

약시 환자에서의 동공주기시간

황 우 식 · 한 승 한 · 변 영 자

= 요 약 =

동공주기시간의 측정은 시신경 기능과 동공의 자율신경 기능을 정량적으로 평가할 수 있는 검사법으로 단안약시 환자에서 약시안과 정상안과의 동공주기시간 차이를 알아보기 위하여 본 조사를 실시하였다.

7세 이상 45세 미만 대조군 30명 60안의 평균 동공주기시간은 945 ± 57 msec이었다. 5세 이상 45세 미만 단안약시 환자 34명 68안에서 약시안의 평균 동공주기시간은 1101 ± 112 msec이며 정상안의 평균 동공주기시간은 960 ± 69 msec로 약시안의 동공주기시간은 정상안에 비해서 유의하게 지연되었으며 약시의 원인 및 시력감소의 정도에 따른 동공주기시간의 차이는 없었다.

따라서 단안약시 환자에서 약시안의 연장된 동공주기시간은 약시안의 이상동공반응의 하나로 생각된다(한안지 35:877~883, 1994).

= Abstract =

Pupil Cycle Time in Amblyopia

Woo Sik Hwang, M.D., Sueng Han Han, M.D., Young Ja Byun, M.D.

A thin slit-lamp beam illuminating the pupil margin produces clearly visible pupil oscillations. These oscillations can be timed with a stopwatch, thus producing a measurement of the pupil cycle time(PCT), and pupil cycle time is a quantitative measure of pupil reaction to light and optic nerve function. In this study, pupil cycle times were assessed on 60 eyes of 30 normal subjects, and a mean value is 945 ± 57 msec with average difference between the two eyes of 35 ± 17 msec was obtained. Pupil cycle times were then performed on 68 eyes of 34 monocular amblyopia patients. The mean PCT was 1101 ± 112 msec in amblyopic

<접수일 : 1994년 3월 4일, 심사통과일 : 1994년 5월 16일>

서울위생병원 안과

Department of Ophthalmology, Seoul Adventist Hospital, Seoul, Korea

eyes, 960 ± 69 msec in normal eyes. The PCT is significantly prolonged in amblyopic eyes, but there is no correlation between prolongation of PCT and severity of amblyopia, or the cause of amblyopia.

Prolongation of PCT is one of the pupillary responses in amblyopia, and this result suggests that amblyopia may be associated with the impaired afferent limb of pupillary light reflex (J Korean Ophthalmol Soc 35:877~883, 1994).

Key Words : Amblyopia, Pupil cycle time, Pupillary response

약시란 안구에 기질적인 이상이 없이 발생하는 한 눈 또는 두 눈의 시력저하로 사시, 부동시, 심한 굴절이상, 혹은 안검하수등에 의하여 시력발달에 필수적인 적절한 시각적 자극이 어린시기에 차단되는 경우에 발생하고 조기에 치료하면 정상으로 치유될 수 있는 질환이며¹⁾ 일반적으로 총 인구의 2.0-2.5% 정도에서 약시를 발견할 수 있다²⁾.

현재까지 알려진 약시에서의 동공이상은 구심성 동공반사이상^{3,4,5,6)}과, 동공크기가 자연상태와 빛자극에 의한 수축시에 0.3mm-0.5mm 정도 약시안에서 더 크고⁷⁾ 축동의 잠복시간이 더 길며^{7,8)} 동공도 검사(pupillography)에서 축동의 정도가 감소 되었다⁹⁾는 보고 등이 있었으나 시신경 기능과 동공의 자율신경 기능을 평가할 수 있는 동공주기시간과의 관계에 대하여서는 보고된 바 없다.

이에 저자들은 약시안과 동공주기시간과의 관계와 가림치료후 동공주기시간의 변화에 대하여 조사하였다.

