

저항운동치료 처방에 관한 연구

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

배 성 수

대구보건학교 물리치료실

김 태 숙

박정형외과 물리치료실

김 은 주

A Study of Resistive Therapeutic Exercise Prescription

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

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

Kim, Tae-Sook, P.T., M.S.

Taegu Bogun School for the Physically Handicapped

Kim, On-Ju, P.T.

Park's Orthopedic Clinic, Physical Therapy Room

<Abstract>

Resistive therapeutic exercise prescription goal is to improve functional performance and capabilities through the development of increased muscular strength endurance or power. Resistance can be applied to either dynamic or static muscle contractions. Resistive therapeutic exercise can be carried out concentrically, eccentrically, isometrically, isokinetically.

Neurodevelopmental treatment has not resistive therapeutic exercise concept. But proprioceptive neuromuscular facilitate techniques have resistive therapeutic exercise concept with patterns and techniques. It is aid muscle contraction, motor control and increase strength. Manual muscle testing will help the therapist establish a qualitative and quantitative baseline level of strength. Manual resistance maybe applied a against controlled lengthening contraction to static contraction of a muscle.

A repetition maximum is not easy to calculate and is not the most accurate method available today to measure strength before of after a resistive therapeutic exercise program. Oddvar Holten Diagram is easy to calculate and is the most accurate method available today to measure strength before of after a resistive therapeutic exercise program.

Plyometric training emphasize the development of muscular power and coordination. Quick bursts of force in functional movement patterns are often necessary of a patient is to return to high-demand occupational, recreational or sports related activities.

I. 서론

운동치료에 있어서 가장 기본적인 것 중의 하나는 인체기능 상실을 최소화하고 잔존능력을 극대화하는 것이며, 이것은 개인의 일상생활과 관련이 있으며 직업재활과도 직결된다. 기능상실을 회복하고 잔존능력을 최대한으로 개선시키는 접근은 여러 가지 방법이 있는데 그 중에서도 운동치료훈련이 절대적이다. 환자의 능력에 맞게 수동운동치료, 능동운동치료, 저항운동치료순으로 혹은 복합적으로 기능회복을 위해 접근한다(Kisner, Colby, 1996; 배성수, 김태윤 등, 1991; 1993; 1995). 신경생리학적 운동치료접근인 고유수용성 신경근 촉진법(PNF), 신경 발달치료법(NDT) 등도 이용된다(김상수 등, 1995; 이재학, 1987; Adler, Beckers, Buck, 1993; 배성수, 1993; 1995; 1998).

저항운동치료에는 고전적인 관절가동범위운동과 신경생리학적 운동치료접근 모두가 필요하며, 이것을 이용할 때는 저항을 부여한 접근이 절대적으로 필요하다. 운동시 저항이 부과됨으로 근생리학적 작용으로 근수축시 근섬유가 끊겨져서 근력이 증가하게 되며, 근력의 증가에 따라 저항을 변화시킴으로 근력은 더 증가한다. (Bandy et al, 1990. Ciccone, Alexander, 1988. Fleck, Kraemer 1988, Lehmkuhl, Smith, Weiss, 1996. Pardy, 1993. 배성수 1995. 이재학 1987. 민경옥 1987)

근의 수축형태는 등척성수축, 구심성수축, 원심성수축이 있으며 각각의 형태는 근장력발생이 다르며 근력을 증가시키는 순서는 원심성수축, 등척성수축, 구심성수축 순이다.(배성수, 1995. 김태윤 등 1991. Kisner & Colby, 1996) 골격근이 중력이나 저항에 대항하여 수축할 때 개개의 운동단위는 모두가 근수축에 참여할수도 있고 모든 운동단위가 동원되지 않을때도 있다. 따라서 저항의 양을 점점 더 크게 증가할 때 운동단위의 증가도 일어나, 수축의 크기가 증가하게 되고 근력이 강화된다. 이 원리에 기초를 둔 점진저항운동이 DeLorme과 Watkins (1945)에 의해 처음 개발되었다. 저항을 부여하는 방법중 기계에 의한 방법은 등속성운동 예컨대 Cybex II*, KIN/CON, Brodex, Lido, Merac, Orthotron II, Upper Body Exercise 등에 의한 것인데(Kisner, Colby, 1996) 저항의 양이 시각적, 청각적으로 컴퓨터화된 저항운동치료가 있으며 이것은 Hislope과 Perrine(1967)에 의해 소개되었으며 Albert(1991), Prentice(1990), Jenkins, et al(1984).

Jenson, DiFabio(1989) 등에 의해 증명되고 있다.

