



Original Article

A QE Study on Golf Putting

Seok-hyun Song and Dong-Wook Han*

Jeonbuk National University

Article Info

Received 2022.10.28.

Revised 2022.11.25.

Accepted 2022.12.22.

Correspondence*

Dong-Wook Han

handw@jnbnu.edu

Key Words

Quiet Eye,
Golf putting,
Alpha power,
Visual-occlusion

이 논문은 2021년 국립대학 육성사업의 지원을 받아 수행되었음.

PURPOSE The quiet eye (QE) is defined as the final fixation time that is a specific target prior to initiating movement. This study aimed to identify the cause of QE in golf putting and to present an efficient practice method for improving putting skills. **METHODS** Thirty participants were randomly assigned to one of three groups. Each group practiced golf putting in different ways for two days. **RESULTS** The QE group showed a significant difference in putting scores, which was higher than that of the control group. The visual-occlusion group showed no difference compared to the other groups in terms of putting scores. The QE group showed a significant difference in terms of QE in the retention and competition tests compared to the pretest. The control group tended to have a slightly longer QE in competition tests compared to the pretest. The visual-occlusion group showed no statistically significant difference in QE based on the period. All three groups had significantly longer swing times over the selected period. There was no significant difference in terms of the alpha power of the occipital lobe based on group and period. **CONCLUSIONS** The position of the visual-occlusion group became stable. However, the QE did not lengthen. The QE group had a longer QE. Furthermore, the control group that practiced with their eyes open tended to have longer QE. Therefore, QE may be related to visual-based cognitive processing rather than postural-kinematics. Finally, this study proved that QE practice is a more efficient method for novices in golf putting.

서론

골프에서 퍼팅은 대부분의 마지막 샷으로 전체에서 약 43%를 차지하기 때문에 매우 중요한 기술이다(Pelz & Frank, 2000). 골프 퍼팅은 시각과 고유 감각을 이용한 고도의 집중을 통해 성공된 수행을 할 수 있다.

인간은 운동을 할 때 눈의 시선이 이동한 후에 동작을 한다(Land, 2009). 그렇기 때문에 운동제어 연구에서 시각탐색은 매우 중요하게 여겨진다. 일반적으로 인간은 시각을 통해 대부분의 정보를 받아들인다. 그러나 시각으로 받아들인 모든 정보를 뇌에서 동시에 처리할 수 없다. 그래서 인간은 선택적 주의의 과정을 통해 일정 영역을 바라보게 된다(Abernethy, 1993; Davids et al., 2005).

시각탐색은 스포츠의 기술 수준과 매우 중요한 관계가 있다(Klostermann, 2019; Vickers, 2007). 시각 탐색과 관련된 대표적인 변인 중 하나가 Quiet Eye(이하 QE)이다. QE는 움직임 이전

에 나타나는 중요 단서에 시각 각 3° 이내 0.1 초 이상의 시선고정시간이다(Vickers, 1996a). 숙련자는 대부분 초보자보다 긴 QE를 나타낸다. 그래서 QE는 운동 수행에 있어 기술 수준을 나타내는 중요한 변인이다. 대표적으로 당구(Williams et al., 2002), 클레이 사격(Causser et al., 2010), 농구 자유투(Klostermann, 2019) 등 자기 조절 과제 연구를 통해 숙련자가 초보자보다 긴 QE가 나타나는 특성을 규명했다.

골프 숙련자는 평균적으로 공 뒤에 약 2~3초 정도 QE 시간을 가지는 것으로 나타났다(Vickers, 1992). 그러나 초보 골퍼는 QE가 나타나지 않거나 숙련자보다 짧은 QE를 나타냈다. 그 외에도 대학 선수 수준의 골퍼는 성공한 수행의 QE가 실패한 수행의 QE보다 길게 나타났다(Wilson & Percy, 2009). 이와 같은 맥락으로 대학 선수 아이스하키 골 텐더들도 QE가 일찍 발생하였을 때, 퍽을 막을 확률이 22%에서 44%로 증가하였다. 또한 QE가 없어진 시점을 비교하였을 때에도 늦게 없어졌을 때, 퍽을 막을 확률이 11%에서 37%로 증가하였다(Panchuk et al., 2017). 이처럼 QE는 수행직전과 수행 중에 나타나는 시선고정으로 인하여 수행력이 향상된다는 시각적 가설(Visual hypothesis)에 근거하여 많은 연구가 진행되었다(Vickers, 2012; Vine et al., 2017; Williams et al., 2002).

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

한편, QE는 시각과 관련된 변인이 아니라는 주장이 있다. 일반적인 상황에서 더 긴 시선고정시간은 정보처리가 어려운 상황에서 일어나며 정보를 처리하는 데 있어서 덜 효율적이다. 그렇기 때문에 QE는 '효율성의 역설(efficiency paradox)'로 말할 수 있다(Foulsham, 2016). 예를 들어, 인간은 책을 읽을 때 어려운 단어나 문장이 나오면 그곳에 더 오래 집중하고 시선을 고정한다. 그러나 운동을 할 때 숙련자가 초보자보다 쉽게 느껴야 할 과제에서 긴 QE를 나타내는 것은 이에 대한 모순으로 볼 수 있다(Gallicchio & Ring, 2020).

Gallicchio & Ring(2020)은 숙련자는 퍼팅 수행이 시작되기 전과 수행 중의 자세가 안정적이기 때문에 긴 QE가 생긴다는 자세-운동학 가설(Postural-kinematic hypothesis)을 주장하였다. 이를 골프 퍼팅에서 운동학적 메커니즘으로 설명하자면, 숙련자는 느리고 안정적인 스윙을 하여 충격 속도와 각도를 최적화하여 퍼팅 정확도를 높인다. 이 때, 숙련자는 머리와 눈을 가만히 유지할 가능성이 더 높아지면서 긴 QE가 나타날 수 있다는 것이다(Gallicchio & Ring, 2020). 그러므로 골프 퍼팅을 할 때 퍼터의 헤드가 천천히 움직이고 덜 흔들리게 수행한다면 효과적인 퍼팅을 할 수 있다(Harrison, 2009; McLaughlin et al., 2008; Richardson et al., 2012).

골프와 같은 자기조절 과제는 시각뿐만 아니라 고유 감각정보를 이용하는 운동이기 때문에 자세조절에 주의를 두는 것도 중요하다(Cordo & Flanders, 1990). 이러한 고유 감각체계의 민감성과 효율성을 증가시킬 수 있는 연습 방법으로는 시각차단 훈련방법이 있다(Ha et al., 2009). 구체적으로 Ha et al.(2009)은 초보 여자 골퍼들을 대상으로 일반연습과 시각차단 훈련방법에 따른 골프 퍼팅 학습의 차이를 살펴본 결과, 눈을 뜨고 연습한 집단보다 시각차단을 한 집단의 학습효과가 높았다고 보고하였다.

앞서 언급했듯이 골프 퍼팅에서는 시각과 고유 감각이 모두 중요하다. 그러나 수행자는 시각과 자세에 대하여 선택적으로 주의하여 수행해야 한다. 그러므로 지도자는 수행자에게 우선적으로 고려해야 할 골프퍼팅 직전에 일어나는 QE가 발생할 때 자세 안정과 혹은 시각에 집중을 해야 하는지 구체적으로 제시해줄 필요가 있다. 그리고 QE는 시각적 가설에 의하면 QE훈련을 통해 증가할 수 있고 그에 따라 수행력도 효율적으로 증가한다는 많은 선행연구가 있다(An & Lee, 2020; Vine & Wilson, 2010) 그러나 자세-운동학 가설에 의한 QE증가 관련 연구는 아직까지 미비한 실정이다. 그러므로 본 연구는 자세-운동학 가설에 의하여 자세가 안정됨에 따라 QE도 증가할 것이라는 가설을 설정하고 분석하고자 하였다.

