감성과학
제20권 1호, 2017
<연구논문>

pISSN 1226-8593
eISSN 2383-613X
Sci. Emot. Sensib.,
Vol.20, No.1, pp.49-56, 2017
https://doi.org/10.14695/KJSOS.2017.20.1.49

가상현실볼링 수행에 따른 정서변화: 대뇌반구 비대칭 연구

Emotion Changes during Virtual Bowling Game: An EEG Study on Hemispheric Asymmetry

신경식* · 김진구*† · 류광민*
Kyeong-Sik Shin* · Jin-Gu Kim*† · Kwang-Min Ryu*

*경북대학교 사범대학 체육교육과
*Department of Physical Education, Kyungpook National University Teachers College

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of virtual reality bowling on emotional changes using EEG (Electroencephalogram). Sixteen bowling players who have at least three years of experiences in bowling participated in this study. Their aged ranged from 26 to 35 years old with a mean age of 29.6 years. The frontal lobes (Fp2-Fp1, F4-F3, F8-F7) of each player were measured while subjects were performing five games of bowling. And after performing every frame, their emotion was measured immediately with Visual Analogue Scale. The data were analyzed by one-way analysis of variance to test differences in the alpha value of each region of the frontal lobes. The dependent variable is the alpha power of the cerebral asymmetry. The results showed that players who scored a strike showed higher VAS values than those who missed the spares or cleared the spares; those who cleared spares showed higher VAS values than those who missed spares In addition, with respect to frontal R-L asymmetry score, the alpha-wave of the left frontal lobe was activated when scoring a strike and clearing spares and the alpha-wave of the right frontal lobe was activated when missing spares. In conclusion, the results of this study demonstrated that success or achievement in competition gives rise to positive emotions and vice versa. This study neurophysiologically proved that performance outcomes during a competition directly influence players' emotion and brain waves.

Key words: Virtual Bowling Game, EEG, EEG Hemispheric Asymmetry, VAS, Emotion

요 약

본 연구의 목적은 가상현실 볼링이 정서에 미치는 영향을 연구하기 위함이다. 본 실험에 참여한 16명의 피험자는 볼링 경력 3년, 나이는 26-35세, 평균나이 29.6세의 볼러들로 구성하였다. 피험자들이 볼링을 다섯 게임 하는 동안 전두엽의 뇌파를 측정하였으며, 게임이 끝난 후 곧바로 시각상사척도를 사용해 게임 후의 정서를 측정하였다. 뇌파 측정부위는 전전두엽, 전두엽, 외측 전두엽이었다. 자료 분석은 전두엽의 알파파에 대해 일원분산분석을 실시하였다. 종속변수는 알파파워 값이다. 연구결과 스트라이크를 쳤을 때는 시각사상척도 값이 스페어나 스페어 처리를 처리했을 때보다 높게 나타났다. 또한 스페어를 처리했을 때는 스페어 미스보다 시각사상척도 값이 높게 나타났다. 대뇌 반구

† 교신저자 : 김진구 (경북대학교 체육교육과)
E-mail : jigkim@knu.ac.kr
TEL : 053-950-7460
FAX : 053-955-4235

비대칭 점수와 관련해선 다음과 같은 결과를 얻었다. 좌측 전두엽의 알파파는 스트라이크와 스페어를 처리했을 때 활성화되는 것으로 나타났다. 한편 스페어 미스를 했을 때는 우측 전두엽의 알파파가 활성화되었다. 결론적으로 이 연구는 경쟁에서 성취 또는 성공을 했을 때 긍정적인 정서가 나타나고, 반대로 실패했을 경우에는 부정적인 정서가 나타난다는 것을 보여주었다. 또한 이 연구는 경기 중에 발생하는 수행의 결과가 선수의 정서에 직접적으로 영향을 미친다는 것을 신경생리학적으로 입증해 주었다.

주제어: 가상볼링 게임, 뇌파, 뇌파 대뇌반구 비대칭, 시각적 사상척도, 감성

1. 서론

스포츠 활동은 긍정적 정서(감성)을 향상시키고, 일상적인 생활에서 스트레스와 불안을 해소시키는데 도움을 준다(Berger, Pargman, & Weinberg, 2002; Landers & Arent, 2001; Friesen et al., 2013; Stenseng, Forest, & Curran, 2015). 하지만 스포츠 참여가 무조건 긍정적인 정서와 심리적 행복감을 가져다준다는 주장에 대해선 의문이 생긴다. 왜냐하면 스포츠는 승패가 있기 때문에 경쟁에서 패했을 경우 스포츠 참여가 오히려 부정적인 감성을 유발할 가능성이 있다. 예를 들면, Wilson과 Kerr(1999)가 네덜란드 남자 럭비 선수들을 대상으로 2번의 홈경기와 2번의 어웨이 경기를 실시한 후 정서변화를 측정한 결과, 스포츠에서 승리와 패배 경험은 선수들의 정서에 서로 다른 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 승리 시에는 즐거움과 같은 긍정적 정서가 향상되고 스트레스 수준이 감소하였지만, 패배 시에는 불쾌감과 같은 부정적 정서가 증가하는 것으로 나타났다.

