

등속성 운동에 관한 고찰

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
배 심 수
대구보건대학 물리치료과
김 상 수
대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공
최 재 원

A Study of Isokinetic Exercise

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

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

Kim, Sang-Soo, P.T., M.A.

*Department of Physical Therapy,
Taegu Health College*

Choi, Jae-Won, P.T.

*Department of Physical Therapy,
Graduate School of Rehabilitation Science, Taegu University*

< Abstract >

The isokinetic exercise equipment generally allows a relatively safe application of maximal loading to a specific muscle group as well as an accurate and objective evaluation of muscle strength and endurance, it is more widely using as the one of the important methods in rehabilitation and sports medicine.

The aim of this paper was to compare the concept of the isometric and isotonic exercise and investigate the change of aerobic, anaerobic and fibers. In addition, the present study was designed to investigate the factors in measurement.

I. 서 론

근력이란 한번의 수의적 노력에 의해 최대의 힘을 발휘하는 하나의 근육 또는 근육군의 생리학적 능력(Knapik & Ranes ; 1980, 채윤원, 1998)이며 이러한 근력

은 여러 요소에 의해 영향을 받는데 먼저 나이에 따른 운동단위의 형태의 동원을 변화시킨다. 근육은 더 많은 운동단위의 동원, 그리고 운동단위들의 자극 비율을 증가하므로 수의적인 출력을 증가시킨다. Deluca(1982)는 삼각근과 같은 근위부 근육은 동원에 의해 또 뼈사이근과 같은 원위부 근육은 운동단위의 자극 비율을 증가하므로

근육의 힘을 증가시킨다고 하며 나이가 많아질수록 동원 전략이 변화하고 운동단위도 더욱 줄어들고 자극 비율도 감소한다. 이러한 근육에서의 근력 약화의 누적되는 결과는 최소한 감소시킬 수 있다고 기록한다. 성별에 따라서는 근골격계의 약화에는 원인이 되지 않는다. 근력은 훈련과 사용 형태에 따라 반영된다. 일반적으로 훈련받지 않은 비교 연령 남녀에서 남자가 더 근력이 강한 것으로 나타난다 (박래준등, 1993, Moffroid와 Nancy, 1989). 그러나 근육은 변화하고 이러한 차이점은 상체에서 더욱 명백하게 나타난다. 이러한 차이점은 몸을 구부릴 때 두 성별에 있어 지방 침전의 형태의 차이 때문이며 몸체 구부리는데의 차이점을 주며 실제 힘의 발달은 남자에게서 보통 크다.

근력은 개개의 근섬유 수축에 의해 발생된 장력의 합성이며 생리학적으로 해석되는 것이고 이것은 근섬유의 주행상태에 따라 변화해 간다. 즉 근섬유가 평행으로 달리고 있는 근에서는 근력은 각 섬유의 수축력의 대수합계이고 사선으로 달리는 근에서는 종축방향으로의 분력의 대수합계가 된다. 따라서 근력의 비교에는 섬유의 주행에 직각인 횡단면 즉 생리학적 횡단면을 가진 것이 필요하게 된다. Hettinger(1961)에 의하면 근력 그 자체는 남녀사이에 커다란 차이를 인정하지만 그 횡단면적 1cm²마디의 근력은 성별에 관계없이 4kg이다. 그리고 검사위치의 관점에서는 May(1968)는 바로누운자세에서 실시한 등척성 운동에서 고관절의 내전근과 외전근 간의 근력 차이가 없다고 보고한 반면 Murray와 Sepic(1980)은 바로 누운 자세에서 고관절 근육의 등척성 운동시 내전근의 근력이 외전근의 근력보다 약 7% 강하였으며 연령이 젊고 남자가 여자보다 높다고 보고하였다.

Markhede와 Grimby(1980)은 고관절 근육에 대한 등속성 운동검사서 Cybex II와 앙와위 검사 테이블(supine testing table)을 이용한 각속도 60°/sec의 최대 등척성 우력치가 신근이 가장 높고 굴근과 내전근은 유사하고 외전근이 가장 낮았다고 보고하였으며 Cahalan(1989)등은 기립자세에서 30°/sec의 등속성 운동 검사시 최대등속성 우력치는 고관절 신근, 굴근, 내전근, 외전근의 순이며 윤태식, 김명신(1996)은 고관절 근육의 등속성 운동검사시 외전근에 대한 내전근의 최대우력비가 측와위자세에서 85.3±12.6%, 기립자세에서 122.8±14.2%로 검사자세에 따른 차이를 보였다. 수축의 형태는 구심성 수축과 원심성 수축으로 나눌 수 있으며 구심성 수축은 근육이 수축하면서 단축될 때 그 근육은 구심성 수축을 한다고 말하며 근육은 외부에 대해서 일을 한다고 할 수

