

신경생리학적 운동치료접근의 재조명

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
배 성 수
광주보건대학 물리치료과
권 미 지
안산제1대학 물리치료과
정 형 국

Review of the Neurophysiological Therapeutic Exercise Approach

Bae, Sung-Soo, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University

Kwon, Mi-Ji, P.T., M.S.

Department of Physical Therapy, Kwangju Health College

Chung, Hyung-Kuk, P.T., M.S.

Department of Physical Therapy, Ansan 1 College

<Abstract>

Neurophysiological therapeutic exercise had started 1940-1960 that used for CNS patient's rehabilitation in the world. In America, PNF, Bobath, Brunnstrom technique are reviewed through the NUSTEP and II STEP on 1967. The NUSTEP provide common interest of neurophysiological therapeutic exercise.

The II STEP provide new concept of neurophysiological therapeutic exercise from scholar, professor and clinician. New concept include not only using the reflex but also motor learning, motor control and motor behavior. It is including neurobiologic interaction, biomechanics and motor science. Therefore, neurophysiological therapeutic exercise have to change with the purpose of the therapeutic exercise.

I. 서론

운동치료의 시작은 인류역사와 함께 한다고 할 수 있으며 치료의학의 고문서인 "황제내경"에서 운동치료를 발견할 수 있고, 회랍의 의성이라 부르는 Hippokrates의 기록에서도 운동치료 처방을 하고 있다(구회서 등, 1995). 스웨덴의 Ling(1776-1839)은 체조가 건강에 상당한 영향을 미친다는 것을 강조하고 그의 체조법을 소개

하였다. 근대적인 운동치료의 역사는 1866년 Duchenne가 "운동생리학"이라는 책을 간행한 이래로 Beevor (1854-1908)는 근육의 기능에 따라서 주동근, 길항근, 협동근, 고정근등으로 구분하였으며, Sherrington (1857-1952)은 주동근과 길항근의 상호지배에 대한 원리를 발표하였고, Bowditch (1814-1911) 등은 실무율을 주장하게 되었다. 상기한 원리를 실제에 잘 적용한 학자들 중 직능치료법을 시작한 프랑스의 Bergonic, 유희치료법의 창시자 영국의 Deane, 이완운동의 창시자 미국의

Jacobson 독일의 Schultz, 점진저항운동의 Thomas DeLome, 침상훈련의 Danial Leithauser 등에 의한 고전적 운동치료가 발달되었다(Hirt, 1967, 구회서 외 1995). 소아마비가 창궐할 때 운동치료법을 보급한 수녀이며 간호사였던 Kenny의 방법과 고전적 운동치료는 관절과 근의 해부학적 원리에 근거를 둔 한 관절, 한 운동, 한 근육군만의 운동이었다(Voss 등, 1985).

현대 운동치료학의 방향은 고전적인 원리를 기반으로 하여 신경학적, 신경생리학적 접근방법을 이용한 촉진기법, 혹은 감각통합치료 등의 새로운 방법화 시대를 맞고 있다. 그 원리를 주창한 대표적인 학자들은 신경근 재교육을 발표한 Kabat 와 Knott, 신경생리학적 기전을 이용한 Rood, 인간운동의 기원을 집필한 Fay, 반사자세 원리를 제창한 Bobath 부처 등이다. 이 원리들을 실제 임상에서 적용할 수 있도록 PNF·Bobath·Rood법 등이 고안되었다(구회서 등, 1995).

물리치료가 치료를 시작할 때는 고전적인 운동치료법이든 신경생리학적 접근법이든 관계없이 그 환자 상황에 맞는 그리고 치료시 변화되는 환자의 상태에 대하여 적절한 치료방법이 적용되어야 한다. 불행하게도 현재 우리나라에서는 신경생리학적 치료접근일 때는 의료보험 수가를 차등 지급하고 있어서 비정상적인 치료가 시행된다고 할 수 있다. 환자상태에 맞는 치료를 제공할 때 여러 가지 치료방법이 적용되어야 함으로 단일치료기법만 고집하는 것은 넌센스이다. 또한 신경생리학적 치료 접근이 완벽한 치료 기법이 아니므로 더욱 더 그러하다. 다시 말해서 보험법에 명시된 NDT·Vojta 기법이 운동치료 목적을 모두 다 충족시킬 수 없기 때문이다.

