

슬관절의 자세에 따른 족관절 저축굴곡근의 등속성 근력 평가

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

배 성 수

부산가톨릭대학교 물리치료학과

이 현 옥

대구대학교대학원 재활과학과 물리치료전공

이 근 회

Isokinetic Evaluation of Plantarflexors with Knee Position

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

Department. of Physical Therapy, College of Rehabilitation science, Taegu University

Lee, Hyun-Ok, P.T., M.E.

Department. of Physical Therapy, Busan Catholic University

Lee, Keun-Heui, P.T.

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

< Abstract >

Peak torque, angle of peak torque occurrence, total work, average power, endurance of the ankle plantar flexors were studied with the knee positioned 0° and 90° flexion. Plantar flexors of 20 students were tested on Cybex 6000 dynamometer.

The results were as follows ;

1. The peak torque values were significantly higher with knee extension than knee 90° flexion.
2. The angle of peak torque occurrence were earlier with knee extension than knee 90° flexion, but no significant.
3. The total work were significantly higher with knee extension than knee 90° flexion. at 30°/sec, but no significant at 90°/sec
4. The endurance ratio were higher significantly with knee 90° flexion than knee extension
5. The mean average power were significantly higher with knee extension than knee 90° flexion

I. 서 론

족관절이나 발의 근육은 자세유지, 체중지지, 뒷꿈치 들기, 보행 등에 대단히 중요하며, 족관절의 직접적인 손

상은 물론 하지의 골절이나 수술 후의 고정으로 인하여 영향을 받게 된다. 이들 근육의 물리치료과정에서 족관절의 운동범위나 발의 유연성은 물론 근력검사는 필연적이다. 근력검사에는 맨손근력 검사나 기구를 이용하는 방법이 있다.

족관절 저측굴곡의 주동근은 비복근과 가자미근이다. 비복근은 슬관절을 뒤로 통과하는 2관절 근육이고 가자미근은 족관절에만 관여하는 한 관절 근육이다. 이 해부학적 배열로 때문에 넙치근의 단독 검사 시에는 무릎을 약간 굴곡한 상태에서 족관절을 저측굴곡한다. 그러나 비복근의 완전한 격리는 불가능하다(Hislop 등, 1995). 족관절의 저측굴곡력은 길이-장력관계의 관점에서 슬관절의 자세에 영향을 받게 된다(Yamashita, 1988). 따라서 족관절 저측굴곡근의 근력검사나 근력강화운동, 족관절 손상의 물리치료에 있어서 이러한 관계가 고려되어야 한다

기구를 사용하는 방법 중 등속성 운동구는 등장성 운동의 변형으로 관절가동범위를 통하여 일정한 속도로 운동하는 것을 가능하게 하며 이 속도는 기계에 의하여 조절할 수 있다(Jenkins 등, 1984). 이 등속성 기구에 의해 전 관절가동범위에서 근육의 힘(토크)과 총 일량, 일률, 근지구력을 객관적으로 측정할 수 있어 근육의 특성을 파악하는 방법으로 많이 사용되고 있다(Jenkins 등 1984). 또한 물리치료에 있어 효과적인 운동치료 방법의 하나로 우리나라에서도 널리 시행되고 있을 뿐만 아니라 물리치료학과 스포츠의학 분야에서 환자의 치료와 평가에 널리 이용되고 있다(한 태륜 등, 1990; Dehateur B 등, 1972; Thomee R 등, 1987; Burdett와 Swearingen, 1987).

Hislop과 Perrine(1967)에 의해 생리적인 면에서 등속성 운동개념이 소개되었고, Barnes(1980)는 등속성 운동에서 토크의 증감을 비교함으로써 운동단위의 동원력을 평가할 수 있다고 보고하였다. 등속성 기구는 정상부위나 손상부위의 객관적인 근력의 평가와 정상치의 표준화에도 매우 유용하게 사용되고 있으며, 또한 이러한 등속성 기구는 물리치료 환자의 근 기능 회복을 위한 운동으로도 사용빈도가 많아지고 있는 실정이다. 국내에서는 등속성 기구가 도입된 후 근육의 특성을 파악하는 한 연구 방법으로 정상인의 근육 사이의 근력 비교나 평가에 주로 이용되어 왔다(강 세운 등, 1986; 김 진호 등, 1987; 하 권익 등, 1984). 또한 요통환자와 동결근 환자에 대한 치료 후 평가(김 진호 등, 1988)와 반월판 절제술 후 슬관절부 근육의 근력 평가(한 태륜 등, 1990) 등이 보고되었다.

