

## 뇌졸중 환자에서 고유수용성신경근촉진법이 환측 근육의 방사형태에 미치는 영향: 사전연구

김원호  
울산과학대학 물리치료과

### Abstract

#### Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Muscle Irradiation Patterns of the Affected Side of in Stroke Patients: A Preliminary Study

Won-ho Kim, Ph.D., P.T.  
Dept. of Physical Therapy, Ulsan College

This study investigated the irradiation pattern of muscles on the affected side in stroke patients after application of diagonal 2 extension (D2 ex) proprioceptive neuromuscular facilitation in the unaffected upper extremity. Seven stroke patients participated. Electromyographic activities were recorded in the iliopsoas, biceps brachii, and triceps brachii were recorded by surface electrodes at rest, D2 ex with knee extension, and D2 ex with knee 90 flexion, normalized by maximal voluntary isometric contraction (MVIC) values. The median frequencies of biceps brachii in both sides were also measured to compare muscle type recruited. %MVIC of biceps brachii and triceps brachii were significantly higher in D2 ex than at rest ( $p < .05$ ). There was no difference in median frequency of biceps brachii between the affected and unaffected side ( $p > .05$ ). This suggests that proprioceptive neuromuscular facilitation using D2 ex may improve muscle activities of the paretic side and that the irritation pattern of the affected side may respond to maintain body equilibrium according to movement of the sound side.

**Key Words:** Irradiation; Muscle weakness; Proprioceptive neuromuscular facilitation.

### I. 서론

뇌졸중 후 발생하는 운동기능 변화에는 근력약화, 비정상적인 근육긴장도, 협응상실 등이 있다(O'Sullivan, 2007). 이전에 물리치료사들은 근육긴장도 정상화를 통해 뇌졸중 환자의 기능을 증진시키려 하였지만(Bobath, 1978), Sahrman과 Norton(1977)은 대항근의 경직이 아닌 작용근 근력약화에 의해 움직임 상실이 발생한다고 하였다. Moreland 등(2003)은 뇌졸중 후 근력과 기능이 상관성이 높으며, 근력강화를 통해 기능이 증진될 수 있다고 하였다.

뇌졸중 후 근력강화를 통한 기능증진을 위해 흔히 사용되고 있는 방법은 전기자극 치료, 생체피드백 치료,

그리고 고유수용성신경근촉진법 등이 있다(Ada 등, 2006). 이중 고유수용성신경근촉진법은 기능적 훈련, 신장운동, 그리고 근력강화를 목적으로 물리치료에서 널리 사용되고 있다. 고유수용성신경근촉진법은 고유수용기를 자극하여 신경근의 반응을 촉진하는 방법이다(Voss 등, 1985). 편마비 환자를 대상으로 적용하는 고유수용성신경근촉진법의 목적은 신체 양측의 상호작용, 대각선 및 나선형 운동패턴을 증진시키고, 건측의 저항운동을 통해 환측의 근수축을 유발하는 것이다(Adler 등, 2008). 고유수용성신경근촉진법의 장점은 특정 장비 없이 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 것이다. 또한 뇌졸중 후, 재활 초기 환측 사지의 근력이 형성되지 않거나 약한 경우에 건측 사지에 고유수용성신경근촉진법을 적

용하여 환측 근육을 활성화시킬 수 있다(Sullivan 등, 1982). 이는 생리적 과흐름 또는 방사(irradiation)를 이용하는 것이다. 방사는 어떤 자극에 대한 반응이 확대되는 것으로(Adler 등, 2008), Sherrington(1947)은 저항에 대항하는 근육수축이 척수 앞뿔세포의 흥분성 역치 수준을 변경시켜 촉진반응이 퍼지는 것이라고 하였다. 즉, 강한 근육을 대상으로 특정 관절가동범위에서 저항을 가했을 때 약한 근육에 있는 알파와 감마운동단위 동원이 증가하여 약한 근육이 활성화되는 것이다(Sullivan 등, 1982). 방사를 통해 실제 운동하고 있는 근육뿐만 아니라 운동을 실시하지 않고 있는 근육도 활성화되기 때문에, 치료사들은 오래 동안 약한 근육을 강화하기 위해 고유수용성신경근촉진법을 적용하고 있다. 예를 들어, 치료사들은 뇌졸중 후 환측 엉덩관절 굽힘근의 약화가 있는 경우 건측 사지에 고유수용성신경근촉진법 적용하여 환측 엉덩관절 굽힘근 강화를 시도하고 있다(Sullivan 등, 1982).

