

Comparative Interpretation of Clinical Data and Their Correlations in Binocular Tests

Dong-Sik Yu, Hyun Gug Cho, Sang-Yeob Kim, and Byeong-Yeon Moon*

Dept. of Optometry, Kangwon National University, Samcheok 25949, Korea
(Received January 29, 2018: Revised March 7, 2018: Accepted March 19, 2018)

Purpose: To compare and interpret normative values and correlations of clinical data in 20's Korean using the same method as Morgan's study. **Methods:** Eighty three subjects (166 eyes, mean age 22.34±2.50 years) underwent refraction with a fogging method. Then phoria, gradient accommodative convergence to accommodation ratio (AC/A), accommodative amplitude, the near point of convergence, fusional vergence, relative accommodation, binocular accommodative and vergence facility test were performed. The normative data of each test were set at mean±0.5 standard deviation (SD) as the Morgan's study. The mean, SD, normative values, and correlations between tests were compared with values established by Morgan. **Results:** Compared to Morgan's data, in these clinical data, there was no difference in ranks of means (Wilcoxon test, $p = 0.274$). Spearman's correlations (ρ) between means, SDs, and distributions within SD were 0.945 ($p < 0.001$), 0.907 ($p < 0.001$), and 0.599 ($p = 0.017$), respectively. Major differences in our data compared to Morgan's values are: 1) Means of phoria, fusional vergence (except blur and break point of the near negative fusional vergence), and gradient AC/A were higher; 2) range of the normative values were wider; 3) the distribution of subjects within normative values was lower; 4) the number of statistically significant Pearson's correlations (r) between tests at near were fewer but higher. **Conclusions:** These results indicate that the normative values in binocular tests differ from the Morgan's values. Correlation analyses also show differences in interactions between each test. This might be due to subject's criteria, specifically age or ethnicities. Therefore, it will be necessary to establish new normative values for diagnosis and management in binocular dysfunctions assessment for Korean at various age groups.

Key words: Normative value, Clinical data, Binocular test, Morgan

서론

조절, 폭주 및 사위 등의 검사 결과를 분석하고 해석하는 과정은 양안시 이상의 진단과 처방에서 매우 중요하다.^[1] 이러한 과정은 각 검사의 정확도 및 신뢰도와 더불어, 각 검사의 목적에 맞는 판별의 민감성(sensitivity)과 특이성(specificity)이 전제되어야 하므로 이와 관련한 연구는 꾸준히 이루어져 왔다.^[2] 또한, 양안시 평가에서 각 검사 항목의 정상과 비정상의 기준값(normative values)은 인구통계학적 특성에 따라 다양하게 제공되고 있다.^[3,4]

양안시 이상의 진단 기준은 자각적 증상(symptom)과 타각적 징후(sign)로 결정되며, 타각적 징후의 진단 기준은 각 검사 항목의 검사 도구, 적용 대상 등에 따라 다를 수 있다.^[5] 그러나 진단 기준은 대부분 Morgan의 기준^[6,7]에 따르고 있다. 이 기준은 1940년대에 미국식 21개 검사 항목 중심으로 haploscope^[8]와 Maddox rod를 기반으로 결정

한 것이다. 이러한 기준은 오늘날의 시생활 환경과 포롭터(phoropter) 기반의 검사 환경이 다른 상태에서 결정된 것이며, 또한 50% 이상이 근시인 한국인과 달리,^[9] 50% 이상이 원시인 미국인^[10]을 대상으로 자각적 증상을 고려하지 않고 결정한 것이다. 따라서 Morgan과 같은 방법으로 기준을 재설정하여 재해석할 필요가 있을 것이다.

지금까지 양안시 기능의 임상적 진단과 관리의 기준^[11,12]은 널리 제공되고 있는 상태이며, 관련 연구도 다양하게 이루어지고 있는 실정이다.^[13-15] 그러나 그 대상은 대부분 미국인 중심으로 제공된 것으로 임상적 자료의 진단과 관리 기준의 해석과 적용을 달리할 필요가 있을 것이다.^[16] 따라서 본 연구는 20대 한국인을 대상으로 양안시 평가의 각 항목에 대한 임상적 자료를 Morgan과 같은 통계적 방법으로 기준값을 결정하여 해석하고, 각 검사 항목의 상관성을 분석하고자 하였으며, 양안시 평가의 진단과 관리에 필요한 기준값 적용의 가능성과 새로운 기준값 설정의 필

*Corresponding author: Byeong-Yeon Moon, TEL: +82-33-540-3412, E-mail: bymoon@kangwon.ac.kr

요성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구의 취지에 동의한 20대 대학생 83명(166안; 연령 22.34 ± 2.50 세; 남자 52, 여자 31)을 대상으로 하였다. 모든 대상자는 전신질환이나 안질환이 없으며, 굴절이상이나 안기능이상으로 인한 눈 수술 경험은 없었다. 굴절검사를 실시하여 최대교정시력이 1.0에서 1.2를 기준으로 할 때 근시가 104안(62.7%), 나머지 원시나 정시로 62안(37.3%)이었으며, 대상자 눈의 굴절이상은 등가구면 기준으로 평균 -2.50 ± 1.87 D였다.

