

운동선수와 대학생 남녀의 동체 시력 및 동적 입체시에 관한 비교 연구

이민아 · 오재만 · 정주현

건양대학교 안경광학과

투고일(2009년 7월 23일), 수정일(2009년 8월 26일), 게재확정일(2009년 9월 8일)

목적: 본 연구는 운동 선수와 일반 대학생 남녀를 대상으로 정지 시력과 동체 시력, 정적 입체시와 동적 입체시를 측정, 분석함으로써 앞으로의 동체 시력과 동적 입체시 연구에 기초 자료를 얻고자 하였다. **방법:** 양안의 정지 시력이 1.0 이상인 대전고등학교 야구부 선수 20명과 건양대학교 남학생 20명, 여학생 20명을 대상으로 본 연구에서 제작한 회전 거울식 동체 시력 측정장치와 동적 입체시 측정 프로그램을 이용하여 정지 시력, 동체 시력, 정적·동적 입체시를 측정하였다. **결과:** 운동 선수군과 일반 남자군, 일반 여자군에서 정지 시력과 정적 입체시에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 동체 시력은 세 그룹 모두 유의한 차이를 보였으며, 운동 선수군에서 가장 높은 동체 시력을 나타내었고, 일반 남자군, 일반 여자군 순으로 동체 시력이 낮게 측정되었다. 또한, 일반 남자군과 일반 여자군의 동적 입체시에는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동 선수군은 이 두 그룹에 비해 유의한 수준으로 높은 동적 입체시를 나타내었다. **결론:** 본 연구의 결과를 토대로 앞으로의 연구에 도움을 줄 수 있을 것으로 보이며, 다양한 분야에 동체 시력과 동적 입체시 검사를 응용한다면 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

주제어: 정지 시력, 동체 시력, 스포츠 비전, 정적 입체시, 동적 입체시

서 론

인간은 여러 가지 감각 기관들을 통해 외부 환경으로부터 정보를 받아들인다. 그 중에서도 시각은 가장 중요한 역할을 한다. 뇌가 정보를 보다 빠르고 정확하게 받아들일 수 있도록 하는 시각 기능은 주위 상황의 변화에 반응하여 적절한 움직임이 필요한 스포츠 수행능력에 있어서 필수적이다¹⁾.

시력(visual acuity, VA)은 크게 정지 시력(static visual acuity, SVA)과 동체 시력(dynamic visual acuity, DVA)으로 나뉜다. 일반적으로 시력은 '일정한 거리에서 움직이지 않는 타겟을 볼 수 있는 능력'으로 정의되는²⁾ 정지 시력에 국한되어 논의되어 왔다. 정지 시력은 원거리(6 m) 또는 정해진 거리에서 측정되며 이는 선수들의 시력 검사에 있어 기준이 되는 부분이다²⁻⁴⁾. 그러나 스포츠에서는 정지되어 있는 물체를 보는 경우보다 움직이는 물체를 정확히 인식하고 식별해야 하는 경우가 훨씬 많다. 따라서, 스포츠를 할 때 움직이는 것을 볼 수 있는 능력은 운동선수에게 매우 중요하다. 이와같이 움직이는 물체를 정확하게 인식하는 능력을 동체시력이라 하는데, 정지 시력이 20/10인

선수라도 좋은 동체 시력을 갖지 못하고서는 최상의 플레이를 할 수 없다^{5,6)}. 특히 야구, 배구, 핸드볼, 테니스, 탁구 등과 같이 빠른 속도의 물체를 추적해야 하는 종목의 운동선수 및 경기심판은 우수한 동체 시력이 요구된다. 따라서 운동선수의 경기력을 측정하는데 있어 동체시력은 중요한 요소라 할 수 있다⁷⁾.

하지만, 동체 시력의 측정에 있어 기준이 되는 측정시스템이 마련되지 않아 어려움이 있으며, 특히 동체 시력에 관한 국내 연구는 기계제작의 여건 미비, 전문인 부족 등의 이유로 거의 없는 편이다^{5,7)}.

