Korean Journal of Sport Science 2021, 32(3), 381-390
https://doi.org/10.24985/kjss.2021.32.3.381

Original Article

Proprioceptive-dependent Training for Enhancing Skill Performance: Changes in Perceived and Actual Performance according to Distance Increase during Golf Putt

Tae-Ho Kim[1], Duk-Chan Jang[1]* and Jun-Ho Ha[2]

[1] *Department of Physical Education, Keimyung University, Daegu, Korea*
[2] *Department of Practical Physical Education, Keimyung College University, Daegu, Korea*

Article Info
Received 2021.04.27.
Revised 2021.06.23.
Accepted 2021.07.08.

Correspondence*
Duk-Chan Jang
chan830@hanmail.net

Key Words
motor learning,
proprioception,
golf,
perception,
perceptual judgment

이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2020S1A5B5A16082283).

PURPOSE The purpose of this study was to investigate the applicability of proprioceptive-dependent training as an effective physical training method by analyzing the effects of proprioceptive-dependent training on the accuracy of perceived and actual distance as well as the correlation between the changes in the two variables. **METHODS** Thirty-six male college students took part in the experiment. Participants were beginners with no previous experience in golf or less than five times of experience. They were randomly assigned to one of three groups; proprioceptive-dependent training, visual-dependent training, and control, maintaining the same sample size per group. The experiment was carried out in the order of pre-test, practice section, and post-test. In the pre-test, putting was tested to assess the accuracy of perceptual and actual distance in the 1-15m distance in a random order using a digital putting analyzer. In the practice section, proprioceptive-dependent and visual-dependent training groups practiced a total of 90 putting, six times per distance with the eyes closed or open. The post-test was the same as the pre-test. The accuracy of perceived and actual distance and the correlation between the changes in the two variables were analyzed using the calculated absolute errors. **RESULTS** The results of this study showed that there was no difference between groups in pre-test. In contrast, in post-test, the absolute error was significantly decreased in the order of proprioceptive-dependent training, visual-dependent training, and control group in the three distance conditions. Besides, for the proprioceptive-dependent training group and visual-dependent training group, there was a significant positive correlation between the changes in the accuracy of perceived and actual distance. **CONCLUSIONS** These results provide insight into the applicability of proprioceptive-dependent training for enhancing motor performance by showing the effects of proprioceptive-dependent training on perceived distance, actual distance, and the correlation between the two variables.

서론

지각-인지적(perceptual-cognitive) 모델(Bernstein, 1967)에 따르면, 동작들의 계획과 실행은 지각된 동작정보를 근거로 형성된 정신적 표상에 의해 안내된다고 제의하였다. 지각-인지적 모델은 계획된 목표지향적인 동작을 수행할 때 정신적 표상의 역할을 강조하였으며, 정신적 표상과 동작이 기능적으로 연결되어 있음을 가정하고 있다. 지각-인지적 모델을 지지하고 하고 있는 모델에는 사건코딩(event coding) 모델(Hommel et al., 2001), 동작 시뮬레이션(action simulation) 모델(Jeannerod, 2001), 그리고 인지적 동작구조(cognitive action architecture) 모델(Schack, 2004)이 있다.

특히, 인지적 동작구조 모델(Schack, 2004)에 따르면, 목표지향적

© Korea Institute of Sport Science

인 동작은 계층적으로(hierarchically) 조직화된 정신적 시스템(mental system)과 운동감각 시스템(sensorimotor system)에 의해 제어된다고 제의하였다. 구체적으로, 정신적 시스템은 정신적 제어(mental control) 수준과 정신적 표상(mental representation) 수준으로 구성되어 있고, 운동감각 시스템은 운동감각적 표상(sensorimotor representation) 수준과 운동감각적 제어(sensorimotor control) 수준으로 구성되어 있다. 동작은 계층적으로 상위수준(i.e., 정신적 제어수준)에서 하위수준(i.e., 운동감각적 제어수준)으로 제어된다. 따라서 동작의 계획과 실행 시 상위단계인 정신적 시스템의 중요성이 강조되었다. 이러한 맥락에서 초기 운동학습단계에서 정교한 정신적 표상의 형성을 촉진시키기 위한 운동심상훈련(motor imagery training) 또는 활동관찰훈련(action observation training)과 같은 인지적 훈련방법에 관한 연구들이 최근 들어 많은 관심을 받고 있다(Eave et al., 2016). 실제로, 그러한 인지적 훈련은 정신적 표상구조의 형성과 개발에 효과적인 것으로 나타났다(Frank et al., 2018; Kim et al., 2017).

하지만 동작제어를 위한 정신적 시스템의 중요성이 인정되고 정신적 표상의 형성과 개발을 위한 운동심상훈련과 활동관찰훈련과 같은 인지적 중재방법의 효과가 증명되었음에도 인지적 동작구조 모델이 가정한 정신적 시스템과 운동감각적 시스템 사이의 기능적 연결은 명확하지 않다. 다시 말해, 계획된 동작에 대한 정신적 표상이 정교하게 잘 조직화(well-organized) 되어 있다하더라도 그것이 행동적 결과로 그대로 표출되지 않을 수도 있다는 점이다. 인지적 훈련이 정신적 표상구조와 기능수행에 미치는 영향을 검토한 선행연구들(Frank et al., 2018; Frank et al., 2014)은 운동심상훈련과 활동관찰훈련이 정신적 표상구조의 정교화에 기여하였지만 향상된 정신적 표상구조에서의 변화만큼 비례적으로 기능수행에서의 변화를 유도하지는 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 동작 제어과정에서 정신적 시스템이 중요한 역할을 수행하더라도 운동감각적 시스템(i.e., 고유감각적 시스템)으로의 직접적인 기능적 연결이 일어나지 않을 수 있다는 것을 의미한다.

