

시력교정술 후 써클콘택트렌즈 착용시 double-pass 원리를 이용한 시력의 질 평가

권기남, 김소라, 박미정*

서울과학기술대학교 안경광학과, 서울 01811

투고일(2015년 8월 3일), 수정일(2015년 9월 4일), 게재확정일(2015년 9월 7일)

목적: 본 연구에서는 써클콘택트렌즈의 착용이 시력교정술을 받은 눈에서 시력의 질에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. **방법:** 시력교정술을 받지 않은 40안과 시력교정술을 받은 30안에 무도수의 써클콘택트렌즈를 각각 착용시키고 optical quality analysis system을 이용하여 변조전달기능(modulation transfer function, MTF), 객관적 산란지수(objective scatter index, OSI) 및 망막에 맺히는 상의 집속률(Strehl ratio)을 측정하여 객관적인 시력의 질 평가를 실시하였으며, 동공크기를 측정하여 객관적인 시력 질과 동공크기의 상관관계를 분석하였다. **결과:** 시력교정술을 받은 눈에 써클콘택트렌즈를 착용하였을 경우는 시력교정술을 받지 않은 눈과 비교하여 모두 통계적으로 유의한 수준으로 변조전달기능이 더 저하되었고, 객관적 산란지수는 더 증가하였으며, 망막에 맺히는 상의 집속률은 더 감소하였다. 또한, 시력교정술을 받은 눈에서의 써클콘택트렌즈의 착용은 시력교정술을 받지 않은 사람에 비하여 동공크기에 따른 변조전달기능, 객관적 산란지수, 망막에 맺히는 상 집속률의 증감에 미치는 상관관계에 더 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. **결론:** 본 연구에서 시력교정술 후 써클콘택트렌즈 착용은 실제 망막에 맺히는 상의 질에 근거한 객관적인 시력의 질을 저하시키는 것으로 나타났으므로 시력교정술을 한 경우에는 써클콘택트렌즈 착용하였을 때 시력의 질 저하에 대한 충분한 이해와 고려가 필요함을 제안한다.

주제어: 써클콘택트렌즈, 시력교정술, 변조전달기능, 객관적 산란지수, Strehl 비율, 동공크기

서 론

콘택트렌즈는 근거리 작업이나 스포츠, 야외활동 시 시력교정 뿐만 아니라 미용목적을 위해 사용되어지고 있다. 각막에 직접 접촉되는 콘택트렌즈는 의료용품인 만큼 정확한 처방에 의해 사용되어야 하지만 눈이 커 보이고, 뚜렷하게 보이는 효과를 주는 써클콘택트렌즈는 성인뿐만 아니라 사춘기 청소년도 사용하는 등 사용 인구가 크게 증가하고 있다. 이렇게 미용목적으로 사용되는 써클콘택트렌즈는 저렴한 렌즈나 정확한 사용방법을 알지 못한 채 흔하게 사용됨으로써 각막염, 각막미란, 각막궤양 및 각막 신생혈관 등 많은 안질환이 발생되어지고 있다.^[1]

써클콘택트렌즈 사용자의 62.2%는 굴절이상 없이도 렌즈를 착용하고 있다고 연구된 바 있다.^[2] 뿐만 아니라 써클콘택트렌즈의 주 사용 연령대는 10~20대의 젊은 층으로 눈 건강에 악영향을 끼칠 수 있기 때문에 렌즈의 정확한 사용법을 전문가로부터 교육 받은 후 사용하는 것이 중요하다.^[1]

써클콘택트렌즈 착용 시 렌즈 투명부분의 직경 내에 동공 크기가 있더라도 최소가독시력이 감소하고, 광투과율이 감소하며 렌즈의 중심안정위치가 맞지 않을 경우 렌즈의 착색 부위에 동공 가려짐 현상이나 동공크기가 증가함에 따라 최소가독시력이 감소되기도 한다.^[3] 또한 써클콘택트렌즈 착용으로 나타나는 불편감은 뻑뻑함 23%, 시야 흐림 20%, 건조감 17%, 충혈 20%, 이물감 13%, 가려움 7% 순으로 조사되었고, 시야 흐림이 렌즈착용으로 인해 나타나는 불편함 중의 하나로 나타났으며, 이러한 현상은 긴 렌즈 착용시간, 렌즈 표면 및 내부의 단백질 침착 또는 렌즈 표면의 건조함으로 인해 유발되게 된다.^[3] 이상에서와 같이 써클콘택트렌즈는 시력, 착용감, 건조감 등에 영향을 크게 미치지만 사용인구가 급증하고 있으며 안과질환을 가지고 있거나 굴절교정술이 실시된 눈과 같이 다양한 상태의 눈에서 착용되고 있다.

