대한물리의학회지 제1권 제1호, 2006년 5월
Vol.1, No.1, May 2006. p.117~123

기능적 활동을 위한 고유 수용성 신경근 촉진법의 임상적 촉진

배성수 · 김 경 · 최용원[1]

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
[1]대구대대학교 재활과학대학원 물리치료학과

Clinical Facilitation with Proprioceptive Neuromuscular Facilitation for Functional Activities

Sung-soo Bae, P.T., Ph.D, Kyoung Kim, P.T., Ph.D, Young-won Choi, P.T.[1]

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University
[1]Department of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University[1]

〈Abstract〉

Objectives : The purpose of this study was conducted to find correct facilitation and clinical facilitation with proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF).

Methods : This is a literature study with books, articles, seminar note and books for PNF international course.

Results : Treatment approach was changed from managements of reflex to facilitation. The facilitation will make passive or active motion. But it can not match with normal functional activities, lack of the active movement, and facilitation of musculoskeletal can interaction with environment.

Conclusions : Facilitation of the functional activities in the main therapy goal. Any necessary information, such as visual and acoustical information must be integrated. Spatial summation and temporal summation integrated also. Integrated information for the facilitation will be increased activity of alpha-motorneurons, activity of interneurons, and muscle fiber structural changes from slow twitch fibers to fast twitch fibers. Suggested facilitate goal-oriented of movements at a functional level and reduce stiffness at structural level.

Key Words : Facilitation, Functional activities, Proprioceptive neuromuscular facilitation(PNF)

Ⅰ. 서 론

두뇌손상자의 기능적 활동과 운동 기능 회복을 위한 물리 치료적 접근은 여러 가지가 있으며, 약물치료와 함께 물리치료를 병행했을 때 그 효과가 분명 했으며(Walker-Batson etc., 1995), 분명하지는 않지만 신경 세포 수준에서 신경 발생(sprouting)과 시냅스 발생(synaptogenesis)이 강화되는 것을 알게 되

교신저자 : 배성수, e-mail: ssbae@daegu.ac.kr
논문접수일: 2006년 2월 12일 / 수정접수일: 2006년 3월 11일 / 게재승인일: 2006년 4월 18일

었다(Stroemer etc., 1998). 이와 같은 신경 가소성은 중추 신경계 자체를 리모델링하는 능력이며, 이것은 계속적으로 일어나고 있다는 것을 알게 되었다.

Hallett(2005)은 신경 가소성은 일 단계로 세포 내에서 개개의 뉴런이 리모델링 되며, 이 단계로 뉴런의 그룹과 기능이 변하는 것이라고 했다. 따라서 신경 가소성의 기전을 이해하는 것은 뇌기능과 운동 기능의 회복을 위해 매우 중요하며, 뇌기능 회복을 위한 물리 치료적 중재 혹은 촉진 기법은 신경 가소성의 기전에 영향을 줄 수 있다. 뇌의 지도(representation) 변화는 그 곳을 대표하는 인체 부위의 작용을 증가 혹은 감소하는데 따라 달라진다. 예를 들면, 맹인들은 점자를 읽을 때 주로 제 1 배측 골간근(first dorsal interosseus; FDI)을 사용하게 되는데 FDI를 대표하는 뇌 부위의 발달은 읽지 않는 손과 비교 했을 때 FDI가 크게 차이가 났다(Pascual-Leone etc., 1993). 반대로 사용하지 않은 손의 FDI를 대표하는 대뇌피질의 영역은 위축 되었다. Liepert (1995) 등은 석고 붕대를 사용하여 족관절을 수 주 동안 고정 했을 때, 전경골의 두뇌 영역이 작아 진 것을 보고하였다. 이진희(2002)는 뇌 손상자를 대상으로 한 fMRI상 과제 지향적 상지 운동 학습이 상지 운동 패턴의 향상 및 기민성과 도수 조작 기술의 향상과 더불어 손상된 뇌 피질 영역의 구조적 가소성과 재조직화를 확인 하였다.