대상 및 방법

1993년 3월부터 1993년 9월까지 본원 안과외래에 방문한 5세 이상 45세 미만 약시치료의 과거력이 없는 단안약시 환자 34명 68안을 대상으로 검사하였으며 대조군으로는 7세 이상 45세 미만 30명 60안을 대상으로 하였다. 단안약시군의 성비는 남자 12명, 여자는 22명이었고 평균연령은 13.8세였고 대조군의 성비는 남자 14명, 여자가 16명이었고 평균연령은 24.4세였다.

단안약시군은 최대교정시력이 Snellen 시표에서 2줄 혹은 그 이상의 시력차이를 나타낸 경우로 동공

산대후 안저검사에서 시신경, 황반부및 주변부 안저에 이상이 없는 환자들이었고 대조군은 교정시력이 Snellen 시표에서 20/20이고 대면법으로 정상시야이며 굴절이상외에는 다른 안질환의 병력이 없는 사람들을 대상으로 하였다.

단안약시군의 원인별 분류는 사시성 약시환자가 10명, 부동시성 약시환자가 15명, 사시와 부동시가 함께 있는 환자가 8명이었으며 선천성 안검하수로 인한 약시환자가 1명이었다(Table 1). 동공주기시간의 측정은 Miller와 Thompson¹⁰⁾이 고안한 방법대로 세극등을 이용하여 환자는 전방을 주시하게 하고 0.5mm×6mm의 수평광선을 하부각막연에 조명하고 점차로 상승시켜 하부동공연에 걸치게하여 동공이 규칙적인 축동과 산동을 반복하게 하였다. 저자들은 30회 축동과 산동하는 것을 단위로 3회 반복 측정하여 90회 축동과 산동하는 시간을 전자초시계를 이용하여 1/100초까지 측정하였으며 이 시간을 90으로 나누어 한번 축동 및 산동하는데 소요된 시간을 msec단위로 동공주기시간이라 표시하였다. 단안약시 환자 34예중 가림치료 시행한 예는 8예였으며 3개월이상 경과후에 가림치료 전과 후의 약시안 및 정상안에 대한 동공주기시간을 각각 기록하였다.

Table 1. Type of Amblyopia

Type	Case
Strabismus	10
Anisometropia	15
Anisometropia+Strabismus	8
Amblyopia ex anopsia	1
Total	34

결 과

대조군 30명 60안에서 동공주기시간 평균은 945 ± 57msec였으며 좌 우안간의 차이 평균은 35 ± 17msec로 좌 우안간 동공주기시간은 유의한 차이가 없었다(Table 2). 단안약시 환자 34예중 31예에서 약시안의 동공주기시간은 정상안보다 지연되었다. 단안약시 환자에서 정상안의 동공주기시간 평균은 960 ± 69msec였으며 약시안의 동공주기시간 평균은 1101 ± 112msec로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 3).

Table 2. Pupil cycle time (PCT) in control group

	No. of eyes	Mean±SD (msec)
Right	30	952±56
Left	30	937±59
Total	60	945±57

(p>0.05)

Table 3. Pupil cycle time (PCT) of normal eyes and amblyopic eyes in monocular amblyopia patients.

	No. of eyes	Mean±SD (msec)
Normal eyes	34	960±69
Amblyopic eyes	34	1101±112

(p<0.05)

또 단안약시 환자에서 약시안의 동공주기시간은 대조군 동공주기시간보다 유의하게 지연되었으며(Table 4), 단안약시 환자의 정상안 동공주기 시간은 대조군 동공주기시간과는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

Table 4. Pupil cycle time (PCT) of control group and amblyopic eyes

	No. of eyes	Mean±SD (msec)
Control group	60	945±57
Amblyopic eyes	34	1101±112

(p<0.05)

Table 5. Pupil cycle time (PCT) of control group and normal eyes in monocular amblyopia patients

	No. of eyes	Mean±SD (msec)
Control group	60	945±57
Normal eyes in amblyopia	34	960±69

(p>0.05)

단안약시 환자의 약시안 동공주기시간을 약시의 원인별로 나누어 조사한 결과 양안부동시군의 평균 동공주기시간은 1116 ± 139msec, 단순사시군에서 1080 ± 89msec, 사시와 부동시가 함께 있는 군에서는 1115 ± 82msec로 각군간의 평균동공주기시간은 유의한 차이가 없었으며(Table 6) 시력감소의 정도와 동공주기시간과의 관계도 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 7).

