

모노비전, 변형된 모노비전, 멀티포컬 콘택트렌스로 교정 시 20대 성인의 조절기능 비교

이아영, 김정미, 이군자*

을지대학교 안경광학과, 성남 461-713

투고일(2015년 2월 9일), 수정일(2015년 3월 30일), 게재확정일(2015년 4월 14일)

목적: 모노비전, 변형된 모노비전 및 비구면 멀티포컬 소프트콘택트렌스로 교정 시 20대 성인에서 근거리 작업 후 조절기능의 변화를 비교하였다. **방법:** 30명의 젊은 성인(23.53 ± 2.37 세)을 대상으로 모노비전, 단초점 콘택트렌즈와 낮은 가입도의 중심부-근용 비구면 다초점 콘택트렌즈를 활용한 변형된 모노비전, 멀티포컬 콘택트렌즈의 교정방법을 사용하여 양안에 착용시키고, 일주일의 적응기간이 경과한 후 조절기능을 검사하였다. 조절기능 평가는 콘택트렌즈를 착용하고 1시간 동안 동영상 시청하여 조절 부담을 유도한 후 원/근거리의 100%와 10% 대비시력, 조절반응, 근거리 조절용이성, 양성/음성상대조절력 등을 평가하였다. 모든 검사는 양안으로 시행하였다. **결과:** 원거리 10% 대비시력은 모노비전에서 가장 낮았다($p < 0.005$). 조절반응량은 검사거리 1 m(1.00 D)에서 모노비전이 변형된 모노비전보다 작았고, 검사거리 40 cm(2.50 D)에서는 모노비전이 변형된 모노비전, 멀티포컬 콘택트렌즈보다 작았다($p < 0.05$). 근거리 조절용이성, 양성/음성상대조절력은 콘택트렌즈 교정법 사이에 차이가 없었다. **결론:** 20대 성인에서 낮은 가입도의 모노비전 처방은 단초점렌즈보다 근거리 조절반응을 줄여주지만 중심부-근용 멀티포컬 콘택트렌즈를 이용한 '변형된 모노비전'과 멀티포컬 콘택트렌즈 처방은 조절이완에 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

주제어: 모노비전, 변형된 모노비전, 멀티포컬 콘택트렌즈, 근거리 작업, 조절기능

서 론

핸드폰이나 태블릿 PC를 통하여 독서, 게임, 문서작성 및 영화감상 등이 가능해짐에 따라 근거리 시생활의 범주와 사용시간이 지속적으로 증가하고 있다. 한국 KT 경제경영연구소의 '2015년 모바일 트렌드 전망' 보고서에 따르면 2014년 전 세계 스마트폰 보급률은 24.5%로 PC(20%)보다 높게 나타났고, 2014년 하루 스마트폰 사용시간이 최대 219분으로 20-30대 연령의 평균 스마트폰 사용시간은 281분으로 제일 길었으며, 2018년에는 스마트폰 보급률이 36.5%대의 증가를 예상하는 반면, PC는 20%대에 그칠 것으로 전망했다.^[1,2] 이에 따라 시력과 양안시 기능 그리고 신체 기능에 결함이 없음에도 불구하고, 장시간의 독서나 컴퓨터 작업 등의 근거리 시각 활동이 지속되다 보면 안통, 눈의 건조, 시력 흐림 등의 자각증상을 경험하게 된다.^[3] 따라서 이러한 증상들은 안정피로(asthenopia) 또는 시각적 피로(visual fatigue) 등으로 정의되며,^[4,5] 지속적인 근거리 작업은 안정피로의 원인이 되고, 안정피로는 조절장애와 관련이 있는 것으로 알려져 있다.^[4,6]

조절에 의한 안정피로를 줄여주는 방법으로는 누진가입도렌즈(Progressive Addition Lens: PAL)를 이용하는 방법이 있는데, Koh^[7]는 젊은 성인이 PAL 렌즈를 착용했을 때 조절 기능이 개선되고, 근거리 작업을 할 때 피로도가 감소됨을 보고하였고, Gwiazda 등^[8]의 연구결과는 PAL 렌즈가 조절 부담을 감소시켜 근시진행을 지연시키는 효과가 있음을 보여주었으며, Aller 와 Wildsoet^[9]도 쌍둥이를 대상으로 진행한 연구에서 이중초점 콘택트렌즈가 근시진행 정도를 지연시킨다고 보고하였다.

콘택트렌즈를 이용하여 이러한 조절 부담을 완화시키는 방법에는 모노비전, 변형된 모노비전 및 멀티포컬 콘택트렌즈 처방 등을 활용할 수 있다. 콘택트렌즈를 이용한 방법은 안경보다 조절 부담을 줄여주고 근시진행 지연효과도 더 큰 것으로 보고되고 있는데,^[10] 이것은 조절력이 좋은 젊은 성인이 PAL 렌즈를 착용할 경우 근거리 물체를 볼 때 누진안경렌즈의 근용부를 이용하지 않는 경향이 있지만^[11] 콘택트렌즈의 경우에는 시선이 안구와 같이 움직이기 때문에 근용부 사용에 대한 가입도 적응에 더 효과적인 것으로 생각된다.

