

# 수중에서 고유수용성신경근촉진법 하지 패턴이 근력 및 유연성에 미치는 영향

이동규<sup>1</sup>, 김용남<sup>2</sup>

<sup>1</sup>남부대학교 보건경영대학원 물리치료학과, <sup>2</sup>남부대학교 물리치료학과

## The Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Lower Extremity Pattern on Muscular Strength and Flexibility in an Aquatic Environment

Dong-Kyu Lee<sup>1</sup>, Yong-Nam Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School, Nambu University, <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Nambu University

**Purpose:** This study was conducted in order to analyze the effect of proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern on muscular strength and flexibility in an aquatic environment.

**Methods:** Ten members of the experimental group and 10 members of the control group were randomly selected from 20 college students who are in their 20s. Bilateral symmetry pattern among proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity patterns was applied in an aquatic environment in the experimental group three times per week for a period of six weeks, and a set consisted of 10 times, which was repeated 10 times. On the other hand, subjects in the control group did not receive any treatment while maintaining daily life. Muscular strength was measured using a dynamometer and electromyogram system for maximum voluntary isometric contraction of hip flexor, hip extensor, knee flexor, and knee extensor. Cervical flexibility was measured using cervical range of motion instrument for cervical flexion, rotation, and lateral flexion. Lumbar flexibility was measured using back range of motion instrument II for lumbar flexion.

**Results:** For the experimental group, significance was observed for hip flexor, extensor, knee flexor, extensor, cervical flexion, rotation, lateral flexion, and lumbar flexion. For the control group, no significance was observed for any other variables except for cervical flexion. As a result of observation of difference between the two groups, relatively high significance was observed in the experimental group, compared with the control group.

**Conclusion:** In conclusion, proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern had a positive effect on muscular strength and flexibility in an aquatic environment.

**Keywords:** Aquatic, Proprioceptive neuromuscular facilitation, Muscular strength, Flexibility

Received March 8, 2013 Revised April 14, 2013

Accepted April 15, 2013

Corresponding author Yong-Nam Kim, kyn5441@hanmail.net

Copyright © 2013 by The Korean Society of Physical Therapy

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.

### I. 서론

근력은 근육에 부과된 요구에 대해 장력과 힘을 생산하는 수축성 능력을 말하며, 저항이 주어진 상황에서 최대 수축하는 동안 근육이 이를 극복하여 발휘할 수 있는 최대의 힘이라 할 수 있다.<sup>1</sup> 이와 함께 일상생활 활동에서 중요한 요소인 유연성은 어떠한 제한과 통증 없이 부드럽게 움직이게 하는 능력으로 관절의 가동범위에서 관절을 가로 지나는 근-힘줄 단

위의 신장성과 관련하여 설명된다.<sup>2</sup>

연령증가와 신체활동의 감소 등의 제한적 영향으로 인해 활동적 체력 요소인 근력과 유연성의 감소는 연부 조직의 신장성 상실과 구축으로 움직임에 제한을 주어 근골격계 질환으로까지 유발 될 수 있으며 더불어 일상생활에서 심리적 불안감과 피로감의 증가를 가져다준다.<sup>3,4</sup> 이러한 근력과 유연성을 유지 또는 증진 시키기 위한 여러 가지 운동들이 보고되고 있는데 그 중에서 타이치 운동, 베하스 운동 및 스위스 볼을 이용한 운동 등이 임상에서 적용되고 있으며 근력 증진에 효과가 있다고 입증되었으나 단순하고 반복적인 치료 방식이다.<sup>5-7</sup> 이러한 단순한 근력운동에서도 유연성 향상을 보이지만 효과는 미미한 수준이다.<sup>8</sup> 따라서 이러한 문제점을 개선하기 위해 능동적이고 지속적으로 운동할 수 있는 방법이 권장되어야 한다.

