

한국 정상 성인의 전관절부 내회전-외회전근의 근력평가

국립경찰병원 정형외과

하권익 · 한성호 · 정민영 · 유종원

— Abstract —

Analysis of Internal Rotator-External Rotator Muscle of the Shoulder with Cybex II

Kwon Ick Ha, M.D., Seong Ho Hahn, M.D., Min Young Chung, M.D. and Jong Won Ryu, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, National Police Hospital, Seoul, Korea

In recent trends of popularized sports and increased industrial hazards, we need the 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 orthopedist. Isokinetic exercise with Cybex II overcomes many biomechanical factors and can be used for fatigued patients by control of resistance.

We examined internal rotator and external rotator muscle force of the shoulder joint, in order to acquire the isokinetic normative data of the shoulder for clinical use.

The result were as follows

1. Strength and Power decreased as ages getting old, and there was significant diminish between 5th decade and 6th decade.
2. Power endurance did not decrease significantly as ages getting old.
3. The mean values of strength and power in internal rotator were higher than external rotator.

Key Words: Cybex II, Isokinetic normative data of shoulder.

서 론

스포츠의 대중화로 운동선수나 일반 사회인들을 위한 효과적인 근육운동의 방법이 절실하게 필요하게 되었으며, 급증하는 교통사고 및 산업재해의 증가로 사고에 따른 환자의 물리치료, 재활 및 장애의 정도를 평가하기 위한 근육상태의 양적, 객관적 평가기준이 필요하게 되었다. 이에 따라 등장성, 등척성, 등속성운동 등이 이용되어 그 효과에 대한 여러 평가가 보고되고 있다.

등속성운동은 가해진 우력(torque)에 따라 인위적으로 저항을 변화시켜 고정된 속도를 유지하는 운동으로 등속성운동을 이용한 근력강화의 여러가지 장점들이 1967년 Thistle에 의해 임상적으로 소개되었다. 등속성운동은 여러가지 생역학적 요소들을 극복할 수 있으며 피로를 호소하는 환자에게도 적당한 운동량을 주어 exhaustion을 예방할 수 있으며,

속도조절을 통해 근육의 기능회복을 도울 수 있다. 또한 각각의 근육을 강화시킬 뿐 아니라 그 근육들의 상호협동작용을 증가시키고 정상적인 운동범위를 유지시킬 수 있어 스포츠 의학분야에서는 선수들에게 근육의 선택적 훈련이 가능하며 스포츠로 인한 손상을 예방할 수 있다. 아울러 근육운동의 결과를 객관적으로 측정 기록할 수 있어 운동하는 사람들이 좀더 의욕적으로 운동에 참여할 수 있게 함으로써 심리적 측면에서도 도움을 줄 수 있다. 또한 여러가지 사고로 인한 장애환자에 있어서도 물리치료에 많은 도움을 줄 수 있으며, 특히 신체의 장애정도를 객관적으로 판정할 수도 있어 이의 이용범위는 한층 확대될 수 있을 것으로 전망된다.

저자들은 등속성 운동기구의 하나인 Cybex II를 이용하여 척추질환이나 전관절 병력이 없었던 한국 정상 성인을 대상으로 전관절의 내회전과 외회전의 근력을 측정 분석하였기에 문헌고찰과 함께 이를 보고하는 바이다.

Table 1. Distribution of occupation

Occupation	No.	%
Office worker	38	47.5
Housewife	16	20.0
Student	10	12.5
Farmer and laborer	10	12.5
Policeman	4	5.0
Others	2	2.5
Total	80	100.0

Table 2. Distribution of dominant hand

Dominant hand	Right	Left
3rd decade	17	3
4th decade	17	3
5th decade	18	2
6th decade	19	1
Total	71(89%)	9(11%)

unit; persons

측정대상 및 방법

일상생활을 영위하고 있으며 과거에 척추질환이나 견관절 병력이 없고 1년 이상의 운동선수 경력이 없는 80명의 지원자를 대상으로 20세부터 59세 까지 각 세대당 남녀 10명씩으로 하였다.

