대한안과학회지 : 제 41 권 제 8 호 2000
J Korean Ophthalmol Soc Vol. 41, No. 8

# 정상인에서 렌즈차 이용법과 거리차 이용법에 의한 AC/A비 측정 비교

이 세 엽

〓 요 약 〓

정상인을 대상으로 동일인에게 세 가지 방법 즉 근거리 렌즈차 이용법, 원거리 렌즈차 이용법, 거리차 이용법을 사용하여 AC/A비를 측정하여 비교하고자 하였다. 대상인은 모두 굴절부등시, 사시, 약시 등의 안 질환이 없고, 굴절이상이 -4 D 미만이며, 교정시력이 0.9 이상, 티트무스 입체시검사에서 모두 40초인 정상인 33명을 대상으로 하였다. AC/A비의 측정은 굴절이상을 완전히 교정한 상태에서 시행하였다.

대상군의 나이는 6세부터 25세까지 평균 16세이었고, 굴절이상은 우안 평균 -1.33디옵터, 좌안 평균 -1.38디옵터이었다. 렌즈차 이용법에 의한 AC/A비는 근거리는 평균 3.36:1(범위 1.33~4.67), 원거리는 1.79:1(범위 0.67~3)이었고, 거리차 이용법은 평균 5.71:1(범위 4.13~9)이었다. AC/A비는 남녀간 그리고 11세 미만과 11세 이상 연령간 비교시 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

이상으로 정상인에서 세 가지 방법으로 AC/A비를 측정한 결과 각각 서로 다른 AC/A비를 나타내었다. 세 가지 방법 중에서 거리차 이용법에 의한 AC/A비가 렌즈차 이용법에 의한 것보다 높은 경향을 나타내었고, 렌즈차 이용법에 의한 AC/A비는 근거리가 원거리 렌즈차 이용법보다 높은 경향을 나타내었다(한안지 41:1790~1795, 2000).

〓 Abstract 〓

## Comparison of the AC/A Ratio by the Grdient Method and the Heterophoric Method in Normal Subjects

Se-Youp Lee, M.D.

To determine and compare the AC/A ratio in normal subjects, the AC/A

＜접수일 : 2000년 5월 20일, 심사통과일 : 2000년 6월 30일＞

계명대학교 의과대학 안과학교실
Address reprint requests to Se Youp Lee, M.D.
Department of Ophthalmology, College of Medicine, Keimyung University
#194 Dongsan-dong, Chung-ku, Taegu, 700-712, Korea
Tel : 82-53-250-7720, 7704, Fax : 82-53-250-7705, E-mail : lsy3379@dsmc.or.kr

*본 논문의 요지는 2000년 제 84회 대한안과학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

ratio was measured by three different methods ; near gradient method, distant gradient method and heterophoric method. The 33 normal subjects were enrolled in this study. All of them met the following criteria: (1) no known ocular disorders such as anisometropia, strabismus, and amblyopia. ; (2) refractive error under -4 D and corrected visual acuity more than 0.9. ; (3) stereoacuity of 40 arc sec on Titmus test. The AC/A ratio was measured under full correction of the refractive error.

Ages ranged from 6 to 25 years with a mean age of 16 years. The mean refractive error of the subjects was -1.33 D in right eye and -1.38 D in left eye. The near gradient method showed a mean AC/A ratio of 3.36:1 ranging from 1.33 to 4.67 ; the distance gradient method showed a mean ratio of 1.79:1 ranging from 0.67 to 3 ; and the heterophoric method showed a mean ratio of 5.71:1 ranging from 4.13 to 9. There was no significant difference in the AC/A ratio between the sexes and in the AC/A ratio between ages less than 11 years and more than 11 years.

Different AC/A ratio values were obtained using three different methods. Among the three methods, the heterophoric method tended to give a higher value than the gradient method, and the near gradint method tended to give a higher value than the distance gradient method(J Korean Ophthalmol Soc 41:1790~1795, 2000).