근력과 유연성의 적정 수준을 유지하기 위해 흥미를 잃지 않는 운동프로그램을 권장하는데 수중 운동프로그램은 부력에 의한 체중부하의 감소와 움직임에 따른 물의 외류로 인해 피부 순환촉진과 마사지의 효과로 신체가 이완되고 열린 사슬 운동(open kinetic chain exercise)과 닫힌 사슬 운동(close kinetic chain exercise)을 쉽게 적용하여 신체의 기능적 향상과 근력 증진 및 오락을 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다.<sup>9-11</sup> 이러한 수중 운동 프로그램은 운동에 대한 효율성을 높이고 유연성을 향상시켜 신체의 움직임을 원활하게 돕는다.<sup>12</sup>

수중 운동 방법 중 바드라가즈 링 기법(Bad Ragaz ring method)은 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF) 패턴을 적용한 전문적 치료 기법으로 근력 강화와 근 재교육을 향상시키는 데 사용된다.<sup>13</sup> 이러한 고유수용성신경근촉진법 패턴을 적용한 운동이 근골격계 질환 환자 및 스포츠 선수들의 균형 및 근력 운동 그리고 유연성 운동에 적용하는 사례가 늘어나고 있다.<sup>14</sup> 고유수용성신경근촉진법을 적용한 운동은 대각선 패턴과 운동 반응을 유발하는 신경근 촉진 기법을 기능적으로 결합한 운동 치료적 접근이며 신경근 조절과 기능을 향상시키는 운동 방법이다.<sup>15</sup> 이러한 의미에서 볼 때, 수중에서의 고유수용성신경근촉진법을 이용한 운동 치료 기법은 이상적인 근력 강화와 유연성 향상에 도움이 될 거라고 여겨진다. 또한 Lee 등<sup>16</sup>의 수중 걷기 운동 연구와 Kim 등<sup>17</sup>의 연구에서와 같이 수중이라는 환경에서 운동이 지상에서의 운동보다 효과적이라고 보고되고 있다.

현재까지 지상에서 고유수용성신경근촉진법 패턴을 적용하여서 근력 향상 및 유연성 증진에 대한 연구는 실시되어 왔으나 수중에서 고유수용성신경근촉진법 패턴을 적용한 연구

는 아직 미흡한 실정으로 이 방법들이 근력 및 유연성에 미치는 영향 및 차이에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 이에 본 연구는 수중이라는 환경에서 PNF 하지의 양측성 대칭 패턴을 적용한 운동 프로그램이 근력 및 유연성에 미치는 영향을 알아보고 임상적 중재의 기초 자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구에 참여한 대상자는 20대 건강한 남, 여 대학생 중 연구의 목적에 동의하고 적극적으로 참여하기로 한 자 중에서 운동을 실행하는 데 특별한 제약이 없고 근골격계 및 신경근계에 대한 질환이 없고 연구 기간 중에 규칙적이고 체계적인 운동을 하지 않을 사람 20명을 실험군 10명, 대조군 10명씩 무작위 배정하였다. 대상자의 일반적 특성에서 평균 연령은 실험군이 22.8±4.3세, 대조군이 21.5±3.6세였다. 평균 신장과 몸무게는 실험군이 164.6±6.9 cm, 55.4±6.6 kg이었고, 대조군이 163.2±8.0 cm, 53.9±8.1 kg이었다(Table 1).

### 2. 실험방법

본 연구는 C초등학교 수영장에서 실시하였다. 이 수영장의 깊이는 1 m이고, 수온은 28~29°C로 유지되고 있는 환경이다. 실험군의 운동 프로그램은 준비 운동, 수중에서 PNF 하지 패턴, 마침 운동으로 구성되었다. 준비 운동과 마침 운동은 간단한 스트레칭을 실시하였으며, 수중에서 PNF 하지 패턴은 하지의 양측성 대칭 패턴을 실시하였다.<sup>13</sup>

운동 시행 전에 요추 5번과 천추 1번 사이에 body ring을 착용하고 목에 neck collar를 착용한 후 적절한 감각 주입을 위해 연구자의 손은 대상자의 양쪽 발등에 놓는다. 바로 누운 자세에서 상체를 편안하게 한 후 물 속으로 당기세요 라는 명령을 내리면 양쪽 슬관절 굴곡, 고관절은 굴곡-내전-외회전되며, 대상자의 체간이 굴곡되면서 연구자 쪽으로 움직이며, 힘

Table 1. General characteristics of subjects (n=20)

Variable	Experimental group (n=10)	Control group (n=10)
Sex (male/female)	3/7	3/7
Age (yr)	22.8±4.3	21.5±3.6
Height (cm)	164.6±6.9	163.2±8.0
Weight (kg)	55.4±6.6	53.9±8.1

Values are presented as number or mean±standard deviation.