2. 연구 방법

1) 굴절검사

굴절검사는 자동굴절력계(KR-8800, Topcon, Japan)를 이용하여 타각적 굴절검사를 실시하였고, 이를 기준으로 $+3.00$ D 정도 운무한 다음, 수동 포롭터(VT-SE, Topcon, Japan)를 사용하여 자각적 굴절검사를 실시하였다. 원거리 검사는 5 m에서, 근거리 검사는 40 cm에서 실시하였다.

2) 양안시검사

원거리 및 근거리 수평사위 검사는 수동 포롭터 기반으로 하였으며, 12 Δ (prism diopter) base-in(BI)의 측정 프리즘과 6 Δ base-up(BU)의 분리 프리즘을 세팅하여 본 그래페(von Graefe)법으로 측정하였다. 조절성포주비(accommodative convergence to accommodation ratio, AC/A)는 경사(gradient)법으로 40 cm에서 $+1.00$ D의 조절 자극 전과 후의 사위도 변화량으로 결정하였다.

포주근점(near point of convergence, NPC)은 조절성 시표를 이용하여 피검자 시선이 15도 아래 유도되는 방향에서 시표가 5 cm/sec로 이동되는 속도를 유지하여 측정하였다.

융합이향운동(vergence)은 원거리, 근거리 순으로 실시하였으며, 수동 포롭터의 로터리프리즘을 BI방향으로 1~2 Δ /sec 속도로 변화시켜 음성융합이향운동(negative fusional vergence, NFV 또는 BI vergence)의 분리점, 회복점을 측정하였고, BO방향으로 1~2 Δ /sec 속도로 증가시켜 양성융합이향운동(positive fusional vergence, PFV 또는 BO vergence)의 흐린점, 분리점 및 회복점을 평가하였다.

조절력(accommodative amplitude, Amp)은 푸시업(push-up)법으로 측정하였다. 또한, 상대조절력은 40 cm에서 2초 간격으로 $+0.25$ D 단계로 증가시켜 음성상대조절력(negative relative accommodation, NRA)을 먼저 측정하였으며, 2초 간격으로 -0.25 D 단계로 증가시켜 양성상대조

절력(positive relative accommodation, PRA)을 평가하였다.

양안조절용이(binocular accommodative facility, BAF)검사는 ± 2.00 D의 flippers를 이용하여 $+2.00$ D를 시작으로 반전하여 -2.00 D에서, 또 반전하여 $+2.00$ D에서 읽었을 때를 1회로 하여 분당 읽은 횟수(cycles per minute, cpm)로 평가하였으며, 이향용이(vergence facility, VF)검사는 12 Δ BO/3 Δ BI flippers를 이용하여 12 Δ BO에서 시작으로 반전하여 3 Δ BI에서, 또 반전하여 12 Δ BO에서 읽었을 때를 1회로 하여 분당 읽은 횟수(cpm)로 측정하였다. 각 검사의 결과값은 3회 측정하여 평균값으로 하였다.

3. 분석

수집된 자료를 처리하기 위해 외사위는 (-) 부호, 내사위는 (+) 부호를 표시하였다. 수집된 자료는 MedCalc® (version 10.3.1.0, MedCalc Software bvba, Belgium)을 이용하여 기술통계와 상관분석을 실시하였다. 상관관계는 간격척도 이상이거나 표본수가 많을 때 모수적 검정에서 Pearson상관계수(r)로 하였고, 순위척도이거나 표본수가 적을 때 비모수적 검정에서 Spearman상관계수(rho, ρ)로 하였다. 모든 분석에서 신뢰구간은 95%로 하였고, 유의확률 $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 양안시 검사의 임상적 결과값 비교

Morgan은 양안시 검사의 임상적 결과를 통계적으로 해석하고 각 검사 항목의 정상 기준치를 제시하였다.^[6] 그는 자각적 증상을 고려하지 않았으며, 노안 이전의 다양한 연령대의 미국인 800명을 대상으로 haploscope기반의 양안시 검사를 실시하였고, 특히 사위검사는 Maddox rod로 하였다. 본 연구에서는 Morgan과 같이 자각적 증상을 고려하지 않았고, 20대 대학생 83명을 대상으로 포롭터 기반의 양안시 검사를 하였다. 사위검사는 von Graefe법으로 하였고, 그 외의 검사들은 현재 양안시 평가에 널리 사용하는 방법으로 하였다.