직업별 비율은 일반 사무직이 38명 (47.5%), 주부가 16명 (20%), 학생이 10명 (12.5%), 농업 및 노동직이 10명 (12.5%), 경찰관이 4명 (5%), 기타 직업이 2명 (2.5%)이었으며 (Table 1), 이중 왼손잡이는 9명으로 11%의 비율을 나타냈다 (Table 2).

근력측정은 위치각(position angle)과 우력곡선(torque curve)을 동시에 기록할 수 있는 Cybex II Dynamometer*를 사용하였으며, 테이블 옆에 선 자세에서 상체와 하체를 고정하고 주관절을 Dynamometer에 고정시켜 상완이 항상 Dynamometer의 input arm과 수직되게 하고 관절운동의 축이 Dynamometer의 운동축과 일치하도록 하였다 (Fig. 1, 2). 그리고 측정시 최대 능력이 발휘되도록 측정의 목적과 기구의 작동원리 및 측정순서를 피검자에게 설명하였다.

측정은 우선 Dynamometer를 60°/sec의 운동속도로 고정하고 견관절의 내회전 및 외회전을 최대 한도로 시행하였다. 다시 Dynamometer를 180° /

Fig. 1. Position of internal rotation test of shoulder with Cybex II.**Fig. 2.** Position of external rotation test of shoulder with Cybex II.

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

Fig. 3. An example of actual test recording. Strength is measured with 5mm/sec. and 25mm/sec. chart speed, and power is measured with 5mm/sec. chart speed.

sec의 운동속도로 고정하고 최대우력이 50% 감소될 때까지 내회전 외회전을 반복하였다.

Strength와 Power는 60°/sec와 180°/sec의 운동속도에서 낼 수 있는 각각의 최대우력으로 측정하였으며 단위는 ft.-lbs**로 나타내었다.

지구력(power endurance)은 고속에서 Power가 50%로 감소될 때까지의 운동횟수로 나타내었다(Fig. 3.).

측정결과 및 분석

Cybex II를 이용한 각군의 내회전근과 외회전근의 Strength와 Power, 지구력(power endurance)의 측정결과는 다음과 같았다.

1. Strength

60°/sec의 속도에서 측정한 Strength는 총 80명에서 dominant hand측 및 non-dominant hand. 측의 내회전근 Strength가 남자에서 dominant hand측이 30.8 ft.-lbs, non-dominant hand측이 27.4 ft.-lbs였다. 남자의 내회전근 Strength는 dominant hand측이 20대 32.4 ft.-lbs, 30대 32.1 ft.-lbs, 40대 31.6 ft.-lbs, 50대 27.4 ft.-lbs로 non-dominant hand측도 Strength는 작으나 dominant hand측과 마찬가지로 40대에서 50대 사이에 현저한 감소를 보였다. 여자에서도 유사한 경향을 보였다(Table 3).

외회전근의 Strength는 내회전근의 Strength와 마찬가지로 같은 양상을 보였다(Table 4).

2. Power

**우력(torque)은 거리(distance) X하중(load) 으로 나타내며 foot-pound의 단위가 사용되고 1ft.-lbs는 1.355818 Newton-meter에 해당된다.

Table 3. Strength of internal rotation

Decade	Male	Female
3rd decade		
D.	32.4(±6.8)	19.4(±4.6)
ND.	29.7(±7.3)	14.6(±4.2)
4th decade		
D.	32.1(±4.9)	18.7(±4.6)
ND.	28.0(±4.8)	13.4(±4.4)
5th decade		
D.	31.6(±5.2)	17.9(±4.8)
ND.	26.8(±5.1)	12.0(±3.4)
6th decade		
D.	27.4(±5.5)	16.0(±5.1)
N.	25.2(±4.6)	11.2(±4.4)
Total mean	30.8	
D.	30.8	18.0
ND.	27.4	12.8

unit; ft.-lbs(± standard deviation), D.; Dominant hand, ND; Non-dominant hand.