있다. 이때 작업량은 힘×거리로 나타내고 원심성 수축은 근육이 수축하면서 연장될때를 말하며 이 경우 근육이 마이너스 작업을 했다고 한다. 즉 근육이 수축하는 반대 방향으로 운동이 일어난다. 구심성 수축의 경우 김진호, 김상범(1987), Carbi JMH(1991)등은 구심성 등속운동에서의 최대우력은 각속도의 증가와 함께 현저하게 감소하는 것으로 알려져 있으나 Dvir Z(1995)는 원심성 등속 운동에서 저속도에서보다 각속도가 증가하면서 최대우력은 증가하다가 100°/sec 정도의 각속도에서는 플래토를 이룬다고 하며 Kellis와 Baltzopoulos(1996)는 각속도의 종합적인 의견으로 원심성 등속운동이 중등도의 각속도에서는 각속도 증가에 따라 증가하다가 고속도에서는 또 다시 감소한다는 결론을 내렸다. 김상규(1997)에서도 구심성 수축의 경우는 뚜렷이 속도의 증가와 함께 최대우력이 감소하였으나 원심성 수축의 경우 구심성에 비해 최대우력의 평균값이 구심성수축에 비해 월등히 컸으며 저속도와 고속도의 경우 별로 차이를 보이지 않았다(김상규등 1997).

역학적 요인에서는 물리치료사에게 있어서 중력은 근수축으로 능동적으로 대응하게 되는 의미있는 부분이다. 중력의 힘이 감소되면 우리의 근육은 중력에 대응하지 않는다. 중력은 지구에 영향을 주는 중요한 힘이고 이것은 기립자세를 유지하기 위한 근수축을 요구한다. 정상 기립자세를 취하는 동작의 결과로 근육(특히 항중력근)은 그들이 가지는 장력을 유지할 수 있다. 길이변화는 근수축 기전의 역학을 변화시킨다. 어느 범위에서 최고의 회전력이 발생하는가 하는것이 근육길이의 기능이다. 근육이 뼈에 어떠한 각도로 정지하는가도 기능이다. 회전각은 역학적으로 변하기 쉽다. 근육의 힘력은 두 개의 벡터(vector)를 갖는다. 하나는 고정성분이고 하나는 회전성분이다. 회전성분은 물리치료사가 규칙적으로 평가하는 성분이다. 이 벡터에서 정지각을 90°에 가깝게 하는 것 같이 균형을 잡아 준다. 그래서 좀 더 많은 회전력을 발전시킬 수 있다(Marry Moffroid등, 1970).

또 지렛대의 위치에서는 안정의 잇점이 있고 기계적 이득과 속력이 중간 정도인 1형 지렛대가 있는데 이는 세 가지로 분류할 수 있는데 힘팔이 무게팔보다 큰 경우, 작은 경우, 같은 경우이다. 인체의 예는 주관절 신전시 상완삼두근의 척골 주두에 대한 작용과 머리의 고덕이는 운동시 후경부근육의 작용, 그리고 대퇴골두부에서의 경사 운동에서 볼 수 있다. 제 2형 지레는 무게가 힘과 받침점 사이에 놓여 있으며 힘팔이 무게팔보다 항상 크기 때문에 기계적 이득이 언제나 1을 넘는다. 기계적 이득이 지

래 종류중에서 가장 큰 반면에 속도는 가장 느린 특징을 가지고 있다. 제 2형 지레의 인체에서의 예는 그리 많지 않으며 중족지절 관절을 받침점으로 하였을 때의 비복근이 여기에 속한다. 제 3형 지레는 제 2형 지레에서 힘과 무게 위치를 서로 바꾸면 제 3형 지레가 되는데 인체에서의 예가 가장 많으며 기계적 이득은 최소이나 속력이 제일 빠른 지레이다. 또 무게팔의 길이가 항상 힘팔의 길이 보다 길다.

