

Effects of baseball expertise and stimulus speeds on coincidence-anticipation timing accuracy of batting

Jong-Hwa Lee, Seok-Jin Kim, & Seon-Jin Kim*

Seoul National University

[Purpose] The purpose of this study was to investigate effects of baseball expertise and stimulus speeds on coincidence-anticipation timing accuracy of batting. **[Methods]** Participants were 21 baseball batters, 7 of Korea Baseball Organization(KBO) League, 7 of Korea Baseball Organization Futures League, and 7 of Korea University Baseball Federation(KUBF) League. All of the participants were asked to swing the bat exactly at the time when the light arrived the target point of the runway. The Bassin Anticipation Timer was used to present stimulus with stimulus speed of 10, 15, and 20mph. Participants performed 10, 15, 20mph trials (3 kinds of speed per 5 times) and random trials (3 kinds of speed per 3 times randomly). The timing error of coincidence anticipation task was recorded and raw scores were transformed to constant error(CE), absolute error(AE) and variable error(VE). For data analysis, two-way ANOVA with repeated measures were used. And post-hoc test (Tukey HDS) were conducted. **[Results]** Results indicated a significant interaction on expertise and stimulus speeds for CE, AE and VE. The KBO League players group showed more accurate and consistent performance than the KBO Futures League players group and the KUBF League players group in baseball batting timing. **[Conclusion]** This findings revealed that coincidence-anticipation timing accuracy batting in baseball can be used as a factor to distinguish the ability of the other.

Key words: expertise, stimulus speed, coincidence-anticipation timing

서론

야구는 두 팀이 공격과 수비를 9번씩 번갈아 하여 득점을 많이 하는 팀이 이기는 스포츠이다. 득점은 타자가 진루해서 1·2·3루를 거쳐 다시 홈으로 돌아오는 것을 말한다. 진루하는 방법에는 안타, 번트, 사사구 등 다양한 방법이 있다. 그중 수비수의 실책 없이 타자가 베이스에 나가기 위해서는 안타를 쳐야한다. 타자가 안타를 치기 위해서는 투수가 던진 공을 적절한 시·공간

에 스윙하여 공과 배트의 타이밍을 일치시켜야한다. 투수가 던지는 공과 타자가 스윙하는 배트의 시·공간의 간격이 크면 헛스윙을 하게 되며, 배트에 공이 맞더라도 타이밍이 적절하지 않으면 파울 또는 뜬공이나 땅볼 등으로 아웃이 될 수 있다. 따라서 배팅의 동시적 예측 타이밍(coincidence-anticipation timing) 비교는 타자의 타격 능력을 측정하는 중요한 요소라고 할 수 있다.

동시적 예측타이밍은 대개 물체/이미지가 시·공간의 지정된 목표 지점에 도착하는 것을 예측하는 능력으로 정의한다(Williams et al., 2000). 이 능력은 야구에서 투수가 던진 공을 타자가 칠 때 그리고 타자가 친 공을 수비수가 잡을 때도 필요하며, 야구뿐만 아니라 배드

논문 투고일 : 2017. 12. 05.

논문 수정일 : 2018. 01. 22.

게재 확정일 : 2018. 02. 26.

* 교신저자 : 김선진(seonkim@snu.ac.kr).

민턴, 테니스, 탁구 등과 같이 상대 선수가 쳐서 넘긴 공을 다시 넘기거나, 배구, 세팍타크로 등과 같이 상대 선수가 쳐서 넘긴 공을 리시브할 때, 그리고 축구, 농구, 하키 등에서 패스 또는 가로채기를 할 때 등 다양한 스포츠 종목과 상황에서 필요한 능력이다. 따라서 스포츠에서 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있으며, 정확하게 잡고 치는 것이 요구되는 스포츠에서 성공적인 수행에 기여할 수 있는 주요 요인으로 추측될 수 있다. (Magill, 2004; Schmidt & Lee, 2005).

타이밍 과제의 수행능력은 움직이는 자극에 대한 탐색, 자극 속도의 예상, 그리고 자극에 대한 정확한 동작을 수행하기 위한 지각시스템과 동작시스템의 통합에 의해 이루어진다 (Fleury et al., 1992; Hong, 2014; Kim, 2009). 이러한 타이밍 정확성은 자극의 이동거리나 속도, 그리고 방향 등에 의해 영향을 받는다 (Amazeen et al., 1999; Hong, 2014; Port et al., 1996). 그중에서도 야구 상황에서는 투수와 타자의 거리가 일정하고, 홈플레이트 방향으로 던져야 하는 상황 때문에 자극의 속도가 타이밍 정확성에 가장 많은 영향을 미칠 것이다. 따라서 속도에 따른 배팅 타이밍 정확성 비교를 통해 타자의 수행능력을 비교할 수 있을 것이다.