굴절교정방법으로 LASIK(laser in-situ keratomileusis), LASEK(laser assisted sub-epithelial keratomileusis), 렌즈

*Corresponding author: Mijung Park, TEL: +82-2-970-6228, E-mail: mjpark@seoultech.ac.kr

본 논문의 일부내용은 2015년도 한국안광학회 하계학술대회에서 포스터로 발표되었음

삽입술이 많이 시행되어지고 있으며, 레이저 기술의 발달로 수술 후 합병증이 크게 감소하였고 환자들의 만족도가 높아지고 있으며, 더불어 시력의 질적인 부분에 대한 기대치 역시 높아지고 있다.^[4] 현재 시력교정수술 분야에서는 시력의 질적인 부분을 만족시키기 위한 많은 연구가 진행되어 LASIK 후 고위수차, 삼각코마, 구면수차 등 시력의 질적인 부분을 담당하는 수차들이 증가하며^[5, 6] 동공이 큰 경우 시력교정술 3개월 후 43%에서는 야간시력의 불편함을 호소하기도 한다고 발표된 바 있다.^[7] 이러한 연구결과에서 알 수 있듯이 시력교정술로 인한 각막변화로 시력의 질적인 부분이 떨어질 것으로 예상되며 시력교정술을 받은 각막에 미용목적의 써클콘택트렌즈를 착용하였을 때는 시력의 질에 또 다른 변화를 가져올 수 있을 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 시력교정술을 받은 각막에 써클콘택트렌즈를 착용하였을 때의 객관적인 시력의 질을 평가하고자 하였으며 이를 위하여 망막에 광원이 투사되어 맺힌 상과 망막에서 반사되어 안구 전체의 매체를 거쳐서 나온 파장을 이용하여 수차를 분석하는 장비인 double-pass를 이용한 optical quality analysis system(OQAS)로 측정하여 분석하였다. 대상안은 시력교정술을 받은 30안과 시력교정술을 받지 않은 40안이었으며 써클콘택트렌즈 착용 전후의 변조전달기능, 객관적 산란지수 및 망막에 맺히는 상의 집중률(Strehl 비율)을 측정하여 시력의 질 변화를 알아보았다. 또한 암실에서의 동공크기를 측정하여, 동공크기별로 써클콘택트렌즈 착용 전, 후의 객관적인 시력의 질에 대해서도 비교해 보았다. 이러한 실험을 통하여 본 연구에서는 각막형상의 변형이 유발된 시력교정술을 받은 눈에 써클콘택트렌즈 착용 시 나타날 수 있는 객관적인 시력의 질 변화를 평가하고 현재 많이 사용되고 있는 써클콘택트렌즈의 사용이 실제 생활에서 유발시키는 시력의 질 관련 문제점을 알아보하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 실험 대상

실험 대상자는 24~35세 성인 남녀로 모두 최근 3개월 동안 안질환이 없었다. 시력교정술을 받은 실험군은 라식, 라섹, 렌즈삽입술 등 시력교정술 후 6개월 이상 경과되어 안정화된 상태였다. 총 대상안 수는 70안이었으며, 시력교

Table 1. Distribution of circle contact lens wearers

Sex	Male : 14 eyes (20%), Female : 56 eyes(80%)	
Age(years)	Average	28.4±2.58
	Range	24~35
	Age group	Twenties : 50(71%) Thirties : 20(29%)
Refractive error	Sph -0.25D >	19 (27%)
	Sph -0.25D ~ -1.00D	34 (49%)
	Sph -1.00D <	17 (24%)
Pupil size (mm)	6.0 >	6 (8%)
	6.0~6.5	23 (33%)
	6.5 <	41 (59%)

정술 실시군은 30안, 시력교정술을 받지 않은 대조군은 40안이었으며, 본 연구의 취지에 동의한 피검자들을 대상으로 하였다(Table 1).

2. 써클콘택트렌즈

본 실험에 사용한 칼라 콘택트렌즈는 etafilcon A 재질의 1DAY ACUVUE define 렌즈로 비비드컬러를 사용하였으며, 렌즈의 전체직경은 14.2 mm이고, 그 중 6.2~12.8 mm 직경이 착색되어 있었다. 베이스커브는 8.5 mm 이며 도수가 -0.00 D였다(Table 2).

3. 검사 방법

나안상태에서 OQAS 장비(Visiometrics, Spain)를 통해 시력의 질을 검사하였으며, 써클콘택트렌즈를 착용하고 3분 경과된 후 동일한 방식으로 검사를 진행하였다. 모든 대상안은 완전교정상태를 기준으로 실험하였다.

시력의 질 평가는 OQAS 장비를 이용하여 렌즈착용 전과 후에 측정하였으며, 동일한 환경하의 동공 4 mm 상태에서 측정하였다. OQAS를 이용해 변조전달기능(modulation transfer function, MTF), 객관적 산란지수(objective scatter index, OSI) 및 Strehl 비율(Strehl ratio)를 측정하여 비교하였다. 또한, 동공크기와의 상관관계를 분석하기 위해 최대 동공크기를 측정하고 동공크기에 따른 시력의 질을 평가하였다. 동공크기는 어두운 곳에서 피검자 한 쪽 눈을 가려 빛이 들어가지 않게 차단하고 반대쪽 눈은 장비 안의 빨

Table 2. The specification of circle contact lenses tested

Manufacturer	Brand name	USAN	Material	Replacing schedule	Pigmentation method	Base curve (mm)	Total diameter (mm)	Water content (%)
Acuve	ACUVUE define	etafilcon A	HEMA, MA	1 day	Beauty-wrapped-In-Comfort™	8.5	14.2	59

간 점을 주시하도록 한 후 pupillometer (OasisMedical, USA)를 이용하여 수평 방향의 동공 크기를 측정하였다.

