

동적시력(KVA)과 동적 입체시의 비교 평가

김영청^{1,*}, 심현석², 김상현²

¹전남대학교 일반대학원 의학과, 광주 500-757

²광주보건대학교 안경광학과, 광주 506-701

투고일(2014년 11월 14일), 수정일(2014년 11월 30일), 게재확정일(2014년 12월 2일)

목적: 본 연구는 동적시력(kinetic visual acuity, KVA)과 동적 입체시(dynamic visual acuity)를 측정하여 그 상관성과 양안의 굴절부등이 KVA, 동적 입체시와 상관성이 있는지를 조사하였다. **방법:** 성인 남녀 63명(남30, 여33)을 대상으로 굴절이상자는 완전교정 후 KVA 측정장치(KOWA AS-4A)와 Howard-Dolman Test(하워드-돌먼 입체검사, H-D Test)를 2.5 m 검사거리로 하여 KVA와 동적 입체시를 각각 측정하였다. **결과:** KVA는 전체 평균 0.49 ± 0.25 , 남자 0.58 ± 0.26 , 여자 0.40 ± 0.22 이었고, LogMAD(Log minimum angle of displacement)동적 입체시는 전체 평균 $1.27 \pm 0.44(28.44 \pm 25.03\text{초})$, 남자 $1.28 \pm 0.44(28.23 \pm 23.34\text{초})$, 여자 $1.27 \pm 0.45(28.63 \pm 26.83\text{초})$ 로 KVA는 남녀 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였으나($p=0.00$) 동적 입체시는 유의한 차이가 없었고($p=0.97$), KVA와 동적 입체시 사이의 상관성은 크지 않았다($r=0.03$). KVA를 크기에 따라 Low, Middle, High로 구분하였을 때 세 그룹간의 동적 입체시도 유의한 차이는 없었다($p=0.99$). 양안의 굴절부등의 양을 1 D미만과 1 D이상 두 그룹으로 구분하였을 때 KVA와 동적 입체시는 각각 유의한 차이를 보이지 않았고($p=0.11$, $p=0.09$), 굴절부등과 KVA($r=0.33$), 동적 입체시($r=0.18$)의 각각 상관성도 크지는 않았으나 동적 입체시보다 KVA가 굴절부등과 상관성이 좀 더 큰 것으로 나타났다. **결론:** 성인 남녀의 KVA는 남녀 간에 유의한 차이를 보였고, 남자가 여자보다 KVA가 더 높았으며, KVA의 크기에 따른 동적 입체시, 굴절부등에 따른 KVA와 동적 입체시는 각각 유의한 차이를 보이지 않았고 상관성도 크지 않았다.

주제어: 동적시력, 종방향 동적시력, KVA, 동적 입체시, 동적 입체시 검사, 하워드-돌먼 입체검사, 굴절부등

서 론

시력(Visual Acuity, VA)은 눈의 분해능(resolution acuity)으로 일정한 거리에서 움직이지 않는 물체를 볼 수 있는 능력인 정지시력(Static Visual Acuity, SVA: 이하 시력)과 움직이는 물체를 식별하는 능력으로 빠르게 움직이는 물체를 정확하게 추적해야 하는 동적시력으로 구분^[1] 하고, 동적시력은 야구, 탁구, 핸드볼, 테니스, 탁구 등 빠른 속도의 물체를 추적해야 하는 종목의 운동선수 및 경기 심판 등에서 우수한 경기력과 관련된 우수한 동적시력이 필요하다고 보고하였다.^[2,3] 동적시력의 경우 좌우상하에서 이동하는 시표를 인식하는 횡방향 동적시력(Dynamic Visual Acuity, DVA)^[4]과 전후에서 이동하는 시표를 인식하는 종방향 동적시력(Kinetic Visual Acuity, KVA)^[5]으로 구분되는데 일본에서는 고령운전자와 사고운전자 교통안전 교육 등에서 주로 KVA가 사용되고 있다.^[6]

한편, 입체시(stereoacuity)는 두 눈을 사용하여 상대적인

깊이를 감지하는 능력으로 상대적인 깊이를 느낄 수 있는 두 지점이 망막 위에 맺는 최소한의 망막 위 시차(retinal disparity)의 시각(visual angle)으로 표시된다.^[7-9] 즉, 입체시는 좌안(Panum) 융합구역 내에 있는 서로 떨어져 있는 상이 융합되면서 두 눈으로 원근감을 인지하는 원리로 양안시의 가장 수준 높은 형태이다.^[8] Tyachsen,^[7] Tyler^[10]는 입체시는 정적 입체시(static stereoacuity)와 동적 입체시(dynamic stereoacuity)가 서로 다른 시차처리(disparity process)과정을 통해서 전달되는 다른 기능을 가진 서로 다른 길이라고 보고하였는데 이는 정적 입체시와 동적 입체시를 각각 다른 검사법으로 두 기능을 측정해야 하는 필요성을 시사한다.

