

## 등속성운동기구(Isokinetic Equipment)를 이용한 슬관절 굴곡 및 신전근의 근력평가에 관한 연구

국립경찰병원 정형외과

하권익 · 한성호 · 정민영 · 유신철

= Abstract =

### Analysis of the Flexor-Extensor Muscle Force of the Knee with Cybex II

Kwon Ick Ha, M.D., Seong Ho Hahn, M.D., Min Young Chung, M.D. and  
Sin Cheol Yu, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, National Police Hospital, Seoul, Korea*

As a new concept of resistive exercise, isokinetic exercise was developed during the early 1950's. In isokinetic exercise, the subject works at a fixed speed against variable and totally accommodating resistance. The isokinetic equipment has been used widely as a therapeutic modality in clinical setting, as a training and testing device for sports practitioners, and as a method for scientific examination of post-operative status of muscles and joint function for orthopedists.

In order to acquire the isokinetic normative data of the knee for clinical use, we examined the flexor and extensor muscle force of the knee joint in 160 subjects with Cybex II.

The results were as follows;

1. Mean values of extensor strength were 76.04 ft.-lbs in right knee 75.45 ft.-lbs in left knee, 78.42 ft.-lbs in dominant hand side leg 73.84 ft.-lbs in non-dominant hand side leg, and 82.52 ft.-lbs in dominant leg 71.93 ft.-lbs in non-dominant leg.
2. Sex difference of extensor strength were 95.13 ft.-lbs in male 55.98 ft.-lbs in female, and that of flexor strength were 54.90 ft.-lbs in male 33.68 ft.-lbs in female.
3. Mean of position angle of maximal torque were between 58° and 65° for extensors, 35° and 45° for flexors.
4. Mean of total range of motion at working isokinetically with 60°/sec speed was 99°.
5. Mean values of extensor power were 54.43 ft.-lbs in male 30.63 ft.-lbs in female, and that of flexor power were 35.99 ft.-lbs in male 22.42 ft.-lbs in female.
6. Strength and power decreased as ages getting old, and there was significant diminish between 4-th decade and 5th decade.
7. Power endurance had more difference when it was compared with occupation. Mean value of power endurance was between 12 times and 18 times.

**Key Words:** Isokinetic normative data of knee, Cybex II.

### I. 서 론

근육의 운동 및 근력강화의 한 방법으로 저항성 운동(resistive exercise)의 새로운 분야인 등속성운동(isokinetic exercise)이 1960년대 초 Perrine에 의

해 처음 소개되었다<sup>1)</sup>. 등장성운동(isotonic exercise)이 저항을 고정시킴으로써 속도가 임의로 변화는 운동인 반면, 등속성운동은 가해진 우력(torque)에 따라 인위적으로 저항을 변화시켜 고정된 속도를 유지하는 운동이다. 이 등속성운동은 Thistle등에 의해 등장성운동이나 등척성운동(isometric exercise)

보다 뛰어난 근력강화의 효과를 볼 수 있음이 입증되었다<sup>10)</sup>. 이후 개발된 등속성운동기구들은 수축중인 근육에서 어느 한 시점의 근력측정과 운동속도에 따른 근력의 변화, 상호작용하는 근육들간의 비교를 가능하게 하였다. 또한 스포츠의학에서는 선수의 근육상태를 양적, 객관적으로 평가하여 강하시켜야 될 근육을 선택, 훈련시킴으로서 선수의 기량을 향상시키고 스포츠손상을 예방하며, 일상훈련에서는 불가능하였던 고속에서의 훈련을 할 수 있게 되었다. 정형외과영역에서는 환자의 근육과 관절의 상태, 수술 및 물리치료등의 효과, 재활의 정도, 또한 장애의 정도를 측정하는 새로운 방법으로 각광을 받고 있다.

산업재해 및 교통사고의 증가추세와 스포츠의 대중화로 인하여 늘어난 스포츠손상에서 많은 빈도를 보이는 슬관절손상을 등속성운동기구로 분석평가함에 있어서는 이의 정상치가 필요하게 되었다. 또한 아직 어떤 측정방법으로도 한국인의 슬관절부 근력의 정상치에 대한 충분한 연구보고가 없었다.