4. 통계처리

결과는 평균과 표준편차로 나타냈으며, 시력교정술을 받지 않은 사람과 받은 사람의 차이는 Student T-test를 이용하여 95% 신뢰수준에서 유의성을 판정하였으며, 동공크기와의 차이는 상관분석을 통해 유의성을 판정하였다.

결과 및 고찰

1. 변조전달기능 평가

변조전달기능 값을 측정하여 시력교정술 시술여부에 따른 시력의 질 차이를 알아보았을 때 시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 변조전달기능 값의 평균은 44.77 ± 7.55 이었으며, 써클콘택트렌즈 착용 후 변조전달기능 값의 평균은 27.31 ± 8.61 이었다. 두 집단 간 통계적 분석 시 p값은 0.000으로 유의한 차이를 보였다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 변조전달기능 값의 평균은 40.64 ± 9.53 로 시력교정술을 받지 않은 눈보다 다소 작았으며, 써클콘택트렌즈 착용 후 변조전달기능 값의 평균은 24.37 ± 9.86 로 역시 시력교정술을 받지 않은 눈보다 작았다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전후의 변조전달기능 값을 통계적으로 비교하였을 때 p값이 0.000으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 1).

또한 동공크기에 따라 변조전달기능이 달라지는지 평가하였다. 시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 변조전달기능 값과 동공크기의 피어슨 상관계수는 0.050, 추세선 기울기는 0.585이었으며 p값은 0.758로 통계적으로 유의하지 않았다. 써클콘택트렌즈 착용 후 변조전달기능 값과 동공크기의 피어슨 상관계수는 -0.047, 추

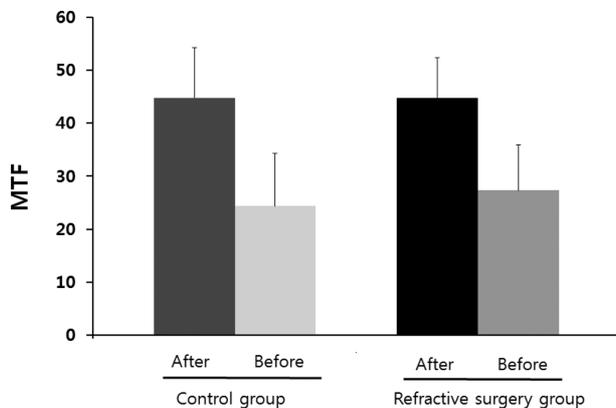


Fig. 1. MTF values in the refractive surgery and control groups before and after circle contact lens wearing.

세선 기울기는 -0.629이었고 p값이 0.771로 통계적으로 유의하지 않았다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 변조전달기능 값과 동공크기의 피어슨 상관계수는 -0.147, 추세선 기울기는 -2.181, p값은 0.366으로 통계적으로 유의하지는 않았지만 시력교정술을 받지 않은 눈과 비교하여 동공크기가 증가할수록 변조전달기능 값이 더 크게 감소함을 알 수 있었다. 써클콘택트렌즈 착용 후 변조전달기능 값과 동공크기의 피어슨 상관계수는 -0.39, 추세선의 기울기는 -6.301, p값은 0.012로 통계적으로 유의한 차이를 보여 써클콘택트렌즈 착용전이나 수술하지 않은 눈에 비해 동공크기가 증가함에 따라 변조전달기능 값의 의미 있는 감소가 나타남을 확인할 수 있었다. 즉, 시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전과 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전을 비교하였을 때 동공크기에 따른 변조전달기능 값 변화의 추세선 기울기보다 써클콘택트렌즈 착용 후 기울기가 크게 나타난 것으로 보아 시력교정술을 받은 눈에서 써클콘택트렌즈 착용 시 동공이 커질수록 변조전달기능 값이 더 크게 저하됨을 알 수 있었다(Fig. 2). 시력교정술과 관계없이 써클콘택트렌즈의 착용은 시력의 질을 저하시키게 되며, 시력교정술을 받은 눈의 경우는 동공크기가 클수록 시력의 질이 급격히 저하되는 상관관계를 보였다.