*Corresponding author: Koon-Ja Lee, TEL: +82-31-740-7182, E-mail: kjl@eulji.ac.kr

모노비전은 한쪽 눈은 원거리 시력이 잘 보이고, 다른 쪽 눈은 근거리 시력이 잘 보이도록 단초점 콘택트렌즈를 사용하여 노안을 교정하는 방법으로 70% 이상의 성공률을 보이나 양안시 기능이 떨어지는 것으로 알려진 처방방법이다.^[12] 멀티포컬 콘택트렌즈는 근거리, 중간거리 및 원거리 도수가 포함된 광학부가 모두 동공에 위치하도록 디자인된 동시보기 콘택트렌즈로 근거리 물체를 주시할 때 폭주와 같은 안구운동 뿐 만 아니라 축동이 일어나기 때문에,^[13] 원거리 물체를 볼 때는 원용부로 빛이 더 많이 입사하고, 근거리 물체를 볼 때에는 근용부로 더 많은 빛이 입사하도록 하여 주시거리에 따라 망막에 맺히는 선명한 상과 흐린 상의 빛의 비율이 서로 다르기 때문에 뇌에서 흐린 상을 쉽게 억제할 수 있는 원리로 양안시를 저하시키지 않으며 근거리 시력을 향상시켜 주는 처방방법이다.^[14] 변형된 모노비전은 시각적 요구에 맞게 작업거리에 따라 시력개선이 더 필요한 눈의 시력을 최대화하려는 목적으로 단초점 콘택트렌즈를 처방하고, 다른 쪽 눈에는 멀티포컬 콘택트렌즈를 처방하는 방법이다.^[14]

흐린 상은 조절기능에 영향을 주는 주된 자극으로 Donner의 연령에 따른 조절력에 의하면 20~25세의 젊은 성인의 평균 조절력은 10.00~8.50 D^[15]로 조절자극에 따라 실제 사용되는 조절반응이 나타난다. 멀티포컬 콘택트렌즈는 다양한 거리에 있는 물체의 상을 망막의 중심부에 적절하게 결상시켜 노안교정을 위한 처방방법으로 사용될 뿐만 아니라 조절력에 이상이 없는 젊은 성인의 경우에도 멀티포컬 콘택트렌즈를 착용하면 조절반응이 줄어들 것으로 예상할 수 있다. Rosenfield와 Carrel^[16]은 +0.75 ~ +2.00 D 가입도의 범위에서 젊은 성인의 조절반응이 감소하였고, Tarrant 등^[17]도 중심부-원용 이중초점 콘택트렌즈가 젊은 성인의 조절지연을 감소시켰다고 보고하였지만, Montes Mico 등^[18]은 젊은 성인에서 중심부-근용 멀티포컬 콘택트렌즈 착용 후 조절반응에 변화가 없다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 조절 부담을 경감시키는 방법으로 알려진 콘택트렌즈를 이용하여 모노비전, 변형된 모노비전, 멀티포컬 콘택트렌즈 처방이 근거리 작업을 많이 하는 20대 성인의 조절반응에 영향을 주는지 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 대상자 선정

본 연구의 목적과 방법에 동의한 20대 성인 중 완전 교정값을 기준으로 구면 굴절이상인 0.00 ~ -6.00 D 이하, 원주 굴절이상인 -1.00 D 이하이며, 단안 교정시력이 0.8 이상, 양안 교정시력이 1.0 이상, 동공크기가 밝은 조명 (photopic) 상태에서 3 mm 이상이며, 암실(scotopic) 상태

에서 5 mm 이상인 대상자로 양안시 이상(안위 이상이나 조절기능 이상), 안질환이나 전신질환이 있거나, 각막 굴절 교정수술자, 양안의 교정굴절력이 2.00 D 이상 차이가 나는 대상자는 제외하였다. 본 연구 조건에 맞는 30명(남자 16명, 여자 14명)을 연구 대상으로 하였다.

2. 콘택트렌즈

본 연구에 사용된 소프트렌즈는 모두 실리콘하이드로겔 재료로 단초점 소프트 콘택트렌즈는, comfilcon A 재료의 Biofinity와 Biofinity Toric(CooperVision, Hamble, UK)렌즈를 사용하였고, 다초점 소프트 콘택트렌즈는 lotrafilcon B 재료의 AirOptix Multifocal(CIBA Vision, Duluth, GA)를 사용하였다(Table 1). AirOptix multifocal 비구면 콘택트렌즈는 동시보기의 중심부-근용 디자인으로 low addition(+1.25 D 이하) 렌즈를 선택하였고, 이 렌즈의 도수 분포상태는 광학부의 중심에서 주변으로 점진적 변화여 렌즈의 중심부 2~3 mm 영역에는 근용 도수, 중심부 3~5 mm에는 중근용 도수, 중심부로부터 5 mm 이상의 광학주변부에는 원용도수가 들어가 있다. 모노비전 처방군은 멀티포컬 콘택트렌즈의 가입도 low addition과 유사한 조건을 맞추기 위하여 가입도를 +1.00 D로 처방하여 콘택트렌즈의 근거리 도수를 결정하였고 난시 굴절이상은 등가구면 굴절력값으로 처방하였으며, 변형된 모노비전 처방군은 원거리 우위안에 단초점 콘택트렌즈를 처방하고 원거리 비우위안에 중심부-근용 비구면 다초점 콘택트렌즈를 처방하였고, 멀티포컬 콘택트렌즈 처방군은 양안에 중심부-근용 비구면 다초점 콘택트렌즈를 처방하였다.