또한 근육의 힘은 등척성, 등장성 또는 등속성으로 측정될 수 있다(Hislop HJ, Perrine JJ, 1967). 1967년 Hoslop과 Perrine 및 Thistle(1967)등에 의하여 등속성 운동의 개념이 도입된 이래 등속성 운동에 관한 근육평가는 높은 유효성과 신뢰성이 있다고 알려져 왔다. 오늘날 뛰어난 스포츠인이 외상이나 과도한 사용으로 인하여 스포츠 장애했을 때 의료인이나 스포츠 손상을 다루는 관련자들에게는 등속성 운동은 스포츠 영역에서 부상예방과 강건한 조절(athletic conditioning), 손상 받은 운동선수의 평가와 물리치료 중 그 결과를 평가하는데 이용되고 있으며(김태운, 1998) 많은 연구자들이 여러 종류의 운동선수 및 일반 정상인을 대상으로 등속성 운동검사 결과를 보고하고 있다(윤태식 등, 1990). 여기서는 이러한 높은 유효성과 신뢰성을 가진 등속성 운동에 대해 알아보고자 한다.

II. 등속성 운동의 개념

등속성 운동(Isokinetic Exercise)은 운동속도를 미리 정하여 운동시 운동속도가 변화함에 따라 근육이 받는 저항이 달라지도록 고안된 기계에서 실시하는 운동방법의 하나로 근생리적으로는 등장성 저항운동의 일종이다. 각속도(angular velocity)가 운동의 모든 범위에서 일정하게 유지되는 형태를 등속성 운동이라 부르는데 적용되는 부하의 크기가 운동 범위의 모든 점에서 근육에 의해 생성되어지는 회전 모멘트(torque)에 직접 비례하여 주어진다. 즉, 근에 의해 생성되어지는 회전 모멘트의 증가에 따라 적용되는 부하(load)의 크기는 비례적으로 증가된다(민경욱, 1991). 등속성 운동은 등장성 운동이나 등척성 운동과는 달리 근육의 힘과 지구력, 및 관절운동범위를 객관적으로 측정할 수 있으며 근력에 대해 외적 저항을 줌으로써 일정한 운동 속도를 유지하게 하며 등장성 운동에서 볼 수 있는 판성의 영향을 받지 않고, 전 관절운

동 범위에서 최대의 힘을 낼 수 있기 때문에 근골격계 손상에 대한 재활 및 기능 평가에 있어 안전하고 효과적인 방법으로 인정 되고 있다(Perrine 1993 ; Malerba et al, 1993 ; Frisiello et al, 1994 ; Kannus, 1994). 등속 운동은 운동범위의 모든 점에서 근육에 의해 발생되는 회전 모멘트의 변화를 조절할 수 있기 때문에 추와 활차 구성을 통한 저항운동이다. 추를 이용한 저항운동에서처럼 운동의 초기나 말기에 저항이 증가되거나 감소되는 일없이 어느 부위에서나 일정한 저항으로 운동을 시행 할 수 있다는 점이다(민경욱, 1991). 등속성 운동이 근력을 가장 객관적이고 정확하게 평가할 수 있다는 사실이 Hislop과 Perrine (1967)에 의해 그 개념이 소개되고 Thistle 등 (1967)은 51명의 성인 남자를 대상으로 한 8주간의 등척성 운동, 점진적 저항운동, 등속성 운동을 통해 등속성 운동에서 근력의 증가가 현저한 것을 증명함으로써 등속성 운동에 대한 관심이 더욱 높아지게 되었다. 그 후 미국 Cybex사에 의해 여러 종류의 등속성 운동 기계가 개발되면서, 이들을 이용한 많은 연구 결과가 보고되고 있다. 오늘날 등속성 운동은 근골격계 손상에 대한 물리 치료에 있어서 안전하고 효과적인 운동치료 방법의 하나로 인정되어 널리 시행 되고 있을 뿐만 아니라 스포츠 의학 분야에 있어서 선수 관리와 기록 향상에 매우 중요한 역할을 하고 있다.

III. 등속성 운동의 근생리적 변화

1. 유산소적 변화

훈련으로 나타나는 골격근에서의 첫 번째 유산소적 변화는 마이오글로빈치의 증가가 일어난다는 것이다(Robert와 Timothy 등, 1989). 이 반응은 훈련으로 특정한 근육에서 일어나는 것인데 이 마이오글로빈의 기능은 산소를 세포막에서 미토콘드리아로 옮기는 것을 도와주는 것이다. 두 번째로 탄수화물(글리코겐)의 산화가 증가하는데 이것은 에너지를 발생시키기 위한 능력을 증가시키는 것을 뜻하기도 한다. 이 변화는 최대산소소비량이 증가하는 것으로 보아 확증될 수 있다(Robert와 Timothy 등, 1989). 세포하 수준에서는 미토콘드리아가 수적으로 그리고 크기의 증가가 일어나고 또한 크랩스 싸이클에 포함된 효소의 농도에 증가가 일어난다. 훈련의 결과로 골격근은 더 많은 글리코겐을 저장할 수 있게 되고 결국에 지방의 산화 증가도 일어나게 된다. 그리고 지방은 최

대 출력 이하의 일을 계속 지속시킬 수 있는 지구력의 연료로 제공되는 것으로 산화력이 증가한다는 것은 유산을 덜 만들어 내게 되고 그 만큼 피로도 덜 가져오게 된다 (Robert와 Timothy 등, 1989).