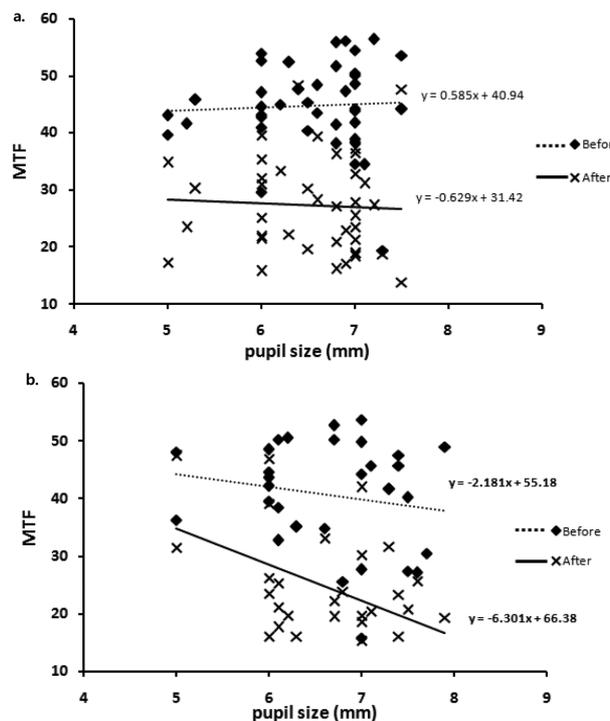


Fig. 2. Correlation between MTF and pupil size before and after circle contact lenses wearing.
a. control group
b. refractive surgery group

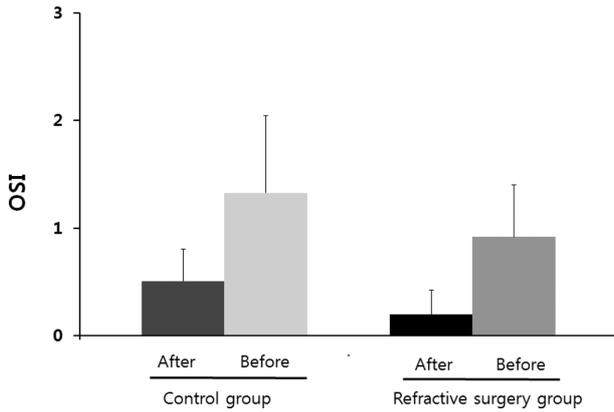


Fig. 3. OSI values in the refractive surgery and control groups before and after circle contact lens wearing.

2. 객관적 산란지수 평가

객관적 산란지수 값을 측정하여 시력교정술 시술여부에 따른 빛 산란도 차이를 알아보았을 때 시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 객관적 산란지수 값의 평균은 0.40 ± 0.23 이었으며, 써클콘택트렌즈 착용 후 객관적 산란지수 값의 평균은 0.92 ± 0.49 이었다. 두 집단 간 통계적 분석 시 $p=0.000$ 으로 유의한 차이를 보였다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 객관적 산란지수 값의 평균은 0.51 ± 0.29 로 시력교정술을 받지 않은 눈보다 더 컸으며, 써클콘택트렌즈 착용 후 객관적 산란지수 값의 평균은 1.33 ± 0.72 로 역시 시력교정술을 받지 않은 눈보다 더 컸다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전후의 객관적 산란지수 값을 통계적으로 비교하였을 때 $p=0.000$ 으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 3).

시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 객관적 산란지수 값과 동공크기의 피어슨 상관계수는 0.042, 추세선 기울기는 0.014, p 값은 0.799으로 통계적으로 유의하지 않았다. 써클콘택트렌즈 착용 후 객관적 산란지수 값과 동공크기의 피어슨 상관계수는 0.059, 추세선의 기울기는 0.054, p 값은 0.654로 통계적으로 유의하지 않았다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 객관적 산란지수 평균값과 동공크기의 피어슨 상관계수는 0.333, 추세선의 기울기는 0.183, p 값 0.036 으로 통계적으로 유의하여 시력교정술을 받지 않은 눈과 비교하여 동공크기가 증가할수록 객관적 산란지수 값이 증가하는 경향이 커짐을 알 수 있었다. 써클콘택트렌즈 착용 후 객관적 산란지수 평균값과 동공크기의 피어슨 상관계수는 0.358, 추세선의 기울기는 0.399, p 값은 0.023으로 통계적으로 유의한 차이를 보여 써클콘택트렌즈 착용 전이나 수술하지 않은 눈에 비해 동공크기가 증가함에 따라 객관적 산란지수 값이 의미 있는 증가가 나타남을 확인할 수 있었다.

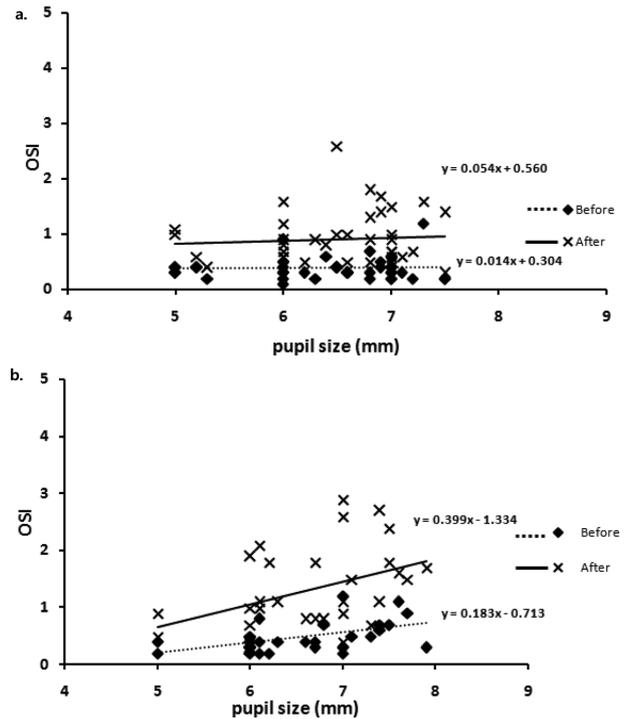


Fig. 4. Correlation between OSI and pupil size before and after circle contact lenses wearing.

