

## 누진굴절력렌즈 디자인에 고려할 누진대 패턴의 제안

- 누진굴절력렌즈의 주시거리별 동공중심간 거리 변화에 따른 조절력의 변화

기사입력 2020-12-15 14:55:55

수정 2020-12-15 14:55:55

한국안광학회(회장 박미정)에서 펴내는 「한국안광학회지」는 2007년부터 한국과학기술단체총연합회에서 시행하는 학술활동지원 사업에 우수학회지로 선정돼 매년 학술지원금을 받고 있다.

한국안광학회는 학계와 안경 산업계를 잇는 명실상부한 산학협력, 학술논의의 장으로 역할을 감당하고 있고 안경광학분야에서 많은 바 소임을 다하고 있다.

매년 4차례 학술지를 발간하는 한국안광학회는 지난 9월 30일 제25권 2호 학회지를 발행했다.

이번 학회지에는 안경학 5편, 콘택트렌즈학 4편, 안기능검사 4편, 안광학 1편, 안과학 2편 등 총 17편의 논문이 게재됐으며, 편집위원회에서는 안경업계의 발전을 위해 관련된 학술연구를 공유하고자 매호 발간에 맞춰 우수논문을 선정하여 내용을 제공하고 있다.

이번 호에는 제25권 2호의 발행 논문 중 ‘누진굴절력렌즈 디자인에 고려할 누진대 패턴의 제안 연구(저자: 문병연, 유동식, 김상엽, 조현국)’를 아래와 같이 요약하여 제공한다.

목적 : 주시거리별 동공중심간 거리를 고려한 누진굴절력렌즈의 누진대 패턴을 제안하고자 하였다.

방법 : 검사대상자(평균연령  $22.3 \pm 3.1$ 세, 남자 15명, 여자 15명)는 원·근거리 주시가 정상이었고, 근거리 0~6 $\Delta$  외사위 범위였다.

대상자들은 5, 4, 3, 2, 1.5, 1, 0.5, 그리고 0.4 m를 주시한 상태에서 각각의 동공중심간 거리를 측정하였다.

그리고 주시거리에 대한 동공중심간 거리값으로부터 함수식을 구하였다.

누진굴절력렌즈 880개의 피팅값으로부터 누진대 길이 평균을 구하였다.



결과 : 주시거리별 동공중심간 거리 변화로 유도된 함수식은 지수곡선으로 나타났으며, 주시거리로 계산된 조절력의 변화와 -0.942의 상관성을 보였다.

누진굴절력렌즈 880개의 피팅값에서 얻어진 누진대 길이는 약 9 mm 정도로 나타났다.

결론 : 누진굴절력렌즈의 디자인에서 누진대의 패턴은 주시거리별 동공중심간 거리로부터 얻어진 지수곡선이 고려될 수 있으며, 이용자에 맞는 짧은 누진대 길이의 디자인이 필요한 것으로 나타났다.

## 서론

누진굴절력렌즈(progressive addition lens, PAL)는 다초점렌즈의 한 형태로서 크게 원거리, 중간거리, 근거리의 세 영역으로 나뉘어진다.

원거리와 근거리 영역 사이의 중간거리 영역은 가입도 굴절력이 연속적으로 부드럽게 이어져 렌즈 표면은 굴절이 단절된 부분이나 돌출된 부분이 없다.

따라서 이중초점렌즈에서와 같이 원거리와 근거리 영역 경계를 지날 때 발생하는 시야도약(vision jump)이 나타나지 않는다.

