

## 한국인의 20대에서 각막난시에 의한 전난시량의 예측

유종숙 · 유동식\* · 한경애 · 김세진 · 위성현\*

극동정보대학 안경광학과, \*경운대학교 안경광학과

투고일(2008년 10월 30일), 수정일(2008년 11월 19일), 게재확정일(2008년 12월 9일)

**목적:** Javal's rule은 각막난시로부터 전난시량을 예측해 내는 공식으로써 일반적으로 이용되어져 왔다. 또한 많은 연구자들이 Javal's rule에 대한 수정을 거듭해 왔다. 이에 본 연구는 각막난시를 측정하여 전난시량을 예측해 봄으로써 Javal's rule의 정확성을 평가했다. **방법:** 한국인 20대 54명의 108안을 대상으로 각막난시를 측정하여 전난시량을 예측했다. **결과:** 각막난시에 의한 전난시량의 회귀계수가 Javal's rule의 굴절계수인 1.25보다 더 적게 나왔으나 Auger 등이 수정한 Javal's rule과는 일치하였다. **결론:** 연구의 결과로 얻어진 회귀계수 방정식은 다음과 같다.: Total astigmatism=0.79 (corneal astigmatism)-0.49D×90

**주제어:** Javal's rule, 전난시, 각막난시, 회귀계수, 각막곡률계

### 서 론

난시는 눈의 각 경선의 굴절력이 일정하지 않고 경선에 따라 서로 굴절력이 다른 눈으로서 망막에 초점의 형태가 아닌 초선으로 상을 맺으며<sup>1,3</sup> 선천적 원인으로는 각막면, 수정체면, 망막면의 굴절력이 서로 달라 생기는 굴절성 난시와 눈의 투광체 굴절률의 불균형으로 인해 생기는 굴절률성 난시가 있다. 후천적 원인으로는 안검압박, 외안근 견인력 불균형, 안내압 불균형, 산립종, 종양, 백내장 수술 후 유발이 가능하다. 비교적 굴절력 변화에 규칙성이 있는 난시를 정난시라 하는데 정난시의 종류에는 잔여난시의 개념을 이용하여 분류한 각막난시, 잔여난시와 전난시가 있다<sup>4</sup>. 각막난시는 대표적 측정 기기인 keratometer 등을 이용해 각막 전면 곡률을 측정하여 얻어내는 값으로 안검의 압박에 의해 대부분 직난시나 사난시의 형태를 띠게 된다<sup>5</sup>. 잔여난시는 전난시에서 각막난시를 제외한 값으로써 대부분 수정체에 의해 발생되나 측정하기가 어려우므로 굴절력 매트릭스를 이용해 전난시와 각막난시의 차를 구하고 이를 잔여난시의 방향과 크기로 계산하여 왔다<sup>6</sup>.

그러나 수정체에 의한 잔여난시는 모든 연령별로 유의한 차이를 보이지 않는다고 하였고<sup>7</sup> 그 크기는 대략 -0.50D 도난시로 간주하였다<sup>8</sup>. 따라서 임상에서 난시를 교정함에 있어 예후를 판단하거나 난시를 줄일 수 있는 인자로는 각막난시와 전난시와의 관계에 있다고 볼 수 있다. 이에 Javal은 각막난시와 전난시에 대해 경험적인 상

관 관계식을 만들어 각막난시로 전난시를 예측하는 Javal's rule을 발표하였다<sup>8,9</sup>.

$$A_r = p(A_c) + k$$

$A_r$  = total(refractive) astigmatism

$A_c$  = corneal astigmatism

$p$  = approximately 1.25

$k$  = 0.50D against-the-rule astigmatism

따라서 Javal's rule은:

$$A_r = 1.25(A) - 0.50D \text{ axis } 90 \quad (1)$$

위 공식에서 1.25라는 수치는 정간거리에 의해 변화되는 난시량이고 0.50D는 수정체에 의해 발생하는 잔여난시를 나타낸 것이다. 따라서 Javal's rule은 직난시와 도난시에 한정하여 정확성을 갖게 된다.