운동학습과정에서 정신적 시스템과 운동감각적 시스템 사이의 기능적 연결이 강하다는 의미는 지각 및 인지한 대로 동작으로 출력하기 쉽다는 것을 의미한다. 그렇다면 두 시스템 사이의 기능적 연결을 강화하는 방법은 무엇일까? 널리 받아들여지고 있는 지각-인지적 모델은 운동제어과정에서 정신적 시스템의 중요성을 강조하지만, 정신적 시스템 내에서 형성된 인지적 표상을 어떻게 하면 효과적으로 고유감각적 시스템과의 기능적 연결을 강화할 것인가에 대한 방법론적 측면을 간과하였다. 그러한 방법론적 측면을 해결할 수 있다면 운동제어 및 학습 과정에 대한 보다 실질적인 통찰력을 제공할 수 있을 것이다. 정신적 시스템 내의 정신적 표상의 개발을 촉진하기 위해서 연구자들이 운동심상 또는 활동관찰과 같은 인지적 중재를 이용한 것과 마찬가지로 현재의 문제해결 방법으로서 고유감각적 시스템 내의 고유감각적 표상(proprioceptive representation)의 형성을 촉진할 수 있는 신체적 중재를 찾아서 검증할 수 있다면 문제를 해결할 수도 있을 것이다. 구체적으로, 문제해결을 위한 신체적 중재 방법으로서 본 연구에서는 고유감각의존훈련(proprioceptive-dependent training)의 잠재적 효과를 검증하고자 하였다.

고유감각의존훈련이란 시각 차단하에서 고유감각적 시스템 내의 고유감각적 표상을 개발할 목적으로 신체의 고유감각정보에 의존하여 연습하는 훈련방법을 의미한다. 고유감각(proprioception)은 신체 사지, 몸통, 그리고 머리의 움직임에 대한 정보(i.e., 공간 내의 위치, 방향, 속도, 가속도, 그리고 근육활동 정보)를 중추신경계로 제공하는 감각체계의 구성요소이다(Magill & Anderson, 2014). 환경 내에서 동작 수행과 관련된 정보를 제공하는 시각체계와 함께 고유감각체계는 운동기능의 수행과 학습 과정에서 피드백의 중요한 정보원으로 작용한다. 하지만 시각체계와 고유감각체계가 서로 대립하는 정보를 중추신경계에 전달하였을 때, 수행자는 고유감각적 정보보다는 시각적 정보에 의존하는 경향이 있다(Lee & Aronson, 1974). 그러한 시각체계의 우월성은 두 감각체계의 정보가 대립하는 상황이 자주 발생할 수 있는 기능학습의 초기 단계에서 고유감각적 표상 형성의 직접적인 정보원으로 작용하는 고유감각정보의 이용기회를 저해할 가능성이 있다.

고유감각의존훈련은 이미 시각정보를 통해 형성된 인지적 표상을 근거로 시각정보의 차단하에서 고유감각적 정보에만 의존하여 기능을 연습함으로써 고유감각적 표상의 형성을 강화 및 촉진시킬 수 있는 방법이 될 수도 있다. 결과적으로 정신적 시스템 내의 인지적 표상과 고유감각적 시스템 내의 고유감각적 표상 사이의 기능적 연결이 강화되면서 운동기능의 수행과 학습이 촉진될 가능성이 크다. 하지만 고유감각의존훈련의 잠재적 기대효과에도 불구하고 현재까지 운동학습제어 분야에서 기능수행 및 학습촉진을 위한 신체적 중재로서 고유감각의존훈련의 효과를 체계적으로 검토한 연구는 국내외적으로 상당히 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 운동기능의 초기 학습단계에서 복잡한 목표지향적인 운동기능인 골프퍼팅시 고유감각의존훈련이 거리증가에 따른 지각판단 및 기능수행에 미치는 영향을 검토함으로써 기능학습촉진을 위한 효과적인 신체적 중재 방법으로서 고유감각의존훈련의 적용 가능성을 검토하는 것이었다. 본 연구에서는 고유감각의존훈련이 효과적인 신체적 중재방법으로 작용한다면 고유감각적 정보에 의존하는 고유감각의존집단이 시각정보에 의존하는 시각의존집단과 통제집단에 비해 지각-인지적 판단과 기능수행을 더 효과적으로 촉진시킬 것이란 가설을 설정하였다. 아울러, 지각-인지적 모델(Bernstein, 1967)과 이를 지지하는 모델들(Hommel et al., 2001; Jeannerod, 2001; Schack, 2004)이 제의한 것처럼 인지적 표상과 동작이 기능적으로 연결되어 있다면 실험처치에 따른 지각-인지적 판단의 변화와 기능수행의 변화 사이에는 정적 상관관계가 나타날 것이며, 상관관계의 정도는 처치방법과 난이도의 증가를 의미하는 퍼팅 거리조건에 따라 달라질 것이란 가설을 설정하였다. 본 연구의 결과는 기능학습촉진을 위한 새로운 신체적 중재로서 고유감각의존훈련의 적용가능성을 검증하였다는 점에서 학술적 및 실제 운동지도상황에서 코치 및 실무자들이 고유감각의존훈련을 고려해 볼 수 있는 실용적 가치를 내포하고 있다.

연구방법

연구대상

20~25세 사이의 남자 대학생 36명이 실험에 참여하였다(M_{age}=22.1, SD=1.8). 모든 참여자들은 오른손 잡이로 정상이나 정상으로 교정된 시력을 지녔으며, 골프퍼팅 경험이 전무하거나 경험이 5회 미만인 초보자임을 참여자들이 작성한 자기보고서(self-report)를 통해 확인하였다. 참여자들은 고유감각의존집단(n=12, M_{age}=22.4, SD=1.3), 시각의존집단(n=12, M_{age}=21.8, SD=2.0), 그리고 통제집단(n=12, M_{age}=22.2, SD=1.8) 중 한 집단에 12명씩 무작위로 배정되었다. 실험은 헬싱키 선언과 현지 대학의 윤리지침을 준수하면서 수행되었다. 아울러, 참여자들은 실험 개시 전에 자발적 실험참여 동의서를 읽고 서명하였다.