고유수용성신경근촉진법을 뇌졸중 환자에게 적용하기 위해서는 치료사가 예상할 수 있는 방사를 유도하여 불필요한 연합반응을 최소화 하면서 선택적으로 약한 근육을 자극하는 것이 필요하다(Heideman, 1995). 방사를 이용하여 약한 근육을 활성화하기 위해서는 신체 움직임에 따른 방사가 발생하는 유형을 인식하고 있어야 선택적으로 약한 근육을 활성화 할 수 있을 것이다. 방사는 동측에 있는 근육과 반대 측에 있는 근육에서도 유발될 수 있다. Sullivan과 Portney(1980)는 29명의 정상 성인을 대상으로 상지 패턴을 적용하고 동측에 있는 어깨세모근의 활성도를 알아보았다. 어깨 굽힘, 벌림, 그리고 바깥돌림 시 앞쪽에 있는 어깨세모근이 더욱 활성화 되었고, 어깨 펴, 모음, 그리고 안쪽돌림 시 뒤쪽에 있는 어깨세모근이 더욱 활성화되었다. Pink(1981)는 34명의 정상인을 대상으로 상지 패턴 적용 시 반대 측에 있는 가시아래근, 넓은등근, 그리고 큰가슴근의 방사를 알아보았다. 어깨 굽힘, 벌림, 그리고 바깥돌림 시 반대 측에 있는 가시아래근이 더욱 활성화되었고, 어깨 펴, 모음, 그리고 안쪽돌림 시 반대 측에 있는 넓은등근이 더욱 활성화되었다. Munn 등(2004)도 비슷하게 팔 굽관절 굽힘근에 대한 저항운동을 통해 반대 측에서 같은 기능을 하는 굽힘근이 활성화됨을 보고하였다. 굽힘 움직임에 저항을 가하면 반대 측에 있는 굽힘근(협력근)이, 펴 움직임 시 반대 측에 있는 펴근들이 활성화된다고 결론을 내렸다. 이문규 등(2008)은 하지패턴에

따른 목빗근의 활성도를 알아본 결과, 하지 폼패턴과 굽힘패턴 동안 목빗근이 활성화 되었지만 하지패턴에 따른 차이가 없다고 보고하였다. Pink(1981)의 연구에서도 큰가슴근은 상지 굽힘과 폼패턴 적용 시 모두 활성화 되었지만, 패턴유형에 따른 차이가 없었다. 이는 방사가 협력근 이외에 다른 근육에도 영향을 미친다는 것을 의미하지만, 이에 대한 연구가 부족하다. 또한 방사 형태에 대한 이전의 연구들은 주로 정상인을 대상으로 하였기 때문에 환자에게 적용하기 어렵고, 방사 유형을 알아본 부위가 제한적이어서 치료사들이 방사패턴을 예상하기는 쉽지 않다.

이 연구는 건측에 적용된 상지 폼패턴이 반대 측 상지와 하지 근육에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시되었다. 뇌졸중 환자를 대상으로 엉덩관절 굽힘근을 강화하기 위해 흔히 사용하는 고유수용성신경근촉진법 상지 신전패턴이 실제로 반대 측 하지에 있는 엉덩허리근(대항근)을 활성화시키는지, 그리고 반대 측 팔굽에 있는 위팔두갈래근(대항근)과 위팔세갈래근(협력근)에 어떤 영향을 미치는지를 알고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

이 연구는 00요양원에 입소 중인 뇌졸중 환자 7명을 대상으로 실시되었다. 고유수용성신경근촉진법 상지패턴을 따를 수 있고 간이 정신상태 검사(Mini Mental Status Examination-Korean version; MMSE-K)에서 24점 이상인 자를 선택하였다.

### 2. 측정방법 및 측정도구

연구대상자의 임상적 특성을 알아보기 위해 수정 Ashworth 척도를 이용하여 경직(Bohannon과 Smith, 1987)을 측정하였고, 도수근력검사(Daniels와 Worthingham, 1986)를 이용하여 근력을 측정하였다. 또한 뇌졸중 후 운동기능 회복정도를 알아보기 위해 Brunnstrom 회복단계(Sawner와 LaVigne, 1970)를 평가하였다.