위의 보고에서처럼 근육의 특징을 파악하고 근육간의 근력을 비교하는 수단으로 주로 등속성 운동기구를 사용하고 있고 이를 이용한 많은 연구가 있다. 그러나 아직까

지 슬관절 자세에 따른 저측굴곡력에 대한 국내의 연구는 보고된 바가 없다.

따라서 저자들은 정상적인 족관절에서 슬관절 자세에 따른 족관절의 저측굴곡력을 서로 비교하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

임상적으로 족관절부의 외상의 경험이 없고 현재 관절염이나 동통 및 근력약화 또는 운동제한이 없으며 현재 특별한 운동을 하고 있지 않은 20대 건강한 남녀 대학생 각 10명씩 총 20명을 검사하였다(Table 1). 평균 체중은 70.90 ± 7.95 kg, 여자 52.60 ± 3.10 kg였으며, 평균 키는 남자 175.80 ± 4.05 cm였고, 여자 162.10 ± 3.90 cm였고, 평균 나이는 남자 25.40 ± 2.01 세, 여자 23.50 ± 2.47 세였다. 검사측 다리는 모두 우측을 검사하였다.

Table 1. Age and Sex Distribution

Sex/age	Male	Female	Total
20 ~ 29	10	10	20

Average Body Weight(Kg) : M: 70.9kg, F: 52.6kg

2. 실험방법

검사기구는 등속성 운동기구인 Cybex 6000을 이용하였다. 검사방법은 대상자를 검사대(Upper Body Exercise Table: U.B.X.T.)위에 바로 누운자세를 취하게 하고 Dynamometer Axis와 외과(Lateral malleolus)를 맞춘다. 족관절부를 고정시키기 위해 Heel cup장치와 2개의 foot cross velcro를 사용했으며, 슬관절부와 골반부도 velcro strap으로 검사대에 고정시켰으며, 양손으로 velcro 부위를 잡게 하여 운동 중 슬관절부 및 고관절부의 운동을 최소화하였다. 첫 번째는 슬관절 신전상태에서 족관절 저측굴곡 검사를 하였고(Fig. 1), 두 번째는 슬관절을 90° 굴곡자세에서 저측굴곡 검사를 시행하였다(Fig. 2).

시행과정은 족관절 중립자세에서 족관절 배측굴곡 20도, 저측굴곡 40도 까지를 운동범위로 측정하였다. 측정

각도는 배측굴곡 20°를 출발자세 0°로 하였다. 검사과정을 충분히 설명하고, 검사 전에 수회 연습시켜 검사과정을 이해하고 익숙해지도록 한 후 30°/sec에서 3회, 1분간 휴식 후 90°/sec에서 10회 반복 운동시켰다.



Fig 1. Knee extension position



Fig 2. Knee 90° flexion position

3. 자료분석

자료의 통계적 분석은 검사결과 Cybex Data Reduction Computers에서 얻은 각속도 30°/sec와 90°/sec에서 슬관절 신전과 90°굴곡에서의 족관절 저측 굴곡근의 최대 토오크, 초대토오크 발생 각도, 총일량, 근지구력, 일률을 pair t-검정과 %로 통계처리 하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 최대 토오크(Peak Torque)의 슬관절 자세에 따른 비교