3. 콘택트렌즈 피팅 상태 확인

콘택트렌즈를 착용시키고 세극등을 이용하여 중심잡기(centration), 렌즈의 동적 움직임, push up 검사 및 상방 및 측방 래그(lag) 검사를 통해 피팅 상태를 확인하고 적절한 피팅 상태를 보이는 경우에만 대상자에 포함시켰다.

Table 1. Properties of soft contact lenses used in this study

Parameters	Biofinity	Biofinity Toric	AirOptix Multifocal
Manufacturer	CooperVision	CooperVision	CIBA Vision
Material	comfilcon A	comfilcon A	lotrafilcon B
WC (%)	48	48	33
BOZR (mm)	8.6	8.7	8.6
Diameter (mm)	14.0	14.5	14.2
Dk/t	160	116	138
Addition (D)			Low: ≤+1.25 D

WC, water content; BOZR: back optic zone radius

4. 조절력 검사(push up 검사)

푸쉬업(push up)에 의한 단안 조절력검사^[19]는 40 cm 거리에서 버넬 주시막대의(Bernell fixation stick, Bernell Co., U. S.) 0.7 시표를 보도록 하고, 최초의 흐린 점을 보고하는 거리와 두 번째 흐린 점을 보고하는 거리의 평균값을 기록하고, 3회 반복 검사하여 연령에 따른 조절력이 정상인 자를 대상자로 선정하였다.

5. 근거리 작업 유도 후 시력검사 및 조절반응 검사

대상자들이 착용한 콘택트렌즈에 대한 주관적인 판단이 개입되지 않도록 하기 위하여 착용자가 콘택트렌즈의 종류를 알 수 없도록 맹검법(blind test)을 사용하였고 콘택트렌즈의 종류는 대상자마다 무작위로 처방하였고 콘택트렌즈에 적응이 되었다고 판단되는 착용 1주일 후, 재방문하도록 하였다. 대상자들에게 조절 부담을 유도하기 위해 1시간 동안 67 cm 거리에서 컴퓨터를 통해 동영상 시청하도록 한 후, 조절기능 검사를 시행하였다. 모든 검사는 검사실의 조도를 330 lx로 일정하게 유지하고 3회 반복 측정하여 평균값을 취하였다. 모든 검사는 양안으로 이루어졌다.

1) 원근거리 대비시력 검사

대비도 100%와 10%의 ETDRS(Early Treatment Diabetic Retinopathy Study) 원거리와 근거리 시표(Logarithmic visual acuity chart “2000”, Precision Vision, U.S.A.)를 사용하여 각각 원거리 대비시력은 4 m 거리, 근거리 대비시력은 40 cm 거리에서 양안으로 측정하였다. 시력 검사결과는 LogMAR 단위로 기록하였다.

2) 조절자극-반응 검사

조절자극-반응검사는 개방형 자동굴절계(NVision K 5001, Shin Nippon, Japan)을 사용하여 4 m(0.25 D), 2 m(0.50 D), 1 m(1.00 D), 40 cm(2.50 D)에서 측정하였다. 양안 개방 상태에서 측정하였으며, 4 m, 2 m 및 1 m에서는 검사거리에 따라 보정된 Snellen 0.5 시표를 주시하도록 하고, 40 cm에서는 피검사의 편안한 주시를 위하여 십자시표의 중앙을 보도록 하였다. 또는 유도된 굴절이상도와 실제 굴절이상도의 차이값을 조절반응값으로 계산하였다.

3) 근거리 조절용이성 검사

근거리 조절용이성 검사^[19]는 ±2.00 D의 플리퍼(Accommodative flippers, Bernell Co., U.S)와 40 cm용 근거리 100% ETDRS 2000 chart(Logarithmic visual acuity chart “2000”, Precision Vision, U.S.A.) 20/50을 이용하여 양안에서 실시하였다. 검사거리는 40 cm로 유지하고, 1분 동

안 플리퍼의 회전수를 3회 반복 측정하여 평균값을 cpm 단위로 기록하였다.

4) 양성/음성상대조절력 검사

상대조절력 검사는 포롭터(CV-5000, TOPCON, Japan)을 이용하여 40 cm 근거리 시표의 0.7 시표를 보도록 하고, 음성상대조절력(negative relative accommodation, NRA)을 측정하기 위해 +0.25 D를 한 단계씩 증가하여 시표가 처음으로 흐려 보일 때까지 부가된 굴절력을 기록하였다. 조절이완에 대한 조절의 영향을 최소화하기 위해 음성상대조절력을 먼저 측정하고, 양성상대조절력을 측정하였다. 동일한 검사에 대해서는 30초의 검사간격을 두었으며, 음성상대조절 검사 후 1분간의 휴식을 주고 양성상대조절 검사^[20]를 실시하였다.