측정

퍼팅수행에 대한 실제수행거리를 측정하기 위해서 디지털 퍼팅분석기(OP-8000, One Putting, Seoul, Korea)가 사용되었다. 디지털 퍼팅분석기에는 1/2,000초 단위로 볼의 움직임을 감지하는 센서들이 장착되어 있어 퍼팅 개시시점에서부터 임팩트시점까지 소요되는 시간뿐만 아니라 임팩트 후 센서를 통해 감지되는 볼의 속도정보를 근거로 볼이 굴러가는 예상거리가 일차원상에서 소수 첫째 자리까지 표시되었다. 참여자는 퍼팅수행 후 볼이 굴러가는 방향과 볼이 멈추는 지점을 실험목적상 볼 수 없도록 셋팅되었기 때문에 본 연구에서는 퍼팅수행 후 퍼팅분석기에 표시되는 거리를 실제수행거리로 간주하였다. 아울러, 퍼팅수행에 대한 수행지각거리를 측정하기 위해서 각 거리별 퍼팅수행 후 참여자가 지각적으로 판단한 예상거리를 구두적으로 소수 첫째 자리까지 제시하도록 요구하여 실험자가 측정지에 기입하였다. 본 연구에서는 퍼팅수행에 대한 수행지각거리의 정확성을 평가하기 위해서 퍼팅수행시 대표적인 감각정보원으로 이용되는 시각정보 또는 고유감각정보를 근거로 판단한 지각거리와 실제수행거리간의 거리차를 이용하여 절대오차를 계산함으로써 수행지각거리의 정확성을 분석하였다. 절대오차가 줄어든다는 것은 시각적 정보 또는 고유감각적 정보를 근거로 판단하는 지각-인지적 거리의 기준이 실제수행거리에 가까워진다는 것을 의미하므로 실제수행거리의 변화에 대한 과정을 지각-인지적 측면에서 설명할 수 있을 뿐만 아니라 계획된 운동기능의 수행시 지각-인지적 측면의 중요성을 강조한 지각-인지적 모델(Bernstein, 1967; Hommel et al., 2001; Jeannerod, 2001; Schack, 2004)의 지지여부를 재검증할 수 있다.

실험절차

본 실험은 사전검사, 연습세션, 그리고 사후검사의 순으로 진행되었다〈Table 1〉. 사전검사에서는 모든 참여자들의 초기 지각 및 수행수준을 측정하였다. 사전검사에 이어서 실시된 연습세션에서는 추후 참여자의 초기 수행지각거리의 정확성(i.e., 절대오차)과 실제수행거리의 정확성(i.e., 절대오차)을 분석하기 위해서 1-15m 퍼팅을 거리별로 1회씩(i.e., 총 15회) 무작위 순으로 실제수행거리를 측정하였다. 동시에 각 거리별 퍼팅수행 후 참여자가 지각적으로 판단한 예상거리를 구두적으로 소수 첫째 자리까지 제시하도록 요구하여 실험자가 측정지에 기입하였다. 사전검사에서는 눈을 뜬 상태로 퍼팅을 수행하였으며, 각 수행에 대한 어떠한 피드백도 제공되지 않았다. 구체적으로, 각 수행에 대한 실제수행거리는 퍼팅기에만 표시되어 실험자만 확인할 수 있도록 셋팅되었다. 수행자는 퍼팅 후 굴러가는 볼의 경로와 최종적으로 멈춘 볼의 위치를 볼 수가 없었으며 실험자는 퍼팅기에 표시된 실제수행거리에 대한 피드백을 제공하지 않았다. 연습세션에서는 먼저, 고유감각의존집단의 경우 눈을 감은 상태로 고유감각적 정보에만 의존하여 1-15m 거리의 퍼팅을 무작위 순으로 거리별로 6회씩(i.e., 총 90회) 수행연습을 하였다. 실험자는 고유감각적 정보에만 의존한 참여자의 각 수행에 대한 결과정보(i.e., 고유감각의존 결과피드백)를 제공하였다. 이어서, 시각의존집단의 경우에는 눈을 뜬 상태로 시각적 정보에 의존하여 1-15m 거리의 퍼팅을 무작위 순으로 거리별로 6회씩(i.e., 총 90회) 수행연습을 하였다. 실험자는 시각적 정보에 의존한 참여자의 각 수행에 대한 결과정보(i.e., 시각의존 결과피드백)를 제공하였다. 끝으로, 통제집단의 경우에는 시각의존집단과 마찬가지로 눈을 뜬 상태로 1-15m 거리의 퍼팅을 무작위 순으로 거리별로 6회씩(i.e., 총 90회) 수행연습을 하였지만 각 수행에 대한 어떠한 결과정보를 제공하지 않았다. 연습세션에 이어서 진행된 사후검사는 실험참여 동의서 서명 및 자기보고서 작성을 제외하고 사전검사와 동일하였다. 사전검사, 연습세션 및 사후검사 사이에는 각 5분간의 휴식이 주어졌으며, 개인별 퍼팅동작의 차이로 인한 영향을 줄이기 위해서 기본적인 동작정보(i.e., 스탠스, 그립잡는 방법)만을 제공하였다.

Table 1. Experimental treatment by group and test session

	Pre-test	Practice Session	Post-test
Proprioceptive-dependent training (n=12)	Signing the informed consent form and writing a self-report Measuring actual distance once for each distance ranging from 1-15m in a random order (i.e., a total of 15 trials) Measuring perceived distance once for each distance ranging from 1-15m in a random order (i.e., a total of 15 trials) Performed with eyes open No feedback was provided for each trial	Practicing putting in a random order 6 times for each distance ranging from 1-15m (i.e., a total of 90 trials) Performed with eyes closed Proprioceptive feedback was provided for each trial	Measuring actual distance once for each distance ranging from 1-15m in a random order (i.e., a total of 15 trials) Measuring perceived distance once for each distance ranging from 1-15m in a random order (i.e., a total of 15 trials) Performed with eyes open No feedback was provided for each trial
Visual-dependent training (n=12)		Practicing putting in a random order 6 times for each distance ranging from 1-15m (i.e., a total of 90 trials) Performed with eyes open Visual feedback was provided for each trial	
Control (n=12)		Practicing putting in a random order 6 times for each distance ranging from 1-15m (i.e., a total of 90 trials) Performed with eyes open No feedback was provided for each trial	

자료분석

1. 수행지각거리의 정확성

퍼팅수행에 대한 수행지각거리의 정확성은 퍼팅수행시 대표적인 감각정보원으로 이용되는 시각정보 또는 고유감각정보를 근거로 판단한 지각거리와 실제수행거리간의 거리의 변화에 의해 평가되었다. 구체적으로, 수행지각거리의 정확성을 분석하기 위해서 지각거리와 실제수행거리간의 거리 차이에 대한 값을 이용하여 일차원상의 절대오차 값이 계산되었다. 절대오차 값이 작을수록 수행지각거리의 정확성이 높다는 것을 의미한다. 다시 말해, 측정시점에 따라 수행지각거리의 오차가 감소했다는 것은 참여자 본인의 실제수행과 지각한 거리의 간격이 줄어들었다는 것을 의미한다. 즉, 자신이 타격한 실제 거리를 지각하는 능력이 향상되었다는 것을 의미한다.