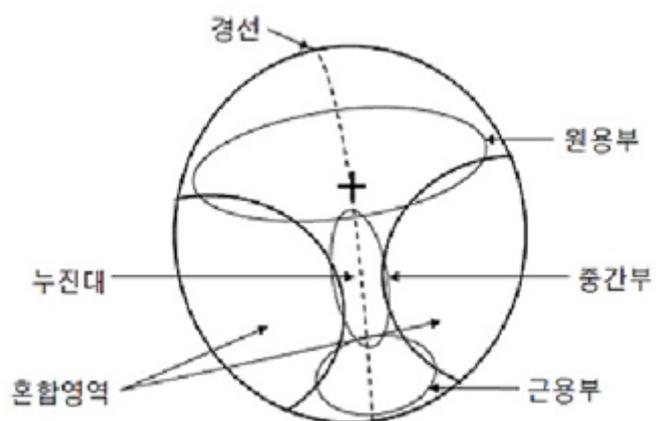
이처럼 부드러운 이행부 때문에 안경 사용자들이 매우 선호하고 있지만 시야도약이 제거되는 대신 원거리와 근거리 이행부 주변에는 원하지 않는 난시굴절력(unwanted astigmatism)이 형성됨으로 인해 만족도가 기대에 못 미치는 경우가 많다.

누진굴절력렌즈의 일반적인 구조는 굴절력이 형성되는 세로경선(정점굴절력선)을 따라 렌즈 위쪽에는 처방에 맞는 원거리 영역, 렌즈 아래쪽에 가입도 굴절력에 맞는 근거리 영역, 이 두 영역을 이어주는 누진대(progressive corridor)로 이루어져 있다.

그리고 이 세 영역의 이행부 주변에는 혼합영역(blending region)이 형성되어 있다(그림 1).

누진굴절력렌즈의 기본적인 구조를 완전히 바꿀 수는 없지만 디자인 발전을 통해 사용자의 전반적인 만족도를 향상시키고자 하였다.

구체적으로 얇은 렌즈 사용과 안면 최적화, 좌우렌즈의 비대칭과 필요 시야영역을 확보하기 위한 하드디자인과 소프트디자인, 프리폼 기술을 통한 원거리와 근거리 영역의 비구면



▲ 그림 1

화, 혼합영역의 난시 줄이기, 그리고 다중기본만곡(variable base curve)과 같은 디자인들이다.

그러나 실제 눈의 생리적 기능을 고려하지 못한 부분이 발견되는데, 임상전문가들은 렌즈 디자인에 있어서 고려되어야 할 요소들에 대해서는 많이 논의하지 못하고 있다.

특히 누진굴절력렌즈는 원거리 영역과 근거리 영역 사이의 누진대를 통해 중간거리의 선명한 시야를 얻을 수 있지만 그 폭이 좁고 주변은 원하지 않는 난시굴절력이 형성되기 때문에 사용자들은 누진대를 사용할 때 두 눈의 정확한 주시에 어려움을 겪거나 시야의 질적 저하를 경험하게 된다.

본 연구는 누진굴절력렌즈를 착용한 상태에서 주시거리 변화에 따라 시선이 누진대를 이동할 때 기능적 불편감을 최소화시킬 수 있는 누진대의 정점굴절력선(vertex line of power) 패턴을 제안하고자 하였다.

#### 대상 및 방법

원·근거리에 대한 주시가 정상이고, 근거리 0~6△ 범위의 외사위를 갖는 22.3±3.1세의 30명(남자 15명, 여자 15명)을 대상으로 그림 2와 같이 2 mm 단위의 투명격자지가 부착된 안경을 착용시킨 다음, 순서대로 눈 앞 5, 4, 3, 2, 1.5, 1, 0.5 그리고 0.4 m 거리에 있는 시표를 주시하게 하였다.

그리고 시표와 동일한 위치에서 플래쉬 카메라를 이용하여 두 눈의 동공반사점을 촬영하였다.

촬영된 사진은 PC를 이용하여 확대한 다음 0.5 mm 단위까지 동공중심간 거리를 측정하였다.

누진대 길이는 Eye M으로 측정된 880개의 값을 사용하였다.