본 연구에서는 QE의 특성을 확인하기 위해서 대뇌의 후두엽의 알파파워를 측정하고자 하였다. 대뇌에서 후두엽은 시각각 능력과 직접적인 연관이 있다. 뇌의 적응은 동적 상호작용에 의존하고 뇌 내 네트워크의 빠른 변화를 요구한다(Jensen & Mazaheri, 2010). 뇌의 게이팅 억제 가설(Gating by inhibition)에 의하면 송신 영역에서 두 수신 영역중 하나로 정보가 어떻게 출력 되는지를 확인할 수 있다. 예를 들어, 어떠한 동작을 할 때(시각집중) 정보처리에 있어서 업무 관련 경로를 기능적으로 차단함(청각차단)으로써 뇌의 다른 영역이 활성화 된다(Bressler, 1995; Fries, 2005; Le Van Quyen et al., 2001). 이러한 억제는 알파 밴드의 진동 활성화에 의해 반영이 된다. 그러므로 알파 파워의 측정을 통해 그 대뇌의 주어진 영역의 처리 능력을 확인할 수 있다(Jensen & Mazaheri, 2010).

뇌파에서의 알파 활동은 인간이 깨어 있는 뇌에서 측정된 전기 생리학 신호 중 가장 강력한 신호이다(Pfurtscheller & Da Siliva,

1999). 알파 활동의 기능적 역할은 EEG를 통해 측정할 수 있다. 예를 들어, 선행연구에서는 더 짧은 기간 동안 기억해야 할 항목을 제시 받았던 작업 기억력 실험에서는 오히려 더 많은 기억의 과부하에 따라 오히려 알파파워가 강력해짐을 발견할 수 있었다(Jensen et al., 2002; Scheeringa et al., 2009; Tuladhar et al., 2007).

시각 영역에 대한 알파 활동은 운동과제 시 증가한다는 것이 입증되었다(Pfurtscheller, 1992). 또한 수행자가 왼쪽 또는 오른쪽 시각 반구에서 기억해야 할 시각적 자극을 제시하는 작업 기억 과제에서도 유사한 패턴이 관찰된 연구도 있다(Grimault et al., 2009; Sauseng et al., 2009; Van Der Werf et al., 2008). 이 외에도 시각과 청각의 교차 모델로 한 EEG연구에서는 시각과 관련된 후두엽의 알파파워는 피험자가 청각 자극에 집중했을 때 증가하였다(Fu et al., 2001). 이러한 연구들은 대뇌의 활성 영역에서 알파파워는 감소하는 반면, 비활성 영역에서는 알파파워가 증가한다는 것을 보여주었다.

이처럼 본 연구에서도 골프 퍼팅에서 후두엽의 알파파워 측정을 통해 QE에 대한 원인을 규명하고 골프 초보자에게 보다 빠른 퍼팅 학습을 위한 연습 방법을 제공하고자 한다. 더 나아가, 시각적 정보가 적극적으로 추출되고 처리되어야 정확하게 수행할 수 있는 훈련 방법인 시각적 가설(Vickers, 2012; Vine et al., 2017; Williams et al., 2002)과 운동 수행 시 안정적인 동작과 움직임을 최적화하고, 머리와 눈을 가만히 유지하게 되면 QE가 길어질 수 있다(Gallicchio & Ring, 2020; Janelle et al., 2000)는 자세-운동학 가설을 검증하는 가치 있는 연구를 진행하고자 하였다.

연구방법

연구대상자

연구대상자는 골프 퍼팅 경험과 연구의 목적 및 가설에 대한 사전 지식이 없는 대학생 30명으로 구성하였다. 집단은 QE집단, 시각차단 집단, 통제집단으로 각각 10명씩 무선할당 하였다. 연구자는 실험 참가 전에는 연구대상자의 신경학적 이상 유무를 확인하고 실험 방법 및 절차에 대하여 설명하였다. 실험 중, 연구대상자가 피로나 신체적 이상 등의 이유로 참여가 어렵다면 실험 중단이 가능하다는 것을 알렸다.

실험 도구

1. 안구 움직임 추적 장치

연구대상자의 안구 움직임을 측정하기 위해서 Dikablis Professional Eye Tracking System(Ergoneers, 독일)을 사용하였다. 이 안구 움직임 추적 장치는 실험자의 양안의 시선 움직임을 측정한다. 이 장비를 통해 동공의 수직과 수평적 움직임을 측정할 수 있으며 시선고정 시간이나 시선이동 유형 등에 대한 정보를 제공할 수 있다. 좌표 해상도(resolution)는 1920×1080(Full HD)이며, 40°-90°의 시각 범위까지 촬영이 가능하다. 본 연구에서는 연구대상자의 양안을 측정하며 샘플링 주파수는 60Hz로 안구 움직임 자료를 받았다. 측정된 영상 자료는 Ergoneers 사의 D-Lab(3.55) 프로그램을 이용하여 frame by frame 방법을 통하여 분석하였다.

2. 뇌파측정기(EEG)

연구대상자의 뇌파를 측정하기 위해서 QUICK-20 Dry EEG 헤드셋(Cognionics, 미국)을 사용하였다.

실험 과제 및 절차

본 실험의 과제는 한 번의 퍼팅으로 3m 거리에 있는 원(108mm) 안에 공을 넣는 퍼팅 과제이다. 모든 연구대상자는 신경학적 이상 유무를 파악하고 실험 참여에 대한 동의를 작성하였다. 연구대상자는 전반적인 실험 방법 및 절차에 대해서 설명하고 수집된 개인정보 결과 자료를 이 연구 외에는 사용하지 않을 것을 숙지시켰다. 이에 대한 설명이 끝나면 단계별 실험 절차는 다음과 같다.

1. 사전검사

연구대상자는 골프 퍼팅에 대한 기초지식을 배우기 위해 기본적인 퍼팅 자세와 원리에 대한 교육을 받았다. 교육이 끝나면 연구대상자는 퍼팅매트와 퍼팅에 대한 적응을 위해 2분 간 자율적인 퍼팅 연습을 하였다. 실험 참여를 위한 준비가 되었을 때 연구대상자는 안구 움직임 추적 장치를 착용 후, 보정 작업을 진행하였다. 보정이 끝나면 골프 퍼팅 자세를 취한 상태에서 홀과의 수직선상의 3m 거리(Vickers, 1992; Vine & Wilson, 2010)의 있는 약 10.8cm의 원이 표시된 부분에 공을 넣는 퍼팅을 30회 실시하였고, 모든 퍼팅 시행에 대하여 눈의 움직임과 퍼팅 점수를 기록하였다.

30회의 연습이 끝나면 휴식시간이 주어진 다음 뇌파측정기를 착용하였다. 뇌파 측정기를 착용한 후 뇌파의 신호를 확인하고 임피던스 값(500Ω 미만)에 대하여 확인 보정하였다. 그리고 시각과 관련된 후두엽의 알파파위를 확인하기 위해 1분 동안 수행자에게 앉아서 편안한 자세로 있게한 후 눈감고 1회와 눈을 뜬 상태로 1회 뇌파를 측정하였다. 측정이 끝나면 참가자는 뇌파측정기를 착용한 상태에서 이전과 동일한 퍼팅 과제를 30회 수행하였다.

연구대상자는 과도한 머리 움직임과 턱에 힘주기, 고의적인 눈 깜빡임 등 측정에 이상이 있을 수 있는 행동에 대해 제한되었다.

Table 1. Practice method of each group

Groups	Practice method
QE practice (only QE group)	<ul style="list-style-type: none"> Take a posture and keep eyes on the back of the ball. Fix Eyes at the goal point within three times. The last visual fixation stays behind the ball for about 2 seconds.
(Vine & Wilson, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> Don't look at the club head or shaft during the putting motion. After hitting the ball, it must remain vision fixated for 0.5 seconds.
Technical practice (all groups)	<ul style="list-style-type: none"> Don't move head while standing with legs as wide apart as hips. Maintain shoulder and arm relaxing. Keep the putter head square with the ball. Pendulum movement of the club head allows the ball to be hit.
(Kam et al., 2016)	<ul style="list-style-type: none"> Keep the head still After hitting the ball. The Visual-occlusion group swing with their eyes closed.

