

# 뇌졸중 후 편마비 환자의 Global Synkinesis 수준이 보행능력에 미치는 영향



The Journal Korean Society of Physical Therapy

- 임재현, 임영은<sup>1</sup>, 김수현<sup>2</sup>, 박경순<sup>3</sup>, 김태열<sup>4</sup>
- 화순전남대학교병원 물리치료실, <sup>1</sup>동신대학교 대학원 물리치료전공 석사과정, <sup>2</sup>동신대학교 대학원 물리치료전공 박사과정, <sup>3</sup>충남대학교병원 물리치료실, <sup>4</sup>동신대학교 보건복지대학 물리치료학과

The Effects of Global Synkinesis Level on Gait Ability in Post-Stroke Hemiplegic Patients

Jae Heon Lim, PT, MS; Young eun Lim, PT<sup>1</sup>; Su-Hyon Kim, PT, MS<sup>2</sup>; Kyeong Soon Park, PT, MS<sup>3</sup>; Tae-Youl Kim, PT, PhD<sup>4</sup>

Department of Physical Therapy, Chon nam National University Hawsun Hospital; <sup>1</sup>Graduate School of Donshin University; <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School of Donshin University; <sup>3</sup>Department of Physical Therapy, Chungnam National University Hospital; <sup>4</sup>Department of Physical Therapy, College of Public Health and Welfare, Donshin University

**Purpose:** We determined the effect of global synkinesis(GS) on gait ability, muscle contraction, and central neuron action potentials in post-stroke hemiplegic subjects.

**Methods:** Thirty hemiplegia patients were evaluated for walking ability, muscle contraction, central neuron action potential, and comparing differences between the H-GS(high-global synkinesis) group and L-GS(low-global synkinesis) group. To obtain the GS level, surface electromyography(EMG) data were digitized and processed to root mean square(RMS). Walking ability was tested with a modified motor assessment scale(MMAS), a 10 m walking test, timed up and go(TUG) test, and a Fugl-Meyer assessment(FMA). Muscle contraction ability was measured as maximal isometric contraction(MIC) peak, MIC slope, and MIC ramp up using mechanomyography(MMG). Central neuron action potential was measured as the H/Mmax ratio or V/Mmax ratio using EMG. The data were analyzed with t-tests to determine the statistical significance.

**Results:** MMAS( $p < 0.01$ ), 10 m walking velocity( $p < 0.01$ ), TUG( $p < 0.01$ ), FMA-HKA(Hip, Knee, Ankle)( $p < 0.05$ ), FMA-coordination( $p < 0.05$ ), MIC peak ( $p < 0.05$ ), MIC slope( $p < 0.01$ ), and MIC ramp up( $p < 0.05$ ) were significantly different between H-GS and L-GS, as was the V/Mmax ratio( $p < 0.05$ ), but H/Mmax was not.

**Conclusion:** Lower GS levels indicated better walking ability and motor function. Therefore, intervention programs should consider GS levels in gait training of chronic hemiplegia.

**Key Words:** Stroke, Global synkinesis, Gait

논문접수일: 2008년 7월 22일

수정접수일: 2008년 8월 16일

게재승인일: 2008년 9월 25일

교신저자: 김태열, ptcep@hanmail.net

## 1. 서론

뇌졸중은 평균 수명이 연장되면서 유병률이 증가하고 의학의

발달로 생존율이 증가하면서 현대사회에서 흔한 장애의 원인 중 하나이며(Barnett 등, 1999), 우리나라에서는 생명을 위협하는 뇌질환 중의 하나로써 암 사망률에 이어 2위를 기록하는 질

환이다(통계청, 2006). 뇌졸중의 증상은 손상 부위의 위치와 크기 그리고 원인 등에 따라 감각, 운동, 지각, 인지, 언어 등의 능력에 장애가 나타나며, 특히 뇌병변 발생부위 반대측 신체에 마비로 인한 운동능력의 감소가 일어나는 것이 특징이다(O'Sullivan과 Schmitz, 1994).

뇌졸중 환자의 임상특징(clinical feature) 중 하나는 신체 한 부분의 수축으로 반대측에서 불수의적인 움직임이 나타난다는 것이다(Davies, 2000; Hwang 등, 2001). 이 움직임은 편측의 근육 수축시 주로 반대측 상동 근육에서 발생하며, 특히 격렬한 수축을 하거나 어려운 과제수행 시 더 쉽게 관찰된다. 이러한 현상을 두고 'global synkinesis(GS)'(Boissy 등, 2000; Boissy 등, 1997), 'mirror movement'(Nelles 등, 1998), 'motor overflow'(Lazarus와 Whitall, 1999), 'contralateral irradiation'(Hopf 등, 1974) 등과 같이 다양하게 혼용되어 사용되고 있다. 이와 같이 동일한 임상현상을 설명하기 위해 여러 가지 용어가 사용된 이유는 다양한 불수의적인 근활동에 대한 명확한 기준이 부족하고 비슷한 현상을 나타내는 운동 개념과 혼합되어 분류혼란을 야기시켰기 때문이다(Gahery, 1987).

그 동안 GS의 임상적 특징에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다(Hwang과 Abraham, 2001). Lazarus와 Whitall(1999)은 신경학적으로 정상인 아동과 노인을 연구한 논문에서 GS의 발생빈도는 미성숙한 수초(myelin)와 뇌량 교차로(transcallosal pathways)를 따라 나타난다고 보고하였으며, 뇌졸중 환자의 신경학적 손상이 침범된 지질의 GS를 초래한다고 하였다. GS의 크기를 비교한 연구에서는 비마비측의 손과 발의 근육을 최대 수축한 결과 반대측 손 쥐기에서 더 큰 GS가 나타났으며, 마비측 운동손상이 심할수록 더 큰 GS가 나타난다고 하였다(Boissy 등, 2000).