이후에 Neumueller<sup>10</sup>는 구면 도수와 연관되어 나타나는 정간거리의 다양함에 의해 난시량의 변화가 일어난다고 하였다. 예를 들면 구면 -8.00D, 난시 -1.00D인 사람의 경우 1.25계수가 정확하다고 할 지라도, 구면 +8.00D인 사람은 같은 난시량을 가지고 있어도 0.75계수가 정확하다는 것이다. 그리고 Grosvenor 등을 비롯한 많은 연구자들이 피검사자의 연령 및 굴절 이상의 정도, 각막난시량의 정도, 검사 대상의 수, 동공의 크기 등을 제한하거나 변화시키면서 각막난시를 이용해 전난시를 예측할 수 있는 최

적의 공식을 찾기 위해 연구해 왔으며, 연구의 결과를 기준으로 Javal's rule과의 비교를 통해 그 정확성을 평가해 왔다<sup>11-21</sup>.

이에 본 논문은 각막난시와 전난시의 정확한 측정이 필요한 각막 굴절 수술과 콘택트렌즈의 처방에 있어 가장 많은 대상이 되고 있는 청년층인 한국인 20대를 선별하여 필요한 검사를 진행한 후 각막난시를 기초로 전난시를 예측하여 보았다.

**대상 및 방법**

안질환과 안과적 수술, 각막의 외상이 없는 20대를 대상으로 비조절마비하에 자각적 원용 굴절 검사를 통해 교정 시력 1.0이상으로 교정하였고, 이때 난시 측정은 방사선 시표 검사 후 ±0.25D cross cylinder lens를 이용해 난시 정밀 검사를 시행하여 전난시량과 축을 측정하였다. 각막 난시는 수동 각막 곡률계(Bausch & Lomb사)를 이용하여 각막 전면의 곡률에 의한 각막난시량 및 축을 측정하였다. 이때 예측의 정확성을 갖기 위하여 전난시는 사난시를 제외하고 직난시와 도난시만을 선별하여 54명의 양안 108안에 대해 분석하였다. 직난시는 180±30°, 도난시는 90±30° 범위로 하였고<sup>11,12</sup> 각막난시와 전난시는 난시축을 같은 방향으로 전환하여 실시하였다.

통계처리는 SPSS12.0 프로그램으로 선형회귀분석과 t-검정, 상관분석을 사용하여 분석하였다(p<0.01).

**결 과**

전체 대상 54명(108안)중에 남자가 27명(54안), 여자가 27명(54안)이었고 연령은 20세부터 29세까지로 평균 연령은 22.8세(남자 24세, 여자 21.6세)이었다. 전난시에서 직난시가 78.7%, 도난시는 21.3%, 각막난시에서는 직난시가 92.5%, 도난시가 1%, 사난시가 6.5%로 나타나 전난시와 각막난시 모두 직난시의 빈도가 많았고 구면 도수는 -8.25D에서 0.75D까지, 전난시량은 무난시에서 -2.75D까지, 각막난시량은 무난시에서 -3.75D까지 측정되었다. 피 검사자의 구면도수와 난시도수, 전체난시와 각막난시에 대한 굴절이상 분포는 Table 1에 나타내었다.

각 군별 평균치에 대한 남녀의 전난시나 각막난시 모두 t-test에 의한 통계 검정 상 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고(P>0.01), 구면 도수와 전난시 간에는 통계학적 의의가 있는 것으로 나옴으로써(P=0.004) 난시도수가 1.00D 이상인 경우 구면 도수와 난시 도수가 관련이 있다고 보고한 이전의 연구<sup>22</sup>와 일치함을 알 수 있었다.

각막난시와 전난시의 상관 관계는 매우 높게 나왔으며

Table 1. Distribution of refractive error in this experiment

	mean	min	max	sd
age	22.8	19	29	2.18
sph	-2.40	-8.25	+0.75	2.23
t.cyl	-0.53	-2.75	0	0.77
c.cyl	-1.30	-3.75	0	0.71

sph: spherical power  
t.cyl: total astigmatism  
c.cyl: corneal astigmatism  
sd; standard deviation

(P<0.01) 각막난시에 의한 전난시량의 예측 관계식은

$$A_t = 0.79(A_c) - 0.49D \text{ axis } 90 \tag{2}$$

이다. 이 결과는 Javal의 상관 관계식 보다는 1988년 Grosvenor<sup>11,17</sup> 등이 발표한 관계식 (3)의 결과와 좀 더 근접하며, 19세에서 33세까지의 청년층을 대상으로 연구하여 발표한 Auger<sup>18</sup>의 관계식 (4)와는 일치하였다.