최근 동적시력의 경우는 Rouse 등^[2]이 Landolt C 시표를 이용하거나 국내에서는 Yi 등,^[11] Lee 등^[12]이 비슷한 방법으로 DVA를 측정하여 보고한 것이 있으나 KVA는 Ahn^[13]과 Shim 등,^[14,15] Shim 등^[16]의 연구 외에는 아직까지 국내에서 KVA에 관한 특별한 연구 보고가 없으며, 동

*Corresponding author: Young Cheong Kim, TEL: +82-62-232-6520, E-mail: apple9597@hanmail.net

적 입체시의 경우도 현재 임상에서 대부분 사용되고 있는 입체시 검사법인 Lang, Titmus, Randot, TNO stereotest 등이 모두 정적 입체시 검사법^[17]이고, 최근 Laby 등^[18]에 의해 컴퓨터를 이용한 검사와 국내에서는 Lee 등,^[12] Lim 등,^[19] Park 등^[20]이 Laby 등의 검사법의 오류를 수정하여 측정된 것이 동적 입체시 검사에 대한 연구가 대부분이다.

동적시력과 동적 입체시에 대한 연구는 최근에 운동선수와 일반인을 횡방향 동적시력인 DVA와 컴퓨터를 이용하여 측정된 동적 입체시의 비교 평가가 있기는 하나, 동적시력과 동적 입체시를 평가할 수 있는 객관적인 기준과 보다 정확하고 편리한 검사기기의 제작 필요성에 대한 보고^[12]가 있고 이 외에 KVA와 동적 입체시의 특별한 측정이나 비교 연구한 논문은 현재까지는 없는 상황이다.

따라서 본 연구는 성인 남녀를 대상으로 중방향 동적시력인 KVA와 Howard-Dolman test(하워드-돌먼 입체검사, H-D test)를 이용하여 동적 입체시를 측정하고 통계분석하여 KVA와 동적 입체시의 남녀 간의 비교평가와 KVA와 동적 입체시의 상관성, 또한 여러 요인 중 굴절부등이 KVA와 동적 입체시에 미치는 영향을 평가함으로써 앞으로의 동적시력 KVA와 동적 입체시의 연구에 도움이 되고자 한다.

대상 및 방법

본 연구는 실험의 내용을 이해하고 참여하기로 동의한 성인 남녀 63명을 대상으로 실시하였다. 실험 당시 대상자들은 안질환이 없고 수술의 경험이 없으며 굴절이상자들은 각각 각 굴절검사 시행 후 완전교정을 한 후 검사를 시행하였다.

1. 측정방법

1) KVA 측정

KVA는 동적시력계(KOWA AS-4A)를 사용하여 양안으로 측정하였다. 동적시력계의 시표는 란돌트C 시표로 피검사자의 전방 50 m 위치에서 눈 앞 2 m까지 시속 30 km/h(8.33 m/sec) 속도로 이동하고, 이 때 란돌트C 시표의 터진 방향을 30 m 위치에서 인식이 가능하면 시력이 1.0에 해당하고, 단계는 0.1에서 1.6까지 변화도록 되어있다. 시표는 검사자가 상하좌우상우하좌상좌하의 8방향을 자유롭게 제시하도록 하였다. 검사방법은 동적시력계 관찰구를 피검사자의 동공간거리에 맞게 간격을 조정하고 검사자가 시작 버튼을 누르면, 피검사자는 시표가 전방에서 다가오는 동안 시표방향이 확인되면 재빠르게 스위치를

누르고 그 방향을 맞추도록 하였다. 방향이 맞으면 측면에 표시되어 있는 시력을 읽어 결과를 기록하였다. 3~5회의 연습을 거친 후, 본 실험을 같은 방법으로 5회 실시하여 가장 높은 시력과 가장 낮은 시력을 뺀 3회의 평균 시력을 KVA로 하였다.

2) 동적입체시 측정

동적 입체시는 검사거리 2.5 m에서 H-D test로 각각 5회씩 측정을 실시하였다. 측정방법은 H-D test의 원리를 잘 이해한 1명의 숙련된 검사자가 피검사자에게 기기에 설치된 두 개의 막대 중 한 막대에 연결된 줄을 앞, 뒤로 움직여 조정하여 고정된 막대와 최대한 일직선상의 위치에 놓인 것처럼 보일 때를 선택한다는 검사원리를 설명한 후에 test를 실시하였다. 피검사자가 한 개의 막대를 움직여 최대한 일직선상에 수평하게 놓여 졌다고 생각해서 선택하여 두 막대의 위치가 결정되면 이들의 수직시차(vertical disparity)에 해당하는 세로 거리 값을 각각 5회 반복수행한 검사 결과값 중 최대값과 최소값을 제외하고 평균과 표준편차를 계산하였다. 이 때 세로 거리 값의 측정방법은 두 막대 중 한 개의 기준막대 위치를 '0'으로 놓고, 나머지 한 개의 막대가 앞에 높이면 '+', 뒤로 놓이면 '-'로 구분하여, 두 막대가 떨어진 간격만큼의 눈금 수치를 부호와 함께 표시하도록 하였다. H-D test의 검사값은 두 막대간의 원근감에 의한 수직시차인 세로 거리 값을 측정된 것이므로 이를 동적 입체시로 사용하기 위해 변환식에 대입하여 양안시차(binocular disparity) 즉, 입체적 역치로 변환하고 다시 상관성 분석을 위해 LogMAD(Logarithm minimum angle of displacement)값으로 변환하여 각각 대상의 동적 입체시로 사용하였다.