GS 발현의 병리생리학적 기전에 대한 지금까지의 가설은 방산된 지질의 동측피질척수로(ipsilateral corticospinal tract)와 정상측과 손상측 대뇌반구 사이에 뇌량교차연결(transcallosal connectivity)의 상대적 영향으로 발생된다는 것이다(Schnitzler 등, 1996; Meyer 등, 1995). 뇌량(corpus callosum)의 쇠퇴를 보인 사람들 사이에서 지속적인 mirror movement가 나타난 것은 GS의 전형적인 사례이다(Dennis, 1976). GS의 발현을 알아보기 위하여 뇌 사진을 분석한 결과 한 대뇌반구가 뇌량 교차섬유를 통해 반대측 반구의 억제성 영향을 감소시켜 양측 대뇌반구에서 운동피질의 흥분을 나타낸 것이라 하였다(Meyer 등, 1995; Schnitzler 등, 1996). 대뇌반구의 편측 손상 후에 나타난 뇌량의 교차 연결 작용의 변화가 양쪽 대뇌반구의 운동 비억제(motor disinhibition)와 반구 사이의 재조직화를 발생시킨다고 하였다(Manganotti 등, 2002).

인간을 대상으로 뇌졸중 환자의 운동수행 동안 회복의 양상

을 알아보기 위한 연구에서는 비손상측 대뇌반구의 변화된 활동은 편측 뇌손상 후 기능 회복과 관련이 있다고 보고하였다(Weiller 등, 1993). Mirror movement가 비손상측 대뇌반구의 변화된 활동을 반영한다는 것이 뇌성마비 그리고 뇌졸중에 관한 연구에서 제시되었다. 뇌졸중 후 mirror movement와 운동 회복 사이의 관계를 이해하는 것은 운동계의 회복기전을 이해하는데 도움을 주고, 뇌졸중 환자를 대상으로 한 치료적 중재에 유용할 수 있다고 하였다(Dobkin, 1996). 최근 임상연구에서는 비마비측에서의 훈련이 마비측의 기능에 영향을 준다는 교차 훈련의 개념으로 비마비측 신체 부위를 이용하여 마비측 운동기능을 얻고자 하는 간접적인 치료 접근법이 효과가 있다고 하였다(Hortobagyi 등, 1999; Shima 등, 2002).

뇌졸중 후 운동 회복을 제한하는 요소 중 하나는 비정상적 근활동 패턴의 존재이다. 뇌졸중 후 환자들은 근육군을 선택적으로 조절하기 어려우므로 목적을 가진 과제를 시행할 때, 부적절한 커플 움직임(couple movement)들이 나타난다(Thelen 등, 2003). 이러한 커플 움직임들은 공동운동(synergies)이라 하며, 하지에서의 공동신전운동은 뇌졸중 환자의 보행을 방해하는 주요 원인이나(Yelnik 등, 1999), 보행과 같이 복잡한 과제를 수행하는 동안 하지에서 나타나는 공동운동의 명확한 원인을 찾기는 어렵다. 그 이유는 관여하는 신경회로에 대한 명확한 이해가 아직은 부족하며, 작용하는 동력이 복잡하고 매우 크기 때문이다(Zajac와 Gordon, 1989). 따라서 뇌졸중 후 편마비 환자와 대조군의 근육 간 협응에 대한 연구에 잘 통제된 정적과제를 이용하는 새로운 방안이 제시되었다(Vasavada 등, 1998). 최근 연구에서는 정상인과 편마비환자의 비마비측에서 최대 쥐기를 시행하는 동안 반대측에서 동력계(dynamometry)와 근전도를 이용하여 GS 수준을 측정된 결과에서 정상인에서는 반대측 상지의 수축력과 근활동 전위는 어떠한 유의성도 없었던 반면에 편마비 환자에서의 GS 수준은 경련성과 편부전마비의 정도에 따라 유의한 차이를 나타내었다(Boissy 등, 1997).

아직까지 GS에 대한 이해가 부족하며, 이를 줄이려는 시도나 편마비 환자의 초기 회복단계에서 GS 조절을 통해 움직임을 조절하려는 데에 대해 다양한 의견들이 제시되고 있다. 현재까지의 연구는 빈도 측정이나 사례연구에 토대를 둔 관찰적 접근이 대부분이었고 편마비 환자의 GS 조절을 이용한 중재기술의 임상적 효과는 현재까지 실험적으로 검정이 부족하며, GS 수준의 변화가 운동수행력을 향상시킨다는 주장에 대한 정량적 근거도 아직 미비한 실정이다. 또한 지금까지의 GS 수준과 기능 수행력과 관계를 평가한 연구는 주로 상지를 대상으로 이루어져 하지를 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 이 연구에서는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 비마비측 하지에 최대 수의적 움직임을 통해 유발되는 마비측 하지의

GS 수준에 따른 측정항목 간의 차이를 규명함으로써 편마비 환자의 하지의 GS 수준이 보행능력의 회복에 미치는 영향에 대하여 알아보려고 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

이 연구는 뇌졸중으로 인해 편마비로 진단받고 입원 중인 환자 50명을 대상으로 하였다. 모든 연구대상자는 실험 내용에 대해 충분한 설명을 들은 후 자발적인 동의하에 참여하였다. 대상자는 실험 동의서를 작성하였으며, 실험 동의서는 Children Hospital of Los Angeles의 실험참여 동의서를 번역하여 사용하였다. 총 50명의 GS 수준을 평가하여 20명을 선발하였고, GS 수준이 높은 순위 10명과 낮은 순위 10명의 군 간 비교를 실시하였다. 대상자의 특성은 다음과 같다(Table 1). 대상자로 선정 시 실험지시에 따를 수 없는 자 및 감각결손, 시각결핍, 편측무시가 있는 자, 손상부위가 피질하 영역인 자는 제외하여 이상의 해당 기준에 따라 선정하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristics	N(%)	
	H-GS(n=10)	L-GS(n=10)
Gender	Male	7(70%)
	Female	3(30%)
Affected side	Right	4(40%)
	Left	6(60%)
Causes	Infarction	2(20%)
	Hemorrhage	8(80%)
Onset time(month) <sup>a</sup>	12.1 ± 8.14	12.4 ± 13.10
Age(year) <sup>a</sup>	51.5 ± 13.31	57.8 ± 8.10
Height(cm) <sup>a</sup>	164.90 ± 6.90	161.80 ± 9.44
Weight(kg) <sup>a</sup>	68 ± 8.96	64.8 ± 13.70

a: Values are mean±SD.  
H-GS : high-global synkinesis  
L-GS : low-global synkinesis