2. 무산소적 변화

훈련의 결과로 골격근에서 나타나는 무산소적 변화는 ATP-PC계의 능력과 해당작용력에 증가를 가져온다. 훈련은 근육이 더 많은 ATP와 PC를 저장하게 하고 게다가 PC를 분해 시키는데 필요한 중요한 효소를 증가시킨다. 이 변화는 짧은 순간의 행동을 위해서 근세포에 의한 에너지의 해리가 급속하게 일어나도록 해 주는 것이다. 증가된 해당 효소의 역할은 글리코젠의 비율과 수량이 젓산으로 분해되는 속도를 증가시키도록 해 주고 에너지 체계에서 요구되는 활동수행력의 향상을 가져오게 해준다 (Robert와 Timothy 등, 1989).

3. 섬유유 변화

적색과 백색의 섬유에서 발생하는 변화는 세가지 중요한 반응을 포함한다 (Robert와 Timothy 등, 1989). 첫째는 훈련으로 골격근의 유산소적 잠재력이 적색과 백색의 섬유를 똑같이 증가시키는 것이다. 둘째로 백색섬유에서 해당 작용력의 변화가 더욱 일어나게 되는데 이는 백색 섬유내에 미토콘드리아의 수가 더욱 증가되기 때문이다. 결국 적색과 백색 섬유양측에 선택적 비대가 발생하고 이것은 수행한 훈련이나 운동이 어떤 것이냐 하는 것에 달려있다. 생리학적 변화들은 훈련프로그램의 형태에 가능한 구애되지 않지만 올바른 생리적인 원리들이 성공적인 훈련을 보장하기 위해 사용되어야 한다. 운동프로그램에서 얻게 되는 특별한 적응력은 과해진 요구에 토대를 이루게 된다. 이것이 SAID(Specific Adaptation to Imposed Demands) 원리로 알려진 것이다 (Robert와 Timothy 등, 1989). 또한 근섬유는 일의 강도에 맞추어 선택적으로 이용되어진다. 느린연속의 근섬유는 최대하의 운동이나 낮은 저항의 운동으로 당원 저장치가 증가되는 것이 보여지고 빠른 연속의 근섬유는 높은 저항의 운동에서 당원 저장치가 증가되는 것을 볼 수 있다. 운동 수행 능력은 당원분해 효소의 활동과 크렘스 사이클 효소들에 달려있다. Costill(1979)은 훌륭한 장거리 선수가 중·단거리 또는 훈련되지 않은 사람에 비해 근육내에 Succinat dehydrogenase(SDH)가 훨씬 증가하는 것을 보여

주었다. SDH의 활동은 세포가 산화될 수 있도록 촉진시키는 미토콘드리아의 대표물이라 할 수 있다. SDH에서 탄수화물과 지방의 증가는 근활동에 대단히 중요한 연료를 제공해 주는 것이라 할 수 있다.