운동속도 30°/sec에서 슬관절 신전에서 족관절 저측 굴곡근의 최대 토오크는 68.40±18.43 Nm(남녀 각각 77.90±19.40 Nm, 58.90±11.83 Nm), 슬관절 90° 굴곡에서는 51.80±13.76 Nm(남녀 각각 60.00±13.51 Nm, 43.60±8.34 Nm)로 이는 슬관절 신전자 세에서의 최대토오크의 75.7%였다. 운동속도 90°/sec에서 슬관절 신전에서 족관절 저측굴곡근의 최대 토오크는 40.20±13.13 Nm(남녀 각각 49.00±11.33 Nm, 31.40±7.95 Nm)이었고, 슬관절 90° 굴곡 상태에서는 34.25±12.86Nm(남녀 각각 39.60±14.14 Nm, 28.90±9.23 Nm)로 슬관절 신전에서의 85.2%였다 (Table 2)

30°/sec, 90°/sec 모두에서 슬관절 신전상태와 90° 굴곡상태에서의 저측굴곡근 최대 토오크는 슬관절 굴곡에서보다 신전상태에서 유의하게 높았다.

Table 2. Peak Torque of plantar flexors at knee extension and 90° flexion(Nm)

	30°/sec*		90°/sec**	
	knee extension	90° flexion	knee extension	90° flexion
Male	77.90±19.40	60.00±13.51	49.00±11.33	39.60±14.14
Female	58.90±11.83	43.60±8.34	31.40±7.95	28.90±9.23
전체 평균	68.40±18.43	51.80±13.76	40.20±13.13	34.25±12.86
	100(%)	75.7(%)	100(%)	85.2(%)

* P<0.01, in comprison with knee extension and 90° flexion

** P<0.05, in comprison with knee extension and 90° flexion

2. 최대 토크를 발생하는 관절각도

운동속도 30°/sec에서 슬관절 신전에서의 족관절 저측굴곡 시 최대 토크 발생각도는 7.75±6.42°, 90° 굴곡에서는 10.65±5.34°이고, 90°/sec에서 슬관절 신전

상태에서의 최대 토크는 14.45±6.54°, 90° 굴곡 상태에서는 15.55±6.49°였다. 슬관절 90° 굴곡에서 저측 굴곡 시 약간 운동범위의 초기에 최대토크가 발생되었으나 슬관절 자세에 따른 유의한 차이는 발견할 수 없었다(Table 3).

Table 3. Angle at Peak Torque of knee extension and 90° flexion(degree)

	30°/sec		90°/sec	
	knee extension	90° flexion	knee extension	90° flexion
Male	8.70±5.52	10.60±5.87	13.80±6.12	15.70±6.36
Female	6.80±7.40	10.70±5.08	15.10±7.20	15.40±6.96
전체 평균	7.75±6.42	10.65±5.34	14.45±6.54	15.55±6.49

3. 총일량(Total Work)

운동속도 30°/sec에서 슬관절 신전상태에서의 족관절 저측굴곡 시 총일량은 43.55±10.73J, 90° 굴곡 상태에

서는 35.20±10.33J로 신전상태에서 유의하게 높았다. 그러나 90°/sec에서 슬관절 신전상태에서의 족관절 저측굴곡 시 총일량은 27.40±10.40J, 90° 굴곡 상태에서는 24.35±9.49J로 유의한 차이는 없었다 (Table 4).

Table 4. Total Work(J)

	30°/sec*		90°/sec	
	knee extension	90° flexion	knee extension	90° flexion
Male	48.50±10.98	41.50±10.60	33.90±10.75	28.90±10.84
Female	38.60± 8.25	28.90±10.84	20.90± 4.36	19.80± 5.16
전체 평균	43.55±10.73	35.20±10.33	27.40±10.40	24.35± 9.49
	100(%)	81(%)	100(%)	89(%)

* P<0.01, in comprison with knee extension and 90° flexion

4. 근지구력(Endurance Ratio)

근지구력은 빠른 속도(90°/sec)에서 10회 반복운동 중 최초 3회 운동의 총일량에 대한 마지막 3회 운동의

총일량을 백분율(%)로 표시하였는데, 슬관절 신전상태에서 저측굴곡 시 78.35±18.79%, 90° 굴곡상태에서 92.70±28.70%로 근지구력은 굴곡상태에서 유의하게 높았다(Table 5).

