

등가구면 시력으로부터 난시량의 예측

김상엽 · 문병연 · 조현국

강원대학교 안경광학과

투고일(2011년 5월 2일), 수정일(2011년 5월 26일), 게재확정일(2011년 6월 18일)

목적: 등가구면 시력을 통한 피검자의 난시량 예측이 가능한지를 알아보고자 하였다. **방법:** 평균연령 23.3세의 남녀 54명(108안)을 대상으로 굴절이상 완전교정 후 크로스실린더의 도수를 $\pm 0.25D$ 씩 증가시키면서 크로스실린더의 (-)축이 180° 일 때, 90° 일 때, 그리고 45° 일 때의 원거리(5m) 시력변화를 각각 측정하였다. **결과:** 크로스실린더의 도수가 증가될수록 시력은 반비례하여 감소되었다. 크로스실린더 $\pm 2.50D$ (180° 와 90°)과 $\pm 2.25D$ (45°)에서 측정 최소값인 시력 0.05로 나타났다. **결론:** 각각의 등가구면 시력에 대응하는 난시량에 대한 관계를 추정할 수 있었다.

주제어: 등가구면 시력, 난시량

서 론

난시는 점 물체의 상이 단일점이 아니라 광학계로부터 서로 다른 거리에 있는 두 개의 초선으로 결상되는 굴절 상태로, 망막에 초점의 형태가 아닌 초선 혹은 착락원으로 상을 맺게 되어 시력저하, 두통, 그리고 눈의 피로감을 유발시키기도 한다¹⁻³⁾. 난시에서 형성되는 두 개의 초선은 그 중앙에 최소착락원을 형성하게 되는데 난시량이 증가할수록 최소착락원의 크기는 커지고 시력은 감소하게 된다⁴⁾. 최소착락원은 그 위치에 따라 시력에 영향을 미치게 되는데, 망막 앞에 위치할 때보다 망막상에 있을 때 더 좋은 시력을 얻을 수 있다. 이러한 원리를 이용하여 콘택트 렌즈를 이용한 난시교정에서 토릭렌즈로 교정하는 경우보다 시력감소의 불편함에도 불구하고 난시량을 고려하지 않은 등가구면을 이용한 구면렌즈 처방을 하는 경우가 많다. 또한 환자의 굴절이상 교정을 할 경우 난시 미교정, 난시 저교정, 그리고 잘못된 축교정으로 최고의 교정시력을 얻지 못하는 경우가 많이 발견된다. 따라서 난시는 정확한 교정을 통해 시력저하를 방지하고 안정피로의 발생확률을 최소화하여야 한다. 난시를 검사하는 방법은 여러 가지가 있으나⁵⁾ 난시 검사단계에 앞서 검영법이나 자동굴절력계를 이용한 타각적 방법에 의해 환자의 난시량을 예측할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 타각적 방법에 의하지 않고 최소착락원이 망막상에 위치하는 등가구면 상태에서 최소착락원의 크기에 따라 변화하는 시력측정을 통해 난

시검사 이전에 환자의 난시량을 예측할 수 있는 방법을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

검사는 2011년 3월부터 4월 사이에 문진을 통해 눈 질 환과 눈과 관련된 전신질환이 없고, 완전교정 후 시력이 1.0 이상인 강원도와 경상북도에 거주하는 20대 남녀 54명(108안)을 대상으로 실험의 취지에 동의를 얻어 실시하였다.

2. 방법

검영기(Beta 200, Heine)를 이용하여 타각적 굴절검사를 실시한 다음, 포롭터(Ultramatic RX Master, Reichert)를 이용하여 원거리 단안 자각적 굴절검사를 실시하여 완전교정하였다. 교정이 완료된 상태에서 소수시력 숫자시표와 문자시표(ACP-31, 동양광학)를 이용하여 $\pm 4.00D$, $\pm 3.50D$, $\pm 3.00D$, $\pm 2.50D$, $\pm 2.25D$, $\pm 2.00D$, $\pm 1.75D$, $\pm 1.50D$, $\pm 1.25D$, $\pm 1.00D$, $\pm 0.75D$, $\pm 0.50D$, 그리고 $\pm 0.25D$ 의 크로스실린더를 순서대로 (-)축이 180° 상태가 되도록 장입한 다음 시력변화를 측정하였다. 그리고 크로스실린더의 (-)축이 90° 상태일 때와 45° 상태일 때 각각 시력변화를 측정하였다. 측정 결과 난시량은 크로스실린더의 전초선과 후초선 사이의 전 원주굴절력으로 표기하였다($\pm 0.25D$

의 경우 난시량 0.50D).