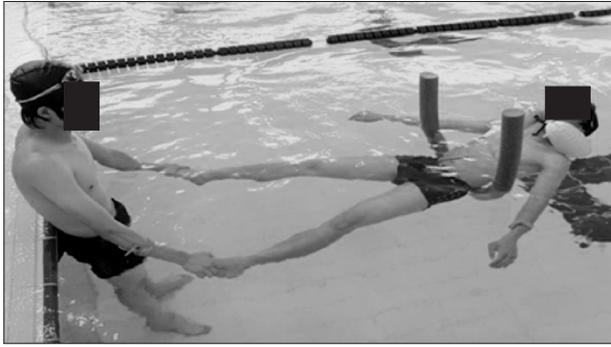


Figure 1. Proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern (starting position).

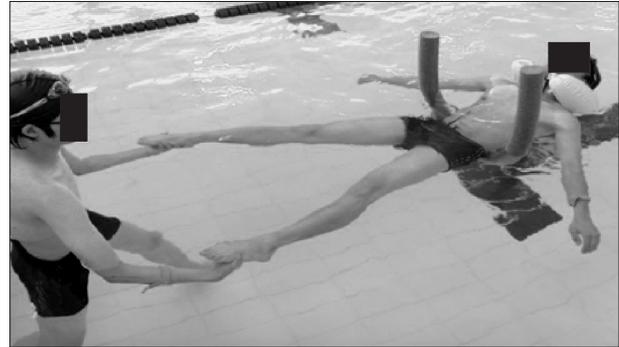


Figure 3. Proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern (ending position).

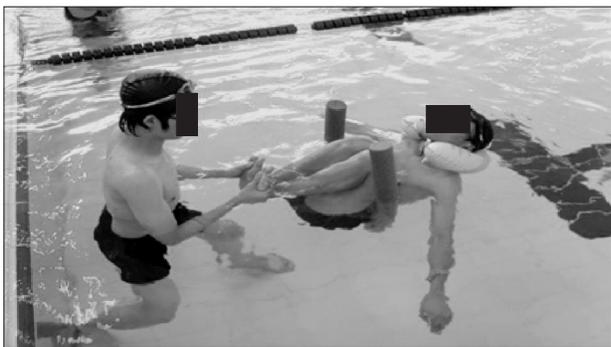


Figure 2. Proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern (mid position).

빼세요 라는 명령을 내리면 양쪽 슬관절 신전, 고관절 신전-외전-내회전 되며 대상자의 체간은 신전되면서 시작 자세로 돌아오는데 이 때 연구자는 뒤로 한 걸음 물러선다(Figure 1~3). 이러한 굴곡 패턴과 신전 패턴의 상호 교대 운동을 1회 운동으로 하였다. 수평 위에서 연구자는 대상자의 발쪽에 위치하여 운동 사슬에 대한 고정점으로 작용을 한다. 운동 프로그램은 연구자가 운동법과 운동량을 지도하였다.

대상자들의 하지에 양측성 대칭 패턴을 총 6주 동안 주 3회 실시하였으며, 1세트 당 10회씩 총 10세트를 실시하였고, 1세트 운동 후 충분한 휴식을 취하고 운동이 끝나면 간단한 스트레칭으로 마무리 하였다. 대조군은 아무런 처치 없이 평상시 일상생활을 유지하도록 하였다. 실험 처치에 대한 평가는 사전 검사를 실시한 뒤 6주에 사후 검사를 실시하였다.