기능적인 활동, 운동속도, 운동강도가 결합된 저항운동치료 접근으로써 신장-단축기법(stretch-shortening drills) 또는 플라이오메트릭 훈련(plyometric training)이 있다(Kisber, Colby, 1996. McArdle, et al, 1991. 최병옥, 1997). 이것은 치료의 가장 마지막 단계에서 높은 부하의 충격과 폭발적인 힘을 견딜수 있을 때 시도된다.

질병, 패용(disuse), 고정 등으로 인해서 근력의 약화를 초래하게 되는데(Muller, 1970. Vallbona, 1982) 특히 Muller(1970)는 연구보고서를 통해서 근육활동을 완전히 잃었을때는 근력의 강도가 하루에 약 7.5%씩 감소된다고 보고하였다. 질병과 손상등으로 발생된 근력의 손실은 운동치료 프로그램의 저항운동치료로 근력을 강화하게 된다.

저항운동치료시 저항의 양을 너무 빨리 증가하면 과대하중이 되고 이것은 수축을 방해하고 근육을 손상할 가능성이 있다. 과소하중은 근력을 증가시키는 것 보다 폐용을 예방하는데 충분하다.(배성수, 1995) 따라서 치료를 위한 적절한 저항의 양이 필요하고 저항의 양을 결정하기 위해서는 질병과 손상의 형태, 환자의 근력, 손상후 치유단계 등이 중요한 요소가 된다.(Kisber, Colby, 1996)

저항을 제공하는 방법은 지절자체의 무게, 중력, 치료사의 도수저항, 추, 스프링, 기계적저항 등을 사용하게 된다.(배성수, 1995. Kisber, Colby 1996) 상기와 같은 요소를 적용하더라도 생역학적 요소인 지렛대의 원리, 근수축방법, 수축시 관절각도, 관절면의 운동, 운동분절의 운동방향, 가속도, 관절의 구조와 연부조직 관계 등과도 관련이 있다. (배성수 1995,1993. Norkin, CC, Levangie, PK, 1992)

본연구의 목적은 저항운동치료의 접근방법, 저항운동치료 처방과 저항의 양 결정과 저항의 적용 등을 문헌적으로 연구하고자 한다.

II. 저항운동치료

1. 고전적 저항 운동치료

저항운동치료는 근육이 손이나 기계적인 외력에 대항하여 능동적으로 동적 혹은 정적인 수축을 일으키는 운동치료의 한 형태이다.(배성수, 1995. 이재학 1987. Bandy, 1990) 도수에 의해 제공되는 저항은 치료사나 다

큰 보건 전문가에 의해서 제공될 수 있으며 그렇게 큰 저항이 필요하지 않을 때 유용하고 근력에 따라 가동범위 운동중에서 저항의 양을 조절할 수 있는 큰 장점이 있다. 그러나 저항의 양을 정량적으로 측정할 수 없는 단점이 있다. 기계적인 저항은 기구나 기계적인 장치를 통해 제공되며 손으로 제공하는 저항의 양보다 큰 저항을 제공할 때 유용하며, 저항의 양이 정량적으로 측정할 수 있는 큰 장점이 있다. 그러나 가동범위 운동중 똑같은 저항의 양이 작용하게 됨으로 생역학적으로 불이익을 줄 수도 있다.

저항으로 적용된 힘은 근력에 대항하게 되어 토오르크를 생산하는데 토오르크(T)는 거리(d) × 힘(f)으로 계산될 수 있다. 이때 거리는 저항이 작용하는 점에서 관절축까지 거리로 나타낼 수 있다. 따라서 치료사는 저항을 주는 지점이 관절축으로부터 최대한 멀어짐으로 주어지는 저항의 양은 최소가 되며 기계적인 저항을 줄때도 같은 원리가 작용된다.

손으로 제공되는 저항은 해부학적 관절형태에 따른 운동 축 관절의 굴곡, 신전, 외전, 내전, 내회전, 외회전 등에 대해 제공할 수 있으며, 고유수용성 신경근촉진법의 운동패턴에 의해 즉 여러 관절 여러 근육군에 대해 동시에 저항을 줄 수도 있다.(Adler, Beckers, Buck 1993. 배성수 1995. Kisner, Colby 1996)

기계적인 저항운동 치료는 해부학적 관절 형태에 따른 한관절 한 근육군을 위해 적용된다. 저항운동치료중 점진적인 저항운동치료가(Zinowiewf, 1951. Knight, 1979, 1985. DeLorme, Watkins, 1951. Sanders, 1990) 대표적인 예가되며 활차를 이용한 고유수용성 신경근 촉진법의 운동패턴을 시도할 때는 다관절 다 근육군에 대한 저항운동이 된다(Sullivan, Markos, 1995) 등속성 운동일때는 운동의 속도, 저항의 양을 정량적으로 할 수 있다.(Davies, 1985. Prentice, 1990. Albert, 1991. Jenson, DiFabio, 1989)

2. 신경생리학적 저항운동

신경생리학적 접근 치료방법은 시각, 청각, 촉각, 견인, 압축, 자세, 체중부하 등을 제공하여 반사, 반응을 이용한 치료접근이다.(Bobath, 1971. Adler, Beckers, Buck, 1993. Sullivan, Markos, 1995. 배성수, 1993) 신경생리학적 접근 치료법은 여러 가지 방법이 있는데 신경발달치료와 고유수용성 신경근 촉진법이 대표적이라

할 수 있다.