자극에 대한 정보 입수는 대부분 시각을 통해 이루어진다. 따라서 안구 움직임에 따른 자극 속도를 고려할 필요가 있다. 야구에서 투수가 던지는 공의 속도는 110~160km/h를 오가며 더 느릴 수도 더 빠를 수도 있다. 타자는 공의 속도에 따라 안구의 움직임 패턴이 바뀔 것이다. Park et al. (2000)의 연구를 통해 예측 타이밍 반응 시에 측정된 안구의 움직임이 자극 속도에 따라 안구의 추적 움직임과 빠른 움직임의 빈도를 조절하는 것으로 나타났다. 자극의 이동 속도가 9m/s(약 20.13mph)의 경우에는 안구의 빠른 움직임이 1회 나타났다. 4.5m/s(약 10.07mph)와 6m/s(약 13.42mph)에서는 1회 이상 안구의 빠른 움직임이 나타났다. 이러한 결과는 안구 운동의 속도와 더불어 안구 운동의 빈도 역시 자극의 속도에 따라 달라짐을 시사한다 (Park et al., 2000). 많은 스포츠 상황에서의 안구 움직임 연구를 살펴보면, 물체의 움직임(예, 메이저리그 투수가 던진 90mph의 공)이 가장 빠른 안구의 추적 움

직임보다 빠르다(Bahill & LaRitz, 1984). 이러한 결과를 놓고 볼 때, 안구의 움직임과 자극에 대하여 다양한 조건을 제시할 필요성이 있으며, 자극 속도의 차이를 통한 동시적 예측타이밍 비교는 운동기술의 학습과정에서 나타나는 운동수행의 특성을 알 수 있을 것이다.

숙련성 연구에서 참여자는 매우 중요한 변인 중 하나이다. Ericsson et al. (1993)은 엘리트 수행을 하나의 영역에서 신중하게 계획된 연습(deliberate practice)으로 10년 또는 더 긴 시간의 최대 노력의 결과라고 주장하였으며, Chase & Simon (1973)은 국제적 수준의 숙련단계에 이르기 위해서는 종목과 개인의 특성에 의한 차이가 있기는 하지만 일반적으로 10년 정도의 지속적인 노력과 연습이 있어야 한다고 강조하였다. 이를 근거로 많은 숙련성 연구에서는 그 영역에서 10년 이상의 경력을 가진 참여자 또는 지원자를 대상으로 연구하였다 (Park, 2013; Ripoll & Latiri, 1997). 하지만 10년 이상의 경력을 가지고 있다고 하더라도 같은 기술수준을 가지고 있다고 할 수 없다. Hambrick & Meinz (2011)와 Campitelli & Gobet (2011)은 신중하게 계획된 연습은 필요하지만 수행에서 개인의 차이를 설명하기에는 충분하지 않다고 했다 (Hambrick et al., 2014, 재인용). 따라서 기술수준이 비교될 수 있게 참여자가 소속되어 있는 리그의 수준에 따라 비교 연구를 할 필요가 있으며, 만약 동일한 시간을 투자하여 성취할 수 있는 수준이 사람에 따라 다르다고 가정한다면 성취수준에 미치는 요인들에 대한 탐색이 필요하다. 그리고 지금까지 숙련성 연구는 대부분 숙련자와 초보자를 대상으로 하여 숙련자가 초보자에 비해 체력, 기술, 인지, 그리고 지각능력 등에서 우수하다는 결론을 도출하였다. 하지만 숙련자와 초보자의 단순 비교 연구는 운동기술의 학습 과정에서 나타나는 운동수행의 특성을 규명하기에는 부족할 수 있다. 이를 알아보기 위해 본 연구에서는 참여자가 소속되어 있는 리그 수준으로 구분하였다.

본 연구는 야구의 숙련성과 자극 속도 조건이 야구 배팅의 동시적 예측타이밍 정확성에 미치는 영향을 비교하는데 목적이 있다. 이 결과를 통해 현장의 지도자 및 선수에게 기술 수준별 나타나는 운동수행의 특성을 제공하고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구의 대상은 실험 당시 한국야구위원회(Korea Baseball Organization)에 등록되어 있는 KBO리그선수 7명, 퓨처스리그선수 7명, 그리고 한국대학야구연맹(Korea University Baseball Federation)에 등록되어 있는 대학야구선수 7명이 참여하였다. 참여자의 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Participant Characteristics (Mean ± SD)

Group (n)	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Baseball Experience (yrs)
KBO League players(7)	24.57± 4.43	182.43± 4.54	82.86± 9.28	12.83± 1.17
KBO Futures League players(7)	24.57± 3.10	179.86± 4.14	80.57± 5.86	12.17± 1.17
KUBF League players(7)	21.14± 2.19	177.86± 4.22	73.43± 11.98	11.00± 0.89

실험도구

본 연구에서 사용한 예측반응시간측정기(Modified Bassin Anticipation Timer; Lafayette Instruments Co.)는 불빛이 지나가는 활주로(runway), 경고 불빛의 시간과 자극 불빛의 속도 조절 및 오차시간을 보여주는 컨트롤 박스, 그리고 반응을 감지하는 적외선 센서(infrared sensor)로 구성하였다.