IV. 등속성 운동의 측정에 있어 영향을 미치는 요인과 관계

등속성 운동의 측정에 있어 대상자에 따라 영향을 미치는 요인에는 나이, 성, 체중, 이전의 운동배경, 장애 그리고 우세사지(limb dominance) 등이 있으며 측정의 결과를 변화시킬 수 있는 검사 조건에는 운동의 범위, 근수축의 형태(구심성, 원심성, 등속성, 등척성, 등장성), 검사 전 절차(워밍업, gravity-correction, 시작위치, 안정성, 중심축정렬, 지렛대 팔의 길이, 사전부하), 검사 상황(속도, 검사의 횟수, 휴식간격, 피드백), 자료의 분석 형태 등이 있다 (Goslin, 1979, Seeds 등, 1989, Kannus & Jarvinen, 1990, Keating & Matyas, 1996). 또 신경근계 수행에 있어 중력의 영향(effect for gravity)은 실험적용과 임상적 평가에서 측정되어야 한다. 등속성 운동에 의한 근력 평가는 작용 근의 길이와 단면적, 회전축으로부터의 거리, 검사운동, 반복횟수, 검사 운동속도 및 환자의 위치에 따라 검사 결과가 다르고, 최대 우력측정시 측정 자세가 측정치에 상당한 영향을 주므로 측정 자세를 표준화하거나 측정 자세를 명시하는 것이 필요하다 (Dvir, 1995). Smidt 등(1989)과 Timm(1988)은 실험한 결과 체간 근육의 근력이 평가되기 위해서는 회전축에서 원위부에 있는 주요 관절 부위를 고정시켜야 한다고 보고했다. 또 Dvir(1995)는 등속성 운동 근력 평가에서는 운동속도는 검사 대상자가 최대근력을 발휘하고 유지할 수 있는 능력에 따라 결정되는 것이라 하였고 최대 우력치는 동적인 상태에서의 근장력을 나타내며, 해부학적, 역학적, 생리학적 여러 인자들 즉, 근육의 횡단면적, 길이-장력 관계, 연령, 신장, 체중, 검사운동속도, 검사방법 및 중력(gravity effect torque) 등에 의하여 영향을 받는다 (Diffrient 등 1978). 근력과 운동 속도와의 관계에서 Dvir 등(1991)은 슬관절 신전근의 실험을 통해 고속도에서 근력 하락은 초기의 강자극(initial high stress)에 적응하기 위한 것이라고 했으며, Thornstennsonn 등 (1976)은 저속도 운동에서 느린 수축근섬유(Slow-twitch fiber : Type I)와 빠른 수축근 섬유(Fast-twitch fiber : Type II)

가 모두 수축하나 고속도 운동에서는 주로 빠른 수축근 섬유만 수축에 관여함으로써 운동속도가 빨라짐에 따라 우력이 감소한다고 했다. 또 Barnes(1980)의 근수축 속도에 따른 근전도상의 운동단위 활성화와 동속성 운동상의 우력간의 관계에 대한 연구에서 운동속도가 빠를수록 우력과 운동전기 활동이 감소됨을 보고 했으며, 운동 속도가 빨라지면 근력이 감소하는 것은 수축이 느린 근섬유에 의한 근력 발생이 감소되고, 또한 근섬유의 액틴과 마이오신이 교차 연결(cross bridge)을 형성하기 위한 시간이 충분치 않은데서 연유된 결과라 했다.

최대우력과 체중, 신장, 나이와의 관계에 대해서 Newton 등(1993)은 체중과 근력은 유의한 상관관계에 있다고 했고, Jerome 등(1991)은 체중이 나이와 신장보다 최대근력에 미치는 영향력이 크지만 체중이 증가한다고 해서 반드시 최대근력이 증가하지는 않는다고 했으며 Delitto 등(1989)은 체중과 근력이 성별에 대해서는 거의 유의한 상관성이 없으나 체중에 나이등의 다른 요인이 추가되면 그 영향력은 증가한다고 보고 했고 Lamgrana 등(1984)은 나이는 근력과 역상관관계로 30-50대 사이에서 현저한 차이를 나타냈고 Timm(1988)은 20-30대 사이에서 나이의 증가에 따라 근력이 증가하는 상관관계에 있고 30세 이후부터는 역상관관계가 있다고 했다.

근기능을 평가하는데 있어서 관절각도는 수축하는 근육의 기계적 특성에 대한 정보를 제공하기 때문에 최대 동속성 우력치를 나타내는 관절각도의 평가는 중요하며 (Baltzopoulos와 Brodie, 1989)관절 각도와 우력치와의 관계는 근육의 횡단면적 근육의 길이-장력 관계, 지렛대 장치의 기계적 특성등에 의하여 결정되므로 한 근육의 우력과 관절각도와의 관계를 아는 것은 임상적인 면과 인체공학면에서도 매우 유용하다(Knapik 등 1983).

Moffroid 등 (1989)은 운동 속도 증가에 따른 최대 동속성우력치를 보이는 관절 각도의 변화에 대하여 근수축 요소의 흥분이 지연되었기 때문이라고 했다. Williams 등 (1989)은 운동시 발생하는 우력은 운동의 관절 각도에 따라 크기가 변화하며 일반적으로 근육의 길이가 짧아지는 관절 각도에서 우력이 감소된다고 보고했다. 근지구력은 근육이 동일한 일을 장시간 수행 할 수 있는 능력을 의미하며 Newton 등(1993)은 지구력 비율은 근력을 정확하게 반영하지 못하고, 또한 신뢰성도 부족하여 각 개인의 근력약화를 평가하는데 이용하는 것은 부적당하다고 했다(오승길, 1998)

