

콘택트렌즈를 임시 제거한 상태에서의 착용 조건에 따른 굴절력 변화

조윤경, 김수운, 유동식*

경운대학교 안경광학과, 구미 730-739

투고일(2013년 7월 31일), 수정일(2013년 8월 29일), 게재확정일(2013년 9월 14일)

목적: 소프트 콘택트렌즈를 임시 제거한 상태에서 굴절보정을 위한 굴절검사 시의 굴절력 변화를 평가하고자 하였다. **방법:** 17세에서 39세(평균 24 ± 4.8 세)의 소프트 렌즈 착용자 91명(남자 15명, 여자 76명; 총 182안)을 대상으로 하였다. 렌즈를 제거한 뒤 즉시, 30분, 60분, 90분 후 타각적, 자각적 굴절검사 및 각막곡률반경검사를 하였다. 렌즈의 종류, 피팅 및 착용 상태별로 측정 시간에 따른 굴절력 변화를 평가하였다. **결과:** 타각적, 자각적 굴절검사 및 각막곡률반경검사서 측정 시간대별로 유의한 변화를 보였다($p < 0.0001$). 굴절력은 측정 초기(렌즈 제거 후 30분 후)에서 완만한 근시화 경향을, 그리고 측정 후반(렌즈 제거 후 60분에서 90분)에서 미약한 근시화 경향을 보였다. 렌즈 종류, 피팅 상태, 착용 시간, 착용 일수 및 검사 전날의 수면 시간에 따른 유의한 차이는 없었으나, 각막곡률의 변화에서 측정 시간과 렌즈 종류($p = 0.017$), 피팅 상태($p = 0.019$) 및 수면 시간($p = 0.010$) 간의 상호작용 효과는 유의하였다. **결론:** 소프트 콘택트렌즈의 종류, 피팅 및 착용 상태와 상관없이 렌즈 제거 후 굴절력과 각막곡률의 안정화 시점은 적어도 60분 이상으로 나타났다. 따라서 굴절보정을 위한 굴절검사 시 가능한 60분 이상 기다린 후 실시하여야 할 것이다.

주제어: 콘택트렌즈, 굴절보정, 굴절검사, 굴절력, 각막곡률

서 론

소프트 콘택트렌즈는 착용감이 좋고 적응이 빠르며 시력개선 효과가 있어서 널리 착용되고 있지만, 렌즈를 통한 산소공급이 저하되어 각막의 신진대사에 영향을 미친다고 알려져 있다.^[1,2] 콘택트렌즈 착용은 각막에 눈물과 산소공급을 저하시켜 각막 부종을 일으키고 각막의 두께, 각막의 곡률, 각막의 지형도에 영향을 주며 각막내피세포의 변화를 유발하는 것으로 알려져 있다.^[3]

각막의 기능장애와 변화의 기전은 정확하게 알려지지는 않지만, 산소투과율이 낮은 렌즈를 매일 착용하는 환자의 경우, 눈을 감는 동안 저산소증이 심화하는 경향을 보인다. 렌즈를 지속적으로 착용하는 모든 경우에 저산소증은 악화되며,^[4,5] 각막내피 신진대사의 변화, 각막부종과 투명도 저하, 각막에서 빛의 산란, 시력변화,^[6] 각막내피세포의 다형화, 결막의 세포 변화와 신생혈관을 일으킨다. 궁극적으로는 내피 세포 밀도의 변화를 일으키고 각막의 두께, 각막의 곡률, 각막의 지형도에 영향을 준다고 알려져 있다.^[7] 산소투과성이 높은 렌즈라고 하더라도 피팅상태에 따라

각막에 유입되는 산소의 양이 감소되어 각막의 투명도가 저하되며 각막의 두께가 증가하고 동시에 젖산이 축적되고 이로 인해 각막은 상피가 얇아지거나 다른 여러 가지 변화를 유발하게 된다고 알려져 있다.^[8]

또한, 같은 산소투과성(oxygen permeability, Dk)을 가진 렌즈라고 해도 렌즈의 두께가 두꺼워질수록 산소전달률(oxygen transmissibility, Dk/t)은 떨어지게 된다.^[9,10] 현재 국내 콘택트렌즈 사용자의 20%가 미용 컬러 콘택트렌즈를 착용하고 있는 상황으로 처방의 빈도는 다소 높은 편이다.^[2,11] 국내에서 생산되고 있는 대부분의 미용 컬러렌즈는 함유율이 38%인 HEMA(hydroxyethyl methacrylate) 재질로 중심두께가 0.06~0.13 mm 정도이며, 일반 렌즈 0.03~0.06 mm보다 두꺼워 각막에 충분한 양의 산소를 공급이 이루어지지 않는 렌즈를 착용하고 있는 실정으로 파악된다.^[12]

장기간의 렌즈 착용 역시 각막 상피와 각막 내피 기능의 변화를 유도하는 것으로 나타난다.^[13,14] 소프트 콘택트렌즈를 장기간 착용한 사용자에게서도 각막의 변형을 통한 각막곡률과 굴절력의 변화가 관찰되었다.^[15-18] 콘택트

*Corresponding author: Dong-Sik Yu, TEL: +82-54-479-1333, E-mail: yds@ikw.ac.kr

렌즈 착용 시 생기는 시력장애 중에는 각막의 변형을 통한 경우가 많으며, 하드 콘택트렌즈 착용자뿐만 아니라 장기간 소프트 콘택트렌즈 착용자에서도 나타난다. 소프트 콘택트렌즈라고 하더라도 렌즈의 재질에 따라서 미세하나마 산소투과량이 달라지기 때문에 각막곡률과 굴절력에도 영향을 준다. 비록 콘택트렌즈를 착용하지 않는 사람의 경우에도 7시간 정도의 정상적인 수면 시에 윗눈꺼풀 결막의 혈관으로부터 산소를 공급받으나, 대기로부터의 산소 공급 부족으로 인해 저산소증을 유발하고 이로 인해 약 4%의 각막부종이 생긴다.^[19-22]

소프트 콘택트렌즈 착용자의 경우 렌즈의 산소투과율, 렌즈 디자인 및 착용 시간 등에 따라 각막에 전달되는 산소공급량이 달라질 것이고, 이로 인하여 렌즈 제거 후 시력보정을 위한 굴절검사에 영향이 있을 것으로 본다. 따라서 소프트 콘택트렌즈 착용자가 콘택트렌즈를 교체하거나 안경처방을 받기 위한 굴절검사에서 검사 시점에 따라 굴절력 변화가 있을 것으로 본다. 특히, 임상현장에서 기존 렌즈를 제거 후 대기 시간이 없이 굴절검사를 진행하는 경우가 많은데, 이것은 굴절검사의 안정성을 떨어뜨리는 것으로 판단된다. 이러한 관점에서 저자들의 최근 연구^[23]에서 시력보정을 위한 굴절검사에서 안경 착용자의 경우 렌즈 제거 후 대기 시간이 필요 없지만 콘택트렌즈 착용자의 경우 렌즈 제거 후 일정한 대기 시간이 필요한 것으로 보고하였다. 그러나 지난 연구는 콘택트렌즈 착용자의 상태 즉, 소프트 콘택트렌즈 종류, 렌즈의 피팅 상태, 검사 전날의 수면 시간과 착용 시간에 따른 굴절력 변화에 대한 평가가 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서 소프트 콘택트렌즈를 사용자를 대상으로 렌즈 제거 후 단기 대기 시간에서 나타나는 굴절력 변화를 렌즈의 종류, 피팅 및 착용 상태별로 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