### 2. 측정방법

#### 1) GS 수준 측정

GS 수준을 측정하기 위해 표면근전도(Bagnoli-4 EMG system, Delsys Inc., USA)를 사용하였다. 전극을 부착하기 전에 피부저항을 최소화하기 위해 털을 제거하고 알코올로 부착부위를 깨끗이 닦은 후에 전극을 부착하였다. 기록전극은 대내전근(adductor magnus), 내측광근(vastus medialis), 비복근(gastrocnemius), 족저근(plantaris)의 근복에 부착하였고, 접지

전극은 운동에 방해가 되지 않는 가까운 부위에 부착하였다. 기록전극으로 표면전극(Desys Inc., DE-2.1 single differential electrode, 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 편안한 앉은 자세에서 비마비측에 2가지 과제(슬관절 굴곡, 슬관절 신전)를 45° 각도에서 최대수축으로 적용하였다. 대상 작용을 방지하기 위하여 체간과 반대측 고관절을 고정하고 5초 동안 안정 후, 3초 동안 최대수축을 하는 것을 1 set로 하고 각 set마다 10초간 휴식을 취하였으며, 총 3 set를 시행하였다. GS 수준은 근전도 실효치(root mean square)값으로 산출하였다. 그림에서 제시한 SNE(standardized net excitation)값이 GS값이다(Hwang 등, 2005)(Figure 1).

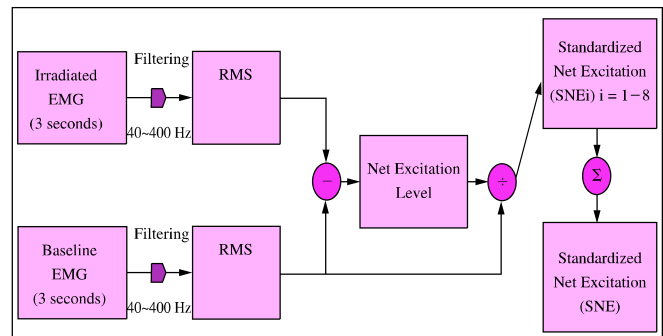


Figure 1. A flowchart of developing standardized net excitation.

2) 최대 등척성 수축력(maximal isometric contraction) 측정 대상자는 의자에 편안한 앉은 자세에서, 비마비측 하지에 슬관절 굴곡 및 신전을 45° 각도에서 최대수축으로 실시하도록 하였다. 비마비측 하지에서 슬관절굴곡 및 신전을 최대 수축하였을 때 발생하는 마비측 신전근의 근수축력을 구하였다. 마비측의 근수축력 측정은 mechanomyography(MMG)(TSD121C, BIOPAC Co., USA)를 이용하여 측정하였다. 5초 동안 안정 후, 3초 동안 최대수축하는 것을 1 set로 각 set마다 10초간 휴식을 취하였으며, 총 3 set를 시행하였다.

#### 3) 중추신경원의 활동전위 측정

중추신경원 활동전위로 척수신경원 활동전위는 H파, 상척수신경원의 활성도가 반영되는 척수신경원의 활동전위는 V파를 이용하여 측정하였다. 근전도기는 CADWELL II wedge(Cadwell Laboratories Inc., USA)을 사용하였다. H파의 측정을 위해 먼저 70% 알코올로 피부를 깨끗이 닦고 습기가 없도록 건조한 후 전극을 부착하였다. 기록전극으로 활동전극은 슬와부 주름

중앙과 족관절 내과의 가장 근위부를 연결하는 선상을 양분하는 중심점, 기준전극은 아킬레스건, 접지전극은 활동전극에서 3 cm 위의 외측 비복근 위에 배치하였고, 전극은 좌측 저측굴곡근의 근복에 지름 1 cm 크기의 자가 부착식 일회용 전극 (Medicotest A/S, Neuro line Disposable neurology electrodes 700 10-k, Denmark)을 사용하였다. 대상자는 엎드려 누운 자세에서 무릎을 약간 굴곡 시킨 후 족관절 밑에 받침대를 놓아 완전히 이완되도록 하고 족관절이 증립에 놓이게 하였다. 먼저 H파를 확인(Figure 2.)하고 나서 강도를 서서히 조절하면서 Hmax와 Mmax를 구하고 두 개의 활동전위에 대한 최대 진폭비율로 H/Mmax비를 산출하였다. 전기자극은 후경골신경의 정중 슬와근 주름에서 이극전극을 사용하여 강도를 최대하자극(submaximal stimulation) 수준으로 하여 2초 간격으로 자극하였다. V파의 측정은 H파 측정과 마찬가지로 하였으며 먼저 H파를 확인하고 나서 자극강도를 서서히 높여 H파의 진폭이 최소화되고 M파의 진폭이 최대가 되는 지점에서 대상자로 하여금 비마비측 다리의 슬관절을 굴곡시키면서 족관절을 저측굴곡하게 한 후, 슬관절의 각도가 90°가 된 지점에서 등척성 수축을 유발하였다. 이때 나타나는 H파 대신의 새로운 후기 반응인 V파를 기록하였다(Figure 3).

