

버전스용이와 융합버전스의 관계

신호순

가야대학교 안경광학과

투고일(2009년 7월 21일), 수정일(2009년 8월 23일), 게재확정일(2009년 9월 8일)

목적: 버전스용이가 융합버전스에 대해 임상적으로 의미 있는 추가정보를 제공하는지에 대해 명확하지 않다. 이 연구에서는 눈증상이 있는 집단을 대상으로 버전스용이와 융합버전스의 관계를 확인해보고자 한다. **방법:** 선별검사를 실시하여 선정된 눈증상이 있는 9세에서 13세 사이의 남녀 114명을 대상으로 하였다. 버전스용이 검사는 8Δ BI/8Δ BO 플리퍼 렌즈와 단안 억제방지를 위해 Vectogram 9(Bernell, USA)의 20/30 시표를 사용하여 측정하였다. 근거리의 융합버전스는 20/30 수직단일시표를 사용하여 Von Graefe 기법을 이용하였고, 과도한 눈모임자극을 방지하기 위하여 음성 융합버전스 범위(흐린점, 분리점, 회복점)를 측정 후 양성 융합버전스 범위(흐린점, 분리점, 회복점)를 측정 하였다. **결과:** 버전스용이와 융합버전스의 다양한 측정값에 대해 실시한 Pearson 상관성 분석에서 버전스용이와 융합버전스의 어느 값과도 관련성이 없는 것으로 나타났다($p>0.05$). 그리고 편안한 양안시를 위해 Sheard와 Morgan의 융합력 평가기준을 만족하는 경우와 만족하지 못하는 경우에 대한 버전스용이를 비교한 결과에서도 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). **결론:** 증상이 있는 집단을 대상으로 한 버전스용이와 융합버전스는 관련성이 없음을 확인하였다. 따라서 양안시 이상을 정확하게 진단하고 효율적인 관리계획을 수립하는데 도움을 주기위하여 버전스용이와 융합버전스를 모두 측정해야 할 것이다.

주제어: 버전스용이, 양성 및 음성 융합버전스, 융합버전스, 플리퍼 프리즘 렌즈

서 론

버전스용이(vergence facility)와 융합버전스(fusional vergence)는 편안한 양안 단일시를 유지할 수 있는 능력을 평가하기 위한 하나의 방법이다. 버전스용이 검사는 버전스를 빠르고 효과적으로 변화시킬 수 있는 능력을 측정^[1]하는 것으로 버전스 반응에 대한 질을 평가^[2]할 수 있다. 융합버전스 검사는 안구의 이항운동으로 양안 단일시를 유지할 수 있는 범위를 측정하는 것으로 융합력을 양적으로 평가할 수 있다. 일반적으로 강하고 유연한 안구운동계를 가지고 있는 경우 버전스용이와 융합버전스에 대한 측정값이 크지만 이러한 값이 불량한 경우 안정피로나 두통 또는 사물이 흐려져 보이는 증상을 호소할 수 있다^[2,3].

편안하고 효과적인 안구운동기능을 평가하기 위해 측정된 버전스 반응의 속도와 양은 포괄적인 기능검사 결과와 비교 분석함으로써 다른 종류의 기능이상으로부터 감별진단^[2,3]을 할 수 있도록 도와준다. 그러나 융합버전스 검사 결과는 Morgan이나 OEP에 의한 기대치^[4]나 Sheard의 기준^[5] 등에 따라 임상적인 해석을 통해 버전스기능을 평가

하고 있는데 비해 버전스용이에 대한 연구는 현재까지 초기단계로 표준화된 검사기법이나 결과에 대한 분석기준이 여전히 명확하지 않다. 많은 연구자들이 버전스용이의 임상적인 해석과 중요성을 평가하기위해 다양한 프리즘 굴절력을 시도하여 사용한 연구를 보고하였다. 연구에 사용된 프리즘 굴절력이나 대상자의 특성에 따라 버전스용이 값이 달라질 수 있는데 Buzzelli^[6]와 Scheiman^[7]은 16Δ BO/4Δ BI 플리퍼 렌즈, Mitchell 등^[8]과 Jiménez 등^[9]은 8Δ BI/8Δ BO 플리퍼 렌즈를 사용한 연구결과를 보고하였다. 한편 Gall 등^[10]은 버전스용이에 대한 체계적인 연구를 통해 3Δ BI/12Δ BO 플리퍼 렌즈가 성인을 대상으로 눈증상의 유무를 분류하는데 유용하고 민감도와 반복측정도도 유효하다고 하였다.