예측반응시간측정기의 활주로 길이는 86.32inches(약 219.25cm)로 지름이 5mm인 황색의 경고 불빛 1개와 적색의 자극 불빛 48개가 1.76 inch(약 4.47cm) 간격으로 배열되어 있다. 경고 불빛은 0~3초까지 시간 조절이 가능하며, 자극 불빛의 속도는 1mph(miles per hour)부터 999mph까지 조절이 가능하다. 또한 활주로를 배치하기 위해 삼각대 3개가 사용되었으며, 스윙하는 과제를 위해서 길이 33.5 inch(약 85.09cm),

무게 870g의 배트를 사용하였다.

실험절차

본 실험의 과제는 예측반응시간측정기 활주로의 마지막 자극 불빛과 적외선 센서가 감지하는 위치에 야구 배트로 스윙을 하여 타이밍을 일치시키는 것이다.

참여자를 한명씩 실험실에 들어오게 하여 실험에 들어가기 전에 충분한 준비운동을 하게 하였으며, 실험에 대한 충분한 설명과 시범을 보여주었다. 그리고 센서는 각 참여자가 스윙을 했을 때 스위트 스팟(sweet spot)에 위치시켰으며, 센서의 높이는 참여자가 스윙하기 알맞은 높이로 조절하였다. 또한 실제 야구 배팅 상황과 유사한 조건을 맞추기 위하여 준비 동작에서 투수가 야구공을 던진다고 가정하고 실제 타격자세를 취할 수 있도록 유도하였다. 실험에 필요한 사전 동작 준비가 완료된 후 참여자가 실험상황에 적응할 수 있도록 연습 수행을 하도록 하였다.

실험에 사용된 과제는 10, 15, 그리고 20mph의 속도에서 5회씩 타이밍을 일치시키는 과제와 각 속도를 3번씩 무작위로 9회 제시한 무선시행(random)을 실시하였다. 이때 경고 불빛의 시간은 0.5~3초 사이에서 무작위로 제시하였다.

자료처리방법

본 연구에서는 숙련성과 자극 속도 조건에 따른 야구 배팅 타이밍의 방향성, 정확성 그리고 일관성의 차이를 비교 분석하였다. 타이밍의 방향성을 알아보기 위해서 항상오차(constant error: CE)를 사용하였으며, 정확성을 알아보기 위해 절대오차(absolute error: AE)를 사용하였다. 그리고 일관성을 알아보기 위해서 가변오차(variable error: VE)를 사용하였다. 항상오차(식1)는 목표 점수와 수행 점수간의 차이를 방향성을 고려하여 나타낸 점수로 평균값을 통계분석에 사용하였다. 하지만 항상오차의 경우 결과 값의 평균을 구하는 과정에서 +와 -값이 상쇄될 수 있다(Kim, 2009). 따라서 오차 크기의 정확성을 알아보기 위해서는 절대오차를 사용할 필요가 있다. 절대오차(식2)는 매 시행에서 측정된 수치에서 +와 -를 제거한 값을 구하여 얻어진 평균값을

통계분석에 사용하였다. 이것은 절대적인 오차 크기의 정보를 제공한다. 가변오차(식3)는 매 시행에 대한 수행자의 항상오차의 표준편차를 계산한 것으로 일관성에 대한 정보를 제공한다(Magill, 2004). 가변오차의 평균 값을 통계분석에 사용하였다.

$$1) \text{ 항상오차(CE)} = \sum(x_i - T)/n \quad (\text{식1})$$

$$2) \text{ 절대오차(AE)} = \sum|x_i - T|/n \quad (\text{식2})$$

$$3) \text{ 가변오차(VE)} = \sqrt{\sum(x_i - M)^2/n} \quad (\text{식3})$$

x_i : 시행 점수

T : 목표 점수

M : 시행 점수의 평균

n : 총 시행 수

통계분석은 SPSS 23.0 통계프로그램을 이용하여 숙련성(3)과 자극 속도 조건(4)을 독립변인으로 반복측정 이원분산분석(two-way ANOVA with repeated measures)을 실시하였다. 이 때 상호작용효과가 나타난 경우 상호작용에 대한 구체적인 차이 검정을 위해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후 검정으로 Tukey HSD를 실시하였다. 모든 통계적 유의 수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

연구결과

배팅 타이밍의 방향성

항상오차

(Table 2)는 항상오차의 평균과 표준편차를 집단과 자극 속도 조건에 따라 나타낸 것이다. 10 mph의 자극 속도와 무선 시행에서는 KBO리그선수 집단, 대학야구선수 집단, 퓨처스리그선수 집단 순으로 항상오차가 작은

것으로 나타났으며, 15mph와 20mph의 자극 속도에서는 KBO리그선수 집단, 퓨처스리그선수 집단, 대학야구선수 집단 순으로 항상오차가 작은 것으로 나타났다(Fig. 1).