촉진(facilitation)기법으로 신경 가소성의 기전을 활성화 할 수 있으며, 치료 중재로 훌륭한 것이 입증 된 것이며, Taub와 Morris(2001)는 뇌졸중 환자의 건강한 쪽을 고정하고, 약한 쪽을 집중적으로 사용하게 했을 때 더 좋은 결과가 있었다고 보고 하였다. Whitall(2000)등은 뇌졸중 환자들을 대상으로 8주 동안 양팔을 대칭적으로 리듬에 맞추어 반복 운동 훈련을 한 결과 상당한 발전이 있었으며, 이것은 대칭적이고 율동적인 양팔 운동 훈련이 손상 반대 측의 뇌반구를 촉진 한 것이라고 하였다.

신경 기능과 운동 기능 향상을 위한 촉진(facilitation) 모델은 Bobath(1984, 1985)부처, Kabat(1959) 등, Knott와 Voss(1990), Knott(1952), Stockmeyer(1967), Brunnstrom(1970) 등에 의해 발전되었다. 이들은 운동 조절을 신경 생리학적 관점에서 바라보게 되었다. 최초의 신경 생리학적 촉진 모델은 첫째, 정상적인 운동 패턴의 촉진, 둘째, 비정상적인 긴장도와 원시반사 억제를 목표로 고안되었다.

현재 시점에서 되돌아보면 신경 생리학적 촉진 모델에는 개선되어야 할 점이 많이 있다(Horak, 1991). 이것은 첫째, 정상적인 운동 패턴이 촉진 되어도 일상생활과 연결 지어 기능적인 동작으로 전환하기가 어렵다. 환자는 기능적인 향상, 즉 "나는 걷고 싶다", "나 혼자 독립적으로 먹고 싶다"와 같은 것이 충족될 때 동기 부여가 된다. 둘째, 신경 생리학적 촉진 모델은 환자가 항상 수동적이 된다는 것이다. 즉 치료사의 손에 의해서(hand-on) 운동을 촉진하게 된다. 셋째, 신경 생리학적 촉진 모델은 근 골격계와 환경 간에 일어나는 복잡한 상호 관련성을 가져올 수 없다. 따라서 상기와 같은 약점들이 보완되어야 한다. 본 연구에서는 상기 약점들을 감소시키고 더욱더 기능적 촉진을 위한 임상적 접근 방법을 제시하려고 한다.

Ⅱ. 촉진(facilitation)

고유 수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)에서는 다른 방법들(Bobath, 1984, 1985, Stockmeyer, 1967, Brunstrom, 1970)보다도 실제적이고 구체적인 촉진 방법과 촉진 접근을 구체적으로 제시하고 있다. PNF가 가지고 있는 촉진 기법과 기본 절차들에는 운동 조절과 근력 증가를 위한 저항의 사용, 근 수축의 확산을 위한 방산과 강화(irradiation and reinforcement)의 이용, 근 수축의 촉진과 운동 유도를 위한 맨손 접촉(manual contact), 치료사와 환자의 적절한 움직임을 위한 체위와 생역학적 고려(body position and body mechanism), 정확한 운동 수행을 위한 구두 지시(verbal comments)와 시각(visual cue)의 이용, 지절과 체간의 운동성과 안정성(stability)을 위한 견인과 압축(traction and approximation), 근 수축을 촉진하고 근 피로 예방을 위한 신장(stretch), 근 수축력을 증가하기 위한 타이밍(timing), 기능적 운동을 위한 운동 패턴(patterns)의 사용 등이 포함된다(Kabat, 1959, Knott & Voss, 1990, Knott, 1952, Adler etc.,

1993, 배성수 등 2000). 이것들을 각각 적용해서 촉진을 강화할 수도 있고, 두 개 이상을 결합하여 촉진을 더욱 더 강조, 강화 할 수 있다. 잘 준비된 치료사 일수록 촉진 요소들을 더 많이 더 정확하게 결합할 수 있을 것이다.