자료분석은 SPSS for Windows (Release 10.1.3)을 이용하여 크로스실린더 굴절력에 따른 시력변화를 분석하였고, 축 상태에 따른 시력변화는 일원배치 분산분석을 실시하고 Duncan법으로 사후검증을 실시하였다⁶⁾.

결 과

1. 크로스실린더 굴절력 변화에 따른 시력변화

완전교정 상태에서 ±4.00D ~ ±0.25D의 크로스실린더를 순서대로 장입하고 시력변화를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 크로스실린더를 장입하지 않은 상태에서 피검자들은 모두 1.0의 시력을 보였으나 크로스실린더의 굴절력이 증가할수록 시력은 반비례하여 감소되는 것으로 나타났다. 측정거리의 변화없이 원거리 시력측정 한계를 시력 0.05로 하였을 때 ±3.00D 이상에서는 시력측정이 불가능한 것으로 나타났다. 시력변화의 통계를 살펴보면(Table 1), 크로스실린더 (-)축을 180°로 하였을 때와 90°로 하였을 때 시력의 변화는 크지 않았다. 그러나 크로스실린더의 (-)축을 45°로 하였을 때 180°, 90°와 비교하여 대부분의 크로스실린더 굴절력에서 시력은 낮게 측정되었다. 특히 시력측정 한계인 시력 0.05를 기준으로 볼 때 크로스실린더 (-)축을 180°로 하였을 때와 90°로 하였을 때는 ±2.50D 까지 측정이 가능하였고, 45°로 하였을 때는 ±2.25D까지만 측정이 가능하였다.

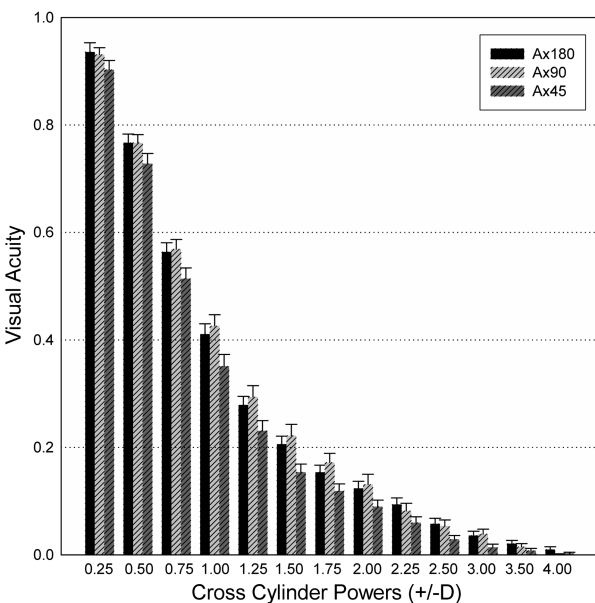


Fig. 1. Change of visual acuity by the power of cross cylinder and those (-) axis on that all subjects are corrected to emmetropia. Each bar was expressed as mean ± SE.

Table 1. Statistical comparison of visual acuity by the (-) axis of cross cylinder in same those power

CCP(D)	(-)Axis (°) of cross cylinder			F	P
	180	90	45		
± 0.25	0.936	0.931	0.903	1.326	0.270
± 0.50	0.767	0.767	0.728	1.745	0.180
± 0.75	0.564 ^{a,b)}	0.569 ^{b)}	0.514 ^{a)}	2.717	0.071
± 1.00	0.411 ^{b)}	0.426 ^{b)}	0.351 ^{a)}	3.576	0.031
± 1.25	0.279 ^{a,b)}	0.294 ^{b)}	0.231 ^{a)}	3.146	0.047
± 1.50	0.206 ^{b)}	0.222 ^{b)}	0.154 ^{a)}	4.217	0.017
± 1.75	0.154 ^{a,b)}	0.172 ^{b)}	0.119 ^{a)}	3.398	0.037
± 2.00	0.124	0.131	0.090	2.431	0.093
± 2.25	0.094	0.082	0.060	2.092	0.129
± 2.50	0.058 ^{b)}	0.054 ^{a,b)}	0.029 ^{a)}	2.840	0.063
± 3.00	0.036 ^{b)}	0.039 ^{b)}	0.014 ^{a)}	2.999	0.054
± 3.50	0.021	0.015	0.008	1.367	0.259
± 4.00	0.010	0.001	0.003	2.079	0.130

^{a),b),c)}: The same letter means non-significant difference between groups based Duncan's multiple comparison test
CCP: cross cylinder power

2. 등가구면 시력과 난시량과의 관계 예측

완전교정 상태에서 ±4.00D ~ ±0.25D의 크로스실린더를 순서대로 장입 후 변화된 시력을 분석하여 등가구면 시력에 대응하는 난시량과의 관계도를 작성하였다(Fig. 2). 등가구면 시력으로 예측할 수 있는 난시량은 시력 1.0 일 때 0.25D, 시력 0.9 일 때 0.50D, 시력 0.8 일 때 0.75D,

