

## 외안근의 운동력에 관한 연구

김상문

광주보건대학 안경광학과

투고일(2010년 1월 14일), 수정일(2010년 3월 2일), 게재확정일(2010년 3월 19일)

**목적:** 정상인 청년 62명(남: 29, 여: 33)을 대상으로 단안운동과 양안운동 시에 외안근의 운동력을 조사하고자 실시하였다. **방법:** 단안운동력 검사에서는 우·좌안의 내전과 외전 그리고 상전과 하전능력을 제1안위에서의 각막운부를 기점으로 한 운동거리로 측정하였고 양안운동력 검사에서는 우·좌안의 상사근과 하사근의 운동능력을 각막운부간 거리차로 측정하였으며 데이터 값은 고해상도 디지털 카메라를 이용하여 사진데이터를 얻은 후 high resolution digital image process를 거쳐 처리하였다. **결과:** 조사대상 남녀의 단안운동기능은 우·좌안에서 각각 외전능력은 (남) 9.35 mm, 9.75 mm, (여) 9.02 mm, 9.52 mm이고, 내전능력은 (남) 10.23 mm, 10.16 mm, (여) 10.17 mm, 10.07 mm이었으며 상전능력은 (남) 7.01 mm, 6.91 mm, (여) 6.98 mm, 6.64 mm이고 하전능력은 (남) 7.52 mm, 6.82 mm, (여) 7.52 mm, 6.67 mm이었다. 조사대상자의 양안운동기능은 우·좌안에서 각각 하사근은 54.8% 기능향진, 45.1% 기능저하/67.7% 기능향진, 32.2% 기능저하이므로, 상사근의 경우는 64.5% 기능향진, 35.5% 기능저하/58.1% 기능향진, 41.9% 기능저하이였다. **결론:** 수평운동능력이 수직운동능력보다 더 우세하였으며, 수평운동에서는 내전능력이 외전능력보다 약간 더 우세하였고 수직운동에서는 하전능력이 상전능력보다 약간 더 우세하였다. 우·좌안의 하사근과 상사근 모두 기능향진의 경우가 더 높은 비율로 나타났다.

**주제어:** 단안운동, 양안운동, 상전, 하전, 외전, 내전, 상사근, 하사근

### 서 론

양안시란 두 눈으로 물체를 보는 기능을 말하며 정상적인 양안시 상태 하에서는 주시하는 물체의 상은 동시에 각 눈의 중심와에 맺히게 되고(bifoveal fixation) 융합의 과정을 통해 하나의 상으로 종합하여 인식되는데, 외안근은 신경지배에 의해 양안이 양안와정렬(bifoveal alignment)과 회전정렬(torsional alignment)을 이루도록 작용한다<sup>[1]</sup>.

안구가 운동하기 위해서 외안근은 수동성조직의 단단함과 길항근의 휴지장력(resting tension)을 극복할 수 있는 힘을 발생시켜야 하는데 Collins 등<sup>[2]</sup>은 한 눈의 근육에 의해 발생하는 수축력은 그 근육에 대한 신경지배와 근육의 길이에 달려있다고 하였다. 제1안위에서 내직근은 약 15g의 휴지장력을 갖고 있으며, 이러한 휴지장력은 외직근의 장력 및 주위조직의 저항과 균형을 이룬다. 내직근이 수축하면 근육의 장력이 증가하고 근육은 짧아진다. 하지만 근육수축에 계속 이용될 수 있는 힘은 근육이 수축하면 감소하게 되며 계속되는 수축의 결과로 장력은 더 커지지만 이후 수축에서 내직근 내의 힘은 더 작아지게 된

다. 외직근에서는 동시에 스트레칭이 일어난다. 내전이 일어나는 동안 비록 처음에는 외직근에 대한 신경지배가 감소되어 초기 스트레칭으로 외직근이 가장 낮은 휴지장력에 놓이게 되나, 이후에는 스트레칭이 오히려 외직근에서의 장력을 증가시킨다. 계속되는 스트레칭은 외직근의 장력을 증가시키고 내직근에서는 남아있는 수축력이 감소되어 서로의 대항력이 균형을 이루게 되고 이로써 새로운 눈의 위치와 휴지장력이 얻어진다<sup>[3]</sup>.

단안운동검사는 작용근과 대항근을 보는 검사로서 신경 자극의 강약, 외안근의 제한, Sherrington의 법칙<sup>[4]</sup> 등을 알 수 있고 양안운동검사는 작용근과 동향근과의 비교로 어느 쪽의 기능이 약하고 강한지를 Hering의 법칙<sup>[5]</sup>에 따른 반응으로 검사하는 것<sup>[6]</sup>인 바 본 연구는 외안근의 작용에 대한 생리학적 연구의 일환으로 외안근의 작용방향에 따른 운동력을 조사하였으며 단안운동 시에 외안근에 의한 내전능력과 외전능력 및 상전능력과 하전능력을 검사하였고 양안운동에서 좌우안의 상사근과 하사근의 운동력을 조사하여 정상인에서의 생리적인 기능향진과 기능저하를 검사하였다.