Table 5. Endurance Ratio(%)

	90°/sec*	
	knee extension	90° flexion
Male	80.90±21.43	98.30±38.85
Female	75.80±16.48	87.10±12.67
전체 평균	78.35±18.79	92.70±28.70

* P<0.05, in comprison with knee extension and 90° flexion

5. 일률(Average Power)

일률 즉 단위시간 당 근육의 수행능력은 30°/sec에서 슬관절 신전과 90°굴곡에서 21.10±6.04watts, 16.20

±4.21watts로 유의하게 높았으나, 90°/sec에서 34.85±12.61watts 29.80±11.34watts로 유의한 차이는 발견할 수 없었다(Table 6).

Table 6. Average Power(watts)

	30°/sec*		90°/sec	
	knee extension	90° flexion	knee extension	90° flexion
Male	23.70±5.96	18.80±3.99	18.80± 3.99	34.60±12.85
Female	18.50±5.15	13.60±2.55	26.50± 7.12	25.00± 7.44
전체 평균	21.10±6.04	16.20±4.21	34.85±12.61	29.80±11.34

* P<0.01, in comprison with knee extension and 90° flexion

Ⅳ. 고 찰

족관절의 저축굴곡근의 특성을 파악하기 위하여 등속성 기구를 사용하여 토크 값을 측정하였다. 저축굴곡근은 비복근과 가자미근으로 가자미근은 한관절 근육이나 비복근은 내외대퇴과와 후부에서 기시하는 두 관절 근육이기 때문에 저축굴곡근은 슬관절의 자세에 따라 근력에 차이를 나타내게 된다. 이러한 차이를 알아보기 위하여 슬관절을 완전히 편 자세와 90°도 굴곡한 자세에서 족관절의 저축굴곡근을 검사하게 되었다.

근력을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있다. 임상적으로 애용하고 있는 맨손 근력검사를 비롯하여 장력계, 역량계 등이 있고 수축 형태별 검사에는 등장성 검사, 등척성 검사, 등속성 검사가 있다. 맨손 근력검사는 임상적으로 많이 활용되지만 정량화하기가 곤란하고 장력계나 역량계는 측정 근육에 따라 측정기구의 형태가 달라야 하는 단점이 있다. 근래에는 손으로 고정하는 역량계가 개발되어 사용되고 있으나 근력에 대한 정확한 해석이 어렵고 토크를 계산하기 위해서는 운동축에서 역량계를 적용한 부위까지의 거리를 측정하여 계산해야 하기 때문에 치료 전후의 효과를 판정하는 데는 무리가 없으나 근육간의 비교는 어려운 실정이다.

등장성 검사는 오랫동안 사용해오던 검사방법이었다. 그러나 이 방법의 장점에도 불구하고 현재에는보다 간편한 등척성 저항운동을 선호하고 있다. 등장성 운동은 아령을 들 때처럼, 일정한 무게를 관절의 전 가동범위에 걸

쳐 움직이기 위해서는 가동범위 중 가장 근력이 약한 부분에서의 하중을 선택하여야 하며, 근력이 가장 약한 부분에서 최대수축을 한다. 등속성 운동은 전 가동관절범위에서 최대의 수축을 발휘할 수 있는 운동으로서, 일정한 속도를 유지하기 위해 전체 가동범위 운동 중 근육에 의해 발생하는 토크에 대해 정비례하게 되도록 저항을 조절하는 전기역학적 장치를 이용한 장치로(Hislop 등, 1967; Moffroid 등, 1969) 토크 등 여러 가지를 측정할 수 있는 기구로 근육의 특성을 파악하는 근력평가나 근력강화 운동의 한 방법으로 많이 사용되고 있다. Thistle 등(1967)과 William 등(1959)은 등속성 운동이 등장성 운동이나 등척성 운동보다 근력강화의 효과가 우월하다고 보고하였다.

Hislop 등(1967)이 등속성 운동의 원리와 개념에 대하여 체계적으로 설명한 이후 많은 연구 보고들에 의해 등속성 운동이 토크, 일량, 관절운동범위 및 힘을 측정하는데 그 신뢰도가 매우 높음이 증명되었다. 등속성 운동 시 느린 속도의 운동은 근력을 보다 강화시키고, 빠른 속도의 운동은 근 지구력을 증가시키는데(Nicholas 등, 1989). 토크는 운동속도에 따라 달라질 뿐만 아니라(Moffroid 등, 1969) 또한 검사 시 기계의 축과 관절의 축이 변화하면 달라진다(Golin 등, 1979; Ha KL 등, 1984). 따라서 본 연구에서도 등속성 기구를 사용하였으며 표준화된 검사 방법에 의해 족관절 저축굴곡근의 검사를 실시하였다.