한편 승패는 직접적으로 스포츠에 참가한 선수 외에 스포츠 경기를 간접적으로 경험하는 팬들의 감성에도 영향을 미친다. 예를 들어, Kerr 등(2005)이 333명의 축구팬들을 대상으로 각자 응원하는 팀을 응원하도록 하고 경기가 끝난 후 정서를 측정한 결과, 자기가 응원하는 팀이 패배한 팬들은 승리한 팀의 팬들보다 불쾌함, 지루함, 분노, 침울함, 창피함 그리고 억울함과 같은 부정적 정서가 더 높게 나타났고, 즐거움, 심리적 이완과 같은 긍정적 정서는 낮게 나타났다(Friesen et al., 2013). 이처럼 스포츠 활동의 결과는 선수와 팬의 감성에 부정 또는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

지금까지 많은 학자들이 스포츠 및 운동 정서에 관심을 가지고 연구를 해왔지만 대부분의 선행연구는 설문지를 사용해 스포츠 정서를 연구하였다. 하지만 정서를 연구할 때 설문지와 같은 자기보고식 방법을 사용하면 의식된 정서만을 연구할 가능성이 높다 것이 학자들의 공통된 의견이다(Lee, 2000). 따라서 보다 객관적이고 심층적인 정서를 연구하기 위해선 의식되지 않은 정서를 측정하는 것이 무엇보다도 중요하다. 의식되지 않는 정서는 전두엽 대뇌반구 비대칭을 통해 연구할 수 있다(Hur & Lee, 2016).

EEG 전두엽 대뇌반구 비대칭 차이지표(Electroencephalogram Frontal Hemispheric Asymmetry Score: FAS)는 정서(감성)와 깊은 관련이 있다. 특히 FAS 값이 양(+)인 경우(우측 전두엽 보다 좌측 전두엽의 활성도가 높은 경우)에는 긍정적 정서를 나타내고 음(-)인 경우(좌측 전두엽 보다 우측 전두엽의 활성도가 높은 경우)에는 부정적 정서를 나타낸다. 이것을 다시 접근 동기체계와 철회 동기체계로 설명하기도 하는데(Davidson, 1998), 좌측 전두엽의 활성화는 긍정적 정서를 촉진하는 접근 동기체계와 관련이 있고, 우측 전두엽의 활성화는 부정적 정서를 촉진하는 철회 동기체계와 관련이 있다. Grimshaw와 Carmel(2015), Davidson(2003), Coan과 Allen(2004) 등은 우측 전두엽에 비해 좌측 전두엽이 정서 자극에 더 긍정적인 정서반응을 보인다고 보고해 접근과 회피체계 정서를 설명하였다.

Waldstein 등(2000)은 피험자가 행복 그리고 분노 유발 영상을 시청하는 동안 뇌파를 측정한 결과, 행복과 관련된 영상을 시청하는 동안에는 왼쪽 전두엽이 활성화 되었고, 분노와 관련된 영상을 시청하는 동안에는 우측 전두엽이 활성화 되었다. 한편 Kim (2005)이 설문지 및 대뇌 반구 비대칭을 이용해 스포츠 승패 시 정서반응 변화를 연구한 결과, 승리는 기

쁨, 행복감, 활력과 같은 긍정적인 정서와 함께 전두 영역 좌측 대뇌반구의 알파파 활성도를 증가시켰다. 반대로 패배는 슬픔, 피로, 우울과 같은 부정적인 정서와 우측 전두 대뇌 반구의 알파파 활성도를 높이는 것으로 나타났다.