사시, 약시, 굴절이상 교정 수술 등 눈 수술 경험과 눈 질환이 없으며 복용하는 약물이 없는 건강한 만 17세에서 39세(평균 24±4.8세) 남녀 중 소프트 콘택트렌즈 착용자 남자 15명(30안), 여자 76(152안) 총 91명(182안)을 대상으로 하였다. 실험대상자의 구분은 소프트 콘택트렌즈 종류(일반 소프트, 일회용, 미용 렌즈), 피팅 상태(*steep*, *normal*, *flat* 피팅), 당일 착용 시간(5시간 미만, 5시간 이상), 일 주당 착용 일수(5일 미만, 5일 이상), 전날 수면 시간(7시간 미만, 7시간 이상)에 따라 구분하여 검사하였다. 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Subject demographic and lens wearing data

Characteristics		N or M±SD	100(%)
Sex	Male	15	16.5
	Female	76	83.5
Age (year)	M±SD	24.0±4.8	
	Median (range)	23 (17~39)	
Fitting (N)	Steep	34	37.4
	Normal	47	51.6
	Flat	10	11.0
Categories (N)	Conventional	35	38.5
	Disposable	11	12.1
	Cosmetic	45	49.4
Hours worn/day (hr)	M±SD	5.5±2.7	
	Median (range)	5 (1~12)	
Days worn /week (hr)	M±SD	5.3±1.8	
	Median (range)	5 (1~7)	
Wearing total year (year)	M±SD	5.3±3.4	
	Median (range)	4 (1~15)	
Sleeping hours (hr)	M±SD	7.0±1.9	
	Median (range)	7 (1~12)	
Objective refraction (D)	Right S.E	-4.80±2.11	
	Left S.E	-4.77±2.17	
Subjective refraction (D)	Right S.E	-4.27±2.11	
	Left S.E	-4.22±2.15	
Corneal radius (mm)	Right	7.74±7.42	
	Left	7.72±0.85	

M±SD: mean (M)±standard deviation (SD).

S.E.: spherical equivalent.

2. 연구 방법

대상자 모두 타각적, 자각적 굴절검사와 각막곡률 반경 검사를 하였다. 타각적 굴절검사는 자동굴절검사기(ARK-700, NIDEK, Japan)를 사용하여 소프트 콘택트렌즈를 제거 후 즉시 그리고 30분, 60분, 90분 경과 후 오른쪽 눈과 왼쪽 눈을 3회 반복 측정하였다. 자각적 굴절검사는 시힘테와 시힘렌즈를 이용하여 타각적으로 측정된 자료를 토대로 검사 시 조절력에 대한 영향을 최소화하도록 운무법으로 검사하였다. 각 굴절검사의 3회 측정값은 모두 등가 구면굴절력의 평균값을 이용하였다. 각막곡률반경검사는 자동굴절검사기(ARK-700, NIDEK, Japan)를 이용하여 각막 정점에서 3 mm 이내의 중심의 각막 전면 곡률반경과 굴절력을 3회 반복 측정하여, 강주경선(*steep meridian*)과 약주경선(*flat meridian*)값의 평균값을 채택하였다. 측정된

자료는 렌즈 제거 후 즉시 측정된 값을 기준(baseline)으로 각 시간대별로 변화량을 계산하였다. 통계학적 분석은 MecCalc™(MedCalc, Belgium) 프로그램을 이용하였고, repeated measures ANOVA 실시 후 Bonferroni 사후검정을 하였다. 신뢰구간은 95%, 유의확률(p)은 0.05로 하였다.

결 과

1. 소프트렌즈 종류에 따른 변화

HEMA재질로 된 일반 소프트렌즈(conventional lens)를 착용하고 있는 대상자 35명(70안), 일회용 렌즈(disposable lens) 사용자 11명(22안)과 미용 렌즈(cosmetic lens)를 착용한 대상자 45명(90안)들의 렌즈 제거 후 시간대별 자각적, 타각적 굴절검사 값과 각막곡률반경의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다.

타각적 굴절검사에서 렌즈 제거 즉시 측정값과 30분, 60분, 90분 시간대별 측정값 차이가 일반 소프트렌즈 착용자는 -0.14 ± 0.32 D, -0.18 ± 0.35 D, -0.20 ± 0.37 D($p=0.019$), 일회용 렌즈 착용자는 시간대별로 -0.01 ± 0.24 D, -0.03 ± 0.28 D, -0.15 ± 0.29 D($p=0.004$), 미용렌즈 착용자는 시간대별로 -0.02 ± 0.30 D로, -0.09 ± 0.41 D, -0.11 ± 0.39 D($p=0.002$)로 유의성을 보였다. 자각적 굴절검사의 시간

대별 측정에서 일반 소프트렌즈 착용자는 -0.17 ± 0.25 D, -0.21 ± 0.32 D, -0.22 ± 0.32 D($p=0.006$), 일회용 렌즈 착용자는 -0.06 ± 0.14 D, -0.08 ± 0.19 D, -0.14 ± 0.17 D($p=0.08$), 미용렌즈 착용자는 -0.06 ± 0.25 D로, -0.14 ± 0.32 D, -0.17 ± 0.37 D($p<0.001$)로 유의한 차이가 났다. 각막곡률반경은 시간대별로 일반 소프트렌즈 착용자는 -0.01 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.04 mm($p<0.001$), 일회용 렌즈 착용자는 -0.01 ± 0.02 mm, -0.03 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.03 mm($p=0.005$)로 변화를 보여 유의성을 보였으나 미용 렌즈 착용자는 -0.02 ± 0.39 mm, -0.02 ± 0.06 mm, -0.02 ± 0.06 mm($p=0.432$)로 유의한 차이를 보이지 않았다.

Bonferroni 사후검정을 한 결과 일반 소프트렌즈, 일회용렌즈, 미용렌즈 모두 타각적 굴절검사에서 60분과 90분간에 유의성을 보이지 않았다(각각 $p=1.0000$, 1.0000 , 0.0544). 자각적 굴절검사에서는 일반소프트렌즈의 경우 60분과 90분간에서($p=1.0000$), 일회용렌즈는 30분과 60분간에서($p=1.0000$), 미용렌즈는 60분과 90분간에서($p=0.4601$) 유의한 차이를 보이지 않았다. 각막곡률반경검사에서는 일반 소프트렌즈만 30분과 60분간에 유의한 차이를 보였다($p<0.0001$).