가. 신경발달치료의 저항운동치료

NDT는 근본적으로 저항운동치료라는 개념이 없으며, 치료 접근방법은 첫째, 긴장을 정상화 시키고 둘째, 원시적 혹은 비정상적인 반사패턴을 억제, 셋째, 자동반응과 그에 따른 정상적인 운동패턴을 촉진시키는 것이다. 따라서 이 원리에 의해 정상운동패턴이 능동적으로 일어남으로 근력의 유지 및 발달 시킬 수 있다. 저항운동치료의 개념으로 이해하려고 하면 치료기법의 한 예로서 근력이 약한쪽으로 체중을 부하시켰을 때 공동수축이 일어남으로 저항운동치료의 예가 된다. 보호신전반사(protective reaction)을 이용하여 치료할때도 체중이 부하된 지점에 공동수축(co-contraction)을 일으킴으로 저항치료를 할 수 있다. 그러나 Hedman, Rogers, Hanke(1996)등은 신경발달치료에는 근육활력계의 역동성, 생역학, 운동행동등이 결여되어 있어서 역동적 근력의 발달은 할 수 없으며 이것을 보완하기 위해 운동조절 프로그램이 개발되었다고 했다.

나. 고유수용성 신경근 촉진법의 저항운동치료

PNF는 저항을 부과하는 방법이 매우 다양하게 나타난다. 초기 PNF에서는 최대저항(maximal resistance)이라는 용어를 사용했는데(Knott, Voss, 1968) 최근에 와서 적절한 저항(appropriate resistance)이라는 용어를 사용하고 있다.(Adler, Beckers, Buck, 1993) 최대저항이라는 개념으로 환자에게 접근할 때 환자의 운동을 저지하게되는 상태가 일어날 수 있고, 반사반응으로 일어나는 근수축과 운동패턴에 대한 저항으로써는 개념적으로 적절하지 못함으로 최근에 와서는 적절한 저항이라는 개념으로 바뀌었다.

PNF에서의 저항은 사지, 두부, 체간 패턴운동시 직접적으로 저항을 부과할 수 있으며, PNF의 운동촉진 기법 중 견인, 압축은 그 자체가 운동유발을 촉진하면서 저항으로 적용된다. 느린반전, 율동적인 안정화, 반복수축, 수축이완, 유지이완, 율동적 개시, 등장성 수축의 결합 등의 기법도 근육을 원심성 수축, 구심성 수축, 등척성 수축을 일으키는 저항을 제공하게 되며 이 기법들이 운동패턴과 연계되어 다양한 저항 운동치료를 하게 된다.

PNF의 저항의 개념은 근수축을 유발시켜 근력을 강화할 뿐만 아니라 운동의 방향, 크기, 속도를 가이드하고 운

동의 협응성과 운동의 부드러움을 연출시킨다. 저항은 체위를 안정시키게 되며, 촉진기법으로 근육이 수축하며 운동을 일으키는 근육의 길항근을 최대한 이완시키게 되어 다음 수축시 최대의 기능을 발휘하게 한다.

Ⅲ. 저항운동치료의 처방과 저항의 양 결정

1. 저항운동치료의 처방

도수저항운동치료를 할 때 가장 일반적인 처방은 도수 근력검사(Daniels, Williams, Worthin-gham, 1964. Kendall, Kendall McCreary, Provance, 1993)로 저항의 양을 결정하게 되는데 운동을 하는 지점(segment)이 중력을 이기고 완전한 관절가동범위를 운동할 수 있고, 약간의 저항을 주었을때와 좀 강한 저항을 주었을때도 완전한 관절가동범위 운동이 가능할 때 저항운동치료를 처방할 수 있다.(배성수 1995. 김태원 1991. Kisner, Colby 1996)