숙련성과 자극 속도 조건에 따른 항상오차를 살펴보기 위한 반복측정 이원분산분석 결과, 숙련성에 대한 주효과($F(2, 18) = 19.406, p < .001$), 자극 속도 조건에 대한 주효과($F(3, 54) = 56.132, p < .001$), 그리고 숙련성과 자극 속도 조건에 대한 상호작용 효과($F(6, 54) = 3.219, p < .01$)에서 통계적으로 유의한 차이가

Table 2. Mean and SD of constant error(ms)

Group	Stimulus Speeds				
	10mph	15mph	20mph	Random	
KBO League players	Mean	59.60	147.46	174.31	107.00
	SD	36.61	19.25	23.09	17.41
KBO Futures League players	Mean	103.51	158.60	212.20	189.42
	SD	31.72	24.12	55.25	42.75
KUBF League players	Mean	72.83	186.71	262.40	185.24
	SD	37.59	30.78	54.97	49.92

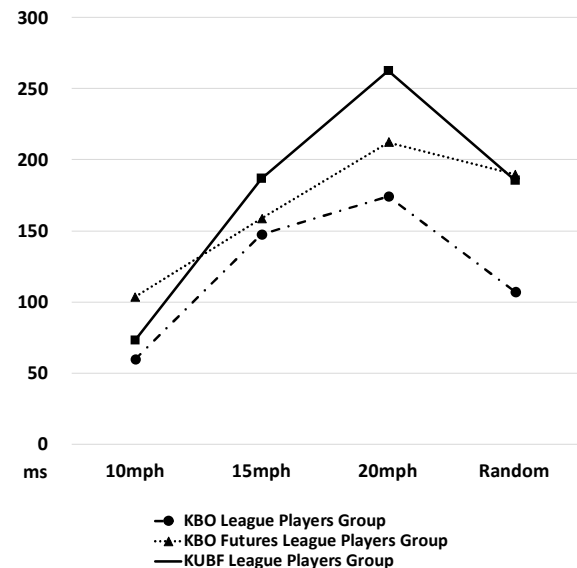


Fig. 1. Constant error(ms) across stimulus speed and expertise.

나타났다. 사후검정을 실시한 결과 숙련성에서 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단, KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 하지만 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 자극 속도 조건에서 10mph와 15mph, 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 15mph와 20mph, 그리고 20mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 15mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

또한 상호작용에 대한 구체적인 차이 검정의 결과를 알아보기 위하여 일원분산분석을 실시하였다. 그 결과 숙련성에서 10mph의 속도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 [$F(2,18)=3.024, p>.05$], 15mph [$F(2,18)=3.902, p<.05$], 20mph [$F(2,18)=7.432, p<.01$], 그리고 무선 시행 [$F(2,18)=13.809, p<.01$]에서는 유의한 차이가 나타났다. 사후검정을 실시한 결과 15mph와 20mph의 속도에서는 KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에 유의한 차이가 나타났지만 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단, 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 무선시행에서는 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단, KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 하지만 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 자극 속도 조건에서 KBO리그선수 집단 [$F(3,54)=27.493, p<.001$], 퓨처스리그선수 집단 [$F(3,54)=9.586, p<.001$], 그리고 대학야구선수 집단 [$F(3,54)=31.022, p<.001$]에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정을 실시한 결과 KBO리그선수 집단에서는 10mph와 15mph, 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 15mph와 랜덤시행, 그리고 20mph와 랜덤시행 간에서는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 15mph와 20mph간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 퓨처스리그선수 집단에서는 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 10mph와 15mph, 15mph와 20mph, 15mph와 랜덤시행, 그리고 20mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 대학야구선

수 집단에서는 10mph와 15mph, 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 15mph와 20mph, 그리고 20mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 15mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

배팅 타이밍의 정확성

절대오차

〈Table 3〉은 절대오차의 평균과 표준편차를 집단과 자극 속도 조건에 따라 나타낸 것이다. 10mph의 자극 속도와 무선 시행에서는 KBO리그선수 집단, 대학야구선수 집단, 퓨처스리그선수 집단 순으로 절대오차가 작은 것으로 나타났으며, 15mph와 20mph의 자극 속도에서는 KBO리그선수 집단, 퓨처스리그선수 집단, 대학야구선수 집단 순으로 절대오차가 작은 것으로 나타났〈Fig. 2〉.

Table 3. Mean and SD of absolute error(ms)

Group	Stimulus Speeds				
		10mph	15mph	20mph	Random
KBO League players	Mean	60.06	147.46	174.31	117.60
	SD	36.62	19.25	23.09	10.58
KBO Futures League players	Mean	99.00	162.57	223.31	190.13
	SD	26.36	24.25	54.53	41.85
KUBF League players	Mean	74.37	186.71	262.40	185.49
	SD	32.20	35.36	43.95	33.51

숙련성과 자극 속도 조건에 따른 절대오차를 살펴보기 위한 반복측정 이원분산분석 결과, 숙련성에 대한 주효과 [$F(2, 18)=19.380, p<.001$], 자극 속도 조건에 대한 주효과 [$F(3, 54)=63.555, p<.001$], 그리고 숙련성과 자극 속도 조건에 대한 상호작용 효과 [$F(6, 54)=2.481, p<.05$]에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 사후검정을 실시한 결과 숙련성에서 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단, KBO리그선수 집

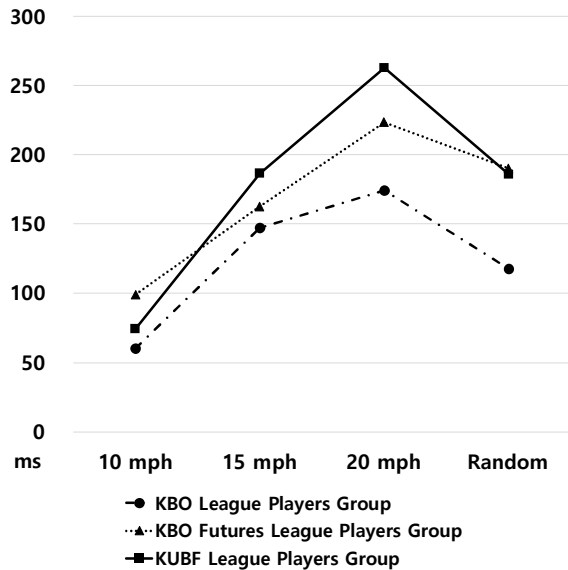


Fig. 2. Absolute error(ms) across stimulus speed and expertise.