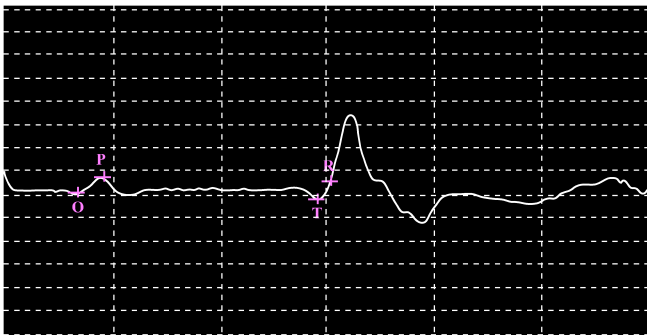


Figure 2. H wave

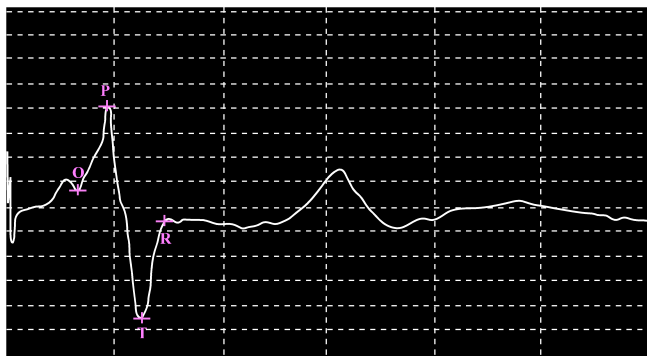


Figure 3. V wave

4) 보행능력 검사

보행 수행능력을 측정하기 위하여 뇌졸중 환자의 운동기능 평가에 대한 신뢰도와 타당도가 검증된 Modified motor assessment scale(MMAS)를 이용하였다(Loewen과 Anderson, 1990). MMAS는 운동기능과 관련된 8가지 항목과 근긴장도와 관련된 1가지 항목을 합쳐 모두 9가지 항목으로 구성되어 있으며, 이들 항목 중 이 연구는 보행에 대한 단일 항목만을 이용하였다. 보행 항목의 점수 범위는 1점에서 6점의 단계로 구성되어 있다(김중휘, 2005). 보행 속도를 측정하기 위한 척도로 10m 보행 검사(10m walking test)를 이용하였다. 보행통로 14 m 중 시작과 끝의 각 2 m는 가속과 감속을 위한 거리로 설정하였으며, 중간 10 m의 거리에 대한 보행시간을 초시계로 측정하여 속도를 구하였다(Suzuki 등, 1990). 대상자의 동적 균형을 검사하기 위해 Podsiadlo와 Richardson(1991)이 사용한 의자에서 일어서 걷기(timed up and go; TUG) 검사를 실시하였다. 대상자는 실험자의 출발지시와 함께 46 cm 높이의 의자에서 일어나 3 m를 걷고 난 후 다시 제자리로 돌아와서 앉는데까지 소요되는 시간을 측정하였다. 1회 연습과정을 거친 후 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. Fugl-Meyer assessment(FMA)는 뇌졸중 후 환자의 운동수행력을 측정하기 위해 수식화된 척도를 만들었다(Fugl-Meyer 등, 1975). 척도는 다섯 가지 영역으로 구성되어 있으나 이 연구에서는 하지 항목만 측정하였다. 하지 항목은 2가지의 세부항목인 운동기능 항목과 협응 항목으로 구성되어 있으며 총 26점이다. 각 항목의 검사는 3회 실시하며, 가장 높은 점수를 채택하였다.

4. 자료분석

모든 자료들은 SPSS 12.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자들의 군 간 측정항목 간의 정규분포 여부를 알아보기 위해 단일표본 Kolmogorov-Smirnov 검정을 실시하였다. 그 결과 정규분포가 인정되어, 군 간 보행능력과 근 수축력, 중추신경원 활동전위에 대한 비교는 모수검정인 독립표본 t-검정(independent t-test)으로 분석하였다. 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준  $\alpha$  는 0.05로 하였다.

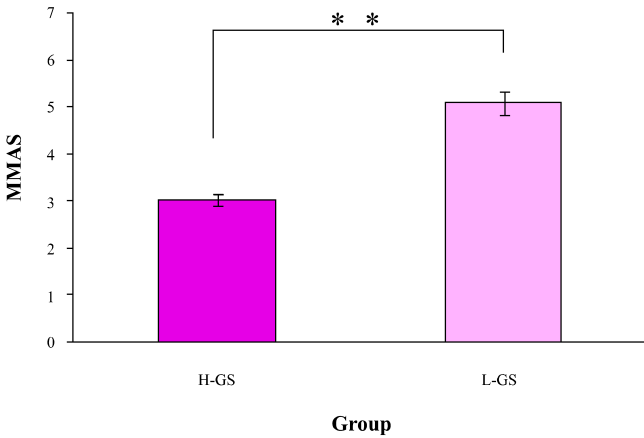
III. 결과

1. 보행능력의 군 간 비교

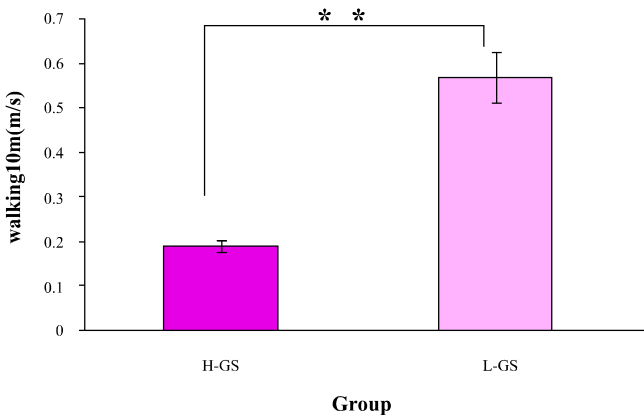
GS 수준에 따른 군 간의 보행능력 비교를 위해 독립표본t검정을 실시한 결과 군 간 보행능력 검사항목인 MMAS(Figure 4), 10m 보행속도(Figure 5), TUG( $p < 0.01$ )(Figure 6), FMA ( $p < 0.05$ )(Figure 7, 8) 모두에서 유의한 차이를 나타내었다. MMAS에서 GS 수준이 낮은 군은 평균 2점 정도 높았으며,



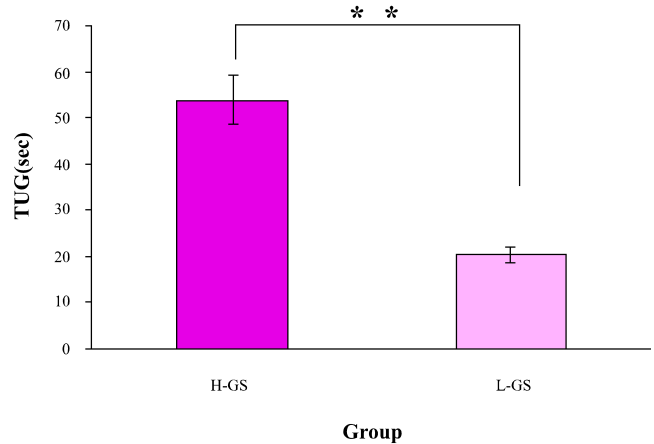
10 m 보행속도도 GS 수준이 낮은 군이 약 0.38 %로 더 빨랐다. GS 수준이 낮은 군이 높은 군보다 평균 34초 정도 빨랐다.