계산된 변수에 대해 거리조건(i.e., 1-5m 단거리, 6-10m 중거리, 11-15m 장거리) × 집단(i.e., 고유감각의존집단, 시각의존집단, 통제집단) × 측정시점(i.e., 사전, 사후)의 삼원분산분석이 실시되었다. 세 독립변수의 상호작용이 통계적으로 유의하여 가설검증에 적합한 것으로 판단한 거리조건별로 집단(3)과 측정시점(2)의 이원분산분석을 사후검증으로 실시하였다. 모든 자료분석의 유의수준은 5% 설정되었다. 아울러, 모든 주효과와 상호작용에서 구형성 가정이 기각되어 Greenhouse-Geisser 교정 값이 통계검증에 이용되었다.

2. 실제수행거리의 정확성

퍼팅수행에 대한 실제수행거리는 디지털 퍼팅분석기의 센서가 임팩트 후 볼의 속도를 감지하여 산출한 거리를 나타낸다. 실제수행거리의 정확성을 분석하기 위해서 실제수행거리에 대한 절대오차 값이 계산되었다. 절대오차 값이 작을수록 실제수행거리의 정확성이 높다는 것을 의미한다. 다시 말해, 측정시점에 따라 실제수행거리의 오차가 감소했다는 것은 참여자 본인의 퍼팅 수행능력이 향상되었다는 것을 의미한다.

계산된 변수에 대해 거리조건(3) × 집단(3) × 측정시점(2)의 삼원분산분석이 실시되었다. 수행지각거리의 정확성 분석에서와 마찬가지로 세 독립변수의 상호작용이 통계적으로 유의하여 가설검증에 적합한 것으로 판단한 거리조건별로 집단(3)과 측정시점(2)의 이원분산분석을 사후검증으로 실시하였다. 모든 자료분석의 유의수준은 5% 설정되었다. 아울러, 모든 주효과와 상호작용에서 구형성 가정이 기각되어 Greenhouse-Geisser 교정 값이 통계검증에 이용되었다.

3. 상관관계

수행지각거리의 정확성과 실제수행거리의 정확성 사이의 상관관계를 분석하기 위해서 Pearson의 상관관계 분석이 수행되었다. 구체적으로, 집단별(i.e., 고유감각의존집단, 시각의존집단, 통제집단)로 거리조건(i.e., 단거리, 중거리, 장거리)에 따른 두 측정시점(i.e., 사전, 사후)에 걸쳐 나타난 수행지각거리의 변화와 실제수행거리의 변화 간 상관관계를 분석하였다. 모든 자료분석의 유의수준은 5%로 설정되었다.

연구결과

수행지각거리의 정확성

퍼팅수행에 대한 수행지각거리의 정확성을 분석한 결과에서는 거리조건의 주효과, [$F(2,33)=222.74$, $p<.001$, $n_p^2=.871$], 집단의 주효과, [$F(2,33)=4.93$, $p<.05$, $n_p^2=.230$], 그리고 측정시점의 주효과가,

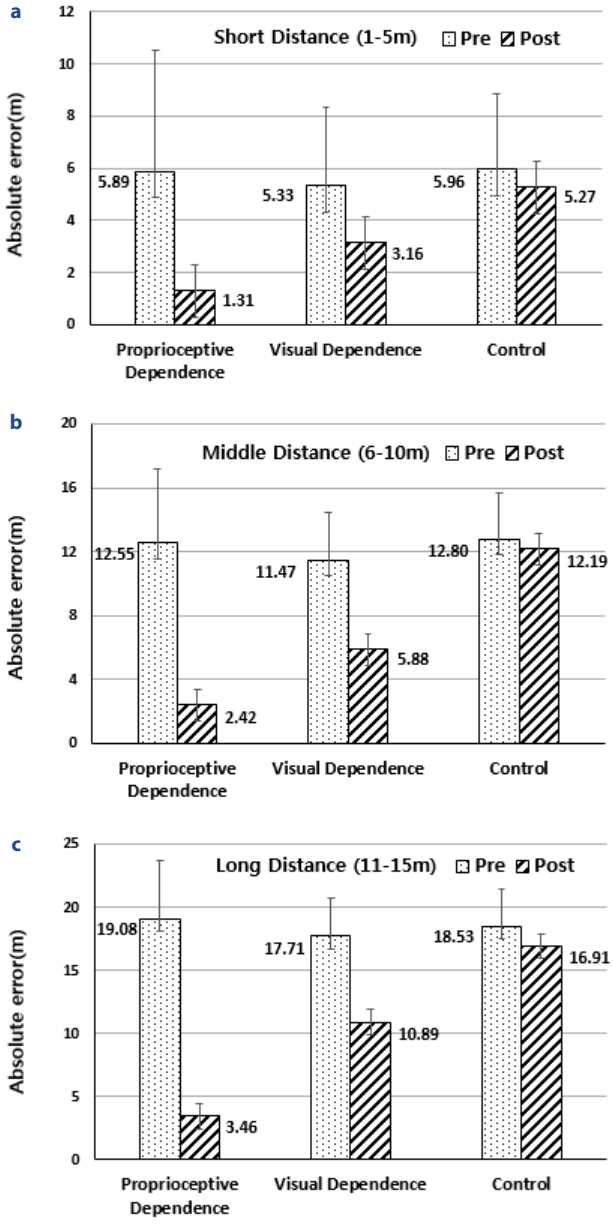

Fig. 1. Accuracy of perceived distance by group and test session according to distance condition