한편, 입체시(stereopsis)는 망막 시차(retinal disparity)에 의한 양안의 심도 지각 능력(depth perception)을 의미한다⁸⁾. 입체시 검사는 임상적으로 사시, 약시, 부동시 등을 조기에 발견하는데 중요한 양안 시기능을 측정하는 검사 방법의 하나로서, 이는 복잡한 시각 표현과 손과 눈의 협응(hand-eye coordination)과 관련된 작업에 있어 매우 중요하다⁹⁾. 시력과 마찬가지로 입체시도 정적 입체시(static stereoacuity)와 동적 입체시(dynamic stereoacuity)로 구분할 수 있다. Pettigrew는 양안 망막의 수평시차의 변화에만 반응하는 신경원(neuron)이 있음을 보고하고 이러한 동

적 입체시를 관찰하는 신경원의 경로와 그 위치는 정적 입체시를 관찰하는 곳과는 다름을 제시한 바 있다¹⁰⁾. 시로(visual pathway)에 대한 연구의 발달로 인하여 두 기능이 서로 다른 경로를 밟는다는 것이 알려졌는데, 정적 입체시는 작은 세포길(parvocellular pathway)을 따르고, 동적 입체시는 큰 세포길(magnocellular pathway)을 따른다¹¹⁾. 작은 세포길은 높은 공간주파수를 가진 시자극, 정지해있거나 천천히 움직이는 자극, 또는 색 자극에 반응하는 반면, 큰 세포길은 낮은 공간주파수를 가진 시자극, 빠른 속도의 움직임에 민감하게 반응한다¹²⁾. 현재 사용되고 있는 Lang, Randot, TNO stereotest 등은 모두 정적 입체시 검사로 정지되어 있는 시표를 배경으로부터 구별해 낼 수 있는 능력을 측정하는 것이다¹³⁾. 그러나, 동체 시력과 마찬가지로 동적 입체시는 표준이 되는 검사 방법이 마련되지 않았으며, 검사 기기의 미비로 연구에 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 야구 선수와 일반 대학생 남녀를 대상으로 정지 시력과 동체 시력, 그리고 정적 입체시와 동적 입체시를 측정, 분석함으로써 앞으로의 동체 시력과 동적 입체시 연구에 기초 자료를 얻고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 양안의 정지 시력이 1.0 이상이고, 양안시에 문제가 없으며, 안질환이 없는 대전고등학교 야구부 선수 20명과 대학생 남자 20명, 여자 20명을 대상으로 하였다. 야구 선수군의 평균 나이는 18.1 ± 0.97 세, 일반 남학생군은 21.9 ± 1.65 세, 일반 여학생군은 20.1 ± 1.91 세였다.

2. 측정 방법

1) 정지 시력 검사

검사에 앞서 모든 대상자에 대하여 21 항목 검사를 실시하여 동체 시력과 동적 입체시에 영향을 줄만한 양안시 이상이 없음을 확인하고, 대상자를 완전 교정값으로 교정시킨 후 모든 검사를 시행하였다.

정지 시력은 5 m 거리에서 phoropter와 chart projector를 이용하여 단안, 양안에 대하여 측정하였다.

2) 동체 시력 검사

동체 시력은 이명하 등^[7,14,15]의 방법에 근거하여 연구자가 직접 제작한 회전 거울식 동체 시력 측정 장치를 이용하여 다음과 같이 측정하였다(Fig. 1). 본 연구에서 사용된 동체 시력 측정 장치는 국외에서는 Joanne과 Bruce¹⁶⁾, Janan과 Robert¹⁷⁾가 사용한 것과 유사하며, 국내에서는 이명하, 안병철¹⁵⁾, 임인수¹⁸⁾, 조근중¹⁹⁾, 윤건중²⁰⁾ 등에 의해

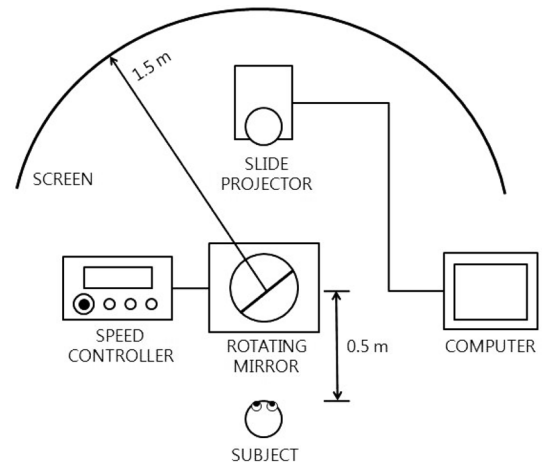


Fig. 1. A schematic diagram of the dynamic visual acuity device.