근거리 시활동에서 눈의 피로가 유발되지 않기 위해서는 눈의 조절기능과 버전스기능의 예리함과 정확성이 요구^[9,11]될 뿐만 아니라 원활한 버전스용이가 양성 및 음성 융합력보다 편안한 시활동을 위해 더 중요^[6]할 수 있다. 그리고 버전스용이는 다른 양안시기능 검사결과가 정상이지만 환자가 여전히 증상을 호소하는 경우에 권장되고^[11],

교신저자 연락처: 신호순, 616-809 부산광역시 북구 구포3동 벽산그림 3차
TEL: 010-2463-0520, FAX: 051-330-7326, E-mail: hoy_sunshin@hotmail.com

비전세라피 결과를 예측하거나¹²⁾ 증상이 있는 환자를 구별하기 위해 유용하게 이용¹³⁾될 수 있다. 그러나 Delgadillo와 Griffin¹⁴⁾은 버전스용이와 양안시이상에 대한 눈증상의 관련성을 연구한 결과 유의한 상관성을 보이지 않았다고 하였다. Pellizzer와 Siderov¹⁵⁾은 근거리 작업시 어떤 증상도 호소하지 않는 50명의 노안을 대상으로 버전스용이의 임상적인 유용성을 분석한 결과 버전스용이는 개인별로 큰 차이를 보였고 양성 및 음성 융합버전스 측정값으로부터 버전스용이의 수행 정도를 예측할 수 없었다고 하였다. 최근의 연구에서도, Melville와 Firth¹⁶⁾은 양안 시기능이 정상인 28명의 성인을 대상으로 버전스용이와 융합버전스의 관계를 조사한 결과 버전스용이와 융합버전스는 상관성을 보이지 않았다고 하였다.

그러나 이와 같은 버전스용이와 융합버전스의 관계가 성인이 아닌 어린이에게도 동일한지 여전히 의문을 남기고 있다. 그리고 Melville와 Firth¹⁶⁾의 연구에서 대상자의 수가 제한적이므로 버전스용이가 융합버전스에 대해 의미 있는 추가정보를 제공하는지 명확하지 않기 때문에 양안 시 기능을 평가하는데 있어 버전스용이 검사의 임상적인 중요성에 대해 다양한 연구가 진행되어야 할 것이다. 따라서 이 연구에서는 근거리 활동에서 증상을 호소하는 어린이를 대상으로 버전스용이와 융합버전스의 관계를 확인해 보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

책을 읽거나 근거리 작업을 할 때 글씨가 흐려져 보이거나 두통, 안피로와 같은 증상을 호소하는 9세에서 13세 사이의 남녀 114명을 대상으로 하였다. 이들은 모두 연구대상 선정기준인 사시나 약시, 안질환이나 전신질환이 없고 근거리 단안시력이 0.8이상이며 수직사위가 1Δ 이하인 자들이다.

2. 연구방법

연구대상 어린이를 선별하기 위한 검사로는 문진, 원거리 및 근거리의 나안시력측정, 차폐검사, Worth 4 dot(Bernell, USA), 근거리의 수직사위검사, 입체시, 외안부 검사를 실시하였다. 그리고 근거리에서 버전스용이와 양성 및 음성 융합버전스를 측정하였다.