V. 동척성 · 동장성 · 동속성 운동의 비교

동척성운동이란 관절의 움직임 없이 근 펌대부의 크기가 증가하며 "10의 법칙"을 이용한 10초간 수축, 10회 반복, 10set를 수행하는 운동이다(Scully 등). 동척성 운동은 물리치료의 초기에 사용하고 손상이나 수술로 인한 위축을 지연시키는데 도움이 되고 부종감소, 근육의 펌프작용으로 삼출액이 제거 되는데 도움이 되며 관절낭과 인대 주위에 존재하는 기계적 수용기를 자극시킴으로 폐용되는 경우가 줄어들고 신경간의 연락이 유지 된다. 또 시간, 장소, 장비에 구애받지 않는 장점이 있다. 그러나 근력이 제한된 범위에서만 나타나며 (근력이 가장 약한 부위에서만 최대장력이 나타나고 그의 관절각도에서는 최대장력을 발휘하지 못한다) 혈압에 변화를 준다.

동장성운동이란 움직임이 일어나도록 근수축이 주어진 저항치를 극복해야 함을 의미한다. 동장성 운동의 분류에는 구심성 수축(근의 길이가 짧아지면서 수축)과 원심성 수축(근의 길이가 늘어나면서 수축)이 있고 전가동 범위에 적용이 가능하고 힘과 지구력 둘다 향상시키며 객관적 기록과 환자에 맞게 설정 가능하다. 그러나 만일 적절한 형태나 기술이 적용되지 않는다면 근골격계나 관절에 외상을 유발할 수 있고 가동범위를 움직이는 동안 통증이나 피로를 수용하지 못하며 동장성 운동을 하여서 작업량과 힘, 그리고 속도의 값을 가지고 근육의 수행능력을 평가한다는 것은 좀 불가능하다.

동장성 운동이 저항을 고정시킴으로써 속도가 임의로 변하는 운동인 반면 동속성 운동은 가해진 우력에 따라 인위적으로 저항을 변화시켜 고정된 속도를 유지하는 운동이다(하권익 등, 1986). 동장성 운동은 추의 무게가 관절운동중의 근육수축이 가장 약해지는 지점의 힘 이상을 초과할 경우에는 그 이상의 운동 범위는 시행할 수가 없다(Kisner와 Colby, 1996). 또한 계속되는 관절운동에서 피로로 인한 점차적인 근력약화에도 불구하고 항상 같은 저항으로 운동을 해야만 한다(하권익 등, 1986). 이와 같이 근육피로나 동통으로 인한 관절운동범위 감소, 운동 속도 감소가 있는 반면, 동속성 운동은 완전히 조절되는 변하는 저항으로 고정된 속도를 유지할 수 있는 운동이므로 첫째, 운동시 근골격계의 역학적 변화나 동통, 근육 피로 등에 대하여 저항이 자동조절이 되어 환자는 모든 관절운동의 반복에서 동장성 운동에서 나타나는 관성 또

는 가속을 피하고 전 운동 간에 각각의 각도마다 통증이 없이 최대수축을 일으킬 수 있는 장점이 있다. 둘째, 근육 자체의 길이-장력(length-tention) 기능을 그대로 이용할 수 있으며 운동이 시작되면 운동하는 사람의 능력과 안전범위 내에서 스스로 운동량을 조절할 수 있고 운동을 반복할 때마다 그 결과를 기록할 수 있다. 셋째, 경련과 진전도 어느 정도 극복하고 운동할 수 있으며 통증을 호소하는 환자들에게도 사용할 수 있다. 넷째, 환자들이 운동중에 계기를 볼 수 있으므로 더 큰 관심을 가지고 운동에 참여하게 된다. 다섯째, 속도를 조절할 수 있으므로 저속도에서 하던 운동을 점차로 빠르게 하여 기능회복을 도울 수 있고 (Moffoid, M, Whipple, R, Hofkosh, J, Lowman, E, Thistle, H : 1969) 높은 속도로 운동을 하게 함으로 등속성 운동은 힘을 키우게 해주고, 관절의 압박을 감소시키면서 신경생리계를 강화시켜준다. 오직 등속성 운동만이 안전하게 통증과 피로를 수용할 수 있어 가장 효과적인 속도를 골라 그 용도대로 사용할 수가 있는 것이다 (Robert Mangine, Timothy P. Heckman, Vincent L. Eldridge).