운동치료의 접근 방법은 치료사의 임상적 경험과 이론적인 지식을 통합해서 환자 개인에 맞는 프로그램을 가지고 접근하게 된다. 환자개인에 대한 포괄적인 평가와 진단 그리고 손상, 기능적인 제한, 장애, 치료목표와 획득할 수 있는 기능들을 개발하고 치료하게 된다. 프로그램을 적용하기 전에 치료 전 검사를 하고 치료 후 검사를 하여 기능적 변화를 확인하여야 하며, 변화가 없을 때는 다음 치료시 변화된 치료 레파토리를 적용해야 된다. 변화된 치료 레파토리는 항상 환자치료를 위한 단기목표와 장기 목표내에 있는 것이어야 된다. 그런데도 어떤 특정 치료기법만을 고집하고 보험급을 차등 지급한다는 것은 모순이다. 이 부분은 차후에 논의 될 수 있기를 바란다.

일반적인 운동치료의 목적은 근력의 강화, 지구력과

심혈관 휘트니스(fitness), 운동성과 유연성, 안정성, 이완, 협응, 균형 그리고 기능적인 세기/숙련도(skill)를 개발, 향상, 회복 혹은 유지 뿐만 아니라 기능 이상의 예방도 포함된다. 첫째 근력의 강화는 근육군이 역동적이든 정적이든간에 부가된 요구에 반응하여 작용할 때 최대의 장력과 힘을 만들 수 있는 능력을 말한다(Bandy, Lovelace-Chandler와 McKittrick-Bandy, 1990; Delateur, 1982; Fox와 Matthew, 1981; Hellebrandt와 Houtz, 1956). 근육이 수축하여 근의 장력을 발생시키고 그 근육에 의해 힘이 발생되며, 발생된 힘의 양은 생역학적 요소(Allman, 1978; Glowitzke와 Milner, 1980; Delorme와 Watson, 1951; Lehmkuhl, 1983; Fleck과 Kraemer, 1988; Vogel, 1988). 생리학적 요소와 신경근 요소(Bandy 등, 1990; Ciccone와 Alexander, 1988; Fleck과 Kraemer, 1988) 등에 의해 결정된다. 둘째, 지구력과 심혈관 휘트니스로써 지구력은 근육이 반복적으로 수축하여 장력의 발생과 유지를 하며, 피로에 저항할 수 있는 능력이다(Ciccone와 Alexander, 1988; Delateur, 1982; Fox와 Matthews, 1981). 전신지구력은 장시간에 걸쳐 보행, 조깅, 등산과 같은 작은 강도의 운동을 지속적으로 할 수 있는 능력을 말하며, 사람의 심폐휘트니스를 강화시키기 위해 소위 유산소운동으로 부르는 지구력운동이나 컨디셔닝운동이 포함된다(Fox와 Matthews, 1981; Irwin, 1985). 셋째, 운동성과 유연성은 근력과 지구력, 수축성 및 비수축성 연부조직과 관절의 가동성이 정상적인 기능운동을 수행할 수 있는 필수적인 능력이다. 넷째, 안정성이 부가된 기능적인 운동과 활동을 위한 안정한 토대를 제공할 수 있는 신경, 근육계의 공동적인 협응을 의미한다(O'sullivan, 1994; Prentice, 1990). 다섯째 이완은 긴장을 감소시키려는 의식적인 노력이다. 팔거근의 능동적인 수축 이후에는 반사이완이 일어난다. 근수축이 강할수록 후속적인 이완도 크다(Glowitzke와 Milner, 1980; Kottke, 1982). 여섯째, 협응, 균형 및 기능적인 세기는 서로 상관관계에 있으며 복잡하게 얽혀 있다. 협응이란 운동의 적절한 연속성과 강도로 제시간에 올바른 근육을 이용할 수 있는 능력이며, 균형이란 똑바른 자세를 취하여 그 기저면 위에 중력중심을 유지하는 능력이다(Carr 등, 1987; O'sullivan, 1994; Voss 등, 1985; Umphried, 1985). 따라서 환자 치료시에는 상기의 목적을 충족시킬 수 있는 치료기법을 동원하여 치료하게 됨으로 폭넓은 치료기법의 적용이 필요하다 하겠다.