모든 대상자에게 고유수용성신경근촉진법 상지운동 패턴 중 Diagonal 2 Extension (D2 ex)(그림 1)의 움직임 방향에 대해 설명하고, 건측 상지에 D2 ex를 3회 이상 반복훈련시켜 이 패턴에 익숙하게 하였다. D2 ex는 어깨뼈(scapula)의 내림, 벌림, 그리고 아래방향 돌

림, 어깨관절의 펌, 모음, 그리고 안쪽돌림, 팔굽관절의 펌, 손목관절과 손가락의 굽힘, 자쪽 편위, 그리고 엄지 손가락의 대립움직임이다. 바로 누운 자세에서 안정 시와 D2 ex 적용에 따른 환측의 위팔두갈래근, 위팔세갈래근, 그리고 엉덩허리근의 근활성도와 근활성 비율을 기록하였다. D2 ex 적용 시 대상자가 무릎을 편 상태와 무릎을 90° 굽힌 상태로 구분하여 측정하였고, 각 측정별 휴식시간은 3분으로 하였다. 상지패턴 적용 시 반대 측 하지에서 발생하는 신전공동(extension synergy)패턴을 억제하기 위해서 일반적으로 무릎을 굽힌 상태에서 실시된다. 무릎 각도의 변화에 따라 엉덩관절 굽힘근의 길이가 달라진다. 길이-장력 관계에 의해 엉덩허리근의 근활성이 영향을 받을 것으로 추정되기 때문에, 무릎 각도에 따른 엉덩허리근의 활성도 변화를 알아보기 위해 무릎 각도를 달리하였다. 고유수용성신경근 촉진법 상지운동패턴을 적용하는 동안 위팔세갈래근의 전극이 바닥에 놓리는 것을 방지하기 위해서 전극을 보호하는 덮개를 적용하였다. 상지패턴 적용 시 수집된 근활성도의 개인적 차이에 따른 영향을 보정하기 위해서, 건측에 있는 엉덩허리근, 위팔두갈래근, 그리고 위팔세갈래근을 대상으로 5초간 최대등척성수축 실시하는 동안 수집된 값으로 정량화하여 %MVIC(Maximal Voluntary Isometric Contraction)로 기록하였다. 엉덩허리근의 최대등척성수축을 위해서, 대상자는 엉덩관절을 90°로 굽히고 앉은 위치에서 약간 골반을 뒤쪽으로 기우는 자세를 취하였다. 위팔세갈래근은 바로 누운 자세에서 어깨 90° 굽힘과 팔굽 45° 굽힘 위치에서, 위팔두갈래근은 앉은 자세에서 팔굽 90° 굽힘 위치에서 최대등척성수축을 실시하였다. D2 ex 적용 동안 동원되는 근섬유 형태를 알아보기 위해서 환측과 건측에서 위팔두갈래근의 중앙주파수(median frequency)를 측정하였다.



그림 1. D2 ex 패턴. A: 시작 위치, B: 마지막 위치.

근활성도를 측정하기 위해 근전도 Biomonitor ME 6000<sup>1)</sup>을 사용하였다. 이 기구는 8채널을 가지고 있다. 수집된 자료를 분석하기 위해 Mega Win 2.2 프로그램을 사용하였다. 전극은 Medicotest Blue Sensor type M-00-S를 사용하였다. 먼저 부착할 신체 부위를 노출시킨 후, 피부저항을 줄이기 위해 털을 제거하고 알코올로 닦은 후, 각 근육에 대한 최대근육수축을 유도 후 부착부위를 펜으로 표시하였다. 활성전극 사이 거리는 2 cm 이내로 하였다(Cram 등, 1998). 측정된 근육의 근전도 신호는 근전도 신호의 실질적인 출력값에 가까운 값을 제공하는 RMS값을 취하여 계산하였다(김원호, 2007; Perry, 1992). 근전도 신호의 표본수집률(sampling rate)은 1000 Hz로 하였다. 전극은 환측의 위팔두갈래근, 위팔세갈래근, 그리고 엉덩허리근(iliopsoas)에 부착하였다(Cram 등, 1998).

### 3. 분석방법

대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였다. 수집된 자료의 값이 정규분포하지 않고 표본이 적기 때문에 비모수 검정을 실시하였다. 각 근육별 고유수용성신경근촉진법 적용 자세에 따른 근활성도의 차이를 알아보기 위하여 비모수 검정인 프리드만 검정을 실시하였다. 고유수용성신경근촉진법 적용 자세에 각 근육별 상대적 근활성비율의 차이와 위팔두갈래근의 중앙주파수 차이를 알아보기 위해서 윌콕슨 순위부호 검정을 실시하였다.