기계적인 저항운동치료는 치료사가 도수적으로 적용할 수 있는 저항의 양보다 더 큰 저항을 필요할 때 유용하다. 기계적인 저항운동치료 장비는 환자보다도 전문적인 운동선수들의 체력관리 또는 그들의 경미한 손상을 치료한 후 고강도의 노력과 상대적으로 빠른 속도에서 저항의 최대양에 대하여 안전하게 운동할 수 있으므로 근력을 강화하는데 위주로 적용된다. 장시간 동안에 작은 저항의 강도로 운동을 반복할 수 있는 능력 즉 지구력을 증가시킬때도 처방된다. 근력을 증가시키도록 고안된 대부분의 운동프로그램에서는 근 지구력이 증가된다.(Bandy 등, 1990. Fleck, Kraemer 1988. Pardy 1993)

2. 저항양의 결정

동속성 저항 운동치료시는 컴퓨터화된 장치임으로 운동의 속도를 일정하게 해놓고 저항의 양은 컴퓨터로 조정하게 되어 있어 저항의 양은 근력에 맞게 결정됨으로 조절성 저항운동(accommodating resistance exercise)이라고 한다.(Kisner, Colby 1996)

도수저항의 양은 치료사가 접촉한 환자의 지점로부터 수축의 크기가 전달되어짐으로 쉽게 가감할 수 있다. 또한 환자의 표정과 행위에 의해서도 저항의 양이 큰 것인

지 작은 것인지를 읽을 수 있어서 가동범위내에서 최대의 근장력을 발생시킬 수 있다.(Fox, 1981. Prentice 1990. Sander, 1990) 따라서 도수저항의 양은 환자 근장력에 맞게 가장 정확하게 제공될 수 있다.

점진저항운동치료를 위한 저항의 양을 DeLorme과 Watkins(1951), Zinowieff(1951)는 1번 들어올릴 수 있는 최대의 무게를 최대저항(resistance maximum, RM)이라고 하고 이것을 1RM으로 했으며 휴식없이 평균속도로 정확하게 10번 들어올릴 수 있는 최대의 무게를 10최대반복(10 repetition maximum, 10RM)이라고 정했다. 이것을 10RM이라고 DeLorme, Watkins(1951)은 저항의 양을 10RM의 1/2의 무게로 10회 운동, 10RM의 3/4의 무게로 10회 운동, 10RM의 무게로 10회 운동을 하여 점점더 저항의 양을 증가시키면서 30회 했다. 그러나 Zienowieff(1951)는 반대로 10RM의 무게로 10회 운동, 10RM의 3/4 무게로 10회 운동, 10RM의 1/2 무게로 10회 운동을 하여 저항의 양을 감소시켜 30회 했다. 다른 연구자들은 저항의 양의 기준선을 6RM에서부터 15RM까지 추천하고 있다.(Fox 1981. Prentice 1990. Sanders, M, Sanders, B 1985. Sanders 1990) 그러나 점진저항운동치료를 위한 저항의 양 즉 10RM의 결정은 부정확하지만 아직도 적용되고 있다. Kisner와 Colby (1996)는 최대반복을 계산하기란 쉬운일이 아니고 이것이 가장 정확한 방법이 아닌데도 저항의 양을 결정하는 한 방법으로 여전히 이용되고 있다고 했다. 점진저항운동 치료의 저항양의 결정보다 Holten과 Faugli(1994)의 방법은 정확하고 간편하다.

3. Oddvar Holten의 저항양의 결정

Grimsby(1988)는 저항을 줄때 첫째, 저항의 목적과 저항의 양을 정확하게 측정할 수 있고 둘째, 운동에 관련된 조직이 참여할 수 있는 양이어야 된다. 셋째, 생리학적인 운동을 할 수 있어야 된다고 했다. Grimsby(1998)는 고무줄 밴드와 스프링에 의한 저항은 동적이고 기능적인 저항을 제공할 수 없으며, 동속성 운동은 관절가동범위 운동시 속도가 고정되었기 때문에 비정상적인 협응운동을 촉진한다고 했다. Holten(1994)의 저항양 결정방법은 Grimsby(1998)가 주장한 조건들을 해결하는데 가장 적합한 방법이라 할 수 있다.

Holten(1994)의 저항양의 결정은 Droese(1977)의 연구에 근거를 두고 있는데 그것은 1RM의 60% 저항으로 30회 반복운동 했을 때 근육내 혈류량이 증가된다는 것

이다. Holten(1994)은 Droese(1977)의 연구를 근거로하여 구심성 저항성 운동반복회수로 계산하여 Holten(1994) 곡선(그림1)과 도표(표1)를 만들어 놓고 1RM의 60% 결정하는데, 환자가 왔을 때 환자에게 임의의 무게를 주고 그것을 저항으로 반복 운동을 시켜 그 횟수와 임의의 무게로 그 환자에게 적합한 저항의 양을 결정하는 것이다.