1) 버전스용이 측정

버전스용이 검사는 기저방향이 다른 2쌍의 프리즘으로 구성된 8Δ BI/8Δ BO 플리퍼 렌즈와 단안 억제방지를 위해 Vectogram 9(Bernell, USA)의 20/30 시표를 사용하였

다. 검사자는 먼저 BI 프리즘 렌즈를 어린이의 눈에 대고 시표가 하나로 선명하게 보인다고 하면 BO 프리즘 렌즈로 반전하였다. BI 렌즈와 BO 렌즈에서 시표가 선명해질 때가 1회이고, 이것을 1분 동안 반전하여 선명해지는 횟수를 기록하였다.

연구에 사용된 프리즘 굴절력¹⁰⁾이나 대상자의 연령¹⁶⁾에 따라 버전스용이 값이 달라질 수 있다. 이 연구에서 8Δ BI/8Δ BO 프리즘 렌즈를 사용한 이유는 어린이를 대상으로 버전스용이를 측정할 많은 연구에서 사용한 프리즘 굴절력^{8,9,17)}임으로 이들의 연구결과와 비교해 보기 위함이다.

2) 근거리의 양성 및 음성 융합버전스 측정

Von Graefe 기법을 이용하여 근거리의 양성 및 음성 융합버전스 검사를 하였다. 연구대상자의 버전스 상태를 평가하기 위해 디지털 검안기(CDR-3100, Huvitz, Korea)와 디지털 차트(Predio CDC-4000, Huvitz, Korea)를 사용하였다. 이 기기는 사위측정이나 융합버전스 측정에서 프리즘이 단계적으로 증감되는 스텝버전스 형식으로 시표가 하나의 일직선으로 보이거나(사위측정) 두개로 분리(분리점) 및 다시 하나로 합쳐지는 시점(회복점)을 이해하기 쉽다. 이러한 이유로 Risley 프리즘의 점진적 증감방식보다 정확하고 일관된 측정이 가능하기 때문에 어린이를 대상으로 한 검사에서 권장하고 있다³⁾. 융합버전스 검사는 20/30 수직시표를 사용하였고, 과도한 눈모임자극을 방지하기 위하여 음성융합버전스 범위(호린점, 분리점, 회복점)를 측정 후 양성융합버전스 범위(호린점, 분리점, 회복점)를 측정하는 순으로 하였다. 검사자가 프리즘을 1.0Δ 단위씩 1Δ/s 속도¹⁸⁾로 변화시켜 타겟이 흐려 보이는 점(호린점)과 두개로 보이는 점(분리점) 및 다시 하나로 보이는 점(회복점)을 측정하였다. Von Graefe 기법으로 근거리의 수평 및 수직사위를 측정하였다. 모든 검사는 세 번씩 반복하여 측정한 후 기록하였고 평균값을 분석에 사용하였다. 실제 측정을 하기 전에 검사방법을 숙지하도록 하기 위한 연습을 수행하였다.

수집된 자료는 SPSS 12.0K Window를 사용하여 버전스용이와 융합버전스의 관계는 Pearson 상관성분석을 하였고, Sheard와 Morgan의 융합력 평가기준에 따른 버전스용이는 독립표본 t-test로 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 버전스용이와 양성 및 음성 융합버전스

Table 1은 대상자들의 버전스용이와 융합버전스에 대한 평균값과 이들의 상관성을 보여주고 있다. 조절이 개입되

Table 1. Correlations of vergence facility with positive and negative fusional vergence

| Vergence quantity | PFV blur, Δ | PFV break, Δ | PFV recovery, Δ | NFV blur, Δ | NFV break, Δ | NFV recovery, Δ | PFV-NFV blur, Δ | PFV-NFV break, Δ | PFV-NFV recovery, Δ |
|---------------------|------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|
| Mean(SD) | 15.28 (3.80) | 18.43 (4.16) | 10.55 (4.71) | 14.38 (5.15) | 18.43 (5.44) | 13.18 (5.00) | 29.66 (7.23) | 36.86 (7.19) | 23.73 (6.47) |
| Vergence quality | Vergence facility, CPM | | | | | | | | |
| Mean(SD) | 5.18 (2.95) | | | | | | | | |
| Pearson correlation | 0.10 | 0.09 | 0.02 | 0.05 | 0.08 | 0.11 | 0.08 | 0.11 | 0.10 |
| p | 0.32 | 0.36 | 0.87 | 0.62 | 0.38 | 0.25 | 0.38 | 0.23 | 0.31 |

Abbreviation: PFV, positive fusional vergence; NFV, negative fusional vergence; Δ, prism diopter; CPM, cycle per minute.