Table 6. Relationship between PCT and type of amblyopia

Type	No. of eyes	Mean±SD (msec)
Anisometropia	15	1116±139
Strabismus	10	1080±89
Strabismus+Anisometropia	8	1115±82

(p>0.05)

Table 7. Relationship between PCT and Visual acuity in amblyopic eyes.

Visual Acuity	No. of eyes	Mean±SD (msec)
20/200	4	1115±181
20/100	3	1167±98
20/70	5	1080±39
20/50	15	1079±121
20/30	6	1140±80

(p>0.05)

가림치료를 시행한 8예중 6예에서 가림안의 동공주기시간은 가림치료전보다 지연되었으며 Snellen 시표에서 2줄 이상 시력의 호전이 있었던 2예에서 약시안의 동공주기시간은 치료 전보다 감소되었다(Table 8).

Table 8. Change of pupil cycle time(PCT) after occlusion therapy

Case	Age/Sex	Right Left	Visual acuity before occlusion	Visual acuity after occlusion	PCT before	(msec) after
1	7/M	R L	20/50 20/25	20/50 20/25	1114 995	1097 1045
2	8/M	R L	20/20 20/30	20/20 20/30	914 1121	968 1099
* 3	6/F	R L	20/30 20/100	20/25 20/50	848 1093	870 995
4	8/F	R L	20/50 20/20	20/50 20/20	1298 1088	1307 1135
5	7/M	R L	20/20 20/50	20/20 20/50	917 1028	987 1062
6	8/M	R L	20/20 20/70	20/20 20/50	922 1048	912 996
* 7	7/M	R L	20/70 20/30	20/30 20/25	1086 1060	944 987
8	7/M	R L	20/200 20/25	20/200 20/30	1363 929	1329 1018

* patients of visual improvement above 2 lines.

(Table 8).

고 찰

동공주기시간 측정은 1944년 Stern¹¹⁾이 동공연에 광선을 조명할 때 규칙적인 수축과 이완운동을 보고하고 1978년 Miller와 Thompson¹⁰⁾이 수평광선을 이용한 방법을 고안한 후 시신경 기능과 자율신경 기능을 평가할 수 있는 방법으로 이용되었다. 동공주기시간을 측정함으로써 얻을 수 있는 장점^{10,12)}은 세극등과 초시계를 이용하여 빠르고 쉽게 검사할 수 있으며 단안에서도 시행할 수 있다는 점과 성, 홍채의 색, 시력, 굴절이상, 검사중의 동공크기등에 영향을 받지 않는다는 점이다. 동공주기시간은 동공반사구 구성요소들의 구조와 기능에 좌우되는데 이론적으로 망막의 기능, 시신경에서 중뇌에 이르는 신경전달 속도 형태, 중뇌에서의 신경절내 전달, 원심신경 활성화도 및 홍채근의 기능등이 모두 동공주기시간을 결정하는 중요한 요소들로 작용한다고 할 수 있다¹³⁾.

현재까지 보고된 정상인의 동공주기시간은 Miller와 Thompson¹⁰⁾이 822 ± 69 msec, Hamilton과

와 Thompson¹⁰⁾이 822 ± 69 msec, Hamilton과 Drewry¹⁴⁾는 814 ± 61 msec, Martyn¹⁵⁾은 930 ± 100 msec로 각각 보고하였는데 저자들이 조사한 정상대조군의 평균 동공주기시간은 945 ± 57 msec였다.

