

만성 편마비 환자에 대한 교감신경 활동 강화가 근 긴장도와 중추신경흥분성 변화에 미치는 영향

강병길¹, 남기원^{2*}

¹전주예수병원 재활의학과, ²동신대학교 물리치료학과

Effect of the increased sympathetic outflow on the changes of muscle tone and central nervous system excitability in chronic stroke patients

Byeong-Kil Kang¹ and Ki-Won Nam^{2*}

¹Dept. of Rehabilitation Medicine, Presbyterian Medical Center

²Dept. of Physical Therapy, Dongshin University

요 약 본 연구는 만성 편마비 환자의 교감신경 활동 강화가 근 긴장도 및 중추신경 흥분성 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 시행하였다. 연구기간은 2009년 10월 12일부터 12월 4일까지 실시하였으며, 연구대상자는 발병 후 6개월 이상 된 만성 편마비 환자 30명을 대상으로 하였다. 실험은 교감신경 활동을 강화하는 세 가지 과제(암산, 정적인 상태에서 쥐기운동, 쥐기운동 후 허혈)를 실시하였으며 측정은 과제를 수행하기 전과 중의 global synkinesis 수준과 중추신경원 활동전위를 각각 측정하였다. 중추신경원 활동전위는 H/Mmax비, V/Mmax비를 측정하였고, global synkinesis 수준은 근전도 활동전위의 실효치 값을 측정하여 분석하였다. 본 연구에서, global synkinesis 수준은 정적인 상태에서 쥐기 과제를 제외한 나머지 과제(암산, 쥐기 후 허혈)에서 슬관절 굴곡, 신전 시 감소했다($p < .05$). 또한 V/Mmax비에 서는 세 가지 과제 모두에서 감소하였다($p < .05$). 결론적으로, 교감신경 활동 강화는 만성 편마비 환자의 중추신경 흥분성과 근 긴장도를 감소시킴을 알 수 있었다.

Abstract The purpose of this study was to investigate the effect of the increased sympathetic outflow on the changes of muscle tone and central nervous system excitability in the chronic stroke patients. This study was conducted from October 12th 2009 to December 4th 2009. 30 patients with chronic hemiplegia for at least 6 months were participated. Before and during the mental arithmetic, static handgrip and post-handgrip ischemia tasks, the central nervous system action potentials and global synkinesis level were compared. The central nerve action potentials were measured with H/Mmax ratio and V/Mmax ratio. To obtain global synkinesis level, surface electromyography data were digitized, processed to root mean square. In our study, The global synkinesis level during knee flexion and extension was decreased in the mental arithmetic and in the post-handgrip ischemia task($p < .05$) but not in the grip task. Also, V/Mmax ratio was decreased all in the three task($p < .05$). In conclusion, we know that the central nervous system excitability and the muscle tone in chronic hemiplegic patients were decreased by the increased sympathetic outflow.

Key Words : Chronic stroke, Muscle tone, Central nerve system excitability, Sympathetic outflow

1. 서론

뇌졸중은 대부분 신체 한쪽에 편마비 증상을 일으키는

질환으로 운동기능의 저하와 균형 및 보행의 이상, 체간과 사지의 분리운동 등 일상생활 및 개인의 사회활동을 감소시킨다[1].

*교신저자 : 남기원(nkw1212@hanmail.net)

접수일 11년 10월 11일

수정일 11년 11월 02일

게재확정일 11년 11월 10일

뇌졸중 환자들에서 가장 흔하게 나타나는 증상은 경직으로[2] 속도 의존적인 긴장성 신장반사(근긴장)와 건반사의 악화가 증가되는 특성을 가지며 이는 신장반사의 과도한 흥분[3], 척수수준의 운동신경원 집단(motoneuron pools)에 대한 흥분성 혹은 억제성 입력이 변화하기 때문에 나타난다[4].

특히, 사지에 있는 특정 근육을 수축할 때 반대측 사지에서 불수의적인 움직임 유발하는 global synkinesis(GS)는 비정상적인 근활동으로 뇌졸중 후 운동기능의 회복을 제한하고 격렬한 수축을 하거나 처음 접하는 어려운 과제 수행 시 더 쉽게 나타난다[5].