### 3. 측정도구 및 방법

- 1) 최대수의적 등척성 수축력 측정(maximal voluntary isometric contraction, MVC)  
최대 수의적 등척성 수축력(MVIC)을 측정하기 위하여 동력계

(TSD121C, Biopac, Goleta, CA, USA)를 사용하였다. 동력계에서 나오는 아날로그 신호를 표면 근전도(MP150, Biopac)시스템에서 디지털 신호로 전환한 후 Acqknowledge 3.7.3 소프트웨어(Biopac)로 분석하였다.

고관절 굴곡근의 MVIC 값을 측정하기 위하여 대상자를 등받이가 있는 의자에 앉게 한 후 몸통부위를 정렬시키고 동력계를 슬관절 몸쪽 부위에 연결 한 다음 고관절을 몸 쪽으로 최대 굴곡시키게 하고 측정하였다. 고관절 신전근의 MVIC 값을 측정하기 위하여 테이블 위에 대상자를 엎드리게 한 후 슬관절 뒤쪽 몸 쪽 부위에 동력계를 연결 한 다음 고관절을 최대 신전을 시킨 후 측정하였다. 슬관절 굴곡근의 MVIC 값을 측정하기 위하여 대상자를 등받이가 있는 의자에 앉게 한 후 몸통부위를 정렬시키고, 발목 몸 쪽 부위에 동력계를 연결한 다음 슬관절을 최대 굴곡시키게 하고 측정하였다. 슬관절 신전근의 MVIC 값을 측정하기 위하여 대상자를 등받이가 있는 의자에 앉게 한 후 몸통부위를 정렬시키고, 발목 몸 쪽 부위에 동력계를 연결한 다음 슬관절을 최대 신전시키게 하고 측정하였다. 측정 시 구두로 최대 힘을 발휘할 수 있도록 격려하였고, 3회 측정 후 가장 높은 값을 최대 수축력으로 정하였고, 매 측정 사이에 충분히 휴식 시간을 갖게 하여 근 피로를 최소화하도록 하였다.

### 2) 유연성 측정

Bunnell에 의해 개발된 중력각도 측정기를 사용하여 경추, 요추 가동 범위를 측정하였다. 경추 가동 범위는 cervical range of motion instrument (Performance Attainment Associates, Roseville, MN, USA)를 사용하여 등받이가 있는 의자에 기대어 앉아 체간부를 고정하고 경추의 굴곡, 측방굴곡, 회전을 측정하였으며, 요추의 가동범위는 back range of motion

instrument II (Performance Attainment Associates)를 사용하여 기립 자세에서 요추 굴곡을 측정하였다.

**4. 통계처리**

본 연구의 통계 분석은 SPSS ver. 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 대상자의 일반적인 특성을 알아보기 위하여 기술통계방법을 사용하였다. 수중에서 PNF 하지 패턴이 근력과 유연성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 군에서 운동 전, 후에 대한 차이를 분석하기 위하여 대응표본 t검정 (paired t-test)을 실시하였다. 그리고 실험군과 대조군의 변화량에 대한 차이를 분석하기 위해 독립표본 t검정(independent t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의 수준  $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

**III. 결과**

**1. 수중에서 PNF 하지 패턴 적용 전과 후의 최대 수의적 등척성 수축력 비교**

실험군과 대조군의 실험 전과 실험 후의 평균과 표준편차 및 이들 값에 대한 대응표본 t-검정 결과 실험군에서 고관절 굴곡근의 MVIC 값은 실험 전  $19.50 \pm 4.94$ 에서 실험 후  $23.01 \pm 3.53$ 으로 통계학적으로 유의하였고( $p < 0.05$ ), 고관절 신전근의 MVIC 값은 실험 전  $17.02 \pm 2.87$ 에서 실험 후  $22.90 \pm 5.08$ 으로 통계학적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ). 그리고 슬관절 굴곡근의 MVIC 값은 실험 전  $12.03 \pm 2.08$ 에서 실험 후  $16.63 \pm 3.14$ 으로 통계학적으로 유의하였고( $p < 0.05$ ), 슬관절 신전근의 MVIC 값은 실험 전  $23.57 \pm 2.76$ 에서 실험 후  $27.99 \pm 4.12$ 으로 통계학적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ). 대조군에서 모든 변수에 대해 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

실험 전, 후 두 군 간 변화량 차이를 비교한 결과 대조군에 비해 수중에서 PNF 하지 패턴을 적용한 실험군의 모든 변수에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ) (Table 2).