5. 통계분석

본 연구의 검사 결과에 대한 통계학적 검증은 SPSS ver. 18.0을 이용하였다. 일원배치 분산분석과 사후분석을 위해 본페로니검정(Bonferroni correction)을 실시하였으며, p<0.05일 경우 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결과 및 고찰

1. 대상자의 특성

대상자는 근거리 작업이 많은 젊은 성인 30명(평균연령은 23.53±2.37세)으로 등가구면 굴절력은 -2.41±1.75 D 이었고, 조절력은 9.89±1.80 D로, Donner의 20~25세의 평균 조절력 범위인 10.00 D~8.50 D^[15] 이하인 대상자는 없었다. 동공크기는 밝은 조명(photopic)상태에서 3.32±0.75 mm, 암실(scotopic)상태에서는 5.92±0.94 mm로 (Table 2), 선행연구^[21]에서 보고된 20대의 암실 상태 동공크기 7.5 mm보다 약 1.58 mm 정도 작았으며, 밝은 조명

Table 2. Demographics and biometric data of subjects

Characteristic	Mean±SD (Range)
Age (years)	23.53±2.37 (20 to 29)
Sex (Male : Female)	16 : 14
Spherical Refractive Error (D)	-2.29±1.71 (-5.75 to 0.25)
Cylindrical Refractive Error (D)	-0.23±0.31 (-1.00 to 0.00)
SER (D)	-2.41±1.75 (-5.75 to 0.00)
Amplitude of accommodation (D)	9.89±1.80 (6.47 to 15.89)
Photopic Pupil size (mm)	3.32±0.75 (2.50 to 6.50)
Scotopic Pupil size (mm)	5.92±0.94 (4.00 to 7.50)

SER (D), spherical equivalent of refractive error (D)

상태에서는 3.32 mm로 20대의 평균 동공크기 약 3.2 mm와 유사하게 나타났다.

2. 근거리 작업 후 양안 원/근거리 100%와 10% 대비시력

ETDRS 시표를 사용하여 양안 원근거리 대비시력을 측정한 결과 양안 원거리 100% 대비시력은 멀티포컬 콘택트렌즈(-0.08 ± 0.06)를 착용했을 때 가장 좋은 시력을 보인 반면, 모노비전 콘택트렌즈(-0.06 ± 0.07)를 착용했을 때 가장 낮은 시력을 보였지만 단초점 콘택트렌즈를 착용한 시력(-0.10 ± 0.07)과 유의한 차이를 보이지 않았다. 양안 원거리 10% 대비시력은 모노비전 콘택트렌즈 착용 시력(0.09 ± 0.08)이 단초점 콘택트렌즈 착용 시력(0.03 ± 0.06) 및 멀티포컬 콘택트렌즈 착용 시력(0.04 ± 0.07)보다 유의하게 낮았다($p=0.005$). 양안 근거리 100% 대비시력은 멀티포컬 콘택트렌즈의 착용 시 가장 좋았고, 10% 대비시력은 멀티포컬 콘택트렌즈와 변형된 모노비전 콘택트렌즈 착용 시 가장 좋았지만 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 3).

노안이 진행되지 않은 사람이 중심부 근용 멀티포컬 콘택트렌즈를 착용한 경우에는 동공부로 들어오는 원거리 물체의 상이 단초점의 70% 정도로 단안 원거리 시력은 단초점 콘택트렌즈보다 나쁠 수 있다. 그러나 모노비전이나 변형된 모노비전의 경우에는 양안에 다른 도수의 콘택트렌즈를 착용하는 방법으로 단안시력은 양안에서 다르게 나오기 때문에 본 연구에서는 양안의 시력을 평가하였다. 연구 결과 양안 원거리 고대비시력은 모노비전 콘택트렌즈, 변형된 모노비전 콘택트렌즈, 멀티포컬 콘택트렌즈에서 차이를 보이지 않았고, 저대비시력은 모노비전 처방의 경우에만 단초점 콘택트렌즈보다 유의하게 낮았고 변형된 모노비전과 멀티포컬 콘택트렌즈에서는 단초점 콘택트렌즈와 차이가 없었다. Montes Mico 등^[18]은 중심부 근용 멀티포컬 콘택트렌즈 착용 후 단초점 콘택트렌즈 단안 원거리 고대비시력은 노안의 경우에는 차이가 없으나 젊은 성

인의 경우에는 단초점렌즈보다 낮았고 멀티포컬 콘택트렌즈의 종류에 따라 차이가 있다고 하였다. 본 연구결과와 단안시력을 측정한 Montes Mico 등^[18]의 결과를 단면적으로 비교할 수 없는 것은 본 연구에서는 양안시력을 측정하였기 때문에 결과에 차이가 있을 수 있다고 생각된다. 멀티포컬 콘택트렌즈는 중심부와 주변부의 도수 차이가 있으므로 동공크기에 큰 영향을 받게 되고 동공크기가 시력에 중요한 영향을 미친다. 노안의 경우에는 축동과 산동의 유연성이 저하되고 동공크기가 젊은 성인에 비해 작기 때문에 원거리 및 근거리시력이 다르게 나올 수 있으며 콘택트렌즈의 디자인에 따라서도 차이가 발생할 수 있고 단안시력과 양안시력도 차이가 있을 것으로 사료된다.

모노비전의 경우 뇌에서 선명한 상만을 받아들이고 흐린 상에 대한 억제가 일어나기 때문에 멀티포컬 콘택트렌즈보다 시력이 우수할 것으로 보고되었고,^[22] Gupta 등^[23]도 노안의 경우 모노비전에 의한 양안 원근거리시력이 멀티포컬 콘택트렌즈 처방보다 우수하다고 하였다. GP 멀티포컬 콘택트렌즈를 착용한 노안의 경우에도 근거리 고대비시력은 안경과 차이가 없고 GP 모노비전의 경우에는 근거리 저대비시력은 차이가 없지만 근거리 고대비시력은 안경과 차이가 있다고 하였다.^[24] 그러나 본 연구에서는 양안 근거리 고대비시력과 저대비시력은 모든 그룹 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다.