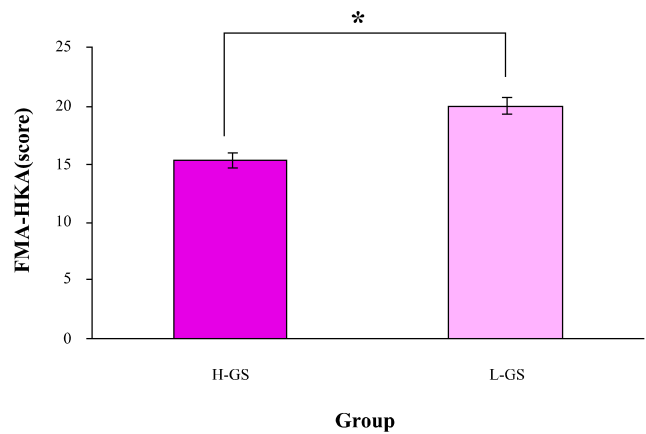
**Figure 4.** Comparison of MMAS between H-GS and L-GS.  
 Values are mean±SD.  
 There were significant difference between H-GS and L-GS( $p<0.01$ ).  
 H-GS : high-global synkinesis  
 L-GS : low-global synkinesis



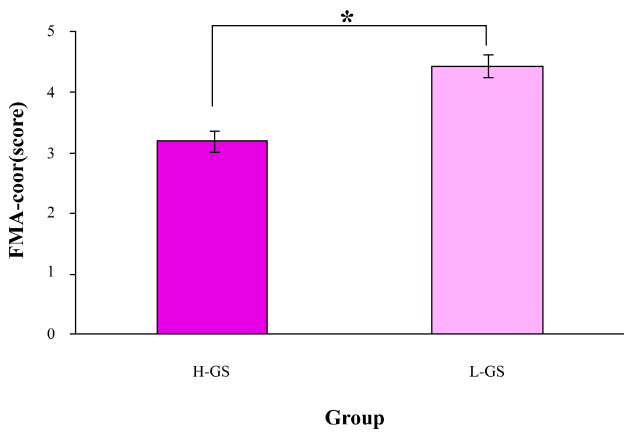
**Figure 5.** Comparison of 10 m walking velocity between H-GS and L-GS.  
 Values are mean±SD.  
 There were significant difference between H-GS and L-GS( $p<0.01$ ).  
 H-GS : high-global synkinesis  
 L-GS : low-global synkinesis



**Figure 6.** Comparison of TUG between H-GS and L-GS.  
 Values are mean±SD.  
 There were significant difference between H-GS and L-GS( $p<0.01$ ).  
 H-GS : high-global synkinesis  
 L-GS : low-global synkinesis



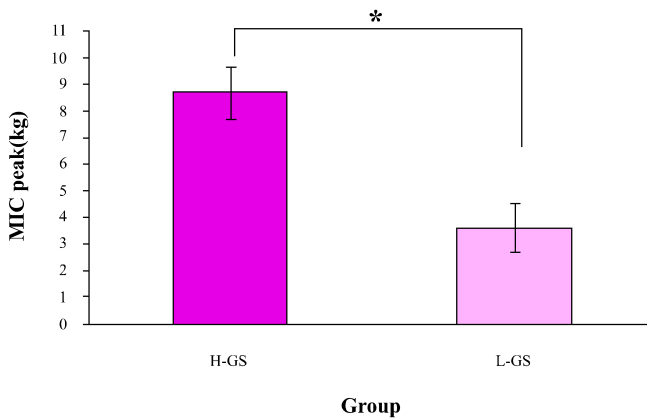
**Figure 7.** Comparison of FMA-HKA between H-GS and L-GS.  
 Values are mean±SD.  
 There were significant difference between H-GS and L-GS( $p<0.05$ ).  
 H-GS : high-global synkinesis  
 L-GS : low-global synkinesis  
 FMA-HKA : Fugl-Meyer assessment-hip, knee, ankle



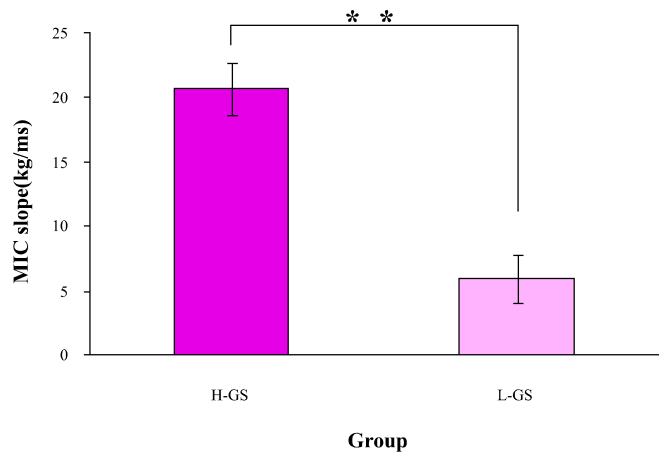
**Figure 8.** Comparison of FMA-coordination between H-GS and L-GS. Values are mean±SD. There were significant difference between H-GS and L-GS( $p<0.05$ ). H-GS : high-global synkinesis, L-GS : low-global synkinesis FMA : Fugl-Meyer assessment

**2. 근 수축력의 군 간 비교**

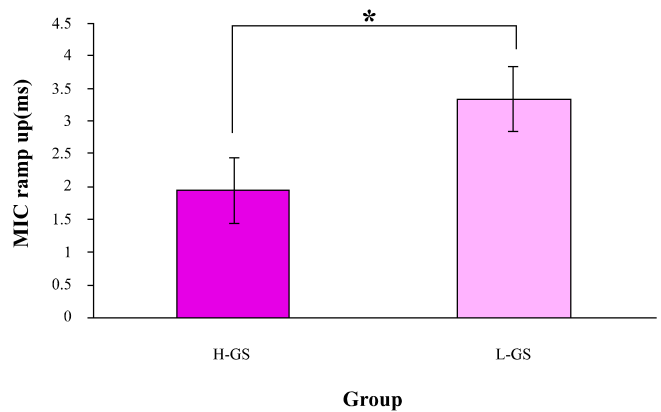
GS 수준에 따른 군 간의 근 수축력 비교를 위해 독립표본-t검정을 실시한 결과 군 간 근수축력에 있어 정점 수축력에서 유의한 차이를 나타내었으며( $p<0.05$ )(Figure 9), 안정 시에서 최대수축에 이르는 기울기에서도 유의한 차이를 나타내었다( $p<0.01$ )(Figure 10). 또한, 최대수축까지 걸리는 상승시간도 군 간 유의한 차이를 나타내었다( $p<0.05$ )(Figure 11).