이에 저자들은 슬관절 병력이 없었던 한국 정상 성인에 대하여 등속성운동기구의 하나인 Cybex II를 이용, 슬관절 굴곡근 및 신전근의 근력을 측정하여 분석한 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## II. 측정대상 및 방법

일상생활 및 일정한 직장생활을 하고 있으며 과거에 슬관절 병력이 없고 1년 이상의 운동선수 경력이 없는 160명의 자원자를 대상으로 하였으며 20세부터 59세까지 각 세대당 남녀 20명씩으로 하였다. 직업별 비율은 일반사무직이 77명(48%), 주부가 27명(17%), 농업 및 노동직이 25명(16%), 경찰관이 20명(12%), 기타가 11명(7%)이었으며(Table 1), 이중 왼손잡이는 11명으로 6.9%의 비율을 나타냈다(Table 2).

근력측정은 위치각(position angle)과 우력곡선(torque curve)을 동시에 기록할 수 있는 Cybex II

Table 1. Distribution of occupation

Occupation	No.	%
Office worker	77	48
Housewife	27	17
Farmer & laborer	25	16
Policemen	20	12
Others	11	7
Total	160	100

Dynamometer\*를 사용하였으며, 정확한 측정을 위하여 테이블에 앉은 자세에서 상체와 대퇴는 테이블에 견고하게 고정시키고 운동하는 하퇴부는 dynamometer에 고정시켜 하퇴부가 항상 dynamometer의 input arm과 평행하고 관절운동의 축이 dynamometer의 운동축과 일치되도록 하였다(Fig. 1). 그리고 측정시 최대능력이 발휘되도록 측정의 목적과 기구의 작동원리 및 측정순서를 피검자에게 설명을 하였다.

측정은 먼저 dynamometer를 60°/sec의 운동속도로 고정하고 chart speed를 5mm/sec와 25mm/sec로 하여 슬관절의 신전 및 굴곡을 최대한으로 3회, 2회 시행하였다. 다시 dynamometer를 180°/sec의 운동속도로 고정하고 최대우력의 50%로 감소될 때까지 신전 굴곡을 반복하였다. Strength와 Power는 60°/sec와 180°/sec의 운동속도에서 낼 수

Table 2 Distribution of dominant hand

Dominant hand	No.	%
Right	149	93.1
Left	11	6.9
Total	160	100.0

Fig. 1. Position of extension-flexion test of knee. A moving leg is parallel with input arm of dynamometer, and the axis of joint motion coincides with that of dynamometer.

**Fig. 2.** An example of actual test recording. Strength is measured with 5mm/sec. & 25mm/sec. chart speed, and power is measured with 5mm/sec. chart speed.

**Table 3.** Comparison of strength of extensor

Differentiation		Mean Value
Right leg	: Left leg	76.04 ft. lbs : 75.45 ft. lbs
Dominent hand side leg	: Non-dominent hand side leg	78.42 ft. lbs : 73.84 ft. lbs
Dominent leg	: Non-dominent leg	82.52 ft. lbs : 71.93 ft. lbs

있는 각각의 최대 우력으로 측정하였으며 단위는 ft.-lbs\*\*로 나타내었다. 즉 저속시에 관절의 운동축에 가해진 force moment는 strength로, 고속시에 측정된 force moment는 power로 정의하였다. 지구력(power endurance)은 고속에서 force moment의 측정치가 power의 50%로 감소될 때까지의 운동횟수로 나타내었으며 전체운동범위(total range of motion)는 위치각(position angle)의 최고치와 최저치의 차이로 측정하였다(Fig. 2).

### III. 측정결과 및 분석

Cybex II를 이용한 각군의 굴곡근과 신전근의 strength와 이때의 위치각(position angle), power, 지구력(power endurance)의 측정결과는 다음과 같다.

#### 1. Strength

60°/sec의 속도에서 측정한 strength는 총 160명에서 우측 및 좌측의 신전근 strength가 우측이

주 : \* Cybex II Dynamometer is manufactured by Cybex, Division of Lumex, Ronkonkoma, N. Y., U. S. A.