Table 2. Vertical palpebral fissure measurements

Width(mm)	Distribution(%)			
	Male(N=29)		Female(N=33)	
	Right eye(%)	Left eye(%)	Right eye(%)	Left eye(%)
~7.50	3.4	6.9	3.0	0.0
7.51~8.00	3.4	3.4	3.0	3.0
8.01~8.50	3.4	6.9	3.0	3.0
8.51~9.00	10.3	6.9	0.0	9.1
9.01~9.50	20.7	13.8	21.2	15.2
9.51~10.00	20.7	17.2	27.3	24.2
10.01~10.50	10.3	13.8	18.2	18.2
10.51~11.00	10.3	10.3	9.1	12.1
11.01~11.50	6.9	6.9	6.1	6.1
11.51~12.00	6.9	6.9	3.0	6.1
12.01~	3.4	6.9	6.1	3.0

(우) 9.95 mm, (좌) 9.98 mm이었다(Table 2).

조사대상자의 우안 단안운동에서 수평과 수직방향으로의 운동기능을 조사한 결과는 Table 3, 4와 같다.

남자의 경우 외전능력은 9.35±1.03mm이었으며, 내전

능력은 10.23±0.93이었다. 여자의 경우 외전 능력은 9.02±1.10mm이었으며, 내전능력은 10.17±0.98mm이었다. 남자의 경우 상전능력은 7.01±0.99mm이었으며, 하전능력은 7.51±1.05mm이었다. 여자의 경우 상전능력은 6.98±0.93이었고 하전능력은 7.52±1.02mm이었다.

조사대상자의 좌안 단안운동에서 수평과 수직방향으로의 운동기능을 조사한 결과는 Table 5, 6과 같다.

남자의 경우 외전능력은 9.75±1.16 mm이었으며 내전능력은 10.16±0.92 mm이었다. 여자의 경우 외전능력은 9.52±1.21 mm이었으며 내전능력은 10.07±1.01 mm이었다. 남자의 경우 상전능력은 6.91±1.06 mm이었으며 하전능력은 6.82±1.12 mm이었다. 여자의 경우 상전능력은 6.64±1.01 mm이었고 하전능력은 6.67±1.17 mm이었다.

Table 4. The mean value of functions for extraocular muscles in right eye

Function	Male(N=29)	Female(N=33)
Abduction	9.35±1.03	9.02±1.10
Adduction	10.23±0.93	10.17±0.98
Elevation	7.01±0.99	6.98±0.93
Depression	7.51±1.05	7.52±1.02

Table 3. The functions of extraocular muscles on monocular movements(right eye)

Width(mm)	Abduction (%)		Adduction (%)		Elevation (%)		Depression (%)	
	Male (N=29)	Female (N=33)	Male (N=29)	Female (N=33)	Male (N=29)	Female (N=33)	Male (N=29)	Female (N=33)
~4.50								
4.51~5.00					3.4	3.0		3.0
5.01~5.50					3.4	3.0	3.4	
5.51~6.00					6.9	6.1	6.9	3.0
6.01~6.50					10.3	15.2	6.9	9.1
6.51~7.00		3.0			27.6	21.2	10.3	12.1
7.01~7.50	3.4	3.0			20.7	27.3	17.2	18.2
7.51~8.00	3.4	9.1		3.0	13.8	15.2	24.1	24.2
8.01~8.50	13.8	18.2	3.4	3.0	6.9	3.0	17.2	12.1
8.51~9.00	13.8	21.2	3.4	3.0	3.4	3.0	6.9	12.1
9.01~9.50	27.6	15.2	10.3	12.1	3.4	3.0	3.4	6.1
9.51~10.00	13.8	12.1	20.7	18.2			3.4	
10.01~10.50	10.3	6.1	27.6	27.3				
10.51~11.00	6.9	6.1	17.2	15.2				
11.01~11.50	3.4	3.0	6.9	9.1				
11.51~12.00	3.4	3.0	6.9	6.1				
12.01~			3.4	3.0				

Table 5. The functions of extraocular muscles on monocular movements(left eye)