그러나 PNF의 촉진 기법들이 만들어 졌던 때와 적용 되었던 환자들의 대상이 변화되었음을 알아야 한다. PNF는 1940년대 초에 만들어져 소아마비, 척수 손상환자들을 위해 주로 적용되어졌다. 현재는 뇌졸중, 파킨슨씨병, 다발성 신경염, 두뇌손상 등과 같은 중추 신경 손상 그리고 스포츠 손상 및 근 골격계 손상 등으로 광범위해 졌다. 또한 신경 과학, 신경 생리학, 생역학과 같이 학문적 영역과 깊이가 날로 변화 되고 있다. 즉 신경 생리학적, 생역학적으로 새로운 원리와 지식들이 보급되었음으로 촉진의 적용과 접근 방법에도 변화가 필요하다. 따라서 이것은 운동 학습, 운동 조절(control) 혹은 기능적 분류와 기능 향상, 목적 지향적(task oriented approach) 운동 훈련 등의 관점에서 PNF의 촉진 기법들이 재조명 되어져야 된다.

저항을 적용 했을 때 근력이 증가되고 근 수축과 운동 조절을 얻을 수 있다. 그러나 저항으로 인해서 필요하지 않는 부분이 동시 수축(cocontraction)됨으로 환자의 상태를 악화 시키지 않는지는 확인되어야 한다. 예를 들면, 하 체간 굴곡근과 고관절의 굴곡, 내전, 외회전근군 강화를 위한 저항을 주었을 때 요방형근의 수축이 동시에 일어난다면 요추의 과도한 전만을 일으킨다. 이것은 반신마비(hemiplegia) 환자에게는 골반의 전방 회전을 더욱 더 강화시켜 보행을 더욱 더 어렵게 하며, 요통 환자에게는 장요근의 강한 수축으로 요추부의 전만을 가중시키는 결과를 초래하여 통증을 더 증가 시킬 수도 있을 것이다. 따라서 저항을 적용하기 보다는 지절이 움직이는 방향에서 대퇴골의 장축방향으로 견인하는 것이 더욱 더 적절하다. 견인은 역학적으로 합력(R)을 만들어 운동을 더욱 더 쉽게, 부드럽게 촉진함으로 중추 신경계 환자들에게도 견인함으로 동작을 부드럽게 촉진 할 수 있다.

방산을 이용했을 때는 일어나는 동작(movement)을 관찰 할 필요가 있다. 이 동작이 정상적인 동작(normal movement)으로서 일상생활에서 일어날 수 있는 기능적인 것인지를 확인해야 된다. 동작이 기능적이지 않을 때는 원하지 않는 동작을 학습할 수 있기 때문이다. Horst(2006)는 방산이라는 용어 자체가 부적절하다고 주장하고 있으며, 방산은 영어로 "irradiation"인데 "irr"이라는 접두어는 "err"라는 말로서 잘못하다, 틀리다는 뜻으로 사용하고 있다고 주장했다. 덧붙여서 Horst(2006)는 방산의 방향과 크기가 일으키는 사람에 따라 다름으로 이것은 촉진이 아니라고 한다. 이것은 Horak(1991)이 지적한 내용 즉 정상적인 운동 패턴이 촉진되어도 일상생활과 연결 지어 기능적인 동작으로 전환하기 어렵다는 것과, 신경 생리학적 촉진모델은 환자가 항상 수동적이 된다는 것, 그리고 근골격계와 환경 간에 일어나는 복잡한 상호 관련성을 가져올 수 없다는 주장과 맥을 같이 하고 있다.

신장은 초기 신장(initial stretch)과 근 수축 중 신장으로 구분할 수 있다. 근 수축 중 신장은 근력의 증가와 강화(reinforcement)를 위해 매우 중요하다. 왜냐하면 이미 운동 계획(motor plan)이 진행 중이어서 이차적인 되먹임(feedback)으로서 매우 중요하다. 그러나 초기 신장은 운동 계획이 없는 상황에서는 더욱 더 불리하게 작용된다. 초기 PNF 적용 당시 Knott(1952)가 만났던 대부분의 환자들은 소아마비 환자였을 것으로 추정된다. 척수 신경계에서 단순히 일어나는 단일 연접(mono synaptio) 혹은 건과 인대, 근육에 있는 근방추 혹은 골지기관을 흥분시켜 반사 반응으로 일어나는 운동을 얻고자 할 때는 초기 신장 기법을 적용할 수 있다. 그러나 피질 손상일 때는 전연 운동 계획을 할 수 없는 상태에서의 초기 신장은 과반응성(hyperreflexia)을 일으킬 수 있어서 정상적이고, 기능적인 동작을 기대할 수 없다.