GS는 신경계가 완전히 성숙하지 않은 소아나 익숙하지 않은 힘든 과제를 수행하는 성인에게도 나타날 수 있지만[6,7], Shimizu 등[8]에 의하면 뇌졸중 환자에게서는 주로 건측반구의 피질내 억제 감소와 환측반구 뇌량의 억제 감소로 GS가 나타난다고 하였으며, 그 중 동측 운동피질의 탈억제가 뇌졸중 환자의 GS와 밀접한 관련이 있다고 하였다. 또한 중추신경계 손상환자의 비정상적인 근 긴장도는 자세를 유지하고 수의적인 운동을 할 때뿐만 아니라 흥분과 불안, 불쾌 등의 정서적인 요인에 의해서도 증가하며 근 수용기, 방광 등의 말초자극에 의해서도 증가한다[9].

중추신경원 흥분성을 정량적으로 분석하기 위해 H 반사와 V 파 등을 전기생리학적으로 측정하는 방법이 이용되고 있다[10,11]. 중추신경계 병변으로 인한 근긴장의 변화를 정량적으로 측정하는 방법으로는 Ia 구심성 신경을 자극하여 척수에서 단일연접을 통해 운동신경원으로 전달되어 기록되는 활동전위인 H 반사가 사용되며[12], 이를 통해 척수 신경원의 흥분성 변화에 따른 근긴장의 정도를 알 수 있다[13]. 또한 V파는 수의적인 근육 수축 시 상 척수 수준의 신경학적 변화를 알아보기 위한 측정 방법으로 하행운동신경로와 알파운동신경원의 흥분성 변화를 알아보는데 이용된다[14].

뇌졸중 환자는 뇌손상으로 인해 억제 기전이 감소되며 연결전 억제(presynaptic inhibition)에 의해 2차적인 신장반사(stretch reflex)의 과민성이 증가하기 때문에 H 반사가 높게 측정된다[15]. 또한 진폭과 H/Mmax비는 뇌졸중 환자의 경직도와 비례하여 증가되며, 이는 운동신경원 집단의 활성화도와 연결전 말단으로부터의 신경전달물질 방출의 양상을 반영한다[16].

Roatta 등[17]은 토끼의 턱근육에서 교감신경의 활동이 근방추의 민감도를 조절해 신장반사에 관여한다고 하였으며, 근방추의 민감성[18]과 연결전 탈 억제[19]는 신장반사와 H반사의 조절에 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다. Kamibayashi 등[20]은 정상인을 대상으로 교감신경

활동의 증가를 나타내는 과제(암산, 정적상태의 쥐기, 쥐기 후 허혈, 냉 자극) 수행 중 교감신경활동의 강화가 근방추의 민감도에 영향을 미쳐 정상인의 이완된 가자미근에서 건반사의 진폭에 지속적인 축진을 일으킨 반면 H-반사의 진폭에는 큰 변화가 나타나지 않았다고 하였다.

하지만 정상인과 달리 뇌졸중환자를 대상으로 교감신경활동 강화가 중추신경성 흥분에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 교감신경활동을 강화시켜 근 긴장도에 영향을 미치는 GS 수준의 변화 및 중추신경계의 흥분성을 나타내는 H 반사와 V 파의 변화에 어떤 영향을 미치는지 알아보고, 이를 통해 운동기능회복이 필요한 중추신경계 손상 환자 치료 시 교감신경 활동 강화가 근 긴장도 조절 및 중추신경흥분성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 임상적 기초자료로 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자로 전주에 소재한 00병원 및 00대학병원에서 발병 후 6개월 이상 된 만성 환자 36명을 대상으로 하였다. 연구기간은 2009년 10월 12일부터 12월 4일까지 실시하였으며, 모든 대상자는 실험 내용에 대해 충분한 설명을 들은 후 자발적으로 동의한 환자들로서 실험 동의서를 작성하였다. 실험 대상자 36명 중 개인 사정으로 인해 실험에 지속적으로 참여하지 못한 6명을 제외한 30명(남 22명, 여 8명)을 대상으로 하였으며 본 연구의 대상자는 다음과 같은 기준에 따라 선정하였다.