하지만 대뇌반구 비대칭을 이용한 스포츠와 정서 관련 연구는 드물며, 기존에 수행된 연구도 대부분 경기 전, 후의 대뇌반구 비대칭을 측정하였다. 이와 같은 경기 전, 후의 비대칭 연구는 경기 중에 선수가 겪는 정서 변화에 대한 정보를 얻을 수 없다는 단점이 있다. 실제로 스포츠 활동 중에 일어나는 정서 변화가 수행에 직접적인 영향을 미치기 때문에(Godin, 1994: Berger, Pargman & Weinberg, 2003), 경기 중에 일어나는 정서변화 측정하면 정서가 선수의 경기력에 어떠한 영향을 미치는지를 이해하는 데 도움이 될 것으로 여겨진다. 따라서 본 연구는 실제 운동 상황에서 뇌파를 측정할 수 없기 때문에 선수가 가상현실로 볼링을 치는 동안 대뇌반구 비대칭을 분석하여 운동 중의 정서변화를 연구하고자 한다. 가상현실 볼링은 컴퓨터에서 선수가 마치 실제 상황과 상호작용하는 것처럼 만든 컴퓨터 인터페이스이다(Azuma, 1997). 가상현실 스포츠 게임은 일부 신체움직임을 제한받는 것을 제외하고는 실제로 운동을 하는 것과 매우 유사한 감각, 지각 인지를 사용한다(Wang, 2012). 가상현실 볼링을 수행하는 사람의 인지적 작용이 실제 볼링을 칠 때와 유사하게 작용 및 처리되기 때문에 가상현실을 실행할 때 대뇌 반구 비대칭을 연구하면 실제 볼링을 칠 때 나타나는 정서의 변화를 이해하는 데 도움이 될 것으로 기대해 본다. 따라서 본 연구의 목적은 EEG 대뇌 반구 비대칭을 이용하여 실시간 사이버볼링이 정서에 미치는 영향을 뇌 과학적으로 연구하기 위함이다.

2. 연구방법

2.1. 피험자

본 연구에 참여한 피험자는 Y볼링장에서 활동 중이며, 3년 이상의 경력을 가진 16명(남 = 13명, 여 = 3명)을 대상으로 실험을 실시하였다. 이들은 26-35세이며 평균연령은 29.6세(SD = ±2.78년)였다. 본 연구에서는 볼링 스트라이크, 스페어, 스페어미스 시 정서반응을 측정하기 위해 단일집단 설계(one group design)를 채택하고, 부분 에타 제곱 값(효과의 크기 계수)을 표시하였다. 피험자들은 신경질환, 뇌 질환 병력이 없으며, 이전에 뇌 생리학적 실험에 참여해 본 경험이 없었다. 그리고 모두 오른손잡이 동호인들로 구성된 자원 참여자들이다. 이 연구는 대학윤리위원회부부터 허가를 받아 실험을 실시하였다.

2.2. 기구 및 과제

본 연구에는 WEEG-32채널(Model: LXE3232-RF, Laxtha Inc)과 QEEG-8채널(Model: LXE5208-RF, Laxtha Inc)을 동시에 사용하였다. 또한 정서 변화를 측정하기 위해 시각적 상사 척도(Visual Analogue Scale: VAS)를 이용하였다. VAS는 심리반응을 측정하는 설문지 척도이며, 직접적으로 측정하기 어려운 주관적인 태도나 특성을 평가하기 위해 사용되는 척도이다. 이 척도는 심리요인에 대해 2개의 끝점을 가진 선 위에 0부터 10까지 숫자를 나열한 후 본인의 기분을 직접 기입하는 방식으로 숫자가 낮을수록 부정적 정서를 나타내고 반대로 숫자가 높을수록 긍정적 정서를 나타낸다(0-2 매우 나쁨, 2-4 나쁨, 4-6 보통, 6-8 기쁨, 8-10 매우 기쁨). VAS는 일반적인 설문지 형태보다 빠른 시간 내에 정서를 간단하게 측정할 수 있어 동일 피험자를 대상으로 단시간에 여러 번 측정이 필요한 경우에 사용된다(Rietschel et al., 2011). 본 연구에서는 피험자가 볼링을 한 프레임 수행한 후 즉시 자신의 기분에 맞는 위치를 표시해 과제 수행 중 계속된 정서의 변화를 측정하였다. 과제는 실제 볼링투구와 유사한 닌텐도 wii(Model: RVL-001(KOR), Nintendo Inc) 볼링게임을 수행하는 것이었다.

2.3. 실험절차

피험자가 실험실에 도착하면 본 연구의 취지와 과제에 대해 설명을 충분히 하고 참여 동의서를 받았다. 이후 약 10분간 닌텐도 will 사용법을 익히게 하였다. 사용법을 익힌 후 피험자를 의자에 앉히고 뇌파측정을 위해 파형 오염의 원인이 될 수 있는 금속물질과 전자기기를 신체로부터 제거한 다음 국제