II. 신경생리학적 운동치료

1. NUSTEP과 II STEP

NUSTEP(Northwestern University Special Therapeutic Exercise Project)은 1966년 7월 25일부터 8월 19일까지 약 4주 동안 미국 국내학자, 44개의 대학으로부터 114명 교수, 캐나다의 학자 8명이 참가한 운동치료를 위한 집중적인 작업이었다. 이것은 고전적인 운동치료와 신경생리학적 운동치료를 분석하고 미래에 물리치료를 배우고 연구 할 학생들을 위한 것이었으며, 또한 운동치료의 지평을 넓히기 위한 것이었다(Wood 등, 1967).

NUSTEP에서의 목적은 첫째, 운동치료의 전체 개념을 통일하고 이론적인 것을 재조명하였으며, 운동치료의 이용은 정상운동행동(normal motor behavior)의 이해가 필수적이며 운동치료는 운동학습과 불가분의 관계를 가지고 있다는 것을 탐구하는 것이었다. 둘째, 많은 운동치료 접근 기법들 Bobath(Semans, 1967), Brunnstrom(Perry, 1967), Fay치료법(Page, 1967), PNF(Voss, 1967), Rood 치료법(Stockmeyer, 1967) 등을 분석하고 정상인과 장애인에 적용하여 그 영향을 결정하는 것이었다. 셋째, 여러 가지 치료접근 중 일반적인 것을 결정하고 대학 교육과정에 적용하는 것이었다. NUSTEP의 책임연구자인 Wood(1967)는 말하기를 이 연구의 결과가 현시점에서 물리치료에 긍정적이고 점진적인 발전을 가져다줄 것이며 다음세대의 물리치료사의 능력과 전문적인 성장의 계기를 제공하게 될 것이라고 했다.

Bouman(1967)은 해부학적이고 구조적인것을 기초로 한 고전적 운동치료방법으로부터 기능적이고 생리학적인 것을 기초로 한 신경생리학적 방법에서의 발상을 전환하고, 고전적 운동치료와 신경생리학적 운동치료접근을 서로 새로운 것으로 통합할 수 있는지, 어떻게 할 수 있을 것인지를 강조했다. NUSTEP이후 미국에는 교수들이 함께 모여 다양한 신경생리학적 치료접근법을 일반화하여 발표하게 되었으므로, 서로의 방법중 필요한 것은 채택하고 불필요한 것은 버림으로 각각의 방법을 구분하는 것 보다는 서로 통합하여 교육하고, 임상에서 적용하고 있다고 생각된다. VanSan(1991)는 II STEP에서 말하기를 NUSTEP이 지난 25년동안 좋은 교과서로 사용되었으며 자신은 그 교과서로부터 큰 이익을 얻은 세대라고 했다.

II STEP(Special Therapeutic Exercise Project)은 1990년 7월 6일부터 13일까지 Oklahoma University에서 미국과 캐나다에서 온 420명의 물리치료사들이 참가하였다. 주최는 미국물리치료사협회내의 Neurology Section and Section on Pediatrics에서 하였다.

II STEP의 목적은 NUSTEP에서 제기된 원리와 기법으로부터 발생한 새로운 원리와 지식을 가져오기 위한 것이었다. II STEP의 구체적인 목적은 첫째, 치료원리의 기준과 치료원리가 임상 실제에 미치는 영향을 논의하고 둘째, 운동학습, 운동행동, 운동발달, 운동조절을 구분하는 것이었다. 즉, 신경생리학적 접근에서 반사반응이 주가 된 것이라고 할 때 II STEP은 신경생리학적 접근은 물론이려니와 반사반응 이외의 기능 발달을 위한 입체적인 접근이라고 생각된다.

NUSTEP에서는 많은 치료법들 중에서 공통분모를 찾아내는 것이라고 할 수 있으며, II STEP은 NUSTEP과 유사성을 갖고 있으면서, 운동발달, 운동행동, 운동학습과 운동조절, 생리학, 신경생물학적 상호작용이 포함하여 제시하였으며, 앞으로 이것이 물리치료 전문직의 초점이 될 것임을 강조하고 있다(Spake, 1990).