2. 습득단계

습득 단계에서는 모든 조건에서 동일하게 3m 거리에서 60회 시행을 1블럭(block)으로 2일 동안 총 3블럭(180회 연습)실시 하였다. QE집단은 퍼팅 준비 기간에 QE의 시작과 수행 전에 초점이 공의 위치에 일정 기간 유지되는 것을 강조(Vine & Wilson, 2010)하여 연습을 하였다. 시각차단 집단은 눈을 감은 상태에서 자세 조절에 집중하여 연습을 하였다. 그리고 통제집단은 동일한 시행 횟수에 의한 퍼팅연습을 하였다. 구체적인 연습방법은 <Table 1>과 같다.

3. 파지단계

연구대상자는 습득 단계 약 24시간 후, 얼마나 학습이 되었는지를 확인하고자 파지검사를 진행하였다. 사전검사와 같이 안구움직임 추적 장치를 착용 후, 보정이 끝나면 다음 3m 거리에서의 퍼팅 수행을 30회 시행하였다. 이후 뇌파측정기 착용을 한 후 30회의 퍼팅 수행을 실시하였다.

4. 경쟁단계

연구대상자는 경쟁단계에서 개인별 시험이 진행되었다. 연구대상자들의 수행점수는 시험 시 승부욕을 높이기 위해 공개하고 가장 우수한 성적을 낸 개인 2명은 소정의 상금을 줄 것이라는 정보를 제공하였다. 수행은 마찬가지로 안구움직임 추적 장치와 뇌파측정기를 착용 한 다음 3m의 거리에서 각각 30번씩 수행하였다.

자료 분석

1. 퍼팅 점수

퍼팅 수행 결과는 점수로 기록하였다. 점수는 수행자의 퍼팅을 한 후 공이 목표지점인 3m 거리 가운데 가장 작은 원(지름10.8cm)에 들어가면 5점, 그 다음 원(21.6cm)은 4점, 3점(32.4cm), 2점(43.2cm), 1점(54cm) 그 외는 0점으로 기록하였다.

2. QE(QE-pre + QE-post)

퍼팅을 하기 직전의 준비 구간에서 골프공을 향한 마지막 시선고정시간으로 최소 0.1초 이상의 시간과 시각 각 3° 이내로 정의하였다(Vickers, 2004). QE의 위치는 공의 위 혹은 공의 뒷부분으로 분석하였다. QE-pre는 퍼팅 스윙을 하기 직전으로 퍼터 헤드가 움직이기 이전의 시선고정시간이다. QE-post는 퍼터 헤드가 공을 치기 위해 백스윙이 시작되면서 나타나는 시선고정시간이다.

3. 스윙시간

퍼터 헤드의 움직임을 기준으로 기록하였으며, 퍼터 헤드가 공을 치기 위해 움직인 순간부터 포워드 스윙의 끝에서 퍼터 헤드가 멈춘 시간을 영상으로 측정하였다.

4. 알파파위

본 연구에서는 국제 10-20 전극배치법에 따라 후두엽의 O1, O2 채널의 뇌파를 측정하였다. 사용된 참조전극은 왼쪽 귓볼로 하였다. 측정 샘플링(sampling rate)은 500Hz로 하였다.

뇌파 데이터 분석은 개발한 Bioteck Analysis 프로그램을 사용하였다(Bioteck 사, 한국). 우선 잡파 제거를 위하여 필터링 0.1~40 Hz band-pass FFT 필터링을 이용하여 기자재나 눈 깜빡임 등의

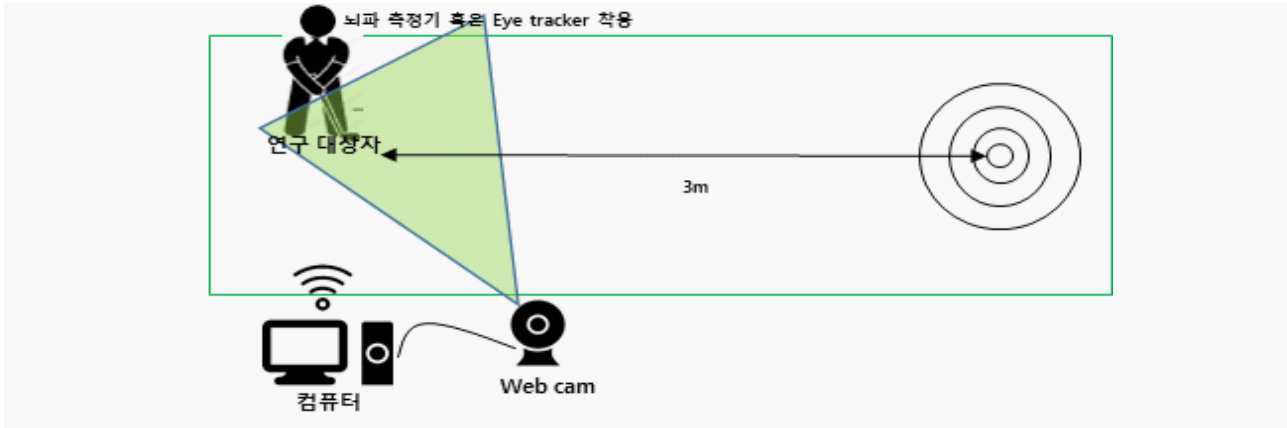


Fig. 1. An illustration of an experimental scene

Table 2. Total result (M ± SD)

Variables	Groups	Period			P	
		Pre	Acquisition	Competition		
Putting Score	Control	43.90±14.89 ²⁾³⁾	62.20±12.62 ^{Q1)}	69.10±17.75 ^{Q1)}	Group	.034*
	QE	44.20±16.01 ²⁾³⁾	83.70±14.86 ^{C,1)}	89.70±23.63 ^{C1)}	Period	.000**
	Occlusion	39.40±16.71 ²⁾³⁾	61.10±11.93 ¹⁾³⁾	81.30±15.33 ¹⁾²⁾	Group×Period	.042*
QE(sec)	Control	1.10±0.52	1.35±0.31 ^Q	1.48±0.56 ^Q	Group	.000**
	QE	1.12±0.43 ²⁾³⁾	3.35±0.52 ^{1)C,O}	3.36±0.26 ^{1)C,O}	Period	.000**
	Occlusion	1.29±0.40	1.39±0.57 ^Q	1.45±0.45 ^Q	Group×Period	.000**
QE-pre(sec)	Control	0.97±0.50	1.04±0.43 ^Q	1.05±0.49 ^Q	Group	.020*
	QE	0.96±0.34 ²⁾³⁾	1.63±0.41 ^{1)C,O}	1.72±0.21 ^{1)C,O}	Period	.001**
	Occlusion	1.06±0.25	1.23±0.57 ^Q	1.32±0.48 ^Q	Group×Period	.037*
QE-post(sec)	Control	0.13±0.10 ³⁾	0.31±0.32 ^Q	0.43±0.47 ^{1)Q}	Group	.000**
	QE	0.16±0.25 ²⁾³⁾	1.72±0.26 ^{1)C,O}	1.64±0.22 ^{1)C,O}	Period	.000**
	Occlusion	0.23±0.20	0.16±0.16 ^Q	0.13±0.15 ^Q	Group×Period	.000**
Swing Time(sec)	Control	1.33±0.28 ²⁾³⁾	1.35±0.12 ¹⁾³⁾	1.47±0.18 ¹⁾²⁾	Group	.615
	QE	1.33±0.25 ²⁾³⁾	1.42±0.16 ¹⁾³⁾	1.49±0.18 ¹⁾²⁾	Period	.000**
	Occlusion	1.31±0.24 ²⁾³⁾	1.52±0.21 ¹⁾³⁾	1.58±0.21 ¹⁾²⁾	Group×Period	.145
Alpha power(%)	Control	11.21±0.81	10.95±0.53	11.25±0.58	Group	.664
	QE	10.78±0.55	11.77±1.47	11.16±0.98	Period	.222
	Occlusion	11.44±0.95	11.73±1.10	10.95±1.00	Group×Period	.119

* p < .05

** p < .01

^{1), 2), 3)} Significant difference between periods. ¹⁾: Pre, ²⁾: Acquisition, ³⁾: Competition

^{C, Q, O} Significant difference between Groups. ^C: Control, ^Q: QE, ^O: Occlusion

한 잡파를 제거하였다(Gallicchio & Ring, 2020). 그 후, 알파파에 해당하는 8-12Hz 주파수 대역의 스펙트럼 파워 분석을 이용하여 O1, O2의 알파파를 분석하였다.