**2. 수중에서 PNF 하지 패턴 적용 전과 후의 유연성 비교**

실험군과 대조군의 실험 전과 실험 후의 평균과 표준편차 및 이들 값에 대한 대응표본 t-검정 결과 실험군에서 경추 측방 굴곡은 실험 전  $39.05 \pm 4.77$ 에서 실험 후  $47.40 \pm 4.81$ 으로 통계학적으로 유의하였고( $p < 0.05$ ), 경추 굴곡은 실험 전  $60.30 \pm 13.65$ 에서 실험 후  $70.90 \pm 7.70$ 으로 통계학적으로 유의하였고( $p < 0.05$ ), 경추 회전은 실험 전  $61.30 \pm 9.86$ 에서 실험 후  $71.80 \pm 5.57$ 으로 통계학적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ). 그리고 요추 굴곡은 실험 전  $12.60 \pm 5.14$ 에서 실험 후  $15.15 \pm 5.05$ 으로 통계학적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ). 대조군에서 경추 측방 굴곡은 실험 전  $44.05 \pm 6.71$ 에서 실험 후  $46.00 \pm 6.83$ 으로 통계학적으로 유의하였고( $p < 0.05$ ), 나머지 변수에 대해 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

실험 전, 후 두 군 간 변화량 차이를 비교한 결과 대조군에 비해 수중에서 PNF 하지 패턴을 적용한 실험군의 모든 변수에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ) (Table 3).

**IV. 고찰**

다양한 환경 안에서 여러 과제를 수행하기 위해서는 근골격계 및 신경근계가 유기적으로 상호 관련되어 활동하고 있고 이를 발달시키고 손상 받는 환자들의 기능을 회복하고 촉진시키기 위한 다양한 치료법들이 시도되고 있다. 그 중에서 최근에 수중이라는 새로운 환경에서 이를 발달 및 촉진시키기 위한 노

**Table 2.** Comparison of MVIC between the experimental and control group

Group	Pre	Post	p	D-value	
				Mean $\pm$ SD	p
Hip flexor	EG	23.01 $\pm$ 3.53	0.010*	3.50 $\pm$ 3.40	0.030*
	CG	18.00 $\pm$ 6.54	0.408	-1.64 $\pm$ 5.99	
Hip extensor	EG	22.90 $\pm$ 5.08	0.000*	5.87 $\pm$ 3.27	0.000*
	CG	15.70 $\pm$ 7.80	0.566	-0.11 $\pm$ 0.63	
Knee flexor	EG	16.63 $\pm$ 3.14	0.000*	4.60 $\pm$ 2.13	0.000*
	CG	10.75 $\pm$ 4.10	0.960	-0.02 $\pm$ 1.68	
Knee extensor	EG	27.99 $\pm$ 4.12	0.002*	4.41 $\pm$ 3.14	0.016*
	CG	23.48 $\pm$ 6.36	0.350	1.38 $\pm$ 1.76	

MVIC: maximal voluntary isometric contraction, D-value: difference-value, EG: experimental group, CG: control group.

\* $p < 0.05$ .

Table 3. Comparison of flexibility between the experimental and control group

	Group	Pre	Post	p	D-value	
		Mean±SD	Mean±SD		Mean±SD	p
Cervical lateral flexion	EG	39.05±4.77	47.40±4.81	0.000*	8.35±4.48	0.000*
	CG	44.05±6.71	46.00±6.83	0.001*	1.95±1.21	
Cervical flexion	EG	60.30±13.65	70.90±7.70	0.019*	10.60±11.76	0.021*
	CG	59.90±9.37	60.90±9.79	0.221	1.00±2.40	
Cervical rotation	EG	61.30±9.86	71.80±5.57	0.013*	10.50±10.79	0.009*
	CG	62.65±11.87	62.80±10.34	0.871	0.15±2.82	
Lumbar flexion	EG	12.60±5.14	15.15±5.05	0.006*	2.55±2.26	0.009*
	CG	9.65±2.47	9.75±2.24	0.735	0.10±0.90	

D-value: difference-value, EG: experimental group, CG: control group.