[$F(1,33)=18.30$, $p<.001$, $n_p^2=.357$], 모두 유의한 것으로 나타났다. 아울러, 보다 중요한 의미를 지니는 거리조건과 집단 및 측정시점의 상호작용도 유의한 것으로 나타났다, [$F(2,33)=4.85$, $p<.05$, $n_p^2=.227$]. 세 독립변수의 유의한 상호작용은 7가지(i.e., $2^{3(\text{독립변수의 개수})}-1$)의 방향으로 사후분석이 가능하다. 본 연구에서는 가설검증에 적합한 것으로 판단한 거리조건별로 집단과 측정시점의 이원분산분석을 사후검증으로 실시하였다. 먼저, 단거리 조건(i.e., 1-5m)에서 집단과 측정시점의 이원분산분석을 실시한 결과에서는 집단과, [$F(2,33)=3.89$, $p<.05$, $n_p^2=.188$], 측정시점의 주효과가, [$F(1,33)=16.37$, $p<.001$, $n_p^2=.332$], 유의한 것으로 나타났다. 집단과 측정시점의 상호작용 또한 유의한 것으로 나타났

다, [F(2,33)=3.43, p<.05, η_p^2=.172], 〈Fig. 1-a〉. 이는 측정시점에 따라 집단 간의 유의한 차이가 있거나 집단에 따라 측정시점 간의 유의한 차이가 있다는 것을 의미한다. 측정시점별로 집단 간의 차이를 사후검증한 결과에 따르면 사전검사에서는 집단 간 차이가 나타나지 않은 반면에 사후검사에서는 고유감각의존집단의 절대오차가 시각의존집단과 통제집단에 비해 유의하게 작았으며(p<.001), 시각의존집단이 통제집단보다 절대오차가 유의하게 작은 것으로 나타났다(p<.001). 집단별로 측정시점 간의 차이를 사후검증한 결과에서는 고유감각의존집단과 시각의존집단은 사전에 비해 사후에서의 절대오차가 유의하게 감소한(p<.01) 반면에 통제집단은 측정시점간 차이를 보이지 않았다. 이어서, 중거리 조건(i.e., 6-10m)에서 집단과 측정시점의 이원분산분석을 실시한 결과에서도 집단과 측정시점의 상호작용이 유의한 것으로 나타났다, [F(2,33)=3.64, p<.001, η_p^2=.181], 〈Fig. 1-b〉. 마찬가지로, 측정시점별로 집단 간의 차이를 사후검증한 결과에 따르면 사전검사에서는 집단 간 차이를 보이지 않은 반면에 사후검사에서는 고유감각의존집단, 시각의존집단, 그리고 통제집단의 순으로 절대오차가 유의하게 작은 것으로 나타났다(p<.001). 집단별로 측정시점 간의 차이를 사후검증한 결과에서는 고유감각의존집단의 경우 사전보다 사후에서의 절대오차가 유의하게 감소한(p<.01) 반면에 시각의존집단과 통제집단은 측정시점간 차이를 나타내지 않았다. 마지막으로, 장거리 조건(i.e., 11-15m)에서 집단과 측정시점의 이원분산분석을 실시한 결과에서도 집단과 측정시점의 상호작용이 유의한 것으로 나타났다, [F(2,33)=5.07, p<.05, η_p^2=.235], 〈Fig. 1-c〉. 측정시점별로 집단 간의 차이를 사후검증한 결과에 따르면 단거리 및 중거리 조건과 마찬가지로 사전검사에서는 집단 간 차이를 보이지 않은 반면에 사후검사에서는 고유감각의존집단, 시각의존집단, 그리고 통제집단의 순으로 절대오차가 유의하게 작은 것으로 나타났다(p<.001). 아울러, 집단별로 측정시점 간의 차이를 사후검증한 결과에서는 고유감각집단과 시각의존집단의 경우 사전보다 사후에서의 절대오차가 유의하게 감소한(p<.01) 반면에 통제집단은 측정시점 사이의 차이를 보이지 않았다.

실제수행거리의 정확성

퍼팅수행에 대한 실제수행거리의 정확성을 분석한 결과에서도 보다 중요한 의미를 지니는 거리조건과 집단 및 측정시점의 상호작용이 유의한 것으로 나타났다, [F(2,33)=2.59, p<.05, η_p^2=.136]. 수행지각거리의 분석에서와 마찬가지로 가설검증에 적합한 것으로 판단한 거리조건별로 집단과 측정시점의 이원분산분석을 사후검증으로 실시하였다. 먼저, 단거리 조건(i.e., 1-5m)의 결과에서는 집단과 측정시점의 상호작용이 유의한 것으로 나타났다, [F(2,33)=3.35, p<.05, η_p^2=.169], 〈Fig. 2-a〉. 이는 측정시점에 따라 집단 간의 유의한 차이가 있거나 집단에 따라 측정시점 간의 유의한 차이가 있다는 것을 의미한다. 측정시점별로 집단 간의 차이를 사후검증한 결과에 따르면 사전검사에서는 집단 간 차이가 나타나지 않은 반면에 사후검사에서는 고유감각의존집단, 시각의존집단, 그리고 통제집단의 순으로 절대오차가 유의하게 작은 것으로 나타났다(p<.01). 집단별로 측정시점 간의 차이를 사후검증한 결과에서는 고유감각의존집단의 절대오차가 사전에 비해 사후에서 유의하게 감소한(p<.01) 반면에 시각의존집단과 통제집단은 측정시점 간 차이를 보이지 않았다. 이어서, 중거리 조건(i.e., 6-10m)에서도 집단과 측정시점의 상호작용이 유의한 것으로 나타났다, [F(2,33)=3.36, p<.05, η_p^2=.169], 〈Fig. 2-b〉. 마찬가지로, 측정시점별로 집단 간의 차이를 사후검증한 결과에 따르면 사전검사에서는 집단 간 차이를 보이지 않은 반면에 사후검사에서는 고유감각의존집단, 시각의존집단, 그리고 통제집단의 순으로 절대오차가 유의하게 작은 것으로 나타났다(p<.001). 집단별로 측정시점 간의 차이를 사후검증한 결과에서는 고유감각의존집단의 경우 사전보다 사후에서의 절대오차가 유의하게 감소한(p<.01) 반면에 시각의존집단과 통제집단은 측정시점간 차이를 나타내지 않았다. 마지막으로, 장거리 조건(i.e., 11-15m)에서 집단과 측정시점의 이원분산분석을 실시한 결과에서도 집단과 측정시점의 상호작용이 유의하게 나타났다, [F(2,33)=3.97, p<.05, η_p^2=.193], 〈Fig. 2-c〉. 측정시점별로 집단 간의 차이를 사후검증한 결과에 따르면 사전검사에서는 집단 간 차이를 보이