이 주파수 분석에 대해 간단히 설명하면 EEG 신호를 주파수 성분으로 분해한다. 푸리에 변환(fourier transform)이란. 푸리에 변환을 계산하기 위해 자주 사용 되고 있는 알고리즘은 Fast fourier transform(FFT)로, 주파수 빈(bin)에 대해 해당 주파수에서 신호의

진폭과 위상을 쉽게 추출 할 수 있는 복소수 값을 반환한다. 스펙트럼 분석에서, EEG 데이터의 경우 헤르츠(Hz)당 마이크로볼트(μV^2)로 표시되는 전력 스펙트럼(파워 스펙트럼)의 추정치를 얻기 위해, FFT의 크기 제곱을 취하는 것이다.

본 연구의 분석 방법에서는 신호의 전체 전력에 대한 주어진 주파수 대역의 기여도를 요약하였고, 이를 단일 숫자를 계산하여, 구성된 평균 대역 전력의 값을 산출하였다. 밴드 파워의 평균값을 계산하기

위해서는 먼저 전력 스펙트럼 밀도의 추정치를 계산한다. 이를 위해 가장 널리 사용 되는 방법인 웰치의 주기도(Welch's periodgram)를 사용하여, 중복 여부 관계없이 신호의 작은 창 의 연속 푸리에 변환을 평균화하였다. 주파수의 분해 공식은 아래와 같다.

$$F_{res} = \frac{F_s}{N} = \frac{F_s}{F_s \cdot t} = \frac{1}{t}$$

F_s 는 신호의 샘플링 주파수를 의미하며, N은 총 샘플의 수를 의미한다. 그리고 t는 신호의 총 지속시간을 말한다. 공식을 통하여 웰치의 방법을 통하여 X-축에는 주파수 빈(Hz-Frequency bin) Y축은 전력 스펙트럼 밀도(V^2/Hz)로 구분하여, EEG 데이터로 분석할 때는 스펙트럼 밀도의 단위는 Hz당 마이크로볼트 제곱(μV^2)으로 말한다.

뇌파의 파워 스펙트럼은 공식 1과 같이 각 파형에 따라 델타, 알파, 베타, 감마로 구분되고 이것을 대략적으로 계산하기 위해 심슨 복합 법칙을 이용하여 계산된다. 그 각 스펙트럼 파워 값에 대한 포물선에 대한 추정치를 %로 제공한다.

통계 분석

통계분석을 위해 SPSS 23.0을 사용하였다. 사전검사의 동질성을 알아보기 위해 집단에 대한 차이를 일원 변량 분석(One-way ANOVA)을 실시하였다. 본 연구에서는 변수들에 대해 반복 측정된 집단(3: QE, 시각차단, 통제)과 기간(3: 사전, 파지, 경쟁)에 대한 이원 반복 측정 분산 분석(Two-Way repeated measure ANOVAs)을 실시하였다. 구형성 가정이 검증되지 않은 경우 예는 Greenhouse-Geisser 수정을 적용하였다. 각 요인별 주 효과가 있을 경우에는 Bonferroni의 사후검정을 실시하였다. 유의 수준은 .05이다.

연구결과

퍼팅점수

사전검사에서 집단 간 퍼팅 점수에 대한 일원 변량 분석을 실시하였다. 분석 결과, 집단 간 퍼팅 점수에 대하여 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($F(2, 27) = .286, p > .05$).

다음은 집단과 기간에 따른 퍼팅 점수 변화에 대하여 분석하였다. 그 결과, 집단 $F(2, 27) = .286, p > .05$, 기간 $F(1.510, 40.772) = 64.539, p < .05$ 그리고 집단 \times 기간 $F(3.020, 40.772) = 64.539, p < .05$ 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Figure 2).

이에 대해 구체적으로 살펴보면, QE집단은 기간이 지남에 따라 통제집단보다 높은 퍼팅 점수를 받은 것으로 나타났다($p < .05$). 그러나 시각차단 집단은 QE집단과 통제집단과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 그리고 세 집단 모두 사전에서 퍼팅 점수보다 파지에서 퍼팅 점수가 통계적으로 높아졌다($p < .05$). 그리고 경쟁에서의 퍼팅 점수는 시각차단 집단만 파지보다 통계적으로 점수가 높아진 것으로 나타났다($p < .05$).

Quiet Eye

동질성을 확인하기 위하여 집단에 따른 QE에 대한 일원 변량 분석 결과, 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($F(2,$

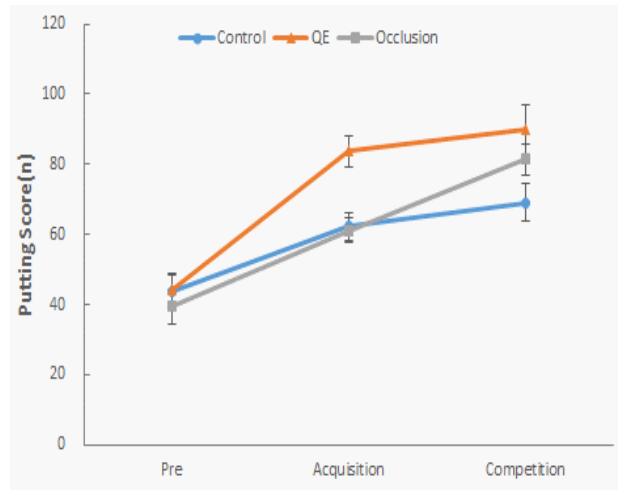


Fig. 2. Putting score by group and period (M ± SE)

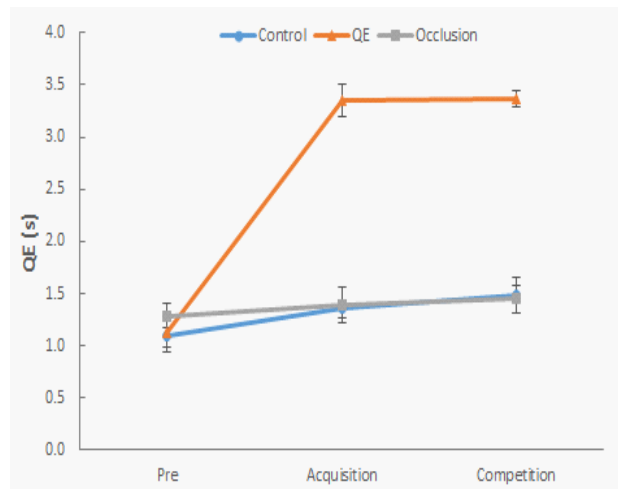


Fig. 3. Quiet Eye by group and period (M ± SE)

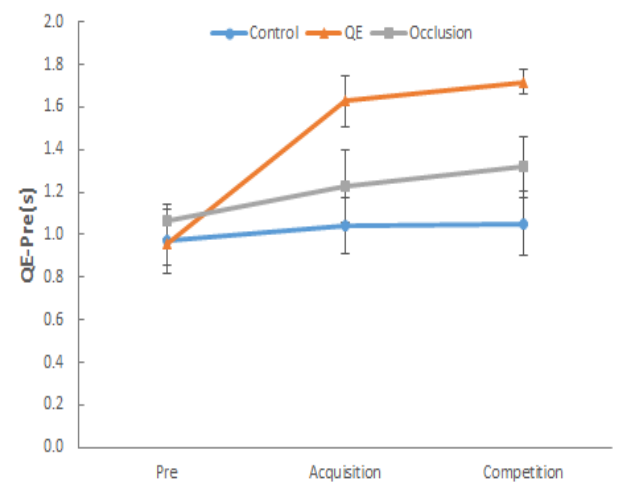


Fig. 4. QE-pre by group and period (M ± SE)