등속성 운동 시 근력은 각속도에 따라서 변한다. 운동

속도가 빨라지면 수축이 느린 근섬유에 의한 근력 발생이 감소되고, 또한 근섬유의 액틴과 미오신이 십자교를 형성하기 위한 시간이 충분하지 않으므로 근력이 감소된다(Ivey 등, 1985; Joel 등, 1988; Laird 등, 1979; Roy 등, 1987). 본 검사에서는 느린 속도(30°/sec)와 빠른 속도(90°/sec)에서 검사를 실시하였다.

운동속도와 관련한 연구에서 Sherman 등(1982)과 Thomee 등(1987)은 느린 속도에서 운동한 군은 느린 속도에서, 빠른 속도에서 운동한 군은 빠른 속도에서 토크가 더 많이 증가한다고 하였지만, Moffroid 등(1970)과 Coyle 등(1981)은 빠른 속도에서 운동한 군은 모든 속도에서 근력의 증가를 보인 반면 느린 속도에서 운동한 군은 느린 속도에서만 의미있는 근력의 증가를 보였다고 보고하였다. Jenkins 등(1984)은 운동속도와 관계없이 모든 속도에서 근력의 증가를 보였다고 하였다.

1) 슬관절 자세변화에 따른 최대토크의 비교

등속성 운동검사에서 근육의 특성을 나타내는 대표적 인 것은 토크이다. 본 연구에서 슬관절 자세에 따른 비교는 30°/sec, 90°/sec에서 슬관절 신전에서 90°굴곡상태에서 보다 유의하게 높았다. 30°/sec, 90°/sec에서 슬관절 신전상태에 대한 90°굴곡에서 측정된 토크의 비는 각각 75.7% 85.2%로 이는 Fugl-Meyer(1981)의 78.9%, 87.5%와 거의 유사하였다. 이 결과는 족관절의 저축굴곡근은 슬관절의 자세에 영향을 받으며 각속도가 빨라질수록 자세 변화에 따른 차이가 적어지는 것을 알 수 있다.

저축굴곡근의 최대 토크는 자세와 각속도에 상관없이 남자가 여자보다 높았다. 슬관절 신전, 운동속도 30°/sec에서는 남자가 77.90±19.40Nm, 여자가 58.90±11.83Nm로 남자에 대한 여자의 근력비가 75.6%였다. Fugl-Meyer(1981)가 보고한 남녀의 비율을 보면, 여자의 근력이 남자의 60%, Park 등(1987)은 61%,라고 하였는데 저자들의 연구에서는 여자의 근력비가 조금 높았다. 이는 대상자의 신체조건에 따른 요인 때문으로 생각된다.

2) 최대 토크가 발생된 관절 각도의 비교

최대 토크가 발생한 관절 각도는 족관절 저축굴곡 시 각속도 30°/sec, 슬관절 신전상태에서 7.75±6.42도, 90°굴곡상태에서는 10.65±5.34도 이었다. 각속도

90°/sec, 슬관절 신전상태에서 14.45±6.54도, 90°굴곡에서 15.55±6.49도 이었다. 강 세운(1988) 등은 남자 배축굴곡 6.5도 여자 배축굴곡 2.1도에서 저축굴곡 근의 최대 토크가 발생한다고 보고하였다. 본 연구는 배축굴곡 20°를 출발자세 0°로 설정하였기 때문에 이를 환산하면 남자 배축굴곡 11.3° 여자 배축굴곡 13.2°로 보다 초기에 최대토크에 도달하였다. 본 연구에서는 검사 자세를 바로 누운 자세에서 검사하였기 때문에 이러한 차이가 자세에서 기인한 것인지 고정의 불확실성에 의한 것인지는 보다 연구되어야 할 것 같다. 최대토크 발생 시기는 슬관절 신전자세에서 족관절 저축굴곡 시 보다 운동범위의 초기에서 나타났다.

