

The Effects of Vision Training on Attention in Children with Accommodative Dysfunction

Eun Jung Kim^{1,a} and Hyun Mee Lee^{2,b,*}

¹Dept. of Optometry & Vision Science, Catholic University of Daegu, Student, Gyeongsan 38430, Korea

²Dept. of Optometry & Vision Science, Catholic University of Daegu, Professor, Gyeongsan 38430, Korea

(Received March 21, 2023: Revised April 12, 2023: Accepted April 14, 2023)

Purpose: To examine the effect of vision training on attention by conducting visual function training for children with accommodative dysfunction. **Methods:** Twelve and 10 participants in the training and placebo groups, respectively, were divided into training rooms once a week and home therapy for 15 min 5 times a week for 3 months. As visual function evaluation, refractive power, college of optometrist in vision development/quality of life, far/near vergence, positive relative accommodation and negative relative accommodation, far/near deviation, accommodative lag, accommodative power, accommodative ease, convergence near point, and stereoacuity were assessed. The attention test was performed using the Frankfurt attention inventory test. **Results:** Accommodative amplitude, accommodative facility, near point of convergence, and stereopsis were greatly improved through visual function training. Sustained attention, selective attention, and self-control showed notable changes in that order. **Conclusions:** It was confirmed that visual function training for children with accommodative dysfunction helped improve their attention and accommodative ability.

Key words: Accommodative disorders, Accommodative amplitude, Accommodative facility, Near point of convergence, Attention

서 론

시기능은 시력을 비롯하여 지각, 색각, 안구운동, 그리고 시야 등이 속하며 시각정보와 시각정보 처리 속도 및 정확도에 대한 평가로 확인된다. 시기능 불편증상은 흐림, 복시, 두통, 단안 주시 등의 불편을 초래할 수 있다. 특히, 학령기 아동들의 시기능은 학습에 많은 영향을 미치고 있으며 책 읽기의 어려움으로 인한 집중력 부족과 낮은 이해력으로 학습 저하 현상 등을 유발하기도 한다.^[1]

학습과 밀접한 관계가 있는 시기능인 시각 효율기능은 조절, 버전스 그리고 안구운동이 서로 상호작용하여 두 눈으로 물체를 주시할 때 하나로 선명하게 지속 유지하는 기능을 말한다.^[2] 이런 두 눈 기능인 양안시 기능은 보고자 하는 물체를 선명하게 보기 위해 서로 협응하여 정확하게 지속 유지할 수 있는 조절기능을 가지고 있어야 한다.^[3] 조절기능은 근거리 작업이 많이 요구되는 학령기 아동일 경우 학습에 더욱 중요하게 작용할 수 있다. 양안시 장애 불편증상으로는 충혈, 두통, 안통, 복시, 안정피로, 지속 주의력 부족 등의 문제가 발생할 수 있다.

학습과 인지 능력에 중요한 기능을 하는 인간 인지 핵심요소인 주의력은 학습장애를 가진 사람들에게 있어 주의력과 감정의 다양한 측면에서 어려움을 호소할 수 있다.^[4] 세부사항을 소거하고 중요한 사항에 집중할 수 있도록 하는 선택주의력은 한 가지에 열중하면서 시야에 예측되지 못한 것들이 들어와도 알아차리지 못하는 부주의함과는 차이가 있다.^[5] 자아의 핵심기능인 자기통제력은 감정과 생각을 무시하면서 적응적인 행동으로 변화할 수 있도록 유도하는 정신적 과정으로 전두엽 피질의 관여가 두드러진다.^[6,7] 지속주의력은 오랜 시간 반응하는 지속성과 계속적인 주의 노력을 유지해 내는 것으로 학습과정에서 주의를 할 수 없다면 효과적인 학습, 기억 및 인식을 할 수 없다.^[8] 주의력은 선택주의력과 지속 주의력 과정에서 자기통제력이 있는 가운데 발생한다.

주의력 부족, 정서적 불안정성, 실행기능의 부족, 사회적 적응의 어려움이 포함된 것이 학습 관련 기능의 장애이다.^[9] 학습장애를 가지고 있는 아동은 안구운동의 이상한 패턴이 있을 수 있어 학습장애가 존재하거나 혹은 의심이 될 때는 시력검사 및 시력교정을 기본으로 양안시 장애에 대한

*Corresponding author: Hyun Mee Lee, TEL: +82-53-850-2552, E-mail: hmlee@cu.ac.kr
Authors ORCID: ^ahttps://orcid.org/0000-0001-7976-8810, ^bhttps://orcid.org/0000-0001-6668-5864

시기능평가가 반드시 병행되어야 한다.^[10] 선행연구에 따르면 특정 학습장애를 가진 아동은 양안시 이상의 확률이 높고 시기능훈련을 통해 시기능의 향상에 도움이 된다.^[11]

저하된 시력발달과 조절기능 장애를 가진 양안시이상의 학령기아동은 정상안보다 안과 질환의 유병률이 더 많이 발생한다.^[12] 그리고 평균보다 낮은 단안 조절력과 양안 조절력을 가진 학령기 아동의 경우에 읽기 능력이 부족하였다.^[13] 특히 다양한 스마트기기의 활용으로 학령기아동의 조절력이 감소하고 조절지체가 증가됨을 보고하였다.^[14,15] Hussaindeen 외 다수의 연구에 따르면 7~19세 학령기아동의 조절 부족 및 조절 용이 부족이 8~18%로 나타났다.^[16-18] 학습장애가 있는 아동의 80%는 조절이상 및 버전스이상의 영향을 받은것으로 나타났다.^[19]

비사시성 조절과 버전스이상을 가진 환자일 경우 높은 치료율을 나타냈고 조절이상 치료율은 80~100%, 버전스 이상 치료율은 70~100%를 나타냈다.^[20,21] 저조한 읽기 능력을 가진 30명 학생에게 읽기 이해 평가를 시행하여 주의력과 독해력을 측정후 시기능훈련을 거친 결과, 주의력과 독해력이 개선된 것을 확인할 수 있었다.^[22,23]

아동의 심리적, 사회적 발달에 영향을 미치는 시기능은 낮은 시력, 조절력 부족 그리고 눈모임근점의 부족이며 그 중 학업성취도와 깊은 관계가 있는 기능은 조절력이었다.^[24] 따라서 시기능은 학업을 수행하는 학령기아동들에게 학업성취도와 매우 중요한 요소로써 평가되고 관리되어야 한다.^[25]

따라서 본 연구에서는 조절기능장애를 가진 아동을 훈련그룹과 위약그룹으로 나누어 조절기능, 버전스기능, 안구운동 그리고 주의력에 대한 평가를 하고 시기능훈련을 시행 후 두 그룹을 비교하여 변화된 조절기능이 주의력에 미치는 효과에 대해 알아보려고 한다.

대상 및 방법

1. 대상

각 참가자로부터 연구 관련 데이터 수집 전에 서면 동의를 얻은 부모 또는 보호자에게 동의를 얻은 다음 진행한 이 연구는 대구가톨릭대학교 IRB센터에서 승인(CUIRB-2022-0041)을 받았다. 안과 병력이 없으면서 협력적이면서 조절기능장애를 가진 아동 22명(11.40 ± 2.77)으로 시기능훈련을 진행하였으며, 각각 12명의 치료그룹과 10명의 위약 그룹으로 나누어 진행하였다. 연구모집과 흐름은 Fig. 1에 제시하였다.

2. 방법

1) 시기능평가

동일한 환경을 가진 검사실에서 일정한 조도를 유지하면서 검사환경의 오차를 줄이면서 시기능평가를 진행하였다. 평가를 통해 원/근 시력을 최고 시력으로 교정하였다.

조절력은 Donder's의 Push-up법으로 검사하였으며 Castagno VD 등의 연구에 따르면 6~16세 학령기아동의 평균 조절력 값은 14.3 D이었으므로 정상 조절력 값은 ≥14 D로 기준하였다.^[26] Cooper JS 등의 연구와 Hashemi H 등의 선행 연구에 따르면 시기능훈련으로 인한 조절력 훈련은 유의미한 개선을 나타내었다.^[27,28]

단안 조절용이성과 양안 조절용이성은 조절락카드(Accommodative rock cards, Bernell, USA) 20/30 시표와 ±2.00 D 플리퍼를 사용하였다. 기존 연구에 따르면 10세 미만 평균 조절용이성은 단안이 6 cpm, 양안이 3 cpm이었다.^[29] 10세 이상 조절용이성은 단안이 11 cpm, 양안이 8 cpm이었으며 이 연구에서 단안 정상 조절용이성은 ≥11 cpm를

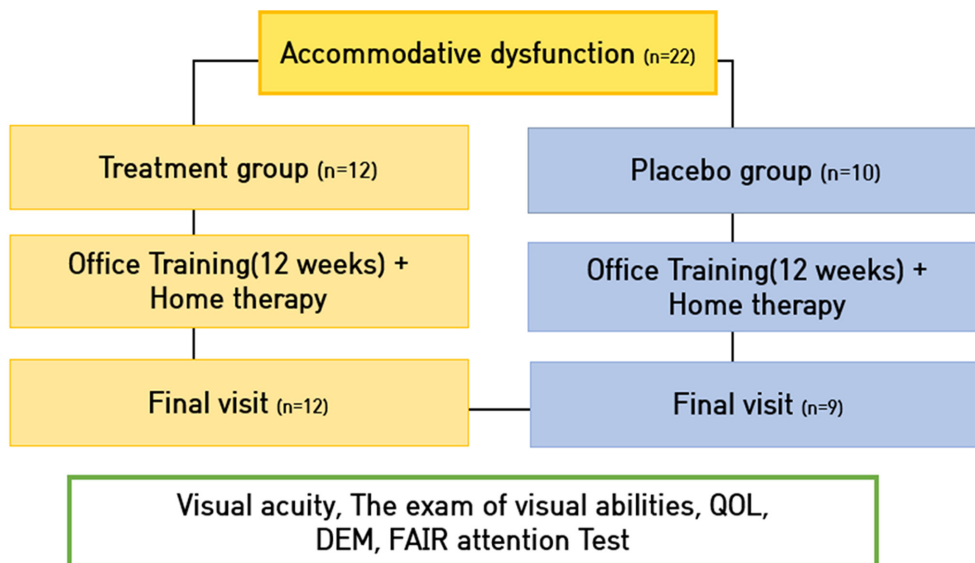


Fig. 1. Study protocol and flow of recruitment of subjects.

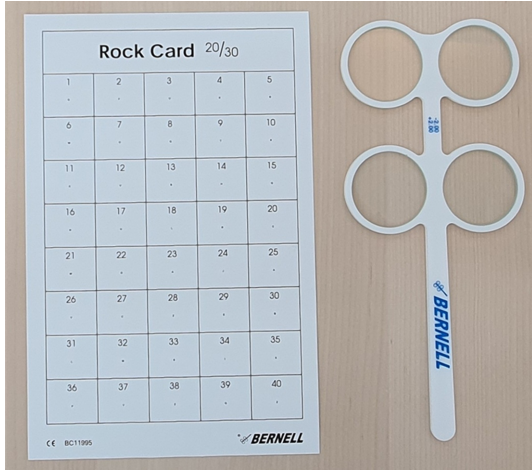


Fig. 2. The 20/30 word charts and ± 2.00 D flipper for accommodative facility.

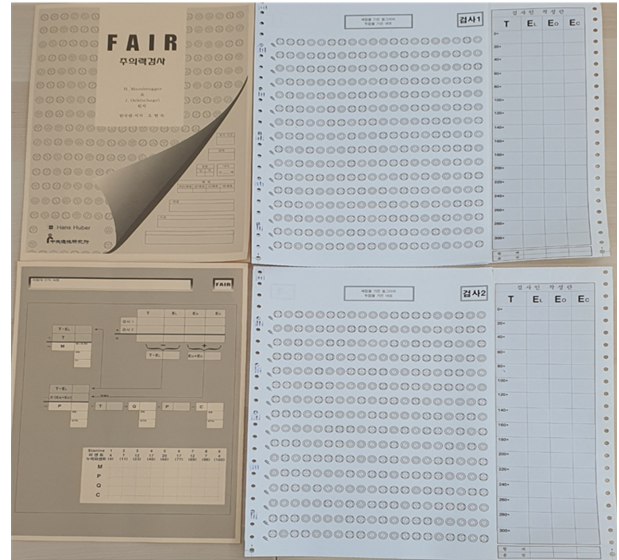


Fig. 3. FAIR attention test.

기준값으로 하였다.^[30] 검사도구는 Fig. 2에 제시하였다.

눈모임근점(near point of convergence, NPC)은 Donder's Push-up법으로 검사하였고 선행연구에 따르면 5 cm미만을 초등학생 기준값으로 하였다.^[31]

파리 입체 검사(Stereo Fly Test "The Standard", Stereo Optical, USA)를 이용하여 입체시평가를 하였다.

주의력평가는 FAIR 주의력검사(Frankfurter Aufmerksamkeits Inventer, FAIR)법은 나이에 따라 개인의 주의 행동을 연구하는 진단 심리검사로서, 만 8세~85세를 대상으로 평가할 수 있다. 개별영역(M, P, Q, C)을 백분율과 표준점수로 산출하고 분석하며 M은 지문이해도, P는 선택적 주의력, Q는 자기 통제력, 그리고 C는 지속주의력 등

을 나타낸다. 세모와 네모 도형 안에 점들로 구성되어 시각적으로 익숙한 자극을 주는 쉽게 파악이 가능한 평가 도구이다. 검사지문 속지는 4분, 연구 시간은 2번의 검사로 3분씩 평가로 6분이 소요되어 총 소요시간은 10분이다. 총 문항수는 8절지 2장에 320개씩 총 640개 검사 아이টে를 사용하였다. FAIR 주의력검사 도구는 Fig. 3에 제시하였다.

2) 시기능훈련

3개월 동안 한국시기능훈련 동성로센터에서 훈련실훈련 주 1회 50분, 홈테라피 주 5회 15분씩 훈련하였다. 조절과 버전스 기능에 대한 시기능훈련 과정은 먼저 조절력을 크

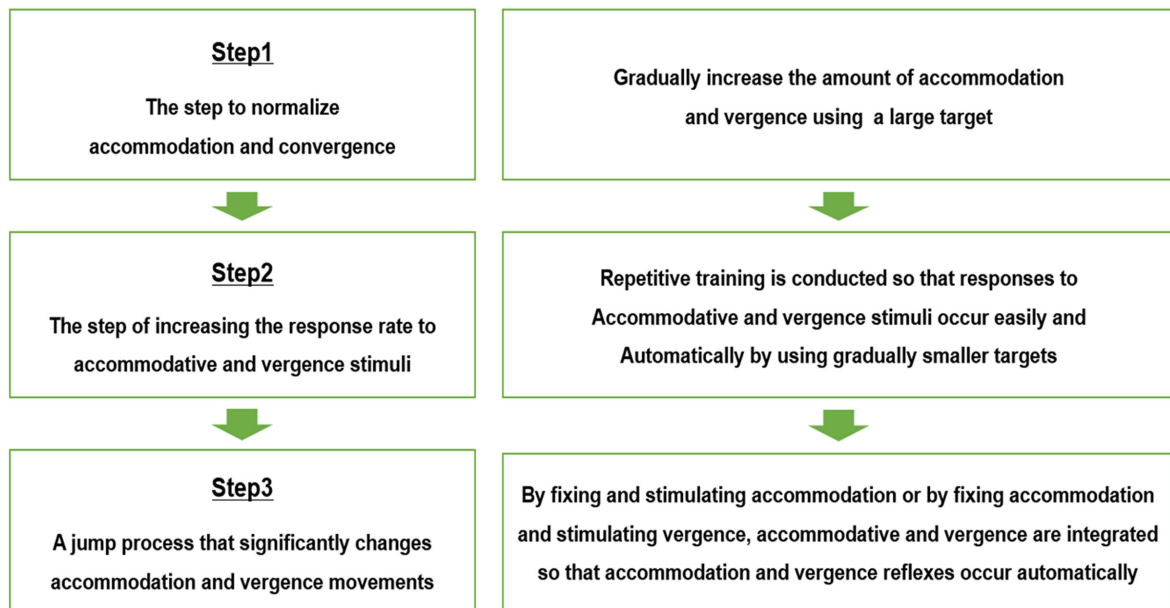


Fig. 4. The 3 steps of vision training for accommodation and vergence.

게 하고 눈모임과 눈벌림의 범위가 넓어지도록 훈련한다. 다음으로 반복훈련을 통해 조절과 버전스가 쉽게 일어나도록 하고, 마지막으로 조절과 버전을 통합하여 자동성이 완성되도록 하였다. 시기능훈련 단계는 Fig. 4와 같이 진행하였다.

훈련그룹은 주 1회 훈련실 훈련과 주 5회 홈테라피 프로그램으로 진행하였다. 훈련실에서는 훈련 1개월째에는 대근육 활동 위주의 신체활동과 안구운동, 그리고 눈모임 근점 개선을 위해 훈련이 진행되었고 2개월째에는 단안 중심의 조절력, 조절용이를 훈련하고 버전스훈련을 진행하였다. 3개월째에는 양안 중심으로 조절력, 조절용이를 향상시키는 훈련을 진행하였다.

위약그룹은 주 1회 훈련실훈련과 주 5회 홈테라피 프로그램으로 훈련그룹과 동일하게 진행하였다. 다만 신체활동, 안구운동, 눈모임근점 그리고 버전스훈련 등에서 광학렌즈, 프리즘, 적녹안경 또는 편광안경 등을 사용하지 않고 조절, 버전스, 안구운동 등에 자극을 주지 않는 프로그램으로 진행되었다. 두 그룹의 훈련도구들은 Fig. 5에 제시하였고 위약그룹은 (a), 훈련그룹은 (b)로 진행하였다.

3) 분석방법(통계)

본 연구에서 참여자들의 나이가 동일하지 않은 관계로 측정값이 나이에 따라 달라질 수 있으므로 만 나이를 원점수로 환산하여 표준점수로 하였다. 수집된 자료들의 통계처리 방법은 SPSS 18.0으로 분석, 두 그룹 모두 비모수통계를 이용하여 데이터를 나타내었고, 두 그룹 간 매개변수는 비교는 Mann-Whitney U test를 이용하였다. 훈련 전후 평가는 두 그룹 모두 대응표본 t-test를 이용하였고 분석결과에 따라 평균(Mean)과 표준편차(SD)를 산출하였다. 유의 수준은 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 로 하였다.

결과 및 고찰

1. 기준선 평가

시기능 훈련 성과를 비교하기 위하여 훈련 전 상태의 시기능을 평가하였으며 그 결과를 기준선으로 정하였다. 기준선 평가 항목은 단안조절력, 단안조절용이, NPC, 입체시, 그리고 FAIR 주의력평가이다. 연구에 참가한 대상자들에 대한 정보는 Table 1에 나타내었다. 평균 나이는 11.40세이며 평균 굴절이상은 -3.80 D이었다. 훈련 전의 눈 불편증상 점수인 COVD-QOL은 21.92점이었다.

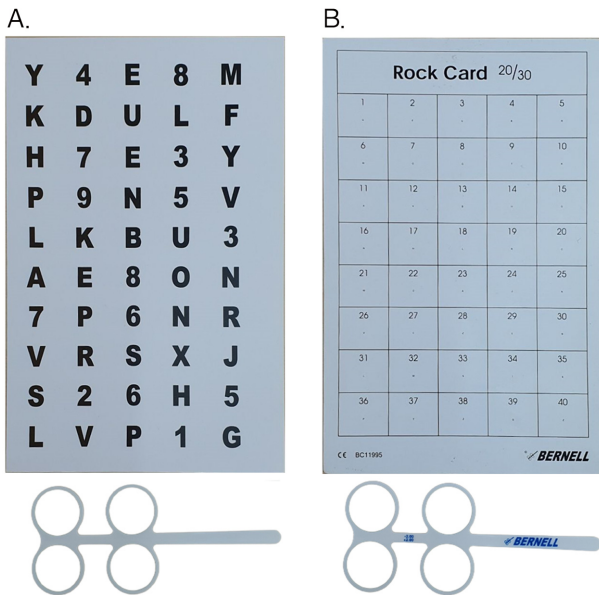


Fig. 5. The tools of vision training in the placebo and treatment groups A and B.

Table 1. Baseline demographics and clinical characteristics of participants

Characteristics	Treatment		Placebo Group		Overall		
Age (years)	11.25	(2.92)	11.60	(2.71)	11.40	(2.77)	
Sex, female, N (%)	8.00	(66.60)	7.00	(70.00)	22.00	(54.50)	
Refractive error	-3.85	(1.52)	-3.75	(1.58)	-3.80	(1.52)	
COVD-QOL	22.58	(11.63)	21.10	(11.06)	21.92	(11.13)	
Accommodative amplitude	8.78	(1.81)	8.46	(2.81)	8.61	(1.96)	
Accommodative facility	4.33	(1.02)	5.94	(3.10)	5.14	(2.06)	
NPC	11.52	(1.88)	11.37	(3.70)	11.45	(2.79)	
Stereopsis	122.50	(65.24)	115.55	(58.11)	119.02	(61.68)	
FAIR attention	M	3.75	(1.21)	4.00	(1.87)	3.88	(1.54)
	P	5.25	(2.22)	5.33	(1.50)	5.29	(1.86)
	Q	4.58	(1.08)	4.33	(1.87)	4.46	(1.48)
	C	5.17	(1.85)	4.88	(1.61)	5.03	(1.73)

2. 시기능훈련 전·후 조절기능을 포함한 시기능 변화

조절기능장애를 가진 학령기 아동들을 대상으로 훈련그룹과 위약그룹으로 나누어 훈련을 진행하였다. 그 결과, 단안 조절력은 시기능훈련 전 훈련그룹에서 8.78 D에서 16.80 D로 향상되어 유의한 변화를 나타내었다($p < 0.0001$). 반면 위약그룹은 8.46 D에서 10.80 D로 2.34 D 변화를 보였다. 이러한 현상은 시기능 훈련 전에는 모든 참여자들이 정상 조절력을 가지지 못하였으나 시기능 훈련 후에는 치료그룹에서는 정상으로 조절기능이 향상 되었고 위약그룹에서는 조절기능이 향상되지 못하였다. 조절기능이 부족할 경우, 조절부족을 가진 아동은 책을 읽을 때 자각 불편 증상과 읽기능력의 지체 현상이 나타날 수 있다.^[33] 또한 Visser 등은 학업성취도와 관련된 시기능은 조절력이라 하였고 일차적 결함이 읽기 능력 부족을 가진 대다수 아동은 학습장애가 있을 수 있다. 이것은 조절력의 개선이 학습과 읽기 능력에 서로 영향을 주는 것으로 판단할 수 있다.^[33]

