설정되어 시각적으로 운동이 관찰되기 전에 근수축이 일어난다고 하였다(Kandel et al, 2000).

Belenkii 등(1967)은 서 있는 성인에게 팔을 올리고 했을 때 자세성(다리와 몸통) 근육과 주동(팔) 근육이 모두 활성화됨을 보고하였으며, 자세근 활성화 유형의 첫 번째 부분은 준비 단계로써, 자세성 근육이 동작의 불안정성을 미리 보상하기 위해 주동근에 앞서 50msec 이상 활성화되고, 두 번째 부분은 보상단계로써, 주동근에 이어서 다시 자세성 근육이 좀 더 신체를 안정화 시키려고, 피드백 방식으로 활성화되었다고 하였다. 이는 예측적 자세 조절(Anticipatory postural control)에서 동작을 준비하는 방법과, 자세근육의 흥분 순서가 과제에 특별한 것임을 알았다(Shumway-Cook & Woollacoatt, 2000).

Hodges(1996)의 연구에 의하면 팔을 거상했을 때 상지의 굴곡근들이 작용하기 전에 복횡근이 먼저 활성화되어, 원위부인 손이 움직일 때는 동시에 근위부인 체간근육이 활성화됨을 발견하게 되었다. 이것은 정상운동조절이 근위와 원위에서 동시에 이루어짐을 입증하는 것이라 하였다.

본 연구의 중재에서 상지와 하지의 원위부에 의식적인 과제 수행을 위해 정상적 타이밍을 부여한 그룹에서 근위부 체간근육이 더 크게 활성화 될 수 있었음은 이러한 근거를 기반으로 할 수 있다고 사료된다.

따라서 PNF에서 사용되는 기본적인 절차에서 정상적인 타이밍은 일반적인 시간경과에 따른 운동의 순서적인 부분뿐만 아니라 원위부와 근위부의 동시적

협응 수축을 형성시켜 상지나 하지 기능적인 움직임 을 안정적이고 효율적으로 수행할 수 있도록 촉진할 수 있다. 그러므로 정상적인 타이밍은 패턴의 적용에 서 필요와 목적된 움직임을 촉진하고자 할 때 반드시 선행되어야하는 필수 조건이라 사료된다.

또한 PNF기법 중에서 율동적 개시(Rhythmic Initiation)는 움직이는 동작을 선행적으로 수동적인 절 차에서부터 시작함으로써 협응력과 운동 감각 증진, 증가와 감소를 통한 운동 비율(rate)의 정상화와 동작 을 가르칠 수 있는 기법이다. 또한 예측적 자세조절을 통한 자세성 근육이 피드백 방식으로 신체를 안정화 시켜 능동보조, 저항, 능동적 움직임까지 과제에 참여 율이 증가 할수록 주동근의 원활한 활성화를 유도할 수 있는 기법이라 사료된다.

하지만 본 연구의 제한점은 정상적 타이밍 적용의 효과를 검증한 선행연구 사례가 부족하고, 근 활성도 자료수집과정에서 대상자수가 적어 표준화과정을 %RVC데이터를 사용하여 분석하였기 때문에 객관성 이 미비하다고 사료된다.

따라서 향후의 연구에서는 더 많은 대상자수와 표 준화과정을 통해 임상적이며, 객관화되고, 정량적인 분석을 통한 연구가 진행되기를 제안하는 바이다.

V. 결론

본 연구는 PNF 패턴과 기본적인 절차에서 원위부 위 움직임인 정상적인 타이밍의 적용 유무와 각도변 화가 체간 근육의 활성도에 미치는 영향과 그 중요성 을 알아보고자 실시하였다. 그 결과 체간근육의 활성 도는 상지 패턴의 펌 각도 끝 범위(30°)와 하지 패턴의 굽힘 각도 끝 범위(90°)에서 유의한 변화를 보였으며, 남녀 모두에서 동일한 결과를 얻었다. 또한 상하지 패턴 모두에서 정상적인 타이밍을 적용한 그룹에서 유의한 변화를 보였으며, 남녀 모두에서 동일한 결과 를 얻었다.

따라서 본 연구는 정상적인 타이밍의 적용 효과와

그 중요성을 알아보는 연구로써 의의를 제안하며, 보 다 다양한 중재와 기능적 증진 효과와 관련된 기타 변수들에 대한 비교연구를 통해 효율적이고 과학적 근거가 뒷받침 될 수 있는 연구가 제시되기를 바란다.

References

- Adler S, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: An Illustrated Guide, 3rd ed. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag. 2008.
- Beevor CE. The Croonian lectures on muscular movements and their representations in the central nervous system. In: Payton OD, Hirt S, Newton RA (eds.) Scientific basis for neuro physiologic approaches to therapeutic exercise: an anthology. Philadelphia. Davis. 1978.
- Belenkii VE, Gurfinkel VS, Paltsev EI. Elements of control of voluntary movements. *Biofizika*. 1967;12(1): 135-141.
- Gellhorn E. Proprioception and the motor cortex. *Brain*. 1949;72:35-62.
- Goo BO, Gwon MJ, Kim KT, et al. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation. Seoul. Dai Hak Publishing Company. 2009.
- Halvorson HM. An experimental study of prehension in infants by means of systematic cinema records. *Genetic Psychology Monographs*. 1932;10:279-289.
- Hodges PW, Richardson CA. Transversus abdominis and the superficial abdominal muscle are controlled independently in postural task. *Neuroscience Letters*. 265(2):91-94, 1999.
- Jacobs MJ. Development of normal motor behavior. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 1967;46(1):41-45.
- Kabat H. Central mechanisms for recovery of neuromuscular function. *Science*. 1950;112(2897):23 -24.
- Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, et al, Principles of Neural

- Science, 4th ed. New York. McGraw-Hill. 2000.
- Ki KI, Cho HS, Shim SM, et al, The effects of PNF leg flexion patterns according to the hip joint angle on EMG activity of the trunk. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2011;9(3):11-17.
- Kim KH, Ki KI, Youn HJ. The effects of PNF leg flexion patterns on EMG activity of the trunk. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2011;9(3):19-24.
- Kim MH, Kim SS, Kim HC, et al, PNF Manual, 3rd ed. Seoul. Yeong Mun Publishing Company. 2012.
- Loofbourrow GN, Gellhorn E. Proprioceptive modification of reflex patterns. *Journal of Neurophysiology*. 1949;12(6):435-446.
- Nashner LM. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Experimental Brain Research*. 1977;30(1):13-24.
- Shumway-Cook, Woollacoatt. Motor control, 3rd ed. (Baltimore). Lippincott & Wilkins. 2000.