지 않은 상태에서 측정된 양성 및 음성 융합버전스 값인 흐린점은 각각 $15.28 \pm 3.80\Delta$ 과 $14.38 \pm 5.15\Delta$ 이었다. 그리고 조절이 개입된 상태에서 측정된 양성 및 음성 융합버전스 값인 분리점은 각각 $18.43 \pm 4.16\Delta$ 과 $18.43 \pm 5.44\Delta$ 이었다. 양안단일시를 다시 회복하는 능력에 대한 정보를 제공하는 양성 및 음성 융합버전스 값인 회복점은 각각 $10.55 \pm 4.71\Delta$ 과 $13.18 \pm 5.00\Delta$ 이었다. 양성 및 음성 융합버전스의 흐린점까지 범위는 $29.66 \pm 7.23\Delta$, 분리점까지의 범위는 $36.86 \pm 7.19\Delta$, 그리고 회복점까지의 범위는 $23.73 \pm 6.47\Delta$ 이었다. 대상자들의 평균 버전스용이는 5.18 ± 2.95 CPM을 보였다. 버전스의 질과 양에 대한 관련정도를 알아보기 위하여 실시한 Pearson 상관성 분석에서 버전스용이와 융합버전스의 다양한 측정값 중 어느 것이라도 관련성이 없는 것으로 나타났다(Table 1과 Fig. 1).

이 연구의 결과는 증상이 없으면서 양안시기능이 정상인 성인을 대상으로 버전스용이와 융합버전스가 서로 관련성이 없다고 보고한 Melville와 Firth¹⁶⁾의 연구결과와 일치한다. 한편 이들의 연구에서 제시한 양성 및 음성 융합버전스의 흐린점과 분리점까지의 범위가 각각 약 45Δ 과 60Δ 으로 이 연구의 결과와 차이를 보인 이유는 대상자의 특성이 다르기 때문으로 생각된다. 연령이나 증상의 유무 등과 같은 대상자의 특성에 관계없이 버전스용이와 융합버전스가 관련성이 없는 이유는 이 두 가지 검사에 대한 버전스계의 생리적 양상이 다르기 때문으로 보인다. 버전스용이는 망막상의 시차변화(BO/BI)가 크기 때문에 진동 현상 pulse component에 더욱 민감한 반면 융합버전스는 망막상의 시차변화가 단계적/점진적으로 발생하고 버전스용이에 비해 융합력의 적응현상 adaptation component을 평가하기 때문일 것이다¹⁶⁾. 이들의 연구에서는 회복점에 대한 자료를 제시하지 않았지만, 융합버전스에서 상이 분리된 다음 얼마나 쉽게 융합을 다시 회복하지에 대한 정보를 제공하는 회복점이 버전스용이와 관련될 수 있음을 제시한바 있다. 그러나 이 연구의 결과 흐린점이나 분리점과 마찬가지로 회복점도 버전스용이와 관련이 없었다.

버전스용이 검사에서 증상이 있는 환자를 증상이 없는 경우로부터 구별하기 위해 권장되는 기준은 플리퍼 프리즘의 양과 연령에 따라 다를 수 있다. Gall 등¹¹⁾은 16 가지의 굴절력이 다른 BO와 BI 프리즘 기저방향으로 구성된 플리퍼 렌즈를 사용하여 성인을 대상으로 버전스용이에 대한 체계적인 연구를 실시한 결과 12Δ BO/ 3Δ BI 플리퍼 렌즈가 증상이 없는 대상으로부터 증상이 있는 대상을 구별하는데 효과적이고 버전스용이 검사의 실패기준을 15 CPM이라고 하였다. Stueckle와 Rouse¹⁷⁾, Mitchell 등¹⁸⁾, 그리고 Jimnez 등¹⁹⁾은 6세에서 13세 사이를 대상으로 8Δ BO/ 8Δ BI 플리퍼 렌즈를 사용하여 측정된 버전스용이의 범위는 3.2~10.2 CPM이었고, 연령별로 두 집단으로 나누어 분석한 결과 모든 연구에서 연령이 어린집단에서 버전스용이가 낮았다고 하였다. 연령이 어릴수록 버전스용이가 저하되는 경향은 16Δ BO/ 4Δ BI 플리퍼 렌즈를 사용한 연구결과에서도 동일하였고^{6,7)}, 이것은 버전스계가 나이와 함께 성숙되기 때문으로 보인다⁶⁾. 이 연구에서는 이들과 동일한 프리즘 굴절력을 사용^{8,9,17)}하였지만 증상이 있는 경우를 대상으로 측정하였음에도 불구하고 5.18 ± 2.95 CPM으로 버전스용이가 여전히 정상 범위인 이유는 잘 설명되지 않는다. 따라서 8Δ BO/ 8Δ BI 플리퍼 렌즈를 사용하여 버전스용이를 측정할 경우, 명확한 실패기준을 제시하기 위해 추가적인 연구를 통해 확인되어야 할 것이다. 그리고 연구대상을 무작위로 하여 증상에 따라 버전스용이의 수행정도를 알아보는 것도 앞으로의 연구에서 확인되어야 할 과제이다.

버전스 검사에서 BO 프리즘과 BI 프리즘 중 어느 방향을 먼저 눈에 대는가에 따라 검사결과에 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려해야 한다. 버전스용이 검사에서 안구운동의 속도가 대체로 BO 방향의 눈모임보다 BI 방향의 눈벌림에서 느린 편인데^{15,19)}, BO 프리즘을 먼저 눈에 댄 다음 BI 프리즘을 눈에 대었을 경우 BI 프리즘을 융합시키는데 소요되는 시간을 증가시킬 수 있다. 이것은 BO 프리즘에 대한 프리즘 적응현상이 상대적으로 강하고 뒤를 이

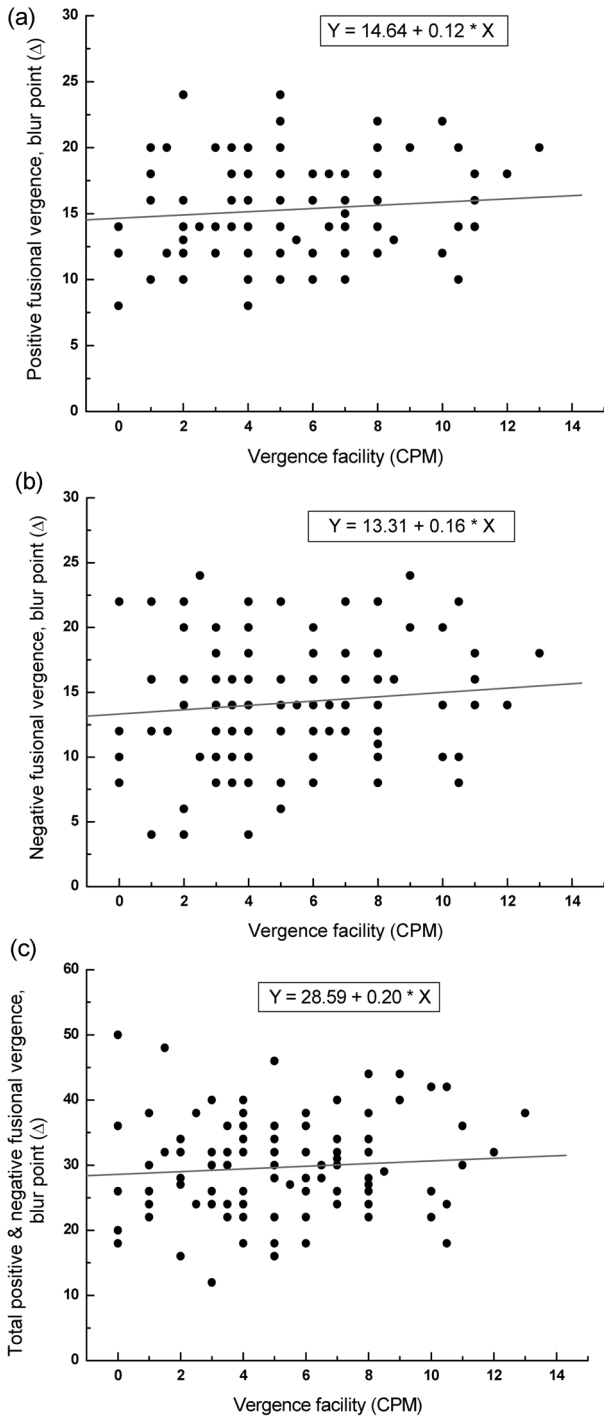


Fig. 1. Correlations of vergence facility with (a) positive fusional vergence to blur point; (b) negative fusional vergence to blur point; (c) total positive and negative fusional vergence to blur point.

은 BI 프리즘 반응을 약하게 만들 수 있기 때문에 BO 프리즘의 잠재적인 적응현상을 최소화하기 위하여 버전스 용이 검사에서 BI 프리즘 방향을 먼저 눈에 대고 시작해야 한다^[15]. 이러한 맥락에서, 융합버전스를 검사할 때에도 이 연구에서 실시한 방법에서와 같이 과도한 눈모임자극이 검사 결과에 미칠 수 있는 영향을 방지하기 위하여 음성 융합버전스를 측정한 다음 양성 융합버전스를 측정해야 한다.

2. Sheard와 Morgan의 융합력 평가기준에 따른 버전스 용이

Table 2는 Sheard^[5]와 Morgan^[20]의 융합력 평가기준을 만족하는 경우와 만족하지 못하는 경우에 대한 대상자의 수와 이들의 평균 버전스용이를 비교한 것이다. Sheard의 기준에 따라 편안한 양안시를 위하여 융합여력이 적어도 사위량의 2배 이상을 만족할 경우는 합격으로 분류하고 그렇지 못할 경우는 불합격으로 분류하였다. 대상자들의 평균 사위량은 $7 \pm 3.41\Delta$ 이었고 외사위의 경우 양성 융합 버전스의 흐린점, 내사위의 경우 음성 융합버전스의 흐린점을 융합여력으로 하였다. Sheard의 기준을 만족하는 대상자가 64명으로 만족하지 못하는 대상자 50명보다 많았고 이들의 버전스용이는 각각 $4.77 \pm 3.38\Delta$ 과 $5.50 \pm 2.54\Delta$ 으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

편안한 양안시를 평가하기 위해 Morgan에 의해 정립된 융합버전스의 표준값을 기준으로 외사위의 경우 양성 융합버전스의 흐린점이 12Δ 이상, 내사위의 경우 음성 융합 버전스의 흐린점이 9Δ 이상을 합격으로 분류하고 이보다 낮은 값은 불합격으로 분류하였다. Morgan의 표준값을 만족하는 대상자가 84명으로 만족하지 못하는 대상자 30명보다 약 3배 정도로 많았고 이들의 버전스용이는 각각 $5.35 \pm 2.95\Delta$ 과 $4.70 \pm 2.95\Delta$ 으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 이 연구의 대상으로부터 관찰할 수 있었던 결과가 Sheard나 Morgan의 기준에 의해 융합력은 정상범위에 있지만 버전스용이가 상대적으로 낮은 경우도 있었고, 버전스용이가 상대적으로 양호하였지만 융합력이 정상범위보다 낮은 경우를 볼 수 있었기 때문에 융합버전스와 버전스용이를 모두 측정하는 것이 양안시 이상을 정확하게 진단하고 효율적인 관리계획을 수립하는데 도움을 줄 수

Table 2. Vergence facility performance based on the criterion of Sheard and Morgan for fusional vergence

| | Sheard's criterion | | | | Morgan's criterion | | | |
|------|--------------------|------------------|-------|------|--------------------|------------------|------|------|
| | N | Mean VF(SD), CPM | t | p | N | Mean VF(SD), CPM | t | p |
| Pass | 50 | 4.77 (3.38) | -1.27 | 0.21 | 84 | 5.35 (2.95) | 1.04 | 0.30 |
| Fail | 64 | 5.50 (2.54) | | | 30 | 4.70 (2.95) | | |

VF, vergence facility.

있을 것이다.

결 론

눈증상이 있는 9세에서 13세 사이의 남녀 114명을 대상으로 버전스용이와 융합버전스의 다양한 측정값(흐린점, 분리점, 회복점)에 대해 실시한 Pearson 상관성 분석에서 버전스용이와 융합버전스의 어느 값과도 관련성이 없었다. 그리고 Sheard와 Morgan의 융합력 평가기준을 만족하는 경우와 만족하지 못하는 경우에 대한 버전스용이를 비교한 결과에서도 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

이 연구의 결과를 통해 증상이 있는 어린이를 대상으로 한 버전스용이와 융합버전스는 관련성이 없음을 확인하였다. 따라서 버전스용이를 융합버전스의 검사값과 비교하는 것은 바람직하지 않으며 양안시이상을 정확하게 진단하고 효율적인 관리계획을 수립하는데 도움을 주기위하여 버전스용이와 융합버전스를 모두 측정해야 할 것이다.

참고문헌

[1] Scheiman M. and Wick B., "Clinical management of binocular vision: Heterophoric, accommodative and eye movement disorders", 2nd Ed., Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, pp. 12-13(2002).

[2] Eskridge, J. B., Amos J. F., and Bartlett J. D., "Clinical procedures in optometry", Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, pp. 671-676(1991).

[3] Eskridge, J. B., Amos J. F., and Bartlett J. D., "Clinical procedures in optometry", Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, pp. 91-98(1991).

[4] Scheiman M. and Wick B., "Clinical management of binocular vision: Heterophoric, accommodative and eye movement disorders", 2nd Ed., Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, pp. 55-59(2002).

[5] Sheard C., "Zones of ocular discomfort", Am. J. Optom., 7:9-25(1930). Cited in Scheiman M., Mitchell G. L., Cotter S., Cooper J., Kulp M., Rouse M., Borsting E., London R., Wensveen J. and Convergence Insufficiency Treatment Trial Study Group., "A randomized clinical trial of treatments for convergence insufficiency in children", Arch. Ophthalmol., 123:14-24(2005).

[6] Buzzelli A. R., "Vergence facility: developmental trends in a school age population", Am. J. Optom. Physiol. Opt., 63:351-355(1986).

[7] Scheiman M., "Fusional facility", Am. J. Optom. Physiol. Opt., 63:76-77(1986).

[8] Mitchell R., Stanich R. and Rouse M., "Norms of dynamic vergence", Southern California College of Optometry student research paper(1980). Cited in Jiménez R., Pérez M. A., García J. A. and González M. D., "Statistical normal

values of visual parameters that characterize binocular function in children", Ophthal. Physiol. Opt., 24:528-542(2004).

[9] Jiménez R., Pérez M. A., García J. A. and González M. D., "Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children", Ophthal. Physiol. Opt., 24:528-542(2004).

[10] Gall R., Wick B. and Bedell H., "Vergence facility: Establishing clinical utility", Optom. Vis. Sci., 75:731-742(1998).

[11] Morad Y., Lederman R., Avni I., Atzmon D., Azoulay E. and Segal O., "Correlation between reading skills and different measurements of convergence amplitude", Current Eye Research, 25:117-121(2002).

[12] Daum K. M., "Classification criterion for success in the treatment of convergence insufficiency", Am. J. Optom. Physiol. Opt., 61:10-15(1984). Cited in Buzzelli A. R., "Vergence facility: developmental trends in a school age population", Am. J. Optom. Physiol. Opt., 63:351-355(1986).

[13] Ronald G. and Bruce W., "The symptomatic patient with normal phorias at distance and near: what tests detect a binocular vision problem?", Optometry, 74:309-322(2003).

[14] Delgadillo H. M., Griffin J. R., "Vergence facility and symptoms: a comparison of two flipper tests", Optom. Vis. Sci., 66(Suppl):230(1989). Cited in Melville A. C. and Firth A. Y., "Is there a relationship between prism fusion range and vergence facility?", British Orthoptic Journal, 59:38-44(2002).

[15] Pellizzer S. and Siderov J., "Assessment of vergence facility in a sample of older adults with presbyopia", Optom. Vis. Sci., 75:817-821(1998).

[16] Melville A. C. and Firth A. Y., "Is there a relationship between prism fusion range and vergence facility?", British Orthoptic Journal, 59:38-44(2002).

[17] Stueckle L. G. and Rouse M., "Norms for dynamic vergences", Southern California College of Optometry student research paper(1979). Cited in Jimenez R., Prez M. A., Garca J. A. and Gonzlez M. D., "Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children", Ophthal. Physiol. Opt., 24:528-542(2004).

[18] Carlson N. B. and Kurtz D., "Clinical procedures for ocular examination", 3rd Ed., McGraw-Hill, New York, USA, pp. 161-214(2004).

[19] Hung G. K., Zhu H., and Ciuffreda K. J., "Convergence and divergence exhibit different response characteristics to symmetric stimuli", Vision Res., 37:1197-1205(1997).

[20] Morgan M. W., "The clinical aspects of accommodation and convergence", Am. J. Optom. Physiol. Opt., 21:301-313(1944). Cited in Scheiman M. and Wick B., "Clinical management of binocular vision: Heterophoric, accommodative and eye movement disorders", 2nd Ed., Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, pp. 55-59(2002).

Relationship Between Vergence Facility and Fusional Vergence

Hoy-Sun Shin

Department of Ophthalmic Optics, Kaya University

(Received July 21, 2009; Revised August 23, 2009; Accepted September 8, 2009)

Purpose: There is uncertainty if the vergence facility would provide clinically significant supplementary information to the fusional vergence measurements. The purpose of this study was to determine the relationship between vergence facility and fusional vergence in a group of symptomatic subjects. **Methods:** A total of 114 symptomatic subjects aged 9 to 13 years, who passed the vision screening test, participated in this study. Vergence facility was measured with 8 Δ BI/8 Δ BO flipper lenses and a suppression control target, the 20/30 letter line on Vectogram 9 (Bernell, USA). Near fusional vergence was measured with a single 20/30 vertical line target by Von Graefe technique. In order to avoid excessive convergence stimulation, negative fusional vergence (NFV) range (blur, break and recovery) was measured followed by positive fusional vergence (PFV) ranges (blur, break and recovery). **Results:** Pearson correlations were calculated and showed no correlations between vergence facility and any of fusional vergence measurements ($p > 0.05$). Also, there were no significant differences of vergence facility measurements on the compensating vergence that passed or failed Sheard and Morgan's criterion for comfortable vision ($p > 0.05$). **Conclusions:** There was no correlation between vergence facility and fusional vergence among symptomatic subjects. Hence, both vergence facility and fusional vergence should be assessed for those with binocular dysfunction in order to make an accurate diagnosis and management plan.

Key words: Flipper prism lens, fusional vergence, positive and negative fusional vergence, vergence facility