한편, 측정 시간에 따른 변화가 렌즈 종류별로 차이가 있는지 분석한 결과 타각적, 자각적 굴절검사와 각막곡률

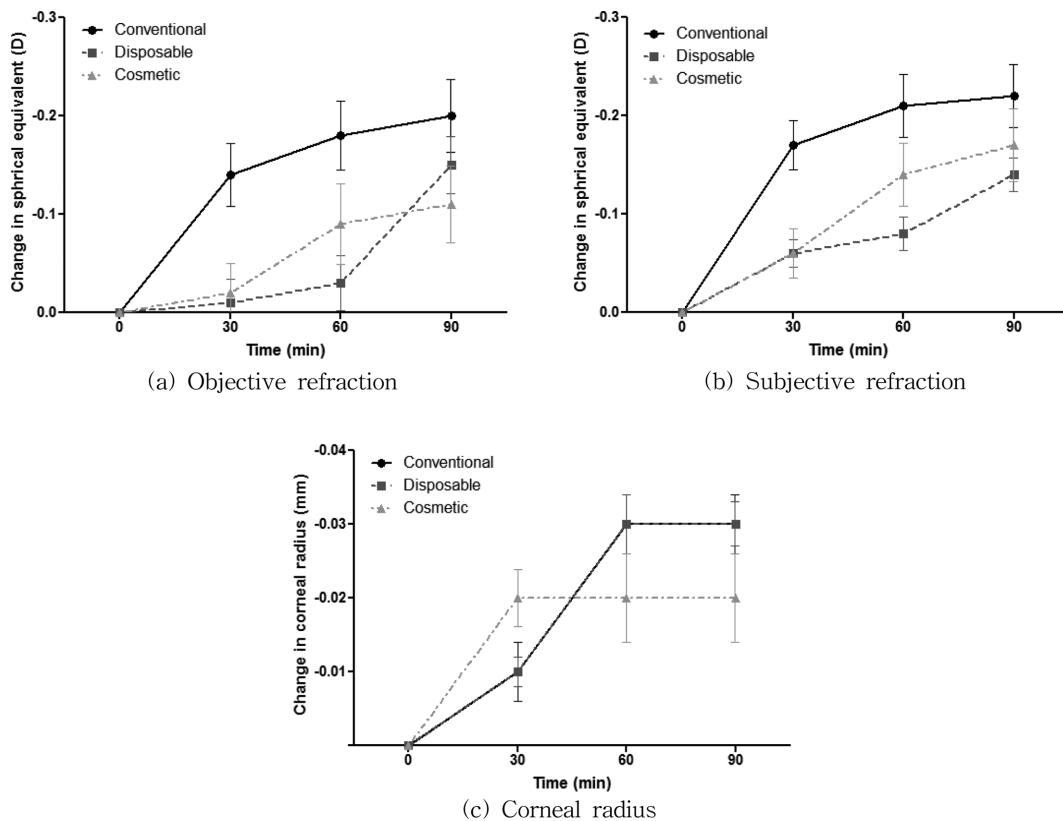


Fig. 1. Changes in refraction and corneal radius for conventional, disposable and cosmetic lens. The values for the corneal radius in conventional and disposable lens are overlapped in (c).

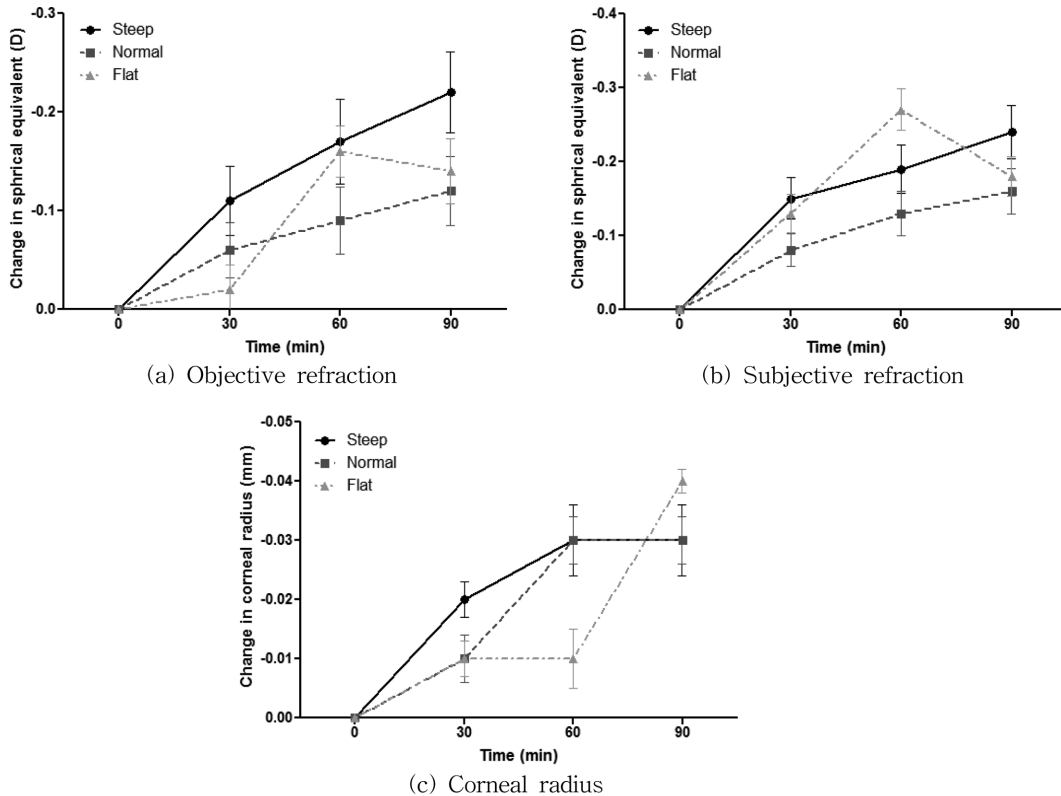


Fig. 2. Changes in refraction and corneal radius for steep, normal and flat fitting.

검사에서 모두 유의하지 않았다(각각 $p=0.119, 0.104, 0.716$). 다만 측정시간과 그룹의 상호작용(시간×렌즈 종류) 효과에서 각막곡률 변화가 있는 것으로 나타났다($p=0.017$).

2. 피팅 상태에 따른 변화

Steep 피팅한 34명(68안), normal 피팅한 47명(94안), flat 피팅한 10명(20안)의 대상으로 렌즈 제거 후 경과 시간에 따른 자각적, 타각적 굴절검사 값과 각막곡률반경의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 2와 같다.

타각적 굴절검사서 렌즈 제거 즉시 측정값과 30분, 60분, 90분 시간대별로 측정값 차이가 steep 피팅한 대상자들은 -0.11 ± 0.35 D, -0.17 ± 0.43 D, -0.22 ± 0.41 D($p=0.001$), normal 피팅 대상자들은 -0.06 ± 0.28 D, -0.09 ± 0.34 D, -0.12 ± 0.35 D($p=0.016$)로 유의성을 보인 반면 flat 피팅 대상자들은 -0.02 ± 0.25 D, -0.16 ± 0.26 D, -0.14 ± 0.33 D($p=0.054$)로 유의한 변화를 보이지 않았다. 자각적 굴절 검사서 시간대별로는 steep 피팅 착용자는 -0.15 ± 0.29 D, -0.19 ± 0.33 D, -0.24 ± 0.36 D($p=0.001$), normal 피팅 착용자는 -0.08 ± 0.22 D, -0.13 ± 0.30 D, 0.16 ± 0.31 D ($p=0.001$), flat 피팅 대상자들은 -0.13 ± 0.26 D로, -0.27 ± 0.28 D, -0.18 ± 0.27 D($p=0.001$)로 유의한 변화를 보였다. 각막곡률반경검사에서는 시간별로 steep 피팅 착용자는 -0.02 ± 0.03 mm, -0.03 ± 0.06 mm, 0.03 ± 0.06 mm

($p=0.479$)로 유의한 변화를 볼 수 없었고, normal 피팅 착용자는 -0.01 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.04 mm ($p<0.001$)로, flat 피팅한 대상자들은 -0.01 ± 0.03 mm, -0.01 ± 0.05 mm, -0.04 ± 0.02 mm($p=0.001$)로 유의한 변화를 보였다.

Bonferroni 사후 검정을 한 결과 자각적 굴절검사서 normal 피팅한 그룹에서 60분과 90분에서($p=0.0424$), flat 피팅한 그룹에서 30분과 60분에($p=0.0007$), 변화량이 적었지만 60분과 90분도 유의성을 보였다($p=0.0458$).