표 1. 운동횟수에 대한 퍼센티지

Repetition - %	Repetition - %	Repetition - %
1 - 100	32 - 59	65 - 35
1 - 95	33 - 58	66 - 35
2 - 93	34 - 57	67 - 34
3 - 92	36 - 55	68 - 34
4 - 90	37 - 54	69 - 33
5 - 89	38 - 53	70 - 33
6 - 88	39 - 53	71 - 32
7 - 86	40 - 52	72 - 32
8 - 85	41 - 51	73 - 31
9 - 84	42 - 50	74 - 31
10 - 82	43 - 50	75 - 30
11 - 81	44 - 49	76 - 30
12 - 80	45 - 48	77 - 29
13 - 79	46 - 47	78 - 28
14 - 77	47 - 46	79 - 28
15 - 76	48 - 45	80 - 28
16 - 75	49 - 45	81 - 28
17 - 73	50 - 44	82 - 27
18 - 73	51 - 43	83 - 27
19 - 72	52 - 43	84 - 26
20 - 71	53 - 42	85 - 26
21 - 70	54 - 41	86 - 25
22 - 68	55 - 41	87 - 25
23 - 67	56 - 40	88 - 25
24 - 66	57 - 40	89 - 24
25 - 65	58 - 39	90 - 24
26 - 64	59 - 39	91 - 24
27 - 63	60 - 38	92 - 23
28 - 61	61 - 37	93 - 22
29 - 61	62 - 37	94 - 23
30 - 60	63 - 36	95 - 22
31 - 60	64 - 36	95 - 22

저항의 양 결정을 예로들면 다음과 같다.

환자에게 2 lb의 무게를 주어 그것을 저항으로하여 11회 반복운동만을 했다. 도표상에서 11회 반복한 것은 80%가 되며 이것을 이용하여 1RM의 60%를 결정하기 위해 계산하면 다음과 같다.

$$\frac{X}{60\%} = \frac{2\text{lb}}{80\%}$$

$$X = \frac{120}{80} = \frac{3}{2} = 1.5\text{lb}$$

따라서 그 환자의 1RM의 60%는 1.5lb가 된다.

1RM의 60%가 결정되면 그 무게로 30회 반복운동을 시키고 치료사는 관찰한다. 30회 반복하는 동안에 환자가 피로하다고 느껴질 때, 통증을 호소할 때, 혈용능력이 감소되면 중지시키고 그때까지 반복한 횟수가 환자에게 가장 적합한 저항의 양으로써 운동과 관련된 모든 조직이 참여하는 양이 된다. 더욱더 조심스럽게 시작하기 위해 통상적으로 30회씩 3번 시험한후 총 횟수에서 10~15%감한 것을 적용하기도 한다. 예를 들어 3회 시험중 29회, 28회, 27회를 했다고 하자

$$29 + 28 + 27 = 84\text{회}$$

$$84 \times 15 / 100 = 13$$

$$(84 - 13) \div 3 = 24\text{회}$$

그 환자들을 위한 양은 1.5lb로 24회 반복운동을 3세트를 하게 된다.

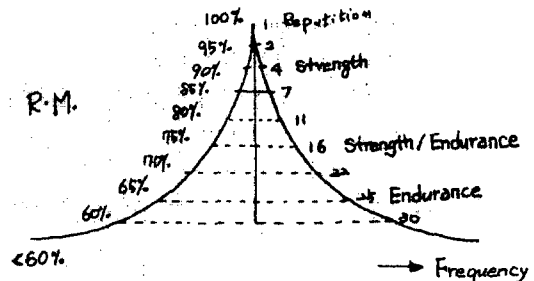


그림 1. Oddvar Holten 곡선

4. 저항운동 치료의 처방원리

환자개인은 저항운동치료 프로그램에 대한 다른 반응을 나타낼수 있음으로 개인에 적합한 생리학적, 생역학적 원리, 즉 운동에 참여하는 기관과 조직의 상황에 맞는 운동 프로그램을 짜야한다. (성동진 1992, 배성수 1993, 1995, Kisner, Colby 1996). 첫째, 운동프로그램은 목적과 목표가 분명해야된다. 즉 환자의 일반적인 상태를 호전시킬 것인지, 특정한 관절의 가동범위를 증가 또는 근력을 강화할 것인지, 특정근육군의 강도를 증가시킬것인지 결

정하여 정확하게 계획한다. 둘째, 환자의 지구력, 특정관절과 근육의 강도와 환자의 일반적 상태에 맞도록 주어질 운동프로그램의 양을 결정한다. 셋째, 운동프로그램의 양이 결정되면 환자의 지구력, 근육의 강도, 관절가동범위 증가에 맞추어 서서히 증가시킨다. 넷째, 운동프로그램은 지구력과 인내력을 증가시키기 위해 매일 정규적으로 실시한다. 다섯째, 환자를 지치게 하지 않는다. 운동프로그램을 수행한후 그 다음날에도 피로감이 남아있으면 쉬게 한다.

