

시각회로가 고유수용성신경근촉진법 치료에 미치는 효과[#]

원광보건대학 물리치료과
목포과학대학 물리치료과

송 명 수·윤 희 종·김 태 열·이 경 옥

Effect of Optic pathway on the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation

Song, Myung Soo·Yoon, Hee Jong·Kim, Tae Youl·Lee, Kyung Ok

Dept. of Physical Therapy, Won Kwang Health Science College

*Dept. of Physical Therapy, Mok Po Science College**

— ABSTRACT —

The purpose of this study was to examine the effect of optic pathway on human body during Proprioceptive Neuromuscular Facilitation(PNF) treatment. Specifically, it's intened to find out through electromyography(EMG), what kind on change occurred in a patient's muscle when the patient saw the motor direction or when the patient didn't. A pilot experiment was made over the sophomores of Mokpo Science College the following findings were given: As an EMG was taken over three of muscles that worked during Flexion-Adduction-Ext.Rot., one of the PNF pattern, a patient showed relatively stronger muscle power while watching the movement with his eyes open than the same patient did with his eyes closed, and the disparity between the two cases was statistically significant($P<0.05$). In the pattern of Extension-Abduction-Int.Rot., a patient also showed relatively stronger muscle power while watching the movement than the same patient did without watching it, and the disparity between the two cases also were significant($P<0.05$).

As seen above, the effect of motor treatment, among physiotherapy methods seemed to be greater if a patient watched the motor direction during treatment, because it gave a stimulus to proprioception.

Key words : PNF, Optic pathway, EMG.

본 논문은 1997년도 원광보건대학 학술연구비의 지원으로 이루어진 것임.

서 론

고유수용성 신경근 촉진법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: PNF)의 이론은 인간이 가지고 있는 고유수용기를 자극함으로써 어떠한 원인에 의해 그 기능을 발휘하지 못하고 있는 근육들을 자극시켜 원래의 기능으로 회복시키기 위한 방법으로 그 이론의 배경 중 신경생리학적 원리는 신경근 장애의 평가와 치료를 위한 동적인 접근과 운동, 감각체계에 기초를 두고 있다.²⁾ 따라서 이 기법의 적용은 신경근 장애근육을 지배하고 있는 알파운동뉴런(alpha motor neuron)을 흥분시키거나 억제시켜 잠재되어 있는 원래의 기능을 되찾을 수 있도록 도와주는 치료법이라고 이야기 할 수 있다. 이러한 치료법은 하나의 근육이 개별적으로 힘을 발휘하는 것이 아니라 여러 근육이 공동그룹(synergistic groups)으로 나타나게 된다. 이러한 기전은 운동단위의 종류와 활동 빈도로서 길항근과 주동근의 관계를 제시한다. 따라서 골격근이 충분히 자극에 반응할 수 있는 능력이 부족할 때 운동단위의 역치는 크게 활성화된다.¹³⁾ 또한 능동적인 저항에 대하여 수축할 때에는 그 근육의 반응은 대뇌피질의 자극을 증가시키며, 최적(optimal)의 저항을 통하여 환자가 움직이는 동안 그 동작의 목표와 환자의 상태에 맞게 정확한 양이 제공되어야 한다고 했다. 수축하는 근육의 고유수용기 반사는 동일관절에서 협력근의 반응뿐만 아니라 인접관절과 연관된 협력근의 반응도 증가시키고 때문에 고유수용기를 효과적으로 촉진하기 위해서는 제공되는 저항의 양과 직접적으로 관련이 있다.^{10,19)} PNF의 촉진을 위한 기본 방법 중에서 시각자극²⁹⁾을 이용하여 환자의 체위나 동작을 교정하고 조절을 하게 되는데, 어떠한 동작을 할 때 환자 자신이 움직임을 보게 됨으로써 동작은 더 커지며, 더 강하게 촉진할 수 있고 시각적 자극으로부터 피드백은 더욱더 강한 근 수축을 유발시킬 수 있게 된다.²⁶⁾ 수용기를 자극하여 근장력을 더욱 활성화시키기 위