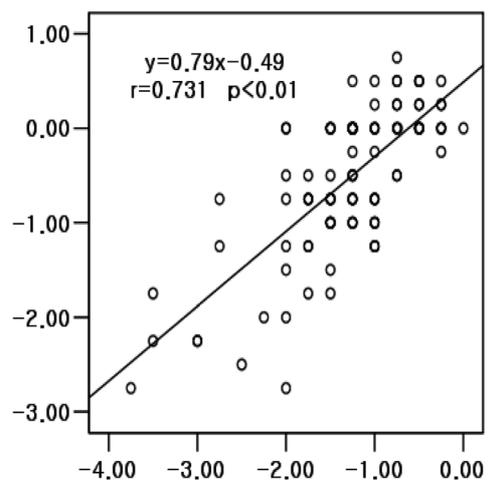
Simplified form of Javal's rule:

$$A_t = 1(A_c) - 0.50D \text{ axis } 90 \tag{3}$$

Auger's rule :

$$A_t = 0.79(A_c) - 0.49D \text{ axis } 90 \tag{4}$$

Fig. 1은 각막난시와 전난시 간의 분포 및 관계를 회귀 분석의 곡선 추정을 통해 그래프화 한 것으로 각막난시에 의한 전난시량의 예측은 Y=0.79x-0.49의 관계식으로 나타낼 수 있고, r=0.731의 높은 상관관계를 보임으로써 예



X-component : Corneal Astigmatism(D)  
Y-component : Total Astigmatism(D)

Fig. 1. A plot of total astigmatism against corneal astigmatism.

Table 2. Distribution of differences between total astigmatism estimated using Javal's, Grosvenor's and this study's rules and the subjectively determined total astigmatism for 108 eyes

Total Astigmatism -Rule Estimation	Javal's Rule (%)	Grosvenor's Rule (%)	This Study's Rule (%)
≤ 0.25D	24.1	44.4	26.9
≤ 0.50D	47.2	67.6	70.4
≤ 1.00D	74.1	94.4	95.4

측성이 높은 것을 알 수 있다.

각막난시를 이용해 전난시를 예측하는 관계식 (1), (2), (3)에 의해 예측한 전난시를 각각적 굴절 검사를 통한 전난시와 비교하여 정확도를 평가해 보면 각각의 관계식에 의해 예측된 전난시와 측정된 전난시간에 0.25D 이하의 차이를 보인 경우가 Javal's rule(24.1%), Grosvenor's rule(44.4%), 본 논문의 관계식(26.9%)으로 나타나 Grosvenor's rule이 상대적으로 작은 범위에서의 예측률이 높았지만 본 논문에 의한 관계식의 경우 대상이 20대로 제한되었고 피검사자수도 54명(108안)으로 한정된 조건하에서 도출된 결과이므로 작은 범위에서의 예측률이 작게 나타난 것으로 보인다.

0.50D 이하의 차이를 보인 경우는 Javal's rule(47.2%), Grosvenor's rule(67.6%), 본 논문의 관계식(70.4%)으로 본 논문에서 제안한 관계식이 예측률이 가장 높았고 1.00D 이하의 차이를 보인 경우는 Javal's rule(74.1%), Grosvenor's rule(94.4%), 본 논문의 관계식(95.4%)로 ±1.00D 오차 범위 내에서는 Auger가 제안한 (4)식과 일치하는 본 논문의 관계식의 결과가 예측 정확성이 가장 높은 것으로 나타났다.