10-20 전극배치법(Jasper, 1958)에 근거를 둔 EM1 모자를 씌우고 관심영역인 Fp1(좌측 전전두엽) Fp2(우측 전전두엽) F3(좌측 전두엽), F4(우측 전두엽), F7(좌측 외측전두엽) 그리고 F8(우측 외측전두엽)에 Ag-AgCl 젤을 삽입하였다. 참조전극(reference electrode)은 귓불, 그라운드 전극은 Fpz 영역인 전두엽과 이마 사이에 부착하여 뇌파를 수집하였다. 모든 전극의 저항은 5㏀이하로 하였으며, 샘플링(sampling rate)은 256㎐로 하였다. 피험자들이 안정되고 환경에 익숙해졌다고 판단 될 때 편안한 상태에서 눈을 감고 2분, 눈을 뜬 상태에서 2분씩 각 2회 기저선 측정을 하였다. 스트라이크, 스페어, 스페어 미스를 구분하기 위해 동조신호를 연결하였으며, 정상분포 변환을 위해 파워 값은 자연로그 값으로 전환시켰다. EEG측정 준비가 완료 되면 실제 볼링 평균 점수가 비슷한 피험자 2명씩 선발하여 경쟁 상황을 만들어 주었다. 나란히 앉은 2명의 피험자는 전방 2m에 설치된 대형 스크린에 볼링 장면이 나타나면 오른손으로 닌텐도를 조작(볼링)하면서 볼링 게임을 수행하였다. 피험자에게 1프레임의 투구 연습 기회를 제공한 후, 볼링게임을 5게임 수행하도록 하고, 매 프레임 투구가 끝날 때 마다 시각적 상사 척도 설문지(VAS)에 자신의 현재 기분상태에 맞는 위치에 표시했다. 뇌파는 닌텐도 볼링을 수행할 때 데이터를 수집하였다. 과제를 수행하는데 소요되는 시간은 개인차가 있지만 약 60분이 소요되었다.

2.4. EEG 수집 및 분석

측정된 뇌파신호는 매 수행 조건마다(스트라이크, 스페어, 미스) encoding 동안 수집된 뇌파를 분석하였다. 총 5게임을 수행하는 동안 조건에 따른 동조 신호부터 2초간의 뇌파가 epoch 되었다. 각각의 epoch에서 100㎶가 넘는 전위는 분석에서 제외 하였다. 뇌파 데이터 분석은 MATLAB(ver. 7.7) 기반 뇌파분석 프로그램을 이용하였다. 측정된 뇌파전위는 0.1-50Hz (96db/octave) band-pass filter를 하였다. 각 epoch에서 ±75㎶ 이상 되는 전위는 제거하였다. artifact에 의해 오염된 조건을 제거하려면 각 epoch를 눈으로 확인하는 수동적 검사를 실시하였다. 좌 · 우뇌 비대칭 분석을 위해 1초 단위 epoch된 EEG 데이터들 중 Alpha (8~13㎐) 주파수대를 FFT(sampling 1024) 분석을 하였다. 윈도우는 256으로 설정하고 60% 오버랩핑 시켰다. 대역필터 0.1 Hz - 30 Hz를 Hamming 윈도우 디지털 파형에 적용시켰다. 이 과정을 통해 최종 단계에서 각각의 영역에 대해 하나의 log alpha power density의 지표를 산출하였다. EEG 비대칭의 측정값은 우측반구의 log alpha power density(log R)와 좌측반구의 log alpha power density(log L)의 차이지표(log R-log L)에 의해 계산되었다(Chung & Yoon, 2001). Alpha power는 활성화와 반비례 관계를 갖기 때문에 이 차이지표(log R-log L)에서 상대적으로 높아진 좌, 우뇌 비대칭 값(log R-log L)은 좌반구 활성화를 나타내고, 상대적으로 낮아진 좌, 우뇌 비대칭 값(log R-log L)은 우반구 활성화를 나타낸다.

2.5. 통계처리

참여자의 긍정적 정서와 부정적 정서의 대뇌 반구 비대칭의 차이지표를 분석하기 위해 전두엽의 영역별 알파 차이지표 값에 대해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 전두엽 전체영역 차이지표를 분석하기 위해 우측전두영역(Fp2, F4, F8)과 좌측전두영역(Fp1, F3, F7)의 알파파 차이지표 평균값에 대해 일원분산분석을 실시하였다. 종속변수는 대뇌반구 비대칭의 알파파이며, 통계적 유의수준은 .05로 하였다. 모든 통계는 SPSS 18.0을 사용하였다. 사후검증은 Bonferroni 방법을 실시하였다. 구형성 검정이 기각되어 Greenhouse-Geisser의 epsilon을 이용하여 교정한 확률을 산출하였다.

3. 결과

3.1. 시각적 사상 척도 설문지(VAS)

VAS를 분석한 결과 수행 조건 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F(2, 30)=57.847$, $p<.001$, $np^2 = .794$). 사후 검증 결과, 스트라이크 조건과 스페어 조건($p<.001$), 스트라이크 조건과 스페어 미스 조건($p<.001$),스페어 조건과 스페어 미스 조건($p<.001$)에서 각각 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Fig. 1).