운동 패턴을 이용한 촉진에서는 상지-하지 패턴 때 지절이 너무 길어서 체간에서 보상작용이 일어나 원하지 않는 동작이 일어날 수 있다. 예를 들면 하지 패턴 슬관절을 신전해서 고관절 신전-외전-내회전을 할 때 요추부의 전만이 증가하게 된다. 같은 예로서 상지 패턴에서도 주관절을 굴곡에서 신전으로 신전에서 굴곡 하는 동작과 함께하는 견관절 패턴이 더욱 더 기능적이다.

Ⅲ. 임상적 촉진

Westerholt(2005)는 촉진기전(facilitation mechanism)을 근수축 방향에 대항하여 압력(pressure)을 가할 때 발생하며, 피부 접수기들과 압력에 반응하는 접수기에 자극을 주었을 때 발생된다고 하였다.

Horst(2006)는 일상생활 활동 동작의 촉진은 치료의 주된 목표가 되어야 하고, 이 목표를 달성하기 위해서는 시각적 그리고 청각적 정보뿐만 아니라 사용할 수 있는 모든 정보가 동원되어야 한다고 했다. 따라서 촉진을 얻기 위해서는 스페이셜 셈메이션(spatial summation) 그리고 템포랄 셈메이션(temporal summation)의 원리가 적용되어야 한다. 스페이셜 셈메이션이라함은 시각적·청각적으로 반복되는 정보의 통합을 의미하고, 템포랄 셈메이션이라함은 근 수축에 대항하여 계속적인 저항이 가해졌을 때 얻게 되는 신경원의 증가를 얻게 됨을 의미한다.

치료사는 촉진을 일으켜 수의적 혹은 불수의적 동작(movement)을 만들고, 그것들이 일상생활 동작 즉 기능과 부합되는지, 아닌지를 분석해서 필요한 동작을 선택하여 기능이 되도록 학습해야 된다. 학습을 할 때 치료사는 최소의 보조, 그러나 환자가 목적동작(task)을 완벽하게 할 수 있는 만큼의 보조를 주고 스스로 할 수 있도록 코치(coach)를 해야 된다. 또한 치료사는 환자 스스로가 가장 효율적으로 완전한 목적 동작을 할 수 있는 운동 전략(movement strategies)들을 발달시키도록 도와주는 것이 촉진의 의미이다.

과거의 경련성(spasticity)을 감소시키기 위한 촉진(facilitation)은 수동 운동을 하여 억제(inhibition)를 얻는 것이었다. 이것은 경련성이 감마톤(gamma-tone)이 증가하는 과반응(hyper reflexia)이라 판단했기 때문이다. 그러나 현재 경련성의 정의는 과반응을 동반한 것이 아니며(Dietz, 1991, O'Dwyer et al, 1996), 강화(recruitment) 감소와 근 약화(weakness)를 일으키는 원인이 되는 알파 운동 신경원(alpha-motorneurons)들의 활동이 감소되었고, 상호 신경 지배의 감소가 있어서 개재 뉴런(interneurons)들의 활동이 감소되었으며(Kandel, 2000), 근섬유의 구조 변화가 빠른 연축 섬유가 느린 연축 섬유로 바뀌었다고 정의하고 있다(Hufschmidt, Mauritz, 1985). 따라서 경련성은 근육의 약화, 협응력의 상실, 근육의 스티프니스(stiffness)로 정리할 수 있겠다.

Kandel(2000)등과 Hufschmidt와 Mauritz(1985)의 주장에 따라 Horst(2006)는 경련성을 감소시키는 촉진 방법으로 환자가 적극적으로 참여 하도록 하여 일상생활 활동을 위해 적용 할 수 있는 모든 정보를 이용하고 있다. Horst(2006)의 경련성을 감소시키는 임상적 접근 방법은 첫째, 기능적 수준에서 목표 지향적으로 접근하는 것이다. 즉 약화된 근육과 신체 부분을 강화하기 위해서 강조의 타이밍(timing for emphasis)을 적용하고 대뇌피질의 지도(representation)를 강화하기 위해 율동적 개시(rhythmic initiation), 복제(replication)를 한다. 둘째, 구조적 수준에서 근 섬유의 스티프니스를 감소시키기 위해서 반복적인 원심성 수축을 하도록 한다(Kabat, 1993, Hoessly, 1991). 그리고 근육이 최대로 길어진(lengthened position)상태에서 정적 수축을 하게 한다(Rothwell, 1994).