2. 신경생리학적 운동치료

미국의 흐름은 NUSTEP과 II STEP을 1966년과 1990년에 대회를 개최하여 NUSTEP은 참가자 대부분이 교육자들이었으며 이들은 신경물리치료접근의 공통분모를 찾아서 가르치는 교수와 배우는 학생들에 좋은 교육 자료를 제공하였고, II STEP은 임상가, 교육자, 실험연구자가 함께 모여 NUSTEP의 공통분모를 재조명하고 운동 조절이라는 새로운 이론을 제시하였다고 할 수 있다. 그 후 Hedman 등(1996)등은 자신들의 보고서에서 운동조절은 신경생리학적 운동치료 접근이 가지지 못한 신경근육계의 문제점의 해결 혹은 성취하고자 하는 운동목표를 달성하기 위한 신경생물학적 상호작용, 생역학과 행동과학 등의 원리가 통합된 접근으로 정리를 했다.

따라서 신경생리학적 운동치료접근을 이용하여 기능 향상을 위한 접근은 반사반응, 생리학, 행동과학, 신경생물학적 상호작용, 환경 등 필요한 모든 것이 포함되어져야 한다. 표1은 각 각 치료기법이 가지고 있는 원리를 운동치료 목적에 필요한 기준별로 각각의 기법이 가지고 있는 강점만을 표기한 것이다.

Table 1. Summary and compare of neurophysiological therapeutic exercise

Analysis	Treatment	PNF	NDT	Vojta	Rood	Brunstrom	Doman	Sensory integration
Reflex integration		○	○	○	○	○	○	
Development of muscle tone		○	○				○	
Develop of motor control		○	○	○	○	○	○	
Progression of posture		○	○	○			○	
Sensory integration		○			○		○	○
Strengthening		○					○	
Endurance		○					○	
Coordination		○	○			○	○	
Biomechanic		○						
Cognitive		○					○	
Motor learning & behaviour		○						
Motor pattern		○	○			○	○	
Environmental adaptation		○						

Ⅲ. 신경생리학적 운동치료 접근의 응용과 변화

신경생리학적 운동치료접근이 서론에서 제기한 일반적인 운동치료의 목적을 달성하기 위해서는 다양하고 입체적인 접근이 제시되어야 한다. 표 1에서 분석한 바와 같이 각각의 치료접근 중 PNF를 제외하고 운동치료 목적을 달성하기 위해서는 한정된 범위를 가지고 있다. 따라서 각각의 기법은 서로서로 보완적 위치에서 취사 선택할 수 밖에 없다. Hink(1993)는 1993년 여름 영국에서 개최된 WCPT에서 초청강연을 하고 돌아온 후 말하기를 초기 신경생리학적 치료접근의 특색은 없어지고, 발전형태가 정상각형처럼 시작은 넓게 출발했으나, 현재는 삼각형 꼭지점처럼 모두 한 곳에 모인 것 같다고 했다. 표 1에서는 PNF의 치료접근에는 기본요소가 모두 포함되어 있음을 나타내고 있는데, 이것은 다른 신경생리학적 치료기법에서의 변화가 필요함을 나타낸다고 할 수 있다.

PNF의 임상 구성요소는 Hedman, Rogers, Hanke (1996)이 제시한 신경치료학(neurotherapeutics)을 위한 운동조절 모델과 흡사하며, PNF의 관점이 운동조절 모델보다 앞선 것으로 보아 운동조절 모델이라는 용어로 재포장된 것으로 생각된다. 신경생리학적 운동치료접근의 응용과 변화의 방향은 첫째, 환자가 가지고 있는 기능적 문제는 무엇인가? 둘째, 연속적인 운동체계를 간섭하는 문제는

점은 어디에 있는가? 셋째, 문제의 근원적 요소는 어디에 있는가? 넷째, 문제를 어떻게 해결할 것인가? 이다.

1. 문제가 무엇인가를 발견한다.

환자가 느끼는 증상과 치료가 검사과정을 통해서 임상적으로 운동구성 요소의 결여가 어디에 와 연결되었는가를 찾는다. 임상적으로 운동구성요소에 포함되어야 하는 것은 Fig 1과 같다.