- (1) 뇌졸중으로 인해 편마비로 진단받은 자
- (2) 의사소통이 가능하고 실험지시를 충분히 따를 수 있는 자
- (3) 한국판 간이 정신 상태 검사(MMSE-K) 24점 이상 과 암산이 가능한 자
- (4) 실험에 영향을 주는 다른 처치를 받지 않은 자
- (5) 손상부위가 피질하 영역인 자는 제외
- (6) 감각결손, 시각결핍, 편측무시가 있는 자는 제외

2.2 연구설계

본 연구는 뇌졸중으로 진단받은 만성 편마비 환자를 대상으로 교감신경 활동의 강화가 근 긴장도와 중추신경흥분성 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 교감신경

경 활동 강화를 위한 과제는 암산, 정적인 상태에서 쥐기, 쥐기 후 허혈[20]의 세 가지 과제를 설정하였다. 측정은 각 과제를 수행하기 전, 수행하는 과정 중에 각각 측정하여 비교하였으며, 측정자는 근전도 사용법에 숙달되고 뇌졸중 환자를 전문적으로 치료하는 임상 경력 5년 이상인 물리치료사가 실시하였다.

2.3 교감신경활동 강화를 위한 과제

2.3.1 암산

환자마다 네 자리 숫자에서 정해진 두 자리 숫자를 감하는 방법으로 환자는 3분 동안 구두로 실시하였다.

2.3.2 정적인 상태에서 쥐기

편안히 앉은 자세에서 환자마다 실험 전 미리 실시한 근측 상지의 최대수의적 근수축의 30% 정도의 MVC (maximum voluntary contraction)를 3분간 유지하도록 하였다.

2.3.3 쥐기 후 허혈

쥐기운동 직후 건측 상완주위에 수은 혈압계 커프 (300-V-EU, Tanka Sangyo Co., Japan)를 이용해 공기압 박을 3분간 250 mmHg의 압력으로 허혈을 유발하였다.

2.4 측정방법

2.4.1 Global synkinesis(GS) 수준 측정

GS 수준을 측정하기 위해 표면근전도(Bagnoli-4 EMG system, Delsys Inc., USA)를 사용하였으며, 기록전극으로 표면전극(DE-2.1 single differential electrode, Desys Inc., USA)을 사용하였다. 표면근전도 신호를 획득하기 위해 표본추출률(sampling rate)을 1,000 Hz, 필터는 20~450 Hz로 하였다. 근전도 신호의 저장과 분석은 EMG work 3.0(Delsys Inc., USA) 프로그램을 이용하였다. 대상자는 의자에 편안하게 앉은 자세에서 건측에 슬관절 굴곡과 신전을 45도 각도에서 최대수축으로 적용하였다. 대상작업을 방지하기 위하여 체간과 반대 측 고관절, 슬관절 및 족관절을 고정한 다음 5초 동안 안정 후, 5초 동안 최대 수축을 하고 10초간 휴식을 취하였으며, 총 3 세트를 시행하였다. 측정은 각각의 대상자가 3가지의 주어진 과제를 수행하고 있는 중에 실시하였으며, GS 수준은 근전도 실효치(root mean square; RMS) 값으로 산출하였다[21].

2.4.2 중추신경원 활동전위의 측정

중추신경원 활동전위의 측정을 위해 근전도 진단장치 (Cadwell II Wedge, Cadwell Laboratories Inc., USA)를

사용하여, 척수신경원의 활성도를 반영하는 H 반사와 운동피질 신경원의 활성도가 반영되는 V 파를 측정하였다.

2.4.2.1 H 반사의 측정

H 반사의 측정을 위해 마비측 후경골신경의 정중 슬와근 주름에서 이극표면전극을 사용하여 최대하자극 수준으로 2초 간격으로 자극하였다. 먼저 자극 부위를 70% 알코올로 피부를 깨끗이 닦고 습기가 없도록 건조시킨 후 정중 슬와근 주름 중앙과 족관절 내과의 가장 근위부를 연결하는 선상을 양분하는 중심점에 활동전극, 아킬레스건 위에 기준전극, 활동전극에서 3 cm위의 외측 비복근 위에 접지전극을 배치하였다. 전극은 1×1 cm 크기의 자가 부착식 일회용 전극(Neuro line disposable neurology electrodes 700 10-k, Medicotest A/S, Denmark)을 사용하였다. 대상자는 앉은 자세에서 슬관절을 120° 신전 상태에서 족관절은 중립위가 될 수 있도록 고정하였다. 대상자가 각각의 과제를 수행하는 동안 먼저 H 파를 확인하고 이후 강도를 조절하면서 Hmax와 Mmax를 구하고 두 개의 활동전위에 대한 최대 진폭비율로 H/Mmax비를 산출하였다.