- a. control group
- b. refractive surgery group

즉, 시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전과 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전을 비교하였을 때 동공크기에 따른 객관적 산란지수 값 변화 추세선의 기울기는 시력교정술을 받은 눈에서 동공크기가 커짐에 따라 급격히 증가하였으며 렌즈착용 후 동공크기에 따른 객관적 산란지수 값 변화 추세선의 기울기 역시 시력교정술을 받은 눈에서 동공이 커질수록 객관적 산란지수 값이 급격히 증가함을 알 수 있었다(Fig. 4).

3. 상의 집속률(Strehl 비율) 평가

Strehl 비율을 측정하여 시력교정술 시술여부에 따라 망막에 맺히는 상의 집속률 차이를 알아보았을 때 시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 Strehl 비율의 평균은 0.26 ± 0.06 이었으며, 써클콘택트렌즈 착용 후 Strehl 비율의 평균은 0.17 ± 0.04 이었다. 두 집단 간 통계적 분석 시 $p=0.000$ 으로 유의한 차이를 보였다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 Strehl 비율의 평균은 0.23 ± 0.06 로 시력교정술을 받지 않은 눈보다 다소 작은 경향을 보였으며, 써클콘택트렌즈 착용 후 Strehl 비율의 평균은 0.15 ± 0.04 로 역시 시력교정술을 받지 않은 눈보다 다소 작은 경향을 보였다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전후의 Strehl 비율을 통계적으로 비

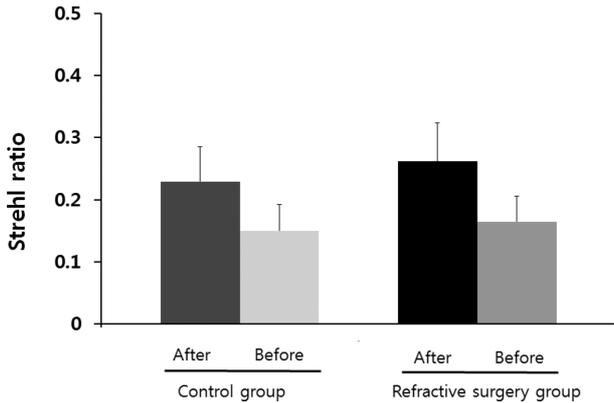


Fig. 5. Values of Strehl ratio in the refractive surgery and control groups before and after circle contact lens wearing.

교하였을 때 $p=0.000$ 으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 5). 시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 Strehl 비율과 동공크기의 피어슨 상관계수는 -0.022 , 추세선 기울기는 -0.002 , p 값은 0.893 으로 통계적으로 유의하지 않았다. 써클콘택트렌즈 착용 후 Strehl 비율과 동공크기의 피어슨 상관계수는 -0.005 , 추세선의 기울기는 -0.000 , p 값이 0.985 로 통계적으로 유의하지 않았다. 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전 Strehl 비율과 동공크기의 피어슨 상관계수는 -0.040 , 추세선의 기울기는 0.002 , p 값은 0.808 로 통계적으로 유의하지 않았다. 써클콘택트렌즈 착용 후 Strehl 비율과 동공크기의 피어슨 상관계수는 -0.386 , 추세선의 기울기는 -0.025 , p 값은 0.014 로 통계적으로 유의한 차이를 보여 써클콘택트렌즈 착용 전이나 수술하지 않은 눈에 비해 동공크기가 증가함에 따라 Strehl 비율의 의미있는 감소가 나타남을 확인할 수 있었다.

즉, 시력교정술을 받지 않은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전과 시력교정술을 받은 눈의 써클콘택트렌즈 착용 전을 비교하였을 때 동공크기에 따른 Strehl 비율 변화 추세선의 기울기는 큰 차이를 보이지 않았으나 렌즈착용 후 동공크기에 따른 Strehl 비율 변화 추세선의 기울기는 시력교정술을 받은 눈에서 동공이 커질수록 Strehl 비율이 급격히 감소함을 알 수 있었다(Fig. 6).

1983년에 Trokel 등에 의해 엑시머 레이저로 각막을 절삭해 시력을 교정한 이후 각막교정술 분야는 빠르게 발전하여 1990년 Pallikaris 등이 처음 시행한 레이저각막절삭 가공성형술(LASIK), 1999년 Camellin 등에 의해 처음 소개된 레이저각막상피절삭가공성형술(LASEK)이 시력교정을 위해 시행되고 있다.^[8] 이러한 시력교정술의 발전에 힘입어 안경이나 콘택트렌즈를 대신하는 수단으로 시력교정술을 받는 사람이 크게 증가하고 있다. 하지만 이러한 여러 시력교정술 방법 중 -6.00 D 이상 고도수에서 많은 양