사용된 것과 같은 원리로 제작되었다. 피검자와 스크린의 거리는 2 m로 하였으며, 슬라이드 프로젝터를 이용하여 임의의 Landolt C 시표를 회전거울에 입사시켜 반경 1.5 m 떨어진 스크린에 투사되도록 하였다. 회전거울은 회전속도를 1 rpm(revolutions per minute) 단위로 자유롭게 조절할 수 있는 저속 회전모터에 장착하였으며, 최고 70 rpm(420 deg/sec)까지 회전이 가능하도록 하였다. 또한, 스크린은 빛반사나 상의 왜곡 현상이 없도록 백색 아크릴판을 이용하여 지면과 수직을 이루는 원주면 형태로 제작하였다.

Landolt C 시표의 뚫린 방향은 상, 하, 좌, 우 4가지 방향으로 구성되었으며, 스크린 위에 투사되었을 때의 직경이 3.75 cm가 되도록 하여 2 m 거리에서 0.8 시표의 직경을 갖도록 조정하였다.

측정실의 조명은 외부의 빛을 최대한 차단시켜 가능한 콘트라스트(contrast)가 높은 상태로 유지하였고, 측정실 안의 조도는 200 Lux로 일정하게 하였다. 또한, 머리 고정대가 부착된 테이블을 사용하여 동체 시력을 측정하는 동안 머리가 움직이지 않도록 고정시켜 양안의 안구운동만으로 시표를 판별하도록 하였다.

시표의 이동속도는 speed controller에 의해 40 rpm(240 deg/sec)에서 시작하여 1/100 단위로 회전속도를 점차 감소시켜 피검자가 시표의 방향을 바르게 대답할 수 있을 때의 rpm을 기록하였다. 3~5회의 연습을 거친 후, 본 실험을 같은 방법으로 5회 실시하여 가장 높은 점수와 가장 낮은 점수를 뺀 3회의 평균으로 점수화하였다¹⁵⁾.

3) 정적 입체시 검사

정적 입체시는 일반적인 입체시 검사에 비해 보다 높은 수준의 입체시까지 측정 가능한 Bernell사의 Random Dot 2 Acuity Test with Lea Symbols을 사용하여 검사하였다.

일반적으로 사용되는 Titimus fly test나 Randot stereo test 등의 경우에는 최고 16"까지 측정 가능한 반면 본 연구에서 사용한 입체시 검사는 12.5"까지 측정 가능하였다.

4) 동적 입체시 검사

동적 입체시 검사는 임기환^{13,21} 등의 연구에 근거하여 컴퓨터 프로그램을 이용하여 제작하였다.

화면으로부터 눈의 거리는 1 m로 하고, 머리가 좌우로 이동하거나 기울어지지 않게 하였다. 프로그램에서 사용된 입체 시표는 흰색 바탕을 배경으로 하늘색과 분홍색의 2개의 원이 일정한 간격으로 겹쳐 있도록 구성되었다. 피검자가 Red-Blue 안경(Stereo Optical Co., Inc, USA)을 착용하고 컴퓨터 화면을 보면 적색 필터로는 분홍색 원을 보지 못하고 하늘색 원만을 인지하게 되고, 파란색 필터로는 하늘색 원을 보지 못하고 분홍색 원만을 인지하게 되어 양안으로 배경으로부터 튀어나온 것처럼 보이는 하나의 원만을 느끼게 된다. 적색 필터에서 스펙트럼 대역과 광원이 맞지 않으므로 색누출이 발생하여 적색 원이 컴퓨터 화면상에서 완전히 배제되지 않기 때문에 적색 필터로 인지되지 않는 가장 적합한 분홍색(색상: 3, 명도: 211, 채도: 175)을 사용하였으며, 청색 필터도 색누출에 의해 파란색 원이 보이므로 가장 인지되지 않는 하늘색(색상: 117, 명도: 137, 채도: 178)을 사용하였다. 각 원은 직경이 25 mm이고, 선의 두께는 1 mm로 하였다(Fig. 2).

각 화면은 4개의 시표로 구성되었는데, 그 중 2개는 각각 하늘색과 분홍색 원이고, 다른 하나는 위에서 설명한 것과 같은 겹쳐진 하늘색과 분홍색 원, 그리고 나머지 하나의 시표는 하늘색 또는 분홍색 원으로 점멸하도록 하였으며, 이들 4개의 시표는 모두 같은 속도로 화면의 왼쪽 끝과 오른쪽 끝을 왕복 운동하도록 만들어졌다. 왼쪽 끝에서 오른쪽 끝까지 시표가 움직이는데 걸리는 시간은 2초이며, 피검자에게 Red-Blue 안경을 착용하고 4개의 움직이는 시표 중 앞으로 튀어나온 것처럼 보이는 원을 골라내도록 하였다(Fig. 3).