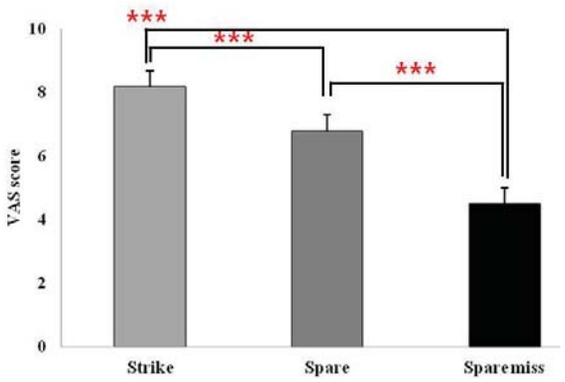

Fig. 1. The changes of VAS scores across the three conditions (***p<.001)

3.2. EEG 대뇌반구 비대칭 차이지표

3.2.1. 전전두엽(Fp2-Fp1)

전전두 영역(Fp2-Fp1)의 알파 차이지표(log R-log L)를 분석한 결과, 조건 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다(F(2, 30)=1.039, p>.05, η_p^2 = .065).

3.2.2. 전두엽(F4-F3)

전두 영역(F4-F3)의 알파 차이지표를 분석한 결과, 수행 조건 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(F(2, 30)=6.550, p<.01, η_p^2 = .304). 사후 검증 결과, 스트라이크 조건이 스페어 미스 조건에 비해 차이지표 값이 높게 나타났으며(p<.05),스페어 조건 또한 스페어 미스 조건에 비해 차이지표 값이 높게 나타났다(p<.05). 그러나 스트라이크 조건과 스페어 조건 사이(p>.05)에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Fig. 2).

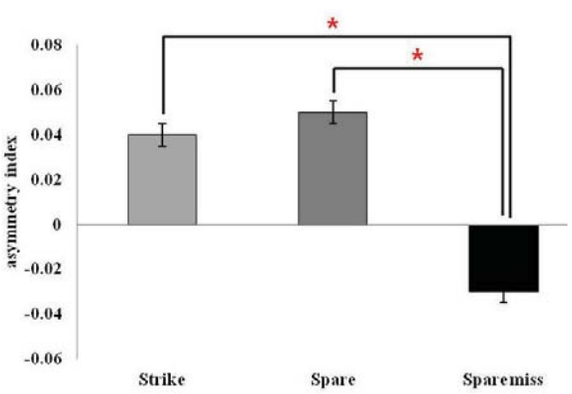

Fig. 2. The changes of asymmetry index at the F3 and F4 across the three conditions (*p<.05)

3.2.3. 외측전두엽(F8-F7)

외측전두 영역(F8-F7)의 알파 차이지표를 분석 한 결과, 수행 조건 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다(F(2, 30)=4.548, p>.05, η_p^2 = .233).

3.2.4. 전두엽 전체

전체 전두 영역(Fp2, F4, F8-Fp1, F3, F7)의 알파 차이지표를 분석한 결과, 수행 조건 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(F(2, 94)=8.044, p<.01, η_p^2= .146). 사후 검증 결과, 스트라이크 조건이 스페어 미스 조건에 비해 차이지표 값이 높게 나타났으며(p<.05)스페어 조건 또한 스페어 미스 조건에 비해 차이지표 값이 높게 나타났다(p<.05).그러나 스트라이크 조건과 스페어 조건 사이(p>.05)에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Fig. 3).

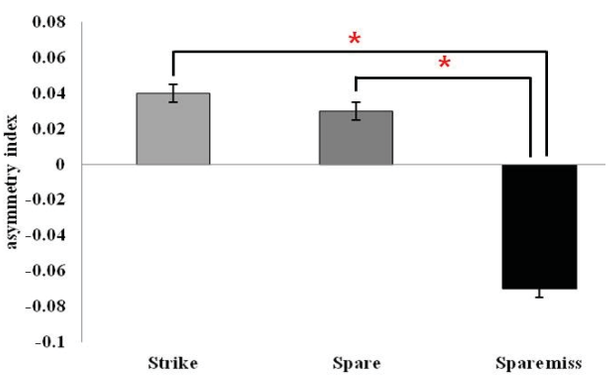

Fig. 3. The changes of asymmetry index in the frontal lobes (*p<.05)

3.3. 전두엽 알파파 파워 값 변화

3.3.1. 전전두엽(Fp1-Fp2)

좌측 전전두 영역(Fp1)의 알파 파워 값을 분석한 결과, 수행 조건 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(F(2, 30)=.481, p>.05, η_p^2 = .031). 그리고 우측 전전두 영역(Fp2)의 알파 파워 값에 유의한 차이가 나타나지 않았다(F(2, 30)=.481, p>.05, η_p^2 = .060).