180°/sec의 속도에서 측정한 Power는 Strength와 같이 내회전근이나 외회전근에서 모두 40대와 50대 사이에서 가장 많은 감소가 있었으며 내회전근의 Power는 남자에서 dominant hand측이 29.7 ft.-lbs, non-dominant hand측이 26.5 ft.-lbs, 여자에서 dominant hand측이 17.5 ft.-lbs, non-dominant hand측이 12.3 ft.-lbs였다(Table 5).

외회전근의 Power는 남자에서 dominant hand측이 20.4 ft.-lbs, non-dominant hand측이 15.5 ft.-lbs, 여자에서 dominant hand측이 18.1 ft.-lbs, non-dominant hand측이 10.3 ft.-lbs였다(Table 6).

3. Power endurance

지구력(power endurance)은 Power측정치 50%가 될 때까지의 내회전 외회전 반복횟수로 나타내

Table 4. Strength of external rotation

Decade	Male	Female
3rd decade		
D.	25.6(±4.5)	18.6(±4.4)
ND.	20.3(±4.4)	11.9(±4.7)
4th decade		
D.	24.2(±4.2)	17.4(±5.1)
ND.	19.7(±3.8)	10.9(±4.6)
5th decade		
D.	22.7(±5.3)	16.8(±4.6)
ND.	18.8(±4.4)	15.2(±4.4)
6th decade		
D.	21.1(±4.4)	15.2(±4.4)
ND.	17.2(±4.7)	9.2(±5.5)
Total mean		
D.	23.4	17.0
ND.	19.0	10.6

unit; ft.-lbs(± standard deviation), D.; Dominant hand, ND.; Non-dominant hand.

Table 5. Power of internal rotation

Decade	Male	Female
3rd decade		
D.	31.5(±4.5)	19.2(±4.7)
ND.	28.3(±5.2)	14.3(±4.9)
4th decade		
D.	30.1(±5.4)	18.4(±5.0)
ND.	27.3(±4.8)	13.0(±4.7)
5th decade		
D.	29.4(±4.6)	17.2(±4.8)
ND.	26.3(±4.6)	11.8(±5.2)
6th decade		
D.	27.8(±5.3)	15.2(±4.9)
ND.	24.2(±5.0)	10.0(±4.4)
Total mean		
D.	29.7	17.5
ND.	26.5	12.3

unit; ft.-lbs(± standard deviation), D.; Dominant hand, ND.; Non-dominant hand.

었으며 내회전근의 지구력은 남자에서 dominant hand측이 28.3회, non-dominant hand측이 26.0회, 여자에서 dominant hand측이 22.8회, non-dominant hand측이 21.2회였다. 외회전근의 지구력은 남자에서 dominant hand측이 27.7회, non-dominant hand측이 26.4회, 여자에서 dominant hand측이 22.2회, non-dominant hand측이 21.8회였다(Table 7,8).

고 찰

등속성운동의 개념은 Perrine과 Hislop에 의해

Table 6. Power of external rotation

Decade	Male	Female
3rd decade		
D.	22.4(±4.7)	19.2(±4.7)
ND.	17.1(±3.9)	11.7(±4.3)
4th decade		
D.	21.2(±5.1)	19.1(±4.9)
ND.	16.0(±4.8)	10.4(±5.1)
5th decade		
D.	20.7(±4.9)	18.4(±4.4)
ND.	15.5(±5.2)	10.1(±5.1)
6th decade		
D.	17.2(±4.9)	15.8(±5.1)
ND.	13.2(±5.1)	9.0(±4.8)
Total mean		
D.	20.4	18.1
ND.	15.5	10.3

unit; ft.-lbs(± standard deviation), D.; Dominant hand, ND.; Non-dominant hand.

Table 7. Endurance of internal rotation

Decade	Male	Female
3rd decade	3	.
D.	30.2	23.2
ND.	27.2	21.7
4th decade		
D.	27.9	21.3
ND.	26.9	20.8
5th decade		
D.	28.2	24.0
ND.	26.8	22.7
6th decade		
D.	26.8	22.7
ND.	25.8	20.2
Total mean		
D.	28.3	22.8
ND.	26.0	21.2

unit; times, D.; Dominant hand, ND.; Non-dominant hand.