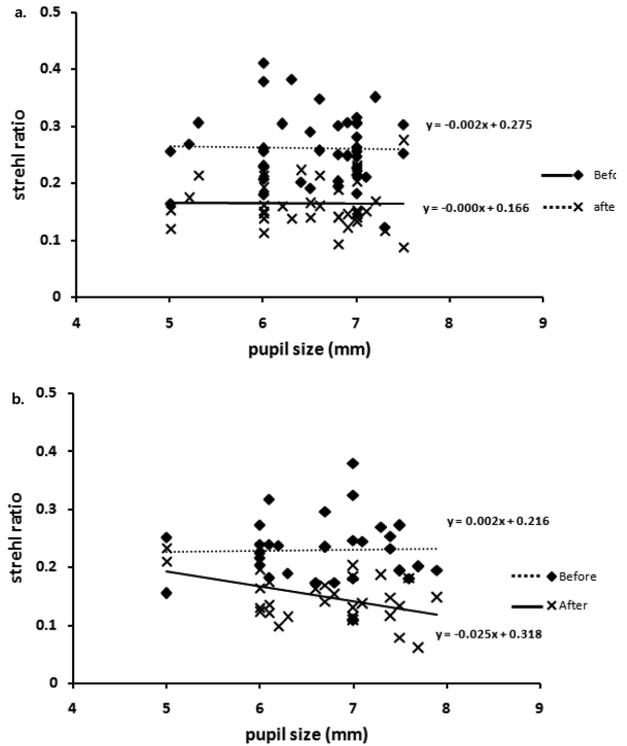


Fig. 6. Correlation between Strehl ratio and pupil size before and after circle contact lenses wearing.

- a. control group
- b. refractive surgery group

의 각막절삭은 작은 광학부로 인해 눈부심, 달무리현상, 빛 번짐, 안정성 저하와 예측도의 저하, 높은 퇴행가능성, 고위수차(high order optical aberration)등의 부작용 발생으로 시력의 질과 수술의 안전성에서 한계를 가지고 있다.^[9, 10] 최근 레이저 빔의 발전과 안구 추적 장치의 개발로 수술결과가 양호해졌고 환자의 만족도가 증가되고 있으나 여전히 해결해야 할 문제들을 가지고 있다. 즉, 각막교정술 분야는 시력 증가 뿐 아니라 시력의 질을 증가시키는데 중점을 두고 있으나 수술 후 상태를 평가하기 위한 장비는 각막 지형도 분석과 웨이브프론트 분석기로 제한되어있어 한계를 가지고 있었다.^[11] 또한, 각막교정술 후 각막 구조의 변화로 안구 수차가 증가하게 되며 고도수이거나 동공이 큰 경우 더 심하게 나타나게 된다. 최근에는 수차분석기를 이용해 안구의 광학적 수차분석이 가능해졌으며 이러한 수차분석을 통해 각막교정수술 후 시력의 질을 향상시키는 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

WaveMrochen 등은 웨이브프론트 라식이 수차의 감소를 보였다 하였으며 Panagopoulou와 Pallikaris는 기존의 각막교정술과 웨이브프론트 각막교정술 모두 고위수차의 증가를 보였으나 웨이브프론트 각막교정술이 수차의 증가가 적어 시력의 질 개선효과에 좋을 것 이라고 보고하였다.^[14] 이뿐만 아니라 double-pass 방식으로 안구매체를 통해 점

광원이 망막에 이중경로로 통과하고 망막에 집중되는 이미지를 기초로^[11,13] 환자의 시기능 상태를 객관적으로 평가할 수 있는 OQAS 장비의 개발로 빛의 번짐을 정량화하여 망막에 맺힌 상을 이미지로 확인할 수 있게 되었다.

OQAS장비는 시력교정수술 후 환자의 시력평가만이 아닌 만족도를 높이는 데 사용되고 있으며^[14,15] OQAS 장비 검사로 알 수 있는 변조전달기능, 객관적 산란지수, Strehl 비율은 매질이 혼탁해지는 백내장 환자의 시기능 평가뿐만 아니라 인공수정체 삽입안의 시기능을 객관적으로 평가할 수 있어 최근에 백내장 수술 전후 시기능 평가에 사용되고 있다.^[16,17] 이렇듯 OQAS 장비는 시력교정술이나 인공수정체 삽입술 후 증가되는 수차의 감소 여부 판정이나 전반적인 시기능평가에 많이 활용되고 있다. 본 연구에서는 OQAS 장비를 이용한 시력의 질 평가를 통하여 시력교정술로 각막 모양이 변형된 상태에서의 써클콘택트렌즈 착용이 객관적인 시력의 질에 문제를 유발함을 밝혔다.