프리드만 검정 후 사후검정 식은

$$|R1 - R2| \geq z \sqrt{\frac{nk(k+1)}{6}}$$

를 이용하였다. 여기에서, R1과 R2는 순위합을 의미하고, k는 측정횟수를 의미한다(Portney와 Watkins, 1993).

## III. 결과

### 1. 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 평균나이는 73.0세이었고, 신장은 평균 157.0 cm이었다. 오른쪽 편마비가 3명, 왼쪽 편마비가 4명이었다(표 1).

1) Biomonitor ME 6000, Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finland.

## 2. 연구대상자의 임상적 특성

연구대상자의 임상적 특성은 표 2와 같았다. Brunnstrom 운동기능 회복단계는 2단계 1명, 3단계 4명, 그리고 4단계 2명이었다. 경직은 1~3등급까지, 근력은 1~2'등급까지 분포하였다.

## 3. 고유수용성신경근축진법 적용 시 환측의 근활성도(%MVIC)

안정 시, 무릎신전 한 채 D2 ex 적용 시, 그리고 무릎굴곡 한 채 D2 ex 적용에 따른 각 근육별 근활성도는 표 3와 같았다. 위팔두갈래근의 %MVIC는 안정 시 8.99이었으며, 고유수용성축진법 적용 시 각각 30.59와 30.62로 나타났다. 위팔세갈래근의 %MVIC는 무릎을 펴는 경우 65.25, 무릎을 굽히는 경우 93.65로 나타났다. 엉덩허리근은 각각 18.59와 14.83으로 나타났다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=7)

	평균±표준편차
나이(세)	73.0±7.5
체중(kg)	60.3±14.5
신장(cm)	157.0±10.3
마비부위 오른쪽/왼쪽(명)	3/4

표 2. 연구대상자의 임상적 특성

대상자	수정된 Ashworth 척도		도수근력검사			Brunnstrom	
	위팔두갈래근	위팔세갈래근	위팔두갈래근	위팔세갈래근	엉덩허리근	운동기능 회복단계	
대상자 1	1	1 <sup>+</sup>	-	3 <sup>-</sup>	2 <sup>+</sup>	2	4단계
대상자 2	2	2		2 <sup>-</sup>	1	2 <sup>-</sup>	3단계
대상자 3	1 <sup>+</sup>	2		2 <sup>-</sup>	1	2 <sup>-</sup>	3단계
대상자 4	3	2		1	1	1	2단계
대상자 5	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>		3 <sup>-</sup>	2 <sup>-</sup>	2 <sup>-</sup>	4단계
대상자 6	2	1 <sup>+</sup>		2 <sup>-</sup>	2 <sup>-</sup>	2 <sup>-</sup>	3단계
대상자 7	1 <sup>+</sup>	2		2	1	2 <sup>-</sup>	3단계

표 3. 고유수용성신경근축진법 적용 시 환측의 근활성도

단위: %MVIC

	안정 시	무릎 편 채 D2 ex	무릎 굽힌 채 D2 ex
위팔두갈래근	8.99±6.93 <sup>a</sup>	30.59±22.71	30.62±15.11
위팔세갈래근	15.84±12.19	65.25±52.14	93.65±93.27
엉덩허리근	1.68±1.16	18.59±78.22	14.83±31.04

<sup>a</sup>평균±표준편차.

## 4. 고유수용성신경근축진법 적용 시 프리드만 검정

안정 시, 무릎 편 채 D2 ex, 그리고 무릎 굽힌 채 D2 ex 적용한 결과(표 4), 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 %MVIC는 유의한 차이를 보였지만(p<.05), 엉덩허리근은 유의한 차이가 없었다(p>.05). 사후검정결과, 위팔두갈래근과 위팔세갈래근은 안정 시보다 D2 ex를 적용할 때 근활성도가 유의하게 높았지만(p<.05), 무릎 자세에 따른 차이는 없었다(p>.05).

## 5. 고유수용성신경근축진법 적용시 무릎자세 변화에 따른 근활성비율

무릎자세 변화에 따른 각 근육별 상대적 근활성비율(%)은 표 5와 같았다. 무릎을 펴는 경우, 위팔두갈래근, 위팔세갈래근, 그리고 엉덩허리근의 상대적 근활성도는 각각 16.86%, 35.28%, 그리고 25.85%로 나타났으며, 무릎을 굽히는 경우에도 비슷한 분포를 보였다.