Horst(2006)가 말하는 기능적 수준은 일상생활 활동으로서 인체의 근위부와 원위부가 조화롭게 이루어진 목적 동작의 수행력 혹은 기능 수행력이다. 따라서 치료 접근은 근위부와 원위부로 나누어서 촉진 하는 것이 아니고 근위부와 원위부를 동시에 촉진하는 것이다. 이것은 Kandel(2000) 등이 주장한 원리에 의한 것으로서, 원위 근육들은 수의적으로 조절되며, 시각적·청각적 정보들은 인지적 정보와 앞먹임(feed forward)을 촉진하여 수의적인 운동을 촉진하며, 근위 근육들은 불수의적으로 조절되며 고유 수용성 접수기에 의해 촉진된다.(그림 1) 따라서 시각·청각적인 정보로 수의적인 촉진을 일으키고 고유 수용기를 자극하는 정보로 불수의적인 촉진을 도모하는 것이다.

Dietz(2006)의 촉진 방법은 PNF의 패턴을 결합시켜서 대단위근육운동에 대해 저항을 주고 인체가 가지고 있는 원래의 반응을 이끌어 내어 정적 수축, 동적 수축을 강화한다. 인간이 원래 가지고 있는 반응을 Dietz(2006)는 "스프린터와 스케이터(sprinter and skater)"로 명명했다. 스프린터와 스케이터를 만들어 정적 수축을 일으킬 때는 안정적 반전(stability

reversal), 율동적 안정화(rhythmic stabilization)로 촉진하고, 동적 수축을 일으킬 때는 주로 등장성 수축의 결합(combination isotonic)을 적용하여 촉진시킨다. 또한 동적 운동을 촉진하기 위해 율동적 개시(rhythmic initiation)를 적용하기도 한다. 스프린터와 스케이터를 적용해서 촉진 할 때는 발바닥을 벽에 대고 촉진을 하며 자세는 앙와위, 측와위, 배와위, 좌위, 반 무릎서기, 서기 등 어떤 자세에서도 적용할 수 있다.

Ⅳ. 촉진의 실제

Horst(2006)의 촉진 방법은 모든 정보를 통합하도록 하고, 앞먹임(feedforward)과 뒤먹임(feedback)의 적용, 스페이셜 셤메이션과 템포랄 셤메이션으로 근의 스티프니스를 감소하고 근력을 강화하기 위해 알파-모토뉴런의 더 많은 활성화, 협응력의 증가, 근육의 원심성 수축력 증가를 도모하는 것이다. 이것은 환자의 자세에 따라서 혹은 기능적 적용 범위에 따라 달라지는데, 예를 들면 체중 이동을 하여 중간 입각기 만들기, 체중 전달기(loading response) 만들기, 불안정한 앉은 자세에서 안정된 앉은 자세로 촉진하기, 계단 오르내리기 촉진하기, 선 자세에서 엎드리기까지 촉진하기, 앙와위에서 서기까지 촉진하기 등을 구체적으로 제시하고 있다. Dietz(2006)의 촉진법은 Horst(2006)와 같이 모든 정보를 통합하여 스케이터와 스프린터 자세에 인체 전체가 정적 수축을 일으키게 한 후 필요한 부위에 저항을 주어서 인간이 원래 가지고 있는 기능적 운동을 촉진 시키고, 일어나는 운동에 대해 정적 수축을 유발시켜 안정성(stability)을 촉진하며, 동적 수축과 동적 운동을 하게 하여 운동성과 근력의 증가를 촉진한다. 적용되는 테크닉은 율동적 개시, 등장성 수축의 결합, 유지-이완, 수축-이완, 반전 기법, 율동적 안정화 등을 이용한다. 스케이터와 스프린터를 이용하여 문제가 있는 부위를 직접 관리 혹은 간접적으로 관리한다. 즉 직접 치료와 간접 치료를 환자의 상태에 따라서 적용할 수 있다.