\*p<0.05.

력과 연구들이 시도되고 있다. McNeal<sup>10</sup>의 연구에 의하면 수중운동은 지루함과 고통에서 벗어나 즐겁게 신체 훈련을 수행할 수 있다고 하였고, Kim<sup>18</sup>은 물의 특성 때문에 체중 부하를 최소화시켜 관절에 부담 없이 신체적 기능을 향상시킬 수 있다고 하였다. 또한 Kim과 Kim<sup>19</sup>의 연구에서 수중운동 프로그램이 중년 여성의 근력과 유연성에 미치는 효과가 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 수중에서 PNF 하지 패턴이 근력 및 유연성에 미치는 효과에 대하여 연구하였는데 특히 PNF 패턴을 이용해서 노인과 뇌졸중 환자의 균형 및 근활성도에 대한 연구들이 주로 보고되고 있다. 그러나 수중에서 PNF 하지 패턴이 근력과 유연성에 미치는 긍정적인 효과에 대한 연구는 부족한 실정이다. 또한 Kofotolis와 Kellis<sup>14</sup> 연구와 Ma와 Kim<sup>20</sup>의 연구에서 PNF 운동프로그램을 4~6주간 적용하였을 때 긍정적인 효과가 나타났기 때문에 본 연구에서도 PNF 하지 패턴을 6주간 실시하였다.

본 연구에서 수중에서 PNF 하지 패턴 중 하지 양측성 패턴을 적용한 결과 하지의 근력 증진 효과에 유의한 차이를 보였다. Sullivan 등<sup>21</sup> Bandy 등<sup>22</sup>의 연구에서 PNF 기법이 근력 증진에 효과가 있다고 보고한 연구 결과와 일치하였고, Bae 등<sup>23</sup> 및 Klein 등<sup>24</sup>의 연구에서도 PNF 패턴을 이용한 운동이 근력 증진에 도움을 준다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 본 연구 결과 역시 선행 연구와 유사한 결과를 보였지만 수중과 지상이라는 환경에 차이를 보였다. Danneskiold-Samsøe 등<sup>25</sup>의 연구에서 8주간 수중운동이 류마티스 관절염 환자의 하지 근력에 증가를 가져왔다고 보고하였고, Kim과 Kim<sup>19</sup>의 연구에서는 수중치료가 근력 및 유연성에 긍정적인 효과를 준다고 보고하였다. 선행 연구와 본 연구는 운동 방법 및 대상자 선정에 차이는 있지만, 수중에서 운동은 물의 물리적 특성 중 부력

과 난류로 인한 어려운 상황에서 자세 조절 및 균형을 유지하기 위하여 근섬유의 활성화를 촉진하였기 때문에 근력 증진에 도움이 될 것으로 사료된다. 또한 Park 등<sup>26</sup>의 연구에서 물의 물리적 특성에 의해 생기는 저항에 대항하여 운동함으로써 수중에서의 운동이 지상보다 근력 증진에 효과적이라고 보고되고 있는데, 본 연구에서도 수중에서 PNF 하지 패턴 시 물이 저항으로 작용하기 때문에 근력 증진에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