Bonferroni 사후검정에서 유의성을 갖는 steep와 normal 피팅의 경우 타각적 굴절검사서 30분과 60분간에서 유의성을 보이지 않았다(각각 $p=1.0000, 1.0000, 0.0725$). 자각적 굴절검사서 steep 피팅과 normal 피팅은 30분과 60분간에 유의한 차이를 보이지 않았다(각각 $p=0.2318, 1.000$). flat 피팅에서는 측정 시간 대별로 모두 유의한 차이를 보였다(30분과 60분에서 $p=0.007$, 60분과 90분에서 $p=0.0458$). 각막곡률반경검사에서는 normal과 flat 피팅에서 30분 후부터 유의한 차이를 보이지 않았다(각각 $p=0.1078, 1.0000$).

한편, 측정 시간에 따른 변화가 피팅에 따라 차이가 있는지 분석한 결과 타각적, 자각적 굴절검사와 각막곡률 검사서 모두 유의하지 않았다(각각 $p=0.317, 0.230, 0.619$). 다만 측정 시간과 그룹의 상호작용(시간×피팅 상

태) 효과에서 각막곡률 변화가 있는 것으로 나타났다 ($p=0.019$).

3. 착용 시간에 따른 변화

Fig. 3은 당일 렌즈 착용 시간에 따른 타각적 굴절검사, 자각적 굴절검사, 그리고 각막곡률반경의 변화를 보여준다. 타각적 굴절검사에서 렌즈 제거 즉시 측정값과 30분, 60분, 90분 시간대별로 측정값의 차이는 당일 5시간 미만 착용 대상자(38명, 76안)에서 -0.12 ± 0.23 D, -0.16 ± 0.27 D, -0.19 ± 0.31 D($p=0.030$)이며, 당일 5시간 이상 렌즈 착용 대상자(53명, 106안)의 -0.04 ± 0.35 D, -0.10 ± 0.43 D, -0.14 ± 0.41 D($p<0.001$)로 유의한 변화를 보였다. 또한 자각적 굴절검사에서 시간대별로 5시간 미만 착용자들은 -0.13 ± 0.20 D, -0.17 ± 0.24 D, -0.23 ± 0.22 D($p<0.001$), 5시간 이상 착용자들은 -0.10 ± 0.28 D, -0.16 ± 0.35 D, -0.17 ± 0.38 D($p<0.001$)로 유의한 변화를 보였다. 각막곡률반경검사에서는 시간대별로 5시간 미만 착용자들은 -0.01 ± 0.03 mm, -0.03 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.04 mm ($p<0.001$)로 5시간 이상 착용자들의 -0.02 ± 0.41 mm, -0.03 ± 0.55 mm, -0.03 ± 0.52 mm($p=0.048$)과 비교해 유의한 차이를 보였다.

Bonferroni 사후 검정을 한 결과 당일 5시간 미만 착용

대상자들은 자각적 굴절검사에서 60분과 90분($p=0.0339$) 간에, 각막곡률반경검사에서 30분과 60분($p=0.0060$)간에 유의한 변화를, 당일 5시간 이상 렌즈 착용 대상자들은 타각적 굴절검사 시 30분과 60분($p=0.0357$)에, 자각적 굴절검사 시 30분과 60분($p=0.0028$)에는 유의한 변화를 보였다.

한편, 측정 시간에 따른 변화가 당일 착용 시간에 따라 차이가 있는지 분석한 결과 타각적, 자각적 굴절검사와 각막곡률검사에서 모두 유의하지 않았다(각각 $p=0.185$, 0.393 , 0.956). 또한 측정 시간과 그룹의 상호작용(시간×당일 착용 시간) 효과는 없는 것으로 나타났다(각각 $p=0.737$, 0.208 , 0.372).

4. 일 주당 착용 일수에 따른 변화

주당 렌즈 착용일이 5일 미만 착용 대상자(25명, 50안)과 5일 이상 착용 대상자(66명, 132안)의 시간 경과에 따른 변화는 Fig. 4와 같다. 타각적 굴절검사에서 렌즈 제거 즉시 측정값과 30분, 60분, 90분 시간대별로 측정값의 차이는 주당 5일 미만 착용 대상자들 -0.16 ± 0.32 D, -0.18 ± 0.35 D, -0.21 ± 0.37 D($p=0.003$), 주당 5일 이상 착용 대상자들은 -0.04 ± 0.29 D, -0.11 ± 0.37 D, -0.14 ± 0.36 D ($p<0.001$)로 유의한 변화를 보였다. 시간대별로 자각적 굴절검사 차이는 주당 5일 미만 착용 대상자들에서 $-0.16 \pm$

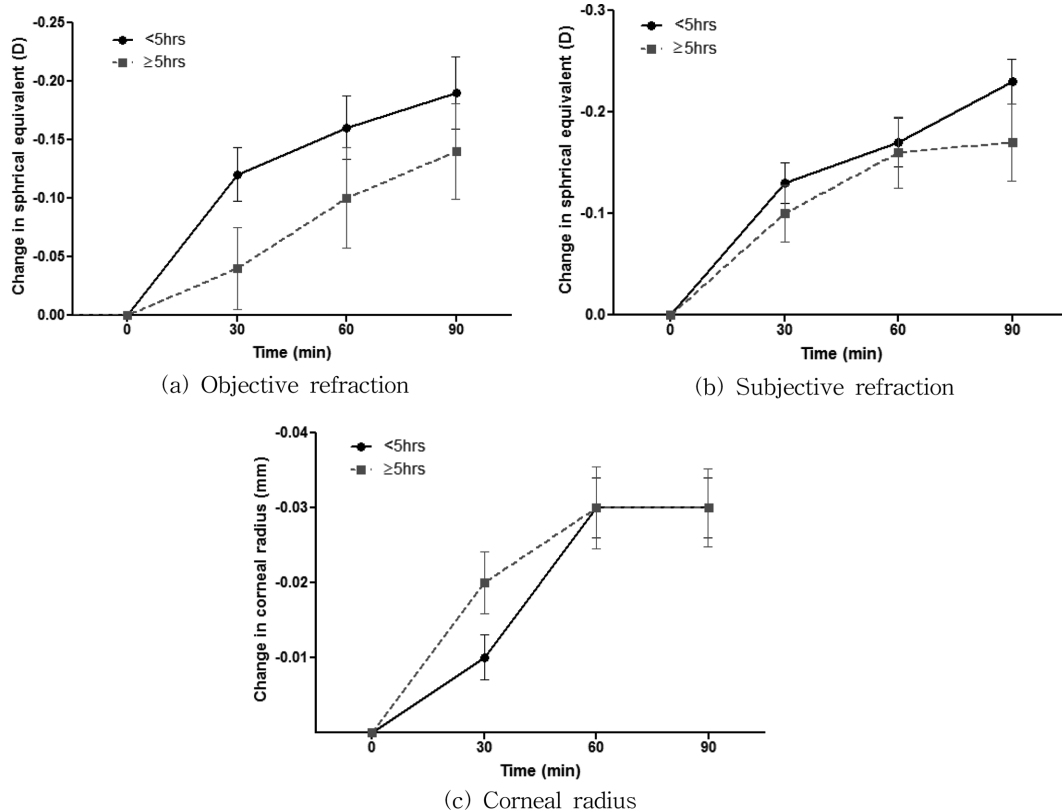


Fig. 3. Changes in refraction and corneal radius according to wearing hours per day.