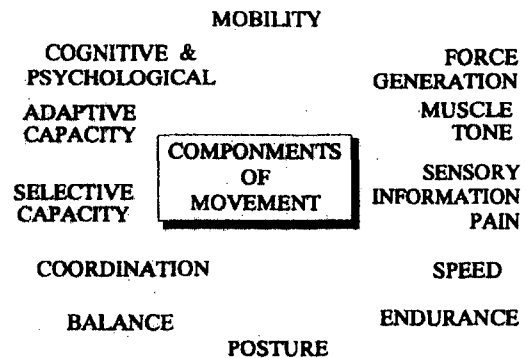


Fig 1. Clinical components of movement

요소들은 첫째, 각도계를 사용해서 능동적, 수동적으로 평가된 관절가동범위, 둘째, 하고자 하는 운동목표를 달성할 수 있는 능동적 근수축력의 생산능력, 셋째, 통증이나 정형외과적인 퇴행성의 상태에 의한 영향이 작용되지 않은 근육장력, 넷째, 시각과 청각을 포함한 인체위치

의 인지, 가벼운 접촉과 압력, 통증을 구별할 수 있는 능력, 다섯째, 인체분절과 지체의 운동속도, 여섯째, 지구력 즉, 주어진 운동목표를 달성하기 위한 근육활동 레벨의 유지능력, 일곱째, 정적, 역동적 상황에서 인체분절의 방향성 즉 자세, 여덟째, 기저면내에서 인체중심의 유지 즉 균형, 아홉째, 협응능력, 열번째, 운동수행의 변화를 선택할 수 있는 능력, 열한번째, 환경과 조건의 변화에 상응하는 운동능력, 열두번째, 인지 및 심리학적 요소이다.

2. 연속적인 운동체계(movement continuum)를 간섭하는 문제점은 어디에 있는가?

연속적인 운동체계는 중추신경계의 일차적인 조직 및 통합에서부터 마지막 운동이 수행되기 까지이다. 연속적인 운동체계를 상호작용하는 여섯단계로 분해할 수 있다 (Fig 2).

첫째 단계, 환자 개인의 신경근육계의 상태와 운동하기 전 환경조건, 즉 자세, 환경과 상호작용할 수 있는 인지력, 환경적 전후 관계가 포함되는 최초상태, 둘째 단계, 중추신경계가 통합하는 준비시간 즉, 자극의 인지와 구별, 반응의 결정과 선택, 반응의 계획, 셋째 단계, 최초 운동을 위한 요소, 방향, 시간 그리고 운동의 원활성; 넷째 단계, 실제적인 운동집행 즉 방향, 크기, 속도, 운동의 원활성, 다섯째 단계, 운동이 끝났을 때는 정확성, 시간, 안정성 요소가 포함되어야 하고 여섯째 단계, 운동목표 달성여부이다.

3. 문제점의 근원적 요소는 어디에 있는가?

신경생리학적 운동치료접근의 변화 방향 중 운동조절 모델의 가장 중요한 측면은 세가지 기본적인 요소에 대한 지식을 요구하고 있다. 첫째, 운동기능에 참여하는 신경생물학적 구조, 통로와 과정, 둘째, 근육, 관절, 연부조직의 특성과 구조, 운동조절에 작용되는 물리적 법칙 즉 신경근육계와 생역학적인 지식, 셋째, 운동의 문제점 혹은 목적운동을 달성하기 위한 운동수행 뿐만 아니라 인지, 동기부여, 지각 등을 포함하는 행동과학지식이다. 이 세가지 요소가 적절한 상호작용이 될 때 운동의 문제점 해결 혹은 목적하는 동작을 성취할 수 있다. 운동의 문제는 세가지 요소 중 하나 이상의 결핍 혹은 결여로 나타난다.

4. 문제를 어떻게 치료할 것인가?

최종적으로 이 과정은 확인된 문제점을 어떻게 치료할 것인가이다. 이 과정은 임상적 운동구성요소와 운동의 단계로부터 운동장애의 원인을 파악하고 운동장애를 일으키는 원인을 해결할 수 있는 방안을 알게 한다. 즉 치료는 제시된 원인을 해결하는 것이고 치료의 효과는 장기, 단기 목표를 위한 평가 및 진단에서 확인 할 수 있다.