**Figure 9.** Comparison of MIC peak between H-GS and L-GS. Values are mean±SD. There were significant difference between H-GS and L-GS( $p<0.05$ ). H-GS : high-global synkinesis L-GS : low-global synkinesis MIC : maximal isometric contraction



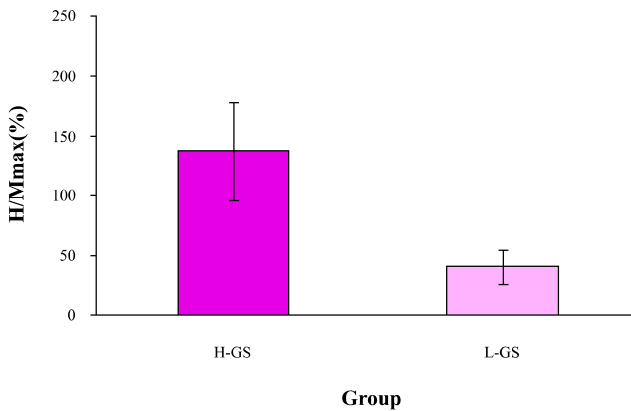
**Figure 10.** Comparison of MIC slope between H-GS and L-GS. Values are mean±SD. There were significant difference between H-GS and L-GS( $p<0.01$ ). H-GS : high-global synkinesis L-GS : low-global synkinesis MIC : maximal isometric contraction



**Figure 11.** Comparison of MIC ramp up between H-GS and L-GS. Values are mean±SD. There were significant difference between H-GS and L-GS( $p<0.05$ ). H-GS : high-global synkinesis L-GS : low-global synkinesis MIC : maximal isometric contraction

**3. 중추신경원의 활동전위 군 간 비교**

GS 수준에 따른 군 간의 중추신경원 활동전위를 비교하기 위해 독립표본-t검정을 실시한 결과군 간 H/Mmax비에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만( $p>0.05$ )(Figure 12), V/Mmax비에서는 유의한 차이를 나타내었다( $p<0.05$ )(Figure 13).



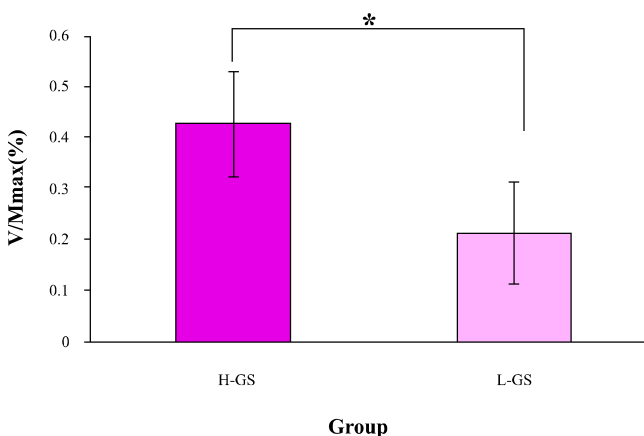
**Figure 12.** Comparison of H/Mmax ratio between H-GS and L-GS.

Values are mean±SD.

There were no significant difference between H-GS and L-GS.

H-GS : high-global synkinesis

L-GS : low-global synkinesis



**Figure 13.** Comparison of V/Mmax ratio between H-GS and L-GS.

Values are mean±SD.

There were significant difference between H-GS and L-GS( $p < 0.05$ ).

H-GS : high-global synkinesis

L-GS : low-global synkinesis

#### IV. 고찰

뇌졸중 환자에서 보행은 독립적인 일상생활을 위해 중요한 요소이며, 재활과정에서 보행능력 달성은 중요한 목표가 된다. Perry(1993)는 편마비 환자에서 정상보행에 필요한 관절과 근육의 조절기능 손실이 보행 장애의 원인 중 하나라고 하였다. 보행 중 운동조절 기능의 소실은 선택적 근육조절 능력이 저하

되는 것이다. 이러한 손상된 운동조절에 기여하는 비정상적 운동양식 중 한 사례로 GS를 들 수 있다(Davies, 2000). GS는 뇌졸중 환자의 40~90% 정도에서 나타나고, 뇌졸중 후 운동손상과 과제에 따라 달라진다(Nelles 등, 1998). 근전도, 힘, 뇌영상기술을 사용하여 GS의 특성을 설명한 많은 연구들과 상지기능과 GS 수준과의 관련성에 대한 연구들은 이루어졌지만(Boissy 등, 1997), GS 수준과 하지운동기능 및 보행과의 관계는 선행연구에서 거의 다루어지지 않았다. 따라서 이 연구의 목적은 GS 수준에 따른 군 간의 보행능력, 중추신경원 활동전위, 표면근전도와 MMG를 통한 수축력을 측정하여 알아보고, 실제 임상에서 GS 수준에 따른 적절한 중재 프로그램을 찾기 위한 자료로 사용하기 위함이다.

Hwang 등(2005)은 GS의 특성에 관한 연구에서 상지의 GS 수준이 높을수록 상지기능이 더 좋은 것으로 나타났으나(Hwang 등, 2005), 보행능력에서는 GS 수준이 낮을수록 보행능력은 더 좋은 것으로 나타났다. Crenna와 Inverno(1994)는 운동조절을 방해하는 요인은 하지의 과도한 동시수축이 원인이라고 하였고, 주동근과 길항근의 부적절한 협력수축이 운동조절 능력을 제한하는 요소라 하였다. 보행 시 나타나는 비정상적인 동시수축이나 공동운동이 하지의 조절능력을 상실하게 하고 적절한 시간에 근육을 수축시키지 못함으로써 보행 수행을 어렵게 하는 요인으로 볼 수 있다. 상지에서는 동시에 양측성으로 움직이는 것을 하나의 단위로서 인식하여 뇌에서 협응된 단위로 인식한다고 하였고(Kelso 등, 1979), 하지에서는 양하지의 교대적인 움직임이 보행기능에서 중요하기 때문에(Gottlieb 등, 1996) 불수의적이며, 동시적으로 발생하는 GS는 보행을 방해하는 요인으로 생각된다.