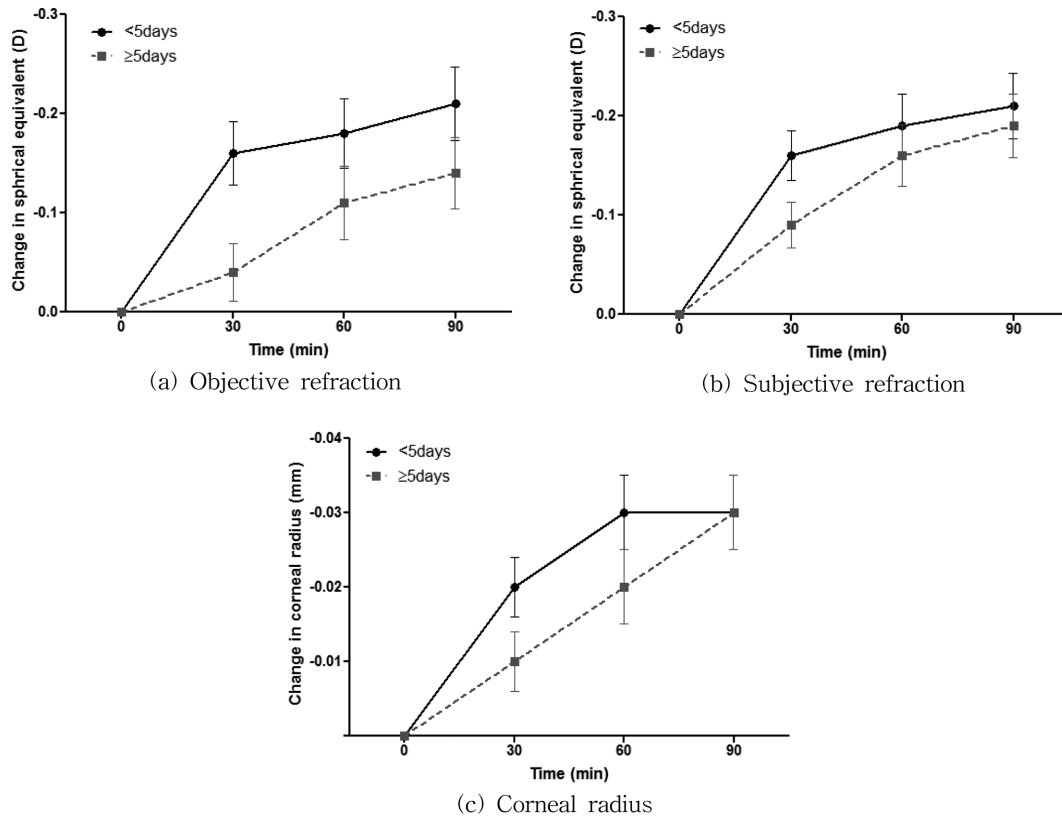


Fig. 4. Changes in refraction and corneal radius according to wearing days per week.

0.25 D, -0.19 ± 0.32 D, -0.21 ± 0.33 D ($p=0.002$), 주당 5일 이상 착용 대상자들에서 -0.09 ± 0.23 D, -0.16 ± 0.31 D, -0.19 ± 0.32 D ($p<0.001$)로 유의한 변화를 보였다. 각막곡률반경의 차이는 시간별로 주당 5일 미만 착용 대상자들은 -0.02 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.05 mm, -0.03 ± 0.05 mm ($p=0.050$)로 유의한 차이를 보이지 않았고, 주당 5일 이상 착용 대상자들 -0.01 ± 0.04 mm, -0.02 ± 0.05 mm, -0.03 ± 0.05 mm ($p<0.001$)로 시간에 따라 유의한 차이가 있었다.

Bonferroni 사후 검정을 한 결과 타각적 굴절검사에서도 주당 5일 미만과 5일 이상 착용자 모두 60분과 90분간에서 유의한 차이를 보이지 않았다(각각 $p=1.000$, 0.0918). 자각적 굴절검사에서도 주당 5일 미만 착용자에서 30분과 60분간에서, 5일 이상 착용자에서 60분과 90분간에서 유의한 차이를 보이지 않았다(각각 $p=0.0648$, 0.2372). 각막곡률반경검사에서도 주당 5일 미만 착용자에서 30분과 60분간에서, 5일 이상 착용자에서 60분과 90분간에서 유의한 차이를 보이지 않았다(각각 $p=0.3838$, 0.1678).

한편, 측정 시간에 따른 변화가 주당 착용 시간에 따라 차이가 있는지 분석한 결과 타각적, 자각적 굴절검사와 각막곡률검사에서도 모두 유의하지 않았다(각각 $p=0.118$, 0.354 , 0.599). 또한 측정 시간과 그룹의 상호작용(시간×주당 착용 시간) 효과는 없는 것으로 나타났다(각각 $p=0.313$,

0.518 , 0.517).

5. 수면 시간에 따른 변화

검사 전날 7시간 미만의 수면을 취한 렌즈 착용 대상자(41명, 82안)와 7시간 이상 수면을 취한 착용 대상자(50명, 100안)의 시간 경과에 따른 타각적, 자각적 굴절검사 값과 각막곡률반경의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 5와 같다.

렌즈 제거 즉시 측정값과 30분, 60분, 90분 시간대별로 측정값 차이가 검사하는 전날 수면 시간이 7시간 미만인 착용 대상자들은 타각적 굴절검사에서도 -0.03 ± 0.3 D, -0.07 ± 0.36 D, -0.11 ± 0.36 D ($p=0.004$), 자각적 굴절검사에서도 -0.11 ± 0.24 D, -0.13 ± 0.29 D, -0.19 ± 0.32 D ($p=0.005$), 각막곡률반경검사에서도 -0.01 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.04 mm, -0.03 ± 0.04 mm ($p<0.001$)로 시간 경과에 따라 유의한 차이를 보였다. 전날 수면 시간이 7시간 이상인 착용 대상자들은 타각적 굴절검사에서도 -0.11 ± 0.31 D, -0.17 ± 0.37 D, -0.20 ± 0.38 D ($p<0.001$), 자각적 굴절검사에서도 -0.11 ± 0.25 D, -0.20 ± 0.33 D, -0.20 ± 0.34 D ($p<0.001$)로 유의한 변화를 보였고, 각막곡률검사에서도 -0.02 ± 0.03 mm, -0.02 ± 0.05 mm, -0.02 ± 0.05 mm ($p=0.3$)로 유의한 변화가 없었다.

Bonferroni 사후 검정을 한 결과 수면 시간이 7시간 미만인 대상자들의 경우 타각적 굴절검사에서도 30분과 60분

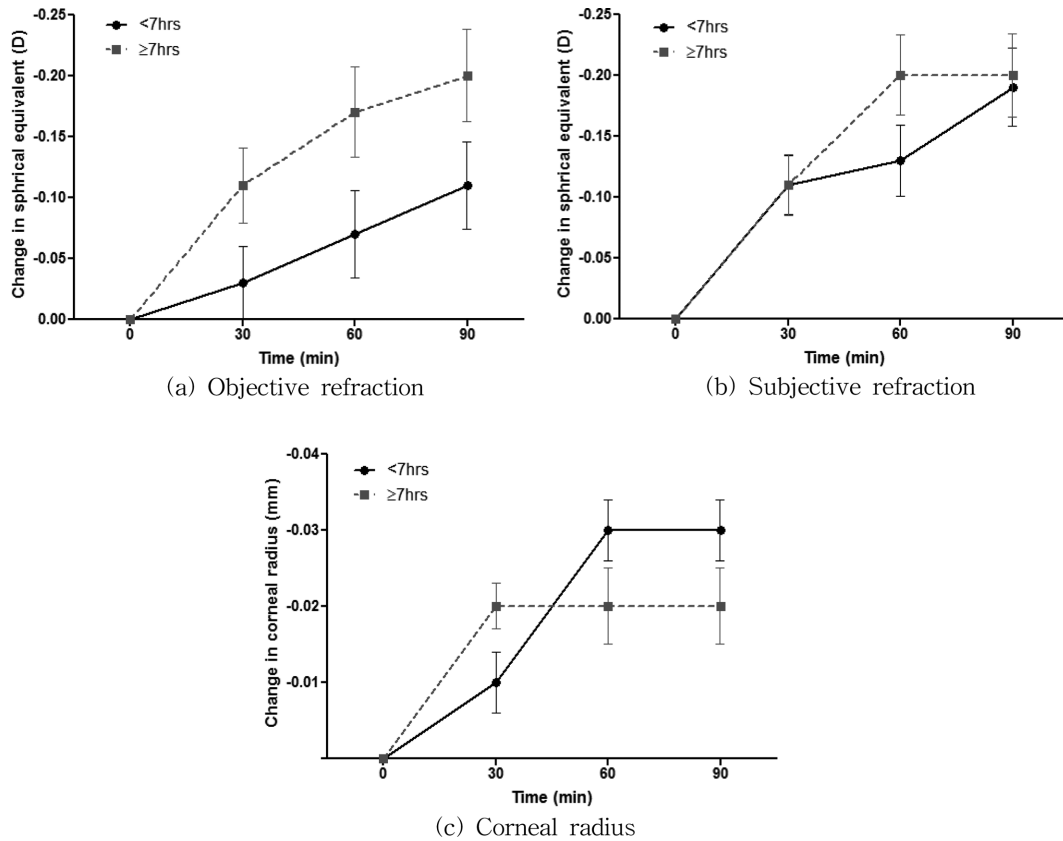


Fig. 5. Changes in refraction and corneal radius according to sleeping time in the previous day.

간에 유의한 차이를 보이지 않았으며($p=0.3041$), 60분과 90분간에도 유의하지 않았다($p=0.2226$). 자각적 굴절검사는 30분과 60분 사이에 유의한 차이는 없었고($p=0.7761$), 60분과 90분간에도 유의한 차이가 없었다($p=0.0902$). 각막곡률반경은 30분과 60분간에 유의한 변화를 보였으며($p=0.0001$), 60분과 90분간에는 유의성을 보이지 않았다($p=0.5587$). 7시간 이상의 대상자들은 타각적 굴절검사서 30분과 60분간에 유의한 차이가 있었으며($p=0.003$), 60분과 90분간에는 유의하지 않았다($p=1.0000$). 자각적 굴절검사서 30분과 60분간에는 유의한 차이가 있었고($p=0.0333$), 60분과 90분간에는 유의하지 않았다($p=0.4021$). 각막곡률반경은 30분과 60분에 유의한 차이가 없었으며($p=1.0000$), 60분과 90분에도 유의한 차이가 없었다($p=0.6225$).

한편, 측정 시간에 따른 변화가 전날의 수면 시간에 따라 차이가 있는지 분석한 결과 타각적, 자각적 굴절검사와 각막곡률검사서 모두 유의하지 않았다(각각 $p=0.060$, 0.519 , 0.238). 다만 측정 시간과 그룹의 상호작용(시간×수면시간) 효과에서 각막곡률 변화가 있는 것으로 나타났다($p=0.010$).

6. 렌즈 제거 후 굴절력의 변화

렌즈 착용 대상자(91명, 182안)의 렌즈 제거 후 시간 경

과에 따른 타각적, 자각적 굴절검사 값과 각막곡률반경의 변화를 살펴본 결과는 Table 2와 같다.

검사 대상자들의 렌즈 제거 후 타각적, 자각적 굴절검사와 각막곡률반경 변화는 측정 시간대별로 유의한 변화를 보였으나($p<0.001$), Bonferroni 사후검정을 한 결과 60분과 90분 사이에는 모두 유의한 차이가 없었고(각각 $p=0.0620$, 0.1125 , 0.2385).

타각적, 자각적 굴절검사와 각막곡률반경검사서 측정 시간대별로 모두 근시화 경향을 보였고 측정초기에 근시화 경향이 컸으며 이러한 근시화 경향은 타각적 굴절검사보다 자각적 굴절검사서 더 컸다.

고 찰

정상적인 각막이라도 수면 중에 각막팽윤이 일어나고 낮에 회복되는 현상을 갖는다. Andrasko^[24]는 하드렌즈와 연속착용렌즈에서 수면 후 팽윤된 각막의 회복정도(deswelling)를 연구하였다. 그에 따르면 수면 후 눈을 뜬 상태에서 15분 후까지 급격한 회복을 보인다고 하였고, 그 이후의 시간 경과에 따른 변화는 유의하지 않은 것으로 평가하였다. 하지만 이 연구는 각막의 팽윤상태에서 회복되는 시간을 말해주고 있지만 굴절력변화에 대한 언급은

Table 2. Changes in refraction and corneal radius for subjects

Total (N=91)		30 min.	60 min.	90 min.	
Objective refraction (D)	M±SD	-0.08±0.31	-0.13±0.37	-0.16±0.37	
	Range(D)	-1.00 ~ +0.87	-1.25 ~ +1.25	-1.25 ~ +1.12	
	p ^p		p<0.001		
	Δ (N)	-	86	98	109
		+	43	40	33
None		53	44	40	
Subjective refraction	M±SD	-0.11±0.25	-0.17±0.31	-0.19±0.33	
	Range(D)	-1.00 ~ +0.63	-1.25 ~ +0.63	-1.25 ~ +0.75	
	p ^p		p<0.001		
	Δ (N)	-	82	103	112
		+	19	26	25
None		81	53	45	
Corneal radius (mm)	M±SD	-0.02±0.04	-0.03±0.05	-0.03±0.05	
	Range(mm)	-0.17 ~ +0.14	-0.17 ~ +0.33	-0.18 ~ +0.33	
	p ^p		p<0.001		
	Δ (N)	Steep	113	144	146
		Flat	33	26	15
None		36	12	21	

^pp-values for repeated measures ANOVA with Bonferroni post-hoc tests.

M±SD : Mean (M)± standard deviation (SD).

없다. 콘택트렌즈 착용자가 시력보정을 위해 굴절검사를 받는 경우, 렌즈 착용에 따른 굴절력과 각막곡률의 변동 여부를 파악하는 것이 실제 임상에서 더 중요할 것이다. 따라서 본 연구에서 렌즈를 일시적 제거한 상태에서의 굴절력 변화, 렌즈의 형태와 착용 상태에 따른 변화 그리고 렌즈 착용자가 굴절력 검사를 받고자 할 때 렌즈 제거 후 안정화되기까지의 시간을 살펴보았다.

렌즈 종류별 즉, 일반렌즈, 일회용 렌즈 및 미용 렌즈에 따른 굴절력과 각막곡률반경의 변화를 측정된 결과 미용 렌즈의 곡률반경검사를 제외하고 측정 시간대별로 타각적, 자각적 굴절검사, 곡률반경검사에서 변화를 보였다. 이와 같은 시간에 따른 변화의 주원인은 팽윤상태 각막의 회복으로 인한 것으로 판단된다. 이러한 근거는 각막부종별 각막두께의 회복 시간은 두께마다 다르며 40~54 μm의 두께로 두꺼워지면 렌즈를 제거하고 90분이면 원상 복구된다는 O'Neal 등^[25]의 연구에서 찾을 수 있다. 본 연구결과에서 시간대별 변화는 있지만 렌즈 종류별 차이는 보이지 않았다. 일반 소프트렌즈, 일회용 렌즈, 미용 렌즈는 렌즈의 재질이나 디자인이 달라 산소투과율^[9,12]이 다르다. 이러한 산소투과율의 차이로 각막팽윤의 양이 달라서 렌즈

를 제거 후 각막이 회복되는데 차이가 있더라도 렌즈 종류에 따른 굴절력 변화량에서 차이(between lens groups)는 없는 것으로 평가된다.