VI. 결 론

저항성 운동 (resistive exercise)의 한 분야로 등속성 운동(isokinetic exercise)의 개념이 도입된 이래 이를 이용한 등속성 운동 기구들은 여러 가지 근력 측정을 정확하게 하며(하권익, 1984) 근력 강화의 높은 효율을 보임으로써 기초의학, 스포츠의학, 정형외과 및 물리치료학분야에서 큰 전환점을 맞게 되었다(Sherman, W. M. et al. 1982). 1967년 Hislop과 Perrine은 등속성 운동이란 미리 정해진 일정한 운동속도에서 운동을 하고 또한 정해진 속도에 따라 저항이 변화된다고 기술하였으며, Thistle 등은 등속성 운동이 등장성 운동이나 등척성운동보다 근력 강화에 더 뛰어난 효과를 볼 수 있는 방법이라고 보고 하였다. 등속성 운동 검사는 근력을 객관적으로 평가할 수 있어 근·골격계 및 신경손상 환자의 물리치료중 그 경과를 평가하는데 많은 도움을 주고 있으며 등속성 운동 치료 역시 이러한 손상환자의 근력 강화에 중요한 역할을 하고 있다. 등속성 운동시 느린 속도의 운동은 근력을 강화시키고 빠른속도의 운동은 근지구력을 증가시킬 수 있어 운동속도의 선택은 중요하다. Barnes(1980)는 근육 수축속도에 따른 근전도상의 운동단위 전기활동과 등속성 운동상의 근력 즉 우력과의 관계에 대한 연구에서 운

동의 속도가 빠를수록 우력과 운동단위의 전기 활동이 감소하는 것을 보였다. 등속성 운동은 전관절가동범위에서 최대의 수축을 발휘 할 수 있는 운동으로 운동의 속도를 일정하게 정한 후 저항은 각 위치에서 발휘되는 수축력의 힘만큼 나타나게 된다. 즉 등속성 운동에서 운동속도가 정해진 속도에 미치지 못하면 근육은 아무런 저항을 받지 않게 되며, 정한 속도보다 빠르게 운동할 때 비로소 이에 상응하는 저항이 생기게 되는 이점이 있어 전 구간을 통해 근육은 최대의 저항을 받으며 최대의 장력을 일으키게 된다(Perrine, 1993). 또한 최근까지 우리나라에서도 인체 주요 관절의 주위 근육에 대한 근력의 정상 표준치를 구하고 근력을 강화시킬 목적으로 등속성 운동 기구를 이용한 많은 연구(강세윤 등, 1991)가 이루어졌다. 그리고 이러한 근력 평가에 있어 신체의 일차적인 운동면 즉, 시상면, 전두면, 횡단면에서 일어나는 움직임에 집중되어 왔으나 사람은 일상적인 생활에서 전두면이나 시상면에서의 움직임보다는 그 두면 사이에 있는 중간면에서의 움직임이 기능적이며 가장 단순하고 자연스러운 형태로 일어나기 때문에 Doody와 Waterland (1970)은 견갑면에서의 움직임에 대해 논의 되기 시작하였다 그래서 앞으로는 중간면과 다른 자세의 위치에 대한 비교 연구에 대한 보고가 많이 필요하리라 본다.

<참 고 문 헌>

- 강세윤, 배진홍, 김혜원 : 건강한 한국청년의 주관절 각도에 따른 완관절근 및 신전근의 등속성 근력평가. 대한재활의학회지 14;110-114, 1990.
- 강세윤, 정양기, 안용팔 : 20대 건강한 청년의 슬관절 신전근 및 굴곡근에 대한 등속성 운동검사. 재활의학회지 10 : 116-123, 1986.
- 문성기, 채수성 : 척수손상환자와 정상성인과의 견관절 주위근에 대한 등속성 근력평가 비교, 대한물리치료학회지(KAPT) 2 : 1-7, 1995.
- 민경숙 : 운동치료학 ed2, 대학서림, 1991
- 박래준, 박상옥, 양재근 등 : 운동생리학, 정담출판사, 1993.
- 박승만, 김용남 : Isokinetic Exercise에 의한 중풍재활교육이 인체기능회복에 미치는 영향, 대한물리치료학회지 4 : 1-14, 1997.
- 배성수, 강순희, 김태윤 등 : 키스너 풀비 운동치료총론 3ed, 영문출판사, 1997.
- 배성수, 김태윤, 김상수 등 : 운동치료학, 대학서림, 1995.
- 배성수, 김한수, 이현옥 등 : 인체의 운동, 현문사, 1992.