단과 대학야구선수 집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 하지만 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 자극 속도 조건에서 10mph와 15mph, 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 15mph와 20mph, 그리고 20mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 15mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

또한 상호작용에 대한 구체적인 차이 검정의 결과를 알아보기 위하여 일원분산분석을 실시하였다. 그 결과, 숙련성에서 10mph의 속도에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나($F(2,18)=2.652$, $p>.05$), 15mph($F(2,18)=3.727$, $p<.05$), 20mph($F(2,18)=7.523$, $p<.01$), 그리고 무선 시행($F(2,18)=11.593$, $p<.01$)에서는 유의한 차이가 나타났다. 사후검정을 실시한 결과 15mph와 20mph의 속도에서는 KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에 유의한 차이가 나타났지만 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단, 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 무선시행에서는 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단, KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 하지만 퓨

처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 자극 속도 조건에서 KBO리그선수 집단($F(3,54)=28.544$, $p<.001$), 퓨처스리그선수 집단($F(3,54)=12.953$, $p<.001$), 그리고 대학야구선수 집단($F(3,54)=31.441$, $p<.001$)에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정을 실시한 결과 KBO리그선수 집단에서는 10mph와 15mph, 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 그리고 20mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 15mph와 20mph, 15mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 퓨처스리그선수 집단에서는 10mph와 15mph, 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 그리고 15mph와 20mph간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 15mph와 랜덤시행, 20mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 대학야구선수 집단에서는 10mph와 15mph, 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 15mph와 20mph, 그리고 20mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 15mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

배팅 타이밍의 일관성

가변오차

가변오차는 수행 간 편차의 절대적인 크기로 오차 값이 작을수록 일관되게 수행했다는 것을 의미한다. <Table 4>는 가변오차의 평균과 표준편차를 집단과 자극 속도 조건에 따라 나타낸 것이다. 10mph의 속도에서는 KBO리그선수 집단, 대학야구선수 집단, 퓨처스리그선수 집단 순으로 가변오차가 작은 것으로 나타났으며, 15mph와 20mph의 속도에서는 KBO리그선수 집단, 퓨처스리그선수 집단, 대학야구선수 집단 순으로 가변오차가 작은 것으로 나타났다. 그리고 무선 시행에서는 퓨처스리그선수 집단, KBO리그선수 집단, 대학야구선수 집단 순으로 가변오차가 작은 것으로 나타났다(<Fig. 3>).

숙련성과 자극 속도 조건에 따른 가변오차를 살펴보기 위한 반복측정 이원분산분석 결과, 숙련성에 대한 주효과($F(2, 18)=12.350$, $p<.001$), 자극 속도 조건에

Table 4. Mean and SD of variable error(ms)

Group		Stimulus Speeds			
		10mph	15mph	20mph	Random
KBO League players	Mean	18.43	15.13	21.55	78.25
	SD	11.98	12.00	18.61	5.60
KBO Futures League players	Mean	24.10	20.46	24.06	77.76
	SD	5.58	8.36	10.77	14.71
KUBF League players	Mean	22.61	29.15	59.19	96.80
	SD	4.91	13.18	28.22	24.31

대한 주효과($F(3, 54)=83.197, p<.001$), 그리고 숙련성과 자극 속도 조건에 대한 상호작용 효과($F(6, 54)=2.347, p<.05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 사후검정을 실시한 결과 KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단, 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 하지만 KBO 리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그리고 자극 속도 조건에서 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 15mph와 20mph, 15mph와 랜덤시행, 그리고 15mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 10mph와 15mph간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

또한 상호작용에 대한 구체적인 차이 검정의 결과를 알아보기 위하여 일원분산분석을 실시하였다. 그 결과, 숙련성에서 20mph의 속도에서만 유의한 차이가 나타났고($F(2,18)=7.390, p<.01$), 10mph($F(2,18)=.912, p>.05$), 15mph ($F(2,18)=2.714, p>.05$), 무선 시행 ($F(2,18)=2.950, p>.05$)에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 사후검정을 실시한 결과 20mph의 속도에서 KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단, 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 하지만 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 자극 속도 조건에서 KBO리그선수 집단($F(3,54)=38.015, p<.001$), 퓨처스리그선수 집단($F(3,54)=48.876,$