## 6. 고유수용성신경근축진법 적용 시 견측과 환측 위팔세갈래근의 중앙주파수

고유수용성신경근축진법 중 D2 ex 적용 시 동원되는 근섬유의 형태를 알아보기 위해 위팔두갈래근의 중앙주파수를 측정된 결과, 견측과 환측의 위팔두갈래근 중앙주파수는 유의한 차이가 없었다(표 6)(p>.05).

**표 4.** 고유수용성신경근축진법 적용 시 프리드만 검정

	안정 시	무릎 편 채 D2 ex	무릎 굽힌 채 D2 ex	p <sup>b</sup>
위팔두갈래근	*1.00 <sup>a</sup>	2.29	2.71	.04
위팔세갈래근	1.00	2.29	2.71	.04
엉덩허리근	1.50	2.50	2.00	.15

<sup>a</sup>평균순위.

<sup>b</sup>프리드만검정.

**표 5.** 고유수용성신경근축진법 적용 시 무릎자세 변화에 따른 근활성비율

단위: %

	무릎 편 채 D2 ex	무릎 굽힌 채 D2 ex	p <sup>b</sup>
위팔두갈래근활성비율	16.86±4.94 <sup>a</sup>	14.14±9.19	.49
위팔세갈래근활성비율	35.28±17.21	35.85±20.03	.67
엉덩허리근활성비율	25.85±11.13	28.13±13.29	.68

<sup>a</sup>평균±표준편차.

<sup>b</sup>윌콕슨 순위부호 검정.

**표 6.** 건축과 환측의 위팔두갈래근 중앙주파수의 변화

	건축	환측	p <sup>b</sup>
위팔두갈래근(Hz)	77.86±17.55 <sup>a</sup>	72.00±25.65	.121

<sup>a</sup>평균±표준편차.

<sup>b</sup>윌콕슨 순위부호 검정.

#### IV. 고찰

이 연구는 뇌졸중 후 약한 근육의 근력강화를 위해서 사용하고 있는 고유수용성신경근축진법의 방사패턴에 대해 알아보기 위해 시행되었다. 뇌졸중 후 근력약화의 원인으로 작용근 운동단위의 감소와 운동단위 역치의 증가(Dietz 등 1986), 작용근 운동단위 흥분율의 감소(Rosenfalck와 Andreassen, 1980), 그리고 작용근의 역학적인 변성 등이 보고 되어져 왔다. 근력약화는 기능적인 활동과 관련이 있기 때문에 뇌졸중 후 근력강화는 물리치료의 목표 중 하나이다. 뇌졸중 후 엉덩관절 굽힘근의 약화는 보행 중 유각기 동작을 어렵게 만드는 요인이다. 엉덩관절 굽힘근을 강화하기 위해서 치료사들은 고유수용성신경근축진법 중 상지 또는 하지 운동패턴을 이용하여 엉덩허리근의 강화를 유도하고 있다. 그러나 환자를 대상으로 건축에 적용된 상지운동패턴이 환측에 있는 근육에 어떤 영향을 주는지에 대한 연구는 거의 없다.

이 연구에서는 뇌졸중 환자들을 대상으로 고유수용성신경근축진법 중 D2 ex를 건축에 적용한 후 환측 근육의 반응을 알아보았다. 그 결과, 안정 시에 비해 D2

ex를 적용한 경우에 위팔두갈래근, 위팔세갈래근, 그리고 엉덩허리근이 더욱 활성화되는 형태를 보였다. 하지만 예상과는 다르게 엉덩허리근의 근활성도(%MVIC)는 안정 시와 비교하여 유의한 변화를 보이지 않았지만, 위팔두갈래근과 위팔세갈래근은 유의하게 근활성도가 증가하였다. 특히 경직 정도에 관계없이 환측의 근력이 강할수록 D2 ex 동안 더욱 활성화되는 경향을 보였다. 위팔세갈래근은 폼근이고 위팔두갈래근과 엉덩허리근은 굽힘근이다. Pink(1981)와 Sullivan과 Portney(1980)는 굽힘동작 시 반대 측에 있는 굽힘근이, 폼동작 시 반대 측에 있는 폼근이 활성화됨을 보고하였다. 이 연구에서도 실시된 D2 ex는 펴는 동작이었기 때문에, 위팔세갈래근(협력근)이 가장 활성화된 것으로 여겨진다. 뇌졸중 후 상지에서 나타나는 전형적인 자세는 팔굽이 구부러지는 것이다. 이러한 자세는 결국 팔굽관절의 움직임 반경을 줄여 기능적인 활동을 제한하는 요소가 된다(Neumann, 2002). 뇌졸중 후 위팔세갈래근의 근력약화는 팔굽관절에서 굴곡구축을 유발하는 원인이 된다. 이 연구 결과 위팔세갈래근의 근활성도가 가장 높게 나타났다. 이는 뇌졸중 후 팔굽 굴곡구축을 줄이고, 위팔세갈래근의 활성화를 촉진하는 방법으로 건축에 D2 ex를 적용하는 것도 도움이 되리라 생각된다.

