

젊은 성인의 조절 및 이항운동 기능장애 분석을 위한 표준 값

박상배

한국산업기술대학교 나노-광공학과

투고일(2008년 10월 29일), 수정일(2008년 11월 15일), 게재확정일(2008년 12월 9일)

목적: 본 연구는 조절 및 이항운동 기능장애 분석을 위한 표준 값을 알아보기 위해 시행하였다. **방법:** 안질환이 없고 현상사시 및 간헐 사시가 없으며 조절 및 이항운동 기능장애가 없는 54명(평균연령 25.3 ± 2.7 세)을 대상으로 하였다. 객관적 편위각을 기준으로 하여 폭주근점, 원거리 및 근거리 사위량을 측정하였고 이후 AC/A비, 상대조절력 및 이항운동 기능을 측정한 후 이 값들을 Morgan의 표준값과 비교 분석하였다. **결과:** 원거리 및 근거리 사위량은 각각 $1.24 \pm 2.72\Delta$, $2.70 \pm 4.91\Delta$ 이었고 렌즈차 이용법에 의한 AC/A비는 $3.92 \pm 2.17\Delta/D$ 로 Morgan의 표준값과 거의 같은 값을 보였다. 원거리 음성융합성폭주량은 동일한 값을 보인 반면, 양성융합성폭주량은 Morgan의 표준값에 비해 7Δ 높은 값을 보였다. 근거리의 전체 이항운동의 범위는 Morgan 값과 큰 차이를 보이지 않은 반면 원거리의 전체 이항운동의 범위는 양성융합성폭주여력이 상대적으로 더 넓은 범위를 가지는 것으로 나타났다. 양성상대조절력은 $+0.37D$ 높은 값이었고, 음성상대조절력은 $-0.63D$ 더 높은 값을 보였다. **결론:** 본 연구에 의한 양안시 분석 값들은 Morgan의 표준값이 상당한 근접성 폭주를 포함하고 있을 가능성을 나타낸다. Morgan 표준값과 비교하여 한국인을 대상으로 한 원거리 및 근거리 이항운동량과 근접성 폭주량은, 특히 BO limit 값에서 매우 다른 값을 보이고 있기 때문에 만약 Morgan 값을 한국인의 양안시 분석에 그대로 적용한다면 부정확한 양안시 진단으로 유도될 수도 있다. 본 연구의 측정값은 한국인 정상 젊은 성인의 양안시 분석을 위한 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각한다.

주제어: 양안시, 사위, 조절, 이항운동, AC/A 비, 객관적 편위각

서 론

정상적인 양안시(binocular vision)가 이루어지기 위해서는 눈의 굴절상태와 조절기능(accommodation system) 및 이항운동기능(vergence system)이 정상적이어야 하며 시각 기능을 보조하는 감각경로와 운동경로의 상태가 완전해야 한다. 현대문명이 발전하고 정보화 사회가 되면서 눈의 외부 환경에 큰 변화를 가져왔는데, 대표적인 것이 컴퓨터 사용 등으로 인한 주주시(主注視)거리의 변화이다. 예전에는 주로 원거리에 대한 선명한 시력이 중요하였지만 근거리 위주의 시생활로 바뀌면서 그에 따라 근거리 주시때 수반되는 조절과 이항운동기능의 정상적 작용이 중요해지게 되었다. 양안시 이상(binocular vision anomalies) 환자의 분포에 대한 국내에서 진행된 연구는 없으나 해외의 연구자들에 의하면 대략 10~20%로 보고하고 있다¹. 양안시 이상 환자 중 특히 조절과 이항운동 기능장애가 문제 될 수 있는 연령층은 10세 이하, 10대 및 20세 이하의 취학 아동과 청소년들로서 학습능력이 떨어지거나 집중력이

떨어지는 모든 아동에 대해 양안시 또는 조절관련 문제를 반드시 의심해 보아야 한다². 독서 시에 문제가 있거나 공부에 장애가 있거나 또는 주의가 산만한 아이의 경우 조절과 이항운동 기능에 문제가 있는 경우가 많다³⁻⁵. 검사자는 진단을 하기 위해 환자에 대한 문진과 임상적 측정 자료를 이용할 수 있고, 처방의 필요성을 평가하며 처방 방법을 결정할 수 있다. 임상적 양안시 시기능에 대한 분석과 평가를 하는 방법에는 그래프에 의한 분석법(graphic analysis)과 표준값(expected values)에 의한 분석법이 이용된다. 그래프 분석법은 엄밀하게는 양안시 시기능을 분석하는 방법이라기보다는 조절과 이항운동의 시기능 상태와 그 상호 관계를 나타내기 위해 측정 결과 값들을 도표로 작성하는 것이다^{6,7}. 조절과 폭주 사이의 관계는 원거리 및 근거리의 사위량, AC/A 비, 양성융합성폭주(PFC: positive fusional convergence), 음성융합성이항운동(NFV: negative fusional vergence) 및 조절력(AA: amplitude of accommodation) 측정값을 표시하여 나타낼 수 있으며, 이 측정값들의 바깥쪽 경계선들이 양안단일명시역(CSBV)의 범위

를 결정하게 된다. 안정피로를 예견하기 위한 임상적 지침을 개발하기 위해 몇 가지 연구가 진행되어 왔다⁸⁻¹⁰. Sheard가 제안한 한 가지 접근법은 쾌적시역(zones of comfort)을 유지하기 위해서는 융합성 이항운동 잔여량(fusional vergence reserve)이 요구량(즉, 사위량)의 두 배가 되어야 한다는 것이다. 예를 들어, 10Δ의 외사위를 가진 환자의 경우, 양성융합성폭주한계(BO-blur)에 대한 측정값은 최소 20Δ 이 되어야 한다. 만약 BO-blur 측정값이 6Δ 뿐이라면 Sheard의 기준에 맞지 않게 된다. 표준값과의 비교 분석(comparison to expected values)법은 조절과 이항운동기능 측정값들을 정상적인 표준 값들을 이용하여 통계적으로 분석하고 비교하는 것이다. 표준값이란 OEP(optometric extension programme) 검사법을 통해 각 검사 단계에서 많은 자료를 모아 그 평균값을 구한 것으로서 환자의 측정값과 이 값을 비교하여 시기능을 분석하게 된다. 이 표준값에 의한 분석은 OEP 검사 상의 특정 항목에 대한 시기능 교정을 시도하지 않고, 관련된 항목을 하나의 증후군으로 간주하여 환자의 시기능을 전체적으로 교정하는데 그 목적이 있다. 즉, 어떤 측정값이 두 가지 표준 편차 값 이상으로 정상 표준 값으로부터 벗어난 경우 이는 비정상상을 나타낸다고 할 수 있다. 비록 이러한 통계적 분석이 안정 피로에 대하여 관련된 정보를 제공하지 않는다 하더라도 환자의 잠재적 문제를 예견할 수 있다. Table 1은 조절과 이항운동 측정값에 대해 가장 많이 인용되는 Morgan 표준 값을 나타내고 있다. 한편, 정상적인 양안 주시를 하는 동안에도 이항운동에서의 작은 편위들이 때때로 발생하며, 이는 주시시표에 대해 두 눈이 정확하게 정렬되어 있지 않은 상태가 된다. 이항운동기능이 Panum의 융합영역을 벗어나지 않고 환자가 복시를 호소하지 않을 때의 이 편위를 주시시차(fixation disparity)라 한다¹¹. 주시시차가 이항운동기능을 자극할 만큼의 중대한 편위값을 제공하는지 또는 이항운동의 기능부전에 대한 편위 관련 지표로서 사용될 수 있는 지에 대해서는 아직 학자들의 의견이 정립되지 않은 상태이다^{12,13}. 주시시차가 이항운동의 기능부전에 대한 편위량의 지표로 사용될 수 있다는 이론에 대한 지지자들은 주시시차 측정값을 프리즘 처방이 필요한지 여부와 처방할 프리즘의 양을 얼마로 할 것 인지를 결정하기 위해 사용하고 있다. 비록 사위량과 주시시차 측정값이 자주 서로 관련성이 있긴 하지만 또한 이 두 가지는 서로 다르다. 예를 들어, 어떤 환자들은 큰 수평 주시시차를 중화시키기 위해 작은 양의 프리즘 량을 필요로 하는 반면 또 어떤 환자들은 작은 주시시차를 중화시키기 위해 큰 프리즘 량을 필요 할 수도 있기 때문이다. 주시시차법 지지자들은 주시시차를 제거하거나 중화시키는 프리즘 량을 처방해야 한다고 주장하고 있다¹⁴. 주

시시차 중화법은 대개 수평 편위 보다 수직 편위에 대한 측정과 처방에 더 유용하다. 처방된 프리즘은 10분의 이항운동 적응(vergence adaptation)시험을 한 후 측정된 주시시차곡선의 수평 성분과 수직 성분을 중화시킬 수 있는 최소의 양이어야 한다¹⁵. 증상이 있는 환자와 비증상성 환자에서 사위, 이항운동 그리고 주시시차곡선의 측정 방법에 대한 평가는 판별 분석을 통해 이루어져 왔다^{16,17}. 일반적으로 Sheard 기준의 적용은 증상 있는 외사위 환자들을 확인하는 방법으로 사용된다. Sheard 기준을 사용하였을 때 안정피로가 없는 외사위 환자와 안정피로가 있는 환자를 구별하지 못할 때에는 주시시차 각을 측정하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있다. 내사위의 값이 클 경우 내사위 환자에 있어서 안정피로가 발생할 가능성이 매우 높을 수 있음을 예견할 수 있다. 조절 또는 이항운동 기능장애를 가진 환자의 관리는 측정 결과값에 대한 이러한 분석방법을 기반으로 하게 된다. 현재 임상에서 가장 많이 이용되고 있는 Morgan에 의한 표준값은 1944년 미국에서 발표된 것으로 이는 인종학적으로 그리고 해부학적으로 다른 전안부 환경을 가진 한국인에 대하여 그대로 표준값

Table 1. Morgan's Expected Values*

Measurements	Mean	Standard Deviation	Normal Range
<u>Distance</u>			
Phoria	1 X	2 X	0~2 X
Base-in blur	-	-	-
Base-in break	7	3	5~9
Base-in recovery	4	2	3~5
Base-out blur	9	4	7~11
Base-out break	19	8	15~23
Base-out recovery	10	4	8~12
<u>Near</u>			
Phoria	3 X'	5 X'	0~6 X'
Base-in blur	13	4	11~15
Base-in break	21	4	19~23
Base-in recovery	13	5	10~16
Base-out blur	17	5	14~20
Base-out break	21	6	18~24
Base-out recovery	11	7	7~15
40 cm plus-to-blur	+2.00	0.50	+1.75~+2.25
40cm minus-to-blur	-2.37	1.12	-1.75~-3.00
Gradient ACA	4Δ/D	2	3~5
Amplitude of accommodation	16-(0.25×age)	±2.00D	16-(0.25×age) ± 1.00D

X: distance exophoria, X': near exophoria Unit: Prism Diopter
 *Adapted from Morgan MW. Analysis of Clinical Data. Am. J. Optom. 21:477-91. 1944

으로 사용하기에는 진단의 오차를 발생시킬 수 있는 개인성이 있다. 이에 본 연구에서는 주시시차 대신 양안시 처방의 지침으로 사용 가능한 한국인의 정상적인 양안시 표준값을 알아보고 그 결과 값을 Morgan 표준값과 비교 분석해 보고자 본 연구를 실시하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 안질환이 없으며, 조절 및 이항운동기능에 장애가 없는 정상안을 가진 건강한 대학생 73명을 대상으로 하였다. 대상 환자의 범위는 나안시력 또는 교정시력에 대해 LogMAR 시력 +0.1 ~ -0.1 을 기준으로 하였고, 굴절이상도의 등가구면굴절력의 범위는 -6.00D에서 +3.00D로 제한하였으며, 대상환자의 평균 굴절이상도는 $-1.37 \pm 1.64D$ 이었다. 이 중 자료의 신뢰도를 높이기 위하여 미세사시(microtropia)가 발견되는 경우, 간헐사시(intermittent heterophoria)를 경험한 환자 또는 양안시 기능장애는 없으나 측정값의 차이가 심한 경우 및 잠재적 양안시 증후군(binocular vision syndrome)이 의심되는 환자의 경우에는 자료 분석 대상에서 제외하였으며, 최종 54명을 대상으로 하여 조절 및 이항운동기능에 대한 분석을 실시하였다. 대상 환자의 평균 연령은 25.3 ± 2.7 세 이었고, 남녀 비율은 남성이 36명 여성이 18명 이었다.

2. 방법

환자의 자각적 편위각(subjective deviation angle)은 검사 값을 환자의 판단에 두기 때문에 환자의 이해도와 검사환경에 따라 그 값이 달라질 수 있는 가능성이 크므로 본 연구에서는 폭주근점과 근거리 및 원거리 사위량의 측정에 객관적 편위각(objective deviation angle)을 적용하였다.

1) 가림검사(cover test)

원거리 및 근거리에 대하여 가림검사를 실시하여 현성사시 유무를 확인하였으며, 이후 차폐-비차폐검사(cover-uncover test)를 하여 사위의 유무와 방향을 확인하였다. 검사 시 간헐사시 및 미세사시(micro tropia)등이 있거나 수직 사위(vertical heterophoria)가 확인되는 경우에는 자료분석 대상에서 제외하였다.

2) 동공간 거리(IPD) 측정

동공간 거리(inter pupillary distance) 측정용 mm 단위의 자를 이용하여 환자의 눈앞에 대고 한쪽 눈의 비측각막윤부에서부터 다른 쪽 눈의 이측 각막 윤부까지의 거리를 3

회 반복 측정후 그 평균값을 환자의 동공간 거리로 하였다.

3) 폭주근점(NPC) 및 조절근점(NPA) 측정

양안시 게이지(Krimsky near point rule, Western Ophthalmics, USA)를 이용하여 폭주근점 과 조절근점을 측정하였다. 폭주근점 측정에는 게이지를 환자의 얼굴 면 앞에 위치시키고 주시시표를 환자의 눈으로 가까이 하여 어느 한쪽의 눈이 외전 되는 지점을 관찰하고 이를 객관적 폭주근점의 기준으로 하였다. 조절근점 측정에는 푸쉬-업(push-up)법을 적용하여 측정용 시표를 환자의 눈쪽으로 가져갈 때 환자의 조절작용으로 인한 초점심도의 영향을 최소화하기 위해 처음 흐려지는 지점(first blur point)을 기준으로 하였다 측정은 3회 이상 반복 측정하여 평균값을 취하도록 하였다.

4) 원거리 및 근거리 사위량 과 조절성 폭주(AC/A)비 계산

차폐-비차폐검사상 사위로 확인된 환자에 대하여 이안(dominant eye)에 프리즘 바(Luneau prism bar set, Western Ophthalmics)를 대고 원거리 6m 및 근거리 40 cm에서 프리즘 교대가림검사(prism alternative cover test)를 실시하였으며, 3회 이상 반복측정 한 후 측정된 객관적 편위각(objective deviation angle)¹⁸을 기준으로 하여 사위(heterophoria 1)의 양을 측정하였고 이 값을 이용하여 거리차 이용법에 의한 계산(calculated) AC/A비를 구하였다. 렌즈차(gradient) 이용법에 의한 조절성 폭주비(accommodative convergence/ accommodation ratio)를 계산하기 위해 이후 추가적으로 40 cm 거리에 대해 구면 +1.00D를 양안에 장입한 후 프리즘 교대가림검사를 실시하여 사위(heterophoria 2)의 양을 반복 측정하였고 계산 AC/A 비는 다음 식 (1)을 이용하였다.

Calculated AC/A:

$$\frac{\text{convergence demand of near target}-\text{Hd}+\text{Hn}}{\text{stimulus to accommodation of near target}} \quad (1)$$

여기서, Hd: Distance heterophoria, Hn: Near heterophoria 이고 외사위인에 대하여 음수, 내사위의 경우 양수를 취한다. 렌즈차 이용법에 의한 AC/A비는 다음의 식 (2)를 사용하였다.

Gradient AC/A:

$$\frac{\text{heterophoria 2}-\text{heterophoria 1}}{\text{lens power(D)}} \quad (2)$$

5) 이항운동(vergence) 측정

임상에서 이항운동 측정에는 리슬리(Risley)프리즘을 이용하는 포롭터(phoropter) 또는 프리즘 바(prism bar)를 사용할 수 있다. 포롭터에 의한 측정은 측정용 Risley 프리즘의 최대 굴절력이 일반적으로 20Δ 이내이고, 상대적으로 좁고 긴 관찰구를 통해 측정이 이루어지므로 측정 범위가 매우 제한적이다. 그러므로 상대적으로 편위각이 작은 자각적(subjective) 원거리 사위의 양을 측정하기에는 적합할 수 있으나, 이항운동, 간헐사시, 현성사시 및 주시방향이 20° 이상에서 측정되는 근거리의 편위각과 이항운동의 측정에는 부적합하며 객관적(objective) 편위각의 측정이 매우 어렵다. 이에 반해 프리즘 바는 선형적으로 세분화된 단계의 프리즘 굴절력 범위를 가지고 있지만 거의 모든 주시방향에 대하여 진단을 위한 신속한 편위각 측정이 가능하며, 특히 프리즘 굴절력이 일정한 단위로 구분되어 있기 때문에 이항운동 측정 시 흐린점(blur point), 파괴점(break point) 및 회복점(recovery point)을 환자가 좀 더 쉽고 분명하게 구분할 수 있기 때문에 버전스 시스템의 BI 한계와 BO 한계에 대한 자각적 측정값을 확인하는 데에도 매우 용이하여 객관적 편위각 측정이 쉬운 장점이 있다. 본 연구에서는 프리즘 바를 편위각 측정의 기본 도구로 이용하였고, 원거리 6 m와 근거리 40 cm에서 문자하나를 가진 단독 시표를 보게 한 후 원거리 이항운동의 한계를 측정하였다. 각 검사거리에서 모두 융합잔여 효과(fusional aftereffect)를 최소화하기 위해 먼저 음성융합성폭주의 개선한계(BI limit)에 대한 흐린점, 파괴점 및 회복점을 측정한 후 양성융합성폭주의 폭주한계(BO limit)에 대한 흐린점, 파괴점 과 회복점을 측정하는 순서로 진행하였다. 흐린점의 기준은 환자가 시표에 집중하도록 한 후 최초의 확실한 흐린점으로 하였다.

6) 상대조절력 측정

주시거리 40 cm에 대하여 단독 근거리 20/20 시표를 이용하여 폭주 요구량이 일정한 상태에서 양안에 플러스 구면렌즈와 마이너스 구면렌즈를 ±0.25D 단위로 가입하여 음성상대조절력(negative relative accommodation)과 양성상대조절력(positive relative accommodation)의 순서로 측정하였다. 흐린점은 환자가 시표에 집중하도록 하면서 최초의 흐린점을 기준으로 하였다.

결 과

1. 동공간 거리, 조절근점 및 폭주근점

동공간 거리계를 이용한 동공간 거리의 측정결과 값은 평균 62.91±2.78 mm 이었다. 양안시 게이지를 이용한 주관적 조절근점의 거리는 11.13±2.29 cm이었으며, 조절력

Table 2. IPD, NPA, NPC, Acc and Convergence limit Findings

	Mean	S.D	Maximum	Minimum
IPD	62.91 mm	2.78	72.00	57.00
NPA	11.13 cm	2.29	17.00	7.00
Acc.	9.35D	1.95	14.00	5.80
NPC	6.94Δ	2.34	14.00	4.00
Convergence limit	68.61Δ	13.82	97.00	37.12

IPD: inter-pupillary distance, NPA: near point of accommodation
Acc.: accommodation, NPC: near point of convergence

Table 3. Heterophoria Findings

	Mean	S.D	Normal Range
Distance Phoria	1.24Δ exophoria	2.72	0~3 exophoria
40 cm Phoria	2.70Δ exophoria	4.91	0~6 exophoria
40 cm +1.00D phoria	6.62Δ exophoria	4.53	4~8 exophoria

은 최소 7D에서 최대 17D의 범위로서 계산된 평균 조절력은 9.35±1.95D의 결과를 보였다. 객관적 폭주근점은 최대 14 cm에서 최소 4 cm의 범위로 평균 폭주근점은 6.94±2.34 cm이었고, 각 환자의 동공간 거리와 각막에서 안구회전점간 거리인 13 mm에 측정 렌즈와 각막정점간의 거리인 14 mm를 더하여 계산한 폭주 한계 프리즘 굴절력은 최대 97.00Δ, 최소 37.12Δ으로 평균 폭주한계는 68.61Δ으로 나타났다(Table 3).

2. 원거리 및 근거리 사위량과 AC/A비

프리즘 바를 이용하고 6 m 원거리 및 40 cm 근거리에서 측정한 거리별 객관적 사위량은 Table 4와 같다. 6 m 원거리 사위량은 평균 1.24±2.72Δ 외사위의 값을 보였고, 근거리 사위량은 2.70±4.91Δ 외사위 이었으며, 근거리 40 cm에서 구면 +1.00D 렌즈를 가입한 상태에서의 사위량은 6.62±4.53Δ의 값을 나타냈다(Table 4). 거리차 이용법에 의한 계산 AC/A비는 평균 5.16±1.35Δ/D의 값을 보였으며, 40 cm 근거리에 대한 렌즈차(gradient) 이용법에 의한 AC/A 비는 3.92±2.17Δ/D이었다(Table 5). 계산 AC/A 비와 렌즈차 이용법에 의한 AC/A 비의 차는 1.44±1.76Δ의 값을 보였다. AC/A비의 분류에 따른 분포는

Table 4. Comparison of gradient and calculated AC/A ratios

	Mean	S.D	Normal Range
Gradient AC/A ratio	3.92Δ/D	2.17	3~5
Calculated AC/A ratio	5.16Δ/D	1.35	4~6
Proximal Convergence	1.44Δ	1.76	-

Table 5. Distribution of AC/A types according to gradient AC/A ratio

	Low AC/A < 3Δ	3Δ ≤ Normal AC/A ≤ 5Δ	5Δ < High AC/A
Male	11	19	6
Female	3	11	4
Total	14	30	10
Percent(%)	25.9	55.6	18.5

Table 6. Vergence Findings

		Mean	S.D	Normal Range
Distance BI limit	Blur	-	-	-
	Break	10.36	2.85	9~12
	Recovery	7.39	2.88	6~9
Distance BO limit	Blur	15.53	6.25	12~19
	Break	19.85	7.52	16~24
	Recovery	13.30	5.03	16~21
40cm BI limit	Blur	13.02	4.04	11~15
	Break	17.22	4.68	15~20
	Recovery	11.61	3.90	10~14
40cm BO limit	Blur	18.24	6.51	15~22
	Break	23.69	8.32	20~28
	Recovery	15.85	6.44	13~19

Table 6과 같다. 성별에 따른 AC/A비의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다(p=0.470). 전체 환자 중 저AC/A비는 14명(25.9%), 정상AC/A비는 30명(66.6%)이었고 고AC/A비는 10명(18.5%)의 분포를 보였다(Table 6).

3. 이항운동기능 한계

프리즘 바를 이용한 자각적 원거리 및 근거리에 대한 이항운동기능의 측정결과값은 Table 7과 같다. 원거리 6 m에서의 개산여력에 대한 파괴점은 10.36±2.85Δ, 회복점은 7.39±2.88Δ이었고, BO 프리즘을 이용한 폭주여력의 흐린점은 15.53±6.25Δ, 파괴점은 19.85±7.52Δ, 회복점은 13.30±5.03Δ이었다. 근거리 40 cm에서의 BI 프리즘에 의한 개산여력에서는 흐린점이 13.02±4.04Δ, 파괴점은

Table 7. NRA and PRA findings

	Mean	S.D	Normal Range
Negative Relative Accommodation	+2.36D	0.34	+2.00~+2.50
Positive Relative Accommodation	-2.94D	0.76	-2.75~-3.25

Table 8. Comparison of the expected values

Measurements	Mean	S.D	Normal Range	Differences†	
Distance					
Phoria	M*	1 X	2 X	0~2 X	
	B**	1 X	3 X	0~3 X	
Base-in blur	M	-	-	-	
	B	-	-	-	
Base-in break	M	7	3	5~9	
	B	10	3	9~12	+3
Base-in recovery	M	4	2	3~5	
	B	7	3	6~9	+3
Base-out blur	M	9	4	7~11	
	B	16	6	12~19	+7
Base-out break	M	19	8	15~23	
	B	20	8	16~24	+1
Base-out recovery	M	10	4	8~12	
	B	13	5	16~21	+3
Near					
Phoria	M	3 X'	5 X'	0~6 X'	
	B	3 X'	5 X'	0~6 X'	
Base-in blur	M	13	4	11~15	
	B	13	4	11~15	
Base-in break	M	21	4	19~23	
	B	17	5	15~20	-4
Base-in recovery	M	13	5	10~16	
	B	12	4	10~14	-1
Base-out blur	M	17	5	14~20	
	B	18	7	15~22	+1
Base-out break	M	21	6	18~24	
	B	24	8	20~28	+3
Base-out recovery	M	11	7	7~15	
	B	16	6	13~19	+5
40 cm plus-to-blur	M	+2.00	0.50	+1.75~+2.25	
	B	+2.36	0.34	+2.00~+2.50	+0.37
40cm minus-to-blur	M	-2.37	1.12	-1.75~-3.00	
	B	-2.94	0.76	-2.75~-3.25	-0.63
Gradient ACA	M	4/1Δ/D	2	3~5	
	B	4/1Δ/D	2	3~5	

*: Morgan's expected values, **: Baarg's expected values of the normal young adults

†: Positive and negative values mean that the findings are greater and lesser than the Morgan's expected values, respectively.

17.22 ± 4.68Δ, 회복점은 11.61 ± 3.90Δ로 나타났으며, BO 프리즘에 대한 폭주여력의 호린점은 18.24 ± 6.51Δ, 파괴점 23.69 ± 8.32Δ, 회복점은 15.85 ± 6.44Δ의 값을 보였다.

4. 상대조절력

40 cm 주시거리에서 플러스 구면렌즈를 +0.25D 단위로 양안에 가입한 상태에서 측정된 음성 상대조절력은 +2.36 ± 0.34D이었고, 이 후 실시된 마이너스 렌즈에 의한 양성 상대조절력은 -2.94 ± 0.76D의 값으로 측정되었다(Table 6).

5. Morgan 표준 값과 비교

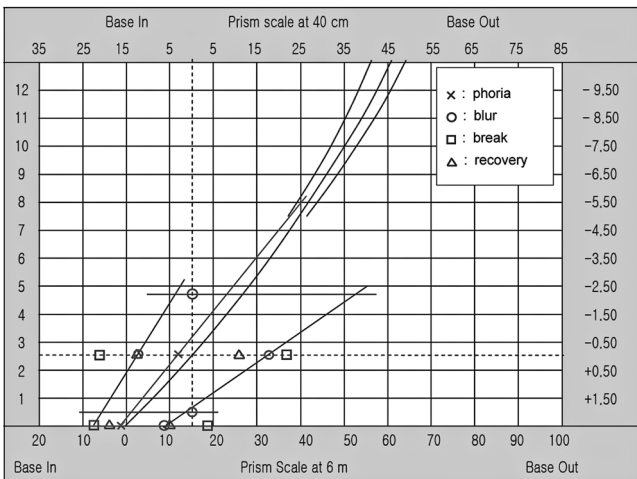
Table 7은 위에서 측정된 결과 값들을 Morgan 표준 값을 기준으로 하여 비교한 분석한 표이다. 정상범위(Normal Range)의 유효숫자는 Morgan 표준값에서 취하고 있는 것과 동일한 표현법이 되도록 반올림하여 나타내었

다. Morgan 표준값과 비교하여 원거리 및 근거리 사위량 및 렌즈차 이용법에 의한 Gradient AC/A비는 동일한 값을 보였다. 그러나 원거리 이항운동의 양성융합성폭주의 폭주한계(BO limit)양은 Morgan 표준 값에 비해 약 7ΔBO의 높은 값으로서 나타나 대조를 이루었다. 근거리에 있어서는 개산한계(BI limit) 값에 차이가 없었고 폭주한계 값은 1ΔBO 더 높은 값을 보였다. 한편 근거리 개산한계의 파괴점이 Morgan의 값에 비해 약 4Δ 적은 값을 보였으며, 폭주한계의 파괴점은 3Δ 높은 값으로 나타났다. 근거리의 전체 이항운동의 범위는 Morgan 값과 큰 차이를 보이지 않은 반면 원거리의 전체 이항운동의 범위는 양성융합성폭주여력이 상대적으로 더 넓은 범위를 가지는 것으로 나타났다. Fig. 1의 a와 b는 각각 Morgan의 표준값과 본 연구에서 나타난 결과값을 이용하여 그래프 분석을 한 후 양안선명단일시부위(zone of clear single binocular vision)를 비교한 것이다.

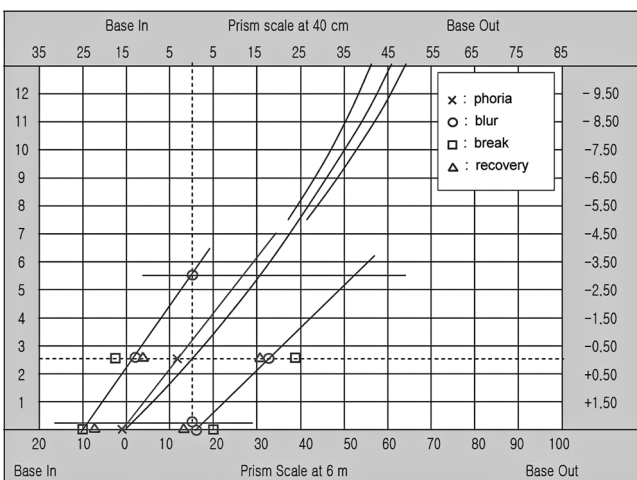
고찰

객관적 편위각에 의한 원거리 및 근거리에 대한 편위각은 각각 1.24Δ과 2.74Δ으로 이는 양안시에 대한 문제가 없는 특정 연령층에 대한 자료로서 박 et al.¹⁹에 의한 양안시 조건에 따른 양안굴절검사의 변화에서 나타난 원거리 및 근거리 안편위량과는 특히 근거리 안편위에서 약 4Δ 정도의 차이를 보이고 있다. 또한 박 et al.에 의한 양안굴절검사 연구에서는 대상 환자의 범위가 현성사시, 약시, 부등상시를 제외한 7세에서 58세 사이의 다양한 굴절이상과 간헐사시를 포함하는 환자를 대상으로 하였기 때문에 본 논문의 결과 값과는 다른 것으로 보이며, 편차의 범위도 넓게 분포하는 것으로 판단된다. Morgan의 표준값과 비교할 경우, 본 연구의 결과값과 각 주시거리별 사위량에 유의한 차이를 보이지 않고 있다.

일반적으로 AC/A 비는 선천적이며 노안이 시작되기 전까지는 변화가 없는 것으로 여겨지고 있다¹⁸. 근거리에서 실시한 렌즈차 이용법을 이용한 AC/A비는 Morgan의 표준 값과 크게 다르지 않음을 확인할 수 있다. 박 et al.¹⁹에 의하면 계산에 의한 평균 AC/A비는 3.91 ± 2.20Δ/D라고 하였다. 본 연구에서는 5.16 ± 1.35Δ/D의 결과 값을 보였는데, 이는 대상 환자의 범위에 따른 차이로 보인다. 계산 AC/A 비와 렌즈차 이용법에 의한 AC/A 비의 차이 값은 근접성 폭주의 양으로서 원거리 및 근거리 양성융합성폭주의 호린점을 기준으로 근접성 폭주(proximal AC/A)량은 약 1Δ의 값으로서 Morgan의 표준값에 의한 8Δ 보다 7Δ 낮은 값을 보여 상대적으로 근접성 폭주의 양이 상당히 배제된 결과를 나타낸다고 할 수 있다.



a. Morgan's expected values



b. Baarg's expected values of the normal young adults

Fig. 1. Comparison of the Graphical analyses between the Morgan's expected values and the Baarg's values.

상대조절력의 범위는 Morgan의 표준 값에 비해 1.00D 넓게 나타났으며, 특히 음성상대조절력의 크기는 -0.63D 높은 값을 보였다. 이는 상대적으로 대상 환자의 조절력이 충분한 20대 젊은 환자들을 대상으로 하였고 상대적으로 근시의 빈도가 높은 것이 한 요인으로 판단된다.

원거리 이항운동과 근거리 이항운동의 크기에서 Morgan의 표준 값의 경우 Fig. 3에서 볼 수 있는 것처럼 약 7Δ 정도 차이가 있어 그래프 상으로 원거리와 근거리의 이항운동의 범위가 부채꼴 모양의 형상을 가짐을 알 수 있다. 이 값의 차이에 대한 요인으로는 서양인과 다른 전안부의 조건을 고려해 볼 수 있으며, Morgan의 표준값에 근접성 폭주량이 상대적으로 많이 개입되었을 가능성과 또 다른 한 요인으로는 Morgan의 표준값이 측정될 당시인 1940년대와는 다른 주주시 거리의 변화로 인한 이항운동 기능의 변화가 두 측정값에 차이를 발생시킨 한 요인으로 보인다.

결 론

객관적 편위각을 기초로 하고 평균연령 25세의 건강한 대학생 54명을 대상으로 하여 조절 및 이항운동기능에 대한 표준 값을 구하였다. 측정된 결과값을 기존의 양안시 분석을 위한 예측값으로 사용하고 있는 Morgan 표준값과 비교분석을 하였다. 원거리 및 근거리 사위의 양과 AC/A 비에는 큰 차이가 없었으나, 이항운동에 있어서 Morgan 표준값은 근거리 이항운동의 범위가 원거리 범위 보다 약 7Δ 정도 더 큰 값을 가지나, 본 연구에서는 두 이항운동 사이의 크기 차이가 약 1Δ의 값을 나타내어 상대적으로 Morgan 표준값에는 근접성 폭주의 양이 더 많이 포함되어 있을 가능성이 큰 것으로 보인다. 또한 측정 결과, 상대조절력의 범위는 Morgan의 표준값에 비해 1.00D 넓은 범위를 보였고 특히 음성상대조절력의 범위가 약 -0.63D 높게 측정되어 근시의 경향이 상대적으로 좀 더 높은 것으로 나타났다. 그러므로 생리학적으로 그리고 해부학적으로 다른 전안부 환경을 가진 한국인의 표준 정시안에 대하여 Morgan의 표준값을 그대로 적용할 경우 양안시 처방에 있어서 잘못된 진단을 내릴 가능성이 커질 수 있다. 본 논문은 20대 연령층을 대상으로 한 제한점이 있으나, 정상 젊은 성인에 대한 양안시 시기능 분석을 위한 표준값의 하나로써 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 한편 양안시 분석을 위한 표준값은 각 연령대별로 나누어 분석할 필요가 있는데 특히 양안시에 문제가 될 수 있는 10세 이하의 아동 과 10대 청소년에 대한 자료를 포함하는 한국인의 연령대별 표준값 연구를 향후의 연구과제로 진행하고자 한다.

참고문헌

1. Evans B. J. W., "Pickwell's binocular vision anomalies: investigation and treatment", 4th Ed., Butterworth-Heinemann, Oxford. UK, pp. 5-6(2002).
2. Flax N., "General issues. In: Scheiman M, Rouse M. Optometric management of learning-related vision problems", CV Mosby, St. Louis, pp. 138-143(1994).
3. Eames T. H., "Low fusional convergence as a factor in reading disability", Am. J. Ophthalmol., 17:709-710(1934).
4. Stein J. F., Riddell P. M., and Fowler S., "Disordered vergence control in dyslexic children", Br. J. Ophthalmol., 72:162-166(1988).
5. Buzzelli A. R., "Stereopsis, accommodative and vergence facility: do they relate to dyslexia?", Optom. Vis. Sci., 68:842-846(1991).
6. Hofstetter H. W., "The zone of clear single binocular vision. Part I.", Am. J. Optom., 22:301-333(1945).
7. Hofstetter H. W., "The zone of clear single binocular vision. Part II.", Am. J. Optom., 22:361-384(1945).
8. Sheard C., "Zones of ocular comfort", Am. J. Optom., 7:9-25(1930).
9. Percival A., "The prescribing of spectacles", 3rd Ed., John Wright & Sons, Bristol., England(1928).
10. Morgan M. W., "The clinical aspects of accommodation and convergence", Am. J. Optom., 21:301-13(1944).
11. Ogle K. N., Mussey F., and Prangen A. H., "Fixation disparity and the fusional processes in binocular single vision", Am. J. Ophthalmol., 32:1069-87(1949).
12. Schor C. M., "Fixation disparity and vergence adaptation. In: Schor C. M., Ciuffreda K. J., eds. Vergence eye movements: basic and clinical aspects", Butterworth-Heinemann, Boston, pp. 465-516(1983).
13. Ogle K. N. and Prangen A., "Observations of vertical divergence and hyperphoria", Arch. Ophthalmol., 49:313-34(1953).
14. Duke-Elder S., "The practice of refraction", 5th Ed., CV Mosby, St. Louis, pp. 141-51(1949).
15. Carter D. B., "Fixation disparity and heterophoria following prolonged wearing of prisms", Am. J. Optom., 42:141-52(1965).
16. Sheedy J. E. and Saladin J. J., "Phoria, vergence and fixation disparity in oculomotor problems", Am. J. Optom. Physiol. Opt., 54:474-8(1977).
17. Sheedy J. E. and Saladin J. J., "Association of symptoms with measures of oculomotor deficiencies", Am. J. Optom. Physiol. Opt., 55:670-6(1978).
18. Gunter K., von Noorden., Emilio C. Campos, "Binocular Vision and Ocular Motility", 6th Ed., CV Mosby, St. Louis, pp. 176-183(2002).
19. 박상배, 정연홍, 김대현, 김영훈, 김광배, 임병관, "양안시 조건에 따른 양안굴절검사값의 변화", 대한시과학회지, 8(2):53-65(2006).

Expected Values for the Analysis of Accommodation and Vergence Dysfunction of Young Adults

Saang-Bai Baarg

Department of Nano-Optical Engineering, Korea Polytechnic University, Gyeonggi, Korea
(Received October 29, 2008; Revised November 15, 2008; Accepted December 9, 2008)

Purpose: The purpose of this study was to determine the expected values of accommodation and vergence system for analysis of binocular vision. **Methods:** Seventy three healthy subjects without past history of eye disease were selected for this study, Patients showing clinical binocular anomalies including manifest squint and intermittent heterotropia were excluded and data was collected on 54 patients(mean age, 25.3 ± 2.7 year). Near point of convergence, distance and near phorias were measured based on objective deviation angle. And then AC/A ratio, relative accommodation were measured and all of the data were compared with the Morgan's expected values. **Results:** The values of distance and near heterophoria were $1.24 \pm 2.72\Delta$ and $2.70 \pm 4.91\Delta$ respectively and the gradient AC/A ratio was $3.92 \pm 2.17\Delta/D$ which were all about the same compared with the Morgan's expected values. The values of distance negative fusional convergence was same, however, distance positive fusional convergence was 7Δ greater than the Morgan's one. There were no significant differences in the range values of both near vergences while the range of distance vergence was relatively larger than the Morgan's one. Positive relative accommodation was $+0.37D$ greater and negative relative accommodation was $-0.63D$ greater than the Morgan's values. **Conclusions:** The findings in this study appear that the Morgan's expected values have a possibilities of including considerable proximal convergence value. In comparison with Morgan's values, Korean's normal expected values have much different values of especially BO limit, so if the Morgan's values are directly applied to binocular vision analysis for Korean people, it may lead to an inaccurate binocular vision diagnosis. This results can be used to diagnose the accommodation and vergence system of Korean normal young adults.

Key words: binocular vision, heterophoria, accommodation, vergence, AC/A, objective deviation angle