편측에서의 운동 활동이 반대측 지질의 상동근육의 수행력에 영향을 미친다는 교차훈련에 관한 연구결과들이 발표되었다(Hortobagyi 등, 1999; Shima 등, 2002). 전통적인 견해에서 교차훈련의 기전은 대뇌피질과 뇌간에서 나타나는 적응에 의한 것으로 여겨지고 있으며(Kristeva 등, 1991), 최근의 근전도를 이용한 연구결과에서는 척수 수준에서의 적응기전이라고 보고하였다(Zhou, 2000). 이 연구에서는 최대수축력, 안정 시에서 최고수축에 이르는 기울기, 최고수축에 걸리는 시간 등이 군 간 유의한 차이를 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때, GS 수준이 높을수록 근수축력도 크다는 것을 알 수 있다. 안정 시에서 최고수축 시까지의 그래프 기울기는 급하고, 걸리는 시간은 GS 수준이 높은 그룹이 낮은 그룹보다 평균적으로 더 적은 시간이 걸리는 것으로 보아 GS가 발현되는 시간이 빠를수록 GS 수준은 높아지는 것으로 보인다.

비정상적 근긴장도는 자세나 연합반응에 영향을 주며, 이러한 것을 평가하는 것은 환자의 기능 손상 측정에 중요한 역할

을 한다(Fellows 등, 1993). MAS는 주관절과 손목관절의 강직 평가에만 신뢰할 만하며, 강직에 대한 단일 관절만 평가할 수 있을 뿐, 자세와 연합반응, 그리고 비정상적 근긴장도에 대한 관계를 나타내지 못하므로(Barnes, 2001), 이 연구에서는 객관적인 전기생리학적인 방법인 H/Mmax를 근전도로 이용하여 측정하였다.

Funase 등(1996)은 H반사의 최대 진폭과 M파의 최대 진폭비가 안정 시 운동신경원의 흥분 정도를 평가하는 방법이며, H반사의 임상적 가치를 강조하였다. 또한 H반사는 척수 단일 연접의 흥분도를 나타내므로 뇌졸중, 척수손상 등의 상척수 운동계 질환, 특히 경직이 있는 경우에는 경직의 정량적 측정방법의 하나로써 사용되기도 한다(Larsen 등, 2006). 알파운동신경원의 흥분성 정도를 평가하여 경직을 정량화하고자 하는 경우에는 H파의 최대 진폭과 복합근활동전위인 M파의 최대 진폭비(H/Mmax비)로서 정량화할 수 있다. H반사의 최대 진폭과 M파의 최대 진폭의 증가는 경직의 증가를 나타낸다. Leonard 등(1998)은 정상 성인과 뇌성마비나 뇌졸중으로 인한 경직성 편마비 환자를 대상으로 H반사를 측정한 결과 정상 성인의 경우는 H반사의 진폭이 감소하였으나, 경직성 편마비의 경우 진폭이 일시적으로 변화되었다고 보고하였다. 이 연구에서는 H/Mmax비가 군 간 유의한 차이를 나타내지 못하였지만, GS 수준이 높은 군이 낮은 군보다 큰 것으로 나타났다.

이는 GS가 클수록 상척수 신경원의 흥분성을 증가시켰다고 볼 수 있다. 상척수 신경원의 흥분성 변화는 V파의 진폭변화를 측정하면 가능하고 V/Mmax의 비를 산출하여 분석하는 방법이 가장 정확하므로 V/Mmax비는 알파운동신경원의 흥분빈도와 양을 나타내는 지표라 할 수 있다(Pensini와 Martin, 2004). 문달주(2006)는 전기자극에 의한 수축보다 수의적 수축을 통한 V/Mmax비가 더 크다고 하였고, 수의적 수축은 수축력이 증가할수록 상척수 신경원의 활동전위 변화에 크게 영향을 준다고 하였다. 이 연구에서는 V/Mmax비가 군 간 유의한 차이를 나타내어 GS 수준이 높은 군이 낮은 군보다 증가되는 것으로 나타났다.

Wildner-Smith 등(2004)은 뇌를 손상받은 환자에게 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging)을 통하여 운동기능의 회복이 대뇌반구의 활성을 통하여 이루어진다고 하였으며, 성인의 운동기능 회복은 새로운 운동경로의 형성에 의한 것이 아니라 피질의 재구성에 의해서 이미 존재하는 연결의 활성에 달려있다고 하였다. 뇌 사진에서도 GS 정도가 클수록 회복능력에 영향을 준다고 하였다(Hwang 등, 2005). 이러한 결과로 볼 때, GS 정도가 피질 가소성 및 회복에도 영향을 주는 것으로 볼 수 있다.

이상의 결과로 볼 때, 만성 뇌졸중 후 편마비 환자에서는

GS 수준이 낮으면 근수축력 및 중추신경원의 흥분성이 감소되며, GS 수준이 높을 때보다 보행능력이 더 향상되는 것을 알 수 있었다.

## V. 결론

이 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 하여 비마비측 슬관절 굴곡 및 신전에 최대 수축을 유발하여 생기는 마비측 하지 근육에서 나타나는 GS를 측정하여 GS 수준과 보행수행력, 근 수축력, 중추신경원의 흥분성과 GS 수준에 따른 비교에서 GS 수준에 따른 군 간 차이는 MMAS(p<0.01), 10 m 보행속도(p<0.01), TUG(p<0.01), FMA(p<0.05) 항목에서 유의한 차이를 보였으며, 근수축력에서는 최대 등척성 수축력의 정점값(p<0.05), 기울기(p<0.01), 경사상승시간(p<0.05)에서 유의한 차이를 보였다. 중추신경원의 활동전위 중에는 V/Mmax비가 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 이상의 결과로 보아 만성 편마비 환자에서 하지의 GS 수준은 보행능력, 중추신경원의 흥분성에 영향을 미치며, GS 수준이 낮을수록 하지의 운동기능과 보행능력은 더 좋은 것으로 나타났다. 따라서 임상에서 만성 편마비 환자의 보행훈련 시 GS 수준을 고려한 중재프로그램에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 김중휘. 가상현실 프로그램이 뇌졸중 환자의 균형과 보행 및 뇌 활성화에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 박사학위 논문, 2005.
- 문달주. 전기자극 및 수의적 근수축에 의한 중추신경원의 활동전위 변화. 동신대학교 대학원, 석사학위 논문, 2006.
- 통계청. 사망원인통계. 통계청. 2006.
- Barnes MP. Medical management of spasticity in stroke. *Age Ageing*. 2001;1:13-6.
- Barnett HJ, Eliasziw M, Meldrum HE. Evidence based cardiology: Prevention of ischaemic stroke. *BMJ*. 1999; 318(7197):1539-43.
- Boissy P, Bourbonnais D, Gravel D et al. Effects of upper and lower limb static exertions on global synkineses in hemiparetic subjects. *Clin Rehabil*. 2000;14(4):393-401.
- Boissy P, Bourbonnais D, Kaegi C et al. Characterization of global synkineses during hand grip in hemiparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78(10):1117-24.
- Crenna P, Inverno M. Objective detection of pathophysio-