2.4.2.2 V 파의 측정

V 파의 측정을 위해 H 반사 측정과 마찬가지로 먼저 피부를 알코올로 깨끗이 닦고 피부에 습기가 없도록 건조한 후 전극을 부착하였다. 기록전극의 배치와 기록 자세는 H 반사 측정과 동일하게 시행하였다. 먼저 H 파의 유발을 확인한 다음 자극강도를 다시 서서히 높여 H 파의 진폭이 최소화되고 M 파의 진폭이 최대가 되는 수준에서 대상자로 하여금 마비측의 족관절을 최대한 저축 굴곡하도록 지시하였다. 이때 수의적 수축이 활성화 되면 H 파가 사라진 위치에서 새로운 후기반응이 나타나는데 이 후기반응 활동전위가 V 파이다. V 파의 측정 역시 H 반사의 측정과 마찬가지로 대상자가 3가지 각각의 과제를 수행하기 전과 수행하는 도중에 대상자의 수의적 수축을 유도한 상태에서 측정하였다.

2.5 자료분석

모든 자료들은 SPSS 12.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 전체 대상자들의 일반적 특성 및 각 측정항목들의 정규분포 여부를 알아보기 위해 단일표본 Kolmogorov-Smirnov 검정을 실시하였다. 그 결과 정규분포가 인정되어, 측정 대상자의 실험 전과 중의 차이를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)으로 분석하였다. 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

3. 결과

3.1 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 발병 후 6개월 이상 경과한 만성 편마비 환자 30명을 대상으로 하였으며, 성별로는 남성 20명, 여성 20명이 참여했고, 침범부위는 우측 편마비 17명, 좌측 편마비 13명이 본 연구에 참여하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 다음과 같다[표 1].

[표 1] 연구대상자들이 일반적인 특성

[Table 1] General characteristics of subjects

대상자 (명)	발병 후 기간(개월)	나이 (세)	신장 (cm)	체중 (kg)
30	45.7 ±36.51	53.4 ±9.56	163.6 ±8.84	60.3 ±6.76

3.2 근 긴장도 비교

3.2.1 암산 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 비교

암산 실시 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과, 암산과제 전과 암산과제 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준은 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05) [표 2].

[표 2] 암산 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 변화

[Table 2] GS level change by knee flexion/extension before & during mental arithmetic

	암산 전	암산 중	p
슬관절 굴곡 시 GS 수준	0.906±0.78	0.559±0.59	0.007
슬관절 신전 시 GS 수준	1.489±0.95	0.670±0.69	0.000

GS: global synkinesis

3.2.2 정적인 상태에서 쥐기 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 비교

정적인 상태에서 쥐기 실시 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과, 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준은 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없었다[표 3].

[표 3] 정적인 상태에서 쥐기 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 변화

[Table 3] GS level change by knee flexion/extension before & during static handgrip

	정적쥐기 전	정적쥐기 중	p
슬관절 굴곡 시 GS 수준	0.906±0.78	0.949±0.96	0.747
슬관절 신전 시 GS 수준	1.489±0.95	1.392±1.10	0.331

GS: global synkinesis

3.2.3 쥐기 후 허혈 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 비교

쥐기 후 허혈 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과, 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준은 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)[표 4].

[표 4] 쥐기 후 허혈 전과 중의 슬관절 굴곡 및 신전 시 GS 수준 변화

[Table 4] GS level change by knee flexion/extension before & during post-handgrip ischemia

	쥐기 후 허혈 전	쥐기 후 허혈 중	P
슬관절 굴곡 시 GS 수준	0.906±0.78	0.650±0.64	0.037
슬관절 신전 시 GS 수준	1.489±0.95	1.164±0.84	0.000

GS: global synkinesis

3.3 중추신경 흥분성 비교

3.3.1 암산 전과 중의 H/Mmax비 및 V/Mmax비 비교

암산 실시 전과 중의 H/Mmax비 및 V/Mmax비의 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과, H/Mmax비는 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, V/Mmax비는 유의한 차이를 보였다(p<.05) [표 5].