김 등의 연구에서^[3] 시력교정술을 받지 않은 눈에 써클콘택트렌즈를 착용하였을 때 조도에 따라 써클콘택트렌즈의 착색부위에 의해 동공의 가려짐이 유발될 수 있으며 이로 인하여 최소가독시력 및 최소분리시력이 통계적으로 유의한 감소가 나타났음을 밝힌 바 있다. 또한, 동공 크기가 큰 실험대상인일수록 시력의 감소 정도가 더 커지는 상관관계를 가짐을 확인할 수 있었다. 본 연구에서도 시력교정술과 관계없이 모든 눈에서 써클콘택트렌즈의 착용은 변조전달기능 값을 저하시켰으며 빛의 산란도를 증가시켰으며, 망막에 맺히는 상의 집속률을 저하시키는 것으로 나타나 써클콘택트렌즈의 착용이 시력의 질에 영향을 미침을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서의 변조전달기능 값, 객관적 산란지수, 망막에 맺히는 상 집속률의 변화 결과는 김 등^[3]의 연구에서의 최소가독시력 및 최소분리시력의 감소가 유발되는 기전으로 제시될 수 있을 것으로 보인다.

본 연구를 통하여 동공크기와 시력의 질은 상관성이 있음을 밝혔으며 따라서 시력에 영향을 미치지 않는 적절한 착색부분의 크기가 제시될 필요성이 있을 것으로 보인다. 20대를 대상으로 한 김 등^[3]의 연구에서 370 lx의 실내 환경에서 수평방향 평균 동공 크기가 4.94 ± 0.43 mm, 50 lx의 실내 환경에서는 7.09 ± 0.33 mm 였으며, 다양한 연령대를 대상으로 한 고 등^[18]의 연구에서는 500 lx에서의 수평방향 평균 동공 크기가 4.94 ± 0.49 mm, 5 lx에서는 7.17 ± 0.51 mm이었다. 현재 국내에서 시판되고 있는 써클콘택트렌즈의 중심부 투명 부분의 직경이 6.2 mm에서 8.0 mm로 조명을 하지 않은 실내조도인 50 lx에서는 투명 부분의 직경이 6.2 mm인 써클콘택트렌즈는 시력에 영향을 줄 가능성이 있음이 김 등^[3]에 의해 제안된 바 있으며 본

연구 결과에서도 시력교정술을 실시한 피검자에게 중심부 투명 부분의 직경이 6.2 mm인 써클콘택트렌즈를 착용하였을 때 시력의 질에 영향을 미치는 것으로 나타나 실내조도에서 활동을 많이 하는 경우에는 좀 더 중심부 투명 부분의 직경이 큰 써클콘택트렌즈를 선택하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

본 연구에서는 변조전달기능 값, 객관적 산란지수 및 망막에 맺히는 상 집속률과 동공크기와의 상관관계를 분석하였고 시력교정술을 받은 대상안이 써클콘택트렌즈를 착용하였을 때 상관관계가 더 큼을 확인할 수 있었다. 즉, 써클콘택트렌즈 착용 후 동공크기가 커짐에 따라 시력교정술을 받은 대상안의 객관적 시력의 질이 나빠지며, 빛 산란도가 증가되고 망막에 맺히는 상의 선명도가 저하되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 시력교정술을 받은 눈에 써클콘택트렌즈 착용 시 각막의 절삭으로 인한 각막모양의 변형으로 렌즈의 중심안정위치가 바르지 않고 써클콘택트렌즈 착색부위에 의해 동공이 가려져 주변부에서 눈으로 들어가는 빛의 양이 줄어들게 되어 시력교정술을 하지 않은 눈에 비해 시력의 질에 더 큰 영향을 미칠 가능성이 있는 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서는 써클콘택트렌즈 착용이 시력교정술을 받지 않은 사람과 받은 사람에게 시력의 질에 미치는 요인을 비교 분석하였다.

시력교정술을 받은 눈은 시력교정술을 받지 않은 눈과 비교하여 변조전달기능 값과 Strehl 비율은 감소하였고, 객관적 산란지수 값은 증가하였다. 써클콘택트렌즈 착용시에는 시력교정술을 받은 눈과 받지 않은 눈 모두 변조전달기능 값과 Strehl 비율은 감소하였고, 객관적 산란지수 값은 증가하였으나 시력교정술을 받은 눈에서의 변화정도가 더 컸다. 동공크기와의 상관관계를 평가하였을 때 써클콘택트렌즈 착용시에 동공크기에 따른 변조전달기능 값, 객관적 산란지수 값, Strehl 비율의 증감정도가 더 컸다. 또한, 시력교정술을 받은 눈이 써클콘택트렌즈를 착용할 경우는 이러한 시력의 질 평가값의 증감정도가 더 커졌으며 통계적으로도 유의한 변화를 보였다.

본 연구를 통하여 시력교정술을 받은 사람의 경우는 써클콘택트렌즈 착용 시 객관적인 시력의 질 저하가 유발된다는 것을 알 수 있었다. 시력교정술을 받은 사람이 써클콘택트렌즈를 착용하였을 때 유발될 수 있는 시력의 질 저하에 대해 충분한 설명과 이해가 요구되며 이에 대한 고려가 필요하리라 생각된다. 또한, 동공크기와 시력의 질은 상관성이 있으므로 써클콘택트렌즈의 착색부분의 크기

선택에 있어 동공크기를 고려해야 할 것으로 보이며 생활 공간 조도에서의 동공크기를 고려하여 써클콘택트렌즈 착색부분의 크기가 고려되어야 할 것으로 보인다.