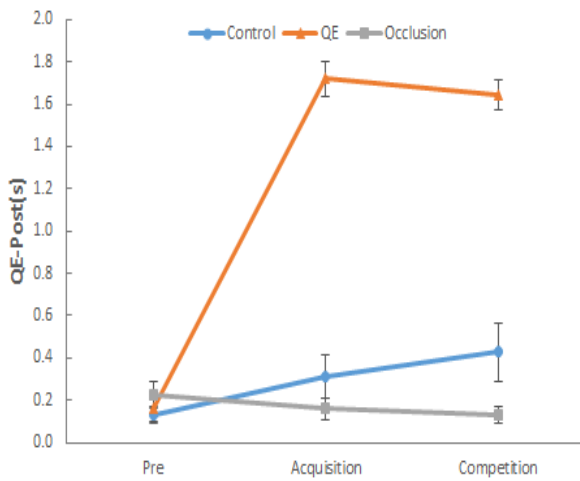


Fig. 5. QE-post by group and period (M ± SE)

27)=.521, $p > .05$].

다음은 집단과 기간에 따른 QE의 변화를 분석한 결과, 집단 [$F(2, 27)=64.518, p < .05$], 기간 [$F(2, 54)=42.468, p < .05$] 그리고 집단 × 기간 [$F(4, 54)=.188, p < .05$] 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Figure 3). 구체적으로 QE집단은 다른 두 집단보다 파지, 경쟁에서 QE가 길어지는 것으로 나타났다($p < .05$). 그리고 통제집단은 경쟁에서 사전보다 QE가 길어진 것으로 나타났다($p < .05$). 그러나 시각차단 집단은 사전, 파지, 경쟁에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

본 연구는 QE의 어떤 부분에서 차이가 나타났는지 알아보기 위해 퍼터 헤드의 움직임을 기준으로 백스윙 이전에 나타나는 시선고정시간인 QE-pre와 백스윙이 시작되면서 나타나는 시선고정시간인 QE-post를 구분하여 분석하였다. 분석 결과는 다음과 같다.

1. QE-pre

집단과 기간에 따른 QE-pre의 변화를 분석한 결과, 집단 [$F(2, 27)=4.565, p < .05$], 기간 [$F(1.581, 42.689)=9.056, p < .05$] 그리고 집단 × 기간 [$F(3.162, 42.689)=3.026, p < .05$] 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Figure 4). 구체적으로 QE집단은 통제집단보다 긴 QE-pre를 나타내며 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 그러나 시각차단 집단은 QE집단과 통제집단과의 QE-pre에 대하여 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 그리고 기간에 대해서 QE집단은 사전보다 파지, 경쟁에서 통계적으로 QE-pre가 길어지는 것으로 나타났다($p < .05$). 그러나 통제집단과 시각차단 집단은 기간에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

2. QE-post

집단과 기간에 따른 QE-post의 변화를 분석한 결과, 집단 [$F(2, 27)=92.450, p < .05$], 기간 [$F(2, 54)= 61.814, p < .05$] 그리고 집단 × 기간 [$F(4, 54)=47.892, p < .05$] 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Figure 5). 구체적으로 QE집단은 통제집단과 시각차단 집단보다 긴 QE-post를 가지며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 그러나 통제집단과 시각차단 집단에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 그리고 기간에 대해서 QE집단은

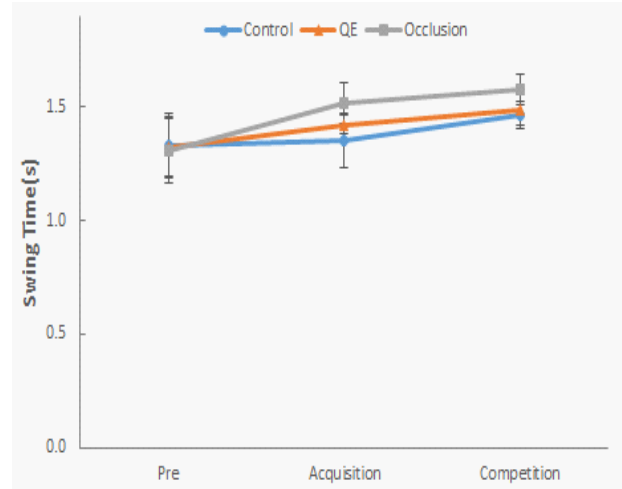


Fig. 6. Swing time by group and period (M ± SE)

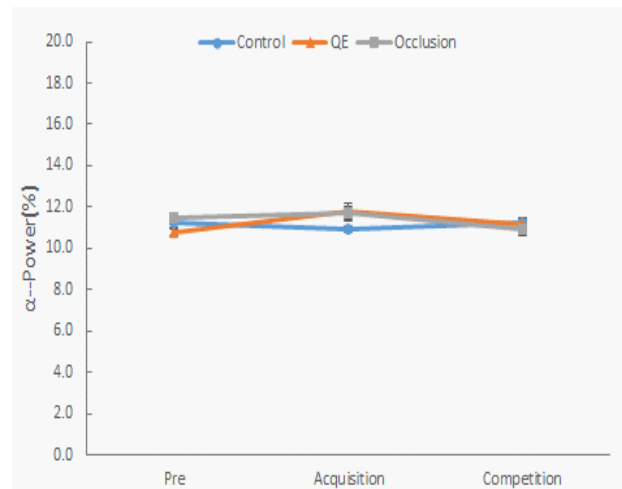


Fig. 7. Alpha power by group and period (M ± SE)

사전보다 파지, 경쟁에서 통계적으로 QE-post가 길어지는 것으로 나타났다($p < .05$). 통제집단은 경쟁에서 사전보다 QE-post가 통계적으로 길어진 것으로 나타났다($p < .05$). 반면에 시각차단 집단은 기간에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

스윙시간

집단과 기간에 따른 스윙시간을 분석하였다(Figure 6). 그 결과 기간에 대해서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 [$F(1.492, 40.297)=21.550, p < .05$]. 그러나 집단 [$F(2, 27)=.494, p > .05$]과 집단 × 기간 [$F(2.985, 40.297)=1.902, p > .05$]에 대해서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 구체적으로 기간은 사전보다 파지에서의 스윙시간이 길었고($p < .05$), 파지보다 경쟁에서 스윙시간이 긴 것으로 나타났다($p < .05$).

알파파워

집단과 기간에 따른 알파파워의 변화에 대하여 분석한 결과, 집단 $[F(2, 27)=.416, p>.05]$, 기간 $[F(2, 54)=1.546, p>.05]$ 그리고 집단 \times 기간 $[F(4, 54)=1.929, p>.05]$ 에 대하여 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Figure 7).

논의

본 연구는 골프 퍼팅에서 QE의 원인을 규명하고 초보자에게 퍼팅 수행 향상을 위한 효율적인 연습방법을 제공하는데 목적이 있다.

퍼팅을 수행 하는 데 있어 공에 대한 시선고정을 유지하면 좋은 퍼팅 결과가 나타날 수 있다(Wilson & Percy, 2009). 이때 나타나는 시선고정시간이 QE이다. QE는 시각에 집중함으로써 성공적인 수행 동작을 위해 충분한 정보처리의 시간을 확보한다는 것을 의미한다(Causser et al., 2017). 그러나 QE는 시각적 제어가 아닌 자세가 안정되면서 눈이 가만히 있는 것 일 수 있다(Gallicchio & Ring, 2020). 이와 관련하여 시각적으로 집중을 할 수 있는 QE 집단과 자세안정에 집중할 수 있는 시각차단 집단 그리고 통제집단을 기간에 따라 집단 간의 퍼팅 점수, QE, 스윙시간 그리고 후두엽의 알파파워를 분석하였다.