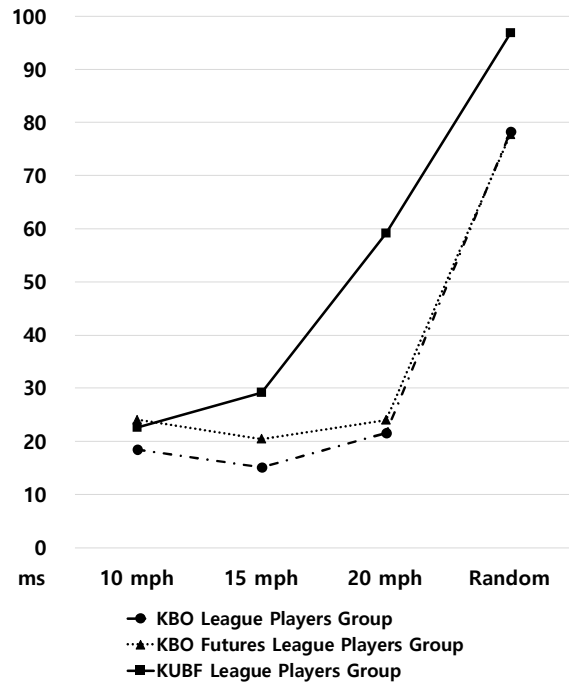


Fig. 3. Variable error(ms) across stimulus speed and expertise.

$p<.001$], 그리고 대학야구선수 집단($F(3,54)=20.288, p<.001$)에서 유의한 차이가 나타났다. 사후검정을 실시한 결과 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단에서는 10mph와 랜덤시행, 15mph와 랜덤시행, 그리고 20mph와 랜덤시행간에서는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 10mph와 15mph, 10mph와 20mph, 그리고 15mph와 20mph간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 대학야구선수 집단에서는 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 15mph와 20mph, 15mph와 랜덤시행, 그리고 20mph와 랜덤시행 간에는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 10mph와 15mph간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

논 의

야구 경기에서 타자에게 제일 중요한 능력 중 하나는 투수가 던진 공을 쳐서 진루를 하는 것이다. 따라서 투

수가 던진 공을 정확하게 맞힐 수 있다면 우수한 타자라고 할 수 있다. 공을 정확하게 맞힐 수 있는 선수들은 스트라이크 존에 들어오는 공이라도 자신이 원하지 않는 공은 파울로 만들 수 있으며, 결국 투수는 스트라이크 존 밖으로 던지게 되어 포볼이 되면 타자는 1루로 진루할 수 있게 된다. 투수는 이러한 타자를 상대하는 것이 까다로울 것이다. 하지만 타자의 배팅 타이밍은 투수가 던진 공의 속도에 따라 달라질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 리그 수준에 따른 숙련성과 자극 속도에 배팅 타이밍을 일치시키는 과제를 통해서 방향성, 정확성, 그리고 일관성을 비교분석하였다.

숙련성과 자극 속도 조건에 따른 야구 배팅 타이밍의 방향성과 정확성을 알아보기 위한 항상오차와 절대오차의 결과, 숙련성에 대한 주효과, 자극 속도 조건에 대한 주효과, 그리고 숙련성과 자극 속도 조건에 대한 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다. 따라서 숙련성과 자극 속도 조건은 배팅 타이밍의 방향성과 정확성에 영향을 줄 수 있는 요소라고 할 수 있다. 자극 속도 10, 15, 20mph, 그리고 무선시행에서 집단 간의 차이를 알아본 결과, 10mph의 속도에서는 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 15mph와 20mph의 속도에서는 집단 간 유의한 차이가 나타났으며, 사후검정을 통해 KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간 유의한 차이가 나타났다. 그 결과 빠른 자극에서 KBO리그선수 집단이 대학야구선수 집단보다 동시적 예측타이밍 능력이 더 정확하다고 볼 수 있다. 그리고 무선시행에서도 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단, KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간의 차이가 나타났다. 이 결과 KBO리그선수 집단이 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단보다 무작위로 제시되는 속도에서 동시적 예측타이밍 능력이 더 정확하다고 볼 수 있다. 따라서 자극 속도 10, 15, 그리고 20mph에서의 시행 결과를 통해 KBO리그선수가 대학야구선수보다 빠른 속도의 공에 더 잘 대응한다고 볼 수 있으며, 무선시행의 결과를 통해 투수가 타자의 타이밍을 빼앗기 위해 던지는 다양한 속도의 공에 KBO리그선수가 퓨처스리그선수와 대학야구선수보다 더 잘 대응한다고 볼 수 있다. 집단에서 자극 속도 조건 간의 차이를 알아본 결과 모든 집단에서 자극 속도 조건에 유의한 차이가 나타났다. 또

한 사후검정에서 대부분 유의한 차이가 나타났다. 이는 Park et al.(2000)의 연구와 같이 안구 움직임을 고려한 자극 속도가 동시적 예측타이밍 정확성에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 따라서 안구의 움직임과 자극에 대한 다양한 조건에서 연구될 필요가 있다.