1. Horst의 중간 입각기 촉진

환자는 평행봉 안이나 밖에서 한발 내민 선 자세이며, 치료사는 환자 앞에서 양손으로 양쪽 골반을 잡는다. 골반을 잡기 전에 배꼽 아래 부위를 탭(tap)하여 횡복근, 복사근, 복직근 등이 확실히 수축하게 한다. 그리고 수동 혹은 능동 보조, 능동 혹은 저항을 주어 체중 전달기로부터 중간 입각기를 만든다. 처음에는 율동적 개시법으로 중간 입각기를 만들고 저항을 주면서 중간 입각기 마지막에서 "힘주고(hold)"라고 구두 명령으로 멈추게 하여 정적 수축이 일어나도록 하여 복제(replication) 기법으로 전환한다. 복제가 잘 되면 주동근이 구심성 수축과 원심성 수축으로 번갈아 일어나게 하는 등장성 수축의 결합(combination of isotonic)을 시도하고, 마지막에는 손을 떼고(hand off) 운동 학습의 마지막 단계 스킬(skill)과 운동 조절의 마지막 단계인 자동화(automation)가 되는지를 확인한다. 이와 같이 하는 동안에 근력의 증가, 협응력의 증가, 원심성 수축력의 증가로 동작(motion)의 조절을 도모한다. 또한 이렇게 함은 뇌가소성을 촉발시켜 확실한 뇌지도를 회복 하거나 재조직(reorganization)을 획득하게 한다.

2. Dietz의 중간 입각기 촉진

스프린터와 스케이터 자세를 적용하여 앙와위, 측와위, 앉은 자세, 반 무릎선 자세, 선 자세 등 모든 자세에서 촉진 할 수 있다. 측와위에서 스프린터의 적용은 위측의 하지를 중간 입각기를 만들기 위해 발로 벽을 짚게 한다. 이 때 슬관절이 완전히 신전되지 않고 약 5° 정도 굴곡 하게 하면 골반은 후방 하강이 된다. 아래쪽 하지는 유각기가 되어, 고관절과 슬관절을 굴곡하고 족관절은 배굴곡, 내전하게 하면 골반은 전방거상이 된다. 위쪽의 상지는 견관절 굴곡-내전-외회전하면 견갑골은 전방거상을 한다. 주관절은 굴곡, 전완은 회외, 손바닥은 편 자세이다. 아래쪽 상지는 신전하여 손바닥으로 치료대면을 누르게 하면 상지가 신전, 외전, 내회전 그리고 견갑골이 후방하강이 된다. 머리는 베개로부터 살짝 들어 측굴곡하고 그 쪽으로 살짝 회전하게 하여 목 패턴을 만든다. 이런 자세가 되면 옆으로 누워서 달리는 자세가 된다. 중간 입각기 다리는 골반

이 후방하강, 고관절은 신전-외전-내회전 패턴이 결합되고 유각기 다리는 골반이 전방 거상, 고관절 굴곡-내전-외회전 패턴이 결합되는 것이다. 위쪽 상지는 견갑골의 전방거상, 견관절 굴곡-내전-외회전 패턴이 결합되고 아래쪽 상지는 견갑골 후방하강, 견관절 신전-외전-내회전 패턴이 결합 된 것이다.

촉진을 유발 시킬 수 있는 변수는 목 패턴과 위쪽 상지와 아래쪽 하지이다. 이 변수에 대해 정적 수축을 촉진 시키거나 동적 수축을 촉진 시킨다. 촉진 시킬 때는 PNF의 기법들, 대표적으로 율동적 개시, 유지-이완, 수축-이완, 반전 기법, 율동적 안정화, 등장성 수축의 결합 등을 적용하여 안정성(stability), 운동성(mobility) 조절 운동(controlled mobility) 등을 얻을 수 있다.