하여 시각자극을 이용하게 되는데 최근에 이르러 근전도 biofeedback 방법에 의한 치료와 진단이 뇌졸중이후 속발되는 경직성 및 근육마비등의 증상을 갖고 있는 환자를 도울 수 있는 방법으로 많이 사용되고 있다.^{3,6,14)} 사람근육의 수의적 강축에서 근육의 강도(tension)는 전기활동의 정도와 비례한다는 원리에 근거한다고 하겠다. 여기서 전기적 활동에 대한 측정은 일반적으로 질환에 대한 정성적 분석에 의한 진단이 주된 것이다. 그러나 양적인 근전도(Electromyography:EMG) 특히 automatic analysis는 EMG의 정양적 진단방법¹⁸⁾으로 새로운 전기를 맞게되었으며 빈도에 의한 컴퓨터 분석^{9,22)}은 신경근절환⁷⁾ 및 근육자체의 질환²¹⁾에 대한 진단에 큰 도움을 줄 수 있게 되었다. 저자 등은 이러한 점에 착안하여 뇌졸중에 의한 편마비 환자들을 치료하는데 있어 신경근의 위약 상태를 개선하는 치료방법인 PNF를 실시하는데 있어 정상인을 통한 시각적인 자극이 얼마만큼 근육에 전달되는가를 알아보고, 신경근 특히 근력의 정도를 분석할 수 있는 평균교정전위진폭(Mean amplitude of rectified action potential)으로서 근전도의 효과를 분석하며, 여기에서 도출되는 결과를 토대로 뇌졸중환자의 근위약시 근력의 빠른 회복을 유도하여 사회로의 복귀를 단축시키며, 임상치료사들에게는 여러 운동치료에서 시각전도로(optic tracts)의 중요성을 인식시켜 신경근 치료 시 빠른 효과를 기대할 수 있도록 그 자료를 제공하는데 의의를 두고자 한다.

연구 방법

연구기간 및 대상

본 연구는 목포과학대학 근전도실에서 임의로 선정한 6명의 2학년 남학생을 대상으로 1998년 1월에 예비실험을 하였으며, 그 결과를 토대로 1998년 8월에 PNF의 예비지식이 없는 1학년 남학생 중 본 실험에 동의한 18명을 선정하여 본 실험을 하였다.

측정방법 및 적용

PNF의 치료방법중 상지에서의 치료법인 굴곡-내전-외회전과 신전-외전-내회전을 각각 선택하여 운동을 실시했다. 첫 번째 실험은 모든 동작을 피 실험자가 직접 눈으로 보도록 하고 동작을 실시하였다. 각 부분의 운동횟수는 모두 3회씩 실시하는 것을 원칙으로 하며, 1회 운동이 끝난 후 충분한 휴식을 취하게한 후 2회 운동을 실시하며 3회 운동도 이와 같은 방법을 적용하였다. 운동 결과 나타나는 모든 반응은 근전도를 이용하였으며, 근전도를 통해 도출되는 3회에 대한 치료 결과를 평균했다. 두 번째 실험은 동일인을 동일한 환경에서 동일한 방법을 적용시켜 운동을 시키지만 이 실험에서는 정상적인 시각회로를 완전히 차단하기 위해 검은 안대를 착용한 상태로 운동을 실시했다. 이 결과도 마찬가지로 근전도를 이용하였으며 각 근육의 근활동전위의 평균진폭을 측정하였다. 여기에 사용한 근전도는 Model Excell(USA, Cadwell)이며, 각 동작시 적용되는 근육은 굴곡-내전-외회전의 경우 삼각근(전부), 상완이두근, 완요골근등 이며 신전-외전-내회전의 경우는 대흉근(상부), 상완삼두근, 완요골근등을 사용하였다. 기록전극은 표면전극을 사용하였으며 활성 기록전극은 각 근육의 근복에 부착하였고, 기준전극은 기록전극의 원위부 3cm 부위에, 그리고 접지전극은 흉골부위에 부착하였다. 측정은 각 동작의 마지막부분에서 동작이 정지된 상태로 3초후에 측정하는 것을 원칙으로 하였다.

분석방법

첫 번째 실험과 두 번째 실험을 통해 나온 활동전위값을 각각 통계 프로그램인 SPSS (Win.ver7.5)를 이용하여 paired t-test로 유의성 검정을 하였다.

연구 결과

일반적인 특성

검사대상자의 나이와 체중 및 신장을 표1과 같다.