IV. 플라오메트릭 훈련

지금까지의 저항운동치료가 등장성 수축, 구심성 수축, 등속성 수축, 원심성 수축을 이용한 것인데 이것은 근육의 수축성 요소에 중점을 둔 것인 반면 플라오메트릭(plyometric)은 근의 비 수축성 요소인 건과 주위 결합조직에서 흡수하여 발생하는 탄성 에너지(elastic energy)와 함께 수축성 요소가 결합하는 형태를 적용한 것이다(그림 2). Kisner와 Colby(1996)는 플라오 메트릭은 주동근이 수축하여 하고자 하는 동작을 하기전에 일어나는 반대방향 운동을 일으키는 부하는 그 근육내에서 신장-단축 사이클(stretch-shortening cycle)을 일으키고 이것에 의한 빠르고, 강력한 운동으로 정의를 했다. 플라오메트릭이란 말의 플라오(plyo)는 라틴 접두어로서 증가시키다라는 의미이며, 메트릭(metric)은 측정할 수 있다는 뜻이며, 이것을 합성한 것이다.(Chu, Cordier 1988)

플라오메트릭 훈련은 1960년 후반 소련 국가 대표

선수들에 의해 원심성 운동의 형태로 선을 보이기 시작했으며, 때를 같이하여 소련은 올림픽 경기 각 종목에서 두드러진 수의 금메달을 획득함에 따라 관심을 끌기 시작했다. 그당시 소련 국가대표선수 코치였던 Yuri Veroshanski (1974)는 그것을 간단히 말해 점프훈련(jump training)이라 부르며 소련의 운동시스템을 발표하였다. 미국에서는 1980년대를 지나면서 이것을 러시아식 훈련(Russian training)이라고하여 미식축구, 레슬링, 배구, 야구선수들에 적용하였던 바 탁월한 성과를 얻게되었다.(Chu, 1992)

플라오 메트릭 훈련의 한방법을 예로들면 체중을 저항의 양으로하여 그렇게 높지않은 플랫폼이나 계단위에서 서서 점프하여 내려온후 곧바로 점프하여 플랫폼이나 계단위로 올라가는 것이다. 플랫폼에서 점프하여 지면에 착륙하는 것은 대퇴사두근이 길어짐으로 원심성 수축을 생산하게 된다. 이것은 근육의 신장단계이다. 곧바로 플랫폼이나 계단으로 올라가기 위해서는 대퇴사두근의 빠른 구심성 수축을 일으킨다. 이것은 근육의 단축단계이다. 즉 체중이 저항으로 작용하여 신장단계에서 비수축성 요소(SEC, PEC)가 신장하여 원심성 수축을 일으키고 탄성에너지를 흡수하고 곧이어 수축성 구조(CW)가 수축하여 구심성 수축을 하게되어 운동의 속도와 폭발적인 힘을 생산하게 된다.(Albert, 1991) 신장-단축 사이클을 이용한 기법은 상지에서도 적용할 수 있다.

플라오메트릭의 신장-단축사이클의 활동을 향상시키기 위하여 저항의 양을 증가시킬수 있다. 저항의 양을 증가하는 방법은 상지 훈련을 위해서 무게가 더 무거운

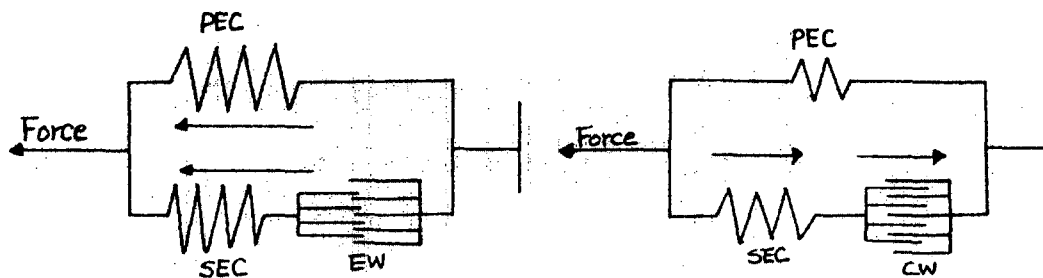


그림 2 A. 원심성 수축

B. 구심성 수축

PEC= Parallel Elastic Components = Connective Tissue Sheath
 SEC= Series Elastic Components = Primarily Muscle Tendon
 CW= Concentric Work
 EW= Eccentric Work

공을 제공할 수 있으며, 하지 훈련을 위해서는 플랫폼의 높이를 더 높이거나 추를 달아서 전체 체중을 증가시킨다.