V. 결 론

신경계 손상으로 인한 환자들의 치료 접근이 반사 반응을 이용한 치료법에서 촉진을 이용하여 환자가 가지고 있는 잠재력을 끄집어내는 치료로 발전했다. 촉진치료가 필요한 환자는 정상적인 운동패턴 촉진이 기능적인 동작과 연결의 결여, 신경 생리학적 촉진은 치료사의 손에 의한 수동적이 됨으로 능동 운동의 결여, 근 골격계의 촉진과 환경 간의 상호 관련성의 결여가 있다. 이것을 해결하기 위해서는 시각·청각적인 정보의 통합, 스페이셜 셈메이션, 템포랄 셈메이션을 총동원하여 알파-운동 신경원의 활동성 강화, 개재 뉴런의 활동을 강화, 근 섬유의 구조를 느린 연축 섬유로부터 빠른 연축 섬유로 바꾸어야 한다. 기능적 수준에서 목표 지향적 운동을 촉진해서 근력과 협응력의 향상, 원심성 수축의 조절을 강화해야 되며, 구조적 수준에서 근육의 스티프니스를 감소 시켜 기능적 활동이 훈련되어야 한다. 임상에서의 필요한 촉진 접근을 위해 PNF를 이용한 실제적인 촉진 방법으로 Horst(2006)의 촉진과 Dietz의 스프린터와 스케이터를 이용한 촉진을 제시 하였다.

참 고 문 헌

배성수 등. 신경 물리치료학, 대학서림, 서울, 2000.

이진희. 과제 지향 상지 운동 학습이 뇌졸중 환자의 운동 패턴과 신경 재조직화에 미치는 효과. 대구대학교 대학원, 박사 학위논문. 2002.

Adler S, Beckers D, Buck M. PNF in Practice. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1993.

Dietz Vetal. Reflex activity and muscle tone during elbow movements in patient with spastic paresis. Annal of Neurology. 199:30;767-79.

Dietz B. International PNF Basic Course Book. Gwangjoo, Korea, 2006.

Hallett M. Modulation of motor cortical outputs to the reading hand of Braille readers. Ann Neurol. 1993:34(1);33-7.

Hoessly M. Use of eccentric contraction of muscle to increase range of movement in the upper motor neuron syndrome. Physiotherapy Theory and Practice. 1991:7;91-101,

Horak FB. Assumptions underlying motor control for neurologic rehabilitation.

Horst R. International PNF Basic Course Book. Masan, Korea, 2006.

Horst R. International PNF course book. Seou,l 2006.

Hufschmidt A, Mauritz KH. Chronic transformation of muscle in spasticity: a peripheral contribution to incresed tone. J Neurol Psychiatry. 1985: 48; 676-8.

Kabat H. International Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association, Annual Conference, Vallejo, 1993.

Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of Neural Science 4th ED. New York, Mc-Graw Hill, 2000.

Liepert J, Tegenthoff M, Malin JP. changes of contical motor area size during immobilization. Electroencephalogr Clin FNeurophysiol. 1995:97(6); 382-86.

Lister MJ. Contemporary Management of Motor Control Problems, Proceedings of the ⅡSTEP

Conference; Foundation for Physical Therapy, APTA. 1991.

O'Dwyer J Jetal. Spasticity and muscle contracture following stroke. Brain. 1996:119;1737-49.

Pascual-Leone A, Carmarota A, Wassermann EM et al. Control of Human Voluntary Movement, London; Chapman and Hall, 1994.

Stroemer RP, Kent TA, Hulsebosch LE. Enhanced neocortical neural sprouting, synaptogenesis and behavioral recovery with D-amphetamine therapy after neocortical infarction in rats. Stroke. 1998: 29(11);2381-93.

Taub E, Morris DM. Constraint-induced movement therapy to enhance recovery after stroke. Curr Atheroscler Rep. 2001:3(4);279-86.

Walker-Batson D, Smith P. Curtis S et AL. Amphetamine paired with physical therapy accelerates motor recovery after stroke. Further evidence. Stroke. 1995:26;2254-9.

Westerholt F.: International PNF Basic Course Book. Daejeon, Korea. 2005.

Whitall J, McCombe Wallers, Silver KH et al. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. Stroke. 2000:31(10); 2390-5.