표1. 대상자의 일반적인 특성(n=18)

특 성	남 자	
	M ± S.D	
연 령(세)	18.89 ± 0.3	
체 중(kg)	59.1 ± 4.99	
신 장(cm)	171 ± 4.97	

각 운동 형태에 따른 활동전위

눈을 뜬 상태로 동작을 바라보면서 실시한 때와 눈을 가리고 실시한 FD의 동작에서 삼각근의 근활동전위의 평균진폭은 눈을 뜨고 실시했을 때가 눈을 가리고 실시했을 때보다 강하게 측정되었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다.(P,0.05)(표 2). 상완이두근과 완요골근에서도 눈으로 동작을 바라보면서 운동을 실시할 때 측정값이 월등히 높게 측정되었음을 알 수 있었으며 그 측정값은 표2와 같고 통계적으로도 유의한 차이를 보였다.(P<0.05)

표 2. 운동에 대한 각 근육들의 활동전위

(단위:µV)

형 태	근 육	open		closed	
		M ± S.D	M ± S.D	M ± S.D	M ± S.D
F.D	삼각근	287.49 ± 55.67	238.33 ± 83.52	*	
	상완이두근	186.33 ± 54.58	135.28 ± 20.89	*	
	완요골근	219.44 ± 51.11	170.83 ± 47.42	*	
E.D	대흉근	138.89 ± 28.04	115.28 ± 27.65	*	
	상완삼두근	121.11 ± 27.53	109.72 ± 22.45	*	
	완요골근	159.62 ± 38.89	145.00 ± 29.71	*	

* P<0.05

F.D : Flexion-Adduction-Ext.Rot

E.D : Extension-Abduction-Int.Rot

E.D의 경우에 눈으로 동작을 보면서 실시한 경우가 눈을 감고 동작을 실시했을 때 보다 대흉근의 활동전위가 높게 나타났으며 통계적으로도 유의한 차이를 보였다.($P < 0.05$)(표 2). 또한 상완삼두근이나 완요골근에서도 눈으로 동작을 보면서 동작을 실시한 경우가 눈을 감고 시행하는 것보다 월등히 활동전위가 높게 나타나는 것을 확인 할 수 있었으며 통계적으로도 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$)(표 2).

고 찰

근전도를 이용하여 본 연구의 취지와 비슷하게 시행한 선행연구는 없었으나 다른 부분에 대한 기존의 연구는 많은 편이다. 정상인과 만성요통환자의 근전도를 통한 비교중 만성요통환자의 등 근육의 근전도가 정상인보다 높다⁴⁾는 주장과 비슷하다¹⁷⁾는 연구와 또 정상인이 더 낮게 나온다³⁰⁾는 연구가 있는데 이는 측정 한 사람이나 방법에 따라 약간의 차이가 있는 것 같다. 또 정상인과 만성요통환자의 등 근육의 근력을 비교하는 연구¹⁶⁾에서는 정상인의 근력이 높게 나오기도 했다. 또 피로도 면에서는 만성요통환자가 정상인에 비해 훨씬 높게 나타났다.²⁷⁾ 또 이두박근이나 삼두박근 즉 primary muscle에 질환이 있는 환자와 정상인간의 근력비교연구²⁵⁾, 근육의 활동전위에 대한 지속시간에 대한 분석²⁴⁾등 많은 연구가 진행되어 왔다.

임상에서 PNF의 치료시 환자로 하여금 운동의 방향을 보도록 주문을 하게되는데 그 이론적인 근거는 여러 곳에서 찾아 볼 수 있다.^{3, 6, 14, 15, 26)} 이러한 이론적 배경을 근거로 정상인에 있어서 고유 수용기를 자극했을 때 그 반응이 시각회로로 전달되는 과정을 살펴보면 특정부위의 신체 자극은 일반감각(general sensation)을 통하여 받아들여지는데 이러한 일반감각은 다시 기계적감각(mechanoception)인 운동감각(kinesthetic sensation)으로 받아들여 고유수용기(proprioception)인 근육-관절수용기(muscle-joint receptor)로 전달이 된다.