\*\*우력(torque)은 거리(distance)×하중(load)으로 나타내며 foot-pounds의 단위가 사용되고 1 ft.-lbs는 1.355818 Newton-meter에 해당된다

**Table 4.** Strength of extensor (ft. lbs)

Decade	Male	Female
3rd decade		
Right	109.28 (±18.45)	59.14 (± 9.71)
Left	109.04 (±20.13)	60.24 (±10.24)
4th decade		
Right	111.53 (±11.83)	58.15 (± 7.37)
Left	103.58 (±15.04)	60.80 (± 6.63)
5th decade		
Right	84.75 (±12.80)	53.89 (±10.82)
Left	81.88 (±12.60)	53.94 (±10.86)
6th decade		
Right	80.32 (±15.14)	51.27 (± 9.49)
Left	80.68 (±13.57)	50.42 (± 8.52)
Total mean	95.13 (±15.84)	55.98 (± 8.49)

76.04 ft.-lbs, 좌측이 75.45 ft.-lbs로 유의한 차이가 없었다( $P<0.01$ ). 이를 다시 dominant hand별로 분류하면 dominant hand측은 78.42 ft.-lbs, non-dominant hand측은 73.84 ft.-lbs였다. 그러나 160명 중 29명에서는 dominant hand측의 strength가 non-dominant hand측의 strength보다 약하가 나타났으며, 다시 strength가 강한 측과 약한 측으로 즉 dominant leg와 non-dominant leg로 분류한 결과 dominant leg가 82.52 ft.-lbs, non-dominant leg가 71.93 ft.-lbs로 큰 차를 나타내었다(Table 3).

남자의 신전근 strength는 우측에서 20대 109 ft.-lbs, 30대 112ft.-lbs, 40대 85ft.-lbs, 50대 80ft.-lbs로 좌측도 유사하며 40대부터 현저한 근력약화

**Table 5.** Strength of flexor(ft. lbs)

Decade	Male	Female
3rd decade		
Right	63.92 ( $\pm 12.91$ )	35.19 ( $\pm 5.75$ )
Left	61.44 ( $\pm 16.53$ )	34.05 ( $\pm 7.19$ )
4th decade		
Right	58.84 ( $\pm 10.48$ )	35.45 ( $\pm 4.29$ )
Left	62.95 ( $\pm 12.15$ )	36.65 ( $\pm 4.16$ )
5th decade		
Right	49.31 ( $\pm 8.16$ )	36.11 ( $\pm 8.07$ )
Left	44.75 ( $\pm 9.89$ )	33.37 ( $\pm 7.50$ )
6th decade		
Right	47.50 ( $\pm 7.97$ )	27.24 ( $\pm 5.05$ )
Left	50.56 ( $\pm 11.84$ )	31.35 ( $\pm 6.23$ )
Total mean	54.90 ( $\pm 10.32$ )	33.68 ( $\pm 6.82$ )

의 소견을 보였다. 여자에서도 유사한 경향이 있었다. 신전근 strength의 평균치는 남자가 95.13 ft.-lbs, 여자가 55.98 ft.-lbs이었다(Table 4). 굴곡근에

**Table 6.** Strength Ratio of flexor/extensor

	Male	Female
3rd decade		
Right	59.81 %	60.75 %
Left	56.23 %	56.30 %
4th decade		
Right	52.74 %	60.64 %
Left	63.01 %	61.05 %
5th decade		
Right	60.42 %	67.64 %
Left	55.15 %	62.60 %
6th decade		
Right	53.71 %	63.59 %
Left	52.94 %	65.25 %
Mean	56.75 %	62.23 %

**Table 7.** Position angle at strength and total range of motion

Decade	Strength in extension	Strength in flexion	Total R.O.M.
Male			
3rd decade			
Right	65.40°	38.80°	102.76°
Left	59.28°	36.20°	96.52°
4th decade			
Right	62.21°	37.42°	103.89°
Left	63.47°	35.58°	100.11°
5th decade			
Right	62.69°	38.38°	102.50°
Left	58.94°	38.93°	97.56°
6th decade			
Right	60.35°	37.58°	98.67°
Left	59.83°	33.34°	97.00°
Female			
3rd decade			
Right	60.14°	36.67°	99.76°
Left	59.81°	41.90°	95.57°
4th decade			
Right	62.85°	39.60°	101.85°
Left	58.95°	41.40°	99.25°
5th decade			
R Right	60.32°	39.60°	97.74°
Left	60.63°	42.63°	97.32°
6th decade			
Right	61.58°	42.77°	99.80°
Left	61.26°	41.29°	93.76°
Mean	61.11°	38.88°	99.00°