Key Words : AC/A ratio, Distant gradient method, Heterophoric method, Near gradient method

AC/A비는 일정한 양 만큼 조절(accommodation, A)시 어느 정도 두 눈이 모이는가(조절성 눈모음, accommodative convergence, AC)를 나타내는 것으로 이것이 비정상적일 때는 사시 발생원인이 될 수 있고, 사시의 분류, 진단 및 치료에도 중요한 역할을 하고 있다[1-5]. 임상적으로 AC/A비를 측정하는 방법에는 렌즈차 이용법(Lens gradient method), 거리차 이용법(Geographic method), 근거리-원거리 사시각 비교법(Clinical distance-near relationship) 등의 여러 가지가 있다[6-9]. 이 중에서 렌즈차 이용법과 거리차 이용법이 현재까지 많이 쓰이고 있다. 거리차 이용법은 근거리 편위각과 원거리 편위각의 차이를 이용하여 AC/A비를 구하고, 렌즈차 이용법은 근거리에서는 볼록렌즈를, 원거리에서는 오목렌즈를 사용하여 AC/A비를 측정할 수 있는데 정상인의 평균 AC/A비는 저자들마다, 측정 방법에 따라 서로 약간씩 다른 것으로 알려져 있다.

이에 저자는 정상인 33명 대상으로 동일인에게 세 가지 방법 즉 근거리 렌즈차 이용법, 원거리 렌즈차 이용법, 거리차 이용법에 의한 AC/A비를 측정하여 그 차이를 비교하고, 남녀간, 그리고 11세 미만과 11세 이상 연령간의 차이를 비교하고자 하였다.

## 대상 및 방법

1999년 10월부터 2000년 2월까지 본 의료원을 방문한 정상인과 의과대학 학생 중에서 검사기준에 적합한 33명을 대상으로 하였다. 대상인은 교정시력이 0.9 이상, 티트무스 입체시검사에서 40초, 굴절이상은 정시에서 -4.00 D 이하만 포함하였으며, 굴절부등시, 사시, 약시 등의 안 질환이 있는 사람은 그 대상에서 제외하였다. 성별은 남자 15명 여자 18명이었다. 연령에 따른 AC/A비 차이를 알아보기 위해서 11세 미만과 11세 이상으로 나누었다.

거리차 이용법과 렌즈차 이용법에 의한 AC/A비 측정은 굴절이상을 완전히 교정한 후 근거리 33 cm와 원거리 5 m에서 시행하였다. 렌즈차 이용법에 의한 AC/A비는 굴절이상을 교정하여 원래의 편위각을 구한 뒤, 근거리에서는 +3.00

Dsph, 원거리에서는 -3.00 Dsph를 추가 후 프리즘 교대 가림법으로 편위각을 측정하여(원래의 편위각 - 렌즈를 대었을 때 편위각)/렌즈 도수 공식을 이용하여 구하였고, 거리차 이용법에 의한 AC/A비는 동공거리(cm) + {(근거리 편위각 - 원거리 편위각)/근거리(미터)의 역수}로 구하였다. 이때 내사시는 + 부호로 외사시는 - 부호로 표시하여 계산했으며, 동공거리의 측정은 자동 굴절검사기(autorefractometer, AR-800, Nidek, Japan)찍고 직접 자로 재어서 확인하였다. 근거리와 원거리 주시는 조절시표(accommodative target)를 사용하였다. AC/A비 측정 검사들간의 유의성 검정을 위한 통계학적 처리는 paired T-test, Pearson Chi-Square test를 사용하였다.

## 결 과

대상군의 나이는 6세부터 25세까지 평균 16±7.1세이었고 이 중에서 11세 미만이 9명 11세 이상이 24명이었다. 대상군은 편위에 따라 정위인 경우 14명, 외사위 17명, 내사위 2명이었다. 사위의 범위는 10프리즘디옵터의 외편위에서 7프리즘디옵터의 내편위 사이였고, 편위의 정도는 근거리는 평균 3±3.37프리즘디옵터의 외편위, 원거리는 평균 1.67±1.78프리즘디옵터의 외편위를 보였다. 굴절이상은 남자의 경우 정시에서 -3.88 Dsph까지 평균 -1.38 Dsph, 여자의 경우 정시에서 -3.88 Dsph까지 평균 -1.33 Dsph이었다. 좌우안으로 나누어 볼 때는 우안은 평균 -1.33 Dsph, 좌안은 평균 -1.38 Dsph이었다. 동공거리는 5.1 cm에서 6.9 cm까지로 평균 5.91±0.38 cm이었다.