이러한 고유감각은 대뇌피질(cerebral cortex)까지 전해지는 의식적고유감각(conscious proprioception)으로 현재의 근육, 또는 관절의 위치를 알려주는 위치감각과(position sense), 근육운동의 정도와 속도를 감지하는 동적인 운동감각(kinesthetic sensation)등으로 전달이 된다. 이러한 감각을 감지할 수 있는 고유수용기는 신경근방추(neuromuscular spindle)와 골지힘줄기관(Golgi tendon organ)에 의해서 이다. 이러한 수용기들은 척수소뇌로(Spinocerebellar Tract)를 따라 소뇌로 전달이 된다. 이렇게 전달된 정보는 시상을 거쳐 피질로 전달이 된다. 피질의 1차시각영역은 새발톱고랑(calcarine sulcus)내에 있으며 브로드만영역 17에 해당한다. 일차시각피질은 동측 망막(retine)의 외측(temporal side) 반과 반대측 망막의 내측(nasal side) 반에서 외측무릎체 등쪽핵(dorsal lateral geniculate nucleus, LGd)을 거쳐 구심섬유를 받는다. 대뇌피질에서 시각의 처리과정은 시각의 세 가지 성분 즉, 색(colour), 고해상도의 형태(high resolution shape), 움직임(notion)이 따로 처리되며, 최종적으로 평행처리과정(parallel processing)을 통하여 통합처리 된다. 시각연합영역은 일차시각연합에서 구심섬유를 받으며, 시상배개(pulvinar)에서도 구심섬유를 받는다.¹⁾

시각연합영역중 움직임을 분석하는 회로는 후선부(thick stripe)에서 중간측두시각영역(middle temporal visual area)으로 이어지며, 일부는 일차시각영역(primary visual cortex)에서 삼차시각영역(tertiary visual cortex)을 거쳐 또는 직접 중간측두시각영역(middle temporal visual area)으로 이어지기도 한다.⁸⁾ 최종적으로 후두정엽피질(posterior parietal cortex)에서는 어디에 있는지, 어디로 움직이는지 즉 3차원적 공간내에서의 위치를 주로 담당하고, 하측두엽시각피질(inferior temporal visual cortex)에서는 보이는 물체가 무엇인지 즉 인식 측면을 담당하게 된다¹⁾ (그림 1).

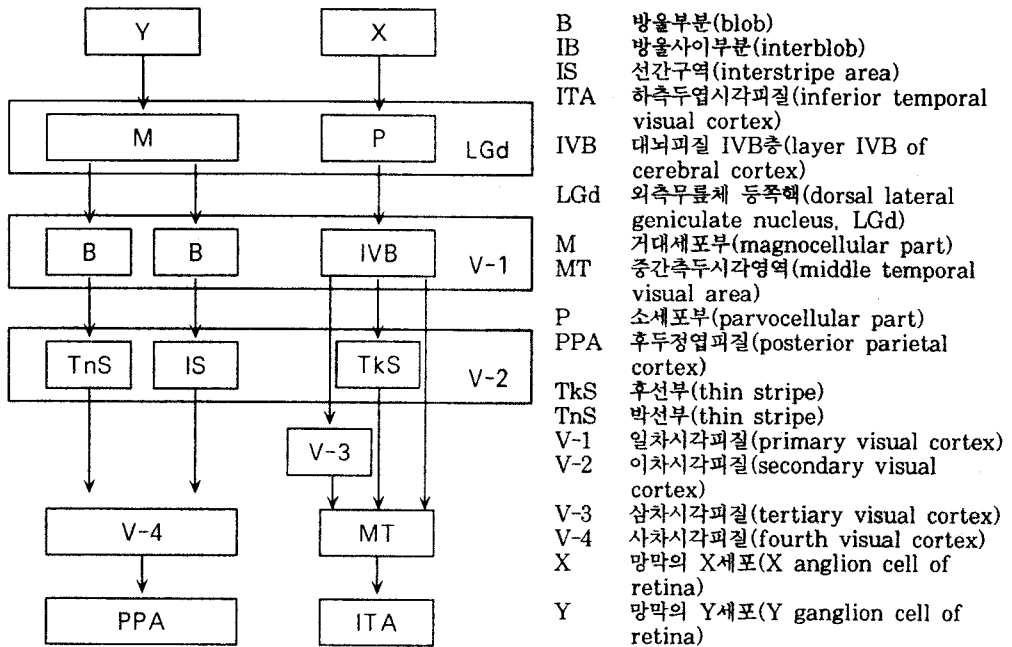


그림 1. 시각성분(visual components)의 병행처리과정(parallel processing).

:왼쪽은 색과 고해상도 형태를 감지하는 경로. 오른쪽은 움직임을 감지하는 경로.