3.3.2. 전두엽(F3-F4)

좌측 전두 영역(F3)의 알파 파워 값을 분석한 결과, 수행 조건 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(F(2, 30)=.949, p>.05, η_p^2 = .059). 그리고 우측

전두 영역(F4)에도 유의한 차이가 나타나지 않았다 ($F(2, 30)=1.040$, $p>.05$, $\eta_p^2 = .065$).

3.3.3. 외측전두엽(F7-F8)

좌측 외측전두 영역(F7)의 알파 파워 값을 분석 한 결과, 수행 조건 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($F(2, 30)=.874$, $p>.05$, $\eta_p^2 = .055$). 그리고 우측 외측전두 영역(F8)에서도 아무런 차이가 나타나지 않았다($F(2, 30)=1.128$, $p>.05$, $\eta_p^2 = .070$).

3.3.4. 전두엽 전체

좌측 전체 전두 영역(Fp1, F3, F7)의 알파 파워 값을 분석 한 결과, 수행 조건 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($F(2, 30)=.949$, $p>.05$, $\eta_p^2 = .041$). 그리고 우측 전두 영역(Fp2, F4, F8)에서도 수행 조건 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다($F(2, 30)=1.040$, $p>.05$, $\eta_p^2 = .060$).

4. 논의

4.1. 정서변화

본 연구에서는 가상현실 볼링 수행에 따른 정서를 VAS와 EEG 대뇌반구 비대칭 차이지표로 분석하였다. 연구결과 스트라이크가 스페어와 스페어 미스보다 VAS 값이 높게 나타났고, 스페어 또한 스페어 미스보다 VAS 값이 높게 나타났다. 이와 같은 VAS 값의 변화는 볼링 수행 결과에 따라 스포츠 참가자의 정서가 변한다는 것을 의미한다. 스트라이크와 스페어 처리 시 긍정적인 정서가 향상된 이유는 스포츠 활동 중 참여자의 수행 결과가 성공적이어서 즐거움과 같은 긍정적인 정서가 유발되었기 때문이라고 여겨진다. 스트라이크를 쳤을 때 정서가 긍정적으로 변했다는 의미는 긍정적인 정서가 성공적인 운동수행과 밀접한 연관이 있다는 것을 보여주며, 반대로 스페어 미스와 같은 실패 시 부정적 정서를 유발시킨다는 것을 보여준다. 본 연구의 결과는 과제 성공 시 즐거움과 같은 긍정적 정서가 증가되고 각성과 스트레스 수준이 감소하였지만 실패 시 불쾌감과 같은 부정적 정서가 증가하였다는 Wilson과 Kerr(1999)의 연구와 일치한다. 또한 Vlachopoulos, Biddle와 Fox(1997)도 스포츠 상황에서 성취목표에 도달 했을 때는 긍정적 정서가 증가하지만 성취목표에 도달하지 못 했을 때는 부정적 정서가 증가한다고 보고해 본 연구의 결과를 지지해준다. 본 연구는 경쟁적 스포츠에서 패배보다 승리 시에 긍정적 정서가 높게 나타난다는 것을 한번 더 입증해주었다.

4.2. 성공과 실패에 따른 대뇌반구 비대칭 차이지표

볼링게임 중 수행결과에 따른 대뇌반구 비대칭을 분석한 결과 전두엽 영역에서만 수행결과 간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 전두엽 영역에서 스트라이크 및 스페어 처리가 스페어 미스보다 각각 유의하게 높은 대뇌반구 차이지표 점수가 나타났다. 그러나 스트라이크와 스페어 처리 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 수행결과 간에 비대칭 차이지표가 나타났다는 것은 스트라이크가 스페어 미스보다 상대적으로 좌측 전두엽의 알파파 활성화가 높아졌다는 것을 의미한다. 일반적으로 긍정적 정서를 경험할 때는 우측 전두엽에 비해 좌측 전두엽의 알파파가 활성화되고 부정적 정서를 경험할 때는 좌측 전두엽에 비해 우측 전두엽의 알파파가 더 활성화된다. 본 연구에서 스트라이크와 스페어 처리 간에 차이지표점수가 나타나지 않은 이유는 비록 1차 시도에서 실패를 했지만 2차 시행에서 성공적으로 스페어 처리를 했기 때문에 긍정적 정서가 유발되어 두 조건 간에 차이가 없는 것으로 여겨진다. 스트라이크와 스페어 처리는 목표 성취 또는 원하는 것을 획득 했다는 점에서 동일하다. 즉 스트라이크와 스페어 처리는 동일한 성취경험으로 여겨져 긍정적 정서가 나타났을 것으로 판단된다.

