ISSN(print) 1226-5012
J Korean Ophthalmic Opt Soc. 24(1):43-50, March 2019
http://dx.doi.org/10.14479/jkoos.2019.24.1.43

Changes in the Reading Ability of Patients with Accommodative Insufficiency while Wearing a Plus Lens

Hyun-Soo Choi[1], Seong-Jong Park[1], Jung-Eun Park[2], and Seok-Ju Lee[1,*]

[1]Dept. of Optometry, Cheongam College, Professor, Suncheon 57997, Korea
[2]Dept. of Optometry, Cheongam College, Lecturer, Suncheon 57997, Korea
(Received February 13, 2019: Revised March 13, 2019: Accepted March 20, 2019)

Purpose: The purpose of this study was to compare the change in reading ability in patients with accommodative insufficiency while wearing a plus lens. **Methods:** In this study, after refraction and visual examination, 167 participants were classified into the normal group, binocular dysfunction group, and accommodative dysfunction group. We used Visagrap II (Readalyzer) to measure the duration of fixation, number of regressions, saccades in return sweeps, and reading rate. Accommodative insufficiency in the accommodative dysfunction group was examined by testing reading ability while wearing a plus lens. **Results:** The study revealed that the fixation duration and reading rate were lower, and the number of regressions, and saccades in return sweeps were higher in the accommodative dysfunction group compared to the normal group; however, these differences were not statistically significant. After wearing plus lenses, patients with accommodative dysfunction showed no difference in saccades in return sweeps, an increase in fixation duration and reading rate, and a decrease in the number of regressions, though these changes were not statistically significant. **Conclusions:** It seems that the reading rate is improved due to an increase in fixation duration and a decrease in the number of regressions because of the improvement in near fixation and asthenopia by prescribing plus lenses to patients with accommodative insufficiency. Therefore, it is posited that the prescription of plus lenses is effective as a method to improve the asthenopia caused by accommodative insufficiency. It is necessary to study the symptomatic relief in the accommodative insufficiency through prescription of plus lenses in the future.

Key words: Accommodative insufficiency, Reading ability, Duration of fixation, Number of regressions, Reading rate

서 론

읽기능력(readability)은 단어나 문장을 읽는 정도이며 언어의 종류, 배경색이나 글자색, 주시거리, 글자의 크기와 모양, 조도 등 다양한 변인에 의해 영향을 받는다.[1] 읽기능력은 읽기속도, 단어주시시간 등의 운동적 요소와 내용을 이해하는 인지적요소를 포함한다.[2] 읽기능력에 영향을 주는 변인들에 대한 연구는 다양한 방법으로 활발히 이루어져왔다.[3-5] Morad 등[6]은 장시간 독서 시 편안한 독서를 위해 눈의 조절기능이 정확해야 한다고 주장하였고, Iyer 등[7]은 조절지체를 가진 초등학생을 대상으로 낮은 굴절력의 (+)렌즈를 장용하였을 때 독서속도와 이해력이 모두 증진되었다고 보고하였다. 독서 시 우리 눈의 조절기능은 섬모체가 긴장하면서 섬모체 쪽으로 수정체를 당기고 있던 모양소대가 이완되고 그에 따라 수정체가 자체 탄력성으로 부풀어 올라 곡률이 증가되면서 굴절력이 커지는 것이다.[8] 이러한 눈의 조절기능은 여러 가지 원인에 의해 기능이상을 보이기도 하는데 많은 전문가들이 실무에서 조절이상을 흔히 접한다고 주장한다.[9-15] Hokoda[15]는 불편한 증상을 갖고 있는 119명에서 조절기능이상이 가장 흔한 상태임을 발견하였는데 이 중 25명이 양안시나 조절이상이 있었고 25명의 85%가 조절과 관련된 문제라고 하였다. Hoffman 등[16]은 129명을 대상으로 비사시성 시기능이상에 대한 시기능훈련의 유용성을 연구하였으며, 이 중 62.0%가 조절 이상자였다고 하였다. Scheiman 등[17]은 6~18세 1,650명을 대상으로 한 연구에서 2.2%가 조절과다, 1.5%는 조절용이성부족, 2.3%가 조절부족이었고, 조절관련 문제점의 전체 발생빈도는 6.0%인 것으로 보고하였다. Porcar와 Nartinez-Palomera[18]는 65명의 대학생에서 조절과다 10.8%와 조절부족 6.2%로 전체 17.0%에서 조절관련 문제가 있었다고 보고했다. 이 중 조절부족은 조절에 대한 반응을 하는 것에 어려움을 갖는 상태를 뜻한

*Corresponding author: Seok-Ju Lee, TEL: +82-61-740-7442, E-mail: sjlee43@scjc.ac.kr

다. 특징은 조절력이 나이에 대하여 예상 최저치보다 더 낮다는 것이다. 일반적으로 피검자의 조절력 최저치는 Hofstetter 공식에 의해(최저치=15 – 0.25 × 피검자 나이)를 사용하여 알 수 있다.[19] 조절력이 이보다 2D이상 낮으면 비정상적인 것으로 간주한다. 노안 증상은 조절부족의 증상과 동일하나 노안에서 조절력은 피검자의 나이와 비교하여 비정상적인 상태가 아니다. 조절부족은 노안이 되기 전부터 영향을 주는 상태이다.[20] 조절 기능이상의 치료에서 가입도 렌즈 역시 중요한 역할을 한다. 조절부족과 조절지속능력부족은 플러스 가입도 렌즈를 처방했을 때 조절부족과 조절지속능력부족이 해소되는 반응을 보인다.[21] 조절부족은 양안시 관련 문제점과 연관될 수 있는데 폭주과다형 근거리 내사위에서 조절부족이 발견 될 수 있고 가성폭주부족 역시 조절부족과 연관될 수 있다. 이렇듯 양안시이상이 조절기능에 영향을 줄 수 있으므로 본 연구에서는 양안시이상과 관련되지 않은 조절기능이상만을 연구하려고 하였다. 본 연구에서는 조절부족에게 플러스렌즈를 처방했을 때 읽기능력의 변화를 알아보고 이를 바탕으로 조절부족의 읽기능력을 개선시키는 방안을 모색해보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 굴절이상이 없거나 교정시력이 1.0 이상이고 고도근시 및 굴절부등시가 아닌 평균나이 23.38세의 남녀 167명을 대상으로 하였다. 연구 대상자들의 나이, 성별, 굴절이상도를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Characteristics of the subjects

Characteristic	Number	Mean ± SD
Age	167	23.38 ± 4.69 yrs
Gender (male/female)	87 / 80	-
Refractive error	-	–0.88 ± 1.10 D

Table 2. Standard classification of visual function abnormality

Symptom		Inspection value
Convergence insufficiency	CI	Distance Orthophoria - Near Exophoria Low Positive fusional Convergence in Near Low AC/A Accommodative infacility +2.00 D fail
Divergence insufficiency	DI	Distance Esophoria - Near Orthophoria Low negative fusional Convergence in Distance Low AC/A
Fusional dysfunction	FD	Distance Orthophoria - Near Orthophoria Low Distance · Near fusional Convergence Accommodative infacility +2.00 D and –2.00 D fail
Basic exophoria	Exo	Distance Exophoria - Near Exophoria Low Distance · Near Positive fusional Convergence Accommodative infacility +2.00 D fail
Basic esophoria	Eso	Distance Esophoria - Near Esophoria Low Distance · Near negative fusional Convergence Accommodative infacility –2.00 D fail
Convergence excess	CE	Distance Orthophoria - Near Esophoria Low Near negative fusional Convergence High AC/A Accommodative infacility –2.00 D fail
Divergence excess	DE	Distance Exophoria - Near Orthophoria High AC/A
Accommodative insufficiency	AI	Low Amplitude of accommodation Accommodative infacility –2.00 D fail Near Esophoria
Accommodative excess	AE	High Amplitude of accommodation Accommodative infacility +2.00 D fail
Accommodative infacility	Ai	Accommodative infacility +2.00 D and –2.00 D fail Accommodative infacility +2.00 D and –2.00 D delay

연구 대상자들을 Tait-Wick과 Duke-Elder의 방법으로 폭주부족(Convergence insufficiency), 폭주과다(Convergence excess), 개산부족(Divergence insufficiency), 개산과다(Divergence excess), 기본형외사위(Basic exophoria), 기본형내사위(Basic esophoria), 융합버전스이상(Fusional dysfunction), 조절부족(Accommodative insufficiency), 조절과다(Accommodative excess), 조절용이성이상(Accommodative infacility)으로 분류하였다.[22-26] 이와 같이 분류된 대상자 중 다른 시기능이상이 없으며 조절부족에만 해당되는 22명을 최종 연구대상으로 하였다. 이와 같이 최종 연구대상을 분류하기 위해 사용한 방법을 Table 2에 나타내었다.

2. 연구방법

1) 시기능이상 검사

① 사위(Heterophoria)

본 연구에서는 포롭터를 사용하여 프리즘분리법으로 원거리(5 m)와 근거리(40 cm)에서 수평사위를 측정하였다. 프리즘분리법은 완전교정상태에서 우안에 6 Δ B.U.을 착용하여 양안의 상을 상하로 분리시킨 후 좌안에 로타리프리즘을 가하여 분리된 두 상이 수직일치 된 프리즘 양을 측정하였다. 모든 검사는 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.[27]

② 폭주근점(Near point of convergence)

폭주근점은 두 눈의 폭주력을 측정하기 위한 검사이며 본 연구에서는 'Push-up' 방법을 이용하였다. 끝이 뾰족한 지시봉을 피검사자의 눈 앞 40 cm 에서부터 미간을 향해 일정한 속도로 접근시켜 지시봉 끝이 두 개로 분리되는 지점을 측정하여 기록하였고 이를 3회 반복하여 평균값을 구하였다.[27]

③ 조절용이성(Accommodative Facility)

조절용이성은 조절반응의 용이함을 측정하는 검사이며 ±2.00 D 플리퍼(Flipper)와 근용시표 중 최고시력보다 1~2줄 위의 시표를 사용하였다. 양안에 +2.00 D 렌즈를 위치시키고 문자가 선명하게 보이면 –2.00 D 렌즈로 반전 후 다시 선명해졌을 때 +2.00 D 렌즈로 반전하는 것을 1회로 하여 1분 동안의 횟수를 기록하였고 이를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.[27]

④ 융합버전스(Fusional vergence)

개산여력은 피검자에게 읽을 수 있는 가장 작은 세로열 시표를 보게 하고 포롭터의 로타리 프리즘을 BI방향으로 회전시켜 자각적으로 측정하였다. 피검자에게 시표가 흐려 보이거나 2개로 보일 때 '흐림' 또는 '분리'라고 말하도록 지시하고 처음으로 시표가 2개로 보이는 분리점이 나타나면 프리즘 양을 줄여가면서 다시 원래 상태로 합쳐질 때 '회복'이라고 말하도록 하였다. 동일한 방법으로 로타리 프리즘을 BO방향으로 회전시켜가며 폭주여력검사를 하였다.[27]

⑤ 최대조절력(Amplitude of accommodation)

본 연구에서 최대조절력은 (–) 렌즈 부가법을 사용하였다. 포롭터의 PD 다이얼을 근거리상태로 설정하고 피검사자가 근거리시표를 소리 내어 읽고 있는 동안 양안의 구면검사렌즈를 (–) 방향으로 동시에 천천히 교환하면서 판독하지 못할 때 신호를 보내도록 하였다. 처음으로 3~4초 동안 지속적인 흐린 상태를 호소할 때까지 부가된 굴절력의 절대 값과 40 cm 거리 버전스의 절대 값을 합한 값을 최대조절력으로 하였다.[27]

⑥ 양성・음성상대조절

양성・음성상대조절력을 측정하기 위해 포롭터에 근거리 PD를 맞추고 검사거리 40 cm에서 피검사자가 읽을 수 있는 가장 작은 근거리 글자시표를 사용하였다. 피검사자는 시표를 주의 깊게 보다가 글자가 흐려지면 신호를 보내도록 하고 양안 동시에 포롭터의 구면검사렌즈를 0.25D씩 천천히 교환하여 글자가 지속적으로 흐려 보일 때 구면검사렌즈를 반대방향으로 가하여 다시 선명해지는 값을 상대조절량으로 하였다.[27]

2) 가입도 처방

양성상대조절력과 음성상대조절력을 더하여 2로 나눈 값에 해당하는 플러스렌즈를 조절부족의 가입도로 하였다.[27]

3) 읽기능력(Readability) 검사

본 연구에서 사용한 Visagraph II(상품명:Readalyzer)는 여러 나라에서 안구운동과 읽기능력을 검사하기 위한 도구로 활용되고 있다. Visagraph II를 이용한 읽기능력검사는 적외선 추적 장치가 부착된 특수 안경을 피검자에게 착용시키고 한글 지문 책을 평소 독서거리에 놓은 후 피검자에게 지문을 읽도록 하여 측정한다. 검사자는 적외선 추적 장치가 안구움직임을 정확하게 추적하는지 컴퓨터 모니터로 확인하였으며, 지문 책은 표지로 덮어 피검자가 내용을 미리 보는 것을 방지하였다. 검사자가 시작을 알리면 피검자가 표지를 넘기고 소리 내지 않고 지문을 읽도록 한 후 끝까지 읽었으면 "끝"이라고 말하도록 하였다. Fig. 1은 적외선 안구추적기가 안구의 움직임을 추적하는 모습이다. 검사자는 프로그램에 내장된 10개의 질문을 모니터에서 직접 읽어주면서 피검자가 예/아니오로 답하는

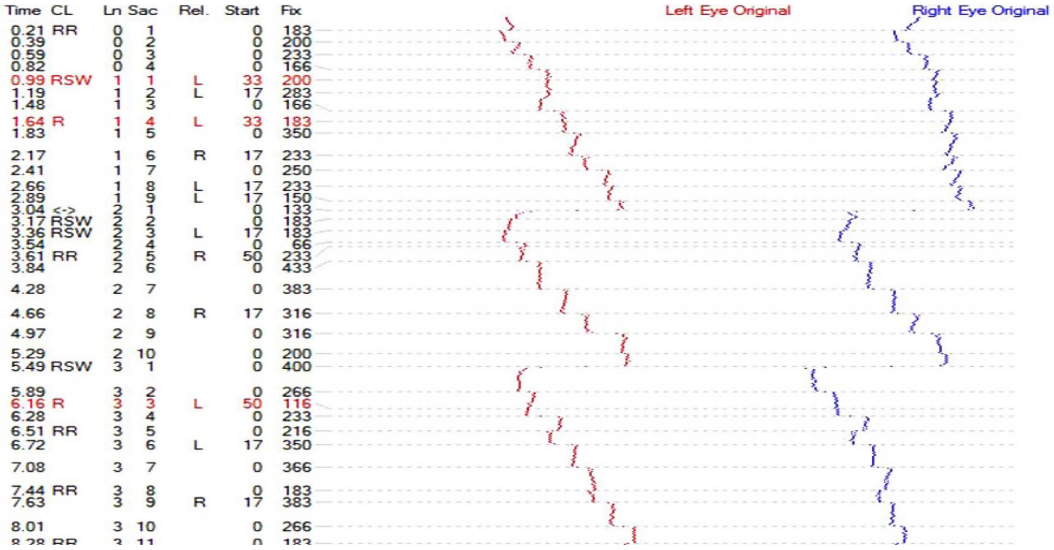

Fig. 1. Infrared eye tracker for tracking eye movements.

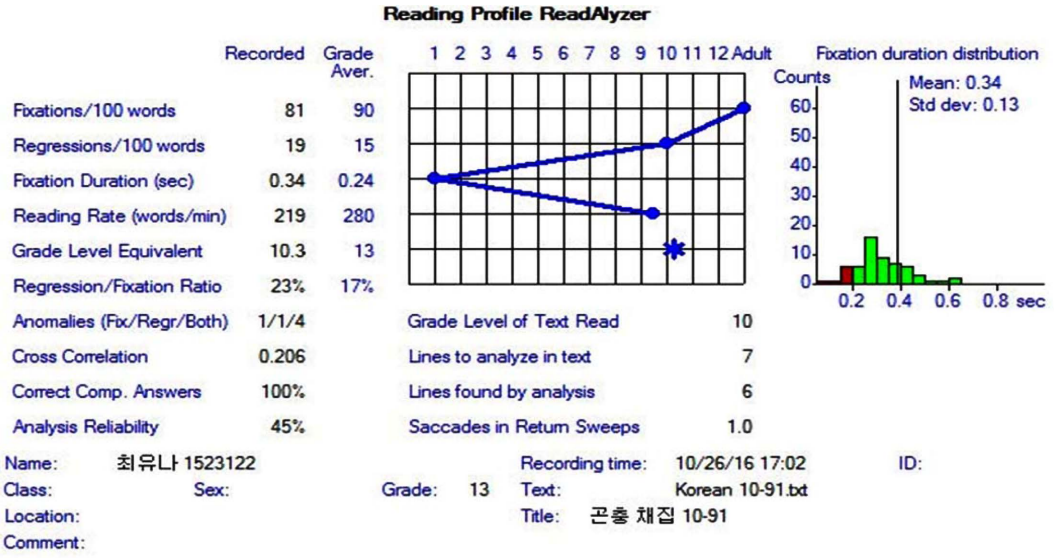

Fig. 2. Visagraph II test Report.

내용을 컴퓨터에 입력하였다. Visagraph II 검사는 주변의 소음이 검사결과에 영향을 줄 수 있으므로 피검자와 검사자 2명만 들어가는 별도의 공간에서 진행하였으며, 검사가 진행하는 동안 발생할 수 있는 소음(의자 움직임 등)은 최대한 억제하였다. Visagraph II는 문자 100단어 기준으로 평균주시횟수(Average number of fixation), 단어반복보기횟수(Average number of regressions), 평균주시시간 (Average duration of fixation), 평균읽기속도(Average reading rate), 평균주시비율(Average regressions per fixation ratio), 양안협응률(Cross correlation), 줄반복보기횟수(Saccadic in return sweep) 및 이해도(correct answer) 등에 관한 자료를 제공하며 그 결과가 Fig. 2에서와 같이 표현된다.[28-34] 본 연구에서 읽기능력검사는 플러스렌즈를 착용하지 않은 상태에서와 플러스렌즈를 착용한 상태에서 각각 3회씩 측정되었으며 매회 측정 시 한글 지문의 종류를 교체하였다.

4) 통계처리

통계처리는 통계 프로그램 SPSS version 21.0(SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 을 사용하여 조절부족군과 정상군의 차이를 독립표본 t-검정(Independent t-test) 하였고, 플러스렌즈를 착용하기 전과 후의 변화를 대응표본 t-검정(Paired t-test) 을 통해 분석하였으며 유의수준은 $p<0.05$로 하였다.

결과 및 고찰

원・근거리 수평사위, 원・근거리 융합버전스, 폭주근점,

Table 3. The visual function status of the subjects

Binocular function	Number	Mean ± SD
Normal	42	1.00 ± 0.75 Δ exo
Basic esophoria	10	6.16 ± 3.50 Δ eso
Basic exophoria	13	6.42 ± 2.37 Δ exo
Convergence insufficiency	27	7.59 ± 4.12 Δ exo
Convergence excess	14	5.72 ± 3.17 Δ eso
Divergence insufficiency	2	3.44 ± 1.98 Δ eso
Divergence excess	3	3.59 ± 1.44 Δ exo
Fusional dysfunction	2	5.00 ± 2.50 Δ eso
Accommodative insufficiency	22	3.33 ± 1.75 D
Accommodative excess	14	19.20 ± 6.56 D
Accommodative infacility	18	5.25 ± 2.12 cpm

조절용이성, 최대조절력, 양성음성상대조절, 조절랙을 검사한 후 Tait-Wick과 Duke-Elder의 방법으로 양안시이상과 조절이상의 증상을 분류하고 정상군은 Morgan의 기준값을 적용하였다.[27] 연구결과 167명의 대학생을 대상으로 시기능을 분류하였는데 전체 대상자의 74.85%인 125명이 시기능이상이 있었고 이 중 43.2%인 54명이 조절이상이 있었다. 조절이상이 있는 54명 중 조절부족이 17.6%인 22명, 조절과다가 11.2%인 14명, 조절용이성이상이 14.4%인 18명이었다. 본 연구에 참여한 대상자의 시기능 상태를 Table 3에 나타내었다. 정상군과 조절부족군 간의 읽기능력 차이를 독립표본 *t*-검정으로 평가하여 Table 4에 나타내었고, 조절부족군에서 플러스렌즈를 착용하기 전과 후의 읽기능력 차이를 대응표본 *t*-검정으로 평가하여 Table 5에 나타내었다.

1. 단어주시시간(Fixation duration)

본 연구에서 사용한 Visagraph II 검사에서 단어주시시간은 피검자가 읽은 텍스트의 등급에 따라 다르며 사용된 10학년용 텍스트 표준평균값은 0.24 sec이다. 단어주시시간은 0.2 sec보다 짧은 경우와 0.8 sec보다 큰 경우 읽기능력을 감소시키는 원인으로 작용한다. 평균단어주시시간은 정상군이 0.34 sec였고 조절부족군은 평균 0.30 sec로 정상군보다 다소 낮았으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 조절부족군이 플러스렌즈를 착용했을 때 평균단어주시시간은 0.33 sec로 한 단어 당 0.03 sec의 주시시간이 증가하여 정상군의 평균과 가까워졌다. 조절부족군이 플러스렌즈를 착용하기 전과 후의 변화는 통계적 유의성이 없었다.

2. 단어반복보기횟수(Number of regressions)

본 연구에서 사용한 10학년용 텍스트 수준에서 단어반복보기횟수의 표준값은 15/100 words 이다.[35] 연구결과 단어반복보기횟수는 정상군이 평균 100 단어 당 9.93 단

Table 4. The differences in reading ability between the normal groups and accommodative insufficiency groups and their statistical significance

Reading ability factor	Normal Group	Accommodative Insufficiency Group	Difference (AI - Normal)	Statistical significance	
				t	p
Fixation duration (seconds)	0.34	0.30	−0.04	−0.022	0.131
Number of regressions / 100 words	9.93	18.50	+8.57	1.974	0.052
Saccades in return sweeps	0.99	1.54	0.99	1.946	0.056
Reading rate (wpm)	144.98	128.68	−16.30	−1.922	0.059
Comprehension (%)	76.23	79.09	+2.86	1.068	0.289

Table 5. The differences in reading ability between the normal groups and accommodative insufficiency groups while wearing a plus lens and their statistical significance

Reading ability factor	Accommodative Insufficiency Group		Difference (plus-plano)	Statistical significance	
	Without Add	With Add		t	p
Fixation duration (seconds)	0.30	0.33	+0.03	1.429	0.167
Number of regressions / 100 words	18.50	13.54	−4.96	1.736	0.092
Saccades in return sweeps	1.54	1.45	−0.09	0.720	0.479
Reading rate (wpm)	128.68	136.04	+7.36	2.117*	0.046*
Comprehension (%)	79.09	77.27	−1.82	−0.777	0.445

*: Statistically significant

어를 반복해서 보았고, 조절부족군은 평균 100 단어 당 18.5 단어를 반복해서 보았다. 따라서 조절부족군은 정상군에 비해 단어반복보기횟수가 약 2배정도 증가하였으나 통계적 유의성은 없었다.

3. 줄반복보기횟수(Saccades in return sweeps)

본 연구에서는 총 9줄로 구성된 텍스트를 사용하였고 읽기가 종료되었을 때 반복해서 읽은 줄의 수가 기록된다. 연구 결과 정상군의 줄반복보기횟수는 평균 0.99회이고 조절부족군은 평균 1.54회로 정상군에 비해 많았으나 유의한 차이를 보이지는 않았다. 조절부족군에 가입도를 처방했을 때 줄반복보기횟수는 가입도 처방전에 비해 차이를 보이지 않았다.

4. 읽기속도(Reading rate)

연구 결과 읽기속도는 정상군이 평균 144.98 words/min 이고 조절부족군이 평균 128.68 words/min으로 측정되었고, 본 연구에 사용된 10학년용 텍스트의 표준 읽기속도인 280 words/min 보다 작았다. 이와 같은 결과는 평소 독서량과 읽기능력의 개인차이 때문일 것으로 사료되며 향후 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다. 정상군의 읽기속도는 조절부족군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 플러스렌즈를 착용한 조절부족군은 읽기속도가 평균 136.04 words/min 으로 측정되어 플러스렌즈를 착용하기 전보다 평균 7.36 words/min 증가하였고 가장 큰 증가를 보인 대상자는 플러스렌즈를 착용하기 전 176 words/min 에서 플러스렌즈를 착용한 후 210 words/min으로 34 words/min 만큼 읽기속도가 증가하였다.

Porcar와 Nartinez-Palomera[18]는 65 명의 대학생 17%에서 조절관련 문제가 있었고 이 중 조절부족이 6.2% 였다고 했고, 2004 년 Shin[39]은 대학생의 조절부족과 폭주부족의 발생률 연구에서 폭주이상이 없으면서 조절부족을 가진 대상자가 25% 였다고 하였다. 본 연구에서는 대학생 167 명 중 74.85%인 125명이 시기능이상이 있었고 이 중 17.6%인 22명이 조절부족이었다. 조절 부족이란 나이에 의해 기대되는 조절력보다 작은 경우를 뜻하며, 일반적으로 측정된 조절력이 나이에 의한 기대치보다 2.00 D 이상 작을 경우 조절 부족이라고 한다.[36-37] 일반적으로 조절 부족이 있으면 근거리 작업 시 근거리 시력이 흐리거나 안정피로, 집중력 저하와 같은 현상을 가져오기도 한다. Kim[38] 등은 조절력과 주관적인 안정피로 설문 항목 간의 상관관계 연구에서 조절력에 문제가 생기면 읽기속도를 저하하는 경우와 읽던 줄을 놓치는 것이 유의한 상관관계를 보였다고 하였는데 본 연구 결과 조절력의 개선과 줄반복보기횟수는 유의성이 없었고 읽기속도는 조절력이 개선되자 유의한 증가를 보였다. 이는 Kim 등의 연구결과와 다소 차이가 있었는데 이것은 안구운동추적기(ReadAlyzer)를 이용한 본 연구와 설문을 이용한 Kim 등의 연구에서의 연구방법의 차이 때문일 것이라고 여겨진다. 조절부족 치료와 관련된 연구에는 2008 년 Shin[40] 등이 증상을 호소하는 조절부족이 있는 9~13세의 초등학교 어린이 6명을 대상으로 12주 동안 시기능훈련을 실시한 후 조절부족에 대한 시기능훈련이 증상을 제거하고 저하된 조절기능을 향상시키는데 효과적인 방법임을 보고하였다. 본 연구에서는 조절부족이 있는 대상자에게 플러스렌즈를 착용시켜 자각적 증상의 개선과 관계없이 읽기와 관련된 타각적 요소의 개선 여부를 보려 했고 그 결과 읽기속도가 유의하게 증가하였음을 확인하였다. 따라서 조절부족군에 대한 플러스렌즈의 처방은 조절부족에 의해 발생하는 조절부담을 감소시켜 읽기능력 향상에 긍정적인 효과를 줄 것으로 사료된다.

결 론

조절부족군은 단어주시시간, 단어반복보기횟수, 줄반복보기횟수, 읽기속도가 정상군에 비해 유의한 차이를 보이지 않는다고 사료된다.

조절부족군에게 플러스렌즈를 처방하여 읽기속도를 향상시킬 수 있을 것이라 사료된다.

본 연구는 조절부족안을 플러스렌즈로 처방하여 읽기능력의 변화를 알아보고자 하였고, 연구결과 조절부족안에 대한 플러스렌즈 처방은 읽기능력에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

감사의 글

This research was supported by the Cheongam college research grants in 2018.

REFERENCES

[1] Lee TH, Kwon OS, Park TY, Ha YH. Hue shift model and hue correction in high luminance display. J Inst Electron Eng Korea. 2007;44(4):60-69.

[2] Seo JY, Kim JW, Cho HC. Human-friendly intelligent hue control system for display unit. J Korean Inst Intell Syst. 2007;17(1):13-18.

[3] Rouse MW, Borsting EJ, Mitchell GL, Scheiman M, Cotter SA, Cooper J et al. Validity and reliability of the revised convergence insufficiency symptom survey in adults. Ophthalmic Physiol Opt. 2004;24(5):384-390.

[4] Lee KSH, London R, Sheedy JE. Duration of fixation in

patients with acquired brain injury: retrospective analysis. Optom Vis Perf. 2015;3(4):223-226.
[5] Park HM, Sung DY, Chu BS. Effect of colour background for visual discomfort and reading. Korean J Vis Sci. 2015; 17(4):431-441.
[6] Morad Y, Lederman R, Avni I, Atzmon D, Azoulay E, Segal O. Correlation between reading skills and different measurements of convergence amplitude. Curr Eye Res. 2002;25(2):117-121.
[7] Iyer J, Harris P. The effect of low plus lenses on reading rate and comprehension. Optom Vis Perf. 2013;1(2):59-61.
[8] Sung PJ. Optometry, 8th Ed. Seoul: Daihakseolim, 2013;129.
[9] Benjamin WJ, Borish IM. Borish's clinical refraction, 1st Ed. St. Louis: WB Saunders, 1998;807-811.
[10] Duke-Elder S, Abrams D. System of ophthalmology: ophthalmic optics and refraction, 1st Ed. St. Louis: Mosby, 1970;451-474.
[11] Liu JS, Lee M, Jang J, Ciuffreda KJ, Wong JH, Grisham D et al. Objective assessment of accommodative orthoptics. I. Dynamic insufficiency, Am J Optom Physiol Opt. 1979;56(5):285-294.
[12] Daum KM. Predicting the results In the orthoptic treatment of accommodative dysfunction. Am J Optom Physiol Opt. 1984;61(3):184-189.
[13] Levine S, Ciuffreda KJ, Selenow A, Flax N. Clinical assessment of accommodative facility in symptomatic and asymptomatic individuals. J Am Optom Assoc. 1985; 56(4):286-290.
[14] Bennett GR, Blondin M, Ruskiewicz J. Incidence and prevalence of selected visual conditions. J Am Optom Assoc. 1982;53(8):647-656.
[15] Hokoda SC. General binocular dysfunctions in an urban optometry clinic. J Am Optom Assoc. 1985;56(7):560-562.
[16] Hoffman L, Cohen AH, Feuer G. Effectiveness of non-strabismic optometric vision training in a private practice. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 1973;50(10):813-816.
[17] Scheiman M, Gallaway M, Coulter R, Reinstein F, Ciner E, Herzberg C et al. Prevalence of vision and ocular disease conditions in a clinical pediatric population. J Am Optom Assoc. 1996;67(4):193-202.
[18] Porcar E. Martinez-Palomera A. Prevalence of general binocular dysfunctions in a population of university students. Optom Vis Sci. 1997;74(2):111-113.
[19] Hoffman LG. The effect of accommodative deficiencies on the developmental level of perceptual skills. Am J Optom Physiol Opt. 1982;59(3):254-262.
[20] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders, 1st Ed. Seoul: Daihakseolim, 2009;435-478.
[21] Daum KM. Accommodative insufficiency. Am J Optom Physiol Opt. 1983;60(5):352-359.
[22] Duane A. A new classification of the motor anomalies of the eye: based upon physiological principles, together with their symptoms, diagnosis, and treatment. Ann Ophthalmol Otol. 1896;5:969-1008.
[23] Tait EF. Accommodative convergence. Am J Opthalmol. 1951;34(8):1093-1107.
[24] Grisham JD. The dynamics of fusional vergence eye movements in binocular dysfunction. Am J Optom Physiol Opt. 1980;57(9):645-655.
[25] Donders FC, Moore WD. On the anomalies of accommodation and refraction of the eye, 1st Ed. London: New Syndeham Soc, 1864;206.
[26] Duke-Elder S, Abrams D. System of ophthalmology: ophthalmic optics and refraction, 1st Ed. St. Louis: Mosby, 1970;451-486.
[27] Sung PJ. Optometry, 8th Ed. Seoul: Daihakseolim, 2013; 141-448.
[28] Lack D. Comparison of the developmental eye movement test, the visagraph numbers test with a test of the English language arts. J Behav Optom. 2005;16(3):1-5.
[29] Webber A, Wood J, Gole G, Brown B. DEM test, visagraph eye movement recordings, and reading ability in children. Optom Vis Sci. 2011;88(2):295-302.
[30] Ciuffreda MA, Ciuffreda KJ, Santos D. Visagraph baseline analysis and procedural guidelines. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003;44(3):1927.
[31] Tannen BM, Ciuffreda KJ. A proposed addition to the standard protocol for the visagraph II eye movement recording system. J Behav Optom. 2007;18(6):143-147.
[32] Borsting E, Rouse M, Shin S, Dold E, McCallen A. Repeatability of the visagraph II in the analysis of children's eye movements during reading. Optom Vis Dev. 2007;38(2):67-73.
[33] Ciuffreda KJ, Tannen B. Eye movement basics for the clinician, 1st Ed. St. Louis: Mosby, 1995;161-183.
[34] Poynter HL, Schor C, Haynes HM, Hirsch J. Oculomotor functions in reading disability. Am J Optom Physiol Opt. 1982;59(2):116-127.
[35] ReadAlyzer Users Guide, Stockholm, 2014, https://www.compevo.se.
[36] Ostrin LA, Glasser A. Accommodation measurements in a prepresbyopic and presbyopic population. J Cataract Refract Surg. 2004;30(7):1435-1444.
[37] Rutstein RP, Fuhr PD, Swiatocha J. Comparing the amplitude of accommodation determined objectively and subjectively. Optom Vis Sci. 1993;70(6):496-500.
[38] Kim M, Oh C, Park S, Joo CK. The visual fatigue causes accommodative insufficiency and convergence insufficiency. Korean J Optom Vis Sci. 2006;5(1):10-14.
[39] Shin JA. Prevalence of accommodative insufficiency and convergence insufficiency in college students. Korean J Vis Sci. 2004;6(1):95-102.
[40] Shin HS, Park SC, Park CM. The effectiveness of vision therapy for accommodative insufficiency in children. J Korean Soc Matern Child Health. 2010;14(1):48-56.

플러스렌즈 착용에 따른 조절부족군의 읽기능력 변화

최현수[1], 박성종[1], 박정은[2], 이석주[1,*]
[1]청암대학교 안경광학과, 교수, 순천, 57997, 대한민국
[2]청암대학교 안경광학과, 강사, 순천, 57997, 대한민국
투고일(2019년 2월 13일), 수정일(2019년 3월 13일), 게재확정일(2019년 3월 20일)

목적: 양안시기능이상이 없는 조절부족군에 플러스 가입도 처방 후 읽기능력 변화를 알아보고자 하였다. **방법:** 본 연구는 지원자 167명 중 양안시기능이상이 없는 조절부족군 22명과 정상군 42명의 읽기능력을 측정하여 비교하였다. 조절부족군에게는 가입도에 해당하는 플러스렌즈를 착용시켜 플러스렌즈를 착용하기 전과 후의 읽기능력을 비교하였다. 읽기능력은 Visagraph II(ReadAlyzer)를 사용하여 단어주시시간, 단어반복보기횟수, 줄반복보기횟수, 읽기속도를 측정하였다. **결과:** 조절부족군은 정상군에 비해 단어주시시간, 읽기속도가 다소 감소하고 단어반복보기횟수와 줄반복보기횟수가 증가하였으나 유의한 차이는 보이지 않았다. 조절부족군은 플러스렌즈를 착용하기 전보다 착용한 후 단어주시시간이 증가하고 단어반복보기횟수가 감소하였으나 유의성은 없었고, 줄반복보기횟수는 정상군과의 차이와 유의성이 없었다. 조절부족군은 플러스렌즈를 착용하기 전보다 착용한 후 읽기속도가 유의하게 증가하였다. **결론:** 조절부족에 대한 플러스 가입도 처방에 의해 근거리 주시상태에서 조절부담이 감소하여 단어주시시간이 증가하고 단어를 반복해서 보는 현상이 감소함으로서 읽기속도가 향상되었다고 생각된다. 따라서 독서 시 조절부족에 의해 유발되는 조절부담을 개선하는 방법으로서 플러스렌즈 처방이 효과적일 것으로 사료되며 향후 플러스렌즈 처방을 통한 조절부족안의 자각증상 해소에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

주제어: 조절부족, 읽기능력, 읽기속도, 단어주시시간, 단어반복보기횟수