D2 ex를 건축에 적용 시 머리와 몸통이 환측으로 회전하는 동작이 동반된다. Sullivan 등(1982)은 머리 돌림 및 굽힘과 함께 D2 ex를 사지에 적용하면 몸통 근위부의 굽힘근이 활성화되기 때문에 구르기 동작을 훈련하는데 유용하다고 하였다. 하지만 반대쪽 사지에 미

치는 영향에 대한 연구는 거의 없다. 이 연구의 목적 중 하나는 고유수용성신경근축진법 D2 ex를 적용 시 신체에서 나타나는 방사형태를 알아보는 것이었다. D2 ex를 적용 시 환측 사지의 위팔세갈래근과 두갈래근이 활성화 되었다. 고유수용성신경근축진법은 직선 움직임 보다 대각선 움직임을 강조한다. 이 움직임 패턴은 자세조절을 촉진하는 반사와 반응들을 자극하고 움직임 시작을 촉진하는 역할을 한다(Connolly와 Montgomery, 2002). 신경발달학적 관점에서 보면, 이 동작은 조절된 운동성(controlled mobility)이 요구되는 동작이다. 조절된 운동성은 몸통과 머리가 신체 장축을 중심으로 회전하는 것이다(Sullivan 등, 1982). 체중을 지지하는 원위부 사지가 고정된 상태에서 신체 근위부가 움직이는 것이다. 이 연구에서 건측에 D2 ex 적용 시 뇌졸중 환자들은 반대쪽 상지의 위팔두갈래근과 세갈래근이 활성화 되었다. 이는 머리와 몸통의 조절된 운동성을 위해서 환측 사지의 위팔세갈래근과 두갈래근에서 동시수축을 통해 환측 사지를 고정하기 위함이라고 생각된다. 이문규 등(2008)도 비슷한 결과가 나타났다. 목빗근은 하지에 적용된 굽힘 또는 폼패턴에 관계없이 활성화되었다. 이는 목빗근이 하지패턴 동안 몸통을 고정하는 근육으로 작용하였기 때문일 것이다.

또한 D2 ex 동작은 지지면 내에 신체무게중심을 유지하려는 평형반응을 자극할 것이다. 평형을 무너뜨리는 외부의 힘이 신체에 작용하면, 평형을 유지하기 위해 사지에서는 신전반응이 발생한다. 건측에 D2 ex 적용시, 몸통이 환측으로 회전되면서 바닥에서 일부 떨어지는 움직임이 발생한다. 이때 균형을 유지하기 위해 환측 사지가 신전되는 현상이 발생한다. 즉, 건측에 D2 ex 적용하면, 환측에서 발생하는 방사패턴은 평형반응을 유발하는 형태로 나타날 것으로 생각된다.

Kupa 등(1995)은 근섬유의 형태에 따른 중앙주파수의 변화를 보고하였다. II형 근섬유들이 수축하는 경우는 중앙주파수가 높게 나타났지만, I형 근섬유들이 수축하는 경우는 중앙주파수가 낮게 나타났다. 이 연구에서 위팔두갈래근의 수축 동안 건측과 환측에서 중앙주파수의 변화를 기록하여 동원되는 근섬유 형태를 알아보고자 하였다. 그 결과, 건측과 환측에서 측정된 중앙주파수의 차이는 없었다. 이는 방사에 의해 촉진된 환측의 근섬유 형태가 건측과 다르지 않음을 보여주는 것이다. 따라서 방사를 이용한 약한 근육 근활성화는 치료적 의미가 있다고 할 수 있다.