1960년대에 도입되어 많은 분야에서 연구가 활발히 이루어졌다⁸⁾.

등속성운동은 동적이며 반복적인 저항성 운동으로 일정한 속도를 제공할 수 있는 운동이라고 Mofroid에 의해 정의되었으며 등장성운동과 비교하면 쉽게 이해가 된다. 등장성운동은 고정된 저항상태에서 변하는 속도에 대해서 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 운동으로 피로에 의한 점차적인 근력약화

Table 8. Endurance of external rotation

Decade	Male	Female
3rd decade		
D.	29.2	21.3
ND.	27.2	21.2
4th decade		
D.	27.9	22.4
ND.	26.6	21.2
5th decade		
D.	27.2	23.2
ND.	26.2	22.8
5th decade		
D.	26.3	22.7
ND.	25.4	21.9
Total mean		
D.	27.7	22.4
ND.	26.4	21.8

unit; times, D.; Dominant hand, ND.; Non-dominant hand.

에도 불구하고 같은 저항으로 운동하여야 하므로 오히려 근육피로와 관절 운동범위의 감소를 야기할 수 있다. 이에 반해 등속성운동은 고정된 속도에서 완전하게 조절되는 저항에 대한 운동이라 할 수 있다^{1, 2, 3).}

Thistle은 등속성(isokinetic), 등장성(isotonic), 등척성(isometric)운동의 세군을 8주간 운동시켜 얻은 결과에서 등속성운동의 우수성을 입증하였다. 그가 얻은 결과는 total work ability에서 등속성운동은 35.4%, 등장성운동은 27.5%, 등척성운동은 9.2%의 증가를 보였으며 peak force ability에서는 등속성운동이 47.2%, 등장성운동이 28.6%, 등척성운동이 13.1%의 증가를 보였다^{10).} 등속성운동은 여러 가지 생역학적 요소들을 극복할 수 있다는 점, 즉 관절운동이 근육이 수축하는 힘이 가장 약한 부위를 넘어설 수 없는 종전의 운동방법을 극복할 수 있으며, 근육 자체의 length-tension기능을 그대로 이용할 수 있고 spasticity와 tremor도 어느정도 극복할 수 있다고 소개하였다^{3).}

Rosetswing는 이 세가지 저항성 운동효과를 integrated EMG를 이용하여 등속성운동이 월등히 큰 muscle action potential을 나타내는 것을 발견하였다^{14).}

등속성운동은 등장성운동에서 볼 수 있는 관성 또는 가속성을 피하고 전 운동구간에 각 angle마다 maximum contraction을 할 수 있는 장점을 가지고 있어 근력강화에 보다 효과적이다^{8, 11).}

Hellebrandt는 근력강화는 운동량보다 운동속도가 더 큰 영향을 준다고 하였으며^{7, 9, 10)} Moffroid 등

을 가벼운 부하로 고속으로 운동하는 것보다 근력 및 지구력 강화에 더 좋은 효과를 나타낸다고 보고하였다^{12).}

Osternig는 Cybex Dynamometer를 사용하여 muscle power를 증가시키기 위한 이상적인 우력(torque)과 속도(velocity)를 보고하였다^{13).}

우력이란 isokinetic exercise기구를 이용하여 운동하는 사람이 사용하는 muscle force를 말하며 foot pound나 kilogram-meter로 표시한다. 속도는 R. P.M.(Revolutions per Minute)으로 표시한다.