또한 좌우안의 구면굴절력(spherical diopter)의 차이 값인 굴절부등을 1 D미만인 경우와 1 D이상인 경우 두 그룹으로 나누어 두 그룹간의 KVA와 동적 입체시간의 상관성이 있는지를 분석하였다. 이들 상관관계 분석을 위해 필요한 표본 대상자들의 좌우안의 구면굴절력은 굴절검사 수행 시 측정된 Data를 사용하였다.

2. 통계처리

결과의 통계 분석은 Excel 통계프로그램을 이용하여 성인 남녀의 KVA와 동적 입체시의 통계적 유의성과 상관성 및 굴절부등과 KVA, 동적 입체시의 상관관계는 Student t-test와 Pearson 상관계수를 이용하였고, KVA의 그룹별 동적 입체시의 상관관계는 One-Way ANOVA를 이용해 분석했다. $p < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결과 및 고찰

1. KVA와 동적입체시

전체 표본대상자 63명(남30, 여33명)의 평균 연령은 $22.68 \pm 0.50(20\sim29)$ 세, 이 중 남자는 $24.20 \pm 1.67(21\sim29)$ 세, 여자는 $21.30 \pm 0.59(20\sim23)$ 세이고, 동적시력계로 측정 한 KVA는 전체 평균 0.49 ± 0.25 , 남자는 0.58 ± 0.26 , 여자는 0.40 ± 0.22 로 통계상 남녀 간에 유의한 차이($p=0.00$)를 보였으나 H-D test로 측정한 동적 입체시는 전체 LogMAD 평균 $1.27 \pm 0.44(28.44 \pm 25.03$ 초), 남자 $1.28 \pm 0.44(28.23 \pm 23.34$ 초), 여자 $1.27 \pm 0.45(28.63 \pm 26.83$ 초) (Table 1)로 남녀 간의 동적 입체시는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고($p=0.97$), Fig. 1에서 KVA와 동적 입체시는 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다($r=0.03$).

KVA와 동적 입체시의 상관성은 KVA의 크기에 따라 Low, Middle, High 세 그룹으로 나누어 동적 입체시를 비교해 보았을 때 역시 통계적으로 유의한 차이가 없었다 ($p=0.99$)(Table 2).

지금까지 시력은 일반적으로 정지시력에 국한되어 논의 되어 왔으나,^[21] 뇌가 정보를 보다 빠르고 정확하게 받아들일 수 있도록 하는 시각 기능은 주위 상황의 변화에 반응하여 적절한 움직임이 필요한 스포츠 수행능력에 있어서 필수적이고,^[1] 자동차 운전 등 일상생활에서는 정지된 물체뿐만 아니라 움직이는 물체를 인식하고 식별하는 경우가 훨씬 많아 정지시력만으로는 시력을 대표하기에는 어려움이 많다고 보고^[15]하고 있다.

Cline 등^[22]은 동적시력을 관찰자와 시표 사이에 상대적인 움직임이 존재할 때 세밀한 것을 식별할 수 있는 능력이라고 정의하였는데 정지시력은 눈의 해상력과 관계있으나^[23] 동적시력은 움직이는 물체의 상을 망막의 중심와(fovea)에 맺을 수 있도록 얼마나 정확하고 빠르게 안구를 움직일 수 있을까 하는 안구운동계의 전반적인 능력과 더 관계가 있다.^[17]

Miller와 Ludvigh는^[4,24] 움직이는 물체를 보는 시력을

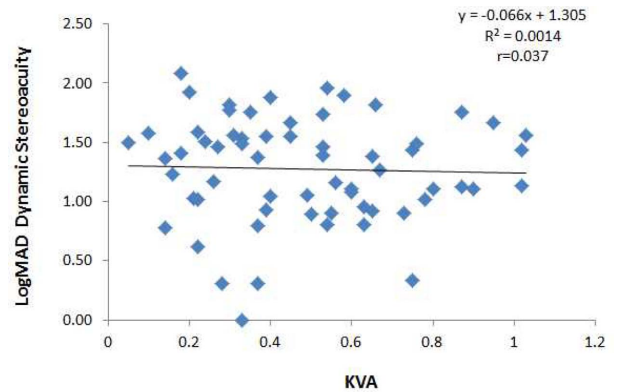


Fig. 1. The Correlation between KVA and LogMAD dynamic stereoacuity.