검사는 각 단계에서 골라야 하는 하늘색과 분홍색으로 조합된 원의 분리 정도에 따라 총 10단계로 구성되었으

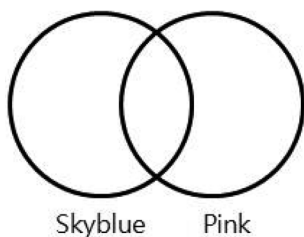


Fig. 2. Skyblue and pink circles used in dynamic stereoacuity test.

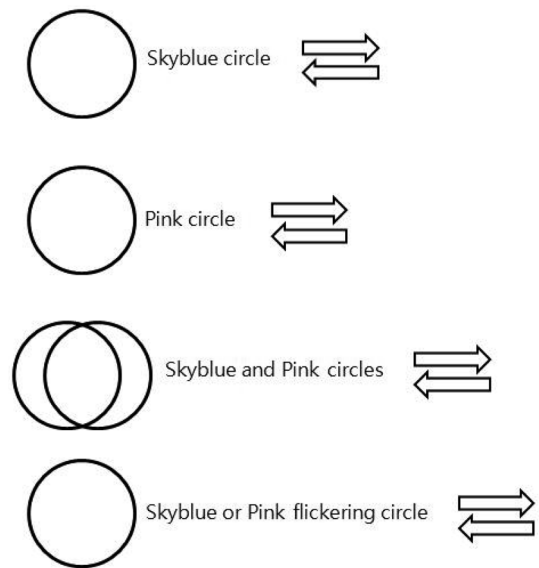


Fig. 3. Example of a four-alternative forced-choice segment.

Table 1. Retinal disparity of test target according to horizontal displacement of 2 circles

Level	Horizontal displacement (mm)	Retinal disparity (sec of arc)
1	0.5	285
2	1	272
3	2	260
4	3	248
5	4	235
6	5	223
7	6	210
8	7	198
9	8	186
10	9	173

며, 1단계는 두 원이 0.5 mm 분리되어 있고, 10단계는 두 원이 9 mm 분리되어 있다. 각 단계별 분리 간격과 그에 따른 망막 시차는 Table 1에 나타내었다.

각 단계의 검사에서 검사자는 피검자가 4개의 움직이는 시표 중 입체적으로 느껴지는 하나의 원을 선택하여 보라고 한 후 피검자가 올바르게 선택하면 다음 단계로 넘어갔으며, 각 단계에서 2번의 기회를 준 후, 2단계 연속 틀린 원을 지적하였을 때 마지막을 맞는 원을 지적한 단계를 피검자의 동적 입체시로 정하였다. 또한 각 검사 단계마다 반응시간은 10초로 일정하게 하였다.

3. 통계 처리

본 연구의 검사 결과의 통계학적 검증은 Windows 12.0 (Software Package for the Social Sciences, Inc., Chicago)

프로그램인 SPSS를 이용하여 ANOVA, paired t-test, correlation analysis를 실시하였으며, 통계치의 유의 수준은 5%로 하였다.

결 과

1. 정지 시력과 동체 시력

운동 선수와 일반 대학생 남자와 여자의 정지 시력과 동체 시력은 Table 2에 나타내었다.

정지 시력의 경우 선수군에서 1.03 ± 0.07 , 일반 남자군에서 1.02 ± 0.06 , 일반 여자군에서 1.01 ± 0.04 를 기록하여 세 그룹 간에 유의한 차이가 나타나지 않는 거의 비슷한 수준의 시력을 보였다.

한편, 동체 시력의 경우에는 선수군에서 174.80 ± 28.70 deg/sec, 일반 남자군에서 137.10 ± 16.54 deg/sec, 일반 여자군에서 111.59 ± 15.40 deg/sec를 기록하여, 세 그룹에서 모두 통계적으로 유의한 수준의 차이를 나타내었으며 ($P < 0.001$), 선수군에서 동체 시력이 가장 높았고, 일반 남자군, 일반 여자군 순으로 동체 시력이 낮게 측정되었다 (Fig. 4).

또한, 정지 시력과 동체 시력 간의 상관 분석 결과 정지 시력과 동체 시력 사이에는 유의한 연관성이 없는 것으로 나타났다($P < 0.05$).

Table 2. Results of SVA and DVA in three groups

Group	SVA	DVA (deg/sec)
Athletes	1.03 ± 0.07	174.80 ± 28.70
Nonathletes (male)	1.02 ± 0.06	137.10 ± 16.54
Nonathletes (female)	1.01 ± 0.04	111.59 ± 15.40

Data are mean \pm SD.