3. 근거리 작업 후 조절자극-반응값

본 연구에서는 유도된 굴절이상도와 실제 측정된 굴절이상도의 차이를 조절 반응값에^[25] 적용하였으며, 정적상태에서 측정한 조절반응검사 결과는 대상자 눈의 상태와 착용한 콘택트렌즈에 의한 결과로 조절 반응값이 증가한다면 이것은 눈의 조절반응이 반영된 결과로 가정하였다. 검사거리 4 m에서 0.25 D 조절 자극에 대한 반응량은 변형된 모노비전의 경우 0.26 ± 0.55 D로 조절반응이 가장 컸고, 멀티포컬 콘택트렌즈의 경우 0.13 ± 0.42 D로 가장

Table 3. The mean binocular distance/near visual acuity in young adults wearing single vision, monovision, modified monovision and aspheric multifocal contact lenses

Type of lens correction	Distance Visual Acuity (logMAR)		Near Visual Acuity (logMAR)	
	HCVA	LCVA	HCVA	LCVA
Single vision	-0.10 ± 0.07	0.03 ± 0.06^a	-0.02 ± 0.06	0.13 ± 0.07
Monovision	-0.06 ± 0.07	$0.09 \pm 0.08^{a,b}$	-0.00 ± 0.07	0.15 ± 0.05
Modified monovision	-0.07 ± 0.09	0.05 ± 0.06	-0.02 ± 0.05	0.12 ± 0.05
Multifocal	-0.08 ± 0.06	0.04 ± 0.07^b	-0.03 ± 0.07	0.12 ± 0.08
P-value	0.267	0.005*	0.443	0.443

HCVA, high contrast visual acuity at contrast of 100%; LCVA, low contrast visual acuity at contrast of 10%; ^a and ^b, the same letters indicate a significant difference between groups based on Bonferroni multiple comparison test; p-value * <0.05 .

적었지만 4가지 방법 사이에 유의한 차이가 없었다 ($F=0.398, p=0.755$). 검사거리 2 m에서 0.50 D 조절 자극에 대한 조절반응량은 변형된 모노비전의 경우에는 0.49 ± 0.51 D로 가장 컸고, 멀티포컬 콘택트렌즈의 경우에는 0.26 ± 0.43 D로 가장 적었으나 교정법 사이에 유의한 차이가 없었다($F=1.463, p=0.228$). 검사거리 1 m에서 1.00 D 조절 자극에 대한 조절반응량의 경우에는 모노비전의 경우 0.39 ± 0.51 D로 다른 교정법보다 조절반응량이 제일 적었고 4가지 방법 사이에 유의한 차이가 있었다($F=3.962, p=0.010$). Bonferroni 사후분석 결과 모노비전에 의한 조절반응은 단초점($p=0.035$) 및 변형된 모노비전과도 유의하게 작은 값으로 측정되었다($p=0.014$). 검사거리 40 cm에서 2.50 D 조절 자극에 대한 조절반응량은 4가지 방법 사이에 유의한 차이가 있었고($F=4.083, p=0.009$), Bonferroni 사후분석 결과 조절반응량은 모노비전, 변형된 모노비전, 멀티포컬 콘택트렌즈는 단초점렌즈와 차이가 없었으나, 모노비전은 변형된 모노비전($p=0.015$), 멀티포컬 콘택트렌즈($p=0.030$) 처방보다 작았다(Table 4).

멀티포컬 콘택트렌즈는 다양한 거리에 있는 물체의 상을 망막의 중심와에 적절하게 결상시켜 줄 수 있는 렌즈로 조절력에 이상이 없는 경우에도 다양한 거리에서 근거리작업을 잘 수행할 수 있게 하여 조절자극에 따라 조절반응에 변화가 예측된다. 노안의 경우에는 조절자극에 따라 조절반응이 일어나지 못하여 이들 사이의 그래프 기울기가 0으로 나오지만 젊은 성인의 경우에는 조절자극에 따라 조절반응이 나타나고, 본 연구에서는 조절자극을 증가시킴에 따라 조절반응이 증가하였다.

Montes Mico 등^[18]과 Rajagopalan 등^[26]은 젊은 성인의 경우 가입도가 낮은 멀티포컬 처방 후 조절반응값은 단초점렌즈와 차이가 없지만 가입도가 높은 경우에는 25 cm의 조절자극에 대한 반응값이 유의하게 작았다고 보고하였다. Tarrant 등^[17]은 중심부-원용 이중초점 콘택트렌즈를 착용한 젊은 성인에서 조절반응이 감소하였다고 보고하였으나, Pettersson 등^[26]은 젊은 성인에게 가입도 1.00 D의 중심부-원

용 멀티포컬 콘택트렌즈 착용 후 조절반응을 확인한 결과 조절이완이 나타나지 않았으며, 조절력이 충분한 경우에는 멀티포컬 콘택트렌즈가 조절 완화에 효과적이지 않다고 하였다. Madrid-Costa 등^[27]도 젊은 성인의 경우 낮은 가입도의 멀티포컬 콘택트렌즈 착용 후 검사거리 40 cm와 25 cm에 해당하는 2.50 D와 4.00 D의 자극에서 조절반응이 착용 전과 차이가 없으며 조절래그(lag)도 차이를 보이지 않음을 확인하고 가입도 1.00 D의 멀티포컬 콘택트렌즈 착용이 조절이완에 영향을 주지 않는다고 하였다. 결론적으로 본 연구에서도 낮은 가입도의 모노비전과 멀티포컬 콘택트렌즈를 활용한 모노비전 및 멀티포컬 콘택트렌즈 처방은 근거리 조절반응에 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

4. 근거리 작업 후 양안 조절용이성

양안 조절용이성 검사 결과는 단초점 콘택트렌즈의 경우는 10.64 ± 3.59 cpm, 모노비전은 10.53 ± 2.79 cpm, 변형된 모노비전은 10.13 ± 3.50 cpm, 멀티포컬콘택트렌즈 착용한 경우에는 9.79 ± 3.05 cpm로 4가지 교정방법 사이에 유의한 차이가 없었다($F=0.435, p=0.728$)(Table 5).

조절용이성은 조절을 빠르고 정확하게 하는 능력을 검사하는 것으로 노안의 경우 조절력 부족으로 조절용이성 측정이 불가능하지만 젊은 성인의 경우에는 측정이 가능하다. 근거리 작업 후 양안 조절용이성은 변화하는 조절자극에 대한 조절반응의 변화로 노안의 경우에는 조절용이성이 0에 해당되지만 젊은 성인의 정상적인 기준값은 7.72 ± 5.15 cpm^[28]로 본 연구에서는 기준값을 벗어난 그룹은 없었고, 단초점 그룹에서 7명, 모노비전 그룹 7명, 변형된 모노비전 5명, 멀티포컬 콘택트렌즈 2명이 기준값보다 크게 나타났지만 이들 콘택트렌즈 처방 사이의 조절용이성은 유의한 차이가 없었다($p=0.728$). 이 결과는 Montes Mico 등^[18]이 젊은 성인을 대상으로 단초점 콘택트렌즈와 멀티포컬 콘택트렌즈를 착용 후 두 그룹에서 조절용이성의 차이가 없다고 보고한 결과와 일치하였다.

Table 4. The mean accommodative response against accommodative stimuli in young adults wearing single vision, monovision, modified monovision and aspheric multifocal contact lenses at the distances of 4 m, 2 m, 1 m, and 40 cm

Type of lens correction	Accommodative response			
	0.25 D stimulus	0.50 D stimulus	1.00 D stimulus	2.50 D stimulus
Single vision	0.21 ± 0.43	0.48 ± 0.47	0.70 ± 0.42^a	0.92 ± 0.34
Monovision	0.23 ± 0.55	0.41 ± 0.54	$0.39 \pm 0.5^{a,b}$	$0.75 \pm 0.59^{a,b}$
Modified monovision	0.26 ± 0.55	0.49 ± 0.51	0.73 ± 0.4^b	1.10 ± 0.40^a
Multifocal	0.13 ± 0.42	0.26 ± 0.43	0.58 ± 0.35	1.08 ± 0.39^b
P-value	0.755	0.228	0.010*	0.009*

a and b, the same letters indicate a significant difference between groups based on Bonferroni multiple comparison test; p-value * < 0.05.

Table 5. The mean accommodative facility for young subjects wearing single vision, monovision, modified monovision and aspheric multifocal contact lenses

Type of lens correction	Accommodative facility (cpm)
Single vision	10.64±3.59
Monovision	10.53±2.79
Modified monovision	10.13±3.50
Multifocal	9.79±3.05
P-value	0.728

cpm, cycle per minute; p-value <0.05.

5. 근거리 작업 후 양성/음성상대조절력

양성/음성상대조절력의 평균값은 각각 단초점렌즈 -2.10 ± 0.89 D/2.31±0.66 D, 모노비전렌즈 -2.27 ± 1.42 D/2.16±0.68 D, 변형된모노비전 -2.33 ± 1.28 D/2.31±0.50 D, 멀티포컬콘택트렌즈 -2.21 ± 0.82 D/ 2.02±0.64 D로 4가지 교정방법 사이에 유의한 차이가 없었다(NRA: F=1.527, p=0.211; PRA: F=0.222, p=0.881), (Table 6).

일반적으로 양안시 이상을 평가하는데 있어서 상대조절력 검사는 다른 검사항목들에 비해 비중이 적지만,²⁹⁾ 본 연구에서는 젊은 성인에게 가입도 처방을 했을 때, 조절반응에 변화가 있는지의 여부를 판단하기 위해 상대조절력 검사를 진행하였다. 연구결과 음성/양성 상대조절력은 모든 콘택트렌즈 처방 사이에 유의한 차이가 없었는데 (p=0.881), Gracia 등²⁹⁾은 음성상대조절력은 어떠한 양안시 이상과도 명백한 연관성이 없으며, 높은 양성상대조절력은 조절과다와 관련된 양안시 이상과 관련이 있기 때문에 높은 양성상대조절력은 양안시 이상 진단 징후의 하나로 간주되어야 한다고 보고하였다.

본 연구는 모노비전, 변형된 모노비전, 중심부근용 멀티포컬 콘택트렌즈를 활용한 조절반응에 대한 시험적 연구 (pilot study)로 멀티포컬 콘택트렌즈 착용기간에 따라 시피질에서 흐린 상에 대한 적응(neuroadaptation)이 생길 수 있기 때문에 콘택트렌즈를 1주일 동안 착용하고 적응하도록 하였고, 중심부 근용 비구면 디자인의 멀티포컬 콘택트렌즈는 원거리시력과 근거리시력을 균형 있게 제공하여³⁰⁾ 조절력에 이상이 없는 경우에도 다양한 거리에서 근거리작업을 잘 수행할 수 있도록 도와줄 수 있을 것으로 생각되었다. 연구결과 선행 연구와 동일하게 노안교정 방법으로 활용하고 있는 콘택트렌즈가 젊은 성인의 조절시스템에 중요한 변화를 초래하지 않는다는 사실을 확인할 수 있었다. 이러한 결과에도 불구하고 더 많은 사람을 대상으로 연구가 진행되어야 할 것으로 생각되며 멀티포컬 인공수정체를 삽입한 경우 시기능이 적응하기 까지 수개월이 걸린다는³¹⁾ 결과를 고려한다면 멀티포컬 콘택트렌즈의

Table 6. The mean NRA and PRA for young subjects wearing single vision, monovision, modified monovision and aspheric multifocal contact lenses

Type of lens correction	NRA (D)	PRA (D)
Single vision	2.31±0.66	-2.10±0.89
Monovision	2.16±0.68	-2.27±1.42
Modified monovision	2.31±0.50	-2.33±1.28
Multifocal	2.02±0.64	-2.21±0.82
P-value	0.211	0.881

NRA, negative relative accommodation; PRA, positive relative accommodation; p-value <0.05.

경우 멀티포컬렌즈 의한 동시보기에 적응할 수 있도록 1~6개월 정도의 적응기간을 거친 후 검사할 필요가 있다고 생각되고 적응기간 중 조절반응의 변화에 대해서도 연구할 필요가 있을 것으로 판단된다.

결 론

양안 원근거리 100% 대비시력과 양안 근거리 10% 대비시력은 단초점, 모노비전, 변형된 모노비전 및 멀티포컬 콘택트렌즈 처방 시 유의한 차이가 없었고, 양안 원거리 10% 대비시력은 모노비전 착용 시 가장 낮았다(p<0.05).

조절반응량은 검사거리 1 m(1.00 D)에서 모노비전이 '변형된 모노비전'보다 작았고(p<0.05), 검사거리 40 cm (2.50 D)에서는 모노비전이 '변형된 모노비전'과 멀티포컬 콘택트렌즈보다 작았다(p<0.05).

조절용이성과 음성/양성 상대조절력은 연령에 따른 정상적인 기대값의 범위를 벗어난 그룹이 없었고 교정방법 사이에 차이가 없었다.

본 연구를 통해 근거리 작업이 많은 20대 성인이 낮은 가입도의 멀티포컬 콘택트렌즈를 이용하여 변형된 모노비전과 멀티포컬 콘택트렌즈를 착용한 경우 근거리 작업 후 원·근거리 시력과 조절반응, 조절용이성, 음성/양성 상대조절력과 관련 있는 조절기능이 단초점 콘택트렌즈를 착용한 것과 차이가 없음을 확인하였다.

REFERENCES

- [1] Digieco Report. Tap On The Door of Mobile First World: Nielsen Koreanclick Mobile Behavioral Data, 2015. https://www.kdi.re.kr/infor/kresearch_view.jsp?ac=127673 (14 January 2015).
- [2] The Wall Street Journal. Korea's smartphone population tops milestone, 2014. <http://blogs.wsj.com/korearealtime/2014/07/28/koreas-smartphone-population-tops-milestone>