수중에서 PNF 하지 패턴 시 치료사는 환자에 대한 삼차원적 운동 시술에 대한 고정점으로 작용하게 되며 치료사가 환자의 발을 잡는 동안 명령에 따라 환자는 무릎과 고관절 및 체간이 굴곡되면서 요추와 경추에 움직임이 발생된다.<sup>27</sup> 유연성이란 일반적으로 관절 가동 범위라고 정의하는데, 활동 중에 불필요한 에너지 소비를 막아주고 운동의 정확성과 우아함 그리고 협응 능력을 향상시켜주며 근육과 관절을 전 가동범위에 걸쳐 움직일 수 있는 능력을 말한다.<sup>4</sup> 본 연구에서는 수중에서 PNF 하지 패턴 중 하지 양측성 패턴을 적용한 결과 유연성 증진 효과에 유의한 차이를 보였다. Park<sup>28</sup>의 연구에서 반월상 연골 손상 후 PNF 패턴이 관절 가동 범위 증진에 효과가 있다고 보고한 연구와 대상자 선정 및 치료 환경에 차이가 있었지만 연구 결과는 일치하였다. Jeong과 Kim<sup>29</sup>의 연구에서는 수중운동이 유연성을 향상시킬 수 있다고 보고하였고, Kim과 Kim<sup>19</sup>은 수중운동이 근력 및 유연성에 미치는 영향의 결과에서도 유연성에 효과가 있다고 보고한 연구와 운동 방법에서 차이가 있었지만 연구 결과는 일치하였다. Park<sup>30</sup>의 연구에서 PNF 스트레칭이 관절가동범위 증진에 효과가 있다고 보고한 연구와 치료 환경에 차이가 있었지만 연구 결과는 일치하였다. 이러한 유연성 증가는 대단위 근육 운동인 PNF 원리에 의해 길

항근을 수축시키는 동안 주동근의 충분한 이완을 얻을 수 있는 상호신경지배 원리가 적용되었기 때문에 사료된다. 또한 수중에서는 중력의 부담을 덜어주고 물의 부력 때문에 관절의 스트레스를 최소화하면서 관절과 근육의 운동이 커지면서 유연성 증가에 도움이 될 것으로 사료된다.

최근 연구에서 PNF의 패턴을 이용한 운동이 근력 증진 및 유연성 향상에 긍정적인 결과를 보인다고 보고되고 있다. 본 연구 결과에서도 수중에서 PNF 하지 패턴을 이용한 운동이 근력 증진 및 유연성을 향상 시켰고 이러한 현상들이 PNF 접근법에서 사용하는 촉진 원리 중 하나인 방산을 이용한 결과라고 사료된다. 방산은 자극에 대한 반응의 확산으로 그 결과 근 활동의 확산은 특별한 패턴을 만들며 운동계의 출력 확산 현상으로 저항을 받고 있는 목표 근육 뿐만 아니라 다른 부위의 근육에서도 근 수축이 발생하는 현상이며 이 확산은 사지 내에 있는 근육이나 멀리 떨어져 있는 사지간의 근육에서도 나타날 수 있다.<sup>31</sup> 그러나 PNF 하지 패턴이 관절운동학적 요소에 관계없이 방산 효과를 유발하여 경추 및 요추의 관절 가동 범위를 증가시키는데 이용되지만, 특정한 관절 운동학적 구성 요소로 이루어진 PNF 하지 패턴이 특정한 근육 및 움직임에서 방산을 유발한다고 단정할 수 없다.

본 연구의 제한점은 비록 모든 변수에서 유의한 차이가 나타났지만 대상자 수가 적고 일부 지역에 국한되어 있었고, 정상 성인을 대상으로 진행하였고 또한 연구 기간이 짧았기 때문에 일반화하기가 어렵다. 따라서 앞으로 더 많은 표본을 가지고 6주 이상 장기간 수중에서 PNF 운동 효과에 대한 연구가 필요하고 추후에는 수중과 지상에서 PNF 패턴의 차이에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 본 연구 결과를 통해 수중에서 PNF 하지 패턴을 이용한 운동이 정상 성인뿐 아니라 중추신경계 질환과 근골격계 질환 환자의 운동 프로그램 구성에 실제적으로 유용하게 적용될 것으로 생각되며 수중에서 PNF의 다른 패턴을 이용한 운동 프로그램 개발이 필요하다고 생각한다.

## 참고문헌

1. Rantanen T, Era P, Heikkinen E. Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women. *Age Ageing*. 1994;23(2):132-7.
2. Kendall F, McCreary E, Provance P et al. *Muscles: testing and function with posture and pain*. 5th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2005:9-18.
3. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency

- of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1997;77(10):1090-6.
4. Andersen JC. Stretching before and after exercise: effect on muscle soreness and injury risk. *J Athl Train*. 2005;40(3):218-20.
5. Choi JH, Lee EO, Lee HY et al. Analysis of the effects of Tai Chi on muscle strength and flexibility. *J Muscle Joint Health*. 2005;12(1):69-80.
6. Kim SA. The effects of BeHaS exercise program on muscle strength and flexibility in institutionalized elders. *J Muscle Joint Health*. 2011;18(1):93-102.
7. Han SW, Cho SY, Kim YS et al. The effect of isometric exercise using swiss ball on the flexibility, the strength and the waist and hip circumferences. *J Korean Soc Phys Ther*. 2001;13(1):73-82.
8. Shin HS. The effect of muscle strength and flexibility improvement program on the driver shot distance of golfers. Korea National Sport University. Dissertation of Master's Degree. 2006.
9. Basmajian JV. Therapeutic exercise in the management of rheumatic diseases. *J Rheumatol Suppl*. 1987;14 Suppl 15:22-5.
10. McNeal RL. Aquatic therapy for patients with rheumatic disease. *Rheum Dis Clin North Am*. 1990;16(4):915-29.
11. Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2007;87(1):32-43.
12. Ruoti G, Morris M, Cole J. *Aquatic rehabilitation*. 1st ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 1997:115-8.
13. Davis BC. A technique of resistive exercise in the treatment pool. *Physiotherapy*. 1971;57(10):480-1.
14. Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. *Phys Ther*. 2006;86(7):1001-12.
15. Knott M, Voss D. *Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques*. 2nd ed. New York, Harper and Row Inc., 1968:20-45.
16. Lee SY, Hyong IH, Shim JM. The effect of aquatic gait training on foot kinesiology and gait speed in right hemiplegic patients. *J Korea Content Assoc*. 2009;9(12):674-82.
17. Kim TY, Kim GY, Lambeck J. Hydrotherapy in rheumatoid arthritis. *J Korean Soc Phys Ther*. 2000;12(3):407-14.
18. Kim JY. Effect of aquatic exercise program with self-help group activities and strategies for promoting self-efficacy on pain, physiological parameters and quality of life in patients having rheumatoid arthritis. Seoul University. Dissertation of Doctorate Degree. 1994.
19. Kim JI, Kim TS. The effect of aquatic exercise program on body weight, muscle strength and flexibility in healthy middle-aged women. *J Korean Acad Fundam Nurs*. 2002;9(2):257-67.
20. Ma SY, Kim HD. Effect of a PNF training program on functional assessment measures and gait parameters in healthy older adults. *J Korean Soc Phys Ther*. 2010;22(1):39-45.
21. Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc*. 1992;24(12):1383-9.
22. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and

- dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(4):295-300.
23. Bae SS, Kwon MJ, Kim SM. A Clinical Approach of Supine & Prone Progression from Supine to Standing Position in PNF. *J Korean Soc Phys Ther.* 1999;11(2):51-9.
  24. Klein DA, Stone WJ, Phillips WT et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act.* 2002;10(4):476-88.
  25. Danneskiold-Samsøe B, Lyngberg K, Risum T et al. The effect of water exercise therapy given to patients with rheumatoid arthritis. *Scand J Rehabil Med.* 1987;19(1):31-5.
  26. Park RJ, Kim SS, Kim YG et al. The effects of aqua-exercise on the balance of one leg stance in the elderly women. *J Korean Soc Phys Ther.* 2002;14(1):89-98.
  27. Harrison RA, Allard LL. An attempt to quantify the resistances produced using the Bad Ragaz ring method. *Physiotherapy.* 1982;68(10):330-1.
  28. Park SJ. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation after meniscus injury on knee Joint pain, range of motion, and muscle activity. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2010.
  29. Jeong YH, Kim JI. Effects of a 9-week self-help management aquatic exercise program on pain, flexibility, balance, fatigue and self-efficacy in the patients with osteoarthritis. *J Muscle Joint Health.* 2010;17(1):47-57.
  30. Park JS. The Effect of isokinetic muscular strength on static, dynamic and PNF stretching exercise in soccer players. Sejong University. Dissertation of Master's Degree. 2007.
  31. Lee MK, Kim JM, Kim WH. The effects of PNF leg patterns on activation of biceps and triceps in stroke patients. *J Korean Soc Phys Ther.* 2009;21(1):1-7.