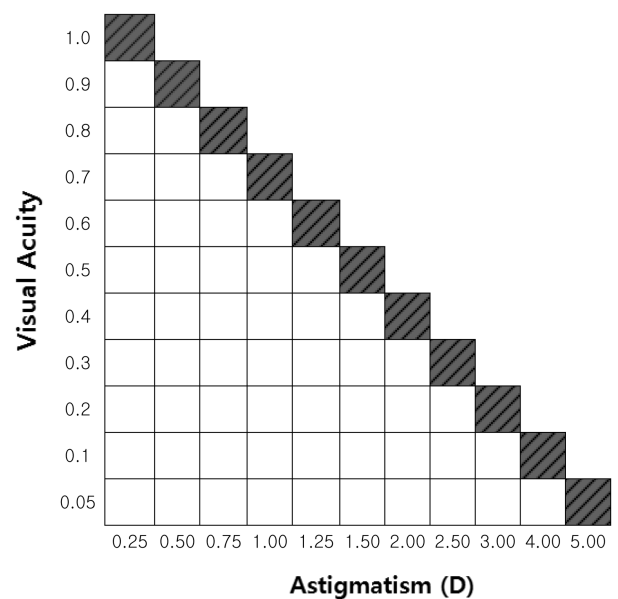


Fig. 2. The diagram on astigmatism dealing with each spherical equivalent visual acuity.

시력 0.7 일 때 1.00D, 시력 0.6 일 때 1.25D, 시력 0.5 일 때 1.50D, 시력 0.4 일 때 2.00D, 시력 0.3 일 때 2.50D, 시력 0.2 일 때 3.00D, 시력 0.1 일 때 4.00D, 그리고 시력 0.05 일 때 난시량은 5.00D 일 것으로 예측되었다.

고 찰

난시를 갖는 굴절이상안의 난시검사 이전에 자각적 굴절검사를 통해 피검자의 난시량을 예측할 수 있는 방법을 모색해 보고자 하였다. 저자들은 최소착락원이 망막상에 위치하는 단안 원거리 등가구면 시력검사에서 난시량이 많을수록 결상되는 두 초선 간의 거리가 멀어지고, 이로 인해 최소착락원의 크기가 증가되면 시력이 반비례적으로 감소할 것으로 예상하였다. 따라서 등가구면 최대시력을 알면 역으로 난시의 정도를 예측할 수 있을 것으로 판단하고, 이를 확인하기 위해 피검자들을 대상으로 원거리 굴절이상을 완전교정하여 시력 1.0을 확인한 다음, 최소착락원의 위치가 유지될 수 있도록 크로스실린더를 장입하여 시력변화를 측정하였다.

난시 저교정에 따른 시력의 변화는 0.25D 저교정 하였을 때 시력 0.914, 0.50D 저교정 하였을 때 시력 0.722로 감소된다고 하였다^[4]. 그리고 유와 최^[7]는 교정시력 1.0 상태에서 난시만 0.50D 감소할 경우 시력은 직난시일 때 0.815, 도난시일 때 0.766으로 감소된다고 하였다. 이와 같이 난시의 저교정이나 미교정은 시력교정의 만족도를 감소시키게 되므로 굴절이상 교정에서 난시의 정확한 교정이 이루어져야 시력감소와 안정피로의 발생 가능성을 최소화할 수 있다. 유와 최^[7]는 난시 저교정에서 발생하는 시력감퇴를 보정하기 위해 교정시력 1.0 상태에서 난시 0.50D를 감소하는 동시에 등가구면 굴절력을 사용하면 시력은 직난시일 경우 0.877, 도난시일 경우 0.838로 나타난다고 하였고, 김과 김^[4]도 0.828로 측정된다고 하여 단순 난시 저교정 상태보다 시력이 향상됨을 보여주었다. 본 결과에서는 $\pm 0.25D$ 에서 시력 0.936, 0.931로 나타나 약간 높은 시력값을 보였으나, Tunnacliffe^[8]는 난시량이 0.50D 일 경우 최소착락원이 망막상에 있을 때 시력은 6/6으로 측정된다고 하여 본 결과값으로부터 등가구면 시력이 0.9 정도라면 피검자의 난시량은 0.50D 정도로 추정할 수 있을 것이다. 또한 Tunnacliffe^[8]는 최소착락원이 망막상에 존재하고 전체 난시량이 1.00D~1.50D 일 때 시력은 6/12, 난시량 1.75D~2.25D 일 때 시력 6/18, 난시량 2.50D~3.00D 일 때 시력 6/24, 난시량 3.25D~4.00D 일 때 시력 6/36이라고 하여, 본 결과에서 등가구면 시력과 난시량과의 관계도 값을 기준으로 난시량 1.50D(크로스실린더 $\pm 0.75D$) 일 때 시력 0.5, 난시량 2.50D(크로스실린더 $\pm 1.25D$) 일