Harvitt 등^[26]에 의하면 각막은 주로 대기로부터 산소를 공급받아 눈물을 통해 상피에 산소를 공급한다고 하였고, RGP 렌즈와 각막 사이의 간격 차이로 인해 발생하는 눈물층의 두께에 따라 산소투과가 크게 영향을 받는다고 하였다. 즉, 눈물층의 두께가 두꺼워질수록 각막으로 이동하는 산소량이 감소되어 각막표면의 산소 분압이 낮아진다고 하였다. 이는 피팅 상태에 따라 눈물층의 두께가 달라 각막에 도달하는 산소량이 달라질 수 있으며 이로 인해 굴절력과 각막곡률에 영향을 줄 것으로 생각하였다. Kim 등^[27]의 연구에 따르면 너무 flat한 피팅은 각막 주변부에서, steep한 피팅은 각막 중변부에서 눈물층이 두꺼워져 산소전달이 저하된다고 하였다. 따라서 normal 피팅이 아니라면 각막팽윤이 큰 만큼 굴절력과 각막곡률반경에서 유의한 변화를 보일 것이다. 본 연구에서 steep한 피팅에서는 각막곡률반경의 변화에서, flat한 피팅에서는 타각적 굴절검사의 변화량에서 유의한 차이를 보이지 않았으며 normal한 피팅에서 측정 시간대별로 타각적, 자각적굴절

검사와 각막곡률반경검사에서 유의한 변화를 보였다. 자각적 굴절검사에서도 모든 피팅 상태에서 시간대별로 유의한 차이를 보였으며, 특히 steep와 flat피팅에서 변화량이 큰 것으로 나타났다. 그러나 피팅 상태에 따른 시간대별 변화의 차이(between fittings)는 보이지 않았다. 이 결과는 비록 소프트콘택트렌즈의 피팅에 따른 결과이지만 이는 선행의 연구결과^{126,27)}로부터 예측되는 결과와 다르다.

1일 착용 시간 5시간 미만과 이상에 따른 측정 시간대별 자각적, 타각적 굴절검사와 각막곡률반경검사에서 변화량은 모두 유의한 변화를 보였으며, 1주당 착용 일수 5일 미만과 이상에 따른 측정 시간대별 자각적, 타각적 굴절검사에 모두 유의한 변화를 보였으나 각막곡률반경검사에서 5일 이상 착용자에서 유의한 변화를 보였다. 이러한 결과는 렌즈 착용자의 경우 렌즈를 제거한 후의 경과 시간에 따라 굴절검사나 각막곡률반경검사에서 영향을 미치는 것으로 파악된다. 각 검사항목에 대한 Bonferroni 사후검정을 적용하여 해석해 보면 유의한 변화가 없는 검사시점은 대략 30분부터 시작되나 착용 시간이나 일수에 상관없이 대부분 60분 이후부터는 안정한 시점임을 추정할 수 있다. 이러한 결과는 각막팽윤의 회복은 눈을 뜬 상태에서 15분까지 급격히 진행되고 그 이후는 미미한 회복으로 평가한 Andrasko²⁴⁾의 결과에 비하면 렌즈 제거 후 굴절검사에서는 더 많은 대기 시간을 필요로 하는 것으로 판단된다.

Harper²⁸⁾는 수면 시 렌즈를 착용하지 않은 상태에서 각막두께의 증가가 최소 5.5%에서 최대 7.2%까지 발생한다고 보고하였고, Grosvenor²⁹⁾는 렌즈를 착용하지 않고 수면 시 각막부종이 3~4% 발생한다고 하였고, 눈을 뜬 상태에서 한 시간 정도 지나면 부종이 사라진다고 보고하였다. 수면 시간은 눈을 감고 산소가 차단되는 효과를 가져와 각막에 산소가 도달되는 것을 막아 각막부종을 일으키고 부종이 완전히 사라지기 전에 렌즈를 다시 착용함으로써 만성적인 부종의 효과를 가지는 것으로 생각된다. 검사 전날 수면상태에 따른 굴절력 변화와 각막곡률반경 변화를 살펴본 결과 7시간 미만인 그룹이 7시간 이상인 그룹보다 타각적 굴절검사와 자각적 굴절검사에서 대체적으로 적게 변화된 것으로 평가되었다.

사람의 각막은 렌즈 없이 수면 7시간 후 눈을 뜬 상태에서 60분 정도 지나면 각막이 회복된다고 한다.³⁰⁾ Andrasko²⁴⁾의 연구 결과에서 각막팽윤의 회복 시간을 유추하여 보면 렌즈를 착용하지 않은 상태에서 수면 후 팽윤이 회복되는 시간은 90분이며, 렌즈 착용 상태에서 수면 후 팽윤이 회복되는 시간은 195~200분으로 예측된다. 또한 렌즈를 착용 상태에서 수면 후 렌즈를 제거하고 각막팽윤이 회복되는 시간은 150분으로 예측가능하다. 렌즈

를 착용하지 않은 상태에서 수면 직후 렌즈를 착용한 상태에서 팽윤이 회복되는 시간은 90-150분으로 예측가능하다. 위 연구 결과를 미루어 보아 만약 수면 직후 렌즈 착용 후 시간이 60분 경과하였다면 각막팽윤 회복 시간은 30~90분으로 예측된다. 더구나 수면 후 렌즈 착용하지 않은 시간이 길었다면 렌즈착용자의 렌즈 제거 후 각막팽윤의 회복 시간은 더 짧을 것이다. 렌즈를 착용하는 동안 각막에 산소가 차단될 것이고 렌즈를 제거하고 나서 수면 후 눈을 뜬 상태와 같이 산소가 각막에 공급이 될 것이다.

렌즈 제거 후 근시화 경향을 보였으며 측정 시간대별 변화를 종합하면 보면 30분까지는 급격한 변화가 있게 되고 60분 시점이 지나면서 점차적으로 안정된 것으로 생각된다. 그러나 이러한 변화는 렌즈 종류 간, 피팅 상태 간, 1일 착용 시간 간, 주간 착용일수 간, 전날 수면 시간 간에 따른 차이는 보이지 않았다. 다만, 측정 시간과 피팅상태, 렌즈 종류, 수면 시간의 상호작용 효과가 각막곡률 변화에 작용한 것으로 나타났다.