- 오승길 : 정상성인 남자와 요추추간판탈출증 수술후 성인 남자의 요추부 굴곡근과 신전근의 등 속성 근력 평가, 대한물리치료학회지 10 : 81-98, 1998.
- 윤승호, 남명호, 김은희 등 : 충남의대 학생들의 슬관절 주위근에 대한 등속성 운동평가, 대한재활의학회지, 14 : 268-276, 1990.
- 윤태식, 전세일, 신정순 등 : 대학축구 선수와 일반대학생의 슬관절 등속운동비교, 대한재활의학 회지, 14 : 260-267, 1990.
- 장기언, 박주현, 안용팔 : 정상인과 경련성 편마비 환자에서 Cybex II + Dynamometer를 이용한 진자검사, 대한재활의학회지, 13 : 189-194, 1989.
- 채윤원 : 전두면과 견갑골에서 견관절의 회전운동에 대한 등속성 근력평가, 대구대학교대학원 논문집, 1998.
- 채윤원, 정동훈 : 중력의 영향에 따른 슬관절 굴곡근과 신전근의 등속성 운동평가, 대한물리치료 학회지, 10 : 45-52, 1998.
- 하권익, 한성호, 정민영 등 : 반월상 연골판 제거술 후 등속성 운동의 효율, 대한스포츠의학회지, 4:5-9, 1986.
- 한태륜, 김상규 : 근력측정에서 등속성 측정방법과 근전도 측정방법의 비교, 대한재활의학회지, 4 : 5-9, 1986.
- Baltzopoulos V, Brodie DA : Isokinetic dynamometry applications and Imitations, Sports Medicine ; 8 : 101-116, 1989.
- Barns WS : The relationship of motor-unit action to isokinetic muscular contraction at different contractile velocities, Phys Ther, 60 : 1152-1157, 1980.
- Bohannon, RW : Reference Values for Extremity Muscle Strength Obtained by Hand-Held Dynamometry From Adults Aged 20 to 79 Years, Arch phys Med Rehabi 78 : 26-32, 1997.
- Carbi JMH : isokinetic aspects of human joints and muscle, Clin Rev Biomed Eng 19, 231-259, 1991.
- Croze, RV, Pitetti KH, Horvat M et al : Peak Torque, Average Power, and Hamstrings / Quadriceps Ratio in Nondisabled Adults and Adults With Mental Retardation, Arch P.M.R 77 : 369-371, 1996.
- Deluca CJ, Le Fever RS, McCue MP et al : Control scheme governing concurrently active motor units during voluntary contractions. J Physiol 329:129, 1982.
- Doddys, Susan G, Leonard Freedman et al : Shoulder movement during abduction in the scapular plane, Arch Phys Med Rehabil. 51(10) : 595-604, 1970.
- Dvir Z : Isokinetics, New York, pp 1-22, 1995.
- Grace, T.G. Sweeter, ER, Nelson, M.A et al : Isokinetic Muscle in Balance and Knee-joint injuries : J.B.J.S. 66- A, No 5: 734-749, 1969.
- Jerome J.A., Hunter K, Gordon P et al : A new robust index for measuring isokinetic trunk flexion and extension, Outcome from a regional Study, Spine, 16, 804-808, 1991.
- Knapik JJ, Ramos MW : Isokinetic and isometric torque relationships in human body, Arch Phys Med Rehabil 61, 64-67, 1980.
- Moffoid, M, Whipple, R, Hofkosh et al : A study of Isokinetic Exercise : phys Ther, 49 : 735-746, 1969.
- Newton M, Thow M, Somerville D et al : Trunk strength testing with iso-machines, Part 2, Experimental evaluation of the Cybex II back testing system in normal subjects and patients with chronic low back pain, Spine, 18 : 812-145, 1989.
- Perrin, David H : Isokinetic exercise and assessment. USA, Human Kinematics Publishers, 1993.
- Robert Mangine, Tomothy P, Vincent L. : Improving Strength, Endurance, and Power : In Physical Therapy (Rosemary M. Marylou R.) J.B. Lippincott Company Philadelphia, 1989.
- Schlinkman B : Norms for high school Football Players derives from Cybex data reduction computer. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 5 : 365-371, 1984.
- Scully RM, Barnes MR : Physical Therapy, philadelphia, J.B. Lippincott Co, 1989.
- Sherman WM : Isokinetic Rehabilitation after surgery : Am. Jour, S.M, Vol 10, No. 3 : 155-160, 1982
- Scully RM, Barnes MR : Physical Therapy, philadelphia, J.B. Lippincott Co, 1989.
- Thistle HG, Hislop HJ, Moffroid M et al : Isokinetic contraction, A new concepts of resistive exercise, Arch Phys Med Rehab, 48 : 279-282, 1967.
- Thornstenson A, Karlsson J : Fatiguability and fiber composition of human skeletal muscle, Acta, Physiol Scand, 98 : 318-322, 1976.
- Timm KE : Isokinetic lifting simulation Journal of Orthopaedic and Sports physical Therapy, 9 : 156-166, 1988.