숙련성과 자극 속도 조건에 따른 야구 배팅 타이밍의 일관성을 알아보기 위한 가변오차의 결과, 숙련성에 대한 주효과, 자극 속도 조건에 대한 주효과, 그리고 숙련성과 자극 속도 조건에 대한 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다. 따라서 숙련성과 자극 속도 조건이 일관성에 영향을 미친다고 할 수 있다. 자극 속도 10, 15, 20mph, 그리고 무선시행에서 집단 간 차이를 알아본 결과, 20mph의 속도에서 집단 간 유의한 차이가 나타났으며, KBO리그선수 집단과 대학야구선수 집단, 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단 간 차이가 나타났다. 따라서 빠른 자극에서 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단은 대학야구선수 집단보다 일관적으로 수행한다고 볼 수 있다. 사후검정에서 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단에서는 10, 15, 그리고 20mph의 자극 속도에서 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았지만 대학야구선수 집단에서는 유의한 차이가 나타났다. KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단은 자극의 속도가 빨라지더라도 각 자극 속도에 따라 일관적으로 수행을 했다고 볼 수 있다. 하지만 대학야구선수 집단은 자극의 속도에 따라 일관적으로 수행하지 못했다고 할 수 있다. 그리고 집단에서 자극 속도 조건 간의 차이를 알아본 결과 모든 집단에서 자극 속도 조건에 유의한 차이가 나타났다. 사후검정을 살펴보면 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단은 10mph와 랜덤시행, 15mph와 랜덤시행, 그리고 20mph와 랜덤시행에서 유의한 차이가 나타났으며, 대학야구선수 집단에서는 10mph와 20mph, 10mph와 랜덤시행, 15mph와 20mph, 15mph와 랜덤시행, 그리고 20mph와 랜덤시행에서 유의한 차이가 나타났다. 자극 속도 10, 15, 그리고 20mph에서의 시행에서는 속도가 빠르더라도 타이밍이 일치하는 순간을 예측하여 스윙할 수 있었기 때문에 KBO리그선수 집단과 퓨처스리그선수 집단은 일관적인 수행을 할 수 있었다고 볼 수 있으며, 대학야구선수 집단은 자극의 속도가 빨라질수록 가변오차도 커지

는 것으로 보아 타이밍이 일치하는 순간을 예측하지 못하였거나 예측을 하였더라도 일관적인 수행을 하지 못했다고 볼 수 있다. 또한 무선시행에서는 자극 속도가 무작위로 제시되어 모든 집단이 자극의 속도를 알지 못하여 타이밍이 일치하는 순간을 예측하지 못하여 일관된 수행을 하지 못하였다고 볼 수 있다.

본 연구의 결과를 통해서 숙련성과 자극 속도 조건에 따른 야구 배팅 타이밍의 차이가 나타난다는 것을 알 수 있었으며, 퓨처스리그선수과 대학야구선수도 배팅 타이밍의 정확성과 일관성을 높인다면 타격 능력을 KBO리그선수 수준으로 높일 수 있을 것으로 유추할 수 있다. 특히 빠른 속도의 자극은 배팅의 정확성을, 다양한 속도의 자극은 배팅의 일관성을 높일 수 있는 요인으로 나타났다. 야구 리그의 수준에 따라 타자가 경험할 수 있는 공의 속도와 종류는 다양하다. 일반적으로 KBO리그, 퓨처스리그, 대학리그 순으로 야구 수준이 높다. 따라서 각 리그에 속해 있는 선수들이 경험하는 공의 속도와 구종에 따라 나타나는 타이밍의 정확성과 일관성은 일정한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 또한 본 연구에 참여한 각 리그 선수들의 야구 경력이 크게 차이가 나지 않는다는 점을 고려해 볼 때 선수의 환경과 과제의 다양성이 본 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 요소가 될 수 있다. Brady(1996)와 Meeuwssen et al.(1995)은 개방기술에서의 경험은 일치 타이밍 능력의 발달을 촉진시킬 것이라고 제안했다. 다시 말해서 그 스포츠 환경과 일치하는 타이밍 훈련은 스포츠 선수의 경기력을 향상시킬 수 있을 것이다. 따라서 타자의 배팅타이밍 정확성을 보다 향상시키기 위해서는 빠른 속도의 공과 다양한 구종의 공을 경험할 수 있도록 하는 것이 경기력 향상에 도움이 될 것이다.

결론 및 제언

본 연구는 야구의 숙련성과 자극 속도 조건에 따라 배팅 타이밍의 정확성을 비교하였다. 그 결과 숙련성이 높을수록 배팅 타이밍의 정확성이 우수한 것으로 나타났다. 따라서 배팅 타이밍의 정확성이 타자의 능력을 구분해 줄 수 있는 하나의 요인이라고 볼 수 있을 것이며, 타

자를 평가하는데 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.

본 연구는 실험실 상황에서 예측반응시간측정기를 이용하여 불빛 자극에 야구 스윙을 일치시키는 과제였다. 그렇기 때문에 실제로 투수가 던지는 공을 배팅하는 것과는 차이가 있을 것이다. 특히 이 실험에서는 배팅 타이밍의 시간적인 부분만 고려하여 측정하였다. 실제로 투수는 공을 스트라이크 존뿐만 아니라 그 밖으로도 던질 수 있으며, 공의 구질에 따라 궤적이 변하기 때문에 공간적인 부분은 고려되지 않았다. 또한 자극이 제시되는 길이와 속도는 실제 야구 현장과는 차이가 있다. 따라서 본 실험의 제한적인 부분을 통제할 수 있는 다양한 실험 방법이 전개될 필요가 있으며, 실제상황에 보다 알맞게 적용하기 위한 시도가 추후에 지속적으로 요구된다.

참고문헌

- Amazeen, E. L., Amazeen, P. G., Post, A. A., & Beek, P. J. (1999). Timing the selection of information during rhythmic catching. *Journal of Motor Behavior, 31*, 279-289.
- Bahill, A. T., & LaRitz, T. (1984). Why can't batters keep their eyes on the ball? *American Scientist, 72*, 249-253.
- Brady, F. (1996). Anticipation of coincidence, gender, and sports classification. *Perceptual and Motor Skills, 82*, 227-239.
- Campitelli, G., & Gobet, F. (2011). Deliberate practice: Necessary but not sufficient. *Current Directions in Psychological Science, 20*, 280-285.
- Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology, 4*, 55-81.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. Th., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review, 100*, 363 - 406.
- Fleury, M., Bard, C., Gagnon, M., & Teasdale, N. (1992). Coincidence-anticipation timing: The perceptual motor interface. In L. Proteau & D. Elliott (Eds.), *Vision and Motor Control* (pp. 315-334). North-Holland: Elsevier.
- Hambrock, D. Z., Oswald, F. L., Altmann, E. M., Meinz, E. J., Gobet, F., & Campitelli, G. (2014). Deliberate practice: Is

- that all it takes to become an expert? *Intelligence*, 45, 34-45.
- Hambrick, D. Z., & Meinz, E. J. (2011b). Limits of the predictive power of domain-specific experience. *Current Directions in Psychological Science*, 20, 275-279.
- Hong, S. B. (2014). The effects of receiver's moving velocity and distance on passer's movement timing accuracy, *Korean Journal of Sports Science*. 23(2), 535-545.
- Kim, S. J. (2009). *Motor learning and control* (2nd ed). Daehanmedia.
- Magill, R. A. (2004). *Motor learning: concepts and applications*. New York: McGraw Hill.
- Meeuwssen, H. J., Goode, S. L., & Goggin, N. L. (1995) Coincidence-anticipation timing. *Women in Sport and Physical Activity*, 4, 59-75.
- Park, H. C. (2013). Effects of Taekwondo step-non-step turning kick types as visual stimulus speed on coincidence-anticipation timing performance. *The Journal of Physical Education*, 52(6), 537-544.
- Park, S. B., Hong, S. H. & Lee, S. C. (2000). Development of the capability to utilize visual information in timing task. *Journal of Physical Growth and Motor Development*, 8(2), 37-48.
- Port, N. L., Pellizzer, G., & Georgopoulos, A. P. (1996). Intercepting real and path-guided apparent motion targets. *Experimental Brain Research*, 110(2), 298-307.
- Ripoll, H., & Latiri, I. (1997). Effect of sport expertise on coincident-timing. *Journal of Sport Sciences*, 15, 573-580.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2005). *Motor Control and Learning: A behavioral emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (2000) Visual perception and action in sport. *New York: Routledge*.

숙련성과 자극 속도 조건이 야구 배팅의 동시적 예측타이밍 정확성에 미치는 영향

이종화 · 김석진 · 김선진(서울대학교)

【목적】 본 연구의 목적은 야구 숙련성과 자극 속도 조건에 따른 야구 배팅의 동시적 예측타이밍 정확성을 비교 분석하는데 있다. **【방법】** 연구대상은 한국야구위원회(KBO)의 KBO리그선수 7명, 퓨처스리그선수 7명, 그리고 한국대학야구연맹(KUBF)에 등록되어 있는 대학야구선수 7명으로 총 21명이 참여하였다. 참여자는 예측반응시간측정기가 제시하는 자극 불빛이 목표 지점에 도착할 것을 예상하고 야구 배팅과 일치시키는 것으로 자극 속도는 10, 15, 그리고 20mph이었다. 각 자극 속도에서 5회씩의 시행과 3가지 속도를 무작위로 9회 제시한 무선 시행을 실시하였다. 측정된 수치는 항상오차와 절대오차 그리고 가변오차로 변환하였다. 자료 분석은 반복측정 이원분산분석을 실시하였다. 이때 상호작용효과가 나타난 경우 상호작용에 대한 구체적인 차이 검정을 위해 일원분산분석을 실시하였으며, 사후검정으로 Tukey HSD를 실시하였다. **【결과】** 그 결과 항상오차와 절대오차 그리고 가변오차에서 숙련성과 자극 속도 조건에 따른 상호작용효과가 나타났으며, KBO리그선수 집단이 퓨처스리그선수 집단과 대학야구선수 집단보다 더 정확하고 일관적으로 배팅하는 것으로 나타났다. **【결론】** 본 연구를 통해 야구 배팅의 동시적 예측타이밍 정확성은 타자의 기술 수준별 나타나는 운동수행의 특성을 제공한다고 볼 수 있다.

주요어: 숙련성, 자극 속도 조건, 동시적 예측타이밍