양안시 이상 분석의 기본^[17]이 되는 사위의 특성에서 원거리 외사위가 -2.37 ± 1.20 Δ , 근거리 외사위가 -7.80 ± 2.38 Δ 로 조사되었다. 이는 20~50대를 대상으로 Kim 등^[18]이 보고한 원거리 외사위가 -3.51 ± 1.78 Δ , 근거리 외사위가 -5.73 ± 2.44 Δ 와 비교할 때 원거리에서 외사위가 낮고 근거리에서 외사위가 높은 특성을 갖는다. Morgan과 같이 양안시 이상을 분류하지 않고 산술적 통계 방법으로 분석하기 위해 Table 1과 같이 임상적 자료의 평균과 표준편차를 나타내었다. 본 연구의 결과는 Morgan의 값과 비교하여 각 검사 항목의 평균값의 경향성에서 유의한 차이는

Table 1. Mean and standard deviation for clinical findings in binocular vision tests

Test		Mean±SD	Min.	Max.	Morgan's data ^[6,7]
DPhoria (Δ)		-2.37±2.40	-7.5	3.5	-1±2
NPhoria (Δ)		-7.80±4.75	-18	4	-3±5
Gradient AC/A (Δ/D)		3.28±1.70	0.5	8	4±2
NPC (cm)		6.85±1.67	4.5	12	- [†]
NFV at distance	DBI blur (Δ)	6.40±3.37 [‡]	1	13	No blur
	DBI break (Δ)	8.39±3.46	2	18	7±3
	DBI recovery (Δ)	5.55±3.33	0	15	4±2
PFV at distance	DBO blur (Δ)	11.76±5.48	4	29	9±4
	DBO break (Δ)	19.71±8.50	5	48	19±8
	DBO recovery (Δ)	14.02±7.62	1.5	44	10±4
NFV at near	NBI blur (Δ)	12.36±4.62	2	22	13±4 or no blur
	NBI break (Δ)	18.41±5.97	6	34	21±4
	NBI recovery (Δ)	13.12±5.82	-8	25	13±5
PFV at near	NBO blur (Δ)	18.14±6.67	2	32	17±5 or no blur
	NBO break (Δ)	25.04±7.99	6	46	21±6
	NBO recovery (Δ)	18.90±8.18	0	42	11±7
NRA (D)		2.30±0.50	0.75	3.00	+2.00±0.50
PRA (D)		-2.61±0.73	-4.00	-1.00	-2.37±1.12
Amp (D)		11.20±3.04	6.50	25.00	Age [§] ±2.00
BAF (cpm)		15.66±5.34	4	35	-
VF (cpm)		13.96±4.52	4	28	-

[†]Not performed in Morgan's study. [‡]Blurred images were appeared for 25 subjects. [§]Based on Duane's tables. SD: standard deviation, Min.: minimum, Max.: maximum, DPhoria: phoria at distance, NPhoria: phoria at near, AC/A: ratio of accommodative convergence to accommodation, NPC: Near point of convergence, NFV: negative fusional vergence, PFV: positive fusional vergence, DBI: base-in at distance, DBO: base-out at distance, NBI: base-in at near, DBO: base-out at near, NRA: negative relative accommodation, PRA: positive relative accommodation, Amp: amplitude of accommodation, BAF: binocular accommodative facility, cpm: cycles per minute, VF: vergence facility, Negative sign of phoria indicates exophoria and positive sign indicates esophoria.

없었고(Wilcoxon test, $p = 0.274$), 평균값들의 상관관계는 높았다(Spearman's $\rho = 0.945$, $p < 0.001$).

그러나 각 검사 항목의 결과값을 Morgan값과 비교해 볼 때, 이 연구의 결과는 평균값의 차이가 원거리 사위에서 1.37 Δ 외사위만큼, 근거리 사위에서 4.8 Δ 외사위만큼 컸다. 이러한 차이를 보인 이유 중의 하나는 Maddox rod방법은 조절개입으로 인해 von Graefe보다 외사위가 더 작게 측정되는 경향 때문일 것이다.^[19,20] 원거리 융합이향운동은 0.71 ~ 4.02 Δ로 그 차이의 범위가 넓고 크게 나타났다. 근거리 융합이향운동은 -2.59 ~ +7.9 Δ 정도로 그 차이가 다양하고 컸으며 원거리 융합이향운동보다 더욱 큰 차이를 보였다. 한편, 원거리 음성융합이향운동의 흐린 점은 완전교정상태에서는 나타나지 않는 일반적 형상과 달리, 본 연구에서 25명의 대상자에게 나타났다. 이러한 현상은 원시의 저교정이나 근시의 과교정, 잠복성 원시 또

는 조절성 내사위의 경우에 나타날 수 있다.^[21] 이번 연구는 조절마비제가 아닌 운무방법을 사용에 따른 조절개입의 가능성^[22]이 있었던 것으로 판단된다.

융합이향운동과 사위값이 전반적으로 Morgan값보다 큰 값을 보였다. 이러한 차이는 대상자의 특성 차이 즉, 본 연구에서는 대부분 근시인 20대 한국인 대상자이고, Morgan의 연구에서 나이와 굴절이상과 관련된 자료가 제공되지 않아 현 시점에서 이러한 차이를 더 면밀하게 비교할 수 없지만, 융합이향운동과 사위값이 굴절이상과 관련이 없고 나이 및 인종과 관련이 있는 것으로 보고된 선행연구 결과^[15,23-26]를 바탕으로 판단해 보면 대상자의 특성 차이 즉, 연령대와 인종의 차이로 인한 것으로 볼 수가 있을 것이다.