또한 본 연구의 결과는 행동을 촉진하는 접근 동기체계로 설명할 수 있다(Ratey, 2001). 예를 들어, 스트라이크와 스페어 처리는 성공적인 수행이기 때문에 과제로의 접근 동기체계가 적용되었고 스페어 미스는 실패로 인한 부정적 감정을 경험하기 때문에 철회 동기체계가 적용되었다고 볼 수 있다. 일반적으로 정서 연구는 전두엽 활성화와 접근 동기간에 밀접한 관련이 있다는 것을 보여주는데(Davidson, 1998; Harmon-Jones, 2003; Kim, Jang, Lee, & Lee, 2005; Sutton & Davidson, 1997), 본 연구에서도 스트라이크와 스페어 처리 시 좌측 전두엽이 활성화되어 접근 동기체계를

작동하고 있다는 것을 보여준다. 또한 스페어 미스 시 우측 전두엽이 활성화되어 철회 동기체계(부정적 정서)가 작동하고 있음을 보여준다. Davidson(1998)의 연구에서도 긍정적인 정서가 유발되면 좌측 전두엽이 활성화되어 접근 동기체계가 작동한다고 주장해 본 연구의 결과를 지지해 준다. 한편 Sutton과 Davidson (1998)의 연구도 좌측 전두엽의 활성화는 행동접근체계와 정적인 상관을 가지고, 우측 전두엽의 활성화는 행동억제체계와 정적인 상관이 있다고 보고하였다. 또한 좌측 전두엽의 활성화는 계획된 목표를 향해 나아가고 있을 때 느끼는 긍정적 정서를 촉진하는 접근 동기체계와 관련이 있으며, 우측 전두엽의 활성화는 부정적 정서를 촉진하는 철회 동기체계와 관련이 있다고 보고한 Harmon-Jones(2003)의 연구결과와도 일치한다. 또한 전두엽 전체 영역(전전두, 전두엽, 외측 전두엽)의 알파파 비대칭 분석에서도 스트라이크와 스페어 처리 시 스페어 미스보다 높은 차이지표를 나타냈다. 이와 같이 전두엽 좌측영역이 활성화 된 것은 성공적 수행이 긍정적 정서를 유발시켰다는 것을 뇌생리학적으로 보여준 것이다.

5. 결론

본 연구의 결과를 종합해 보면, 성공을 경험했을 때는 긍정적 정서가 유발되었고, 실패했을 때에는 부정적 정서가 나타났다. 이러한 결과는 스포츠 참가자들이 만족스러운 수행을 했을 때에는 즐거움과 같은 긍정적 정서의 심리적 이익이 발생했다고 볼 수 있으며, 반대로 만족스럽지 못한 수행을 했을 때에는 실망감과 슬픔을 야기하는 부정적인 기분상태를 유발시켰다고 볼 수 있다. 그러므로 본 연구의 결과는 스포츠 경기 중 수행 결과가 참가자의 정서에 직접적으로 영향을 주고 있다는 것을 뇌 생리학적으로 밝혀주었다. 본 연구의 유의한 발견은 가상현실 볼링이 실제 볼링과 마찬가지로 정서변화를 일으킨다는 것을 EEG 대뇌반구 비대칭을 통해 밝혀주었다는 것이다. 또한 EEG 대뇌반구 비대칭은 성공과 실패에 따라 스포츠 참가자의 정서변화에 나타난다는 것을 객관적으로 보여 주었다. 본 연구의 또 다른 의의는 실제 스포츠 상황에서 EEG를 측정할 수 없기 때문에 가상현실을 이용해 실제 스포츠 상황의 정서변화를 간접적으로 유추해 보았다는 것이다. 가상현실을 통해 실제상황을 유추한 결과, 스포츠 활동 중 발생하는 참가자의 정서변화는 수행에 직접적으로 영향을 미치며, 가상현실 볼링이 실제 볼링과 마찬가지로 정서변화를 일으킨다고 결론 내릴 수 있다. 본 연구에서는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 실제 스포츠가 아닌 스포츠 가상 체감형 콘텐츠를 이용하여 성공과 실패에 따른 정서변화 연구했다는 것이다. 둘째, 가상 체감형 콘텐츠의 게임 난이도 차이로 인해 사용자가 얻을 수 있는 성취감 및 게임 몰입도가 실제 게임 수행 시 보다 낮았을 수도 있다는 것이다. 셋째, 뇌파 측정 시 노이즈 유입을 막기 위해 과제 수행 동작외의 움직임을 자제 시켜 역동적인 스포츠 상황을 만들지 못했다는 점이다. 넷째, 정적인 자세에서 측정된 뇌파신호보다 노이즈 유입이 쉬운 상황에서 뇌파 측정을 실시한 점이다. 마지막으로 VAS와 심리적 변인들 간에 아무런 상관성이 없으며, 이러한 이유는 연구대상자들의 수가 모집단을 대변하기에 충분하지 않았기 때문일 가능성이 있다. 또한 뇌파 측정 및 분석과정에 따라 좌, 우뇌 비대칭성과 VAS지표간의 관계의 유의성이 결정 될 가능성이 있다. 추후 연구는 이러한 제한점을 극복하여 실제 경기 중의 정서변화를 연구할 필요가 있다고 사료된다.