**Table 8.** Power of extensor(ft. lbs)

Decade	Male	Female
3rd decade		
Right	69.88 (±13.27)	34.19 (±9.45)
Left	67.44 (±14.36)	34.57 (±7.04)
4th decade		
Right	60.68 (± 8.27)	33.80 (±6.64)
Left	59.63 (± 9.15)	32.95 (±6.36)
5th decade		
Right	48.38 (± 9.24)	28.58 (±5.47)
Left	45.19 (±11.89)	28.95 (±6.33)
6th decade		
Right	41.83 (±11.85)	25.29 (±7.28)
Left	42.38 (±12.13)	26.74 (±7.18)
Total mean	54.43 (±10.52)	30.63 (±7.24)

**Table 9.** Power of flexor(ft. lbs)

Decade	Male	Femal
3rd decade		
Right	49.15 (±11.70)	24.90 (±5.79)
Left	45.32 (±11.46)	24.48 (±4.83)
4th decade		
Right	36.58 (± 9.14)	24.20 (±4.15)
Left	37.32 (± 7.53)	23.95 (±3.90)
5th decade		
Right	33.94 (± 7.01)	22.74 (±5.72)
Left	31.69 (± 9.03)	21.79 (±6.24)
6th decade		
Right	24.38 (± 7.95)	18.76 (±3.44)
Left	29.53 (± 9.09)	18.50 (±5.20)
Total mean	35.99 (± 9.28)	22.42 (±5.53)

서도 신전근과 같은 양상이었으며 평균치는 남자가 54.90 ft.·1 bs, 여자가 33.68 ft.·1 bs 이었다(Table 5).

신전근에 대한 굴곡근의 strength비는 나이에 따른 차이는 없으나 남자 평균이 56.75%, 여자 평균이 62.23%로 전체적으로 여자가 남자보다 굴곡근의 strength가 신전근에 비해 높은 것으로 나타났다(Table 6).

## 2. Position angle at strength and total range of motion

Strength에 해당한 위치각은 나이, 성별의 차이가 없었다. 신전시 각 군의 평균은 58°에서 65°였으며 전체평균은 61.11°였다. 굴곡시는 각 군의 평균이 35°에서 42°였고 전체평균은 38.88°였다 (Table 7).

**Table 10.** Power ratio of flexor/extensor

	Male	Femal
3rd decade		
Right	71.08 %	76.32 %
Left	67.05 %	71.73 %
4th decade		
Right	60.92 %	72.60 %
Left	63.76 %	74.13 %
5th decade		
Right	71.02 %	79.89 %
Left	71.34 %	76.24 %
6th decade		
Right	67.82 %	73.29 %
Left	68.93 %	74.23 %
Mean	67.74 %	74.80 %

**Table 11.** Power endurance of extensor(times)

Decade	Male	Female
3rd decade		
Right	16.0 (±3.4)	12.5 (±4.6)
Left	16.2 (±4.0)	10.2 (±4.7)
4th decade		
Right	17.8 (±3.8)	11.8 (±3.8)
Left	16.8 (±4.4)	13.4 (±4.9)
5th decade		
Right	12.9 (±3.7)	11.8 (±5.9)
Left	18.3 (±6.7)	13.6 (±4.5)
6th decade		
Right	14.7 (±3.8)	14.3 (±3.9)
Left	14.8 (±4.9)	9.2 (±3.7)
Total mean	15.9 (±4.8)	12.1 (±4.3)

Cybox II의 슬관절 신전 및 굴곡근의 근력측정은 total range of motion이 135°이내에서 측정가능하도록 고안되어 있어 active range of motion이 이 이상인 피검자는 측정이 불가능하나 속도를 60° / sec로 동속성운동을 하는 총 240 슬관절중 최대의 total range of motion은 118°였다. 각 군별 평균치는 93°에서 103°이며 전체평균은 99°였다(Table7).

## 3. Power

180°/sec의 속도에서 측정한 power는 strength와 같이 신전근이나 굴곡근에서 모두 30대와 40대 사이에 가장 많은 약화가 있었으며 신전근의 power는 남자가 54.43 ft.·1 bs, 여자가 30.63 ft.·1 bs 이고, (Table 8) 굴곡근의 power는 남자가 35.99 ft.·1 bs, 여자가 22.42 ft.·1 bs의 평균을 보였다(Table 9).