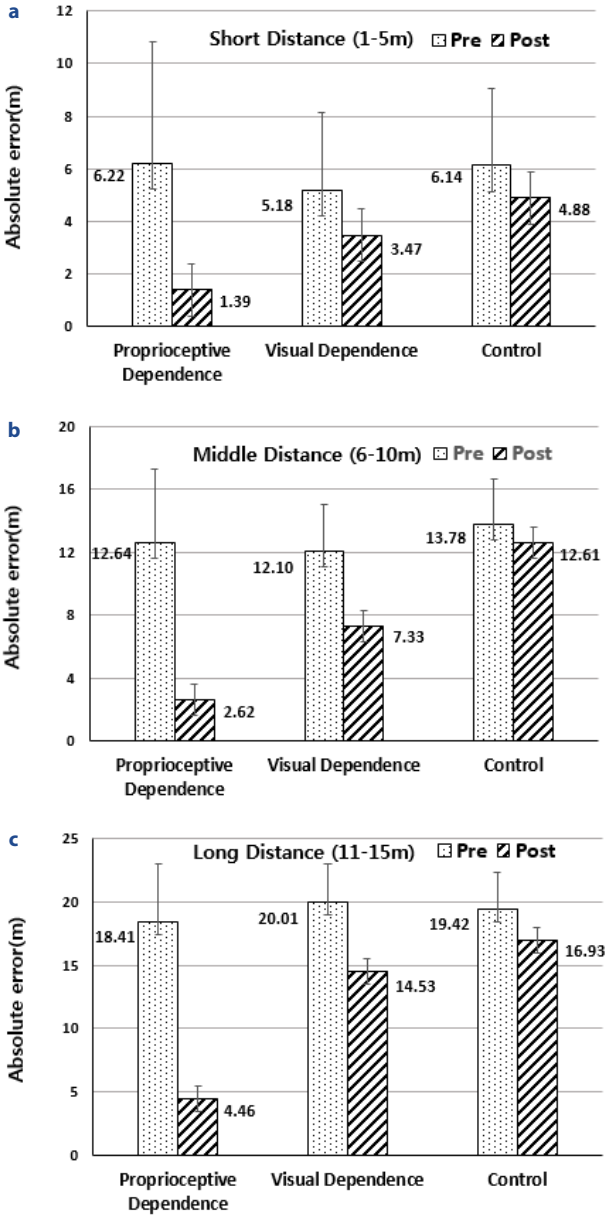

Fig. 2. Accuracy of actual distance by group and test session according to distance condition

지 않은 반면에 사후검사에서는 고유감각의존집단의 절대오차가 시각의존집단과 통제집단에 비해 유의하게 작은 것으로 나타났다(p<.001). 하지만 시각의존집단과 통제집단 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 아울러, 집단별로 측정시점 간의 차이를 사후검증한 결과에 따르면 고유감각집단과 시각의존집단의 절대오차는 사전에 비해 사후에서 유의하게 감소한(p<.05) 반면에 통제집단은 측정시점 사이의 차이를 보이지 않았다.

상관관계

집단별(i.e., 고유감각의존집단, 시각의존집단, 통제집단)로 거리조건(i.e., 단거리, 중거리, 장거리)에 따른 두 측정시점(i.e., 사전, 사후)에 걸쳐 나타난 수행지각거리의 변화와 실제수행거리의 변화 간 상관관계를 분석하였다. 먼저, 고유감각의존집단의 경우에는 세 거리조건 모두에서 사전 및 사후에 걸쳐 나타난 수행지각거리와 실제수행거리의 변화 사이에 유의한 정적 상관관계가 나타났다, [단거리 r=.989, p<.01, 〈Fig. 3-a〉, 중거리 r=.992, p<.01, 〈Fig. 3-b〉, 장거리 r=.993, p<.01), 〈Fig. 3-c〉]. 이어서, 시각의존집단에서도 세 거리조건 모두에서 수행지각거

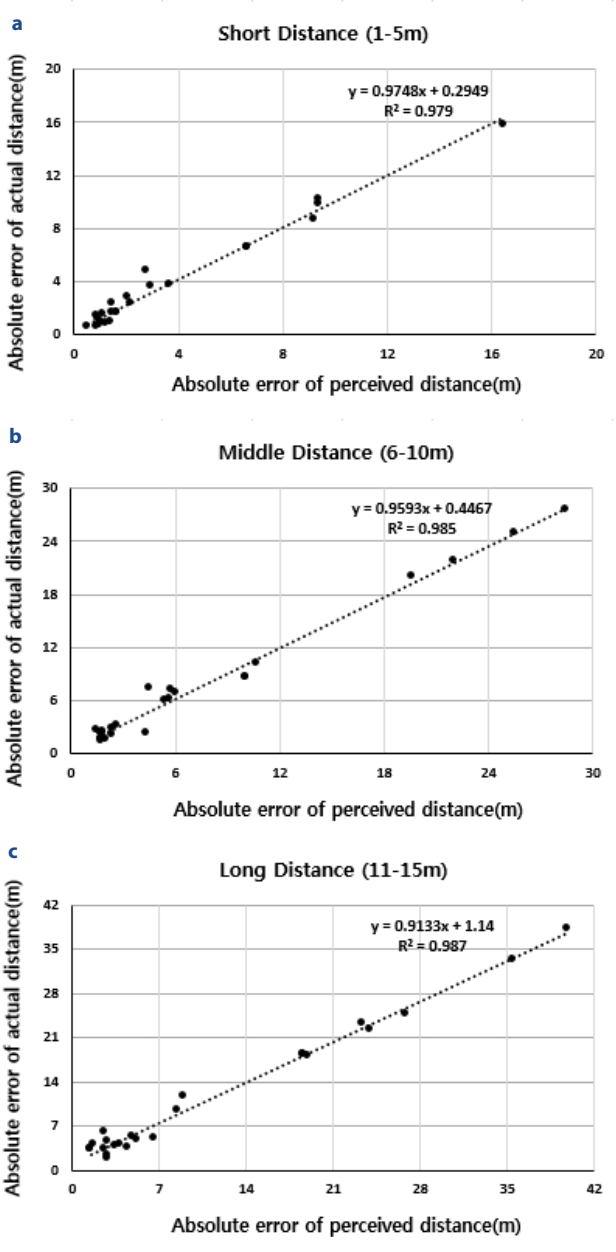

Fig. 3. Proprioceptive-dependent training: Correlation between changes in accuracy of perceived distance and actual distance