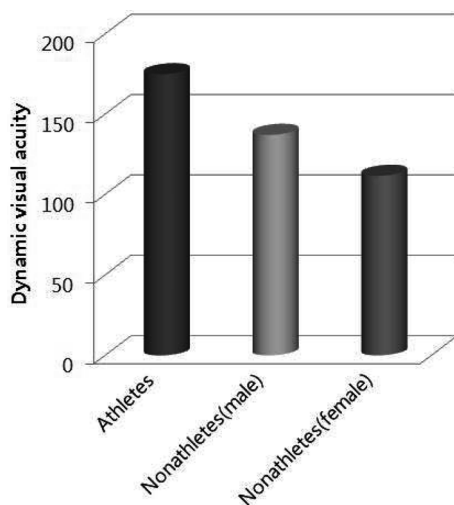


Fig. 4. Comparison of DVA in three groups.

Table 3. Results of static stereoacuity and dynamic stereoacuity in three groups

Group	static stereoacuity (sec of arc)	dynamic stereoacuity (sec of arc)
Athletes	23.37 ± 8.41	234.55 ± 19.64
Nonathletes (male)	21.25 ± 3.95	249.05 ± 8.86
Nonathletes (female)	20.65 ± 4.40	247.10 ± 14.89

Data are mean \pm SD.

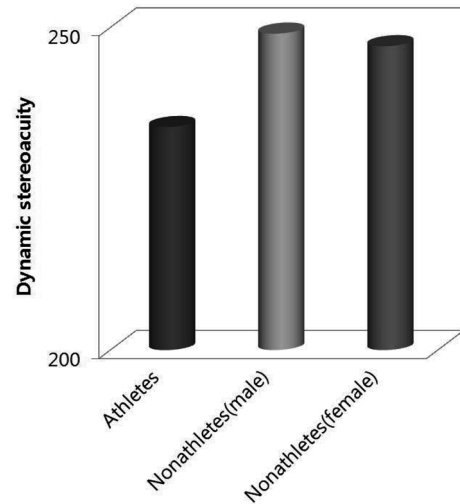


Fig. 5. Comparison of dynamic stereoacuity in three groups.

2. 정적 입체시와 동적 입체시

운동 선수와 일반 대학생 남자와 여자의 정지 시력과 동체 시력은 Table 3에 나타내었다.

정적 입체시의 경우 선수군 23.37 ± 8.41 , 일반 남자군 21.25 ± 3.95 , 일반 여자군 20.65 ± 4.40 으로 일반 여자군에서 가장 좋은 정적 입체시를 보였으며, 일반 남자군, 선수군 순으로 낮게 측정되는 경향이 있었으나 통계적으로 유의한 정도의 차이는 아니었다.

한편, 동적 입체시의 경우에는 선수군 234.55 ± 19.64 , 일반 남자군 249.05 ± 8.86 , 일반 여자군 247.10 ± 14.89 로 선수군에서 가장 높은 동적 입체시를 보였고, 일반 여자군이 그 다음, 그리고 일반 남자군에서 동적 입체시가 가장 낮은 것으로 나타났다(Fig. 5). 그러나 일반 여자군과 남자군 사이의 점수차는 통계적으로 유의한 수준의 차이는 보이지 않아 이 두 그룹의 동적 입체시는 비슷한 수준으로 판단하였다. 이 두 그룹과 선수군 사이에는 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보여 선수군의 동적 입체시가 일반 대학생 남녀의 동적 입체시보다 우수한 것으로 나타났다.

고 찰

동체 시력에 관한 여러 선행 연구들이 있어왔다.

Ludvigh와 Miller²²⁻²⁶는 DVA라는 용어를 처음으로 사용하였고, 관찰자와 시표 사이에 상대적인 움직임이 존재할 때 세밀한 것을 식별할 수 있는 능력이라고 정의하였다²⁷. Rouse 등²⁸은 Landolt C 시표를 이용하여 타겟의 회전속도를 10 deg/sec부터 시작하여 타겟을 정확히 인식할 경우 초당 10 deg/sec씩 증가시켜 110 deg/sec까지 증가시키는 방법으로 실험을 한 결과 운동 선수는 82 deg/sec, 일반인의 경우 69.90 deg/sec로 나타나 운동 선수가 일반인에 비해 우수한 동체 시력을 갖고 있는 것으로 보고하였고, 국내에서는 이명하 등¹⁵이 비슷한 방법으로 야구 선수와 일반인의 동체 시력을 측정하여 비교한 결과 야구 선수들의 동체 시력이 더 우수한 것으로 나타났다. 또다른 몇몇 연구들에서도²⁹⁻³¹ 비운동선수인 사람들보다 운동선수들의 동체 시력이 더 우수하다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다.