신경생리학적 운동치료접근은 어떤 기법을 이용하더라도 서론에서 제시된 운동치료의 목적을 달성할 수 있는 통합된 접근, 그리고 기능을 생각하고 기능을 향상시키는 접근으로 변화되어야 한다.

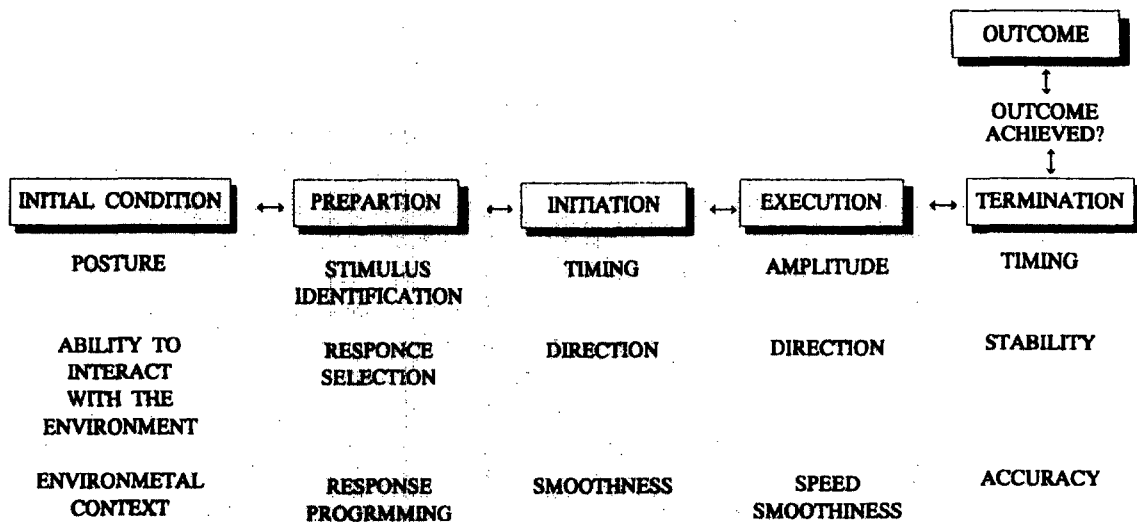


Fig 2. Stage of movement and associated parameters

IV. 결 론

신경생리학적 운동치료접근은 1940-1960년대 시작되어 CNS환자 치료에 폭 넓게 이용되고 있다. 미국은 NUSTEP과 II STEP을 통하여 PNF, Bobath, Rood, Brunnstrom 등의 치료접근을 가다듬었다. 교육자들이 모여 NUSTEP을 통하여 신경생리학적 운동치료접근에 대한 공통분모를 찾아서 학생들과 교수들에게 신경물리치료학에 대한 체계를 제시했다. 25년 후인 1990년에는 II STEP을 통하여 학자, 교수, 임상가들이 함께 모여 신경생리학적 운동치료접근의 기본적인 이론을 바탕으로 새롭게 정리하였다. II STEP에서는 새롭게 정리된 내용은 종전의 반사반응을 이용한 치료방법 뿐만 아니라 운동학습, 운동조절, 운동행동 즉 신경생물학적 상호작용, 생리학, 행동과학 등의 원리를 제안하고 운동조절 모델을 제시했다. 그러나 운동조절모델은 이론적인 근거일 뿐이며 그것을 임상에 적용시킬때는 타치료법의 임상접근을 이용하게 된다. 운동조절이든 PNF의 다양성을 이용하든 무엇보다도 중요한 것은 서론에서 언급된 운동치료의 목적에 맞는 치료접근으로 변화되어야 한다.

<참 고 문 헌>

구회서(외 12인) : 운동치료학, 대학서림, 1995.

Allman FL : Exercise in sports medicine. in Basmasian, JV(ed) : Therapeutic Exercise, ed 3. Williams & Wilkins, Baltimore, 1978.

Ann FA : Contemporary manage of motor control problemes : Proccedings of the II STEP Conference, Foundatin for Physical Therapy APTA's, Neurology Section and Section on Pediaties : 1-2, 1991.