**Table 12.** Power endurance of flexor (times)

Decade	Male	Female
3rd decade		
Right	13.5 ( $\pm 4.4$ )	16.8 ( $\pm 4.9$ )
Left	15.6 ( $\pm 3.4$ )	9.7 ( $\pm 4.7$ )
4th decade		
Right	14.9 ( $\pm 3.8$ )	13.8 ( $\pm 3.2$ )
Left	18.2 ( $\pm 5.7$ )	19.8 ( $\pm 3.4$ )
5th decade		
Right	14.3 ( $\pm 4.8$ )	18.7 ( $\pm 4.2$ )
Left	15.2 ( $\pm 3.8$ )	16.8 ( $\pm 2.8$ )
6th decade		
Right	14.6 ( $\pm 4.2$ )	14.9 ( $\pm 5.1$ )
Left	16.8 ( $\pm 3.2$ )	16.8 ( $\pm 5.8$ )
Total mean	15.3 ( $\pm 4.5$ )	15.9 ( $\pm 4.7$ )

**Table 13.** Comparison of power endurance with occupation

Occupation	No.	Power endurance (times)
Office worker	77	13.1
House wife	27	12.5
Farmer & laborer	25	18.3
Policeman	20	15.3
Others	11	11.8
Mean		14.0

신전근에 대한 굴곡근의 power 비는 strength 와 마찬가지로 여자가 남자보다 굴곡근의 비율이 높았으며 평균은 남자가 67.74%, 여자가 74.80%이었다 (Table 10).

#### 4. Power endurance

Power endurance는 power 측정치의 50%가 될 때까지의 횟수도 나타내며 신전근의 평균이 남자가 15.9회, 여자가 12.1회, 굴곡근은 남자가 15.3회, 여자가 15.9회로 굴곡근과 신전근의 거의 유사한 결과였으며 나이에 따른 관계도 없었으나 (Table 11, Table 12) 직업별 개인차이가 있었다. 즉 신전근의 power endurance를 비교할 때 일반사무직은 13.1회, 주부는 12.5회, 농업 및 노동직은 18.3회, 경찰관은 15.3회, 기타가 11.8회의 평균을 나타내었으며 160명 전체의 신전근 power endurance는 14.0 회이었다 (Table 13).

#### IV. 고 찰

1960년대 Perrine과 Hislop에 의해 등속성운동의

개념이 도입된 이후<sup>1)</sup> 스포츠의학과 재활의학, 물리 치료분야에서는 이에 대하여 많은 연구가 이루어졌다.

Moffroid는 등속성운동을 “동적(dynamic)이며 반복적(reciprocal)인 저항성운동(resistive exercise)으로 일정한 속도를 제공할 수 있는 속도 조절기구에 의해 할 수 있는 운동”이라고 정의하였으며<sup>12)</sup> 등장성운동과 비교하면 쉽게 이해가 된다.

등장성운동은 고정된 저항(fixed resistance) 상태에서 변화는 속도(variable speed)에 대하여 시행하는 운동이다. 고정된 저항이란 추의 무게로 주어지며 따라서 시행자는 자신에게 가장 적절한 추의 무게를 판단하여야 한다. 즉 추의 무게는 관절운동중 근육수축이 가장 약한 지점의 힘 이상을 초과해서는 안된다. 또한 계속되는 관절운동에서 근골격의 지렛대(leverage)길이의 변화나 피로로 인한 점차적인 근력약화에도 불구하고 항상 같은 무게로 운동을 해야 한다. 이와 같이 근육피로나 동통이 있으면 시행자는 운동속도가 지연되고 관절운동 범위도 감소하게 된다. 이에 반해 등속성운동은 고정된 속도(fixed speed)에서 완전하게 조절되는 변화는 저항(totally accomodating, variable resistance)에 대한 운동이라 하겠다. 즉 저항이 근골격의 역학(mechanics)의 변화나 통증, 근육피로 등에 대해 자동적으로 조절이 되어 환자는 모든 관절운동의 반복에서 등장성운동에서 나타나는 관성(inertia) 또는 가속(acceleration)을 피하고 전운동구간에 각 angle마다 통증이 없이 최대수축(maximal contraction)을 할 수 있는 것이다<sup>13)</sup>.