한편 정지 시력에 있어서는 선수군과 일반인 남녀군에서 거의 비슷한 수준으로 나타나, 정지 시력과 동체 시력 사이에는 연관성이 없는 것으로 보이나, 정지 시력이 일정 수준 이상 뒷받침되지 않으면 동체 시력 또한 측정이 불가능하게 된다. 시표를 판독할 수 없기 때문이다. 이는 즉, 정지 시력이 좋지 못한 경우에는 움직이는 공이나 물체 자체를 식별하기 어렵다는 말이다. 따라서, 동체 시력을 논하기에 앞서 기본적으로 정지적인 시력 검사 등을 통해 정상 시력의 유지와 시력교정이 요구된다고 하겠다.

이렇게 정지 시력이 거의 비슷함에도 불구하고 동체 시력에 있어 유의한 차이를 보이는 이유는 아직까지 확실하게 밝혀지지 않고 있다. 정지 시력과 다르게, 동체 시력은 시기능훈련을 통해 향상시킬 수 있다는 근거들이 제시되어 왔다³²⁻³⁵. 이러한 근거들로부터 추측해볼 수 있는 것은 선수들이 선천적으로 좋은 동체 시력을 가졌다기보다는 어린 나이부터 수년간 빠르게 움직이는 공을 보고, 잡고, 치는 훈련을 지속적이고 반복적으로 함으로써 일반인보다 우수한 동체 시력을 가지게 된 것이라는 점이다. 또한 일반인 중에서도 남자가 여자보다 동체 시력이 더 좋은 것으로 나타났는데, 몇몇 연구들에서도^{28,36,37} 이와 같은 결과를 얻어 본 연구와 부합하였다. 하지만, 이러한 성별상의 차이가 나타나는 원인 또한 밝혀지지 않았으며, 본 연구를 통해 추정해볼 수 있는 것은 남성들이 여성에 비해 스포츠 활동을 좋아하고, 스포츠에 자주 접하게 되며, 발육 과정과 성장 후에도 여성에 비해 빠르게 움직이는 물체를 정확하게 인식하거나 추적해야 하는 구기 운동을 하는 기회가 많아 자연스럽게 동체 시력이 발달되었을 것으로 사료된다.

정적 입체시와 동적 입체시 검사 결과를 살펴보면, 정적 입체시의 경우 선수군과 일반군에서 유의한 차이를 보이

지 않고 거의 비슷하였다. 그러나 동적 입체시의 경우에는 일반 남자군과 일반 여자군에서는 비슷한 수준의 동적 입체시를 나타낸 반면 선수군에서는 이 두 그룹에 비해 유의하게 높은 수준의 동적 입체시를 보였다. 또한, 정지 시력과 동체 시력 간에 관련성이 없는 것과 유사하게, 정적 입체시와 동적 입체시 간에도 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 정적 입체시와 동적 입체시는 서로 다른 시기능이라는 기존의 연구와 부합한다³⁸. 서론에서 정적 입체시와 동적 입체시 기능이 서로 다른 경로를 밟는다는 것에 대하여 언급하였다. 정적 입체시가 따르고 있는 작은 세포길(parvocellular pathway)은 높은 공간주파수를 가진 시자극, 정지해있거나 천천히 움직이는 자극, 또는 색 자극에 반응하는 반면, 동적 입체시가 따르는 큰 세포길(magnocellular pathway)은 낮은 공간주파수를 가진 시자극, 빠른 속도의 움직임에 민감하게 반응한다는 것인데, 선수군에서 일반군보다 동적 입체시가 유의하게 높은 것은 동체 시력의 경우와 마찬가지로 아직까지 명확하게 밝혀지지 않았으나, 야구 선수들의 경우 반복적으로 빠른 공의 움직임을 수년간 보고 훈련해 온 결과 일반인에 비해 동적 입체시 또한 보다 발달하였을 것으로 추측된다.