퍼팅점수를 분석한 결과, QE집단은 통제집단보다 파지와 경쟁에서 유의하게 높은 퍼팅 점수를 나타냈다. 이는 2초 정도의 QE를 갖게 한 QE연습이 보다 효율적인 연습방법임을 알 수 있다.

QE의 발생은 외부 환경으로부터 방해 요인을 차단하고 필요한 정보만을 가져 올수 있게 한다(Vickers, 1996b). 자기 조절 과제와 같은 골프 퍼팅은 QE를 훈련함으로써 그 기능을 향상 시킬 수 있다(Mann et al., 2007). 이러한 결과는 Kim & Yeo(2017)의 골프 연구에서 QE 훈련을 한 집단은 다른 집단보다 가변오차가 효율적으로 줄었다는 연구결과와 일치한다. 그 외의 많은 선행연구(Moore et al., 2012; Vin et al., 2013)에서도 QE 훈련을 받은 집단은 골프퍼팅 수행 개선에 도움을 주는 것과 같은 맥락을 하고 있다.

시각차단 집단의 경우, 다소 통제집단보다는 높은 점수가 나타났으나, 통계적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 시각을 차단함으로써 자세 조절에 더 집중하고 시각 허용보다 효과적으로 퍼팅 수행능력이 향상 될 수 있다(Ha et al., 2009). 그러나 움직임에 대한 내적 주의에만 신경을 쓴다면 공 그리고 매트 상태 등에 대한 외적 주의의 배분을 방해 할 수 있다(Wulf et al., 2001). 이러한 결과는 Kam et al.(2016)의 퍼팅 연구와 같은 결과로 통제집단과 시각차단 집단 간에 차이가 나타나지 않은 것과 유사한 결과를 나타냈다.

본 연구에서는 시각차단에 의해 자세가 안정이 된다면 QE도 같이 증가할 것이라는 가설을 설정하였다. 이는 Gallicchio et al.(2018)의 운동지속시간과 QE가 비례할 수 있다는 주장에서 비롯되었다. 골프 퍼팅의 경우 더 느리고 안정적인 스윙을 충격 속도와 각도를 최적화하면 퍼팅 정확도는 높아질 수 있다(Hurriion, 2009). 그리고 머리와 눈을 가만히 유지할 가능성이 더 높아지면 긴 QE가 발생 할 수 있다(Gallicchio & Ring, 2020). 본 연구에서는 자세 안정과 관련하여 스윙시간을 분석하였다.

일반적으로 안정된 스윙은 스윙시간이 길어질 수 있다(Delay et al., 1997). 이와 관련하여 스윙시간을 분석한 결과, 세 집단 모두

사전점사보다 파지 그리고 경쟁에서 스윙시간이 길어졌다. 이는 세 집단 모두 반복적인 연습으로 인하여 좀 더 자세에 대해 안정적인로 변했다고 볼 수 있다(Fitts & Posner, 1967). 숙련자는 안정적인 스윙을 가지면서 초보자보다 스윙시간이 길고 훌륭한 퍼팅을 한다(Carlson, 2008). 본 연구에서는 세 집단 모두 사전보다 파지, 경쟁에서 스윙시간이 길어졌고 퍼팅점수도 높아졌다. 그러나 QE와 스윙시간은 연관성이 적은 것으로 판단되었다.

시각차단 집단의 QE는 유의하게 증가하지 않았다. QE는 시각적 제어에 의해 발생 되고 퍼터의 제어, 그리고 퍼터 헤드와 볼 접촉을 원활하게 이루어지도록 도와준다(Vickers, 2012). 그러므로 골프 퍼팅에서는 어드레스 시점에서 퍼팅이 이루어질 때 공의 위치에 시선을 고정시키는 것이 중요하다(Brouwer et al., 2009; Johansson et al., 2001; Rand & Stelmach, 2011). 이와 관련하여 시각차단 집단은 파지와 경쟁에서 사전보다 QE-pre에 대해 유의하게 증가하지 않았다. 그러나 QE집단과도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 짧거나 긴 QE-pre의 특징을 보이지 않았으나, 퍼터 제어와 공 접촉을 위한 시선고정은 나타나는 것으로 볼 수 있다.

공을 치고 난후에도 공이 놓여진 위치에 시선을 유지시키는 것도 중요하다(An & Lee, 2020). 그러나 시각차단 집단은 퍼터가 움직이면서 볼의 접촉이 이루어질 때(QE-post) 시선고정이 이루어지지 않았다. 이에 대한 이유는 시각차단 집단은 스윙 중 대부분 공에 시선을 고정 시키기보다는 퍼터헤드를 따라가는 추적 움직임을 보였기 때문이다. 시각차단 집단은 눈을 감고 연습을 하였기 때문에 고유 감각이 내적인 단서에 주의가 증가할 수 있다(Shenton et al., 2004). 즉, 스윙이 시작되면서 외적 단서인 공보다는 내적 단서인 몸의 이동이나 퍼터를 따라다니는 시선 제어가 나타난 것으로 사료된다. 그래서 시각차단 집단은 스윙 중에 나타나는 QE-post가 잘 이루어지지 않았기 때문에 통제 집단보다 높은 퍼팅 점수가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

반면, 눈을 뜨고 연습을 한 통제집단은 경쟁에서 QE-post가 길어졌다. QE-post의 증가는 퍼팅 스윙을 하면서 퍼터 헤드가 공에 접촉이 잘 이루어지도록 도와 줄 수 있다(Vickers, 2007). Vine et al.(2017)은 퍼팅을 할 때 운동 직전의 시각적 제어보다는 운동 이후에 시각정보가 능동적으로 처리되기 때문에 스윙 중에서의 QE-post가 중요하다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 통제집단은 경쟁에서 QE-post가 증가하였지만 다른 집단보다 높은 퍼팅 점수를 나타내지는 못하였다. 이에 대한 이유는 통제집단은 시각차단 집단과는 반대로 짧은 QE-pre를 나타냈기 때문이다. QE-pre는 스윙 이전에 나타나는 힘, 방향, 그리고 속도와 같은 정교한 요소와 관련하여 프로그래밍 되는 인지적 처리의 과정중 하나이다(Williams et al., 2002). 그러나 통제집단은 이런 사전프로그래밍에 대한 준비가 없이 짧은 QE-pre를 보이며 퍼팅 수행을 한 것으로 나타났다.

QE집단은 QE-pre와 QE-post가 증가하며 유의하게 QE가 증가하였다. 앞서 언급했듯이 QE-pre는 사전 프로그래밍으로 인지적 처리가 되는 시선 고정시간이다(Williams et al., 2002). 그리고 QE-post는 수행 동작 중에 나타나는 퍼팅 동작의 안정성과 연관이 있는 시선 고정시간이다(Vickers, 2007). 이는 QE집단이 다른 집단보다 높은 퍼팅 점수를 받은 이유로 볼 수 있다. 그렇기 때문에 골프 초보자는 스윙을 하기 이전에 공에 대한 집중을 하고 움직임 이후에도 시선 고정을 유지할 수 있는 QE연습이 필요하다. 그러므로 본 연구는 QE연습이 효율적인 연습방법임을 시사한다.

한편, 후두엽의 알파파워 증가는 시각적 처리의 감소를 반영한다 (Romei et al., 2010; Romai et al., 2008; Vanni et al., 1997). 본 연구에서는 집단과 기간에 따른 알파파워의 차이가 나타나지 않았다. 알파파워의 변화는 초보자보다 숙련자에게 크게 나타난다 (Cooke et al., 2014). 본 연구는 골프 퍼팅 경험이 없는 초보자가 연구대상자였다. 연구대상자들은 3일 동안 연습을 하였지만 3일 간의 연습으로 숙련자 정도의 기술 수준이 되기는 어렵다고 판단된다. 그리고 세 집단 모두 골프 스윙을 할 때 어느 정도 시각에 의존한 것으로 보인다. 왜냐하면 모든 집단은 파지와 경쟁에서 눈을 뜬 상태에서 스윙을 했다는 점과 시각차단 집단과 통제집단의 경우 스윙을 하면서 퍼터의 헤드와 공이 움직일 때 추적 움직임을 보였다. 그리고 QE집단은 시선을 고정하는 것에 집중을 했기 때문이다.