Bobath(1971)는 건측의 운동 동안 발생하는 환측의 근활동을 비정상적인 반응으로 간주하였으며, 이 현상을 억제하려는 치료법을 강조하였다. 하지만, LeVere와 LeVere(1983)는 뇌병변 후 발생하는 환측에서 발생하는 이러한 반응을 적응행동으로 설명하였다. 즉, 비록 정상적인 움직임 전략과는 다를 수 있지만, 특정 행동을 달성하기 위해 남아있는 기능을 최대한 활용한 움직임 전략 또는 패턴이므로(Carr와 Shepherd, 1987), 억제하기보다는 적절한 과제와 환경을 제공하여 환측을 사용하는 것이 필요하다. 이 연구에서 환측에서 나타나는 반응 즉, 건측과 동일한 형태의 근섬유들이 동원되고 위팔두갈래근과 세갈래근이 활성화되는 반응은 부정적이기 보다는 긍정적인 현상으로 생각된다.

경험상 D2 ex를 건측에 적용하면, 몸통의 회전으로 인해 반대쪽 하지가 신전되면서 바닥에서 떨어지는 현상이 발생한다. 이는 넙다리근이 활성화되어 하지가 펴지는 반응이다. 이 움직임은 뇌졸중 후 하지에서 비정상적인 공동패턴(synergy pattern)을 더욱 강화하는 반응이기 때문에, 임상에서는 환측의 무릎을 굽힌 채 건측 상지에 D2 ex를 적용하기도 한다. 하지만 무릎을 굽히는 경우 엉덩허리근의 길이가 짧아지기 때문에 근육을 활성화시키기 어려울 것으로 추측된다(길이-장력 관계). 이 연구에서 무릎을 펴는 경우와 굽힌 경우로 설정하여 D2 ex를 적용한 결과, 환측 엉덩허리근의 근활성도는 유의한 차이가 없었으며, 각 근육별 활성비율도 차이가 없었다. 따라서 무릎의 위치가 엉덩허리근의 활성화에 영향을 주지 못하는 것으로 생각된다.

기능적인 움직임이 원활히 일어나기 위해서는 전정 시각반사, 평형반응, 선행조절 같은 무의식적인 조절과 수의적인 움직임이 필요하다(Allison과 Fuller, 2001). 뇌졸중 환자들은 이러한 요소들이 부족하다. Carr와 Shepherd(2003)는 수의근의 근력을 강화하기 방법으로 적절한 환경과 과제를 이용한 근력강화프로그램이 바람직하다고 하였다. 방사패턴을 이용하여 뇌졸중 환자들의 환측 근육들을 활성화시키는 것은 약한 근육의 근활동성을 증진시키고, 평형반응을 자극하는데 도움이 되리라 여겨지지만, 특정 방사패턴을 이용한 치료방법이 환측의 수의적인 근육조절 능력 향상에도 긍정적인 영향을 줄 수 있는지에 대한 연구가 필요할 것이다. 이 연구는 대상자가 적고, 특정 환경에 있는 환자를 대상으로 실시되었기 때문에 일반화하기 어려운 면이 있다. 향후 연구에서는 다양한 형태의 고유수용성신경근축진

법을 적용한 후, 이에 따른 방사형태를 확인하고 적용 효과를 검증하는 것이 필요하다.

## V. 결론

이 연구는 뇌졸중 환자들을 대상으로 고유수용성신경근축진법 중 D2 ex를 건측에 적용한 후 환측 근육에서 발생하는 방사형태를 알아보았다. 그 결과, 안정 시에 비해 D2 ex를 적용한 경우에 환측의 위팔두갈래근과 위팔세갈래근이 더욱 활성화되는 형태를 보였지만, 엉덩허리근은 유의하게 활성화되지 않았다. 활성화된 근섬유의 동원형태도 건측과 동일하였다. 이상의 결과로 볼 때, D2 ex를 이용한 운동은 반대쪽 상지의 근육 활성화를 촉진하는데 도움이 되며, 환측에서 발생하는 방사형태는 건측의 움직임에 따른 신체 균형을 유지하기 위한 반응으로 생각된다.

## 인용문헌

김원호, 김종만, 박형기 등. 초음파 도자의 모양에 따른 손목굽힘근의 근전도 분석. 한국전문물리치료학회지. 2007;14(3):9-15.

이문규, 김종만, 박형기 등. 고유수용성신경근축진법 중 하지패턴이 경부 굴곡근 근활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2008;15(1):46-53.

Ada L, Dorsch S, Canning CG. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: A systemic review. Aust J Physiother. 2006;52(4):241-248.

Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: An illustrated guide. 3rd ed. Berlin, Springer-Verlag, 2008:6-7.

Allison L, Fuller K. Balance and vestibular disorders. In: Umphred DA. Neurological Rehabilitation. 4th ed. St. Louis, Mosby Inc., 2001:616-625.

Bobath B. Abnormal Postural Reflex Activity Caused by Brain Lesions. 2nd ed. London, Heinemann, 1971.

Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and treatment. 2nd ed. London, Heineman Medical Books Ltd., 1978:58-63.

Bohannon R, Smith M. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther. 1987;67(2):206-207.

Carr JH, Shepherd RB. A motor learning model for rehabilitation. In: Carr JH, Shepherd RB, eds. Movement Science: Foundations for physical therapy in rehabilitation. Rockville, Aspen Inc., 1987:31-91.

Carr JH, Shepherd RB. Strength training and physical conditioning. In: Carr JH, Shepherd RB, eds. Stroke Rehabilitation: Guidelines for exercise and training to optimize motor skill. London, Elsevier Health Sciences, 2002:233-249.

Connolly BH, Montgomery PC. A framework for examination, evaluation, and intervention. In: Montgomery PC, Connolly BH, eds. Clinical Applications for Motor Control. 2nd ed. Denver, Slack Inc., 2002:1-16.

Cram, JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to Surface Electromyography. 1st ed. Maryland, Gaithersburg, Aspen, 1998:322-324.

Daniels L, Worthingham C. Muscle Testing: Techniques of manual examination. 5th ed. Philadelphia, WB Saunders Co., 1986:37-122.

Dietz V, Ketelsen UP, Berger W, et al. Motor unit involvement in spastic paresis. Relationship between leg muscle activation and histochemistry. J Neurol Sci. 1986;75(1):89-103.

Heideman M. Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) in stroke rehabilitation. In: Harrison MA. Physiotherapy in Stroke Management. London, Churchill Livingstone, 1995:63-70.

Kupa EJ, Roy SH, Kandarian SC, et al. Effects of muscle fiber type and size on EMG median frequency and conduction velocity. J Appl Physiol. 1995;79(1):23-32.

LeVere TE, LeVere ND. Recovery of function after brain damage: An animal model of the behavioral deficit and its reversal. Psychopharmacol Bull. 1983;19(3):290-297.

Moreland JD, Goldsmith CH, Huijbregts MP, et al. Progressive resistance strengthening exercise after

- stroke: A single-blind randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2003;84(10):1433-1440.
- Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral resistance training: A meta-analysis. J Appl Physiol. 2004;96(5):1861-1866.
- Neumann DA. Elbow and forearm complex. In: Neumann DA, ed. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for physical rehabilitation. St. Louis, Mosby Inc., 2002:140-141.
- O'Sullivan SB. Stroke. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, eds. Physical Rehabilitation, 5th ed. Philadelphia, F.A. Davis Co., 2007:718-725.
- Perry J. Gait Analysis: Normal and pathological function. New Jersey, Slack Inc., 1992:381-411.
- Pink MY. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. Phy Ther. 1981;61(8):1158-1161.
- Portney LG, Watkins MP. Foundation of Clinical Research: Applications to practice. Appleton & Lange, 1993:432-435.
- Rosenfalck A, Andreassen S. Impaired regulation of force and firing pattern of single motor units in patients with spasticity. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1980;43(10):907-916.
- Sherrington C. The Integrative Action of the Nervous System. New Haven, Yale Uni Press, 1947.
- Sullivan PE, Portney LG. Electromyographic activity of shoulder muscles during unilateral upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. Phy Ther. 1980;60(3):283-288.
- Sullivan PE, Markos PD, Minor MAD. An Integrated Approach to Therapeutic Exercise: Theory and clinical application. Virginia, Reston, 1982:46-47.
- Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and techniques, 3rd ed. Philadelphia, Harper & Row, 1985:9-10.
- Sahrmann SA, Norton BJ. The relationship of voluntary movement to spasticity in the upper motor neuron syndrome. Am Neurol. 1977;2(6):460-465.
- Sawner KA, VaVigne JM. Brunnstrom's Movement Therapy in Hemiplegia: A neurophysiological approach. 2nd ed. Philadelphia, Lippincott Co., 1970:41-65.
- 
- |         |           |
|---------|-----------|
| 논문접수일   | 2009년 월 일 |
| 논문게재승인일 | 2009년 월 일 |