Bandy WD Lovelace-chandler V. McKitrick-Bandy B : Adaptation of skeletal muscle to resistance training. Journal of Orthopaedio and Sport Physical Therapy 12 : 248-255 1999.

Bouman HD : Delineating the Dilemma, American Journal of Physical Medicine , vol 46. No.1. Williams and Wilkins, 1967.

Ciccone CD, Alexander J : Physiology and therapeutics of exercise. In Goodgold, J(ed) : Rehabilitation Medicine, CV Mosby, St Louis, 1988.

Delateur BJ : Therapeutic exercise to develop strength and endwranche In Kottko, FJ. Stillwell, Gk, and Lehmann, JF(eds) : Kusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation, ed3. WB Saunders. Philadelphia , 1982.

Delorme TL, Watson AL : Progressive Resistance Exercise. Appleton-Century, New York, 1951.

Fleck SJ, Kraemer WJ : Resistance tranning : Physiological response and adaptation(part 2 of 4). The Physician and Sportsmedicine 16 : 108-124, 1988.

Fox E. Mattherus D : Physiological Basic of Physical Education and Athletics . ed. 3. Saunders Collage Publishing, phyladelphia, 1981.

Glowitzke BA, Milner M : Understanding the Sientifie Basis of Human Movment , ed 2. Willims & Wilkins, Baltimore, 1980.

Hedman LD, Rogers MW, Hanke TA : Neurologic Professional Education : Linking the Fundation Science of Motor Control with Physical Therapy Intervention for Movement Dysfunction, Neurology Report, Journal of American Physical Therapy Association. 20, 1996.

Hellebrandt RA, Houtz SJ : Mechanims of muscle training in man : Expeiment demonstration of the overload principle. Phys Ther Rev 36 : 731, 1956.

Hink M : 캘리포니아 PNF센터연수 노트, 미국, 1993.

Hirt S : Historical Bases for Therapeutic Exercise, American Journal of Physical Medicine. Williams & Wilkins 46, 1967.

Kottke FJ : Therapeutic Exercise to develop neuromuscular coordination, In kottke, FJ, Stiwell, GK, Lehman, JF(eds) : Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation : ed 3. WB Saunders. 1982.

Nood EC, Voss DE, Bouman HD : Introduction : American Journal of Physical Medicine Williams and Wilkins 46, 1967.

O'Sullivan S : Motor control assessment. in O'Sullivan, Sand Schmitz, TJ : Physical Rehabilitation : Assessment and Treatment, ed 3. FA Davis. Philadelphia, 1994.

Page D : Neuromuscular Reflex Therapy, As An Approach to Patient Care, American Journal of Physical Medicine, Williams and Wilkins, 46 : 816-

- 835, 1967.
- Perry CE : Principles and Techniques of the Brunnstrom Approach to the Treatment of Hemiplegia, American Journal of Physical Medicine, Williams and Wilkins, 46 : 789-812, 1967.
- Prentice WE : Rehabilitation Technique in Sports Medicine, Timeo Mirror/Mosby, St Louis, 1990.
- Sernans S : The Bobath Concept in Treatment of Neurological Disorders, American Journal of Physical Medicine, Williams and Wilkins, 46 : 73-785, 1967.
- Spake E : Opening Remarko : From Past to Present, Contemporary Margement of Motor Control, Foundation for Physical Therapy, APTA'S Neurology Section and Section on Pediatrics, 1991
- Stockmeyer SA : An Interpretation of the Approach of Rood to the Treatment of Neuromuscular Dysfunction, American Journal of Physical Medicine, Williams & Wilkines, 46 : 900-956, 1967.
- Umphried, DA : Neurological Rehabilitation, CV Mosby, 1985.
- Vogel JA : Introduction to the Symposium : Physiological responses and adantations to resistance exercise Med Si Sports Exerc (Supple)20 : 131-134, 1988.
- Voss DE, Ionta MK, Myers BJ : Prioceptive neuromusclar facilitation, 3rd ed. Harper & Row, 1985.
- Voss DE : Proprioceptive Neuromuscular Facilitation American Journal of Physical Medicine , Williams & Wilkins, 46 : 838-898, 1967.
- Wood EC. : The Object of the Project : American Journal of Physical Medicine. Williams & Wilkins, 46, 1967.