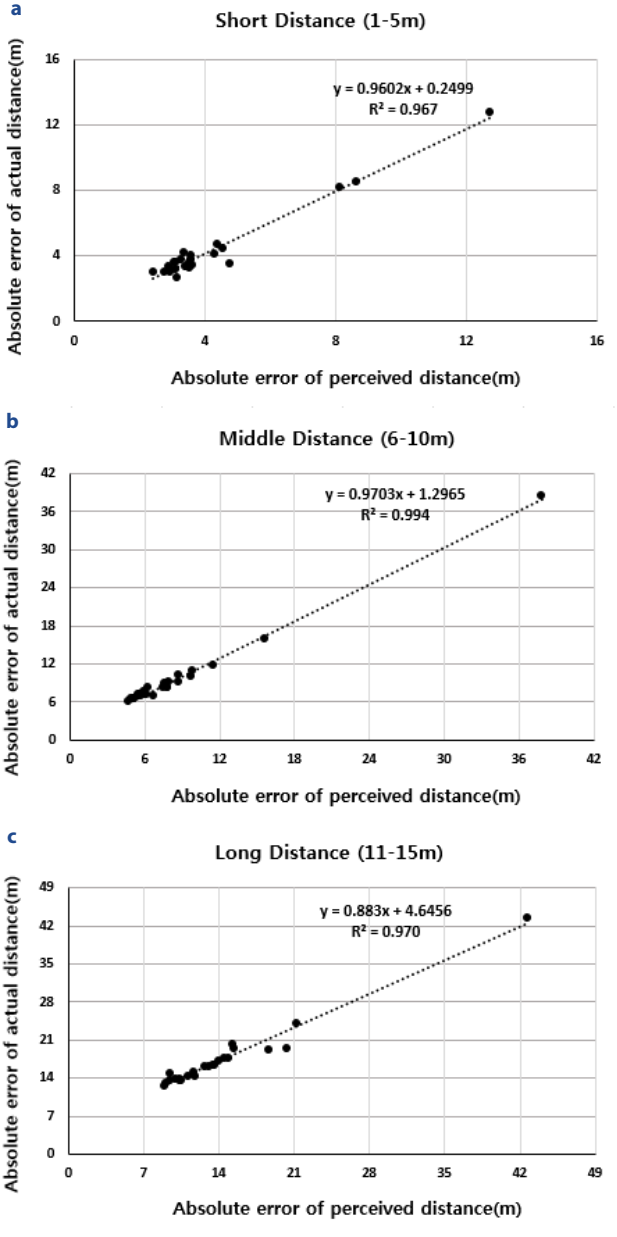

Fig. 4. Visual-dependent training: Correlation between changes in accu-racy of perceived distance and actual distance

리의 변화와 실제수행거리의 변화 간 유의한 정적 상관관계가 나타났다, [단거리 r=.983, p<.01, 〈Fig. 4-a〉, 중거리 r=.997, p<.01, 〈Fig. 4-b〉, 장거리 r=.985, p<.01, 〈Fig. 4-c〉]. 반면에 통제집단에서는 세 거리조건 모두에서 수행지각거리와 실제수행거리의 변화 간 유의한 상관관계가 나타나지 않았다, [단거리 r=.358, p>.05, 중거리 r=.109, p>.05, 장거리 r=.105, p>.05].

연구결과

본 연구의 목적은 복잡한 운동기능인 골프퍼팅시 고유감각의존훈련이 거리증가에 따른 지각-인지적 판단 및 기능수행에 미치는 영향을 검토함으로써 기능학습촉진을 위한 신체적 중재 방법으로서 고유감각의존훈련의 적용 가능성을 검토하는 것이었다. 본 연구에서는 고유감각의존훈련이 효과적인 신체적 중재방법으로 작용한다면 고유감각적 정보에 의존하는 고유감각의존집단이 시각정보에 의존하는 시각의존집단과 통제집단에 비해 지각-인지적 판단과 기능수행을 더 효과적으로 촉진시킬 것이란 가설을 설정하였다. 아울러, 지각-인지적 모델(Bernstein, 1967)과 이를 지지하는 모델들(Hommel et al., 2001; Jeannerod, 2001; Schack, 2004)이 제의한 것처럼 정신적 표상과 동작이 기능적으로 연결되어 있다면 실험처치에 따른 지각-인지적 판단의 변화와 기능수행의 변화 사이에는 정적 상관관계가 나타날 것이며, 상관관계의 정도는 훈련방법과 난이도의 증가를 의미하는 퍼팅 거리조건에 따라 달라질 것이란 가설을 설정하였다. 본 연구의 결과는 설정된 가설을 전반적으로 지지하는 것으로 나타났다. 구체적으로, 본 연구의 결과에 따르면, 세 거리조건(i.e., 단거리, 중거리, 장거리) 모두에서 고유감각의존집단의 수행지각거리 및 실제수행거리의 정확성이 시각의존집단과 통제집단에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다. 아울러, 고유감각의존집단과 시각의존집단의 경우, 수행지각거리의 변화와 실제수행거리의 변화 사이에 유의한 정적 상관관계를 보여주었다. 하지만 그러한 상관관계의 정도는 거리조건과 훈련방법에 따라서 유의한 차이를 보이지는 않았다.