때 시력 0.3, 난시량 4.00D(크로스실린더 $\pm 2.00D$) 일 때 시력 0.1로 나타나 유사한 경향을 갖는 것으로 분석되었다. Bennett와 Rabbets^[9]가 제시한 미교정 난시와 스텔렌 시력의 관계에서도 본 결과와 유사하였다. 특히 Tunnacliffe^[8]는 난시범위에 따른 시력값만 제시하였고, Bennett와 Rabbets^[9]는 7단계의 시력과 미교정 난시량의 관계를 제시한 반면, 본 결과에서는 소수시력 0.05에서부터 1.0까지의 11단계의 등가구면 시력에 대응하는 각각의 난시량이 제시되어 있어서 타 연구자들의 결과와 비교하여 난시량 예측에 보다 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 그러나 난시 저교정 시 사난시가 직난시보다 시력감소 폭이 크게 나타나고^[10], 본 결과에서와 같이 크로스실린더의 (-)축을 45°로 하였을 때 시력은 (-)축이 180°와 90°의 경우와 비교하여 낮은 것으로 나타나 등가구면 시력을 측정함에 있어서 난시축의 방향에 따른 시력측정의 오차는 발생할 수 있을 것으로 예상되었다.

위와 같은 결과들로 볼 때, 난시 4.00D까지는 난시축에 상관없이 등가구면 시력 0.1 정도의 값으로 예측할 수 있으며, 피검자에 따라 최대 난시 5.00D도 등가구면 시력으로 측정이 일부 가능할 것으로 판단된다. 앞으로 본 연구는 등가구면 시력에 대응하는 난시량 간의 이차관계식을 산출하고, 결과에 제시한 등가구면 시력과 난시량 관계에 대한 임상적 신뢰성 검증과 오차 보정에 대한 연구를 계속적으로 수행하고자 한다.

참고문헌

- [1] Von Noorden G. K., "Binocular Vision and Ocular Motility", 5th Ed., St. Louis, C.V. Mosby, pp.216-254(1996).
- [2] Bennet A. G., "An historical review of optometric principles and techniques", *Ophthalm. Physiol. Opt.*, 6(1):3-21 (1986).
- [3] 정태모, 최충길, 최익, "근시성 굴절이상과 시력과의 관계", *대한안과학회지*, 18(4):305- 314(1977).
- [4] 김정희, 김인숙, "난시안의 최소착락원과 교정시력과의 관계 연구", *한국안광학회지*, 13(2):51-57(2008).
- [5] Carlson N. B. and Kurtz D., "Clinical Procedures for Ocular Examination", 3rd Ed., McGraw-Hill, N.Y., pp.90-117(2004).
- [6] Duncan D. B., "Multiple range and multiple *F* tests", *Biometrics*, 11(1):1-42(1955).
- [7] 유호민, 최익, "난시교정에 있어 렌즈의 가감이 시력에 미치는 영향", *대한안과학회지*, 23(2):387-394(1982).
- [8] Tunnacliffe A. H., "Introduction to Visual Optics", 4th Ed., ABDO College of Education, Kent, U.K., pp.134-155(1993).
- [9] Bennett A. G. and Rabbets R. B., "Subjective refraction. In Bennett A. G, Rabbets R. B. (Eds), *Clinical Visual Optics*, Ch 6", Butterworth, London, pp.95-117(1984).
- [10] Borish I. M., "Clinical Refraction", 3rd Ed., Professional Press, Wisconsin, pp.137-140(1970).

Expectation of Astigmatism by Spherical Equivalent Visual Acuity

Sang-Yoeb Kim, Byeong-Yeon Moon and Hyun Gug Cho

Department of Optometry, Kangwon National University
(Received May 2, 2011: Revised May 26, 2011: Accepted June 18, 2011)

Purpose: This study was tried whether expectation of astigmatism from spherical equivalent visual acuity was possible. **Methods:** For 54 men and women (108 eyes) corrected to emmetropia, average age of 23.3, changes of visual acuity (5m) were measured with an increasing the powers at every $\pm 0.25D$ when the (-) axis of cross cylinder is 180° , 90° , and 45° , respectively. **Results:** As the power of cross cylinder was increased, visual acuity was decreased. When the powers of cross cylinder were $\pm 2.50D$ (180° and 90°) and $\pm 2.25D$ (45°), visual acuity was 0.05 which is the minimum measurement possible. **Conclusions:** The diagram on astigmatism dealing with each spherical equivalent visual acuity was able to tabulate.

Key words: Spherical equivalent visual acuity, Astigmatism