- logical factors contributing to gait disturbance in supraspinal lesions. *Motor Development in Children*. 1994; 105-120.
- Davies PM. Steps to follow: The comprehensive treatment of patients with hemiplegia. Switzerland, Springer, 2000.
- Dennis M. Impaired sensory and motor differentiation with corpus callosum agenesis: a lack of callosal inhibition during ontogeny? *Neuropsychologia*. 1976;14(4):455-69.
- Dobkin BH. Neurologic rehabilitation. Philadelphia, FA Davis Co. 1996.
- Fellows SJ, Kaus C, Thilmann AF. Voluntary movement at the elbow in spastic hemiparesis. *Ann Neurol*. 1994; 36(3):397-407.
- Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med*. 1975;7(1):13-31.
- Funase K, Higashi T, Yoshimura T et al. 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. *Neurosci Lett*. 1996;203(2):127-30.
- Gahery Y. Associated movements, postural adjustments and synergies: some comments about the history and significance of three motor concepts. *Arch Ital Biol*. 1987;125(4):345-60.
- Gottlieb GL, Song Q, Hong DA et al. Coordinating movement at two joints: a principle of linear covariance. *J Neurophysiol*. 1996;75(4):1760-4.
- Hopf HC, Schlegel HJ, Lowitzsch K. Irradiation of voluntary activity to the contralateral side in movements of normal subjects and patients with central motor disturbances. *Eur Neurol*. 1974;12(3):142-7.
- Hortobagyi T, Scott K, Lambert J et al. Cross-education of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions. *Motor Control*. 1999;3(2):205-19.
- Hwang IS, Abraham LD. Quantitative EMG analysis to investigate synergistic coactivation of ankle and knee muscles during isokinetic ankle movement. Part 2: time frequency analysis. *J Electromyogr Kinesiol*. 2001;11(5): 327-35.
- Hwang IS, Tung LC, Yang JF et al. Electromyographic analyses of global synkinesis in the paretic upper limb after stroke. *Phys Ther*. 2005;85(8):755-65.
- Kelso JA, Southard DL, Goodman D. On the coordination of two-handed movements. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 1979;5(2):229-38.
- Kristeva R, Cheyne D, Deecke L. Neuromagnetic fields accompanying unilateral and bilateral voluntary movements: topography and analysis of cortical sources. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1991;81(4):284-98.
- Larsen B, Mrachacz-Kersting N, Lavoie BA et al. The amplitude modulation of the quadriceps H-reflex in relation to the knee joint action during walking. *Exp Brain Res*. 2006;170(4):555-66.
- Lazarus JA, Whitall J. Motor overflow and children's tracking performance: is there a link? *Dev Psychobiol*. 1999; 35(3):178-87.
- Leonard CT, Diedrich PM, Matsumoto T et al. H-reflex modulations during voluntary and automatic movements following upper motor neuron damage. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1998;109(6):475-83.
- Loewen SC, Anderson BA. Predictors of stroke outcome using objective measurement scales. *Stroke*. 1990;21(1): 78-81.
- Manganotti P, Patuzzo S, Cortese F et al. Motor disinhibition in affected and unaffected hemisphere in the early period of recovery after stroke. *Clin Neurophysiol*. 2002;113(6):936-43.
- Meyer BU, Roricht S, Graf von Einsiedel H et al. Inhibitory and excitatory interhemispheric transfers between motor cortical areas in normal humans and patients with abnormalities of the corpus callosum. *Brain*. 1995; 118(Pt 2):429-40.
- Nelles G, Cramer SC, Schaechter JD et al. Quantitative assessment of mirror movements after stroke. *Stroke*. 1998;29(6):1182-7.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Physical rehabilitation: assessment and treatment. Philadelphia, FA Davis, 1994.
- Pensini M, Martin A. Effect of voluntary contraction intensity on the H-reflex and V-wave responses. *Neurosci Lett*. 2004;367(3):369-74.
- Perry J. Determinants of muscle function in the spastic lower extremity. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;288:10-26.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test

- of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.
- Schnitzler A, Kessler KR, Benecke R. Transcallosally mediated inhibition of interneurons within human primary motor cortex. *Exp Brain Res.* 1996;112(3):381-91.
- Shima N, Ishida K, Katayama K et al. Cross education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86(4):287-94.
- Suzuki K, Nakamura R, Yamada Y et al. Determinants of maximum walking speed in hemiparetic stroke patients. *Tohoku J Exp Med.* 1990;162(4):337-44.
- Thelen DD, Riewald SA, Asakawa DS et al. Abnormal coupling of knee and hip moments during maximal exertions in persons with cerebral palsy. *Muscle Nerve.* 2003;27(4):486-93.
- Vasavada AN, Li S, Delp SL. Influence of muscle morphology and moment arms on the moment-generating capacity of human neck muscles. *Spine.* 1998;23(4):412-22.
- Weiller C, Ramsay SC, Wise RJ et al. Individual patterns of functional reorganization in the human cerebral cortex after capsular infarction. *Ann Neurol.* 1993;33(2):181-9.
- Wilder-Smith CH, Schindler D, Lovblad K et al. Brain functional magnetic resonance imaging of rectal pain and activation of endogenous inhibitory mechanisms in irritable bowel syndrome patient subgroups and healthy controls. *Gut.* 2004;53(11):1595-601.
- Yelnik A, Albert T, Bonan I et al. A clinical guide to assess the role of lower limb extensor overactivity in hemiplegic gait disorders. *Stroke.* 1999;30(3):580-5.
- Zajac FE, Gordon ME. Determining muscle's force and action in multi-articular movement. *Exerc Sport Sci Rev.* 1989;17:187-230.
- Zhou S. Chronic neural adaptations to unilateral exercise: mechanisms of cross education. *Exerc Sport Sci Rev.* 2000;28(4):177-84.