Table 2. Dynamic stereoacuity according to the KVA group

Group of the KVA	Number of subjects	LogMAD dynamic stereoacuity (Mean±S.D)	p-value*
Low (0~0.3)	18	1.21±0.11	0.99
Middle (0.31~0.60)	26	1.26±0.10	
High (0.61~1.1)	19	1.22±0.37	

*; One-Way ANOVA, statistically significant if $p<0.05$

처음으로 동적시력 DVA라고 호칭하여 사용하였고, Suzumura^[5]는 먼 곳에서 눈 가까이 직선적으로 오는 물체를 구별하는 시기능을 KVA라고 명명하여 일본에서 많이 사용되고 있다. 횡방향 동적시력인 DVA는 주로 미국 유럽 쪽에서 많이 측정되는데 수평, 수직 움직임이 많이 있는 축구, 럭비, 야구 같은 스포츠 선수에서 자주 측정되었고, 일본에서 주로 사용하는 종방향 동적시력인 KVA는 주로 탁구, 배드민턴, 배구 등의 스포츠 종목에서 주로 측정되고 있다.^[2,3,25]

본 실험에서는 성인 남녀의 KVA를 측정해 본 결과 남자 0.58 ± 0.26 , 여자는 0.40 ± 0.22 로 남녀 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었고 남자가 여자보다 KVA가 유의하게 높은 것을 확인할 수 있었다($p=0.00$). 이는 몇몇 연구

Table 1. The clinical characteristics in each gender group

Characteristics	Total	Male	Female	Difference *p-value
Age (years)	$22.68 \pm 0.50(20\sim29)$	$24.20 \pm 1.67(21\sim29)$	$21.30 \pm 0.59(20\sim23)$	0.00
Interpupillary Distance (mm)	$62.98 \pm 3.17(55\sim69)$	$64.57 \pm 2.74(57\sim69)$	$61.55 \pm 2.87(55\sim68)$	0.00
KVA	0.49 ± 0.25	0.58 ± 0.26	0.40 ± 0.22	0.00
LogMAD Dynamic Stereoacuity	1.27 ± 0.44	1.28 ± 0.44	1.27 ± 0.45	0.97
Dynamic Stereoacuity (sec of arc)	28.44 ± 25.03	28.23 ± 23.34	28.63 ± 26.83	0.95

*; t-test, statistically significant if $p<0.05$

The value represent the Mean±S.D (standard deviation)

KVA; kinetic visual acuity, LogMAD; logarithm minimum angle of displacement, sec of arc; second of arc

들에서^[12,25,26] 운동선수들이 일반인들에 비해 동적시력이 높았다는 결과를 근거로 볼 때 일반인에 비해 운동선수들은 스포츠 특성상 빠른 움직임과 야구, 배구, 탁구 등 구기종목의 경우 빠른 속도의 물체를 추적하기 위해 반복적으로 훈련하는 과정에서 자연스럽게 동적시력이 발달했을 것이라고 생각되며, 또 다른 연구들에서는^[12,14,16] 남자가 여자보다 KVA가 우수했다는 보고가 있어 본 연구의 결과와 부합되는데, 이렇게 동적시력이 성별상의 차이가 나타나는 원인은 밝혀지지 않았지만 여러 연구 결과들을 근거로 볼 때 남성들이 여성에 비해 발육과정과 성장과정에서 스포츠 활동을 선호하고 자연스럽게 접할 수 있는 기회가 많아 동적시력이 발달했을 것으로 생각된다. 그러나 이와 다르게 Yoshimitsu 등^[25], Mochizuki 등^[26]의 일반인 남녀의 KVA가 큰 차이가 없다는 보고도 있다.

한편 입체시는 융합상태에서 물체의 상대적인 깊이를 인지하는 능력으로 양안시의 가장 수준 높은 형태로 Pettigrew는^[27] 양안 망막 위 수평시차의 변화에만 반응하는 신경원(neuron)이 있고 이러한 동적 입체시를 관장하는 곳과는 다름을 제시한 바 있으며, Tychsen 등,^[7] Tyler 등^[10]도 정적 입체시와 동적 입체시의 시차처리과정이 다르고, 서로 다른 경로 전달되는 다른 기능이라고 보고하고 있어 이 두 기능의 측정방법이 달라야 함을 시사한다. 그러나 현재 임상에서 주로 사용하는 Lang, Titmus, Randot, TNO stereotest 등이 모두 정적 입체시를 측정하는 방법^[17]이고, 최근 Laby 등^[18]과 국내에서는 Lim 등,^[19] Park 등^[20]이 컴퓨터를 이용한 동적 입체시의 측정을 시도해 보고한 것 이외에는 새로운 동적 입체시 측정방법에 대한 보고가 없기에 본 연구에서는 H-D test를 이용한 동적 입체시 실험을 실시하고 성인 남녀의 동적 입체시를 측정해서 분석해 본 결과, 남녀간에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았지만 남자가 여자보다 조금 더 높은 값을 보였다($p=0.97$).