Howard G. Thistle은 등속성, 등장성, 등척성운동의 세 군을 8주간 운동시켜 얻은 결과에서 등속성운동은 47.2%, 등장성운동은 28.6%, 등척성운동은 13.1%의 peak force ability의 증가를 보였<sup>14)</sup>. Jeol Rosentswieg는 이 세가지 저항성운동의 효과를 근전도를 이용 연구한 결과, 등속성운동이 월등한 muscle action potential을 나타내는 것을 발견하고 등속성운동이 가장 효과적인 근력강화운동이라고 하였다<sup>15)</sup>. Hellebrandt는 근력강화는 운동량보다 운동속도가 더 큰 영향을 준다고 하였으며<sup>5)</sup> Moffroid등은 가벼운 부하로 고속으로 운동하는 것이 무거운 부하, 저속으로 운동하는 것보다 근력및 지구력강화에 더 좋은 효과를 나타낸다고 보고하였다<sup>12)</sup>. 이에 등속성운동기구인 Cybex는 0°/sec에서 300°/sec까지 원하는 속도로 고정시키고 운동을 할 수 있는 장점이 있다. Lesmes등은 Cybex II를 이용하여 슬관절 신전운동을 할 때 하루에 60초간 28일간의 운동만으로도 전체 work out put의 30%의

증가를 나타내었다고 하였다<sup>9)</sup>.

Cybex II의 accuracy 및 reproducibility는 180° scale에서  $\pm 2.5$  ft.-1bs와  $\pm 1.0$  ft.-1bs를 나타내며\*\*\* 이에 구미에서는 장애정도의 평가에 높은 신빙성을 두고 있다. 정형외과영역에서는 주로 관절수술, 골절, 근육이나 건 및 인대손상후의 물리치료와 그 치료효과와 평가로 이용되고 있다<sup>7, 9, 11, 13, 15)</sup>. 또한 이는 스포츠선수의 기초체력의 평가, 불균형을 이루고 있는 근육의 탐지로 경기능력의 향상과 스포츠 손상의 예방, 손상을 입은 선수의 회복정도의 관절 심혈관계의 최적의 조건을 연구하는데 기여하고 있다<sup>4, 10)</sup>. Cybex II로 측정함에 있어 건축에 비해 환측이 strength나 power에 있어 10%이상의 차이가 있을 때 이를 근육의 불균형이 있다고 할 수 있으며 이에 대한 보강이 필요하겠<sup>2)</sup>. 최근에는 산업 재해의 예방을 위해 사원채용시 screening program으로도 사용되고 있다.

Thomas G. Grace는 미국 축구선수 172명의 Cybex II 측정에서 strength는 신전근 우측이 171 ft.-1bs, 좌측이 170 ft.-1bs이고 굴곡근 우측이 102 ft.-1bs, 좌측이 102 ft.-1bs의 평균치를 나타냈다<sup>4)</sup>. 이는 학생 축구선수를 대상으로 측정한 결과이긴 하나, 본 논문의 20대 남자평균이 신전근 109ft.-1bs 굴곡근 62 ft.-1bs에 비하면 큰 차이를 보인다 하겠다. Strength와 power에서 30대에서 40대 사이에 급격한 변화를 보이는 것은 연령에 따른 근위축이나 관절연골의 변화로 추정된다. 좌우의 차이나 dominant hand의 차이보다 dominant leg의 차이가 많은 것으로 보아 dominant hand와 dominant leg가 일치하는 것이 아님을 알 수 있다. Power endurance는 나이나 성별보다는 지구력을 요하는 직업을 가진 사람이 더 높으며, 신전근에 대한 굴곡근의 비는 ballistic effect를 반영하는데 이 ballistic effect란 속도가 빨라질수록 굴곡근이 신전근의 힘을 저항하며 또한 관성의 힘을 감소시키는 작용으로 고속이 될수록 신전근에 대한 굴곡근의 비가 높아진다. 본 논문에서도 이 측정치가 저속의 Strength보다 고속의 power에서 더 높았다. 또한 여성이 남성에 비해 이 비율이 높은 것은 ballistic effect보다는 상대적으로 신전근의 약화로 인한 결과로 생각되며 이에 대한 자세한 연구가 더 필요할 것으로 사료되었다.

## V. 결 론

주 : \*\*\*Cybex II의 hand book으로 Cybex, Division of Lumex에서 발행된 "Isolated-Joint Testing Exercise"에서 인용됨.

저자들은 정상한국성인 160명에 대하여 Cybex II를 이용, 슬관절 신전 및 굴곡근력을 측정한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. extension strength는 우측이 76.04 ft.-1bs 좌측이 75.45 ft.-1bs였고, dominant hand측은 78.42ft.-1bs non-dominant hand측은 73.84 ft.-1bs있으며, dominant leg는 82.52 ft.-1bs non-dominant leg는 71.93 ft.-1bs로 dominant leg별 분류가 가장 큰 차이를 보임으로 dominant hand와 dominant leg는 일치하지 않음을 알았다.