숙련자는 골프 퍼팅을 할 때, 후두엽의 알파파워가 증가되면 목표 기반 운동 과제에 성능을 향상시킨다(Gallicchio et al., 2016). 그러나 본 연구에서는 QE집단은 높은 퍼팅 점수가 나타났으나 알파파워의 변화는 나타나지 않았다. Song(2022)의 골프연구를 살펴보면 QE집단은 QE훈련을 받는 동안은 낮은 알파파워를 보였다. 그러나 파지와 경쟁에서는 다른 집단과의 알파파워에 대한 차이가 나타나지 않았다. 본 연구에서는 사전, 파지, 경쟁을 측정하였고 선행 연구와 유사한 결과를 나타내고 있다. 이러한 결과를 통해 초보자의 경우는 시각과 이동 및 인지에 대한 뇌파 변화의 특징이 적은 것으로 보인다(Babiloni et al., 2011).

결과적으로 본 연구에서 퍼팅에서 QE집단은 통제 집단보다 높은 퍼팅 점수를 보이며, QE연습이 보다 효율적임을 증명했다. 그리고 세 집단 모두 반복된 연습으로 인하여 퍼팅 점수가 높아졌고 스윙 시간도 길어지는 경향을 보였다. 그러나 QE에 변화는 QE집단만이 유의한 변화를 나타냈다. 그러므로 QE는 자세 안정으로 인한 시선 고정시간이 길어지는 것 보다는 시각적 제어로 인한 발생 시선고정이 더 연관이 있을 것으로 사료된다. 그러므로 초보자에게 퍼팅을 지도할 때 공에 대한 시선고정에 집중하는 것을 강조할 필요가 있다.

CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: SH Song, D-W Han, Data curation: SH Song, Formal analysis: SH Song, Funding acquisition: D-W Han, Methodology: SH Song, D-W Han, Projectadministration: D-W Han, Visualization: SH Song, Writing-original draft: SH Song, D-W Han, Writing-review&editing: SH Song, D-W Han

참고문헌

- Abernethy, B. (1993).** Searching for the minimal essential information for skilled perception and action. *Psychological Research*, 55(2), 131-138.
- An, J. S., Lee, S. M. (2020).** The influence of QE(quiet eye) training on golf putting accuracy and visual search strategy. *The Korean Journal of Sport*, 18(2), 1295-1305.
- Babiloni, C., Infarinato, F., Marzano, N., Iacononi, M., Dassù, F., Soricelli, A., ... & Del Percio, C. (2011).** Intra-hemispheric functional coupling of alpha rhythms is related to golfer's performance: A coherence EEG study. *International Journal of Psychophysiology*, 82(3), 260-268.
- Bressler, S. L. (1995).** Large-scale cortical networks and cognition. *Brain Research Reviews*, 20(3), 288-304.
- Brouwer, A.-M., Franz, V. H., & Gegenfurtner, K. R. (2009).** Differences in fixations between grasping and viewing objects. *Journal of Vision*, 9(1), 18-18.
- Carlson, J. S., & Shahidullah, J. D. (2008).** Best practices in assessing the effects of psychotropic medications on student performance. *Best practices in school psychology V*, 1377-1388.
- Causser, J., Bennett, S. J., Holmes, P. S., Janelle, C. M., & Williams, A. M. (2010).** Quiet eye duration and gun motion in elite shotgun shooting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42, 1599-1608.
- Causser, J., Hayes, S. J., Hooper, J. M., & Bennett, S. J. (2017).** Quiet eye facilitates sensorimotor preprogramming and online control of precision aiming in golf putting. *Cognitive Processing*, 18(1), 47-54.
- Cooke, A., Kavussanu, M., Gallicchio, G., Willoughby, A., McIntyre, D., & Ring, C. (2014).** Preparation for action: Psychophysiological activity preceding a motor skill as a function of expertise, performance outcome, and psychological pressure. *Psychophysiology*, 51(4), 374-384.
- Cordo, P. J., & Flanders, M. (1990).** Time-dependent effects of kinesthetic input. *Journal of Motor Behavior*, 22(1), 45-65.
- Dauids, K., Williams, A. M., & Williams, J. G. (2005).** *Visual perception and action in sport*. Hoboken, NJ: Routledge.
- Delay, D., Nougier, V., Orliaguet, J.-P., & Coello, Y. (1997).** Movement control in golf putting. *Human Movement Science*, 16(5), 597-619.
- Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967).** *Human performance*. Belmont, MA: Brooks/Cole.
- Foulsham, T. (2016).** Functions of a quiet and un-quiet eye in natural tasks-comment on Vickers. *Current Issues in Sport Science*, 1, 106.
- Fries, P. (2005).** A mechanism for cognitive dynamics: Neuronal communication through neuronal coherence. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(10), 474-480.
- Fu, K. M. G., Foxe, J. J., Murray, M. M., Higgins, B. A., Javitt, D. C., & Schroeder, C. E. (2001).** Attention-dependent suppression of distracter visual input can be cross-modally cued as indexed by anticipatory parieto-occipital alpha-band oscillations. *Cognitive Brain Research*, 12(1), 145-152.
- Gallicchio, G., & Ring, C. (2020).** The quiet eye effect: A test of the visual and postural-kinematic hypotheses. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 9(1), 143.
- Gallicchio, G., Cooke, A., & Ring, C. (2016).** Lower left temporal-frontal connectivity characterizes expert and accurate performance: High-alpha T7-Fz connectivity as a marker of conscious processing during movement. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 5(1), 14.
- Gallicchio, G., Cooke, A., & Ring, C. (2018).** Assessing ocular activity during performance of motor skills using electrooculography. *Psychophysiology*, 55(7), e13070.
- Grimault, S., Robitaille, N., Grova, C., Lina, J. M., Dubarry, A. S., & Jolicœur, P. (2009).** Oscillatory activity in parietal and dorsolateral prefrontal cortex during retention in visual short-term memory: Additive effects of spatial attention and memory load. *Human Brain Mapping*, 30(10), 3378-3392.
- Ha, J. H., Park, S. B., & Kim, T. H. (2009).** The effect of practice with visual occlusion on the learning of golf putting. *The Korean Journal of Physical Education*, 48(5), 149-157.
- Hurrion, P. (2009).** A biomechanical investigation into weight distribution and kinematic parameters during the putting stroke. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 4(1), 89-105.
- Janelle, C. M., Hillman, C. H., Apparies, R. J., Murray, N. P., Meili, L., Fallon, E. A., & Hatfield, B. D. (2000).** Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting. *Journal of Sport and Exercise psychology*, 22(2), 167-182.
- Jensen, O., & Mazaheri, A. (2010).** Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: Gating by inhibition. *Frontiers in human neuroscience*, 4, 186.
- Jensen, O., Gelfand, J., Kounios, J., & Lisman, J. E. (2002).** Oscillations in the alpha band (9-12 Hz) increase with memory load during retention in a short-term memory task. *Cerebral cortex*, 12(8), 877-882.
- Johansson, R. S., Westling, G., Bäckström, A., & Flanagan, J. R. (2001).** Eye-hand coordination in object manipulation. *Journal of Neuroscience*, 21(17), 6917-6932.
- Kam, D. H., Park, S. B., & Jang, D. C. (2016).** The effect of practice with visual constraints on the learning of golf putting. *Journal of Coaching Development*, 18(2), 85-94.
- Kim, K. H., Yeo, Y. G. (2017).** The QE training for increasing attention on golf putting learning. *Journal of golf studies*, 11(1), 191-202.
- Klostermann, A. (2019).** Especial skill vs. quiet eye duration in basketball free throw: Evidence for the inhibition of competing task solutions. *European Journal of Sport Science*, 19(7), 964-971.
- Land, M. F. (2009).** Vision, eye movements, and natural behavior. *Visual Neuroscience*, 26(1), 51-62.

- Le Van Quyen, M., Foucher, J., Lachaux, J. P., Rodriguez, E., Lutz, A., Martinier, J., & Varela, F. J. (2001).** Comparison of Hilbert transform and wavelet methods for the analysis of neuronal synchrony. *Journal of neuroscience methods*, *111*(2), 83-98.
- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007).** Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise psychology*, *29*(4), 457-478.
- McLaughlin, P., Best, R., & Carlson, J. (2008).** Movement of the centre of pressure (COP) in the putting stroke. *Science and golf V: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*, 239-244.
- Moore, L. J., Vine, S. J., Cooke, A., Ring, C., & Wilson, M. R. (2012).** Quiet eye training expedites motor learning and aids performance under heightened anxiety: The roles of response programming and external attention. *Psychophysiology*, *49*(7), 1005-1015.
- Panchuk, D., Vickers, J. N., & Hopkins, W. G. (2017).** Quiet eye predicts goaltender success in deflected ice hockey shots. *European Journal of Sport Science*, *17*(1), 93-99.
- Pelz, D., & Frank, J. A. (2000).** *Dave Pelz's putting bible: The complete guide to mastering the green* (Vol. 2). New York, NY: Doubleday Books.
- Pfurtscheller, G. (1992).** Event-related synchronization (ERS): An electrophysiological correlate of cortical areas at rest. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *83*(1), 62-69.
- Pfurtscheller, G., & Da Silva, F. L. (1999).** Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: Basic principles. *Clinical neurophysiology*, *110*(11), 1842-1857.
- Rand, M. K., & Stelmach, G. E. (2011).** Adaptation of gaze anchoring through practice in young and older adults. *Neuroscience Letters*, *492*(1), 47-51.
- Richardson, A., Hughes, G., & Mitchell, A. (2012).** Center of pressure excursion during the golf putting stroke in low, mid and high handicap golfers. *International Journal of Golf Science*.
- Romei, V., Gross, J., & Thut, G. (2010).** On the role of prestimulus alpha rhythms over occipito-parietal areas in visual input regulation: Correlation or causation? *Journal of Neuroscience*, *30*(25), 8692-8697.
- Romei, V., Rihs, T., Brodbeck, V., & Thut, G. (2008).** Resting electroencephalogram alpha-power over posterior sites indexes baseline visual cortex excitability. *Neuroreport*, *19*(2), 203-208.
- Sauseng, P., Klimesch, W., Heise, K. F., Gruber, W. R., Holz, E., Karim, A. A., ... & Hummel, F. C. (2009).** Brain oscillatory substrates of visual short-term memory capacity. *Current biology*, *19*(21), 1846-1852.
- Scheeringa, R., Petersson, K. M., Oostenveld, R., Norris, D. G., Hagoort, P., & Bastiaansen, M. C. (2009).** Trial-by-trial coupling between EEG and BOLD identifies networks related to alpha and theta EEG power increases during working memory maintenance. *Neuroimage*, *44*(3), 1224-1238.
- Shenton, J. T., Schwoebel, J., & Coslett, H. B. (2004).** Mental motor imagery and the body schema: Evidence for proprioceptive dominance. *Neuroscience Letters*, *370*(1), 19-24.
- Song, S. H. (2022).** *The effect of quiet eye duration on learning of golf putting*. Doctoral dissertation, Jeonbuk National University.
- Tuladhar, A. M., Huurne, N. T., Schoffelen, J. M., Maris, E., Oostenveld, R., & Jensen, O. (2007).** Parieto-occipital sources account for the increase in alpha activity with working memory load. *Human Brain Mapping*, *28*(8), 785-792.
- Van Der Werf, J., Jensen, O., Fries, P., & Medendorp, W. P. (2008).** Gamma-band activity in human posterior parietal cortex encodes the motor goal during delayed prosaccades and antisaccades. *Journal of Neuroscience*, *28*(34), 8397-8405.
- Vanni, S., Revonsuo, A., & Hari, R. (1997).** Modulation of the parieto-occipital alpha rhythm during object detection. *Journal of Neuroscience*, *17*(18), 7141-7147.
- Vickers, J. N. (1992).** Gaze control in putting. *Perception*, *21*(1), 117-132.
- Vickers, J. N. (1996a).** Control of visual attention during the basketball free throw. *The American Journal of Sports Medicine*, *24*(6), S93-S97.
- Vickers, J. N. (1996b).** Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *22*(2), 342.
- Vickers, J. N. (2007).** *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Vickers, J. N. (2012).** Neuroscience of the quiet eye in golf putting. *International Journal of Golf Science*, *1*(1), 2-9.
- Vine, S. J., & Wilson, M. R. (2010).** Quiet eye training: Effects on learning and performance under pressure. *Journal of Applied Sport Psychology*, *22*(4), 361-376.
- Vine, S. J., Lee, D. H., Walters-Symons, R., & Wilson, M. R. (2017).** An occlusion paradigm to assess the importance of the timing of the quiet eye fixation. *European Journal of Sport Science*, *17*(1), 85-92.
- Vine, S. J., Lee, D., Moore, L. J., & Wilson, M. R. (2013).** Quiet eye and choking: Online control breaks down at the point of performance failure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *45*(10), 1988-1994.
- Williams, A. M., Singer, R. N., & Frehlich, S. G. (2002).** Quiet eye duration, expertise, and task complexity in near and far aiming tasks. *Journal of Motor Behavior*, *34*(2), 197-207.
- Wilson, M. R., & Percy, R. C. (2009).** Visuomotor control of straight and breaking golf putts. *Perceptual and Motor Skills*, *109*(2), 555-562.
- Wulf, G., McNevin, N., & Shea, C. H. (2001).** The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *54*(4), 1143-1154.

골프 퍼팅에서의 QE 특성 연구

송석현¹, 한동욱²

¹전북대학교, 초빙교수

²전북대학교, 교수

[목적] QE는 주요 움직임 직전에 나타나는 시선고정시간이다. QE는 숙련자가 운동기술을 사용할 때 나타나는 특징을 가지고 있다. 본 연구의 목적은 골프 퍼팅에서의 QE 원인을 규명하고 초보자에게 퍼팅 수행 향상을 위한 연습 방법을 제시하는 것이다.

[방법] 연구대상자(n=30)는 통제, QE, 시각차단 집단으로 각각 10명씩 무선 배정하였고 집단 별 연습 방법에 따라 2일간 골프 퍼팅 연습을 하였다. 24시간 후 골프 퍼팅에 대한 파지검사와 연구대상자간의 경쟁 시합을 하였고 집단과 시간에 따라 퍼팅 점수, QE, 스윙시간, 후두엽의 알파파워를 산출하여 비교 분석하였다.

[결과] 첫째, 세 집단 모두 사전보다 파지, 경쟁에서 퍼팅 점수가 높아진 것으로 나타났다. 특히 QE집단은 통제집단보다 높은 퍼팅 점수를 보이며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 그러나 시각차단 집단은 두 집단과의 차이가 나타나지 않았다. 둘째, QE집단은 사전보다 파지, 경쟁에서 QE가 통계적으로 길어지는 것으로 나타났다. 그리고 통제집단은 사전보다 경쟁에서 QE가 다소 길어지는 경향을 보였다. 그러나 시각차단 집단은 시간에 따라 QE의 변화가 나타나지 않았다. 셋째, 세 집단 모두 시간이 지남에 따라 스윙시간이 유의하게 길어졌다. 넷째, 후두엽의 알파파워는 집단과 시간에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다.

[결론] 시각차단 집단은 자세가 안정적이게 변함에 불구하고 QE는 길어지지 않았으나, 눈을 뜨고 연습한 QE집단은 QE가 길어졌고 통제집단도 QE가 길어지는 경향을 보였다. 그러므로 QE는 자세 조절 보다 시각에 의한 인지적 처리로 해석할 수 있다. 마지막으로 본 연구를 통해 골프 퍼팅 초보자에게 QE연습이 보다 효율적인 연습방법임을 증명하였다.

주요어

Quiet Eye, 골프 퍼팅, 알파파워, 시각차단