[표 5] 암산 전과 중의 H/Mmax비 및 V/Mmax비 비교

[Table 5] Comparison of H/Mmax ratio and V/Mmax ratio before & during mental arithmetic

	암산 전	암산 중	p
H/Mmax비 (%)	103.1±64	115.7±58	0.050
V/Mmax비 (%)	102.6±57	81.1±50	0.007

3.3.2 정적인 상태에서 쥐기 전과 중의 H/Mmax 비 및 V/Mmax 비 비교

정적인 상태에서 쥐기 전과 중의 H/Mmax비 및 V/Mmax비의 차이를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과, H/Mmax비에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, V/Mmax비에서는 유의한 차이를 보였다(p<.05)[표 6].

[표 6] 정적인 상태에서 쥐기 전과 중의 H/Mmax비 및 V/Mmax비 비교

[Table 6] Comparison of H/Mmax ratio and V/Mmax ratio before & during static handgrip (%)

	정적쥐기 전	정적쥐기 중	p
H/Mmax비	103.1±64	115.9±59	0.054
V/Mmax비	102.6±64	78.±49	0.012

3.3.3 쥐기 후 허혈 전과 중의 H/Mmax비 및 V/Mmax비 비교

쥐기 후 허혈 전과 중의 H/Mmax비 및 V/Mmax비의 차이를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과, H/Mmax비에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, V/Mmax비에서는 유의한 차이를 보였다(p<.05)[표 7].

[표 7] 쥐기 후 허혈 전과 중의 H/Mmax비 및 V/Mmax비 비교

[Table 7] Comparison of H/Mmax ratio and V/Mmax ratio before & during post-handgrip ischemia (%)

	쥐기 후 허혈 전	쥐기 후 허혈 중	p
H/Mmax비	103.1±64	115.2±68	0.128
V/Mmax비	102.6±57	86±50	0.023

4. 고찰

Hjortskov 등[22]은 암산과 정적상태의 쥐기, 쥐기 후 허혈 동안의 신장반사 증가는 근방추의 민감도에 교감신경의 활동이 직접적으로 영향을 미친 결과라고 하였다. 또한 Rossi-Durand[18]와 Gregory 등[23]은 정상인들을 대상으로 실시한 연구에서 근육교감신경의 활성화를 증가시키는 암산작용과 원거리 근수축이 이완된 다리근육에서 신장반사가 촉진됨을 확인하였다. 그러나 자율신경의 급격한 변화와 조절작용에 어려움을 보이는 뇌졸중

환자의 경우 교감신경 활동 강화로 인한 심혈관계의 문제점에 대한 연구는 이루어지고 있으나[24] 근 긴장도나 근 긴장도의 조절을 위한 중추신경원의 역할 등에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 교감신경 활동을 강화시키는 과정이 근 긴장도 조절에 미치는 영향을 알아보려고 하였으며, 근 긴장도를 평가하기 위한 항목으로 GS 수준을 평가하였다. 그 결과 암산과 쥐기 후 허혈 전과 중에서 근 긴장도의 유의한 감소가 나타난 반면 정적상태에서 쥐기는 변화를 보이지 않았다. 교감신경활동을 강화하는 과제들은 비정상적인 근 긴장도의 감소에 영향을 미쳤으며 이는 중추신경의 활성도가 감소된 결과로 생각된다. Boissy 등[25]은 편마비 환자와 정상인을 대상으로 GS 수준을 연구한 결과 정상인에서는 GS가 유의하게 증가하지 않았으나 편마비 환자에게는 건측의 근육을 강하게 수축시키면 환측의 GS가 강하게 발생한다고 보고했다. 즉 중추신경원흥분성과 GS 수준이 밀접한 관련이 있음을 나타내는 것으로 중추신경원의 흥분성이 증가할 경우 GS 수준이 증가하여 뇌졸중환자의 근 기능에 부적절한 영향을 미친다고 할 수 있다.