렌즈차 이용법에 의해 측정된 AC/A비는 근거리의 경우 평균 3.36:1(범위 1.33~4.67), 원거리의 경우 1.79:1(범위 0.67~3)이었다. 거리차 이용법에서는 평균 5.71:1(범위 4.13~9)이었고(Table 1), 동공거리가 크면 클수록 AC/A비는 증가하였으며(Fig. 1), 이는 통계학적으로 유의한 상관관계를 보였다(Correlation 0.414, p=0.016). AC/A비는 남녀간, 11세 이상과 11세 미만의 연령간 비교시 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(AC/A비 측정방법: 남녀간, 연령간 - 근거리 렌즈차 이용법: p=0.429, p=0.202, 원거리 렌즈차 이용법: p=0.253, p=0.066, 거리차 이용법: p=0.199, p=0.208)(Table 2, 3). 전체적으로 볼 때 거리차 이용법에 의한 AC/A비가 렌즈차 이용법에 의한 것보다 통계적인 유의성은 없었으나 높은 경향을 나타내었다(p>0.05). 렌즈차 이용법의 AC/A비는 원거리에서 측정한 것 보다 근거리에서의 AC/A비가 통계적인 유의성은 없었으나 높은 경향을 나타내었다(p>0.05). 세 가지 방법 중 거리차 이용법에 의한 AC/A비가 가장 높았고 그 다음은 근거리 렌즈차이용법이, 원거리 렌즈차 이용법이 가장 낮은 경향을 나타내었다.

## 고 찰

일정한 양 만큼의 조절시 정해진 정도의 눈모음을 하게 되는데 이를 조절성 눈모음이라고 한다. 조절과 눈모음 간의 공동운동은 양안시기능 중 근거리 주시시에 특히 중요한 생리적 영향을 끼친다고 알려져 있다. 조절성 눈모음의 양은 주시거리에 따른 필요한 조절과 굴절이상에 의해 결정되어진다.

Table 1. The AC/A Ratio using the Heterophoric and the Gradient Method in Normal Subjects.

| Method | AC/A ratio | |
|---|---|---|
| | Mean | Range |
| Heterophoric | 5.71:1 | 4.13~9 |
| Near Gradient | 3.36:1 | 1.33~4.67 |
| Distant Gradient | 1.79:1 | 0.67~3 |

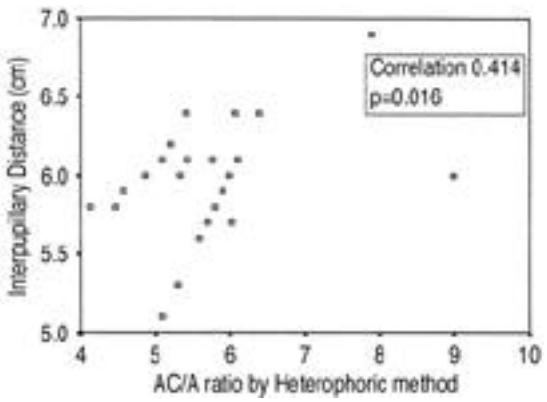


Figure 1. The Relationship between AC/A Ratio and Interpupillary Distance

Table 2. The AC/A Ratio between the Sexes.

| Method | Mean AC/A ratio | |
|---|---|---|
| | Male | Female |
| Heterophoric* | 5.96:1 | 5.40:1 |
| Near Gradient* | 3.44:1 | 3.27:1 |
| Distant Gradient* | 1.74:1 | 1.84:1 |

* p>0.05 by paired t-test

Table 3. The AC/A Ratio between Ages less than 11 years and more than 11 years.

| Method | Mean AC/A ratio | |
|---|---|---|
| | <11 years | ≥11 years |
| Heterophoric* | 5.38:1 | 5.82:1 |
| Near Gradient* | 3.63:1 | 3.26:1 |
| Distant Gradient* | 2.11:1 | 1.67:1 |

*p>0.05 by paired t-test

이러한 조절과 눈모임과의 개념은 처음으로 Fry[10]에 의해 정의되어 졌고, 뒤에 Fry와 Haines[11]에 의해 AC/A비 라는 약어를 만들어 처음으로 통용시켰다.

AC/A비는 개인마다 특이하며 유전하는 것으로 알려져 있다[1]. Martens와 Ogle에 의하면 AC/A비는 정상인에서 90% 정도는 1 D의 조절을 할 때 같은 양의 이향운동을 증가시킨다고 하였다[12]. 그러나 Alpern 등은 노안 이전의 사람들을 대상으로 +1~+5D 사이의 조절에서는 같은 양의 이향운동을 나타내지만 이 보다 더 낮거나 높은 디옵터에서는 같은 양 만큼의 이향운동은 증가하지 않는다고 하였다[13].