REFERENCES

- [1] Choi HJ, Yum JH, Lee JH, Lee DH, Kim JH. Clinical features and compliance in patients with cosmetic contact lens-related complications. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2014;55(10):1445-1451.
- [2] Kim JH, Song JS, Hyon JY, Chung SG, Kim TJ. A survey of contact lens-related complications in Korea: the Korean contact lens study society. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2014;55(1):20-31.
- [3] Kim SR, Choi JH, Lee KG, Park M. Changes in the covering of pupil and the visual acuity by the illuminance when wearing circle soft contact lens. *J Korean Ophthalmic Ophthalmol Soc.* 2013;18(1):19-25.
- [4] Lee SW, Choi TH, Lee HB. Comparison of wavefront guided customized ablation vs conventional ablation. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2003;44(11):2607-2614.
- [5] Oh JR, Kim JS, Lee DH. The change of ocular aberration after lasik surgery. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2003;44(2): 278-283.
- [6] Gobbe M, Reinstein DZ, Archer TJ. LASIK-induced aberrations: comparing corneal and whole-eye measurements. *Optom Vis Sci.* 2015;92(4):447-455.
- [7] Beak JS, Park JH, Yoo ES, Kwon YA, Song WS, Kim BY, et al. Comparison of colvardpupillometer, ORBScan II and sirius in determining pupil size for refractive surgery. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2013;54(8):1175-1179.
- [8] Kim MJ, Kim SK, Oh JH. The study on healing of the corneal epithelial cell in laser assisted subepithelial keratectomy(LASEK) on rabbits. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2003;44(1):174-184.
- [9] Chun YS, Lee JH, Lee JM, Jwa WB, Hong SJ, Lee YH, et al. Outcomes after implantable contact lens for moderate to high myopia. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2004; 45(3):480-489.
- [10] Yvon C, Archer TJ, Gobbe M, Reinstein DZ. Comparison of higher-order aberration induction between manual microkeratome and femtosecond laser flap creation. *J Refract Surg.* 2015;31(2):130-135.
- [11] Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, Kobashi H, Ishii R, Sato N. Clinical evaluation of optical quality and intraocular scattering after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(6): 3161-3166.
- [12] Martnez-Roda JA, Vilaseca M, Ondategui JC, Giner A, Burgos FJ, Cardona G, et al. Optical quality and intraocular scattering in a healthy young population. *Clin Exp Optom.* 2011;94(2):223-229.
- [13] Lee K, Ahn JM, Kim EK, Kim TI. Comparison of optical quality parameters and ocular aberrations after wavefront-guided laser in-situ keratomileusis versus wavefront-guided laser epithelial keratomileusis for myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2013;251(9):2163-2169.
- [14] Kwak AY, Choi MJ, Seo KY, Ahn JM. Comparison of optical quality between two intraocular lenses using double-pass based optical quality analysis system. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2013;54(12):1818-1823.
- [15] Martnez-Roda JA, Vilaseca M, Ondategui JC, Giner A, Burgos FJ, Cardona G, et al. Optical quality and intraocular scattering in a healthy young population. *Clin Exp Optom.* 2011;94(2):223-229.
- [16] Kim JY, Lee KJ. Evaluation of visual performance for implanted aspheric multifocal intraocular lens in the cataract patients. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(3): 347-356.
- [17] Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, Kobashi H, Ishii R, Sato N. Clinical evaluation of optical quality and intraocular scattering after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(6): 3161-3166.
- [18] Ko BU, Ryu WY, Park WC. Pupil size in the normal Korean population according to age and illuminance. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2011;52(4):401-406.

The Evaluation of Visual Quality by Employing Double-pass Principle in Circle Contact Lens Wearers after Refractive Surgery

Ki Nam Kwon, So Ra Kim, and Mijung Park*

Dept. of Optometry, Seoul National University of Science & Technology, Seoul 01811, Korea
(Received August 3, 2015; Revised September 4, 2015; Accepted September 7, 2015)

Purpose: The study aimed to evaluate the effect of circle contact lens wearing on visual quality of the eyes after a refractive surgery. **Methods:** The objective visual quality was evaluated for 40 eyes who did not get refractive surgery and 30 eyes who got a refractive surgery after applying plano circle contact lenses on their eyes, respectively. Modulation transfer function (MTF), objective scatter index (OSI) and the focusing ratio on retina (Strehl ratio) were measured by using optical quality analysis system (OQAS) and the correlation between pupil size and objective visual quality was analyzed by measuring the pupil size. **Results:** When wearing circle contact lens on the eyes after refractive surgery, MTF and Strehl ratio were reduced and OSI was increased compared with the eyes without refractive surgery. The eyes after a refractive surgery showed more significant difference changes in MTF, OSI and Strehl ratio according to the pupil size compared with those without refractive surgery. **Conclusions:** The results showed that wearing of circle contact lens after the refractive surgery has deteriorated the objective visual quality based on the quality of focused image on the retina. Therefore, we suggest that sufficient understanding and consideration about the deterioration of visual quality is necessary in the case of circle contact lens wearing after refractive surgery.

Key words: Circle contact lens, Refractive surgery, Modulation transfer function, Objective scatter index, Strehl ratio, Pupil size