KVA와 동적 입체시의 상관관계를 알아보기 위해서 Shim 등^[15]이 보고한 논문을 참고하여 KVA를 Low(0~0.3), Middle(0.31~0.60), High(0.61~1.1) 세 그룹으로 분류하고, 세 그룹간의 동적 입체시를 비교 분석해 본 결과 KVA의 크기와 동적 입체시 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.99$).

KVA와 동적 입체시의 중요성은 최근의 연구들을 보면 스포츠 활동뿐만 아니라 Anderson 등^[28]은 동적시력이 야간 운전 시 시력과 밀접한 관계가 있다고 하였고, 일본에서는 특히 고령자와 사고운전자 교통안전교육 등에서 KVA가 측정되고 있다^[6]고 보고하였으며, Matsuo 등^[29]의 연구에 따르면, 시기능검사에 추가적인 세막대검사법을 통한 심도지각검사는 일본의 Road Traffic Act(도로교통법)상 택시와 트럭운전을 하기 위한 운전면허증을 취득할 때

규정되어 있는데, 세막대검사법의 결과가 안과에서 사용되는 검사법의 정적입체시의 결과와 상관관계가 있는지를 시험한 결과, 눈과 손의 협응반응이 함께 반응하는 심도지각검사인 세막대검사는 원거리 Landot 입체시검사법으로 측정된 원거리 정적 입체시 검사결과와 일치하는 결과가 나타났다는 보고를 하였다.

또한 Mitsuru 등^[30]은 시력은 물체의 존재와 형태를 인식하는 능력으로 최소한 0.7이상이어야 운전면허를 받을 수 있으나, 때때로 좋은 시력이 있어도 동적시력은 약하기도 하고, 나이가 들어감에 따라 동적시력이 약화되어 노인 교통사고 증가에 기여하기도 한다고 보고하고 있어, 국내 역시 매년 노령 운전자들의 교통사고율이 증가하는 상황에서 늘어나는 노령운전자들에 대하여 동적시력 측정의 중요함이 교통안전과 연관되어 강조되어야 한다고 사료된다.

이들 여러 연구결과를 살펴보면 동적시력과 동적 입체시는 스포츠 활동뿐만 아니라 손과 눈의 협응반응이 필요한 운전 등과 같은 일상생활에서 일반인들에서도 측정 평가가 중요함을 인식할 수 있으며, 또한 본 연구에 사용된 H-D test를 사용하여 측정된 동적 입체시의 평가와 관련하여 동적 입체시의 원리인 심도지각을 측정하는 세막대검사법과 H-D test 사이의 검사법의 유용성도 평가해볼 수 있을 것으로 사료된다.

2. 굴절부등(부등시)와 동적시력 KVA와 동적입체시

자각적 굴절검사 후 표본 대상자들의 양안의 굴절부등의 분포는 Fig. 2와 같이 나타났으며 양안의 굴절부등에 따른 KVA와 동적 입체시는 굴절부등을 두 그룹으로 나누어 보았을 때 KVA의 경우 굴절부등이 1 D미만인 경우 0.50 ± 0.25 , 1 D이상인 경우는 0.34 ± 0.19 , 동적 입체시의 경우 굴절부등이 1 D미만인 경우 1.24 ± 0.45 (26.81 ± 24.86 초), 1 D이상인 경우는 1.53 ± 0.32 (41.45 ± 24.19 초)로 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고(Table 3), Fig. 3과 Fig. 4에서 굴절부등과 KVA, 동적 입체시의 상관성 역시 크지 않았으나 동적 입체시($r=0.18$)에 비해

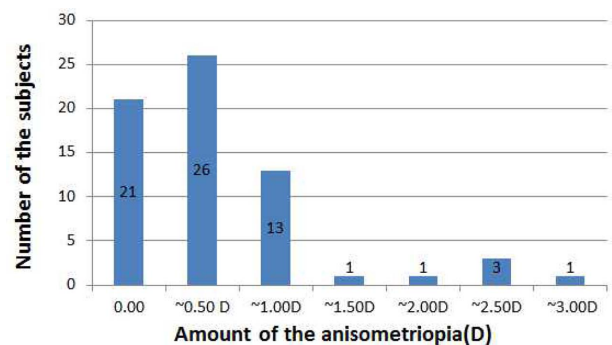


Fig 2. Distribution of according to the amount of anisometropia in subjects.