Cybex II는 장애정도의 평가에 높은 신빙성을 나타내며 정형외과적으로 관절수술이나 골절, 근육이나 건 및 의대 손상후 물리치료와 그 치료효과의 평가로 이용될 수 있다^{4, 5, 13, 16).} 뿐만 아니라 운동선수의 기초체력 평가, 필요한 근육의 선택적 훈련, 스포츠 손상의 예방, 재활 치료시 다시 손상을 주지 않을 수 있으며¹¹⁾ 손상의 빠른 회복과 정상적인 심폐기능을 유지할 수 있어¹⁷⁾ 앞으로의 활발한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 논문은 한국 정상 성인에 있어서 견관절의 내회전, 외회전근의 근력 정상치를 앞으로써 정형외과적 치료나 재활의 평가기준, 장애정도의 판정, 더 나아가서 운동선수의 근력강화와 평가를 하고자 함이며 본 논문에서는 견관절에 있어서 내회전근이 외회전근보다, strength나 power가 모두 큰 결과를 나타냈으며 마찬가지로 dominant hand측의 strength나 power가 non-dominant hand측보다 더 결과를 나타냈다.

결 론

저자들은 한국 정상 성인 80명에 대하여 Cybex II를 이용, 견관절 내회전근 및 외회전근의 근력을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 견관절의 Strength와 Power는 나이가 많을수록 약화되는 경향을 보이며, 40대와 50대 사이에서 가장 많은 감소를 보였다.

2. 지구력은 나이에 따른 유의할 감소를 보이지는 않았다.

3. internal rotator의 Strength와 Power는 external rotator보다 더 높은 평균치를 보였다.

REFERENCES

- 1) 이일영 : Personal Communication ; Professor, Dept. Rehab., Medical School of Yonsei Univ.
- 2) 하권익 · 한성호 · 정민영 · 유신철 : 등속성 운동

- 기구를 이용한 슬관절굴곡 및 신전근의 근력평가에 관한 연구: 대한정형외과학회지 Vol. 19, No 6:1043-1050, 1984.
- 3) 하권익 · 한성호 · 정민영 · 유신철: 반월상 연골판 제거술후 등속성 운동의 효율: 대한 스포츠 의학회지 Vol. 4, No 1:5-9, 1986.
 - 4) Copin T.H.: *Isokinetic exercise*, JNATA 6: 110-114, 1971.
 - 5) Cybex, Div. of Lumex Inc.: *Isolated Joint Testing and Exercise: A Handbook for Using Cybex II*, NY, 1980 pp. 87-89.
 - 6) Elliot, J.: *Assessing Muscle strength Isokinetically*: J.A.M.A., Vol. 240, No. 22:2408-2409.
 - 7) Hellebrandt, F.A.: *Method of Muscle Training*.
 - 8) Hislop, U.J.: *The Isokinetic Concept of Exercise*: J. Am. Phys. Ther. Assoc. 47:114, 1967.
 - 9) James J. Perrine and Reggie Edgerton: *Muscle Force-velocity and Power-velocity Relationships under Isokinetic loading*, Med. and Science in sports, Vol. 10, No. 3, 1978.
 - 10) Kunle Adeyanju et al.: *Effet of two Speeds of Isokinetic Training on Muscular strength, Power and Endurance*, Sports Med. 23, 1983.
 - 11) Lesmes, R.R. et al.: *Muscle Strength and Power Change dueing Maximal Isokinetic Training*, Med. and Science in Sports, Vol. 10, No. 4:266-269, 1978.
 - 12) Moffroid, M.D. and Thistle, H. et al.: *A Study of Isokinetic Exercise*: Phys. Ther., 49:735-746, 1969.
 - 13) Osterning, L.: *Optimal Isokinetic Loads and Velocities Producing Muscular Power in Human Subject*, Archp. M. and R., 56:152-155, 1975.
 - 14) Rosentswig, J. et al.: *Comparison of Isometric, Isotonic, and Isokinetic Exercise by Electromyography*: Arch P.M. and R.
 - 15) Sherman, W.N. et al: *Isokinetic Rehabilitation after Surgery*: Am. Jour. S.M., Vol. 51, No. 4, 1980.
 - 16) Thistle, H.G. et al.: *Isokinetic Contraction, New Concept of Resistive Exercise* Arch. P. M., and R. 48:297-282, 1982.
 - 17) William S. Barnes: *The Relationship between Maximum Isokinetic Strength and Isokinetic Endurance*., Res. Q. for Exercise and Sports, Vol. 51, No. 4, 1980.