안정 시 운동신경원의 흥분 정도를 평가하는 방법으로 H 반사의 최대 진폭과 M 파의 최대 진폭비를 측정할 수 있으며[26], H 반사는 척수 단일연접의 흥분도를 나타내므로 특히 경직이 있는 뇌졸중, 척수손상 등의 상 척수 운동계 질환에서 경직을 정량적으로 측정하는 방법으로 사용된다[27]. 경직을 정량화하기 위해 알파 운동 신경원의 흥분성 정도를 평가할 경우에는 H 파의 최대 진폭과 복합근 활동 전위인 M 파의 최대 진폭비인 H/Mmax비로 정량화 할 수 있다[16].

본 연구에서는 교감신경활동을 강화하는 세 가지 과제 적용 전과 중의 H/Mmax비는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 못하였으나 암산과 정적상태에서의 쥐기에서 H/Mmax비가 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 정상인을 대상으로 한 연구와는 달리 교감신경활동의 강화로 변화된 근방추의 민감도에 의해 척수신경흥분성 변화에 영향을 미친 것으로 보인다.

상 척수 신경원의 흥분성 변화는 V 파의 진폭변화를 측정하면 가능하고, V/Mmax 비를 산출하여 분석하는 방법이 가장 정확하므로 V/Mmax비는 알파운동신경원의 흥분빈도와 양을 나타내는 지표라 할 수 있다[28].

본 연구에서 V/Mmax비는 세 가지 과제 모두에서 유의한 감소를 나타내었고 특히 암산 시 더 큰 차이를 보였다. V 파는 상 척수 수준의 신경학적 변화를 알아보기 위해 수의적인 수축을 유발하도록 정신적 과제를 제공하여 측정하는 검사방법[29]으로 뇌졸중 환자들의 경우 수의

적 수축을 통한 근 재교육 훈련 시 경직과 같은 근긴장 때문에 수축강도가 약할 뿐만 아니라 교감신경 강화를 위한 과제 제공 시 수의적 수축을 유지하기 위한 노력과 더불어 세 가지 과제를 수행하기 위한 정신적 과제가 더해져 V/Mmax비가 감소한 것으로 보인다.

본 연구에서 만성 편마비환자에게 실시한 암산, 정적 상태의 쥐기, 쥐기 후 허혈을 통한 교감신경활동 강화는 중추신경계의 흥분성 감소에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 교감신경활동 강화는 중추신경손상 환자들의 일상생활을 통한 조화롭고 섬세한 운동 등의 수의적 운동 기능에 문제를 야기하는 경직의 감소에도 영향을 미치는 것으로 생각된다. 하지만 본 연구의 제한점으로 환자를 대상으로 한 연구여서 충분한 대상자를 확보하기 어려웠으며, 뇌졸중 환자에게는 손상병변 부위에 따른 개인별 편차가 크기 때문에 교감신경활성화 정도를 정량화하기가 어려웠다. 따라서 뇌졸중 환자의 임상적 특성에 따른 운동 재교육시 교감신경활동이 미치는 효과와 중추신경계 내에서 자율신경계와 운동신경계의 연관 경로에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

5. 결론

본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 만성 편마비 환자에게 교감신경 활동 강화가 근 긴장도와 중추신경흥분성 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과, 불수의적인 움직임 나타내는 GS 수준은 정적인 상태에서 쥐기 과제 시를 제외한 나머지 과제(암산, 쥐기 후 허혈)에서 슬관절 굴곡, 슬관절 신전 시 GS 수준이 감소함을 알 수 있었다($p<0.05$). 또한 척수수준 신경원의 흥분성을 반영하는 H/Mmax비는 교감신경을 강화하는 세 가지 과제 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 상 척수 수준의 흥분성을 나타내는 V/Mmax비에서는 세 가지 과제 모두에서 유의한 차이를 나타내었다($p<0.05$).