동공주기시간을 결정하는 요소에 이상이 있는 경우, 즉 중추신경억제 약물 투여후¹⁶⁾, 자율신경증¹³⁾, 당뇨^{13,17)}, 협우각형 녹내장의 반대쪽 눈¹⁸⁾, 시신경염¹²⁾, 시신경위축과 다발성 경화증¹⁴⁾, 시신경이 압박되는 질환²⁰⁾의 경우 동공주기시간은 연장되는데 특히 시신경이나 동공 자율신경계의 이상이 있을때 증가한다. 약시안에서 동공주기시간이 연장된 기전은 확실하지 않으나 현재까지 알려진 약시의 원인 및 병소 기전과 동공주기시간을 결정하는 요소들을 연관시켜 생각하면 구심성 이상과 원심성 이상 두 가지로 생각할 수 있다.

구심성 이상이라고 생각되는 이유는 약시의 주된 생리적 이상이 대뇌피질에 있으며 신경절세포는 해부학적 생리학적으로 정상이라고²⁰⁾ 보고되었으나 망막이상도 어느정도 약시에 역할을 한다는 여러보고가 있다. Enoch²¹⁾는 망막수용체의 배열이상으로 수용체에 흡수되는 빛의 양이 적어 약시를 유발한다고

보고하였고, Ikeda와 Wright²²⁾는 약시안에서 중심와신경절("sustained" ganglion cell)의 발달이상을 보고하였다. 또 약시환자에서 황반부 망막전위도 검사²³⁾나 flash light를 이용한 망막전위도 검사는 정상이었으나²⁴⁾ pattern 자극을 사용한 망막전위도 검사에서는 감소된 진폭이 나타나며^{25, 26)} 약시치료시 가림안의 망막전위도 진폭이 감소하는 것으로^{26, 27)} 망막신경절세포의 기능이상이 약시와 관련있는 것으로 생각되며 이러한 망막기능의 이상이 동공주기시간을 연장시킬 수 있다고 생각한다. 또 가능한 구심성 이상으로는 시자극이 망막에서 시피질까지 전달되는 시간(retinocortical time)의 연장과 시신경을 통하여 시피질에 전달되는 시자극의 강도 및 수가 감소하여 동공주기시간이 연장되는 것으로 생각되는데 그 이유는 약시안에서 pattern 자극을 사용한 시유발전위 검사의 잠복시간(latency time)이 연장되며^{28, 29)} 진폭이 감소되고^{30, 31)} 시신경염 환자에서 시유발전위 검사의 잠복시간과 동공주기시간은 상관관계가 있으며³²⁾ 시신경 압박 질환에서 연장된 동공주기시간이 감압술후에 정상으로 회복된다³³⁾는 보고들에서 시신경의 전도속도와 시피질까지의 자극전도 강도 및 수에 영향을 받아서 동공주기시간이 연장되리라 생각된다.

원심성 이상으로 생각할 수 있는 것은 시피질과 전시개핵(pretecal nucleus)간의 연결가능성, 시신경내 원심성 섬유(centrifugal fiber)의 존재가능성, 동공수축을 일으키는 광자극이 시피질을 지나는 가능성과 시기능 억제와 동공기능 억제간 공통된 경로의 가능성 등이 있다.

Slooter와 Norren³³⁾은 격자형 자극을 준후에 동공이 수축되는 것으로 시피질과 전시개핵간의 연결가능성을 보고하였고, Wolter와 Knoblich³⁴⁾는 시신경내의 원심성 섬유의 경로를 보고하였다. 또 시피질을 손상받은 사람에게서 동공반응 감수성의 이상이 있다라는 보고에서 광자극의 일부가 시피질을 지난다고 생각할 수 있으며³⁵⁾, 정상안 혹은 주시안의 광자극에 대한 동공 수축 정도는 약시안 또는 억제안의 동공수축 정도보다 큰 현상에 대해 시기능억제와 동공기능의 억제는 해부학적 경로를 공유할 가능성에 대하여 보고되었다³⁶⁾.