고 AC/A비는 주어진 조절 양에 비해서 눈 모임이 과다하다는 것이며, 저 AC/A비는 조절 양에 비해 눈 모임이 적음을 나타낸다. 임상적으로 AC/A비를 측정하면 두 가지의 도움을 얻을 수 있는데, 첫째는 수평 사시각에 조절성 요소의 작용 정도를 알 수 있고, 두번째는 안경교정으로 어느 정도 편위각에 얼마의 변화가 있을지를 알 수 있다. 그러나 AC/A비는 기초 실험실과 임상 외래에서 서로 다르게 측정된다. 기초 실험실에서는 안계측계(optometer)를 이용하여 조절 이향운동(accommodative vergence)과 조절 반응(accommodative response) 둘다 측정하여 response AC/A비를 구하지만 임상에서는 실제적인 조절 반응은 측정하기 힘들고 주어진 조절 자극(accommodative stimulus)에 대한 조절 이향운동의 변화를 측정하므로 stimulus AC/A를 얻게되어 차이가 생긴다. 정상인에서는 response AC/A비가 stimulus AC/A비보다 약 10% 크다고 알려져 있다[14]. stimulus AC/A비를 측정하는 AC/A비 측정 방법 중 렌즈차 이용법은 거리를 일정하게 하고 렌즈도수를 바꾸어 가면서 조절을 변화시키는 것인데, 볼록렌즈는 조절을 완화시켜 눈모음을 감소시키므로 근거리 AC/A비 측정에 이용되고, 오목렌즈는 조절을 야기하여 눈모음을 증가시키므로 원거리 AC/A비 측정에 이용된다. 이런 렌즈차 이용법은 근접모임과 융합모임에 의한 오차를 없앨 수 있으므로 현재까지 가장 정확한 방법으로 알려져 있다[3,8]. 또 임상적으로 많이 쓰이는 방법인 거리차 이용법과 근거리-원거리 사시각 비교법은 주시거리에 따른 조절변화를 알아보는 방법이다. 이 방법은 렌즈차 이용법 보다 쉽게 AC/A비를 구할 수 있으나 동공거리에 의존성이 높고, 비조절성 모임과다 내사시에서 AC/A비가 높게 나오는 단점이 있다. 본 연구에서도 거리차 이용법에 의한 AC/A비는 동공거리와 유의한 상관관계를 나타내었다.

AC/A비 측정방법에 따라 다르게 나타난다. 거리차 이용법에 의한 AC/A비가 렌즈차 이용법 보다 약 두 배 정도 크고[5], 그 AC/A비는 저자들에 따라서 4.7±1.7[15] 혹은 동공간 거리 더하기 0.3 이내[8]라고 알려져 있다. 본 연구에서도 근거리 렌즈차 이용법에서는 두 배 정도 미치지 않았으나 원거리 렌즈차 이용법보다는 두 배 이상을 나타내었다. 거리차 이용법에 의한 AC/A비가 렌즈차 이용법에 의한 것보다 높은 것은 조절과 관계 없이 물체가 눈에 근접하는 있다는 생각 자체가 눈을 모으게 하는 근접모임(proximal convergence) 때문이라고 알려져 있다[5,8]. 즉 인위적으로 렌즈의 변화로 눈모음을 변화시키는 것보다 근접모임에 의한 눈모음의 효과가 크기 때문이다. 렌즈차 이용법에 의한 정상인의 AC/A비는 저자들에 따라서 3.7-4.2[16], 4 2[17], 2.76(범위 0.5~8.6)[15]이라고 알려져 있다. 이 수치들은 본 연구의 근거리 렌즈차

AC/A비와 비슷하였고, 원거리 렌즈차 이용법보다는 높은 경향을 나타내었다. 본 연구에서 렌즈차 이용법 가운데서 근거리보다 원거리에서 AC/A비가 낮게 나온 이유는 원거리에서 -sph 3.00 D를 추가하였을 때 주시점을 선명하게 보려고 하는 노력이 근거리에 비해서 적었지 않았나 생각된다. 따라서 외래에서 사시 환자를 대상으로 원거리에서 렌즈차 이용법으로 AC/A비를 측정할 때는 가능한 주시점을 선명하게 보도록 미리 검사 전에 충분히 교육시키는 것이 중요하다.