본 연구에서 비교적 간단한 동체 시력 측정 기기와 동적 입체시 측정 프로그램을 제작하여 운동 선수와 일반 대학생 남녀의 동체 시력과 동적 입체시를 측정, 분석하여 기초 자료를 얻은 것을 토대로 앞으로의 연구에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 또한 일반인과 운동선수들의 운동 능력 향상, 선수 선발, 심판들의 정확한 판정 능력, 교통 안전 교육 등에 동체 시력과 동적 입체시 검사를 응용한다면 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 아울러 동체 시력과 동적 입체시를 평가할 수 있는 객관적인 기준과 보다 정확하고 편리한 검사기기의 제작이 필요할 것으로 보인다.

결 론

1. 운동 선수군과 일반 남자군, 일반 여자군에서 정지 시력에는 유의한 차이를 나타내지 않았다.
2. 동체 시력은 세 그룹 모두 유의한 차이를 보였으며, 운동 선수군에서 가장 높은 동체 시력을 나타내었고, 일반 남자군, 일반 여자군 순으로 동체 시력이 낮게 측정되었다.
3. 정지 시력과 동체 시력 간에는 유의한 상관관계가 없었다.
4. 운동 선수군과 일반 남자군, 일반 여자군에서 정적 입체시에는 유의한 차이를 보이지 않았다.
5. 일반 남자군과 일반 여자군의 동적 입체시에는 유의

한 차이가 나타나지 않았으나, 운동 선수군은 이 두 그룹에 비해 유의한 수준으로 높은 동적 입체시를 나타내었다.

6. 정적 입체시와 동적 입체시 사이에는 유의한 상관관계가 없었다.

참고문헌

- [1] Yoshimitsu K. and Hiroshi Y., "Training effects of visual function on college baseball players", *Human performance measurement*, 1:15-23(2004).
- [2] Gardner J. J. and Sherman A., "Vision requirements in sport", Butterworth-Heinemann, pp. 167-170(1995).
- [3] Coffey B. and Reichow A. W., "Optometric evaluation of the elite athletes", *Probl Optom*, 2:32(1990).
- [4] Berman A. M., "Clinical evaluation of the athlete", *Optom Clin*, 3:1(1993).
- [5] 안병철, "동체시력에 관한 연구-운동선수와 비운동 선수에 있어서", *대한스포츠의학회지*, 16(2):238-244(1998).
- [6] Thomas A. W. and Jeff F., "Sports vision: training for better performance", *Human kinetics*, pp. 3-4(2004).
- [7] 이명하, 신정훈, "시표크기에 따른 동체시력 측정에 관한 연구", *대한시과학회지*, 7(1):129-133(2005).
- [8] Bonita P. H. Wong, Russell L. W., and Eli P., "Stereoaucuity at distance and near", *Optometry and vision science*, 79(12):771-778(2002).
- [9] Reading R. W., "Binocular vision: Foundations and Applications", Boston: Buttterworth, pp. 284-288(1983).
- [10] Pettigrew J. D., "Binocular neurons shich signal change of disparity in area 18 of cat striate cortex", *Nature*, 241:123-124(1973).
- [11] Tychsen L., "Binocular vision", 9th Ed., St. Louis, C. V. Mosby, pp. 773-810(1990).
- [12] Scott B. S., Barbara A. S., and Ralph P., "Foundations of Binocular Vision: A Clinical Perspective", Mcgraw-hill Medical Publishing, pp. 240(2000).
- [13] 김성언, 임기환, "구면렌즈로 유발된 부동시가 동적 입체시에 미치는 영향", *대한안과학회지*, 39(10):220-225(1998).
- [14] 이명하, 마기중, "동체시력 측정에 관한 연구", *서울보건대학 논문집*, 16:15-16(1996).
- [15] 이명하, 마기중, 원찬희, "야구선수와 일반 대학생의 동체시력 측정에 관한 연구", *대한시과학회지*, 2(1):1-6(2000).
- [16] Joanne M. W. and Bruce A., "An assessment of the dfficacy of sports vision training programs", *Optometry and vision science*, 74(8):646-659(1997).
- [17] Janan A. S. and Robert S. K., "A portable device for the assessment of dynamic visual acuity", *Applied Ergonomics*, 1-8(2009).
- [18] 임인수, "추적 안구훈련이 아이스하키 선수의 운동수행력과 동체시력에 미치는 영향", *한국운동생리학회지*, 12(2):287-296(2003).
- [19] 조근중, 윤정현, 임인수, 최건우, "정지 및 동체시력이 야구 타율성적에 미치는 영향", *한국체육학회지*, 36(2):375-381(1997).
- [20] 윤건중, 양점홍, "스포츠 스킬과 정지 및 동체시력에 관한 연구", *한국체육학회지*, 39(1):417-425(2000).
- [21] 임기환, 홍해진, "정상인에서의 동적 입체시 측정", *대한안과학회지*, 41(11):106-112(2000).
- [22] Ludvigh E. J., "The gradient of retinal illumination and its practical significance", *Am J Ophthalmol*, 20:260(1937).
- [23] Ludvigh E., "Extrafoveal visual acuity as measured with Snellen test-letters", *Am J Ophthalmol*, 24:303(1941).
- [24] Ludvigh E., "Visibility of the der fly in flight", *Science* 105:176(1947).
- [25] Ludvigh E., "The visibility of moving objects", *Science* 108:63(1948).
- [26] Ludvigh E. J., "Visual acuity while one is viewing a moving object", *Arch Ophthalmol*, 42:14(1949).
- [27] Cline D., Hoffstetter H. W., and Griffin J. R., "Dictionary of visual science", 3rd Ed., Radnor, PA, Chilton, pp. 305-306(1980).
- [28] Rouse M. W., Deland P., Christian R., and Hawley J., "A comparison study of dynamic visual acuity between athletes and nonathletes", *J. Am. Optom. Assoc.*, 59:946-950(1988).
- [29] Christensin G. N. and Winkelstein A. N., "Visual skills of athletes versus nonathletes: development of a sports vision testing battery", *Journal of Americal Optometric Association*, 59(9):666-675 (1988).
- [30] Ishigaki H. and Miyao M., "Differences in dynamic cisual acuity between athletes and nonathletes", *Perceptual and Motor skills*, 77:835-839(1993).
- [31] Mashimo I, Ishigaki H., and Endo F., "Testing sports vision of top players-do the best players have good eyes?", *The journal of clinical sports medicine*, 11(2):198-203 (1994).
- [32] 손영수, "시력훈련이 펜싱 포인트의 찌르기 정확성에 미치는 영향", *부산대학교 교육대학원 석사학위 논문*(1995).
- [33] Wilkinson S., "Effects of training in visual discrimination after one year: visual analysis of vollyball skills", *Perceptual and Motor skills*, 75:19-24(1992).
- [34] Long G. M. and Riggs C. A., "Training effects on dynamic visual acuity with free-head viewing", *Perception*, 20:363-371(1991).
- [35] Benguigui N. and Ripoll H., "Effects of tennis practice on the coincidence timing accuracy of adults and children", *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69:217-223(1998).
- [36] Long G. M. and Penn D. L., "Dynamic visual acuity: normative functions and practical implications", *Bulletin of the Psychonomic Society, Psychonomic Society Inc.*, 25: 253-256(1987).
- [37] Brown B., "Resolution thresholds for moving targets at the fovea and in the peripheral retina", *Vision Research*, 12:293-304(1972).
- [38] Laby D. M. and Kischen D. G., "Dynamic stereoacuity; Preliminary results and normative measurement of motion in depth", *Binocular Vis & Eye Mus Surg*, 10:191-200(1995).