이렇게 구심성으로 전달된 자극은 일차운동영역(primary motor area)과 전운동영역(premotor area)으로 입력을 받게된다. 특히 전운동영역의 손상은 시각자극에 의해 일어났던 운동이 재학습되지 않는 반면 고유감각에 의해 일어나는 운동에는 별 영향이 없다. 또한 기저핵에서 구심섬유를 받는 보완운동영역(supplementary motor area)의 자극은 양쪽 손이나 발의 대칭적운동이 일어날 수 있으며, 일차운동피질의 상위운동신경원(UMN)을 활성화시킨다. 이 부분에는 복합적인 운동프로그램(motor program)이 저장되어 있어 기저핵회로를 거쳐 적절한 운동프로그램을 선택한 후 일차운동피질로 출력하고 피라미드로를 통해 하위운동신경원을 활성화시킨다. 보완운동영역이 손상된 경우 고유감각자극에 의해 일어났던 운동은 재학습되지 않는 반면 시각자극에 의해 일어나는 운동은 재학습에 문제가 없다. 그러나 심한 시공간 장애는 좌측사물의 무관심, 거리판단에 장애

를 초래하고 경한 시공간장애는 사무업무, 자동차운전등에 지장을 초래한다.¹²⁾ 이러한 시지각장애는 좌측 편마비와 자주관련되고 시야, 시력 및 시소경상태등 시각기관의 이상이 있을 때에도 일어날 수 있다.⁵⁾ 시지각의 장애가 있을 때에는 직립, 공간지남력, 물체조작 등 일상생활동작의 독립적 수행과 새로운 행동의 습득능력에 지장이 초래되어²⁰⁾ 재활과정과 재활의 예후에 큰 영향을 미치므로 시지각장애의 평가 및 치료는 뇌졸중환자의 재활에 매우 중요하다.²³⁾

본 연구 결과에서 보듯 눈으로 어떠한 동작을 주시하는 것과 눈을 감고 동작을 행하는 방법사이에는 상당한 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 본 연구가 정상인을 대상으로 실시한 결과이기에 추후 환자들을 대상으로 한 연구가 뒤따라야 된다고 생각된다. 그러나 시각회로가 어느 정도 남아있는 환자이거나 의식이 남아있는 환자에게 적용하는 경우 그 효과는 본 연구의 결과와 비슷하리라 생각되며, 머

리를 수의적으로 움직이지 못하는 경우 동작 전에 미리 머리를 움직이는 방향으로 옮겨 놓고 동작을 수행한다면 수의적인 동작과 효과적인 면에서는 큰 차이가 없으리라 생각된다.

결 론

본 연구는 PNF 치료시 시각회로(optic pathway)가 인체에 미치는 영향에 대한 것으로 환자의 치료시 운동의 방향을 직접 눈으로 보았을 때와 그렇지 않았을 때, 근육에서 나타나는 변화를 근전도를 통하여 알아보고자 시도되었다. 1998년 1월 목포 과학대학 2학년을 대상으로 예비실험을 하였고, 그 결과를 토대로 가능성과 미비점을 보완하여 동년 8월 목포 과학대학 1학년 18명을 대상으로 실험에 착수하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

PNF의 상지패턴 중에서 Flexion-Adduction-Ext.Rot.시 작용하는 근육 중 3개의 근육에 근전도를 적용했을 때 눈을 뜨고 동작을 바라보면서 시행을 한 경우가 눈을 감고 시행하는 것보다 각 근육의 활동전위의 평균진폭이 높게 나타났으며 통계학적 유의성이 있었다($P < 0.05$).

또한 Extension-Abduction-Int.Rot.의 패턴을 적용했을 때에도 환자가 동작을 보면서 시행한 경우 각 근육의 활동전위의 평균진폭이 높게 나타났으며 통계적으로도 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