Width(mm)	Abduction (%)		Adduction (%)		Elevation (%)		Depression (%)	
	Male (N=29)	Female (N=33)	Male (N=29)	Female (N=33)	Male (N=29)	Female (N=33)	Male (N=29)	Female (N=33)
~4.50								6.1
4.51~5.00						3.0	6.9	3.0
5.01~5.50					6.9	9.1	3.4	6.1
5.51~6.00					13.8	15.2	10.3	6.1
6.01~6.50					17.2	21.2	13.8	21.2
6.51~7.00		3.0			24.1	18.2	27.6	21.2
7.01~7.50		3.0		3.0	10.3	12.1	17.2	15.2
7.51~8.00	3.4	3.0	3.4		10.3	12.1	6.9	9.1
8.01~8.50	6.9	6.1		3.0	6.9	3.0	6.9	6.1
8.51~9.00	20.7	18.2	6.9	6.1	6.9	6.1	3.4	3.0
9.01~9.50	13.8	15.2	6.9	12.1	3.4			3.0
9.51~10.00	17.2	21.2	20.7	24.2			3.4	
10.01~10.50	17.2	12.1	31.0	18.2				
10.51~11.00	6.9	6.1	17.2	12.1				
11.01~11.50	3.4	6.1	6.9	15.2				
11.51~12.00	3.4	3.0	3.4	6.1				
12.01~	6.9	3.0	3.4					

Table 6. The mean value of functions for extraocular muscles in left eye

Function	Male(N=29)	Female(N=33)
Abduction	9.75±1.16	9.52±1.21
Adduction	10.16±0.92	10.07±1.01
Elevation	6.91±1.06	6.64±1.01
Depression	6.82±1.12	6.67±1.17

검사결과 수평운동능력이 수직운동능력보다 더 우세하였으며, 수평운동에서는 내전능력이 외전능력보다 약간 더 우세하였고 수직운동에서는 하전능력이 상전 능력보다 약간 더 우세하였다. 수평운동과 수직운동에서 남녀간 그리고 좌우안 간에는 Table 6에서와 같이 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 진<sup>6</sup>의 기술에 의하면 정상인의 내전 능력과 외전능력 그리고 상전능력과 하전능력은 각각 9~10 mm와 8~9 mm 그리고 6~7 mm와 6~8 mm 정도라고 하였는데 본 검사 결과도 이와 유사하였으며 특히 수평운동능력이 수직운동능력보다 더 강하다는 점에서 동일한 경향을 나타냈다.

조사대상자의 양안운동에서 우좌안의 하사근과 상사근의 운동을 조사한 결과는 Table 7과 같다.

Table 7. Hyperergasia and hypergasia of extraocular muscles on binocular movements (A: inferior oblique muscle, B: superior oblique muscle)

Function	Right eye		Left eye	
	A(%)	B(%)	A(%)	B(%)
1.51~2.00	1.6	0.0	0.0	0.0
1.01~1.50	6.5	1.6	3.2	0.0
0.51~1.00	3.2	4.8	4.8	8.1
0~0.50	43.5	58.1	59.7	50.0
-0.01~-0.50	41.9	33.9	29.0	37.1
-0.51~-1.00	3.2	1.6	3.2	3.2
-1.01~-1.50	0.0	0.0	0.0	1.6

Function) +: hyperergasia  
-: hypergasia

우안에서는 하사근의 기능항진과 기능저하가 각각 34명(55%)과 28명(45%)으로 나타나 기능항진이 더 높은 비율로 나타났으며 기능항진과 기능저하의 정도는 0.45 mm의 기능항진, -0.28 mm의 기능저하를 보였다. 우안상사근의 기능항진과 기능저하는 각각 40명(65%)와 22명(35%)으로 나타나 기능항진이 훨씬 더 높은 비율로 나타났으며 기능항진과 기능저하의 정도는 0.31 mm의 기능항진, -0.26

mm의 기능저하를 보였다. 좌안에서는 하사근의 기능항진과 기능저하가 각각 42명(68%)와 20명(32%)으로 나타나 기능항진이 훨씬 더 높은 비율로 나타났으며 기능항진과 기능저하의 정도는 0.34 mm의 기능항진과 -0.29 mm의 기능저하를 보였다. 좌안상사근의 기능항진과 기능저하는 각각 36명(58%)과 26명(42%)으로 나타나 기능항진이 더 높은 비율로 나타났으며 기능항진과 기능저하의 정도는 0.01 mm 기능항진과 -0.31 mm 기능저하를 보였다.

검사결과 우좌안의 하사근과 상사근에서 모두 기능항진의 경우가 더 높은 비율로 나타났으며 우안에서 하사근과 상사근의 기능은 각각 +2.00~-1.00mm과 +1.50~-1.00 mm의 범위 내에 있었고, 좌안에서 하사근과 상사근의 기능은 각각 +1.50~-1.00 mm과 +1.00~-1.50 mm의 범위 내로 조사대상 우좌안의 경우에서 모두 +2.00~-1.50 mm의 범위 내에 있어 정상적인 상태를 나타냈다.