본 저자들의 조사에서 대조군의 동공주기시간과

약시군 정상안과의 동공주기시간이 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 약시안에서 동공주기시간이 연장되는 것은 원심성 이상보다는 구심성 이상이 더 큰 역할을 할 것으로 생각된다.

가림치료후의 동공주기시간의 변화는 모두 8예에서 조사하였는데 3개월간 가림치료후 Snellen 시표 2줄이상의 시력호전이 있었던 2예에서 동공주기시간은 감소되고 가림치료 시행한 8예중 6예에서 가림안의 동공주기시간은 가림치료 전보다 증가하였다. 이런 결과는 가림치료후 가림안의 망막전위도 진폭이 감소한다^{26, 27)}는 보고 및 시유발전위 검사에서 시력호전이 있었던 군에서 진폭이 증가하고^{36, 37)} 가림안의 잠복기는 연장된다³⁸⁾는 보고와 연관지어 볼때 동공주기시간과 망막전위도 검사 및 시유발전위 검사가 어떤 관계가 있음을 암시한다.

또 약시안에서 시력감소의 정도와 동공주기시간 간에는 상관관계가 없는 것으로 나타났는데 이런 결과는 약시안에서 시유발전위 검사의 진폭감소가 시력감소의 정도와 관계가 없다³⁹⁾는 결과와 유사하며, 동공주기시간이 가림치료의 효과를 예측할 수 있는 척도가 되지 못할 것으로 생각한다. 이상의 결과로 단안약시 환자에서 약시안의 연장된 동공주기시간은 약시안의 동공반응 이상의 하나로 구심성 이상이 더 큰 역할을 하며 시유발전위 검사 및 망막전위도 검사등의 전기생리학적 검사와의 연관성 조사도 가능하리라 생각된다.

REFERENCES

- 1) 진용한: 사시학, 초판, 울산대학교 출판부, 1993, p. 208.
- 2) von Noorden GK: *Binocular Vision and Ocular Motility*, 4th ed, St Louis, CV Mosby, 1990, p. 208.
- 3) Portnoy JZ, Thompson HS, Lennarson L, and Corbett JJ: *Pupillary defects in amblyopia*. *Am J Ophthalmol* 96:609-614, 1983.
- 4) Greenwald MJ, Folk ER: *Afferent Pupillary Defects in Amblyopia*. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 20:63-67, 1983.
- 5) 장봉린: 약시 환자에서의 구심성 동공이상. *한안지* 27:

- 69-72, 1986.
- 6) Firth AY: *Pupillary responses in amblyopia*. *Br J Ophthalmol* 74:676-680, 1990.
 - 7) Dolének A: *Beitrag zur pupillographie*. *Ophthalmologica* 139:77-83, 1960.
 - 8) Kase M, Nagata R, Yoshida A, and Harada I: *Pupillary Light Reflex in Amblyopia*. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 25:467-471, 1984.
 - 9) Brenner RL, Charles ST, Flynn JT: *Pupillary Responses in Rivalry and Amblyopia*. *Arch Ophthalmol* 82:23-29, 1969.
 - 10) Miller SD, Thompson HS: *Edge-light pupil cycle time*. *Br J Ophthalmol* 62:495-500, 1978.
 - 11) Stern HJ: *A simple method for the early diagnosis of abnormality of the pupillary reaction*. *Br J Ophthalmol* 28:275-276, 1944.
 - 12) Miller SD, Thompson HS: *Pupil cycle time in optic neuritis*. *Am J Ophthalmol* 85:635-642, 1978.
 - 13) Martyn CN, Ewing DJ: *Pupil cycle time: a simple way of measuring an autonomic reflex*. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 49:771-774, 1986.
 - 14) Hamilton W, Drewry RD: *Edge-Light Pupil Cycle Time and Optic Nerve Disease*. *Ann Ophthalmol* 15:714-721, 1983.
 - 15) Martyn CN: *Edge-light pupil cycle time: A quantifiable autonomic reflex*. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 48:602, 1985.
 - 16) Safran AB, Walser A, Roth A, and Gauthier G.: *Influence of Central Depressant Drugs on Pupil Function: An Evaluation with the Pupil Cycle Induction Test*. *Ophthalmologica* 183:214-219, 1981.
 - 17) 김종근, 김영준, 최준규: *당뇨망막증 환자의 동공주기 측정*. *한안지* 34:756-761, 1993.
 - 18) Clark CV, Mapstone R: *Pupil cycle time in primary closed-angle glaucoma*. *Can J Ophthalmol* 21:88-91, 1986.
 - 19) Weinstein JM, Van Gilder JC, Thompson HS: *Pupil cycle time in optic nerve compression*. *Am J Ophthalmol* 89:263-267, 1980.
 - 20) Hart WM: *Adler's Physiology of the Eye*, 9th ed, St Louis, CV Mosby, 1992, p. 835.
 - 21) Enoch JM: *Receptor amblyopia*. *Am J Ophthalmol* 48:262-273, 1959.
 - 22) Ikeda H, Wright MJ: *Is amblyopia due to inappropriate stimulation of "subbained" visual pathway during development?* *Br J Ophthalmol* 58:165-175, 1974.
 - 23) Miyake Y, Awaya S: *Stimulus Deprivation Amblyopia: Simultaneous Recording of Local Macular Electroretinogram and Visual Evoked Response*. *Arch Ophthalmol* 102:998-1003, 1984.
 - 24) Burian H, Lawwill T: *Electroretinographic studies in strabismic amblyopia*. *Am J Ophthalmol* 61:422-430, 1966.
 - 25) Sokol S, Nadler D: *Simultaneous electroretinograms and visually evoked potentials from adult amblyopes in response to a pattern stimulus*. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 18:848-855, 1979.
 - 26) Arden GB, Wooding SL: *Pattern ERG in Amblyopia*. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 26:88-96, 1985.
 - 27) Hamasaki DI, Flynn JT: *Depression of ERG After Patching*. *Arch Ophthalmol* 89:472-475, 1973.
 - 28) Sokol S: *Abnormal evoked potential latencies in amblyopia*. *Br J Ophthalmol* 67:310-314, 1983.
 - 29) Wagner P, Persson HE: *Visual evoked responses to pattern-reversal stimulation in childhood amblyopia*. *Acta Ophthalmol* 58:697-706, 1980.
 - 30) Sokol S, Bloom B: *Visually evoked cortical responses of amblyopes to a spatially alternating stimulus*. *Investigative Ophthalmology* 12:936-939, 1973.
 - 31) Arden GB, Barnard WM, Mushin AS: *Visually evoked responses in amblyopia*. *Br J Ophthalmol* 58:183-192, 1974.
 - 32) Cox TA, Thompson HS, Hayreh SS: *Visual Evoked Potential and Pupillary Signs: A Comparison in Optic Nerve Disease*. *Arch Ophthalmol* 100:1603-1607, 1982.
 - 33) Sooter J, van Norren D: *Visual acuity measured with pupil responses to checkerboard stimuli*. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 19:105-108, 1980.
 - 34) Wolter JR, Knoblich RR: *Pathway of centrifugal fibers in the human optic nerve, chiasm and tract*. *Br J Ophthalmol* 49:246-250, 1965.
 - 35) Cibis GW, Campos EC, Aulhorn E: *Pupillary*

- Hemiakinesia in Suprageniculate Lesions. Arch Ophthalmol* 93:1322-1327, 1975.
- 36) Barnard WM, Kelsey JH: *Changes in the visually evoked response during treatment for amblyopia in a unocular patient. Trans Ophthalmol Soc UK* 100:422-477, 1980.
- 37) 진경현, 박형우, 김상민: 약시에서의 차폐법 시행효과와 시각유발 전위도의 변화. *한안지* 28:1041-1045, 1987.
- 38) Arden GB, Barnard WM: *Effect of occlusion on the visual evoked response in amblyopia. Trans Ophthalmol Soc UK* 99:419-426, 1980.
-