REFERENCES

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4)*, 355-385.

Berger, B. G., Pargman, D., & Weinberg, R. S. (2002). *Foundations of exercise psychology*. Fitness Information Technology, Inc..

Berger, B. G., Pargman, D., & Weinberg, R. S. (2003). Foundations of Exercise Psychology. *Sport Psychologist, 17*, 244-245.

Chung, B. K. & Yoon, B. S. (2001). Frontal brain alpha asymmetry and affective style. *Korea Journal of Biological and Physiological Psychology, 13(1)*, 71-81.

Coan, J. A. & Allen, J. J. (2004). Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. *Biological Psychology, 67(1)*, 7-50.

Davidson, R. J. (1998). Affective style and affective disorders: Perspectives from affective neuroscience. *Cognition & Emotion, 12(3)*, 307-330.

Davidson, R. J. (2003). Affective neuroscience and psychophysiology: toward a synthesis. *Psychophysiology, 40(5)*, 655-665.

Friesen, A. P., Lane, A. M., Devonport, T. J., Sellars, C. N., Stanley, D. N., & Beedie, C. J. (2013). Emotion in sport: considering interpersonal regulation strategies. *International Review of Sport and Exercise Psychology, 6(1)*, 139-154.

Godin, G. (1994). *Social-cognitive models*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

Grimshaw, G. M. & Carmel, D. (2015). An asymmetric inhibition model of hemispheric differences in emotional processing. *Lateralization and Cognitive Systems*, 308.

Harmon-Jones, E. (2003). Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity. *Psychophysiology, 40(6)*, 838-848.

Hur, M. R. & Lee, A. R. (2016). Study on the relationship between EEG of Brain Laterality and personality traits. *Science of Emotion & Sensibility, 19(1)*, 83-94.

Jasper, H. H. (1958). The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 10*, 371-375.

Kerr, J. H., Wilson, G. V., Nakamura, I., & Sudo, Y. (2005). Emotional dynamics of soccer fans at winning and losing games. *Personality and Individual Differences, 38(8)*, 1855-1866.

Kim, S. W. (2005). The effect of winning and losing on mood state and brainwave activity in recreational competitive sports. *The Korea Journal of Physical Education, 44(5)*, 241-253.

Kim, W. S., Jang, E. H., Lee, J. H., & Lee, S. T. (2005). Asymmetric activation in the prefrontal cortex and heart rate variability by sound-induced affects. *Science of Emotion & Sensibility, 8(1)*, 47-54.

Landers, D. M. & Arent, S. M. (2001). Physical activity and mental health. *Handbook of Sport Psychology, 2*, 740-765.

Lee, S. J. (2000). Measurement Methods of Emotion. *Korea Journal of Social and Personality Psychology, 14(2)*, 43-62.

Ratey, J. J. (2001). *A user's guide to the brain: Perception, attention, and the four theatres of the brain*. New York: Vintage Books.

Rietschel, J. C., Goodman, R. N., King, B. R., Lo, L. C., Contreras-Vidal, J. L., & Hatfield, B. D. (2011). Cerebral cortical dynamics and the quality of motor behavior during social evaluative challenge. *Psychophysiology, 48(4)*, 479-487.

Stenseng, F., Forest, J., & Curran, T. (2015). Positive Emotions in Recreational Sport Activities: The Role of Passion and Belongingness. *Journal of Happiness Studies, 16(5)*, 1117-1129.

Sutton, S. K. & Davidson, R. J. (1997). Prefrontal brain asymmetry: A biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems. *Psychological Science, 8(3)*, 204-210.

Vlachopoulos, S., Biddle, S., & Fox, K. (1997). Determinants of emotion in children's physical activity: A test of goal perspectives and attribution theories. *Pediatric Exercise Science, 9*, 65-79.

Waldstein, S. R., Kop, W. J., Schmidt, L. A., Haufler, A. J., Krantz, D. S., & Fox, N. A. (2000). Frontal electrocortical and cardiovascular reactivity during happiness and anger. *Biological Psychology, 55(1)*, 3-23.

Wang, J. (2012). Research on application of virtual reality technology in competitive sports. *Procedia Engineering, 29*, 3659-3662.

Wilson, G. V. & Kerr, J. H. (1999). Affective responses to success and failure:: a study of winning and losing in competitive rugby. *Personality and Individual Differences, 27(1)*, 85-99.

원고접수: 2016.05.25
수정접수: 2016.07.22
게재확정: 2016.11.09

ⓒ 2017 (by) the authors. This open access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited.