

## 초등학생에서 push-up과 push-away 방법을 이용한 조절력과 폭주 근점의 측정

김효진<sup>1,\*</sup>, 이은희<sup>2</sup>, 오현진<sup>3</sup>

<sup>1</sup>백석대학교 보건학부 안경광학과, 천안 330-705

<sup>2</sup>극동대학교 안경광학과, 충북 369-700

<sup>3</sup>백석문화대학 안경광학과, 천안 330-705

투고일(2012년 5월 2일), 수정일(2012년 9월 10일), 게재확정일(2012년 9월 15일)

**목적:** 12~13세 초등학생을 대상으로 push-up 방법과 push-away 방법을 사용하여 측정된 조절력을 비교하고, 폭주 근점을 측정하여 조절 및 폭주 부족의 발생률을 알아보았다. **방법:** 대상자는 안경교정시력이 1.0이상인 초등학교 학생 88명으로 평균연령은  $12.63 \pm 0.51$ 세(12~13세) 이었다. 조절력의 측정은 push-up 방법과 push-away 방법을 이용하였다. 폭주 근점은 분리점(break point)과 회복점(recovery point)을 측정하였다. **결과:** 대상자의 단안 평균 조절력은 push-up 방법이  $11.52 \pm 2.50$  D였고, push-away 방법은  $10.06 \pm 1.97$  D로 측정되었다. 두 방법 간의 디오퍼터는  $1.46 \pm 1.58$  D 만큼 push-up 방법이 크게 측정되었다. 대상자의 평균 파괴점과 회복점은 각각  $8.66 \pm 1.99$  cm과  $10.98 \pm 2.06$  cm 이었다. 조절 부족은 전체의 28.75%, 폭주 부족은 전체의 30.00%를 나타냈다. 나이에 따른 정상범위의 조절력을 보인 대상자와 폭주 근점의 측정값이 모두 정상 범위에 포함된 경우는 48.75%였다. 조절 부족과 폭주 부족이 함께 나타난 경우는 7.50% 였다. **결론:** Push-up 방법과 push-away 방법으로 측정된 조절력은 0.6025의 높은 상관성을 보였다( $P < 0.05$ ). 나이에 따른 정상적인 조절력을 가진 경우는 71.25%였고, 정상적인 폭주 근점을 보인 경우가 70.00%였다.

**주제어:** 조절 부족, 폭주 근점, 폭주 부족, 푸쉬업, 푸쉬어웨이

### 서 론

최근 환경의 변화로 TV, 컴퓨터, 게임기, 핸드폰 등의 다양한 미디어 매체에 노출되어 있는 어린이들은 학업시간까지 더해 어렸을 때부터 근거리 작업이 증가하고 있다. 근거리 물체를 볼 때는 눈의 초점을 변화시키는 조절 작용이 필요하며, 이는 눈의 광학적인 굴절력의 디오퍼터 변화로 정의된다.<sup>[1]</sup> 근거리 작업 중에는 눈의 피로감, 충혈, 두통, 통증, 불편함, 복시 등과 같은 다양한 자각적인 증상을 호소하게 되나, 정상적인 눈은 이러한 증상 없이 1시간 정도의 근업을 할 수 있다고 한다. 그러나 조절 이상을 포함한 양안시 기능에 이상이 있는 경우는 근업 도중 상기의 증상이 나타나게 되며, 이런 증상은 보통 조절 부족<sup>[2]</sup> 또는 조절부족이 폭주부족과 동반될 때 많은 증상을 가진다고 한다.<sup>[3]</sup> 또한 근거리 작업의 증가에 따른 조절기능의 변화는 근시로의 진행을 더 촉진시킬 수 있다는 연구 결과도 있다.<sup>[4]</sup> 정보화 시대에 근거리 작업의 기

초가 되는 이러한 조절력은 중요한 눈의 기능으로 요구될 것이며, 개인적인 눈의 상태를 이해하는 데에도 필요할 것이다.

조절은 나이와 함께 감소되고 나이에 의해 기대되는 조절력보다 더 작은 경우는 조절부족(accommodative insufficiency)이라고 하며, 특히 나이에 의한 최소 기댓값보다 조절력이 2.00 D 이하인 경우를 조절부족이라 정의하기도 한다. 이러한 조절력은 일반적으로 주로 자각적인 방법인 push-up 방법이나 마이너스 렌즈 부가법을 이용하여 측정한다. 가장 보편적으로는 push-up 방법을 사용하지만 어린이에게 주로 사용하는 방법은 push-away 방법이며, push-away 방법에 의한 결과가 push-up 방법에 의한 결과값보다 비슷하거나 약간 낮게 측정된다고 알려져 있다.<sup>[5]</sup> 그러나 국내에서 push-up 방법을 이용하여 측정된 10대 조절력은 평균 9.88 D였고, push-away 방법으로 측정된 12세의 조절력은 평균 15.49 D라고 보고되었을 뿐 동일인에게 두 가지 방법을 사용한 연구 결과는 없

\*Corresponding author: Hyojin Kim, TEL: +82-41-550-2841, E-mail: hjink@bu.ac.kr

었다.

또한 독서나 근거리 작업을 하는 동안 근업시 안정피로, 두통, 중간거리 흐림과 같은 증상을 동반하는 경우로는 폭주부족(convergence insufficiency)이 있다.<sup>16)</sup> 이것은 일반적으로 폭주근점이 10 cm 이상인 경우를 말한다. 폭주근점이란 양안이 최대 폭주한 상태에서 양안 시선의 교차점을 의미하며, 폭주부족을 평가하는데 중요한 진단 기준으로 폭주근점이 고려된다.<sup>17)</sup>

본 연구에서는 근거리 작업이 증가하고 있는 시점에서 12~13세 초등학생을 대상으로 조절력과 폭주근점을 측정하여, push-up 방법과 push-away 방법의 조절력에 대한 측정값을 비교해 보았고, 조절 및 폭주부족의 발생률을 알아 보았다.

## 대상 및 방법

2010년 9월부터 12월까지 아산시에 위치하고 있는 2개 초등학교의 학생들을 대상으로 안질환과 사시나 약시가 없고, 안경교정시력이 1.0 이상인 88명을 대상으로 하였다. 검사는 평소에 착용하는 교정안경을 착용한 상태에서 측정하였으며, 미교정으로 원거리와 근거리 시력이 20/30 이하인 경우는 대상에서 제외하여 최종 80명을 분석에 포함시켰다. 대상자의 평균연령은 12.63±0.51세(12~13세)로 남자가 38명(47.50%), 여자가 42명(52.50%)이었다.

조절력의 측정은 push-up 방법과 push-away 방법을 이용하였다. Push-up 방법은 습관적 원용교정안경을 착용한 상태에서 피검사자가 근용 거리에서 시표를 들고 글씨를 선명하게 볼 수 있도록 한 후 시표를 서서히 이동시켜 시표가 처음 흐려지게 되는 지점까지의 거리를 측정하였다. 측정된 거리는 디오퍼터로 환산하여 이 값으로 피검사자의 조절력을 나타내었다. push-away 방법은 동일한 검사준비 후 근점 포인트 시표를 최대한 눈 가까이 접근 시키고, 피검사자가 선명하게 보인다고 할 때까지 서서히 시표를 피검사자의 눈에서 멀어지게 하였다. 시표에서 피검사자까지의 거리를 측정하고 디오퍼터로 환산하였다.<sup>18)</sup> 모든 조절력 검사는 우안 검사 값을 이용하였고, 3회 반복 측정 후 평균값을 사용하였다. 폭주근점의 측정은 원용교정을 착용한 상태에서 50 cm 위치에서 양안으로 시표(연필 끝)를 주시하게 한 후 피검사자의 코 방향으로 중심선을 따라 서서히 접근시켜 물체가 두 개로 보인다고 하거나, 피검사자의 한쪽 눈이 시표를 주시하지 못하게 될 때까지 피검사자를 관찰하며 피검사자가 시표를 두 개로 본 지점이나 양안주시를 잃어버린 지점까지의 거리를 측정하여 이것을 분리점(break point)라고 하였다. 또한 회복점(recovery point)을 측정하기 위해 천천히 중심선을 따라 시표를 피

검사자의 눈에서 멀어지게 하면서 시표가 한 개로 보이는 지점을 측정하였다.<sup>18)</sup>

조절력이 Hofstetter의 조절의 최소 기댓값 공식에 의해  $15-0.25 \times \text{나이}$  보다 2.00 D 이하인 경우를 조절부족으로 정의하였고, 폭주근점의 분리점이 10 cm 이상인 경우를 폭주부족으로 정의하였다.<sup>18)</sup>

통계학적인 분석은 SAS 8.01 프로그램을 사용하여 push-up 방법과 push-away 방법을 이용하여 측정한 조절력의 평균값을 비교하기 위하여 unpaired t-test를 실시하였다. 또한 검사 방법 간의 상관관계를 분석하고자 pearson correlation analysis를 시행하였고, 단순회귀방정식을 도출하였다. 모든 분석은 유의수준이 0.05 미만일 경우를 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

## 결 과

대상자의 평균 조절력은 push-up 방법이  $11.66 \pm 2.67$  D였고, push-away 방법은  $9.79 \pm 1.84$  D로 측정되었다. 두 방법 간의 디오퍼터는  $1.86 \pm 2.09$  D 만큼 push-up 방법이 크게 측정되었다(Table 1). Push up 방법으로 측정한 조절력은 대부분 10~13 D에 많이 위치하였고, push away 방법으로 측정한 값은 10~11 D에서 가장 많은 분포를 보였다(Fig. 1). Push-up 방법과 push-away 방법으로 측정한 조절력의 상관계수는 0.6025의 상관성을 보였다( $p < 0.05$ ) (Fig. 2).

대상자의 평균 분리점과 회복점은 각각  $8.66 \pm 1.99$  cm과  $10.98 \pm 2.06$  cm 이었다(Table 2). Fig. 3에 전체 대상자들의 폭주 근점의 분리점 분포를 나타내었다. 6 cm에서 9 cm의 분리점에 가장 많은 분포도를 보였고, Fig. 4에는 전체 대상자들의 폭주근점의 회복점 분포를 나타내었다.

Push-up 방법으로 측정한 나이에 따른 조절력과 폭주근점의 측정값이 모두 정상 범위에 포함된 경우는 전체의 48.75%(39안)를 나타냈다. 조절부족은 전체의 28.75%(23안) 이었고, 폭주부족은 30.00%(24안) 이었다. 마지막으로 조절과 폭주부족과의 관련성을 보기 위해서 조절부족과 폭주부족을 비교하여 본 결과, 조절과 폭주 모두 정상 범위를 벗어난 경우는 7.50%(6안) 이었다. 조절부족이었지만 폭주근점은 정상인 경우가 21.25%(17안) 이었고, 반대로 폭주부

Table 1. Mean for amplitude of accommodation using push-up and push-away method

Methods	Mean	S.D.	Difference	P-value
Push-up (D)	11.52	2.50	1.46±1.58	0.000
Push-away (D)	10.06	1.97		

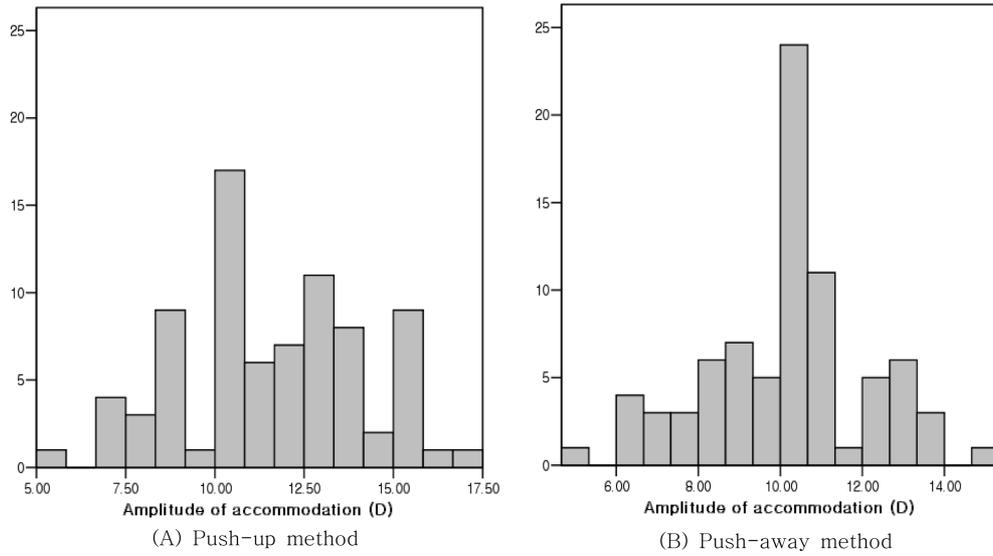


Fig. 1. Distribution of amplitude of accommodation.

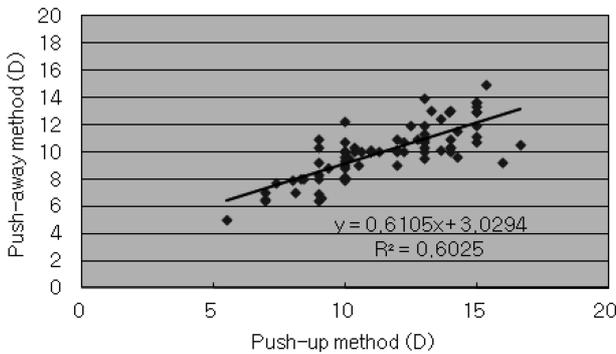


Fig. 2. Correlation between push-up and push-away test in amplitude of accommodation.

Table 2. Mean for near point of convergence break and convergence

Methods	Mean	S.D.
NPC break (cm)	8.66	1.99
NPC recovery (cm)	10.98	2.06

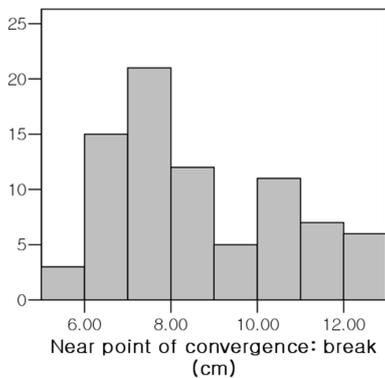


Fig. 3. Distribution of near point of convergence break value.

죽어있지만 정상 조절력을 가진 경우는 22.50%(18안) 이었다(Table 3, Fig. 5).

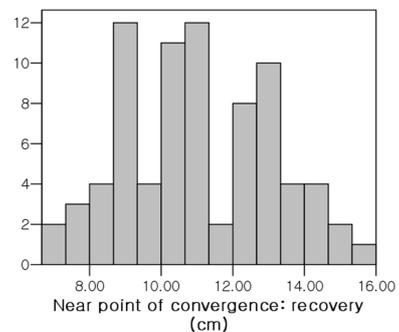


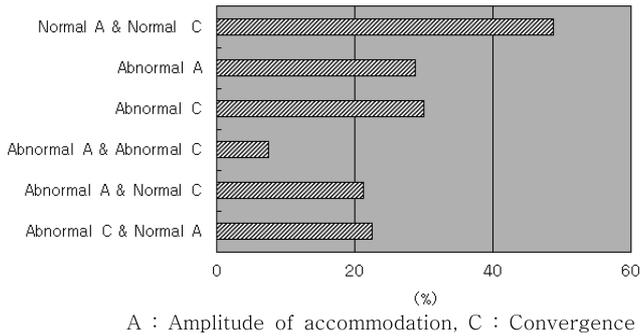
Fig. 4. Distribution of near point of convergence recovery value.

Table 3. Percentage of accommodative and convergence insufficiency in elementary school children

Parameters	Eyes	(%)
Normal amplitude of accommodation & normal convergence	39	(48.75)
Abnormal amplitude of accommodation	23	(28.75)
Abnormal convergence	24	(30.00)
Abnormal amplitude of accommodation & abnormal convergence	6	(7.50)
Abnormal amplitude of accommodation & normal convergence	17	(21.25)
Abnormal convergence & normal amplitude of accommodation	18	(22.50)

### 고 찰

조절부족은 8~15세 사이의 어린이들이 호소하는 안정피로의 많은 비율을 차지하고 있다.<sup>[9]</sup> 안정피로는 근업 중에 나타나는 눈의 피로감, 충혈, 두통, 통증, 불편함, 복시와



A : Amplitude of accommodation, C : Convergence  
 Fig. 5. Distribution of normality for accommodation and convergence.

같은 다양한 자각적인 증상으로 설명할 수 있다. 또한 폭주부족인 경우도 짧은 시간 독서나 근거리 작업에서 대부분 안정피로와 함께 두통, 흐린 시력, 복시, 독서 매체에 집중하기 곤란함, 시간이 지날수록 독서 내용을 이해할 수 없음, 시각적 주의력이나 집중력 저하와 같은 불편함이 있다고 보고되었다.<sup>[10]</sup> 현시대의 어린이들은 예전보다 더 많은 근거리 시 생활을 하고 있고, 특히 근거리 작업에 의해 발생하는 조절문제는 눈의 피로와 함께 근시를 진행시키는 원인까지 되고 있으며<sup>[4]</sup>, 근거리 작업과 관련 있는 안정피로는 더 나아가 학습장애와 같은 문제까지 이어질 수 있다고 보고되었다<sup>[11]</sup>. 따라서 본 연구에서는 이와 같이 여러 가지 문제로 발전될 수 있는 조절 및 폭주부족의 문제점을 극소화하기 위해서 소아 굴절교정 시 조절기능 검사의 필요성을 다시 한 번 강조하며, 이에 먼저 최근의 어린이들을 대상으로 조절이나 폭주부족을 나타내는 경우를 조사하였고, 아직 국내의 어린이들을 대상으로 임상결과가 많지 않은 push away 방법을 조절력 측정에 이용하여 보았다.

현재 많이 참고하고 있는 Duane 또는 Donders의 10대 조절력은 11~14 D가 제시되었고,<sup>[8]</sup> 이 연구에서 push-up 방법을 이용해서 측정한 12~13세의 결과에서는 평균 11.52 D의 조절력을 보였다. 11~15세를 대상으로 minus lens 방법을 사용하여 측정한 이전 국내의 연구 결과에서는 12.36 D를 나타내어 유사한 값을 보였다.<sup>[12]</sup> 그러나 국내에서 push-up 방법을 이용하여 측정한 다른 연구에서는 10대의 최대조절력이 9.88 D를 보여<sup>[13]</sup> 본 연구와 측정방법은 같으나 조절력의 차이를 보였고, 연령별 조절력을 비교하는데 한 가지 방법만으로 측정된 조절력을 비교하기에는 어려움이 있었다. 만 8~12세의 초등학생의 조절력 측정에 push-away 방법을 사용한 이전 연구가 보고되었으나<sup>[14]</sup> 아직 국내에서 초등학생을 대상으로 push-up 방법과 비교된 결과는 없었다. 이에 살펴본 본 연구의 결과에서는 push-away 방법과 push-up 방법에 따른 두 방법 간의 상관관계수가 0.6025로 높은 상관성을 보였으나 두 방법 간의

다옴터는 push-up 방법이 다소 큰 값을 보였다. 2010년 국외에서 발표된 연구에서는 두 방법 간의 상관관계수가 7~12세는 0.63, 13~20세는 0.80, 21~35세는 0.91로 높은 상관성이 있으며, 연령에 따른 차이도 있음을 확인할 수 있었다.<sup>[5]</sup> Woehrle 등<sup>[15]</sup>은 10~40세의 25명을 대상으로 이 두 방법으로 측정한 조절력을 비교한 결과에서 유의한 차이가 없었다고 하였다. 조절력을 측정하는 가장 기본적인 자각적 방법으로는 push-up 방법과 minus lens 방법이 있으며, 이미 push-up 방법이 minus lens 방법 보다 약간 최대조절력이 많이 측정된다고 알려져 있다. 한편 push-away 방법에 대해서는 push-up 방법과 비교하기 위해서 더 많은 평가가 필요하며,<sup>[5]</sup> 피검사자들은 push-up 방법에 익숙하여 push-away 방법으로 검사하였을 경우 end-point를 정확히 정하는데 어려움이 있었다는 보고도 있었다.<sup>[5]</sup> 또한 폭주근점의 분리점과 회복점에 대해서도 측정 방법에 따라 많은 편차를 보이며, 조절자극 시표, 펜라이트, 양안에 적녹 안경을 착용한 상태에서 펜라이트, 연필 끝, 손가락 끝 등의 시표를 이용하는 다양한 방법들을 측정에 사용하고 있다.<sup>[7,16]</sup> 국내의 초등학교 고학년에서 조절자극 단일시표를 이용하여 측정한 이전 연구에서는 폭주근점의 분리점과 회복점이 각각 평균 3.44 cm와 8.22 cm를 보였고,<sup>[17]</sup> 12~18세를 대상으로 펜라이트를 이용한 경우에는 각각 5.45 cm와 10.63 cm를 보여<sup>[18]</sup> 본 대상자들의 값과 차이를 보였다. Rouse 등<sup>[19]</sup>은 8~12세의 어린이를 대상으로 한 연구에서 17.6%의 폭주 부족을 보고하였고, 신<sup>[20]</sup>은 국내에서 평균 연령 20.6세를 대상으로 조절력과 폭주근점을 측정한 결과, 폭주는 정상이나 조절 부족은 25%, 조절은 정상이나 폭주부족은 15.6%였다고 보고 하였다. 본 연구에서 12~13세 초등학생에서 나이에 따른 평균조절력보다 조절 부족인 경우는 28.75%였고, 폭주부족인 경우는 30.0%로 높은 비율을 보였다. 선행 연구자들에 의하면 폭주근점의 측정방법은 다양하며, 이에 따라 분리점이나 회복점의 측정값은 편차가 큰 것으로 나타났다.<sup>[17]</sup> 문헌에서 제시되고 있는 폭주근점의 측정 방법들 중에서 임상적으로는 조절자극 시표를 이용하는 방법이 가장 보편적으로 사용되지만,<sup>[21]</sup> 특히 폭주부족 대상자들을 검사할 경우에는 이외에 추가적인 방법이 필요하다고 하였다.<sup>[17]</sup> 그러나 본 연구에서는 펜라이트나 적녹안경을 사용하지 못 하고, 연필 끝을 이용하여 폭주 근점을 측정하였기 때문에 이 값으로 폭주 부족을 진단하는데 한계점을 가지고 있으며, 이전 연구의 값과 비교하기에는 부족함이 있었다. Koslowe 등<sup>[5]</sup>은 일부 대상들에게 최초 지속 흐림(the end point of first sustain blur)의 발생 지점에 대한 설명은 쉽지 않았다고 하였다. 특히 초등학생을 대상으로 한 이 연구에서도 검사 전 흐림 지점에 대한 설명의 어려움이 있었고, 이것이 충

분히 전달되지 않아 조절 및 폭주 부족 발생률이 높게 나왔다고 생각된다.

조절부족이 폭주부족과 동반될 때 가장 많은 자각증상을 유발하는 것으로 보고하고 있고,<sup>[22]</sup> 12-17세를 대상으로 근업시 자각증상을 조사한 연구에서는 가장 흔한 증상으로 피로감이었으며, 그 다음으로 불편함, 줄음, 읽던 줄을 놓치는 증상이라고 하였다.<sup>[18]</sup> 초등학교 6학년들 대상으로 책을 읽을 때 머리가 아프거나 글자가 겹쳐 보이는 것과 같은 눈이상과 관련된 증상을 설문한 신 등<sup>[23]</sup>의 연구에서는 응답자의 33.2%가 눈이상이 있는 것으로 생각되는 정도의 불편함을 호소하였고, 눈이상을 많이 호소하는 어린이의 학업에 까지 영향을 미쳐 학업수행능력이 낮은 것으로 나타났다. 폭주부족의 경우 시기능 훈련이 도움이 되는지 계속적으로 연구되고 있으나,<sup>[6]</sup> 컴퓨터와 휴대폰 등의 사용과 학업량의 증가에 따라 근거리 작업을 이루고 있는 현대사회의 학생들에게 있어서 이러한 근거리 작업으로 인한 안정피로는 학생들의 시 생활에 중요한 문제임을 잘 알고 있다. 먼저 조절력과 폭주 근점에 대한 측정방법 간의 다양한 연령별 데이터가 필요하며, 이를 토대로 현재 근업량이 많아진 학생들의 조절부족과 폭주 부족 발생률의 조사가 이어져야 하겠다. 본 연구에서는 전체적인 조절기능의 상태를 파악하기에는 조절력과 폭주근점의 측정에 있어 여러 방법을 사용하지 못하여 부족했던 제한점을 가지고 있으며, 조절 및 폭주부족의 발생률을 살펴보기 위해서는 이후의 연구가 필요하겠다. 그러나 두 가지 방법을 이용한 조절력과 폭주근점의 측정으로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

## 결 론

12~13세 아산지역 초등학생을 대상으로 측정한 단안 평균조절력은 push-up 방법이  $11.52 \pm 2.50$  D, push-away 방법이  $10.06 \pm 1.97$  D였으며, 평균 폭주근점의 분리점은  $8.66 \pm 1.99$  cm로 측정되었다. 나이에 따른 정상적인 조절력과 폭주근점을 가진 경우는 각각 71.25%와 70.00%였으며, 조절부족과 폭주부족이 함께 나타난 경우는 7.50% 이었다. 초등학생들의 조절기능 측정에서는 검사 방법에 관한 정확한 설명을 포함한 다양한 검사가 필요하겠다.

## REFERENCES

- [1] Rosenfield M, Cohen AS. Repeatability of clinical measurements of the amplitude of accommodation. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1986;16(3):247-249.
- [2] Sterner B, Gellerstedt M, Sjostrom A. Accommodation and the relationship to subjective symptoms with near work for young school children. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2006;26(2):148-155.
- [3] Marran LF, Deland PN, Nguyen AL. Accommodative insufficiency is the primary source of symptoms in children diagnosed with convergence insufficiency. *Opt. Vis. Sci.* 2006;83(5):281-289.
- [4] Michaels DD. *Visual optics and refraction*, 2nd ed. St. Louis: The C.V. Mosby Co, 1980;377-401.
- [5] Koslowe K, Glassman T, Tzanani-Levi C, Shneur E. Accommodative amplitude determination: pull-away versus push-up method. *Optometry and vision development.* 2010;41(1):28-32.
- [6] Gallaway M, Scheiman M, Malhotra K. The Effectiveness of pencil pushups treatment for convergence insufficiency: a pilot study. *Opt. Vis. Sci.* 2002;79(4):265-267.
- [7] Scheiman M, Gallaway M, Frantz KA, Peters RJ, Hatch S, et al. Near point of convergence: test procedure, target selection, and normative data. *Opt. Vis. Sci.* 2003;80(3):214-225.
- [8] David BE, *Clinical procedures in primary eye care*, 3rd ed. London; Butterworth-Heinemann, 2007;193.
- [9] Borsting E, Rouse MW, Deland PN, Hovett S, Kimura D, Park M, Stephens B. Association of symptoms and convergence and accommodative insufficiency in school-age children. *Optometry.* 2003;74(1):25-34.
- [10] Daum KM. Convergence insufficiency. *Am J Optom Physiol Opt.* 1984;61(1):16-22.
- [11] Goldstand S, Koslowe KC, Parush S. Vision, visual-information processing, and academic performance among seventh-grade school children: a more significant relationship than we thought?. *Am J Occup Ther.* 2005;59(4):377-389.
- [12] Kim BC. The normal value of amplitude of accommodation in Koreans. *J Korean Ophth Soc.* 1979;20(2):153-157.
- [13] Jung MB, Lee KS, Kim TH, Sung AY. Clinical study on accommodation using subjective test. *J Korean Oph Opt Soc.* 2006;11(2):137-141.
- [14] Nam WG, Cho HG, Son JS, Kwak HW, Moon BY. Examination of refractive correction and accommodative ability on myopic elementary school children wearing glasses in Jinju city. *J Korean Oph Opt Soc.* 2009;14(1):109-114.
- [15] Woehrle MB, Peters RJ, Frantz KA. Accommodative amplitude determination: can we substitute the pull-away for the push-up method?. *J Optom Vis Devel.* 1997;28(4):246-250(1997).
- [16] Pang Y, Gabriel H, Frantz KA, Saeed F. A prospective study of different test targets for the near point of convergence. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2010;30(3):298-303.
- [17] So JP. Measurement of near point of convergence of elementary schoolchildren. *Korean J Vis Sci.* 2008;10(4):351-360.
- [18] Shin JA, Lee OJ. Relationship between subjective symptoms with near work and binocular function. *J Korean Oph Opt Soc.* 2007;12(3):125-130.

- [19] Rouse MW, Hyman L, Hussein M, Solan H. Frequency of convergence insufficiency in optometry clinic settings. Convergence insufficiency and reading study group. *Optom Vis Sci.* 1998;75(2):88-96.
- [20] Shin JA. Prevalence of accommodative insufficiency and convergence insufficiency in college students. *Korean J Vis Sci.* 2004;6(1):95-102.
- [21] Maples WC, Hoenes R. Near point of convergence norms measured in elementary school children. *Optom Vis Sci.* 2007;84(3):224-228.
- [22] Marran LF, Deland PN, Nguyen AL. Accommodative insufficiency is the primary source of symptoms in children diagnosed with convergence insufficiency. *Opt Vis Sci.* 2006;83(5):281-289.
- [23] Shin HS, Park SC, Park CM. Correlation between visual symptoms and the academic performance as assessed by COVD-QOL questionnaire in primary school children. *J Korean Soc School Health Education.* 2008;9(2):81-90.

## Measurement of Amplitude of Accommodation using Push-up and Push-away and Near Point of Convergence in Elementary School Children

Hyojin Kim<sup>1,\*</sup>, Eun-Hee Lee<sup>2</sup>, and Hyunjin Oh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Visual Optics, Baekseok University, Cheonan 330-705, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Visual Optics, Far East University, Chungbuk 369-700, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Ophthalmic Optics, Baekseok Culture University, Cheonan 330-705, Korea

(Received May 2, 2012; Revised September 10, 2012; Accepted September 15, 2012)

**Purpose:** We measured the amplitude of accommodation using the push-up and push-away tests and near point of convergence (NPC) and investigated the accommodative insufficiency (AI) and convergence insufficiency (CI) in elementary school children of 12~13 years old. **Methods:** 88 students who aged 12~13 ( $12.63 \pm 0.51$ ) years old with more than 1.0 spectacle best corrected visual acuity were examined using push-up and push-away tests. The break and recovery points of NPC also were measured. **Results:** Mean amplitudes of accommodations using push-up and push-away tests were  $11.52 \pm 2.59$  D and  $10.06 \pm 1.97$  D, respectively in right eye ( $P < 0.001$ ). Mean break and recovery points in NPC were  $8.66 \pm 1.99$  cm and  $10.98 \pm 2.06$  cm. AI and CI showed 28.75% and 30.00% each. 48.75% was within normal range in both amplitudes of accommodations according to their age expected and convergence. Students having both AI and CI were 7.50%. **Conclusions:** A high correlation between the push-up test and push-away test was found in elementary school children ( $r = 0.6025$ ;  $P < 0.05$ ). Students having normal amplitude of accommodation by their age expected and normal convergence were 71.25% and 70.00%, respectively.

**Key words:** Accommodative insufficiency, Convergence insufficiency, Near point of convergence, Push-up test, Push-away test