- (28, July. 2014).
- [3] Conlon EG, Lovegrove WJ, Chekaluk E, Pattison PE. Measuring visual discomfort. *Vis Cogn.* 1999;6(6):637-663.
- [4] Tyrrell RA, Leibowitz HW. The relationship of vergence effort to reports of visual fatigue following prolonged near work. *Hum Factors.* 1990;32(3):341-357.
- [5] Sheedy JE, Hayes JN, Engle J. Is all asthenopia the same? *Optom Vis Sci.* 2003;80(11):732-739.
- [6] Park KY, Bak KJ, Lee JG, Lee YS, Roh JH. Factors affecting the complaints of subjective symptoms in VDT operators. *J Korea Occup Med.* 1997;9(1):156-169.
- [7] Koh KH. Clinical performance analysis of lenses for accommodative function improvement. MA Thesis. Eulji University, Daejeon. 2008.
- [8] Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, Hussein M, Marsh-Tootle W, Marny R et al. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45(7):2143-2151.
- [9] Aller TA, Wildsoet CF. Bifocal soft contact lenses as a possible myopia control treatment: a case report involving identical twins. *Clin Exp Optom.* 2008;91(4):394-349.
- [10] Rosen R, Jaeken B, Lindskoog PA, Artal P, Unsbo P, Lundstrm L. Evaluating the peripheral optical effect of multifocal contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012;32(6):527-534.
- [11] Hasebe S, Nakatsuka C, Hamasaki I, Ohtsuki H. Downward deviation of progressive addition lenses in a myopia control trial. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2005;25(4):310-314.
- [12] Westin E, Wick B, Harrist RB. Factors influencing success of monovision contact lens fitting: survey of contact lens diplomates. *Optometry.* 2000;71(12):757-763.
- [13] Loewenfeld IE. *The Pupil: Anatomy, Physiology, and Clinical Applications*, Vol 1. Woburn: Butterworth-Heinemann, 1993:295-317.
- [14] Bennett ES, Weissman BA. *Clinical contact lens practice*, 1st Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & wilkins, 2004;544-547.
- [15] Anderson H, Hentz G, Glasser A, Stuebing K, Manny R. Minus-lens-stimulated accommodative amplitude decreases sigmoidally with age: A study of objectively measured accommodative amplitudes from age 3. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49(7):2919-2926.
- [16] Rosenfield M, Carrel MF. Effect of near-vision addition lenses on the accuracy of the accommodative response. *Optometry.* 2001;72(1):19-24.
- [17] Tarrant J, Severson H, Wildsoet CF. Accommodation in emmetropic and myopic young adults wearing bifocal soft contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2008;28(1):62-72.
- [18] Montes Mico R, Madrid Costa D, Radhakrishnan H, Charman WN, Ferrer BT. Accommodative functions with multifocal contact lenses: A pilot study. *Optom Vis Sci.* 2011;88(8):998-1004.
- [19] Alpern M, Larson BF. Vergence and accommodation, IV. Effect of luminance quantity on the AC/A. *Am J Ophthalmol.* 1960;49(5):1140-1149.
- [20] Mah KC. *Binocular test*, 2nd Ed. Daihaksurim. 2007;77-79.
- [21] 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.
- [22] Schor C, Landsman L, Erickson P. Ocular dominance and the interocular suppression of blur in monovision. *Am J Optom Physiol Opt.* 1987;64(10):723-730.
- [23] Gupta N, Naroo SA, Wolffsohn JS. Visual comparison of multifocal contact lens to monovision. *Optom Vis Sci.* 2009;86(2):98-105.
- [24] Rajagopalan AS, Bennett ES, Lakshminarayanan V. Visual performance of subjects wearing presbyopic contact lenses. *Optom Vis Sci.* 2006;83(8):611-615.
- [25] Han GA, Hwang JH, Mah KC. Objective measurement of accommodative responses with open-field autorefractor. *Korean J Vis Sci.* 2009;11(1):35-44.
- [26] Pettersson AL, Ramsay MW, Lundstrom L, Rosen R, Nilsson M, Unsbo P et al. Accommodation in young adults wearing aspherical multifocal soft contact lens. *J Modern Optics.* 2011;58(19-20):1804-1808.
- [27] Madrid-Costa D, Ruiz-Alcocer J, Radhakrishnan H, Ferrer-Blasco T, Montes-Mico R. Changes in accommodative response with multifocal contact lenses: a pilot study. *Optom Vis Sci.* 2011;88(11):1309-1316.
- [28] Zellers J, Alpert T, Rouse M. A review of the literature and a normative study of accommodative facility. *J Am Optom Assoc.* 1984;55(1):31-37.
- [29] Gracia A, Cacho P, Lara F. Evaluating relative accommodations in general binocular dysfunctions. *Optom Vis Sci.* 2002;79(12):779-787.
- [30] Plainis S, Atchison DA, Charman WN. Power profiles of multifocal contact lenses and their interpretation. *Optom Vis Sci.* 2013;90(10):1066-1077.
- [31] Montes-Mico R, Ali, JL. Distance and near contrast sensitivity function after multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(4):703-711.

Comparison of Accommodative Function of Young Adults in their Twenties Wearing Monovision, Modified Monovision and Multifocal Soft Contact Lenses

A-Young Lee, Jeong-Mee Kim, and Koon-Ja Lee*

Dept. of Optometry, Eulji University, Sungnam 461-713, Korea

(Received February 9, 2015; Revised March 30, 2015; Accepted April 14, 2015)

Purpose: The purpose of this study was to compare the accommodative function of young adult in their 20s wearing monovision, modified monovision, and aspheric multifocal contact lenses at near task. **Methods:** Thirty young adults (23.53 ± 2.37 years) were fitted with monovision, modified monovision (the application of single vision contact lenses and center-near low addition aspheric multifocal contact lenses), and aspheric center-near multifocal contact lenses. After wearing these modalities during a week for adaption, and after watching visual display at computer for inducing accommodative pressure for 1 hour. The following assessments of accommodative function were made: contrast visual acuity (VA) at distance and near; accommodative response; near accommodative facility; and negative relative accommodation (NRA)/positive relative accommodation (PRA). All measurements were carried out binocularly. **Results:** In binocular distance VA with contrast of 10%, monovision was the worst among the four modalities ($p=0.005$). In accommodative response at 1 m (1.00 D), monovision was the lowest ($p<0.05$) and accommodative response at 40 cm (2.50 D) with monovision was lower than that of modified monovision and multifocal contact lens ($p<0.05$). We also found that there were no significant differences in accommodative facility and NRA/PRA among the four modalities. **Conclusions:** In young adult (20s), monovision with low add reduced the accommodative response at near task, however, modified monovision and multifocal lens with center-near type did not affect accommodative relaxation.

Key words: Monovision, Modified monovision, Multifocal contact lens, Near task, Accommodative function