이러한 결과를 미루어 보면 물리치료의 방법 중 운동치료 부분에 있어서 환자의 치료시 환자로서 하여금 운동의 방향을 주시하도록 하는 것이 고유수용기의 자극이라는 측면에서 그 효과가 클 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 박경아, 이원택, 의학신경해부학, 고려의학, 293-342, 1996
2. Bkasmajian JV. Electromyographic study of two-joint muscles. Am J Phys Med, 54, 1975
3. Basmajian JV. Biofeedback in rehabilitation: A review of principles and practices. Arch Phys Med Rehabil 62:469-475, 1981
4. Blakely WW. EMG diagnostic scanning: A selective review of the literature. Int J Psychosom, 36:35-36, 1989
5. Bouska MJ, Stroke: Visual perception evaluation and treatment, American Rehabilitation Educational Network, Pennsylvania, 1987
6. Brudrny J, Korein J, Grynbaum BB, Friedman LW, Weinstein S and Balandres PV. EMG Feedback therapy: Review of treatment of 114 patients. Arch Phys Med Rehabil 57:55-61, 1976
7. Burnside IG, Tobias HS and Bursill D. Electromyographic feedback in the Remobilization of stroke patients: A controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil 63:201-222, 1982
8. DeYoe EA, Van Essen DC, Concurrent processing streams in monkey visual cortex. Trends Neurosci 11:219-226, 1984
9. Eberstein A and Goodgold J. Special Review: Computer analysis in clinical Electromyography. Am J Phys Med 57:72-83, 1978
10. Gellhorn E. Patterns of muscular activity in man. Arch Phys Med 28:568-574, 1947
11. Gellhorn E. Proprioception and the motor cortex. Brain 72:35-62, 1949
12. Gerdon WA. Perceptual remediation in patients with right brain damage: A comprehensive program. Arch Phys Med Rehabil 66:353-359, 1985
13. Grabiner MD. Maximum rate of force

- development is increased by antagonist conditioning contraction. *J Appl Physiol*. 77:807-808, 1994
14. Hagbarth KE. Excitatory and inhibitory skin areas for flexor and extensor motoneurons. *ACTA Physiol Scand* 26(Suppl 94):1, 1952
 15. Johnson HE and Garton WH. Muscle re-education in hemiplegia by use of electromyographic device. *Arch Phys Med Rehabil* 54:320-325, 1973
 16. Kishino ND, Mayer TG, Gatchel RJ, et al. Quantification of lumbar function Part 4, Isometric and isokinetic patients. *Spine* 10:921-927, 1985
 17. Kravitz E, Moore ME, Glaros AG. Muscle activity in chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 62:172-175, 1981
 18. Lenman JAR. Quantitative EMG changes associated with muscular weakness. *J Neurol Neurosurg program*. *Phys Therapy* 63:200-203, 1983
 19. Loofbourrow GN, Gellhorn E. Proprioceptive induce reflex patterns. *Am J Physiol* 154:433-438, 1948
 20. Lorenze EJ, Concro R, Plains W. Dysfunction in visual perception with hemiplegia: Its relation to activities of daily living. *Arch Phys Med Rehabil* 43:514-517, 1962
 21. Metral S and Cassar G. Relationship between force and intergrated EMG activity during voluntary isometric and isotonic contraction. *Eur J Appl Physiol* 46:185-198, 1981
 22. Rathjen R, Simons DG and Peterson GR. Computer analysis of Duration of motor unit potentials. *Arch Phys Med Rehab* 49:524-527, 1968
 23. Ravensberg CD. Visual perception in hemiplegia patients. *Arch Phys Med Rehabil* 65:304-309-1984
 24. Ronald Rathjen BS, David GS, Charles RP. Computer analysis of the duration of motor-unit potentials. *Arch Phys Rehabil*, 1968
 25. Rose AL, Willison RG. Quantitative electromyography using automatic analysis: studies in healthy subjects and patients with primary muscle disease. *J Neurol Neurosurg, Psychint* 30:403-410, 1967
 26. Susan S. Adler, Dominiek Beckers, Math Buck. *PNF in Practice*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 1993
 27. Suzuki N, Endo S. A quantitative study of trunk muscle strength and fatigability in low back pain syndrome. *Spine*, 8:69-74, 1983
 28. Ven Essen DC, Anderson CH, Felleman DJ, Information processing in the primate visual system: An integrated system perspective. *Science* 255:419-423, 1992
 29. Voss DE, Ionta M, Meyers B. *Proprioceptive neuromuscular facilitation: pattern and techniques*, 3rd ed. Harper and Row, New York, 1985
 30. Wolf SL, Basmajian JV. Assessment of paraspinal electromyographic activity in normal subjects and in chronic back pain patients using muscle biofeedback device. *International series in biomechanics* VIb, 1977