또 좌우안에서 ±1.50 mm의 기능항진과 저하를 보인 경우에 대해서 제1안위를 기준으로 상방주시와 하방주시를 하게 한 후 각각의 경우에서 안구의 편위도를 검사하여 사근의 기능항진이나 저하에 의한 "A&V" syndrome<sup>8)</sup>의 유무를 확인하였는바 조사대상자 모두에서 편위가 나타나지 않았으며 ±1.50 mm 이내의 기능항진과 저하가 정상임을 실험적으로 확인할 수 있었다.

## 결 론

1. 정상 청년의 외안근 운동능력을 조사한 결과 외전, 내전, 상전, 하전능력은 우안에서 남자의 경우는 각각 9.4 mm, 10.2 mm, 7.0 mm, 7.5 mm이었으며 여자의 경우는 각각 9.2 mm, 10.2 mm, 6.9 mm, 7.5 mm이었다.

2. 수평운동능력이 수직운동능력보다 더 우세하였으며 수평운동에서는 내전능력이 외전능력보다 더 우세하였고, 수직운동에서는 하전능력이 상전능력보다 더 우세하였다.

3. 하사근과 상사근에서 기능항진의 경우가 기능저하보다 더 높은 비율로 나타났으며 하사근과 상사근의 기능은 우안에서는 각각 +2.00~-1.00 mm와 +1.50~-1.00 mm, 좌안에서는 각각 +1.50~-1.00 mm와 +1.00~-1.50 mm범위 내에 있었다.

## 참고문헌

- [1] Daniel Vaughan, Taylor Asbury and Khalid F. Tabbara, "General Ophthalmology", 12th Ed., Prentic-Hall International Inc, U.S.A., pp. 206-207(1989).
- [2] Collins C., O'Mear D. M., and Scott A. B., "Muscle tension during unrestrained human eye movement", J. Physiol., 245:351-369(1975).
- [3] Myron Yanoff and Jay S Duker, "Ophthalmology", Mosby, London U.S.A. pp. 6-18(1999).
- [4] Sherrington C. S., "Experimental note on two movements of the eye", J. Physiol., 17:27-29(1894).
- [5] Averbuch-Heller L. et al., "Hering's Law for eyelids: still valid", Neurology, 45(9):1781-1783(1995).
- [6] 진용한, "사시학", 울산대 출판부, 울산, pp. 177-179 (1993).
- [7] Bahill A. T., Cuiffreda K. J., Kenyon R., and Stark L., "Dynamic and static violations of Hering's Law of equal innervation", Am J. Optom Physiol. Opt., 53(12):786-796 (1976)
- [8] Daniel Vaughan, Taylor Asbury, and Khalid F. Tabbara, "General Ophthalmology", 12th Ed., Prentic-Hall International Inc, U.S.A., pp. 223-224(1989).

## A Study on the Active Force of Extraocular Muscles

Sang-Moon Kim

Department of Ophthalmic Optics, Gwangju Health College University

(Received January 14, 2010: Revised March 2, 2010: Accepted March 19, 2010)

**Purpose:** The purpose of this study was to measure the active force of extraocular muscles on mono- and binocular movements for 62 healthy Koreans (male: 29, female: 33). **Methods:** The force of adduction, abduction, elevation and depression of right and left eye on monocular movement were tested with horizontal moving distance based on corneal limbus and the force of superior oblique muscle and inferior oblique muscle on binocular movement were measured with vertical moving distance between corneal limbus. The distances were obtained by high resolution digital image processing. **Results:** At monocular movements of tested subjects, the power of abduction, adduction, elevation and depression of right and left eye were (male) 9.35 mm, 9.75 mm, (female) 9.02 mm, 9.52 mm, (male) 10.23 mm, 10.16 mm, (female) 10.17 mm, 10.07 mm, (male) 7.01 mm, 6.91 mm, (female) 6.98 mm, 6.64 mm, (male) 7.52 mm, 6.82 mm, (female) 7.52 mm, 6.67 mm, respectively. The active force of binocular movements were 54.8% hyperergasia and 45.1% hyperergasia/67.7% hyperergasia and 32.2% hyperergasia with inferior oblique muscle, 64.5% hyperergasia and 35.5% hyperergasia/58.1% hyperergasia and 41.9% hyperergasia with superior oblique muscle, respectively. **Conclusions:** The force of horizontal movement was higher than vertical movement. The value of adduction was higher than abduction on horizontal movement, and the value of depression was higher than elevation on vertical movement. In the both of inferior and superior oblique muscle, the ratio of hyperergasia was higher than that of hyperergasia.

**Key words:** Monocular movement, Binocular movement, Elevation, Depression, Abduction, Adduction, Superior oblique muscle, Inferior oblique muscle