Table 3. KVA and dynamic stereoacuity according to the anisometropia

	Anisometropia range		p-value*
	0.00D to 0.99D	Over 1.00D	
Number of subjects	56	7	
KVA (mean±S.D)	0.50±0.25	0.34±0.19	0.11
LogMAD dynamic stereoacuity (mean±S.D)	1.24±0.45	1.53±0.32	0.09

*; t-test, statistically significant if p<0.05

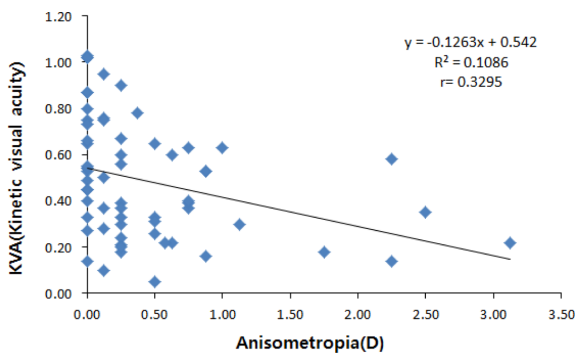


Fig. 3. The correlation between KVA and anisometropia.

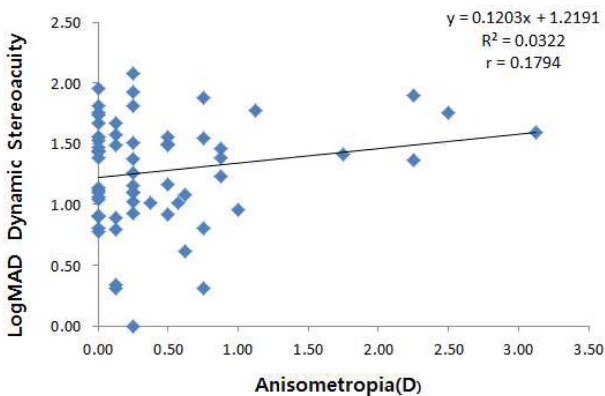


Fig. 4. The Correlation between LogMAD dynamic stereoacuity and anisometropia.

KVA(r=0.33)가 좀 더 높은 상관성을 나타냈다.

입체시의 경우 부등상(aniseikonia), 부등시(anisometropia), 조절(accommodation), 망막조도(retinal illumination), 동공크기(pupil size) 등,^[31,32] 시력^[33] 등이 입체시에 영향을 미친다는 보고가 있고, 동적시력은 굴절이상량,^[16] 대비감도,^[15] 안경렌즈의 색상,^[34] 검사 시표의 크기^[35] 등의 요소에 영향을 받는다고 알려져 있어 KVA와 동적 입체시가 부등시와 공통적으로 영향이 있는지 그 상관성을 알아보았다.

부등시와 입체시에 관련된 선행연구에서 Tomac 등,^[36] Lee 등^[37]은 유의한 상관성이 없다고 보고하였고, Weakley^[38]와 Park 등,^[39] Heo 등^[40]은 굴절부등양이 커질수록 입체시력의 저하가 통계적으로 유의하게 상관성이 있다고 보고

하였으나 이는 정적 입체시 검사에 의한 결과여서 본 연구가 동적 입체시를 측정하여 굴절부등과의 상관성을 분석해보았다는 것이 기존 연구들과는 다른 점이다.

일반적으로 임상적 굴절 부등시는 양안의 굴절력이 2 D 이상의 차이가 날 때를 말하는데 본 실험의 대상자들은 양안의 굴절부등이 대개 2 D미만이 대부분이여서(Fig. 2) 그 이하의 차이에서도 임상적으로 의미 있는 경우가 있다^[41]는 보고를 참고하여 굴절부등의 양을 1 D미만과 1 D 이상 두 그룹으로 구분하여 KVA, 동적 입체시와 각각 비교분석해 보았다. 그 결과 KVA, 동적 입체시 모두 두 그룹이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고, 그 상관성 역시 크지 않았으나 동적 입체시보다 KVA가 굴절부등과 좀 더 높은 상관성을 나타냈다.

본 실험에서 양안의 굴절부등이 동적시력 KVA와 동적 입체시에 영향을 미칠 수 있는 요인으로는 상관성이 적었으나 앞으로 굴절부등안에 콘택트렌즈를 처방하여 KVA와 동적 입체시, 정적 입체시를 측정하고 그 상관성을 연구해 보고자 한다.