플라이오메트릭 훈련은 근육이 충분히 수축, 이완할 수 있고 관절의 완전한 가동범위가 확보되었을 때 즉 강한 충격과 폭발적인 힘을 전달수 있을 때 더 강한 근력과 운동의 속도가 요구될 때 처방할수 있는 아주 강력한 저항 운동 치료처방이 된다.

V. 결 론

저항운동치료의 처방은 근력과 지구력을 향상시키기 위해 필요하며, 일상생활과 최종적으로 직업재활과는 직결된다. 저항운동치료방법으로는 고전적인 방법과 신경생리학적인 접근방법, 등속성 기계기구를 이용한 방법, 플라이오메트릭 훈련방법 등이 있다. 고전적인 방법중 도수로서 저항을 제공할 수 있는 것은 가장 적절한 저항을 제공할 수 있다. 저항 제공자가 저항이 필요한 조직과 생리학적 요구를 가장 잘 해결할수 있다. 그러나 기계적인 저항과 같이 큰 저항을 부여 할 수 없다는 단점이 있다. 기계적인 저항은 그 저항을 부여 할 수 있지만 관절가동범위 전반에 걸쳐서 균일한 저항을 부여하게됨으로 생리학적인 저항부여가 어렵다.

신경생리학적인 접근치료를 이용한 저항치료로써 신경발달치료는 원래 개념상 저항을 이용한 치료가 없다. 단지 몇 개의 치료기법중 체중의 이용과 보호신전반사를 이용할 때 저항운동치료라고 말할수 있다. 고유수용성 신경근 촉진법은 기본패턴이나 촉진기법등에서 상당히 많은 방법으로 저항을 적용하고 있다. 단 저항의 적용에 있어서도 한 근육군과 한 관절을 이용하는 것이 아니고 다 관절, 다 근육군에 대한 저항을 적용함으로 대단히 유용하다. 기계적인 방법으로 즉 추와 팔차를 이용해서도 적용할 수 있다. PNF에서의 저항의 다른 개념은 저항이 근력을 강화하는 것 뿐만아니라 운동을 가이드하고 부드럽게 한다.

저항의 양 결정은 도수저항 운동치료일때는 치료사 자신의 감각과 환자의 반응에 따라 가감하게 됨으로 정량화 할 수 있다. IRM 또는 10RM의 처방에서는 저항의 양을 정량화 하기가 어렵다 그러나 Hollten의 곡선에 의한 방법은 매우 간편하고 정확하게 저항의 양을 결정할 수 있다.

플라이오메트릭 훈련은 치료의 최종단계에서 강한 충격과 폭발적인 힘을 전달수 있을 때 더 강한 근력과 운동의 속도가 요구될 때 처방할 수 있는 저항운동치료법이다.

참 고 문 헌

1. 김상수, 김태윤, 안소윤, 윤창구, 전제균 : 운동치료학 (역), 교문사 (1995)
2. 김태윤, 배성수, 안소윤, 박래준, 장정훈, 최재청 : 운동치료학, 형성출판사 (1991)
3. 민경옥 : 운동치료학. 고려의학. (1987)
4. 배성수 : 고유수용성 신경근 촉진법 원리에 의한 교철, 대한물리치료학회지, 제5권, 제1호, pp 109-114. (1993)
5. 배성수 : 고유수용성 신경근 촉진법 패턴의 운동분석, 대한물리치료학회지, 제10권, 제1호, pp 213-221. (1998)
6. 배성수 : 고유수용성 신경근 촉진법에 관한 연구, 대한물리치료사 협회지, 제5권, 제1호 pp 35-39 (1983)
7. 배성수 : 물리치료학 개론 3판, 대학서림 (1993)
8. 배성수 : 운동치료학, 대학서림 (1995)
9. 성동진 : 운동처방론. 제 5 판, 진명, (1992)
10. 이재학 : 운동치료학. 대학서림. (1987)
11. 최병옥 : 플라이오메트릭운동, 대한정형물리치료학회지, 제 3 권, 제 1 호, pp 29-42, (1997)
12. Adlers, SS. Beckers, D. Buck, M(1993) : PNF in practice, Springer-Verlag (1993)
13. Albert, M : Eccentric Muscle Training in Sports and Orthopedics, Churchill-Livingstone, Mew York, (1991)
14. Bandy, WD. Lovelace-chandler, V. McKittrick-Brandy, B : Adaptation of Skeletal muscle to resistance training, Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 12 : 248-225 (1990)
15. Bobath, B : Abnormal postural reflex activity caused by brain lesions, Heinemann, London, (1971)
16. Bobath, K : The normal postural reflex mechanism and its deviation in children with cerebral palsy, Physiotherapy, November pp 1-11, (1971)
17. Chu, DA. Cordire, DJ : Plyometric-Specific Application to Orthopaedics, Orthopaedic Physical Therapy, Orthopaedic Section, APIA, (1988)
18. Ciccone, CD. Alexander, A : Physiology and therapeutics of exercise. In Goodgold, J(ed) :