이상의 결과로 보아 편마비 환자에 대한 교감신경 활동 강화는 중추신경원 흥분성, 특히 상 척수수준의 흥분성 감소에 긍정적인 효과가 있는 것을 알 수 있었다. 또한 뇌졸중 환자의 대부분에서 나타나는 불수의적인 근긴장을 감소시키는데도 효과적인 것으로 나타났다. 더불어 교감신경활동 강화가 뇌졸중 환자의 운동 기능을 회복시키는 치료적 중재 역할을 하기 위해 피질가소성 및 회복에 미치는 영향을 알아보는 구체적이고 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

- [1] H. C. Dijkerman, M. Ietswaart, and M. Johnston, "Motor imagery and the rehabilitation of movement disorders: an overview", pp. 127-144, Oxford University Press, 2010.
- [2] V. Dietz, and T. Sinkjaer, "Spastic movement disorder: impaired reflex function and altered muscle mechanics" *The Lancet Neurology*, Vol. 6, No. 8, 725-733, 2007.
- [3] J. W. Lance, "Spasticity: Disordered Motor Control", pp 485-494, Mosby Year book, 1980.
- [4] J. B. Nielsen, N. T. Petersen, C. Crone, and T. Sinkjaer, "Stretch reflex regulation in healthy subjects and patients with spasticity", *Neuromodulation*, Vol. 8, No. 1, 49-57, 2005.
- [5] P. Boissy, D. Bourbonnais, D. Gravel, A. B. Arseneault, and Y. Lepage, "Effects of upper and lower limb static exertions on global synkineses in hemiparetic subjects", *Clinical Rehabilitation*, Vol. 14, No. 4, 393-401, 2000.
- [6] M. J. Mayston, L. M. Harrison, and J. A. Stephens, "A neurophysiological study of mirror movements in adults and children", *Annals of Neurology*, Vol. 45, No. 5, 583-594, 1999.
- [7] D. H. Salat, D. S. Tuch, D. N. Greve, A. J. W. van der Kouwe, N. D. Hevelone, A. K. Zaleta, B. R. Rosen, B. Fischl, S. Corkin, H. D. Rosas, and A. M. Dale, "Age-related alterations in white matter microstructure measured by diffusion tensor imaging", *Neurobiology of Aging*, Vol. 26, No. 8, 1215-1227, 2005.
- [8] T. Shimizu, A. Hosaki, T. Hino, M. Sato, T. Komori, S. Hirai, and P. M. Rossini, "Motor cortical disinhibition in the unaffected hemisphere after unilateral cortical stroke", *Brain*, Vol. 125(pt 8), 1896-1907, 2002.
- [9] S. Michael, and O. John, "Clinical neurology" p.1779, Churchill Livingstone, 1991.
- [10] D. P. Fuchs, N. Sanghvi, J. Wieser, and S. Schindler-Ivens, "Pedaling alters the excitability and modulation of vastus medialis H-reflexes after stroke", *Clin Neurophysiology*, Vol. 122, No. 10, 2036-2043, 2011.
- [11] G. M. Solstad, M. S. Fimland, J. Helgerud, V. M. Iversen, and J. Hoff, "Test-retest reliability of v-wave responses in the soleus and gastrocnemius medialis", *J Clin Neurophysiol*, Vol. 28, No. 2, 217-221, 2011.
- [12] H. Morita, C. Crone, D. Christenhus, N. T. Petersen, and J. B. Nielsen, "Modulation of presynaptic inhibition and disynaptic reciprocal Ia inhibition during voluntary movement in spasticity", *Brain*, Vol. 124, No. 4, 826-837, 2001.