3) 총일량

슬관절 자세에 따른 일량을 비교해 보면, 30°/sec에서 슬관절 신전상태가 90°굴곡시킨 상태의 저축굴곡근보다 19% 높았고, 90°/sec에서 11%가 높았다. 이는 거리는 이미 기계적으로 배축굴곡 20°에서 저축굴곡 40°로 한 정해 놓은 상태에서 신전상태에서 굴곡에서보다 큰 힘을 낼 수 있기 때문으로 사료된다.

4) 근지구력과 일률

근지구력은 각속도 90°/sec에서만 검사하였다. 근지구력의 전체 평균은 슬관절 신전상태에서 족관절 저축굴곡 시 78.35%였고, 90°굴곡 시 92.7%였다. 슬관절 신전에서보다 굴곡에서 지구력이 높게 나타난 것은 운동횟수(10회)와 신전 상태에서는 비복근이 길이가 늘어난 상태이므로 보다 큰 힘을 발생하게 되고 또한 Type II 섬유를 다량 포함한 근육이기 때문에 빠르게 피로한 때문으로 사료된다.

V. 요 약

슬관절 자세에 따라 족관절 저축굴곡근의 근력을 비교 분석하기 위하여 건강한 남녀 20명을 대상으로 Cybex 6000을 사용하여 측정된 결과는 다음과 같다.

1. 최대 토크 값은 양쪽 모두 슬관절 신전상태서 90°굴곡에서보다 높았다. 슬관절 신전상태에 대한 90°굴곡에서의 토크 값의 비는 운동속도 30°/sec와 90°/sec에서 각각 75.7%, 85.2%였다.
2. 최대 토크는 30°/sec, 90°/sec에서 모두 슬관절

신전상태에서 90°굴곡상태에서보다 운동의 초기에서 나타났으나 유의한 차이는 없었다.

3. 저속굴곡근의 총일량은 굴곡보다 신전상태에서 높았다. 슬관절 신전상태에 대한 90°굴곡에서의 총일량의 비는 운동속도 30°/sec와 90°/sec에서 각각 81%, 89%였다.

4. 저속굴곡근의 근지구력은 슬관절 신전상태와 90°굴곡상태에서 78.35%, 92.70%로 굴곡상태에서 높았다.

5. 일률은 30°/sec에서 슬관절 신전에서 높았다.

위 연구 결과는 족관절 손상환자의 물리치료 시에 배측굴곡근과 저속굴곡근의 근력 비와 더불어 근재교육에 유용한 자료로 사용될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 근력증가를 위한 목적으로 운동치료 시 슬관절 신전상태에서의 저속굴곡운동이 더 효율적인 방법이라 생각된다.

