

# 전북지역 성인의 사위와 융합여력 특성에 관한 연구

오현진\*, 두하영\*\*, 심상현\*\*, 최선미\*\*, 오승진\*\*  
백석문화대학교 안경광학과\*, 전북과학대학교 안경광학과\*\*

## The Study on the Property of The Heterophoria and Fusional Reserve in Adults in Jeon-buk Area

Hyun-jin Oh\*, Ha-young Doo\*\*, Sang-hyun Sim\*\*, Sun Mi Choi\*\*, Seung-jin Oh\*\*

Dept. of Optometry, Baekseok culture university\*  
Dept. of Optometry, Jeonbuk science college\*\*

**요약** 본 연구의 목적은 전북지역 성인들의 사위와 융합여력의 특성을 알아보자 하였다. 사시안, 안질환이 없는 20세에서 44세까지의 근시안을 가진 성인 116명을 대상으로 교정시력, 교정굴절력, 사위검사, 융합여력검사를 실시하였다. 프리즘분리법에 의한 수평사위검사에서 정위(26.7%) 외사위(52.5%),내사위(20.7%)명이었다. 38.8%는 근거리에서 정상으로 간주되는 0-6△의 외사위를 가지고 있었고, 61.2%는 정상범위를 벗어난 사위를 가지고 있었다. 융합여력의 크기는 사위량이 많을수록 적어졌다. 사위안의 융합여력이 안정피로에 연관성이 있음을 알 수 있었고, 사위 처방시 융합여력을 검사하여야 할 것으로 생각된다. 또한 그래디언트법으로 AC/A비를 측정된 결과 4.03이었으며, 굴절이상과는 특별한 관계를 발견할 수 없었다.

**주제어** : 융합여력, 외사위, 프리즘 분리법, 그래디언트법, 굴절이상

**Abstract** The aim of this study was to evaluate the property of heterophoria and fusional reserve in Adults in Jeon-buk Area. We examined the corrected visual acuity, corrected refractive error, heterophoria and fusional reserve of 116 healthy myopes aged from 20 to 44 old who had no strabismus no ocular and physical diseases. Using Von Graefe test of horizontal heterophoria Measurement, we measured orthophoria(26.7%), exophoria(52.5%) and esophoria(20.7%) for at near distance. The subjects who had exophoria of 0-6△ in the range of normal state was 38.8%, while the subjects who had exophoria in the range of abnormal state was 61.2%. Reducing fusional reserve was associated with increasing phoria. We found a relationship between asthenopia and fusional reserve of heterophoria and considered that fusional reserve must be examined when we preserve for a patient with heterophoria. Furthermore, Gradient method AC/A ratio was found 4.03 and its relationship to refractive error could not be determined.

**Key Words** : fusional reserve, exophoria, Von Graefe test, Gradient method, refractive error

Received 1 November 2013, Revised 20 November 2013  
Accepted 20 November 2013  
Corresponding Author: Ha-young Do(Jeonbuk science college)  
Email: ohjin@bscu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

사위는 안위이상은 있으나 양안시 기능을 가지고 있어 인위적으로 융합기능을 제거하지 않는 한 일상생활에서는 정위와 같다. 그러나 일상생활 중 양안 안위의 불균형상태를 정위로 유지하여야하는 부담으로 근성안정피로를 가져오는 것으로 알려져 있다[1]. 사위의 발생원인은 외안근 피로, 외안근 경련, 안와구조와 근육의 해부학적 정렬상태, 신경지배 이상, 굴절이상과 조절이상 등으로 알려져 있다[1,2]. 사위검사 방법으로는 마독스로드 검사법(Maddox rod test), 프리즘분리법(Von Graefe test), 편광 검사법 (Pola test) 등이 널리 사용되고 있다[1,3]. 프리즘분리법은 다른 검사법에 비하여 감각성 융합을 막고 있지만, 운동성 융합이 움직이므로 계속적인 차폐가 잘 유지되어야 한다. 따라서 임상적으로 어느 정도 오차는 피할 수 없지만 가장 신뢰도가 높다고 알려져 있다[4].

융합여력(fusional reserve)은 양성융합성폭주 또는 음성융합성폭주에 의해 사위를 극복하여 양안 단일시를 이룬 후 남아있는 양성융합성폭주력 또는 음성융합성폭주력을 의미한다. 수평사위는 양안시를 하는데 내사위는 사위량 만큼의 양성융합성 폭주(폭주)를, 외사위는 사위량 만큼의 음성융합성 폭주(개산)를 한다[1,3]. 이러한 사위가 임상적으로 문제가 되는 것은 사위량의 크기와 이를 보완하는 융합여력의 균형이 깨지면서 발생하는 피로감과 불편감, 즉 근성안정피로이다[1,3,4]. 따라서, 사위안이 안정피로를 호소하여 안정피로를 완화시키기 위한 처방을 할 경우 사위량 이외에 융합여력도 함께 검사하여야 한다.

본 연구는 성인의 사위와 융합여력의 특성을 연구하였다. 안경사들에게 정확한 굴절검사와 함께 사위검사, 융합여력검사 등 양안시 검사의 중요성을 인식시키고, 정확한 사위교정을 통해 안경 착용자들이 편하고 쾌적한 양안시 생활을 영위할 수 있도록 하는데 목적이 있다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 연구대상

본 연구는 2012년 3월부터 2012년 12월까지 전라북도에 거주하는 성인남녀 가운데 안질환 또는 전신질환이

없고, 약시안 또는 양안시 불가능자를 제외하고, 무작위로 근거리 시작업을 지속적으로 하고 있는 20세에서 44세까지의 116(남자 61.2%, 여자 38.8%)을 대상으로 나안시력, 교정시력, 교정굴절시력, 사위검사, 이항운동검사, AC/A비 검사를 실시하였다.

### 2.2 연구방법

검사실의 조도는 50~100lux로 하였고, 시표 주위의 밝기는 150~250lux로 유지하였다. 검사과정에서 발생할 수 있는 조절은 굴절이상의 정확한 교정을 위해서 배제되어야 하므로, 조절개입을 막기 위해 운무법을 이용하여 완전 교정하여 굴절이상도의 저교정으로 인해 발생할 수 있는 사위 변동량을 최소화하였다. 사용기기는 자동안굴절검안기(Topcon KR-8100, Japan), 시험렌즈세트, 포롭터 및 유니트 체어 세트(TpoconACP-8, Japan), Ophthalmic Unit(DU-700 DongYang, Korea), 한천식식 5m 시시력표를 사용하였다.

사위측정은 포롭터와 Ophthalmic Unit를 이용하여 두 눈이 바라보는 타겟의 위치를 서로 다른 영역으로 이동시켜 두 눈의 상이 융합력에 동시에 도달하는 것을 억제하는 프리즘분리법으로 근거리에서의 수평사위량을 측정하였다[3,5]. 측정은 두 번 반복해서 실시하였고, 측정량은 두 번 측정된 사위량의 평균값으로 하였다. 정확한 사위량을 측정하기 위해 프리즘의 이동속도는 2Δ/sec로 하였고, 주시시표는 조절개입을 막기 위해 피검사자의 최고시력에 해당하는 세로줄시표를 사용하였으며, 최고시력이 1.2~1.5일 경우 시력 1.0에 해당하는 시표를 사용하였다.

개산여력 검사(BI 이항운동)는 포롭터의 좌우측 보조렌즈판을 모두 「0」으로 조정하고, 눈앞 40cm에 피검사자의 최고시력에 해당하는 수직 일렬시표를 주시하도록 하였다. 양쪽 눈의 검사장에 로타리 프리즘의 「0」을 수직으로 위치시키고, 좌안과 우안 동시에 BI 프리즘을 점차적으로 증가시켰다. 흐린점(blur point)을 말하도록 하고, 눈앞에 가입된 양안의 프리즘 굴절력을 합하여 개산여력으로 기록하였다[6].

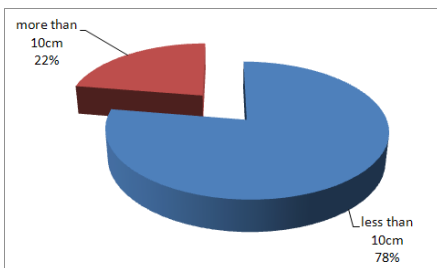
폭주여력 검사(B.O 이항운동)는 포롭터의 좌우측 보조렌즈판을 모두 「0」으로 조정하고, 눈앞 40cm에 피검사자의 최고시력에 해당하는 수직 일렬시표를 주시하도록 한 다음 양쪽 눈앞의 검사장에 로타리프리즘의 「0」

을 수직으로 위치시키고, 좌안과 우안 동시에 B.O 프리즘을 점차적으로 증가시켰다. 흐린점(blur point)을 말하도록 하고, 눈앞에 가입된 양안의 프리즘 굴절력을 합하여 폭주여력으로 기록하였다. 또한 AC/A비의 측정, 원거리에서 굴절이상을 완전 교정하고, 근거리40cm 측정 한 수평사위량을  $\Delta_0$ , S+1.00D 장입한후 측정 한 근거리 수평 프리즘량을  $\Delta_1$ 로 나타냈을 때 AC/A비는  $\frac{\Delta_0 - \Delta_1}{+1.00D}$  로 계산하였다[1,3].

### 3. 연구 결과 및 고찰

#### 3.1 폭주근점 평가

[그림 1]은 펜라이트와 근거리검사 차트 중 한 개의 란 돌트환 시표(표준시표)를 이용하여 폭주근점을 측정 한 결과이다. 10cm 미만인 사람이 63명(87%), 10cm 이상으로 폭주가 잘 안 되는 사람이 9명(13%)으로 측정되었다.



[Fig. 1] Near point of convergence test.

#### 3.2 굴절이상도 평가

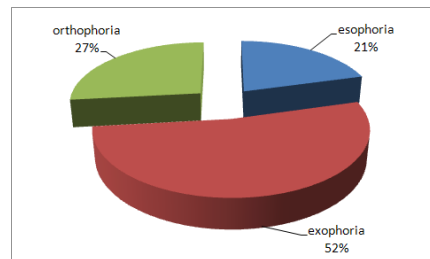
검사대상자의 성별 분포는 남자 61.2%, 여자 38.8% 이고 연령은 20대가 75.0% 이었으며, 30대와 40대는 각각 19.8%, 5.2%이었다. 대상자 116명의 각각 좌, 우 양안 교정도수를 합하여 평균을 취한 값에 등가구면을 적용한 굴절이상 상태는 [표 1]과 같이 굴절이상의 교정도수 최저 -0.25D에서 최고 -7.75D 이었으며, -2.00D 미만이 56.9%로 가장 많았다. 선행 연구에 의하면 양안시 이상 즉 사위처방에서 가장 기본적으로 고려하여 할 사항이 굴절이상의 정확한 교정이다[7,8]

[Table 1] Distribution of spherical equivalent refractive error.

diopter	gender		Total(%)
	Male	Female	
0.00 < S.E. < -1.00	27	14	41(35.34)
-1.00 ≤ S.E. < -2.00	15	10	25(21.55)
-2.00 ≤ S.E. < -3.00	9	7	16(13.80)
-3.00 ≤ S.E. < -4.00	8	5	13(11.20)
-4.00 ≤ S.E. < -5.00	6	4	10(8.62)
-5.00 ≤ S.E. < -6.00	4	3	7(6.03)
-6.00 ≤ S.E.	2	2	4(3.44)
Total	71	45	116(100%)

#### 3.3 수평사위 평가

근거리에서 프리즘분리법으로 측정 한 사위는 외사위 가 52.5%, 내사위 20.7%, 정위 26.7% 이었다(그림 2). 또한 대상안의 38.8%는 근거리에서 정상으로 간주되는 0-6 Δ의 외사위를 가지고 있었고, 61.2%는 정상범위를 벗어난 사위를 가지고 있었다.



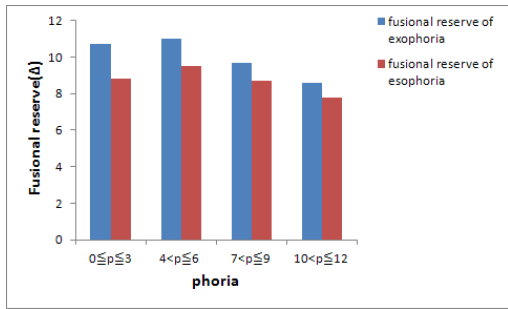
[Fig. 2] Distribution of horizontal heterophoria quantity at distance by Von Graefe Test.

선행연구에 의하면 서양에서는 내편위의 빈도가 높고, 우리나라 및 동양에서는 외편위 빈도가 높은 것으로 알려졌다[8,9]. 한편 내사위는 주로 원시안에게 많이 나타나는 반면, 외사위는 근시안에게 주로 나타나므로, 굴절이상 처방이 이와 관련된 안위이상에 최소한 도움을 줄 수 있어야 한다. 사위처방에 있어서 프리즘 처방없이 구면 굴절력 조정으로도 사위량을 변화 시킬 수 있다. 따라서, 굴절이상 처방을 결정할 때 교정도수가 눈의 안위에 미치는 영향은 AC/A비를 통해서 이해하고 고려해야 한다. 이러한 결과로서, 원시성 내사위는 최대 (+)도수로, 근시성 외사위는 최대 (-)도수로 처방하여야 한다[10].

#### 3.4 융합여력 평가

사위는 폭주력을 이용하여 사위량을 보정할 수 있는

데 외사위는 폭주력 즉, 양성융합성 폭주(positive fusional convergence)의 융합성 운동으로, 내사위는 개산력 즉, 음성융합성 폭주(negative fusional convergence)의 융합성 운동으로 교정 정렬된다[1]. 폭주여력은 외사위가 교정운동을 통하여 사위를 보정하고 남은 폭주력이고, 개산여력은 내사위가 교정운동을 통하여 내사위를 보정하고 남은 개산력을 의미 한다[1,3]. 근거리 40cm에서 평균개산여력의 범위는 11~15△, 평균 폭주여력의 범위는 14~20△이다[10,13]. 본 논문에서 근거리 40cm에서 평균 개산여력의 범위는 8.8△, 평균 폭주여력의 범위는 10.1△으로 조사되었다. [그림 3]은 사위량에 따른 융합여력의 분포이다.



[Fig. 3] Distribution of fusional reserve according to heterophoria.

사위량에 따라 융합여력의 크기를 조사한 결과 사위량이 1~3△인 경우 외사위의 융합여력인 폭주여력은 10.7△, 내사위의 융합여력인 개산여력은 8.8△이었고, 사위량이 4~6△인 경우 외사위의 융합여력인 폭주여력은 11.0△, 내사위의 융합여력인 개산여력은 9.5△이었고, 사위량이 7~9△인 경우 외사위의 융합여력인 폭주여력은 9.7△, 내사위의 융합여력인 개산여력은 8.7△, 사위량이 10~12△인 경우 외사위의 융합여력인 폭주여력은 8.6△, 내사위의 융합여력인 개산여력은 7.8△으로 조사되었다. 사위의 방향과는 관계없이 사위량이 많을수록 상대적으로 사위를 교정하는 방향의 융합여력은 적어지는 것으로 조사되었다. 이와 같은 결과는 사위량이 많을수록 상대적으로 사위를 교정하는 방향의 융합여력은 적어진다는 사실과 잘 일치하고 있다[1].

### 3.5 AC/A비

선행연구에 의하면, AC/A비는 사위안의 안정피로 유발인자로 알려져 있다[11]. 본 연구에서는 그래디언트 방법으로 측정된 성인들의 AC/A비는 최저 1.0에서 최대 12.6 까지이며, 평균값은 4.03로, 사위안의 안정피로 유발인자인 AC/A비가 정상값으로 측정되었다. 또한 굴절이상과는 특별한 관계를 발견할 수 없었다. 원거리 안위상태에 따른 AC/A비는 근거리 양안시에 중요한 역할을 한다. 양안시에서 조절을 하거나 이완할 때 조절로 인한 폭주 또는 이완으로 인한 개산이 발생된다[11]. 따라서 AC/A비의 정도와 사위의 종류와 정도에 따라 근거리 작업 시 안정피로를 느낄 수 있다. 선행보고에 의하면, AC/A비는 사위안의 안정피로 유발인자이며, 안정피로를 호소하는 사위안의 처방을 결정하기 위해서는 AC/A비를 반드시 측정해야 하는 것으로 알려져 있다[3,11]. 또한 근거리에서 외사위가 AC/A비가 낮으면 폭주 부족으로 인한 안정피로가 발생할 수 있다[11]. 이상에서와 같이 AC/A비는 사위안의 안정피로 유발인자로 알려져 있으므로, 안정피로를 호소하는 사위안의 처방을 결정하기 위해서는 AC/A비를 반드시 측정해야 할 것으로 사료된다.

## 4. 결론

사위안의 안정피로에 영향을 미치는 요인은 폭주여력, 굴절이상도, 사위량, 상대조절량, AC/A 등이 있는 것으로 알려져 있다[12]. 본 연구는 근거리에서 성인들의 굴절이상도, 사위량, 융합여력의 특성을 연구하였다. 프리즘분리법에 의한 수평사위검사에서 정위(26.7%) 외사위(52.5%), 내사위(20.7%)명이었다. 검사대상자의 38.8%는 근거리에서 정상으로 간주되는 0-6△의 외사위를 가지고 있었고, 61.2%는 정상범위를 벗어난 사위를 가지고 있었다. 본 논문에서 근거리 40cm에서 평균 개산여력의 범위는 8.8△, 평균 폭주여력의 범위는 10.1△으로 조사되었다. 사위의 방향과는 관계없이 사위량이 많을수록 상대적으로 사위를 교정하는 방향의 융합여력은 적어지는 결과를 나타냈다. 또한 그래디언트 방법으로 측정된 성인들의 AC/A비 값은 최저 1.0에서 최대 12.6까지 이었으며, 평균값이 4.03로 사위안의 안정피로 유발인자인

AC/A비가 정상값으로 측정되었다.

Chew 등은 융합여력이 사위량의 2배 이상이 되어야 쾌적한 양안시를 할 수 있다고 보고하였다[9]. 즉 사위안의 안정피로는 융합여력과의 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있다. Yoon은 융합여력이 사위량의 2배 이상인 사람이 33.9%이고 2배 미만인 사람이 66.1%로 발표하였다. 또한 안정피로를 호소하는 사람 가운데 33.9%는 융합여력이 2배 이상인 사람이고, 66.1%는 융합여력이 2배 미만인 사람으로 연구하였다[13].

이상에서와 같이 수평사위로 인해 발생하는 안정피로를 완화시키기 위해서는 사위안의 폭주여력 및 개산여력의 측정은 필수적이라 할 수 있겠다. 선행연구에 의하면 AC/A비는 사위안의 안정피로 유발인자라고 할 수 있으므로 안정피로를 호소하는 사위안의 처방을 결정하기 위해서는 AC/A비를 반드시 측정해야 하는 것으로 알려져 있다[11]. 또한 양안시 이상은 굴절이상과 연관되어 있는 것으로 보고되어져 있다[3].

따라서, 안경 착용자들에게 편하고 쾌적한 양안시 생활을 영위 할 수 있도록 하기 위해서는 굴절검사와 함께 사위검사, 융합여력검사, AC/A비 검사 등 다양한 양안시 검사가 병행되어 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

[1] P.J. Seong, Ocular optics. Daehakseorim, pp. 238-274, 2012.

[2] Hyun Lee, Gangoh RLee, Comparison of accommodative response to near targets in Maddox Rod Method and modified thorington method. Korean journal of vision science, 12(4), pp.273-281, 2010.

[3] KC Mah : Bimocualr vision, Deahakseorim, pp.30-44, 55-79, 233-241, 2007.

[4] Goss DA, Ocular Accommodation, Convergence and Fixation Disparity : A Manual of Clinical Analysis(2), Butterworth-Heinemann, pp.11-12, 40-41, 70, 1995.

[5] Letourneau JE, Lapiere N, Lamont A : The relationship between convergence insufficiency and

school achievement, American journal of Optometry and Physiology, 56(1), 18-22, 1979.

[6] Schroder TL, Rainey BB, Goss Da, Grosvener TP, Readability and Comparisons among methods of measuring dissociated phoria. Optometry of Vision and Science, 73(6), pp. 389-397, 1996.

[7] Rouse MW, Hyman L, Hussein M, Solan H., Frequency of convergence insufficiency in optometry clinic settings, Convergence Insufficiency and Reading Study (CIRS) Group. Optometry of Vision and Science, 75(2), 88-96, 1998.

[8] Soonwoo Jeon, Soobong Park, Kichoong Mah, Comparitive analysis of the visual function at near. Korean journal of vision science, 10(4), 337-349, 2008.

[9] Chew E, Remaley NA, Tamboli A, Zhao J, Podgor MJ, Klebanoff M, Risk factors for esotropia and exotropia, Arch ophthalmol 112(10), 1349-55, 1994.

[10] Jaedo Kim : The refractive error and vision test for prescription, shinkwang public, Seoul, pp.237-241, 2004.

[11] KS Lee, MB Jung, TH Kim and AY Sung : A Study on The Measurement and Tendency of Horizontal Heterophoria Using Von Graefe Method. The Korean ophthalmic optics society, 11(2), 151-157, 2006.

[12] S.H. Joo, H.S. Leem, Evaluation of binocular vision on the normal and phoria patients by Synoptophore. Korean journal of vision science, 11(1), 45-54, 2009.

[13] KH Yun : The Study on Relationship Between Phoria and Asthenopia in Adults in kyoung-Buk Area, The Korean society of vision scimce, 12(2), 109-115, 2010.

오 현 진(Oh, Hyun Jin)



- 2002년 8월 : 성균관대학교 물리학 교육 전공(교육학 석사)
- 2007년 2월 : 성균관대학교 광학 전공(이학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 백석문화대학교 안경광학과 교수
- 관심분야 : 콘택트렌즈, 수차, 시기능이상

· E-Mail : ohjin@bscu.ac.kr

오 승 진(Oh, Seung Jin)



- 2009년 8월: 을지대 보건대학 안경광학과 (보건학석사)
- 2011년 9월~현재: 전북과학대학교 안경광학과 교수
- 관심분야 : 안광학기기, 기하광학
- E-Mail : osj1314@jbsc.ac.kr

두 하 영(Doo, Ha Young)



- 1987년 2월 : 전북대학교 고체물리 전공(이학석사)
- 1993년 2월 : 원광대학교 물리학과 고체분광학전공(이학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 전북과학대학교 안경광학과 교수
- 관심분야 : 안경광학, 양안시검사

· E-Mail : hydoo@jbsc.ac.kr

심 상 현(Sim, Sang Hyun)



- 1985년 2월 : 전남대학교 물리학과 (이학사)
- 1997년 2월 : 전남대학교 물리학과 (이학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 전북과학대학교 안경광학과 교수
- 관심분야 : 결상광학, 안경광학

· E-Mail : shsim@jbsc.ac.kr

최 선 미(Choi, Sun Mi)



- 1996년 2월 : 광주보건대학교 안경광학과 졸업(전문학사)
- 2000년 2월 : 경희대학교 생물학과 졸업(이학사)
- 2003년 2월 : 전남대학교 생물학과 졸업(이학석사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 전북과학대학교 안경광학과 교수

· 관심분야 : 콘택트렌즈, 시기능 교정

· E-Mail : csm063@jbsc.ac.kr