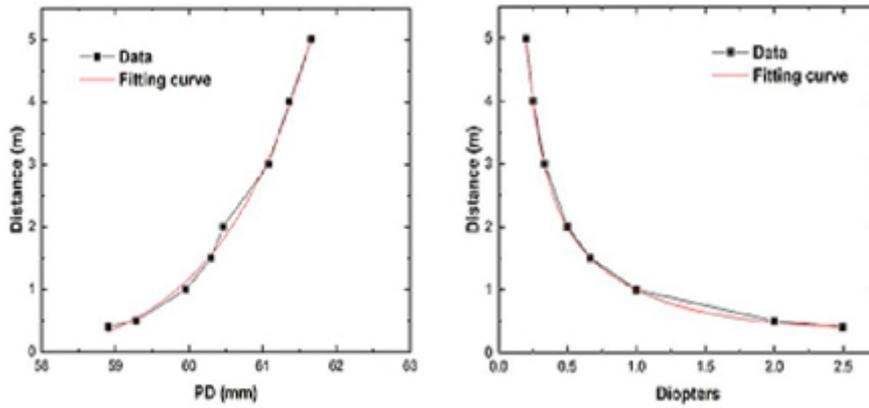
주시거리에 따른 동공중심간 거리 그래프와 주시거리로 계산된 조절력 그래프 모두 적합한 함수식을 구하였고, 주시거리에 따른 동공중심간 거리와 계산된 조절력에 대한 상관성을 검증하였다.

#### 결과 및 고찰

누진굴절력렌즈 이용자들이 원거리영역에서 근거리영역으로 협소한 누진대를 통해 시선을 이동시킬 때, 두 눈의 시선이 정점굴절력선을 지나지 않으면 주변부 난시굴절력의 영향으로 인해 렌즈 부적응이나 만족도 감소로 나타날 수 있다.

만일 정점굴절력선이 주시거리에 따라 동공중심간 거리와 일치한다면 두 눈의 시선은 정점굴절력선을 지나게 되어 두 눈보기는 더욱 편안하고 향상될 것이다.

본 연구에서는 임상 측정값으로부터 동공중심간 거리의 변화를 분석하여 누진굴절력렌즈 디자인에 고려할 누진대 패턴을 제안하였다.



▲ 그림 3/ 그림 4

그림 3은 주시거리의 변화에 따라 측정된 동공중심간 거리의 평균값을 나타낸 것이고, 그림 4는 주시거리로 계산된 조절력을 표시한 것이다.

그림 3과 4의 그래프 함수식은 다음과 같다.

$$y=y_0+A1*\exp((x-x_0)/t1)+A2*\exp((x-x_0)/t2) \text{ --- (그림 3)}$$

$$(y_0=-0.29787 \pm 1.87554, x_0=58.0462 \pm 1.14046E7, A1=0.11483 \pm 2530244.52021, t1=1.28917 \pm 20038.52021, A2=0.20789 \pm \text{---}, t2=1.28906 \pm 11113.30473)$$

$$y=y_0+A1*\exp(-(x-x_0)/t1)+A2*\exp(-(x-x_0)/t2) \text{ --- (그림 4)}$$

$$(y_0=-0.36461 \pm 0.03128, x_0=0.19752 \pm \text{---}, A1=0.22729 \pm \text{---}, t1=0.11259 \pm 0.00985, A2=2.46094 \pm \text{---}, t2=0.59165 \pm 0.05926)$$

주시거리별 동공중심간 거리 변화와 주시거리로 계산된 조절력 간의 상관성을 분석한 결과는 표 1과 같다.

두 변수 간의 상관계수는 -0.942로 매우 높은 음의 상관관계를 보였다. 결과적으로 최적화된 두 함수식은 동일한 지수함수형으로 나타났고, 주시거리에 따른 동공중심간 거리의 변화는 주시거리로 계산된 조절력의 변화와 상관성이 매우 높은 것으로 나타났다.

-계속-

[참고문헌] Meister D. Fundamental of progressive lens design. VisionCare Product News. 2006;6(9):1-6. 외 13편

원문 참조: 「한국안광학회지」 제25권 2호, 99~102쪽. 2020년

논문의 판권은 한국안광학회지에 있으며 저자의 동의하에 요약본을 게재함.

저자 : 문병연, 유동식, 김상엽, 조현국\* (강원대학교 안경광학과, 교수, 삼척)



편집국 [webmaster@opticweekly.com](mailto:webmaster@opticweekly.com)

---

옵틱위클리 © All rights reserved.