〈 참고 문 헌 〉

- 강세운, 정양기, 안용팔 : 20대 건강한 청년의 슬관절 신전근 및 굴곡근에 대한 등속성 운동 평가. 대한 재활 의학회지 10 : 116-123, 1986.
- 강세운, 김운환, 최익환 : 정상 성인에 있어서 연령에 따른 하지근의 등속성 운동 평가. 대한재활의학회지 12 : 96-110, 1988
- 김진호, 한태운, 김상범 : 동결근에 있어서 견관절 주위 근에 대한 등속성 운동 평가. 대한재활의학회지. 12(2) : 136-147, 1988.
- 김진호, 김상범 : 한국정상성인의 슬관절 신근 및 굴근에 대한 등속성 운동 평가. 대한재활의학회지 11(2) : 173-183, 1987.
- 하권익, 한성호, 정민영 등 : 등속성 운동기구를 이용한 슬관절 굴곡근 및 신전근의 근력평가에 관한 연구. 대한정형외과학회지, 19 : 1043-1050, 1984.
- 한태륜, 김상규, 성상철 : 반월판 절제술후의 슬관절부 근육의 등속성 근력 평가. 대한재활의학회지. 14 : 102-109, 1990.
- Barnes WS : The relationship of motor-unit activation isokinetic muscular contraction at different contractile velocities. Phys Ther 60 : 1152-1158, 1980.
- Burdett RG, Swearingen JV : Reliability of isokinetic muscle tests. J Orthopaedic Sports Physical Therapy 8 : 484-488, 1987.
- Coyle EF, Feiring DC, Rotkis TC et al. : Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. J App Physiol 51 : 1437-1442, 1981.
- Dehateur B, Lehmann JF, Warren CG et al : Comparison of effectiveness of isokinetic and isometric exercise in quadriceps strengthening. Arch Phys Med Rehab 53 : 60-64, 1972.
- Fugl-Meyer AR : Maximum isokinetic ankle plantar and dorsiflex torques in trained subjects. Europ J App Phys 47 : 393-404, 1981.
- Golin BR, Charteris J : Isokinetic dynamometry, normative data for clinical use in lower extremity (knee) cases. Scand J Rehab Med 14 : 105-109, 1984.
- Ha KL, Hhn SH, Chung MY et al : Analysis of the flexor-extensor muscle force of the knee with Cybex II. J of Korean Orthop Assoc 19 : 1043-1049, 1984.
- Helen J. Hislop and Jacqueline Montgomery : Muscle testing, 6th ed, W.B Saunders, 1995. p215.
- Hislop JH, Perrine JJ : The isokinetic concept of exercise. Phys Ther 47 : 114-117, 1967.
- Ivey FM, Jr, Calhoun JH, Rusche K : Isokinetic testing of shoulder strength : Normal values. Arch Phys Med Rehabil 66 : 384-386, 1985.
- Jenkins WL, Thackaberry M, Killian C : Speedspecific isokinetic training. Ortho Sports Phys Ther 6 : 181-183, 1984.
- Joel A. Delisa : Rehabilitation Medicine, J.B. Lippincott company, philadelphia, pp 346-361, 1988.
- Johnson J, Siegel D : Reliability of an isokinetic movement of the knee extensors. Reserch Quarterly 49 : 88-90, 1978.
- Laird CE, Rozier CK : Toward understanding yhe terminology of exercise mechanics. Phys Ther 59 : 287-292, 1979.

- Moffroid MT, Whipple R, Hofkosh J et al : A study of isokinetic exercise. *Phys Ther* 49 : 736-746, 1969.
- Moffroid MT, Whipple RH : Specificity of speed of exercise. Ohys testing in young monathletic able-dodied subject. *Arch Phys Med Rehabil* 70 : 210-213, 1989.
- Nicolas JL, Robinson LR, Logan A et al :Testing in young nonatheletic able-body subjects. *Arch Phys Med Reha* 70 : 210-213, 1989.
- Park TW, Kang SY : Evaluation of plantar flexor strength of ankle using the Cybex I isokinetic dynamometer. *The Journal of Catholic Medical College* 40 : 861-868, 1987.
- Prentice, WE : *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*, Times Mirror, Mosby, 1990.
- Purslow, PP : Strain-induced reorientation of an intramuscular for passive muscle elasticity. *J Biomech* 22 : 21-31, 1989.
- Roy. P. Walmsley, Christopher Szybbo : A comparative study of the torque genetated by the shoulder internal and external rotator muscles in different positions and various speeds. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 9(6) : 217-222, 1987.
- Sherman WM, Pearson DR, Plyley MJ, Costill DL et al. : Isokinetic rehabilitation after surgery. *Am J Sports Med* 10 : 155-161, 1982.
- Thistle HG, Hislop JH, Haffroid M, et al : Isokinetic contraction : a new conceps of resistive exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 48 : 279-282, 1967.
- Thomee R, Renstrom P, Griby G, Peterson L : Slow or fast isokinetic traning after knee ligament surgery. *J Ortho Sports Phys Ther* 8 : 475-479, 1987.
- Williams M, Statzman L : Strength variation through the range of motion. *Phys Ther* 39 : 145-152, 1959.
- Yamashita, N : EMG activities in mono-and bi-articular thigh muscles in combined hip and knee extension. *Eur J Appl Physiol* 58 : 274-277, 1988.