Dynamic Visual Acuity and Dynamic Stereoacuity of Athletes and Nonathletes

Min-A Lee, Jae-Man Oh and Ju-Hyun Jung

Department of Optometry, Konyang University

(Received July 23, 2009; Revised August 26, 2009; Accepted September 8, 2009)

Purpose: The purpose of this study was to obtain the fundamental data of dynamic visual acuity and dynamic stereoacuity. **Methods:** The subjects were 20 athletes (high school baseball player) and 40 nonathletes (20 male, 20 female). We assessed static visual acuity, dynamic visual acuity, static stereoacuity and dynamic stereoacuity using rotating mirror projection system and computer program. **Results:** Three groups had similar static visual acuity and static stereoacuity. On the other hand, the dynamic visual acuity and dynamic stereoacuity showed statistically significant difference. The mean dynamic visual acuity for athletes was 174.80 ± 28.70 deg/sec, 137.10 ± 16.54 deg/sec for male nonathletes and 111.59 ± 15.40 deg/sec for female nonathletes. The mean dynamic stereoacuity for athletes was 234.55 ± 19.64 , 249.05 ± 8.86 for male nonathletes and 247.10 ± 14.89 for female nonathletes. The group of athletes had better dynamic visual acuity and dynamic stereoacuity. **Conclusions:** If the result of this study apply to sports, it will be very useful to improve sports performance.

Key words: Stereo visual acuity, Dynamic visual acuity, Sports vision, Static stereoacuity, Dynamic stereoacuity