앞서 살펴본 것과 같이 최근에 스포츠 활동이나 운전 등 일상생활에서 동적시력과 동적 입체시의 중요성을 살펴볼 수 있으나 이 두 기능을 다양하고 정확하게 측정할 만한 검사장비나 참고할 연구결과가 미미한 점을 고려하여 차후 계속적으로 동적시력과 동적 입체시에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구결과에 의하면 성인 남녀의 KVA는 0.49 ± 0.25 , 남녀의 KVA는 남자 0.58 ± 0.26 , 여자 0.40 ± 0.22 로 남자가 통계적으로 유의하게 높았고($p < 0.05$), 동적 입체시는 남녀 간에 유의한 차이가 없었다. 양안의 굴절부등에 따라서 KVA와 동적 입체시는 각각 유의한 차이나 큰 상관성을 보이지 않았고, KVA 크기와 동적 입체시의 경우도 서로 상관성이 없는 걸로 보아 시기능 검사시에 KVA와 동적 입체시를 각각 측정하고, 이 두 기능을 서로 다른 기준으로 평가하여야 한다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 광주보건대학교 교내연구비의 지원을 받아 수행된 연구임(No.3014036).

REFERENCES

[1] Yoshimitsu K, Hiroshi Y. Training effects of visual func-

- tion on college baseball players. Human performance measurement. 2004;1(1):15-23.
- [2] Rouse MW, Deland P, Christian R, Hawley J. A comparison study of dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. J Am Optom Assoc. 1988;59(12):946-950.
- [3] Hiromi M, Kenji Y, Takeshi Y, Tokio T. The characteristics of kinetic vision in women's table tennis players. Doshisha J Health and Sports Sci. 2010;2(1):26-37.
- [4] Miller JW, Ludvigh E. The effect of relative motion on visual acuity. Surv Ophthalmol. 1962;7:83-116.
- [5] Suzumura A. Studies on kinetic visual acuity. Annu Rep Res Inst Environ Med Nagoya Univ. 1962;10:7-31.
- [6] Nagahama T. An experimental study on the kinetic visual acuity of aged drivers. Fukui Institute of Technology. 1998;28(1):169-175.
- [7] Tychsen L. Binocular vision. In: Moses RA et al. Ed. Adler's physiology of the eye, 9th Ed. St. Louis: C.V. Mosby, 1990;773-810.
- [8] Von Noorden GK. Binocular vision and ocular motility, 5th Ed. St. Louis: C.V. Mosby, 1996;24-28.
- [9] Newell FW. Ophthalmology, 6th Ed. St. Louis: C.V. Mosby, 1986;399-431.
- [10] Tyler CW. A stereoscopic view of visual processing streams. Vision Res. 1990;30(11):1877-1895.
- [11] Yi MH, Mah KC, Won CH. A study on the measurement of dynamic visual acuity for athletes and nonathletes. Korean J Vis Sci. 2000;2(1):1-6.
- [12] Lee MA, Oh JM, Jeong JM. Dynamic visual acuity and dynamic stereoacuity of athletes and nonathletes. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2009;14(3):43-49.
- [13] Ahn BC. Dynamic and kinetic visual acuity of athletes and nonathletes. J Korean Sports Med. 1998;16(2):238-244.
- [14] Shim MS, Kim SH, Kang HS, Shim HS. The study of kinetic visual acuity in college students. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2012;17(4):419-424.
- [15] Shim MS, Kang HS, Kim SH, Shim HS. A relationship between kinetic visual acuity and contrast sensitivity. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2014;19(2):225-229.
- [16] Shim HS, Kim SH, Kang HS. Changes in kva resulting from correction condition of refractive error. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2013;18(2):165-171.
- [17] Jin YH. Strabismology, 2nd Ed. Seoul: UUP, 1999;67-75.
- [18] Laby DM, Kirschen DG. Dynamic stereoacuity; Preliminary results and normative data for new test for the quantitative measurement of motion in depth. Binocular Vis & Eye Mus Surg. 1995;10:191-200.
- [19] Lim KH, Hong HJ. Dynamic stereoacuity in normal individuals. J Korean Ophthalmol Soc. 2000;41(11):2008-2014.
- [20] Park SE, Lim KH. Reliability of the dynamic stereoacuity using new personal computer program. J Korean Ophthalmol Soc. 2002;43(1):149-154.
- [21] Won CH, Mah KC. Sports vision training, 1st Ed. Seoul: Daehakselim, 1993;23-24.
- [22] Cline D, Hoffstetter HW, and Griffin JR. Dictionary of visual science, 3rd Ed. Radnor, PA, Chilton, 1980;305-306.
- [23] Fergenson PE, Suzansky JW. An investigation of dynamic and static visual acuity. Perception. 1973;2(3):343-356.
- [24] Ludvigh E. The visibility of moving objects. Science. 1948;108(2794):63-64.
- [25] Yoshimitsu K, Hiroshi Y, Keishoku S, Kazuhiro A, Ryoko T. Development and gender differences in dynamic and kinetic visual acuities in children from 8 to 17 years of age. International J Sport and Health Sci. 2008;6(1):128-134.
- [26] Mochizuki S, Edagawa H, Hasuike M. A study of kinetic visual acuity and refraction in athletes. J Japanese Orthopt. 1998;26(1):25-30.
- [27] Pettigrew JD. Binocular neurons which signal change of disparity in area 18 of cat visual cortex. Nature. 1973;241(108):123-124.
- [28] Anderson SJ, Holliday IE. Night driving: effects of glare from vehicle headlights on motion perception. Ophthalmic Physiol Opt. 1995;15(6):545-551.
- [29] Matsuo T, Negayama R, Sakata H, Hasebe K. Correlation between depth perception by three-rods test and stereoacuity by distance randot stereotest. Strabismus. 2014;22(3):133-137.
- [30] Mitsuru N, Minoru T, Daisuke K. Effects of aging and regular exercise on the visual function. Juntendo Medical Journal. 2005;51(2):153-159.
- [31] Campos EC, Enoch JM. Amount of aniseikonia compatible with fine binocular vision: some old and new concepts. Ediatr Ophthalmol Strabismus. 1980;17(1):44-47.
- [32] Lovasik JV, Szymkiw M. Effects of aniseikonia, anisometropia, accommodation, retinal illuminance, and pupil size on stereopsis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1985;26(5): 741-750.
- [33] Colebrander MC. The limits of stereoscopic vision. Ophthalmologica. 1948;115(6):363 -366.
- [34] Lee MA, Kim YJ, Jeong JH. Differences of dynamic visual acuity according to optical lens color. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2011;16(1):7-11.
- [35] Yi MH, Sin JH. A Study on the measurement of dynamic visual acuity for visual acuity chart size. Korean J Vis Sci. 2005;7(1):129-133.
- [36] Tomac, Birdal E. Effects of anisometropia on binocular-ity. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2001;38(1):27-33.
- [37] Lee JY, Seo JY, Baek SU. The effects of glasses for anisometropia on stereopsis. Am J Ophthalmol. 2013;156(6): 1261-1266.
- [38] Weakley DR. The association between anisometropia, amblyopia, and binocularity in the absence of strabismus. Trans Am Ophthalmol Soc. 1999;97:987-1021.
- [39] Park MG, Jin YH. Effect of induced anisometropia on stereoacuity by far and near distance random dot stereo test. J Korean Ophthalmol Soc. 1996;37(5):862-870.
- [40] Heo JW, Yoo KW. Effect of experimentally induced anisometropia on binocular vision. J Korean Ophthalmol Soc. 1999;40(12):3468-3473.
- [41] Sung PJ. Optometry, 7th Ed. Seoul; Daihakselim, 2011; 195-232:305-318.