단안 조절용이의 경우 훈련 전 위약그룹은 5.94 cpm에서 훈련 후 6.00 cpm을 나타내었고, 훈련그룹의 경우 훈련 전 4.33 cpm에서 훈련 후 16.91 cpm으로 유의한 향상을 나타내었다($p < 0.0001$). 이러한 결과로 미루어 보아 훈련효과가 매우 크다는 것을 확인할 수 있었다. Martin 등은 시기능훈련 전 8.8 cpm에서 훈련 후 16.5 cpm으로, Mitchell

등의 연구에서는 시기능훈련 전 2.33 cpm에서 훈련 후 12.1 cpm으로 개선된 결과를 보여주어 본 연구의 결과에서 조절용이개선은 의미가 충분하다고 본다.^[34,35] Adler 등에 따르면 학령기아동의 안정피로와 관련된 증상은 근거리 업무방지와 최고 시력교정을 했음에도 불구하고 나타난다.^[29] 그러므로 안정피로 증상을 가진 아동은 조절용이 검사를 받아야 하며, 적절한 대응조치가 필요하다.^[36] 특히 ± 2 D 플리퍼 렌즈의 조절용이 훈련은 조절기능 장애를 가진 학령기아동이 가지는 불편한 증상을 감소시키는 효과적인 방법이고, 학습 관련 불편 증상을 개선하기 위한 아동의 안정피로 관련증상의 개선에 효과적인 것으로 판단된다.

눈모임근점의 경우 훈련 전 위약그룹은 11.37 cm에서 훈련 후 10.37 cm로 변화가 생겼고, 훈련그룹은 훈련 전 11.52 cm에서 7.23 cm로 유의한 향상을 나타내었다($p < 0.0001$). 눈모임근점은 근거리사위, 연령과 관련이 있고 학업을 수행해 내는 능력과 깊은 관계가 있다.^[37,38] 안으로 두 눈을 모으는 것은 두 눈의 협응을 효과적으로 하여 근거리 학습할 때 하나로 선명하게 입체적으로 보도록 하여 글자나 숫자를 선명하게 볼 수 있도록 하여 독해력 개선에 근거가 된다고 판단된다. 따라서 시기능훈련을 시행 후 개선이 일어난 눈모임근점의 개선으로 아동의 독해력 개선에 도움이 될 수 있다.

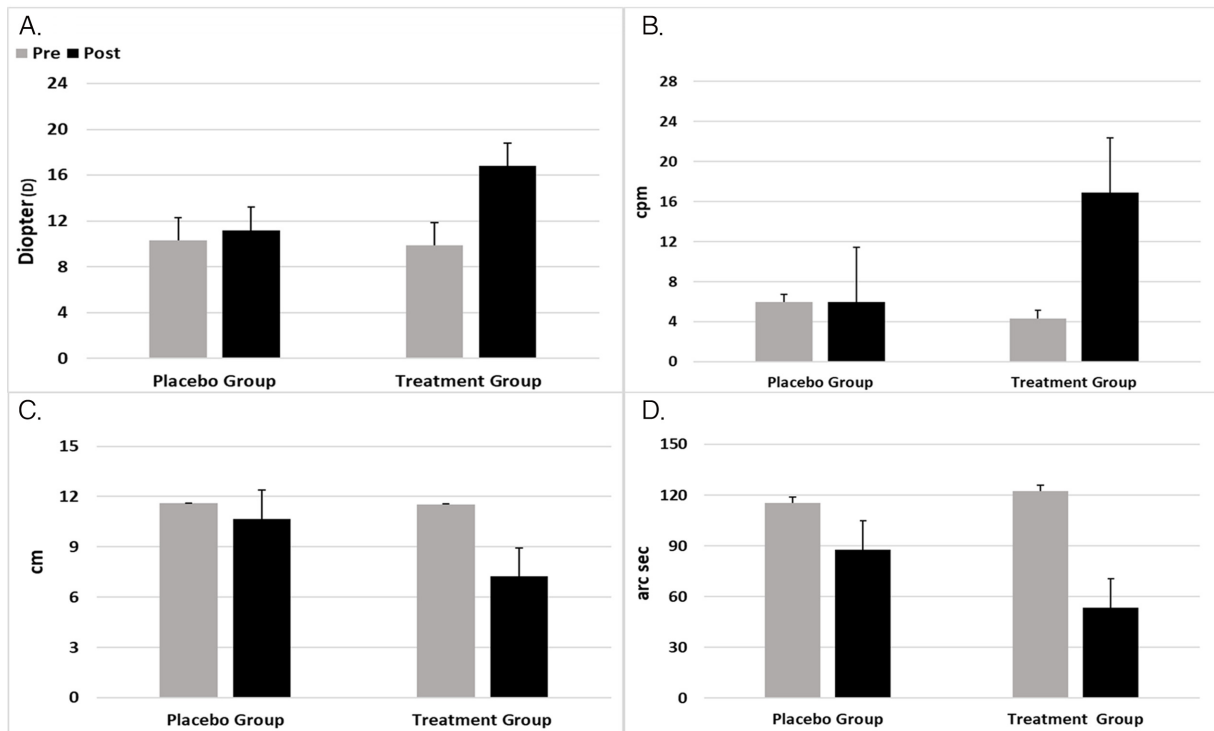


Fig. 6. The comparison of measures for pre- and post-vision training. A. Amplitude of accommodation ($p < 0.0001$), B. Facility of accommodation ($p < 0.0001$), C. Near point of convergence (NPC) ($p < 0.0001$), D. Mean stereopsis ($p < 0.002$)

입체시의 경우 훈련 전 위약그룹은 115.55 초에서 87.78 초로 변화가 있었고, 훈련그룹의 경우 122.50 초에서 53.33 초로 유의한 향상을 나타내었다($p < 0.002$). 공간에 대한 입체감, 원근감이 개선되는 입체시의 개선은 시지각과 정보 처리에 개선이 일어날 수 있다.^[39]

시각효율기능에 대한 평가는 Fig. 6에 제시하였다.

3. 주의력의 변화

FAIR 주의력평가는 검사 지시문의 이해정도에 대한 지표 (M), 주어진 시간 내에 집중하여 작업한 능력지수 및 선택주의력 (P), 정확하고 올바른 작업 수행을 나타내는 통제지수 (Q), 그리고 주어진 시간 안에 많은 아이টে임을 정확히 작업한 능력으로써 균일하게 오래도록 주의 집중할 수 있는 지속성 지수 (C)를 측정하였다.

시기능훈련 전·후의 주의력 변화를 비교하기 위하여 FAIR 주의력검사를 실시하였으며, 훈련그룹에 대한 주의력 변화는 Fig. 7에 나타내었다.

검사이해도(M)는 시기능훈련 전과 후의 결과가 비슷하여 시기능훈련에 영향을 받지 않은 것으로 나타났다.

지속주의력(C)는 훈련그룹에서 훈련 전 5.17 score에서 훈련 후 7.42 score로 주의력평가 항목 중 가장 큰 변화를 나타내었다($p < 0.0001$). 지속주의력은 아동의 효율적인 학습효과, 인식 그리고 기억 등의 학습에 필요한 중요한 능력이며,^[40] 특히 읽기 능력과 상관관계가 많다.^[41] 그러므로, 시기능훈련 후 지속주의력 향상은 아동의 읽기 능력 향상을 기대할 수 있다.

선택주의력(P)은 훈련그룹에서 훈련 전 5.25 score에서 훈련 후 7.33 score로 유의한 향상을 나타내주었다($p < 0.0001$). 이것은 시기능훈련으로 인해 조절기능이 향상됨

으로써 업무를 수행할 때 방해를 이겨내고 집중할 수 있어서 정보처리능력 향상에 도움이 되는 것을 알 수 있었다. 보편적으로 주어진 일을 빨리 수행해 내는 사람은 선택주의력이 높게 측정되고 학습에 장애가 있는 아동일 경우 응답하는 시간과 정보를 처리하는 기술에서 느린 반응을 보이며 기억 작업과 주의력에서 일반적인 아동보다 낮은 수행능력을 보인다.^[42,43]

자기통제력(Q)는 훈련그룹에서 훈련 전 4.58 score에서 6.08 score로 유의한 결과를 나타내었다($p < 0.0001$). 자기통제력은 주어진 시간 안에 정확하고 효과적으로 과제를 수행하여 좋은 결과를 달성할 수 있는지를 나타내는 상위 인지능력을 말한다.^[44] 이 결과는 업무를 수행할 때 지속적으로 정확하고 선명하게 볼 수 있는 조절력 개선과 보는 위치가 달라져도 신속하고 빠르게 선명한 초점을 맺을 수 있는 조절용이성 개선 결과라고 볼 수 있다.

결 론

조절기능장애를 가진 8~16세 학령기아동을 대상으로 치료그룹과 위약그룹으로 나누어 훈련실훈련과 홈테라피로 시기능과 주의력을 평가한 후 3개월 간의 시기능훈련을 진행한 결과, 시기능과 주의력의 변화를 확인하였다.

시기능훈련 후 입체시, 눈모임근점, 조절용이 그리고 조절력에서 유의한 향상을 확인하였다. 특히 조절력과 조절용이성이 매우 개선되었으며 이는 조절기능을 포함한 시각효율기능의 향상과 주의력 향상에 영향을 미쳤음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업(No. 2021R1F1A106332211)으로 연구되었습니다

REFERENCES

[1] AOA(American Optometric Association). Optometric Clinical Practice Guideline: Care of the patient with learning related vision problems, 2008. <https://www.aoa.org/AOA/Documents/Practice%20Management/Clinical%20Guidelines/Consensus-based%20guidelines/Care%20of%20Patient%20with%20Learning%20Related%20Vision%20Problems.pdf>(24 June 2023).

[2] Nandagopal P, Srinivasan K, Bhat JR, et al. Methodological variations in studies reporting normative data for binocular vision parameters: a scoping review protocol. *JBI Evid Synth.* 2021;19(7):1749-1757. DOI: <https://doi.org/>

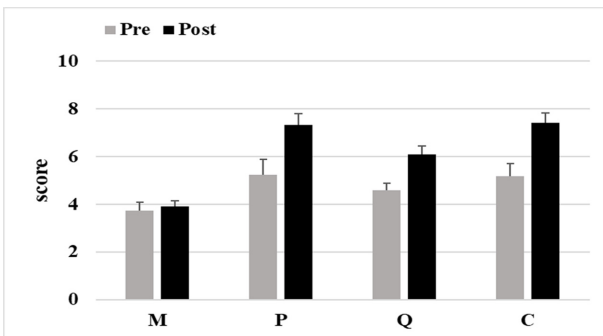


Fig. 7. Mean attention for pre- and post-vision training. M: Indicator index, comprehension of inspection instructions, P: Ability index, the amount of test items that were focused on for a given period (selective attention), Q: Control index, ratio of correct responses to total responses (self-control), C: Persistence index, uniformly long attention (sustained attention)

- 10.11124/JBIES-20-00156
- [3] Sterner B, Abrahamsson M, Sjöström A. Accommodative facility training with a long term follow up in a sample of school aged children showing accommodative dysfunction. *Doc Ophthalmol.* 1999;99(1):93-101. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1002623107251>
- [4] Yu G, Dong Y. The effect of emotions on selective and sustained attention in adolescents with learning disabilities. *Acta Psychol Sin.* 2007;39(4):679-687.
- [5] Ko LW, Komarov O, Hairston WD, et al. Sustained attention in real classroom settings: an EEG study. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:388. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00388>
- [6] Baumeister RF, Vohs KD, Tice DM. The strength model of self-control. *Curr Dir Psychol Sci.* 2007;16(6):351-355. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00534.x>
- [7] Strayhorn JM Jr. Self-control: theory and research. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* 2002;41(1):7-16. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004583-200201000-00006>
- [8] Kokoç M, Ilgaz H, Akçay A. How deeply does media and technology usage affect the sustained attention?. *Int J Hum-Comput Interact.* 2022;38(15):1410-1421. DOI: <https://doi.org/10.1080/10447318.2021.2002049>
- [9] Shapiro BK, Gallico RP. Learning disabilities. *Pediatr Clin N Am.* 1993;40(3):491-505. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-3955\(16\)38546-7](https://doi.org/10.1016/S0031-3955(16)38546-7)
- [10] Bilbao C, Piñero DP. Diagnosis of oculomotor anomalies in children with learning disorders. *Clin Exp Optom.* 2020;103(5):597-609. DOI: <https://doi.org/10.1111/cxo.13024>
- [11] Hussaindeen JR, Shah P, Ramani KK, et al. Efficacy of vision therapy in children with learning disability and associated binocular vision anomalies. *J Optom.* 2018;11(1):40-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.optom.2017.02.002>
- [12] Scheiman M, Gallaway M, Coulter R, et al. Prevalence of vision and ocular disease conditions in a clinical pediatric population. *J Am Optom Assoc.* 1996;67(4):193-202.
- [13] Palomo-Álvarez C, Puell MC. Accommodative function in school children with reading difficulties. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008;246(12):1769-1774. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00417-008-0921-5>
- [14] Phamonvaechavan P. A comparison between effect of viewing text on computer screen and iPad® on visual symptoms and functions. *Siriraj Med J.* 2017;69(4):185-189. DOI: <https://doi.org/10.14456/smj.2017.37>
- [15] Ha NR, Kim CJ, Jung SA, et al. Comparison of accommodative system according to the material and font size of near visual media. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(2):217-224. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkooos.2014.19.2.217>
- [16] Hussaindeen JR, Rakshit A, Singh NK, et al. Prevalence of nonstrabismic anomalies of binocular vision in Tamil Nadu: report 2 of BAND study. *Clin Exp Optom.* 2017;100(6):642-648. DOI: <https://doi.org/10.1111/cxo.12496>
- [17] Wajuihian SO, Hansraj R. Accommodative anomalies in a sample of black high school students in South Africa. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;23(5):316-323. DOI: <https://doi.org/10.3109/09286586.2016.1155715>
- [18] Jang JU, Park IJ. Prevalence of general binocular dysfunctions among rural schoolchildren in South Korea. *Taiwan J Ophthalmol.* 2015;5(4):177-181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tjo.2015.07.005>
- [19] Muzaliha MN, Buang N, Adil H. Visual acuity and visual skills in Malaysian children with learning disabilities. *Clin Ophthalmol.* 2011;6:1527-1533. DOI:10.2147/OPHTH.S33270.
- [20] CITT-ART Investigator Group. Effect of vergence/accommodative therapy on reading in children with convergence insufficiency: a randomized clinical trial. *Optom Vis Sci.* 2019;96(11):836-849. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001442>
- [21] Ciuffreda KJ. The scientific basis for and efficacy of optometric vision therapy in nonstrabismic accommodative and vergence disorders. *Optometry.* 2002;73(12):735-762.
- [22] Chen AM, Roberts TL, Cotter SA, et al. Effectiveness of vergence/accommodative therapy for accommodative dysfunction in children with convergence insufficiency. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2021;41(1):21-32. DOI: <https://doi.org/10.1111/opo.12747>
- [23] Solan HA, Shelley-Tremblay J, Ficarra A, et al. Effect of attention therapy on reading comprehension. *J Learn Disabil.* 2003;36(6):556-563. DOI: <https://doi.org/10.1177/00222194030360060601>
- [24] Nel M, Hartley S, Maartens M, et al. Visual acuity, amplitude of accommodation and near point of convergence and academic achievement in primary school learners in Bloemfontein. *S Afr Optom.* 2014;73(1):33-38. DOI: <https://doi.org/10.4102/aveh.v73i1.5>
- [25] Vaughn W, Maples WC, Hoenes R. The association between vision quality of life and academics as measured by the College of Optometrists in Vision Development Quality of Life questionnaire. *Optometry.* 2006;77(3):116-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.optm.2006.01.004>
- [26] Castagno VD, Vilela MAP, Meucci RD, et al. Amplitude of accommodation in schoolchildren. *Curr Eye Res.* 2017;42(4):604-610. DOI: <https://doi.org/10.1080/02713683.2016.1220586>
- [27] AOA(American Optometric Association). *Optometric Clinical Practice Guideline: Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction*, 2011. <https://www.aoa.org/AOA/Documents/Practice%20Management/Clinical%20Guidelines/Consensus-based%20guidelines/Care%20of%20Patient%20with%20Accommodative%20and%20Vergence%20Dysfunction.pdf>(25 June 2023).
- [28] Hashemi H, Nabovati P, Khabazkhoob M, et al. Does hofstetter's equation predict the real amplitude of accommodation in children?. *Clin Exp Optom.* 2018;101(1):123-128. DOI: <https://doi.org/10.1111/cxo.12550>
- [29] Adler P, Scally AJ, Barrett BT. Test-retest reproducibility

- of accommodative facility measures in primary school children. *Clin Exp Optom*. 2018;101(6):764-770. DOI: <https://doi.org/10.1111/cxo.12691>
- [30] Zellers JA, Alpert TL, Rouse MW. A review of the literature and a normative study of accommodative facility. *J Am Optom Assoc*. 1984;55(1):31-37.
- [31] Maples WC, Hoenes R. Near point of convergence norms measured in elementary school children. *Optom Vis Sci*. 2007;84(3):224-228. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e3180339f44>
- [32] Shukla Y. Accommodative anomalies in children. *Indian J Ophthalmol*. 2020;68(8):1520-1525. DOI: https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1973_18
- [33] Shaywitz SE, Fletcher JM, Shaywitz BA. Issues in the definition and classification of attention deficit disorder. *Top Lang Disord*. 1994;14(4):1-25. DOI: <https://doi.org/10.1097/00011363-199408000-00003>
- [34] Scheiman M, Cotter S, Kulp MT, et al. Treatment of accommodative dysfunction in children: results from a randomized clinical trial. *Optom Vis Sci*. 2011;88(11):1343-1352. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e31822f4d7c>
- [35] Ma MML, Shi J, Li N, et al. Effect of vision therapy on accommodative lag in myopic children: a randomized clinical trial. *Optom Vis Sci*. 2019;96(1):17-26. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001316>
- [36] Hennessey D, Iosue RA, Rouse MW. Relation of symptoms to accommodative infacility of school-aged children. *Optom Vis Sci*. 1984;61(3):177-183. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-198403000-00005>
- [37] Hashemi H, Pakzad R, Yekta A, et al. The distribution of near point of convergence in an Iranian rural population: a population-based cross-sectional study. *Saudi J Ophthalmol*. 2019;33(2):148-152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2019.02.009>
- [38] Paulsen K, Mortazavi M, Rierio H, et al. Can near point convergence in pediatric concussion patients predict students successful return to learning?. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(4). DOI: <https://doi.org/10.1177/2325967120S00243>
- [39] Lee SD, Lee HM. The effect of vision therapy on the improvement in visual information processing skill. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2020;25(4):427-435. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2020.25.4.427>
- [40] Englert C, Zwemmer K, Bertrams A, et al. Ego depletion and attention regulation under pressure: Is a temporary loss of self-control strength indeed related to impaired attention regulation?. *J Sport Exerc Psychol*. 2014;37(2):127-137. DOI: <https://doi.org/10.1123/jsep.2014-0219>
- [41] Macdonald KT, Barnes MA, Miciak J, et al. Sustained attention and behavioral ratings of attention in struggling readers. *Sci Stud Read*. 2021;25(5):436-451. DOI: <https://doi.org/10.1080/10888438.2020.1826950>
- [42] Copeland AP, Wisniewski NM. Learning disability and hyperactivity: deficits in selective attention. *J Exp Child Psychol*. 1981;32(1):88-101. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(81\)90095-3](https://doi.org/10.1016/0022-0965(81)90095-3)
- [43] Richards GP, Samuels SJ, Turnure JE, et al. Sustained and selective attention in children with learning disabilities. *J Learn Disabil*. 1990;23(2):129-136. DOI: <https://doi.org/10.1177/002221949002300210>
- [44] Poltavski DV, Biberdorf D, Petros TV. Accommodative response and cortical activity during sustained attention. *Vis Res*. 2012;63:1-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.04.017>

시기능 훈련이 조절기능장애아동의 주의력에 미치는 효과

김은정¹, 이현미^{2,*}

¹대구가톨릭대학교 안경광학과, 학생, 경산 38430

²대구가톨릭대학교 안경광학과, 교수, 경산 38430

투고일(2023년 3월 21일), 수정일(2023년 4월 12일), 게재확정일(2023년 4월 14일)

목적: 조절기능장애를 가진 아동을 대상으로 시기능 훈련을 진행하여 시기능훈련이 주의력에 미치는 영향을 살펴보고자 한다. **방법:** 훈련그룹 12명, 위약 그룹 10명으로 나누어 3개월 동안 주 1회 훈련실훈련과 주 5회 매 15분씩 홈테라피를 실시하였다. 시기능평가로 굴절력, COVD-QOL, 원/근 버전스, NRA/PRA, 원/근 편위도, 조절 lag, 조절력, 조절용이성, 눈모임근점, 그리고 입체시평가를 하였고, 주의력은 FAIR 주의력평가를 실시하였다. **결과:** 시기능 훈련을 통해 조절력, 조절용이, 눈모임근점, 그리고 입체시 능력이 많이 향상되었다. 주의력은 지속주의력, 선택주의력, 그리고 자기통제력 순으로 유의한 변화를 나타내었다. **결론:** 조절기능장애아동에 대한 시기능훈련은 조절 능력 향상과 더불어 주의력 개선에도 도움이 됨을 확인하였다.

주제어: 조절기능장애, 조절력, 조절용이, 눈모임근점, 주의력