## 고 찰

각막난시를 이용해 전난시량을 예측한 공식들은 각막난시와 전난시의 차이가 1.50D 미만의 경우에는 본 논문의 결과에서와 같이 예측 정확성이 높아 임상에서의 활용도가 높은 반면, 1.50D 이상이 되면 예측 정확성이 낮아 임상에서의 적용이 어렵게 된다. Javal's rule은 측정된 전난시량과 예측된 전난시량 간에 1.00D 이상 차이가 나고, Grosvenor's rule은 각막난시와 전난시의 차이가 2.00D 이상이 되어야 측정된 전난시량과 예측된 전난시량 간에 1.00D 이상 차이가 나며, 본 연구에 의해 제안된 관계식과 Auger's rule은 각막난시와 전난시의 차이가 1.46D 이상이 되어야 측정된 전난시량과 예측된 전난시량 간에 1.00D 이상 차이가 나므로 각 관계식들을 종합해 보면 전난시와

각막난시 간에 1.50D 미만의 차이를 보이는 경우는 공식에 의해 전난시의 예측이 가능하지만 1.50D 이상 차이가 나는 경우는 공식의 적용이 의미가 없음을 알 수 있기 때문이다.

Mote 등도 임상에서 Javal's rule을 평가했는데 평균적으로 계산된 법칙이 안경 난시 도수를 확정하는데 근접한다고 하였으나 개개인 환자의 경우에 기초해 볼 때 1.50D 보다 많은 난시에서는 이 법칙이 부정확하다는 결론을 내렸다<sup>23</sup>.

그 외에도 많은 기존의 연구자들이 Javal's rule에 대해 연구하며 수정된 공식을 발표했지만 모든 경우에 대해 최적의 정확성을 갖는 일반화된 공식을 찾아내는 것은 어려울 것이다. 다만, 검사 대상과 검사 조건을 여러 방법으로 세분화하여 충분히 객관성을 대표할 수 있는 수의 피검사자들을 측정하고 이를 분석해 각각의 그룹에 해당되는 적용 공식을 찾아내어 임상에서 활용하도록 하면 백내장 수술이나, 각막 굴절 수술, 콘택트렌즈 처방 등의 교정 효과에 대한 예측과 판단에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 또한 사난시의 통계처리에 대한 취약점을 해결하여 모든 방향의 난시에 대해 적용된다면 더욱 정확한 각막난시에 대한 전난시의 예측이 가능하리라 생각한다.

## 결 론

1. 54명(108안)중 남자 27명(54안), 여자 27명(54안)이었고 평균 연령은 22.8세(남자 24세, 여자 21.6세)이었다.
2. 전난시에서 직난시는 78.7%, 도난시는 21.3%, 각막난시에서는 직난시가 92.5%, 도난시가 1%, 사난시가 6.5%이었다.
3. 피검사자의 구면 도수는 -8.25D에서 0.75D, 전난시량은 무난시에서 -2.75D, 각막난시량은 무난시에서 -3.75D 까지 었다.
4. 평균치에 대한 남녀의 전난시나 각막난시 모두 유의한 차이가 없었고( $P>0.01$ ), 구면 도수와 전난시 간 상관관계에는 통계학적 의의가 있었다( $P=0.004$ ).
5. 각막난시와 전난시의 상관성이 매우 높았고( $P<0.01$ ) 각막난시에 의한 전난시량의 예측에 관한 공식은  $A_r = 0.79(A_c) - 0.49D$  axis 90 이다.

## 참고문헌

1. Taylor D., "Pediatric Ophthalmology", 2nd Ed., London Blackwell, pp. 57-64(1970).
2. Von Noorden G. K., "Binocular Vision and Ocular Motility", 5th Ed., CV Mosby, St. Louis, pp. 216-254(1996).
3. Michaelis D. D., "Visual Optics and Refraction", 3rd Ed.,

- CV Mosby, St. Louis, pp. 457-483(1985).
4. 신진아, “안기능과 임상굴절 Visual Acuity Refraction”, 한미의학, 한국, pp. 189(2003).
  5. William J. Benjamin, “Borish's Clinical Refraction”, W. B. Saunders Company, pp. 793-800(1998).
  6. Dunne M. C., Elawad M. E. A., and Barnes D. A., “A study of the axis of orientation of residual astigmatism”, Acta. Ophthalmol, 72(4):483-489(1994).
  7. Montés-Micó R., “Astigmatism in infancy and childhood”, J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus, Nov-Dec: 37(6):349-53(2000).
  8. Theodore Grosvenor, “Primary Care Optometry”, 4th Ed., Butterworth Heinemann, pp. 227-228(2001).
  9. Javal E., “Memoires D'Ophthalmometrie”, Libraire de L'Academie de Medecine, Paris, pp. 131(1980).
  10. Neumueller J., “Optical, physiological and perceptual factors influencing the ophthalmometric findings”, Am. J. Optom. Arch. Acad. Optom., 30(6):281-291(1953).
  11. Grosvenor T., Quintero S., and Perrigin D. M., “Predicting refractive astigmatism: a suggested simplification of Javal's rule”, Am. J. Optom. Physiol. Opt., 65(4):292-297(1988).
  12. Tong L., Carkeet A., Saw S. M., and Tan D. T., “Corneal and refractive error astigmatism in Singaporean schoolchildren: a vector-based Javal's rule”, Optom. Vis. Sci., 78(12):881-887(2001).
  13. Dobson V., Miller J. M., and Harvey E. M., “Corneal and refractive astigmatism in a sample of 3- to 5-year-old children with a high prevalence of astigmatism”, Optom. Vis. Sci., 76(12):855-860(1999).
  14. Lam A. K., Chan C. C., Lee M. H., and Wong K. M., “The aging effect on corneal curvature and the validity of Javal's rule in Hong Kong Chinese”, Curr. Eye Res., 18(2):83-90(1999).
  15. Keller P. R., Collins M. J., Carney L. G., Davis B. A., and van Saarloos P. P., “The relation between corneal and total astigmatism”, Optom. Vis. Sci., 73(2):86-91(1996).
  16. Elliott M., Callender M. G., and Elliott D. B., “Accuracy of Javal's rule in the determination of spectacle astigmatism”, Optom. Vis. Sci. 71(1):23-26(1994).
  17. Grosvenor T. and Ratnakaram R., “Is the relation between keratometric astigmatism and refractive astigmatism linear?”, Optom. Vis. Sci., 67(8): 606-609(1990).
  18. Auger P., “Confirmation of the Simplified Javal's Rule”, Am. J. Optom. Physiol. Opt., 65(11):915(1988).
  19. Kratz J. D. and Walton W. G. Jr., “A modification of Javal's rule for the correction of astigmatism”, Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom., 26(7):295-306(1949).
  20. Kim S. J. and Choi O., “A clinical study on residual astigmatism”, J. Korean Ophthalmol. Soc., 25:463-470(1984).
  21. Tokoro T., Murakami K., and Shibata S., et al., “Corneal and total astigmatism. Report II: Studies on cases with total astigmatism”, Nippon Ganka Gakkai Zasshi, 81(6): 32-35(1977).
  22. Kronfeld P. C. and Devney C., “The frequency of astigmatism”, A. M. A. Arch. Ophthalmol., 4(6):873(1930).
  23. Mote H. G. and Fry G. A., “The significance of Javal's rule”, Am. J. Optom. Physiol. Opt., 16(3):362-365(1939).

## Estimation of Total Astigmatism Quantity from Corneal Astigmatism on Koreans in Their Twenties

Jong-Sook Yoo, Dong-Sik Yu\*, Kyung-Ae Han, Se-Jin Kim and Sung-Hyun Wi\*

Department of Ophthalmic Optics Keukdong College

\*Department of Visual Optics, Kyungwoon University

(Received October 30, 2008: Revised November 19, 2008: Accepted December 9, 2008)

**Purpose:** Javals' rule is a commonly used formula for estimating total astigmatism from corneal astigmatism. Many researchers suggested a modification of Javals' rule. Therefore, we estimated the total astigmatism on the basis of measurements of corneal astigmatism and assessed the accuracy of Javals' rule. **Methods:** We estimated the total astigmatism on the basis of measurements of corneal astigmatism on 108 eyes of 54 subjects of Koreans in their twenties. **Results:** The regression of the total astigmatism from corneal astigmatism is less than 1.25 of Javals' rule, but it was equivalent to Auger's modified Javals' rule. **Conclusions:** The regression equation for this study was as follows: Total Astigmatism=0.79 (Corneal Astigmatism)-0.49D×90.

**Key words:** Javals' rule, total astigmatism, corneal astigmatism, regression, keratometer