2. 신전근의 평균 strength는 남자가 95.13 ft.-1bs, 여자는 55.98 ft.-1bs였고, 굴곡근은 남자가 54.90 ft.-1bs, 여자는 33.68 ft.-1bs였다.

3. 신전근의 최대우력은 58°에서 65° 사이였으며 굴곡근의 최대우력은 35°에서 42° 사이에서 나타났다.

4. 60°/sec의 속도로 등속성운동시 total range of motion은 평균 99.00°였다.

5. 신전근의 평균 power는 남자가 54.43ft.-1bs 여자는 30.63 ft.-1bs였고, 굴곡근은 남자가 35.99 ft.-1bs, 여자는 22.42 ft.-1bs였다.

6. Power와 strength는 나이가 많을수록 약화되는 경향을 보이며 30대에서 40대 사이가 가장 많은 감소변화가 있었다.

7. Power endurance는 직업별로 차이가 있었으며 12~18회의 평균치를 나타냈다.

## REFERENCES

- 1) 이일영 : Personal communication: Professor, Dept. Rehab., Medical School of Yonsei Univ., Seoul, Korea.
- 2) Elliot, J.: Assessing Muscle Strength Isokinetically: J. A. M. A., Vol. 240, No. 22: 2408-2409, 1978.
- 3) Goslin, B.R. and Charteris, J.: Isokinetic Dynamometry: Normative Data for Clinical Use in Lower Extremity Cases: Scand. J. Rehabil. Med., 11:105-109, 1979.
- 4) Grace, T.G., Sweetser, E.R., Nelson, M. A., Ydens, L.R., Skipper, B.J.: Isokinetic Muscle Imbalance and Knee-Joint Injuries: J. B. J. S., Vol. 66-A, No. 5: 734-740, 1984.
- 5) Hellebrandt, F.A.: Method of Muscle Training. Influence of Pacing: Phys. Ther. Rev., 2:319, 1958.
- 6) Hislop, H.J.: The Isokinetic Concept of Exer-

- cise: *J. Am. Phys. Ther. Assoc.*, 47:114, 1967.
- 7) Inglis, A.E. et al.: *Rupture of the Tendo Achilles: J. B.J.S., Vol. 58-A, No. 7, Oct.: 990-993, 1976.*
  - 8) Lesmes, R.R. et al.: *Muscle Strength and Power Changes during Maximal Isokinetic Training: Medicine and Science in Sports, Vol. 10, No. 4:266-269, 1978.*
  - 9) Lipscomb, A.B.: *Evaluation of Hamstring Strength Following Use of Semitendinosus and Gracilis Tendons to Reconstruct the Anterior Cruciate Ligament: Am. Jour. Spor. Med., Vol. 10, No. 6:340-342, 1982.*
  - 10) Minkoff, J.: *Evaluation Parameters of Professional Hockey Team: Am. Jour. S.M., Vol. 10, No. 5: 285-292, 1982.*
  - 11) Mira, A.J., Markley, K., Greer, R.B.: *A Critical Analysis of Quadriceps Function after Femoral Shaft Fracture in Adults: J. B.J.S., Vol. 62-A, No. 1, Jan:61-67, 1980.*
  - 12) Moffroid, M., Whipple, R., Hofkosh, J., Lowman, E., Thistle, H.: *A Study of Isokinetic Exercise: Phys. Ther., 49:735-746, 1969.*
  - 12) Nistor, L.: *Surgical and Non-Surgical Treatment of Achilles Tendon Rupture: J. B.J.S., Vol. 63-A, No. 3, Mar.:394-399, 1981.*
  - 14) Rosentswieg, J. et al.: *Comparison of Isometric, Isotonic and Isokinetic Exercises by Electromyography: Arch. P. M. and R., 56: 249-252, 1972.*
  - 15) Sherman, W.M. et al.: *Isokinetic Rehabilitation after Surgery: Am. Jour. S.M., Vol. 10, No. 3: 155-160, 1982.*
  - 16) Thistle, H.G. et al.: *Isokinetic Contraction, New Concept of Resistive Exercise: Arch. P. M. and R., 48:279-282, 1967.*