Morgan값과 비교하여 경사 AC/A의 평균 차이는 각각 0.72 Δ/D 작았고, NRA와 PRA값의 평균 차이는 각각 0.30 D,

Table 2. Distribution and correlation of mean \pm SD and arbitrary limit between this study and Morgan's data

Test	Distribution of subjects within SD (%)			Arbitrary limit (Mean \pm 0.5 \times SD)	
	This study	Morgan's data	Difference	This study	Morgan's normative data
DPoria (Δ)	69.9	76	-6.1	-2.37 \pm 1.20	-1 \pm 1
NPhoria (Δ)	73.5	76	-2.5	-7.80 \pm 2.38	-3 \pm 4
Gradient AC/A (Δ /D)	62.7	84	-21.4	3.28 \pm 0.85	4 \pm 1
DBI break (Δ)	72.3	81	-8.7	8.39 \pm 1.73	7 \pm 4
DBI recovery (Δ)	65.1	70	-4.9	5.55 \pm 1.67	4 \pm 1
DBO blur (Δ)	55.4	69	-13.6	11.76 \pm 2.74	9 \pm 2
DBO break (Δ)	73.5	80	-6.5	19.71 \pm 4.25	19 \pm 4
DBO recovery (Δ)	69.9	74	-4.1	14.02 \pm 3.81	10 \pm 2
NBI blur (Δ)	39.8	58	-18.2	12.36 \pm 2.31	13 \pm 2
NBI break (Δ)	71.1	80	-8.9	18.41 \pm 2.99	21 \pm 2
NBI recovery (Δ)	77.1	75	2.1	13.12 \pm 2.91	13 \pm 3
NBO blur (Δ)	55.4	64	-8.6	18.14 \pm 3.34	17 \pm 3
NBO break (Δ)	67.5	80	-12.5	25.04 \pm 4.00	21 \pm 3
NBO recovery (Δ)	67.5	76	-8.5	18.90 \pm 4.09	11 \pm 4
NRA (D)	63.9	73	-9.1	2.30 \pm 0.25	+2.00 \pm 0.25
PRA (D)	68.7	74	-5.3	-2.61 \pm 0.37	-2.37 \pm 0.62
Amp (D)	78.3	82	-3.7	11.20 \pm 1.52	Age \pm 1.00
Mean of sum	66.6	74.8	-8.3	-	-
Correlation coefficient [†]	Percentage: 0.599 (p=0.017) Mean (except Amp): 0.945 (p<0.001) SD: 0.907 (p<0.001)				

[†]Spearman rank correlation coefficient. See other abbreviations and footnotes in Table 1.

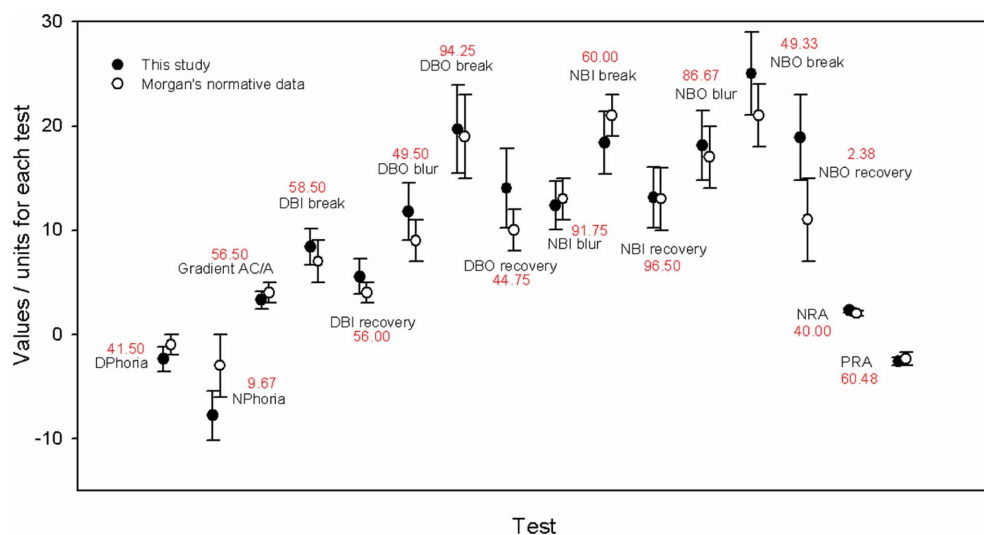


Fig. 1. Comparison of arbitrary limits by setting at mean \pm 0.5 \times SD. Numbers denote the overlap % of this study data to Morgan's value. Circle: mean value, error bar: standard deviation. See other abbreviations and footnotes in Table 1.

0.24 D 높게 평가되었다. 그 외 NPC, 조절력, BAF와 VF는 비교할 수 없었으나 각각의 기댓값 5 ± 2.5 cm, 10 ± 5

cpm, 12 cpm 이상을 벗어나지 않았다.

위의 결과 및 고찰에서 양안시 검사 항목의 결과값은 사

Table 3. Comparison of correlation coefficients between accommodation and vergence

	r	M	r	M	r	M	r	M	r	M	r	M	r	M	r	M	r	M	r	M
NBO blur		0.2																		
NBO break		0	0.863	0.7																
NBO recovery			0.784		0.897	0.5														
NBI blur		0	0.313	0	0.273		0.265	0.5												
NBI break		0	0.266	0	0.306	0	0.312	0	0.784											
NBI recovery	(-)0.258					0		0.680		0.596	0.6									
PRA [†]		(-)0.398	0	(-)0.294	0	(-)0.303		(-)0.345	0.5	(-)0.223	0.3									
NRA		0	0.256	0.5	0.278	0.4	0.326		0.317	0		0			-0.353	-0.5				
Gradient AC/A		0		0		0	0.231			0		0			0		0			
Age	(-)0.293	0.2		0		0				0		0			-0.7		0.4		0	
Amp		-0.3		0		0			0.334	0	0.298	0	0.295		0.8		-0.4		0	-0.8
	NPhoria [†]		NBO blur		NBO break		NBO recovery		NBI blur		NBI break		NBI recovery		PRA		NRA		Gradient AC/A	Age

[†]A negative correlation coefficient means that an increase of minus diopter in PRA or in phoria is associated with an increase in the fellow factor. Zero (0): Pearson correlation coefficients ($r < 2.0$, M: correlation coefficient(r) from Morgan's study, blank: no correlation coefficients($p \geq 0.05$). See other abbreviations and footnotes in Table 1.

위검사의 방법, 연령대에 따라 다를 수 있다는 것을 보여 준다.

각 항목별 검사 결과를 Morgan이 제시한 기준설정 방법으로 기댓값을 결정하여 비교한 결과는 Table 2와 같다. 일반적으로 통계학자들은 표준편차의 70%를 범위를 정상 값으로 받아들이고 있으나 Morgan은 임의로 표준편차의 50%를 기댓값으로 설정하였다.^[7] 본 연구에서도 이와 동일하게 적용하였다. 50% 표준편차 범위의 대상자는 본 연구에서 평균 66.6%로 Morgan의 74.8%보다 낮았으며, 그 차이는 근거리의 음성융합운동의 회복점에서 2.1%정도 컸으나 대부분 2.5%~21.4%로 낮았다. 한편, Cho 등^[27]이 20대 대학생을 중심으로 시기능을 연구한 결과에서 Morgan 기댓값을 기준으로 할 때, 정상인의 분포는 NRA에서 19.0%로부터 PRA에서 76.0%까지 평균 48.6%로 이 연구 결과보다 낮았다. 한편, Morgan자료와 Spearman 상관계수는 대상자 분포에서 $p = 0.599$ ($p = 0.017$)로 뚜렷한 양의 상관관계를 보였고, 평균과 표준편차에서 각각 0.945 ($p < 0.001$), 0.907($p < 0.001$)로 높은 상관성을 보였다.

표준편차의 50%를 기댓값으로 할 때 그 범위는 Fig. 1과 같다. Morgan의 기준값을 기준으로 겹치는 비율은 평균 56.11% 낮았으며, 최소 2.38%에서 최대 96.60%로 편차가 컸다.

위의 결과 및 고찰에서 특정 집단의 양안시 검사값의 평균과 표준편차가 다르고 이로 인해 표준편차의 적용 비율에 따라 결정되는 기댓값이 다를 수 있다는 것을 보여 준다.

2. 양안시 검사의 임상적 결과값의 상관관계 비교

각 검사 항목의 측정값은 독립적인 요인으로만 결정되는 것이 아니라 다른 항목과 관련되어 있다.^[28,29] 따라서 양안시 이상의 진단과 처방은 각 검사 항목 간의 상관을 고려하여야 한다. Morgan은 근거리에서 조절래그, 융합이향운동, 조절력, 나이 및 상대조절력 간의 상관관계를 분석하였다. 본 연구에서 조절래그를 제외한 검사 항목 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 이 연구에서 근거리 검사 항목 간의 유의한 Pearson 상관관계는 28개로 47개인 Morgan보다 그 수가 적었으나 그 정도는 컸다(본 연구 $r = 0.398$, Morgan $r = 0.177$).

조절력과 관련된 상관관계는 근거리 음성융합이향운동과에서 Morgan의 경우보다 높게 나타났고, 그 외의 상관관계는 보이지 않았다. 나이 요인에 따른 상관관계는 본 연구의 결과에서 근거리 사위와 음의 상관성을 보였으나 Morgan은 양의 관계를 보였다. 그러나 본 연구에서 자료처리를 위해 외사위를 (-)부호로 내사위를 (+)부호로 나타낸 것으로 여기서 음의 관계의 의미는 나이가 증가함에 따라 근거리 외사위가 증가한다는 뜻에서 Morgan같은 양의 상관관계이다. 그 외 나이 요인에 따른 상관관계는 나타나지 않았다. 경사 AC/A는 근거리 양성융합이향운동의 회복점에서 상관관계를 나타냈지만, 그 외는 상관관계를 보이지 않았다. NRA와 PRA에서 Morgan보다 상관관계가 많았다. 음성과 양성융합이향운동 간에는 Morgan보다 상관관계가 대체적으로 많았고 높았다.

원거리 및 근거리의 융합이향운동을 음성과 양성융합이

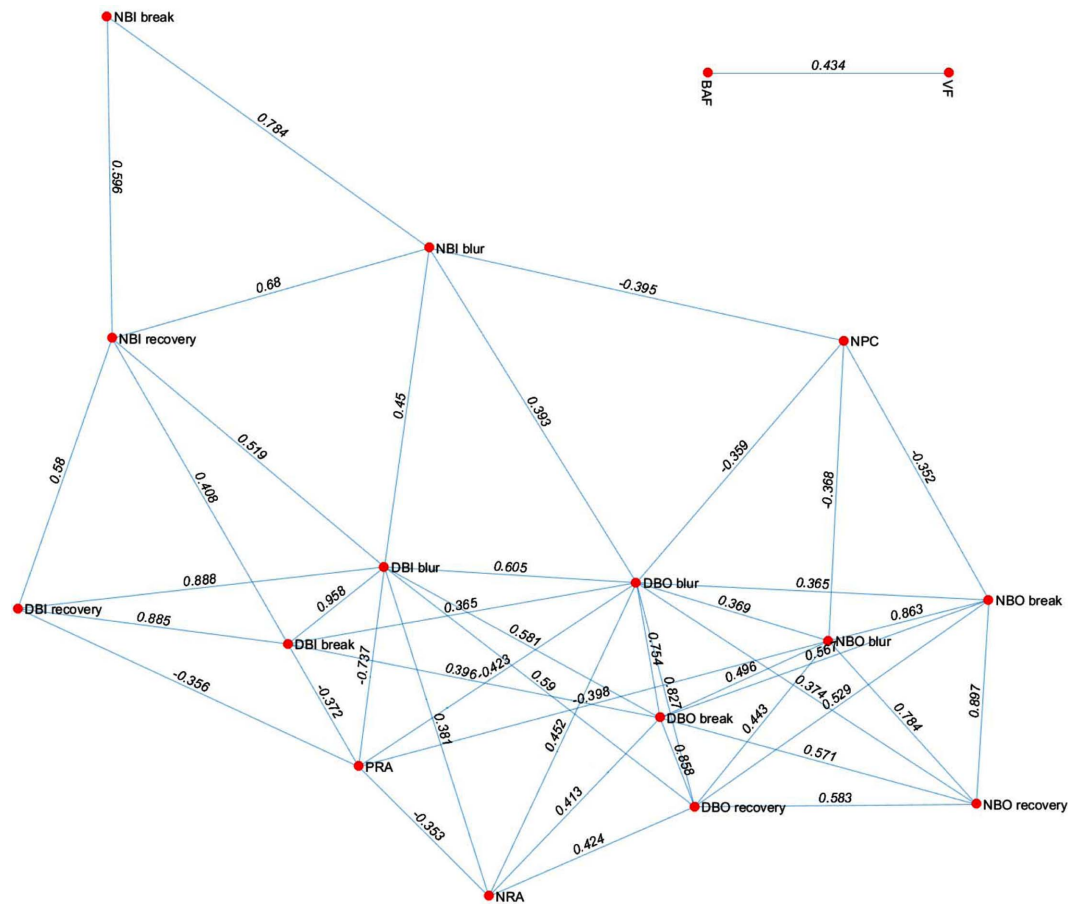


Fig. 2. Graph presented as node, link and weight for each Pearson correlation coefficient between positive and negative fusional vergence. Weight: Pearson correlation coefficient, see other abbreviations and footnotes in Table 1.

향운동으로 분류하였고, 이와 관련된 항목들의 Pearson 상관계수(r)가 0.35 이상 값을 기준으로 MATLAB®(R2015b, version 8.5.0.267246, The MathWorks, Inc., USA)를 이용하여 정점(node), 간선(link)과 가중치(weight)로 구성되는 가중 그래프(weighted graph)를 Fig. 2와 같이 나타내었다.

총 17개 검사 항목에서 46쌍(paired group)이 $r \geq 3.5$ 이상의 상관관계를 보였고, 이들 중 원거리 융합이향운동(DBO blur, DBI blur, DBO break, DBO recovery, DBI break)과 관련된 상관계수가 6~11개로 많고 중앙부분에 밀집형태를 보였고, 근거리 융합이향운동(NBO blur, NBO break, NBI recovery, NBO recovery, NBI blur, NBI break)과 관련된 상관계수는 2~7개로 상대적으로 적었고 외각으로 산재되는 형태를 보였으나, 원거리나 근거리와 관련된 상관계수는 평균적으로 각각 0.575와 0.505로 비슷하였다. PRA, NRA 및 NPC와 관련된 상관계수는 각각 0.440, 0.405, 0.369로 융합이향운동과 관련된 상관계수보다 낮았다. 한편, BAF와 VF간의 상관계수는 0.434로 독립적으로 나타났다. 이는 Song 등^[30]의 연구에서 이들 간의 상관계수가 0.487보다 약간 낮은 편이며, Shin^[31]의 연

구에서 VF가 융합이향운동과 관련이 없는 것과 일치한다. 양안시 분석에서 조절자극선과 관련된 항목, 즉 원거리와 근거리의 각각의 양성융합이향운동(DBO blur와 NBO blur)과 NRA의 상관계수는 0.424, 0.369이며, 조절억제선과 관련된 항목, 즉 원거리와 근거리의 각각의 음성융합이향운동(DBI break와 NBI blur)과 PRA의 상관계수는 -0.372, -0.737로 평가되었다. 이로부터 상대조절력과 관련된 상관관계에서 NRA가 원거리 양성융합이향운동과의 상관관계보다 PRA가 근거리 음성융합이향운동과의 상관관계가 높았다.

결과적으로 원거리와 근거리의 융합이향운동은 상호 영향이 크며, PRA와 근거리 음성융합이향운동과의 영향도 크게 작용하였다. NRA와 원거리 양성융합이향운동의 영향, NPC와 관련된 영향은 크지 않았고, BAF와 VF의 상호작용은 독립적으로 나타났다. 그러나 양안시 검사의 각 항목은 독립적으로 그 영향이 제한된 것이 아니라 대부분 상호 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 양안시 이상의 진단에서 각 검사 항목들은 상호 관련성^[11,29]을 충분히 고려하여야 하고, 또한 처방에서

시기능 훈련^[32,33]에 의한 비정시의 교정은 먼저 음성과 양성융합이향운동의 훈련이 병행되어야 하며, 이와 관련된 상대조절력 훈련, 그리고 이향용이 및 조절용이 훈련 순으로 진행하는 것이 좋을 것으로 본다.

결론

20대 한국인을 대상으로 양안시 검사의 각 항목별 임상적 자료를 Morgan이 제시한 기준설정 방법으로 기댓값을 결정하여 비교한 결과, 근거리 음성융합성이향운동(흐린 점과 분리점)과 경사 AC/A를 제외한 사위와 융합이향운동의 임상값은 Morgan보다 컸으며, 기댓값은 큰 범위를 나타냈고 이 범위에 포함되는 정상안의 비율은 낮았다. 근거리 검사 항목 간의 상관관계는 Morgan보다 그 수가 적었으나 그 정도는 컸다.

양안시 검사의 각 항목의 결과값은 특정 집단, 연령대에 따라 평균과 표준편차가 다르고 이로 인해 표준편차의 적용 비율에 따라 결정되는 기댓값이 다를 수 있다는 것을 보여준다. 또한, 양안시의 검사의 각 항목 간의 상관관계로부터 상호작용 효과를 확인하였다. 따라서 Morgan의 연구와 달리 시환경이 다른 한국인을 대상으로 다양한 연령대에 맞는 양안시 평가의 진단과 관리 기준을 위한 각 항목의 새로운 기준값 설정이 필요하다.

REFERENCES

- [1] Cacho Martínez P, García Muñoz A, Ruiz-Cantero MT. Treatment of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions: a systematic review. *Optometry*. 2009; 80(12):702-716.
- [2] Elliott DB. *Clinical procedures in primary eye care*, 3rd Ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2007;1-10.
- [3] Jiménez R, Pérez MA, García JA, González MD. Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2004;24(6):528-542.
- [4] Yekta A, Khabazkhoob M, Hashemi H, Ostadimoghaddam H, Ghasemi-Moghaddam S, Heravian J et al. Binocular and accommodative characteristics in a normal population. *Strabismus*. 2017;25(1):5-11.
- [5] Cacho-Martínez P, García-Muñoz A, Ruiz-Cantero MT. Is there any evidence for the validity of diagnostic criteria used for accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions?. *J Optom*. 2014;7(1):2-21.
- [6] Morgan MW. The clinical aspects of accommodation and convergence. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1944; 21(8):301-313.
- [7] Morgan MW. Analysis of clinical data. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1944;21(12):477-491.
- [8] Grisham JD. The dynamics of fusional vergence eye movements in binocular dysfunction. *Am J Optom Physiol Opt*. 1980;57(9):645-655.
- [9] Rim TH, Kim SH, Lim KH, Choi M, Kim HY, Baek SH. Refractive errors in Koreans: the Korea national health and nutrition examination survey 2008-2012. *Korean J Ophthalmol*. 2016;30(3):214-224.
- [10] Borish IM. *Clinical refraction*, 3rd Ed. Chicago: The Professional Press, 1975;861-937.
- [11] Schor CM, Ciuffreda KJ. *Vergence eye movements: basic and clinical aspects*, 1st Ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 1983;517-540.
- [12] Scheiman M, Wick B. *Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*, 4th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014;49-87.
- [13] Yu DS, Cho HG, Moon BY. Influence of different diagnostic criteria on frequency of convergence insufficiency. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2016;21(3):235-242.
- [14] Shin JA, Lee OK. Relationship between subjective symptoms with near work and binocular function. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2007;12(3):125-130.
- [15] Kim JD, Kim HJ, Hwang JH. Relation between gradient and calculated AC/A ratios according to binocular vision types. *Korean J Vis Sci*. 2012;14(4):373-380.
- [16] Abraham NG, Srinivasan K, Thomas J. Normative data for near point of convergence, accommodation, and phoria. *Oman J Ophthalmol*. 2015;8(1):14-18.
- [17] 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 Otolaryngol*. 1886;247-260.
- [18] Kim KH, Moon HK, Noh HR. Correlation between age and visual performance. *Korean J Vis Sci*. 2014;16(3): 301-310.
- [19] Weymouth FW. An experimental comparison of three common methods of measuring heterophoria. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1963;40(9):497-503.
- [20] Sanker N, Prabhu A, Ray A. A comparison of near-dissociated heterophoria tests in free space. *Clin Exp Optom*. 2012;95(6):638-642.
- [21] Benjamin WJ. *Borish's clinical refraction*, 2nd Ed. St. Louis: Butterworth-Heinemann, 2006;910.
- [22] Queirós A, González-Méijome J, Jorge J. Influence of fogging lenses and cycloplegia on open-field automatic refraction. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2008;28(4):387-392.
- [23] Godtland R. An investigation into the relationship between vision and personality. *J Behav Optom*. 2012;23(3):59-62.
- [24] Gupta NC, Narang RK, Khurana AK, Parmar IPS, Ahluwalia BK. Exophoria and refractive errors-evaluation of 250 cases. *Indian J Ophthalmol*. 1987;35(4):204-206.
- [25] Palomo Alvarez C, Puell MC, Sánchez-Ramos C, Villena C. Normal values of distance heterophoria and fusional

- vergence ranges and effects of age. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2006;244(7):821-824.
- [26] Wajuihian SO, Hansraj R. Vergence anomalies in a sample of high school students in South Africa. J Optom. 2016;9(4):246-257.
- [27] Cho YR, Park HJ, Seo JK, Seong JS, Kim JM. The study of binocular function of college students. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2005;10(2):103-110.
- [28] Morgan MW. Accommodation and its relationship to convergence. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 1944; 21(5):183-195.
- [29] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders, 4th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014;49-88.
- [30] Song HJ, Choi HS, Ryu GC. The relationship between binocular accommodative facility and vergence facility. Korean J Vis Sci. 2012;14(1):63-68.
- [31] Shin HS. Relationship between vergence facility and fusional vergence. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2009;14(3):37-42.
- [32] Grisham JD, Bowman MC, Owyang LA, Chan CL. Vergence orthoptics: validity and persistence of the training effect. Optom Vis Sci. 1991;68(6):441-451.
- [33] The 1986/87 Future of Visual Development/Performance Task Force. The efficacy of optometric vision therapy. J Am Optom Assoc. 1988;59(2):95-105.

양안시 검사의 임상 자료와 상관관계의 비교 해석

유동식, 조현국, 김상엽, 문병연*

강원대학교 안경광학과, 삼척 25949

투고일(2018년 1월 29일), 수정일(2018년 3월 7일), 게재확정일(2018년 3월 19일)

목적: Morgan의 연구와 같은 방법을 사용하여 20대 한국인을 대상으로 임상 자료의 기준값과 그들의 상관관계를 비교하여 해석하고자 하였다. **방법:** 83명(166안, 평균 22.34±2.50세)을 대상으로 운무법에 의한 굴절검사를 실시한 후 사위, 경사 조절성폭주비(AC/A), 조절력, 폭주근점, 융합이항운동, 상대조절력, 양안조절용이와 이항용이 검사를 실시하였다. 각 검사의 기준값은 Morgan 방법과 같이 평균±0.5 표준편차로 하였다. 각 검사의 평균, 표준편차, 기준값과 각 검사 항목 간의 상관관계는 Morgan이 설정한 값과 비교하였다. **결과:** 이러한 임상 자료를 Morgan의 자료와 비교했을 때, 두 자료에서 평균 순위의 차이는 없었다(Wilcoxon test, $p = 0.274$). 평균, 표준편차와 표준편차 내의 분포에서의 Spearman 상관관계는 각각 0.945 ($p < 0.001$), 0.907 ($p < 0.001$)과 0.599 ($p = 0.017$)였다. 각 검사 항목에서 임상 자료 간의 주요 차이는 근거리 음성융합이항운동의 호린점과 분리점, 경사 AC/A를 제외한 사위와 융합이항운동의 평균값은 더 높았고, 기준값의 범위는 더 넓었으며, 기준값 이내의 분포는 더 낮았다. 근거리 검사에서 각 검사 항목 간의 Pearson 상관관계는 더 적지만 더 높았다. **결론:** 이러한 결과는 양안시 검사의 각 항목의 기준값은 Morgan 값과 다르다는 것을 암시한다. 또한, 상관계수로부터 각 항목 간의 상호작용에서 차이가 있다는 것을 나타낸다. 이러한 차이는 연령대 및 인종과 같은 대상자 기준에 의한 것으로 여겨진다. 따라서 한국인을 대상으로 다양한 연령대에 맞는 양안시 평가의 진단과 관리 기준을 위한 각 항목에 대한 새로운 기준값 설정이 필요하다.

주제어: 기준값, 임상 자료, 양안시 검사, Morgan