나이가 AC/A비에 미치는 영향에 대해서 나이가 증가할수록 변화가 없던지, 청년기 혹은 노안이 오는 시기 사이에 약간만 감소하는 경향을 나타낸다고 하였고 보고되었으나[18-20] 다른 연구에 의하면 나이가 증가하여 초기 노안기까지 AC/A비도 증가한다고 하였다[21]. 본 연구에서는 11세 미만과 11세 이상으로 나누어 비교하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 볼 수 없었다.

이상으로 정상인에서 거리차 이용법에 의해 측정된 AC/A비가 렌즈차 이용법에 의한 것보다 높은 경향을 나타내었다. 렌즈차 이용법으로 측정된 AC/A비는 원거리에서 측정한 것 보다 근거리에서 AC/A비가 높은 경향을 나타내었다. 정상인에서의 이러한 AC/A비 수치들은 사시환자에서 AC/A비 측정시 참고자료가 될 수 있다고 사료된다. 특히 원거리 렌즈차 이용법으로 AC/A비를 측정할 때는 주시점을 선명하게 보도록 미리 검사 전에 충분히 교육시키는 것이 필요하다고 생각된다.

## REFERENCES


1) Wright KW : *Motor aspect of strabismus: In Wright KW, Textbook of Ophthalmology. 1st ed, Baltimore, Williams & Wilkins,* 1997, pp. 233-253.
2) von Noorden GK : *The near vision complex: In von Noorden GK: Binocular vision and Ocular motility: Theory and management of strabismus. 5th ed, St Louis, Mosby,* 1996, pp. 85-99.
3) Prieto-Diaz, Souza-Dias : *Strabismus, 4th ed, MA, Butterworth-heinemann,* 2000, pp.63-148.
4) Pratt-Johnson, Tillson G : *Management of strabismus and amblyopia: A practical guide. 1st. ed, New York, Thieme medical publishers,* 1994, pp. 258-262.
5) Rutstein RP, Daum, KM : *Anomalies of binocular vision: Diagnosis and management, 1st ed, St. Louis, Mosby,* 1998, pp. 153-154.
6) Nelson LB, Catalano RA : *Atlas of ocular motility. 1st ed, Philadelphia, W.B. Saunders company,* 1989, pp. 90-91.
7) Rosenbaum AL, Santiago AP : *Clinical strabismus management: Principles and surgical technique. 1st ed, Philadelphia, W.B. Saunders company,* 1999, pp.75-76.
8) 진용한: 사시학. 개정판, 울산, 울산대학교 출판부, 1999, pp. 181-182.
9) Weingeist TA, Liesegang TJ, Grand MG : *Basic and clinical science course: Pediatric Ophthalmology and Strabismus, section 6, San Francisco, American Academy of Ophthalmology,* 1998-1999. pp.66-67.
10) Fry GA : *Further experiments on the accommodation convergence relationship. Am J Optom* 16:125-129, 1939.
11) Fry GA, Haines HF : *Taits' analysis of the accommodative-convergence relationship. Am J Optom* 17:393-397, 1940.
12) Martens T, Ogle K : *Observation on accommodative convergence. Am J Ophthalmol* 47:455-459, 1959.
13) Alpern M, Kincaid WM, Lubeck MJ : *Vergence and accommodation. III. Proposed definitions of AC/A ratios. Am J Ophthalmol* 48:141-145, 1959.
14) Ciuffreda KJ, Tannen B : *Eye movement basics for the clinician. 1st ed, St. Louis, Mosby-Year Book Inc,* 1995 pp. 135-138.
15) Franceschetti AT : *Le rapport AC/A. I. Methodes pour determiner le rapport AC/A. J Francais d'Orthoptic* 3:7-11, 1971.
16) Duane TD : *Ocular motility and strabismus: Vergences: In Parks MM, Clinical Ophthalmology, 1st ed, Harper & Row Publishers Inc, Philadelphia,* 1976, pp. 1-7.
17) Scheiman M, Wick B : *Clinical management of binocular vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye movement disorder. 1st ed, Philadelphia, J.B. Lippincott company,* 1994, pp. 9-11.
18) Eskridge JB : *Age and the AC/A ratio. Am J Optom Arch Am Acad Optom* 105:105-109, 1973.

19) Fincham ERF : *The proportion of ciliary muscular force required for accommodation. J Physiol* 128:99-103, 1955.
20) Fry GA : *The effect of age on the AC/A ratio. Am J Optom Arch Am Acad Optom* 36:200-204, 1959.
21) Alpern M, Larson BF : *Vergence and accommodation. IV. Effect of luminance quantity on the AC/A. Am J Ophthalmol* 49:1140-1145, 1969.