결 론

렌즈 제거 후 굴절검사와 각막곡률반경검사에서 측정 시간에 따라 미세한 변화를 보였고 눈이 안정화되는 시점은 렌즈 제거 후 최소 60분이 경과되어야 하는 것으로 나타났다. 이러한 변화는 렌즈의 종류, 렌즈의 피팅 상태, 당일 착용 시간, 일 주당 착용 일수, 전날 수면 시간에 따라 차이를 보이지 않았다. 따라서 콘택트렌즈 착용자가 렌즈 교체나 안경처방을 목적으로 시력검사를 받을 경우 가능한 한 렌즈를 제거한 상태가 적어도 60분 이상 경과하여야 할 것으로 본다. 그러기 위해서는 각막팽윤이 회복되도록 오전에 착용하지 않은 상태에서 오후에 검사하거나 렌즈 착용자의 습관을 고려하여 검사 시점을 결정하는 것이 바람직할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2013년 경운대학교 교내 연구비의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Chu BS, Mah KC, Hwang JH. Contact lens market trend of korean optometric clinics in 2010. Korean J Vis Sci. 2011;13(3):225-234.
- [2] Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, Helland M, Efron N, Grupcheva CN, et al. International Contact Lens Prescribing in 2011. Contact Lens Spectrum. 2012;27(1):26-

- 32.
- [3] O'Neal MR, Polse KA. In vivo assessment of mechanisms controlling corneal hydration. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1985;26(6):849-856.
- [4] Jalbert I, Sweeney DF, Stapleton F. The effect of long-term wear of soft lenses of low and high oxygen transmissibility on the corneal epithelium. *Eye.* 2009;23(6):1282-1287.
- [5] Liesegang TJ. Physiologic changes of the cornea with contact lens wear. *CLAO J.* 2002;28(1):12-27.
- [6] Bonanno JA. Effects of contact lens-induced hypoxia on the physiology of the corneal endothelium. *Optom Vis Sci.* 2001;78(11):783-790.
- [7] Sweeney DF. *Silicone hydrogels*, 2nd Ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2004;126-135.
- [8] Kim DS. Oxygen diffusion according to the fitting conditions of contact lens. *J Korean Oph Opt Soc.* 2008;13(3):35-43.
- [9] Efron N, Morgan PB, Cameron ID, Brennan NA, Goodwin M. Oxygen permeability and water content of silicone hydrogel contact lens materials. *Optom Vis Sci.* 2007;84(4):328-337.
- [10] Alvord L, Court J, Davis T, Morgan CF, Schindhelm K, Vogt J, et al. Oxygen permeability of a new type of high-Dk soft contact lens material. *Optom Vis Sci.* 1998;75(1):30-36.
- [11] Park SH, Kim SR, Park MJ. The effect of circle lens and soft contact lens with identical material in clinical application on the eyes. *J Korean Oph Opt Soc.* 2011;16(2):147-157.
- [12] Kim DH, Oh SJ, Hwang JH, Sung DY, Jeon IC, Choi HY. The analysis of physicochemical properties of cosmetic color contact lenses. *Korean J Vis Sci.* 2008;10(3):239-259.
- [13] Fonn D, MacDonald KE, Richter D, Pritchard N. The ocular response to extended wear of high Dk silicone hydrogel contact lens. *Clin Exp Optom.* 2002;85(3):176-182.
- [14] Stern J, Wong R, Naduvilath TJ, Stretton S, Holden BA, Sweeney DF. Comparison of the performance of 6- or 30-night extended wear schedules with silicone hydrogel lenses over 3 years. *Optom Vis Sci.* 2004;81(6):398-406.
- [15] Braun DA, Anderson Penno EE. Effect of contact lens wear on central corneal thickness measurement. *J cataract Refract Surg.* 2003;29(7):1319-1322.
- [16] Lass JH, Dutt RM, Spurney RV, Stocker EG, Wolff CH, Glavan I. Morphologic and fluorophotometric analysis of the corneal endothelium in long-term hard and soft contact lens wearers. *CLAO J.* 1988;14(2):105-109.
- [17] Liu Z, Pflugfelder SC. The effects of long-term contact lens wear on corneal thickness, curvature, and surface regularity. *Ophthalmology.* 2000;107(1):105-111.
- [18] Jalbert I, Stretton S, Naduvilath T, Holden B, Keay L, Sweeney D. Changes in myopia with low-Dk hydrogel and high-Dk silicone hydrogel extended wear. *Optom Vis Sci.* 2004;81(8):591-596.
- [19] Sakamoto R, Miyanaga Y, Hamano H. Soft and RGP lens and corneal swelling and deswelling with overnight wear. *Int Contact Lens Clin.* 1991;18(11-12):214-218.
- [20] Cox I, Zantos SG, Orsborn GN. The overnight corneal swelling response of non-wear, daily wear, and extended wear soft lens patients. *Int Contact Lens Clin.* 1990;17(5-6):134-138.
- [21] Ladage PM, Ren DH, Petroll WM, Jester JV, Bergmanson JP, Cavanagh HD. Effects of eyelid closure and disposable and silicone hydrogel extended contact lens wear on rabbit corneal epithelial proliferation. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44(5):1843-1849.
- [22] Yamanoto K, Ladage PM, Ren DH, Li L, Petroll WM, Jester JV, et al. Effect of eyelid closure and overnight contact lens wear on viability of surface epithelial cells in rabbit cornea. *Cornea.* 2002;21(1):85-90.
- [23] Cho YK, Kim SW, Yu DS. Comparison of changes in refraction for correction between spectacle and contact lenses wearers. *Korean J Vis Sci.* 2012;14(3):181-187.
- [24] Andrasko GJ. Corneal deswelling response to hard and hydrogel extend wear lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1986;27(1):20-23.
- [25] O'Neal MR, Polse KA, Sarver MD. Corneal response to rigid and hydrogel lenses during eye closure. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1984;25(7):837-842.
- [26] Harvitt DM, Bonanno JA. Direct noninvasive measurement of tear oxygen tension beneath gas-permeable contact lenses in rabbits. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1996;37(6):1026-1036.
- [27] Kim DS, Park MJ. Model on the oxygen transmission of contact lenses according to the fitting. *J Korean Oph Opt Soc.* 2003;8(2):1-11.
- [28] Harper CL, Boulton ME, Benntt D, Marcyniuk B, Jarvis-Evans JH, Tullo AB, et al. Diurnal variations in human corneal thickness. *Br J Ophthalmol.* 1996;80(12):1068-1072.
- [29] Grosvenor T. Changes in corneal curvature and subjective refraction of soft contact lens wearers. *Am J Optom Physiol Opt.* 1975;52(6):405-413.
- [30] Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol.* 2000;44(5):367-408.

Refractive Power Changes after Removal of Contact Lenses

Yun-Kyung Cho, Soo-Woon Kim, and Dong-Sik Yu*

Dept. of Optometry and Vision Science, Kyungwoon University, Gumi 730-739, Korea

(Received July 31, 2013; Revised August 29, 2013; Accepted September 14, 2013)

Purpose: To evaluate the changes of refractive power when worn soft contact lenses were temporarily removed.

Methods: 91 soft contact lens wearers (15 males and 76 females; total 182 eyes) from 17 to 39 years of age (average: 24 ± 4.8 years) were participated. Objective and subjective refraction, and corneal radius were measured at 0, 30, 60 and 90 min after lens removal. The changes in refractive power were evaluated between measurements over time. The other parameters such as types of lenses, fitting and wearing conditions were also assessed. **Results:** Objective refraction, subjective refraction and corneal radius were significantly changed according to measured time ($p < 0.0001$). A moderate myopic shifts was observed at the beginning (30 min after lens removal) and a slight myopic shift at the late of measurement (60 min to 90 min after lens removal). There are no significant differences between lens types, fitting states, wearing time, wearing days and sleeping time in the previous day. However, there was significant interaction in changes for corneal radius between measuring time and lens type ($p = 0.017$), fitting state ($p = 0.019$), and sleeping time prior to the test ($p = 0.010$). **Conclusions:** Time to reach refractive and corneal radius stability after contact lens removal revealed at least more than 60 min, regardless of types of lenses, fitting and wearing conditions. Therefore, refraction for correction should be performed after waiting for more than that time as possible.

Key words: Contact lens, Refractive correction, Refraction, Refractive power, Corneal radius