- [13] F. Pisano, C. Miscio, and C. D. Conte, "Quantitative measures of spasticity in post-stroke patients", *Clin Neurophysiol*, Vol. 111, No. 6, 1015-1022, 2000.
- [14] M. Pensini, and A. Martin, "Effect of voluntary contraction intensity on the H-reflex and V-wave response", *Neuroscience Letters*, Vol. 367, No. 3, 369-374, 2004.
- [15] M. Schieppati, "The Hoffmann reflex: a means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man", *Prog Neurobiol*, Vol. 28, No. 4, 345 - 376, 1987.
- [16] S. Jaberzadeh, S. Scutter, A. Warden-Flood, and H. Nazeran, "Between-day reliability of H-reflexes in human flexor carpi radialis", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol. 85, No. 7, 1168-1173, 2004.
- [17] S. Roatta, U. Windhorst, M. Ljubisavljevic, H. Johansson, and M. Passatore, "Sympathetic modulation of muscle spindle afferent sensitivity to stretch in rabbit jaw closing muscles" *J Physiol*, Vol. 540(Pt 1), 237 - 248, 2002.
- [18] C. Rossi-Durand, "The influence of increased muscle spindle sensitivity on Achilles tendon jerk and H-reflex in relaxed human subjects", *Somatosens Motor Res*, Vol. 19, No. 4, 286-295, 2002.
- [19] E. P. Zehr, and R. B. Stein, "Interaction of the Jendrassik maneuver with segmental presynaptic inhibition", *Experimental Brain Research*, Vol. 124, No. 4, 474-480, 1999.
- [20] K. Kamibayashia, K. Nakazawa, H. Ogata, H. Obata, M. Akai, and M. Shinohara, "Invariable H-reflex and sustained facilitation of stretch reflex with heightened sympathetic outflow", *J Electromyogr Kinesiol*, Vol. 19, No. 6, 1053-1060, 2008.
- [21] I. S. Hwang, L. C. Tung, J. F. Yang, Y. C. Chen, C. Y. Yeh, and C. H. Wang, "Electromyographical analyses of global synkinesis in the paretic upper limb after stroke", *Phys Ther*, Vol. 85, No. 8, 755-765, 2005.
- [22] N. Hjortskov, J. Skotte, C. Hye-Knudsen, and N. Fallentin, "Sympathetic outflow enhances the stretch reflex response in the relaxed soleus muscle in humans", *J Appl Physiol*, Vol. 198, No. 4, 1366-1370, 2005.
- [23] J. E. Gregory, S. A. Wood, and U. Proske, "An investigation into mechanisms of reflex reinforcement by the Jendrassik manoeuvre", *Exp Brain Res*, Vol. 138, No. 3, 366 - 374, 2001.
- [24] B. M. Curtis, and J. H. O'Keefe, "Autonomic tone as a cardiovascular risk factors: the dangers of chronic fight or flight", *Mayo Clin Proc*, Vol. 77, No. 1, 45-54, 2002.
- [25] P. Boissy, D. Bourbonnais, D. Gravel, A. B. Arsenault, and T. Lepage, "Characterization of global synkinesis during hand grip in hemiparetic patients", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol. 78, No. 10, 1117-1124, 1997.
- [26] K. Funase, T. Higashi, T. Yoshimura, K. Imanaka, and Y. Nishihira, "Evident difference in the excitability of the motoneuron pool between normal subjects and patients with spasticity assessed by a new method using H-reflex and M-response", *Neuroscience Letters*, Vol. 203, No. 2, 127-130, 1996.
- [27] B. Larsen, N. Mrachacz-Kersting, B. A. Lavoie, and M. Oigt, "The amplitude modulation of the quadriceps H-reflex in relation to the knee joint action during walking", *Experimental Brain Research*, Vol. 170, No. 4, 555-566, 2006.
- [28] P. Aagaard, E. B. Simonsen, J. L. Andersen, P. Magnusson, and P. Dyhre-Poulsen, "Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses", *J Appl Physiol*, Vol. 92, No. 6, 2309-2318, 2002.
- [29] G. H. Solstad, M. S. Fimland, J. Helgerud, V. M. Iversen, and J. Hoff, "Test-retest reliability of v-wave responses in the soleus and gastrocnemius medialis", *J Clin Neurophysiol*, Vol. 28, No. 2, 217-221, 2011.

강 병 길(Byeong-Kil Kang)

[정회원]



- 2011년 8월 : 동신대학교 대학원 물리치료학과 (석사)
- 2006년 5월 ~ 현재 : 전주 예수병원 재활의학과 물리치료실

<관심분야>
의/생명공학, 보건의료

남 기 원(Ki-Won Nam)

[정회원]



- 2001년 2월 : 대구대학교 재활과
학대학원 재활과학과 (이학석사)
- 2003년 8월 : 대구대학교 대학원
재활과학과 (이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 동신대학
교 물리치료학과 교수

<관심분야>

의/생명공학, 보건의료