The Comparative Assessment of the KVA and Dynamic Stereoacuity

Young-Cheong Kim^{1,*}, Hyun-Suk Shim², and Sang-Hyun Kim²

¹Dept. of Medical science, Graduate School Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

²Dept. of Ophthalmic Optics, Gwangju Health University, Gwangju 506-701, Korea

(Received November 14, 2014; Revised November 30, 2014; Accepted December 2, 2014)

Purpose: On this study, we investigated the relationship between the kinetic visual acuity (KVA) and the dynamic stereoacuity and the effects of anisometropia with measuring KVA and the dynamic stereoacuity. **Methods:** For 63 adults (male 30, female 33), KVA and the dynamic stereoacuity were measured by using the kinetic visual acuity tester (KOWA AS-4A) and the Howard-Dolman test (H-D test) at distance 2.5 m after conducted full correction of subjects' refractive error respectively. **Results:** The means of KVA were 0.49 ± 0.25 for total subjects, 0.58 ± 0.26 for male, 0.40 ± 0.22 for female, and LogMAD (Log minimum angle of displacement) dynamic stereoacuities were 1.27 ± 0.44 (28.44 ± 25.03 sec of arc) for total subjects, 1.28 ± 0.44 (28.23 ± 23.34 sec of arc) for male, 1.27 ± 0.45 (28.63 ± 26.83 sec of arc) for female. KVA showed a statistically significant difference between male and female ($p=0.00$), but dynamic stereoacuity was no significant difference ($p=0.97$). No significant correlation was present between KVA and dynamic stereoacuity ($r=0.03$). Also there were no significant differences in the dynamic stereoacuity of the three group which were classified according to the low, middle, high range of KVA ($p=0.99$). The anisometropia were less than 1 D and over 1 D when divided into two groups, KVA and dynamic stereoacuity showed no significant difference between each ($p=0.11$, $p=0.99$). There was no significant correlation between anisometropia and KVA ($r=0.33$), dynamic stereoacuity ($r=0.18$) but the correlation between KVA and anisometropia revealed more higher than between dynamic stereoacuity and anisometropia. **Conclusions:** The KVA for adults showed a significant difference between male and female and male was higher than female for KVA. The dynamic stereoacuity due to the KVA, the KVA and dynamic stereoacuity due to anisometropia were not significant differences between each and also were not great correlations.

Key words: Kinetic visual acuity, KVA, Dynamic stereoacuity, Dynamic stereoacuity test, Howard-Dolman test, Anisometropia