- Rehabilitation Medicine, CV Mosby, St. Louis, (1998)
19. Daniels, L. Williams, M. Worthingham, G : Muscle Testing, Techniques of Manual Examination, ed2, W. B. Saunders Co. (1964)
 20. DeLorme, TL, Watkins, AL : Progressive Resistive Exercise, Technic and Medical Application, Appleton-Century-Crofts, Inc, (1951)
 21. Droese, A : Reactive hyperemia in the cat in trained and in untrained subjects. *Scandinavian J Clin Invest.* (1977)
 22. Fleck, SJ. Kraemer, WJ : Resistance training : Physiological response and adaptations(part 2 of 4). *The Physician and Sports medicine.* 16 ; 108-124, (1998)
 23. Fox, E. Matthews, D : *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, ed3. Saunders college Publishing, (1981)
 24. Grimsby O : *Scientific Therapeutic Exercise Progressions*, The Ola Grimsby Institute (1998)
 25. Hedman, LD. Rogers, MW. Hanke, TA : *Neurologic Professional Education : Linking the Foundation Science of Motor control with Physical Therapy Interventions for Movement Dysfunction*, Neurology Report, Journal of American Physical Therapy Association, vol 20, No 25, (1996)
 26. Hislop, HJ. Perrine, J : The isokinetic concept of exercise, *phy ther* 41 ; 114, (1967)
 27. Holtén, O. Faugli, HP : *Medisinsk Treningssterapi*, Universitetsforlaget, 0608 Oslo, Norway, (1994)
 28. Jenkins, WL. Thackaberry, M. Killan, C : Speedspecific isokinetic training, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6 : 181, (1984)
 29. Jenson, K. DiFabio, RP : Evaluation of eccentric exercise in the treatment of patellar tendinitis, *phys ther* 69 : 211, (1989)
 30. Kendall, FP. Kendall McCreary, E. Provance, PG : *Muscles, Testing and Function*, ed 4, Williams & Wilkins, (1993)
 31. Kisner C. Colby, LA : *Therapeutic Exercise, Foundation and Techniques*, ed 3 FA. Davis, (1996)
 32. Knight, KL : Knee rehabilitation by the daily adjustable progressive resistive exercise technique, *Am J Sports Med* 7 : 336, (1979)
 33. Knight, KL : Quadriceps strengthening with DAPRE technique : Case studies with neurological implication. *Med Sci Sports Exerc* 17 : 636, (1985)
 34. Knott, M. Voss, DE : *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, Patterns and technique*, ed2, Harper & Row, Publishers, (1968)
 35. Lehmkuhl, LD. Smith, LK. Weiss, EL : *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed5, FA Davis, Philadelphia (1996)
 36. McArdle, WD. Katch, FI. Katch, VL : *Exercise Physiology*, ed3, Lea & Febiger, (1991)
 37. Muller, EA : Influence of training and inactivity on muscle strength, *Arch Phys Med Rehabil* 51 : 449, (1970)
 38. Norkin, CC. Levangie, PK : *Joint Structure and Function*, ed2, FA, Davis (1992)
 39. Pardy, W : Strength training, In Basmajian, JV. Nyberg, R : *Rational Manual Therapies*, Williams and Wilkins, Baltimore (1993)
 40. Prentice, WE : *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*, Times Mirror/Mosby, St Louis (1990)
 41. Sanders, M. Sanders, B : Mobility : Active-resistive training, In Gould, J, and Davies, G(eds) : *Orthopedic and Sports Physical Therapy*. Appleton & Lange (1985)
 42. Sanders, MT : Weight training and conditioning, In Sanders, B (ed) : *Sports Physical Therapy*. Appleton & Lange (1990)
 43. Sullivan, PE. Markos, PK : *Clinical Decision Making in Therapeutic Exercise*, Appleton & Lange (1995)
 44. Vallbona, C : Bodily responses to immobilization. In Kottke, FJ. Stillwell, GK. Lehmann, JF(eds) : *Krusen's Handbook of physical Medicine and Rehabilitation*. WB Saunders, Philadelphia (1982)
 45. Veroshanski, UV. Chernousov, G : Jumps in the training of a sprinter. *Track and Field*, 9 : 16-17 (1974)
 46. Zinoweff, AN : Heavy resistance exercise : The Oxford technique, *British Journal of Physical Medicine* 14 : 129 (1951)