우선, 퍼팅수행에 대한 수행지각거리의 정확성과 관련하여, 세 거리조건(i.e., 단거리, 중거리, 장거리) 모두에서 집단과 측정시점의 상호작용이 유의하여 사후검증을 실시하였다. 결과는 세 거리조건 모두 사전검사에서는 집단 간 차이가 나타나지 않은 반면에 사후검사에서는 고유감각의존집단, 시각의존집단, 그리고 통제집단의 순으로 절대오차가 유의하게 작은 것으로 나타났다. 수행지각거리의 절대오차가 작아진다는 것은 고유감각적 정보 또는 시각적 정보를 근거로 판단하는 지각-인지적 거리의 기준이 실제수행거리에 가까워진다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구의 결과는 시각정보의 차단하에서 고유감각적 정보에 의존하는 고유감각의존연습이 시각정보에 의존하는 시각의존연습보다 효과적으로 고유감각적 표상의 형성에 기여함으로써 수행지각거리의 민감성을 강화시킬 수 있음을 시사한다.

인지적 동작구조 모델(Schack, 2004)를 고려할 때, 시각의존연습은 시각적 정보를 주 정보원으로 이용하여 퍼팅수행과 관련된 정신적 표상의 형성에 관여하므로 정신적 시스템 내의 정신적 표상수준과 관련이 있는 반면에 고유감각의존연습은 고유감각적 정보를 주 정보원으로 이용하여 퍼팅수행과 관련된 정신적 표상의 형성에 관여하므로 운동감각적 시스템 내의 운동감각적 표상(i.e., 고유감각적 표상) 수준과 관련이 있다. 시각적 정보를 주 정보원으로 정신적 표상의 형성을 촉진시키는 대표적인 인지적 훈련방법 중의 하나가 활동관찰훈련이다(Frank et al., 2018). 반면에 고유감각적 정보를 주 정보원으로 고유감각적 표상의 형성을 촉진시키는 대표적인 신체적 훈련방법은 명확하지 않다. 하지만 최근에 Chiyohara et al.(2020)의 연구는 로봇을 이용한 팔꿈치 신전동작에 대한 수동적인 고유감각의존훈련이 고유감각적 민감성(proprioceptive acuity)을 효과적으로 강화시킴으로써 동일한 관절을 사용하는 다트던지기의 수행을 촉진키는 것으로 나타났다. 고유감각의존훈련에 관한 연구가 상당히 미흡한 실정이기는 하지만 Chiyohara et al.(2020)의 연구결과는 고유감각적 정보에 의존하는 고유감각의존연습이 운동감각적 시스템 내의 고유감각적 표상의 형성에 기여함으로써 수행지각거리의 민감성이 강화될 수 있다는 앞선 단락의 주장을 뒷받침한다.

퍼팅수행에 대한 실제수행거리의 정확성과 관련하여, 수행지각거리의 분석에서와 마찬가지로 세 거리조건 모두에서 집단과 측정시점의 상호작용이 유의하여 사후검증을 실시하였다. 결과에 따르면 세 거리조건 모두 사전검사에서는 집단 간 차이가 나타나지 않았다. 반면에 사후검사에서는 단거리(i.e., 1-5m) 조건과 중거리 조건(i.e., 6-10m)의 경우 고유감각의존집단, 시각의존집단, 그리고 통제집단의 순으로 절대오차가 유의하게 작은 것으로 나타났다. 아울러, 장거리 조건(i.e., 11-15m)의 경우에는 고유감각의존집단의 절대오차가 시각의존집단과 통제집단보다 유의하게 작은 반면에 시각의존집단과 통제집단 간 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 고유감각적 정보에 의존한 고유감각의존연습이 시각정보에 의존한 시각의존연습에 비해 퍼팅수행거리의 정확성을 효과적으로 향상시키며, 그 효과는 퍼팅거리의 증가에 따른 난이도의 영향을 거의 받지 않는다는 것을 시사한다.

고유감각의존연습의 기능수행 및 학습촉진효과를 지지하는 일부 선행연구들이 있다(Beets et al., 2012; Chiyohara et al., 2020; Lei & Wang, 2018; Wong et al., 2012). 예를 들어, Wong et al.(2012)은 고유감각적 훈련이 손 궤적동작(i.e., 원그리기)의 학습에 미치는 영향을 검토하기 위해서 한 연습집단의 참여자들에게는 손 동작에 대한 시각적 정보를 제공하고 다른 연습집단의 참여자들에게는 손 동작에 대한 시각적 정보와 함께 로봇이 손 궤적동작을 안내하게 함으로써 고유감각적 정보를 제공하였다. 결과는 고유감각적 정보를 추가적으로 제공한 훈련이 시각정보에 의존한 훈련에 비해 손 궤적동작의 학습을 보다 효과적으로 촉진시킨 것으로 나타났다. 또한 Chiyohara et al.(2020)은 로봇에 의해 안내되는 팔꿈치 신전동작에 대한 수동적인 고유감각적 훈련이 같은 관절을 사용하는 다트던지기의 수행에 미치는 영향을 검토하였다. 연구결과에 따르면, 제공된 고유감각적 훈련이 다트 던지기의 수행을 효과적으로 향상시킨 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 고유감각의존연습의 기능수행 및 학습촉진효과를 직·간접적으로 지지한다.

수행지각거리와 실제수행거리의 변화간 상관관계와 관련하여, 고유감각의존집단과 시각의존집단의 경우에는 세 거리조건(i.e., 단거리, 중거리, 장거리) 모두에서 수행지각거리의 변화와 실제수행거리의 변화사이에 유의한 정적 상관관계가 나타났다. 반면에 통제집단에서는 세 거리조건 모두에서 수행지각거리와 실제수행거리의 변화간 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 이러한 결과는 고유감각적 정보에 의존한 고유감각의존연습과 시각정보에 의존한 시각의존연습에 의해 변화한 수행지각거리와 실제수행거리는 기능적으로 연결되어 있으며, 그 연결의 정도는 퍼팅 거리의 증가에 따른 난이도의 영향을 거의 받지 않는다는 것을 시사한다. 하지만 과제난이도에 따른 본 연구의 결과를 일반화하기 위해서는 보다 다양한 과제와 난이도 조건에서 그 결과를 검증할 필요가 있다.

운동제어학습분야에서 지각판단과 활동의 기능적 연결에 관해서는 많은 연구들이 진행되었다(Feldman, 2008; Kwon & Kim, 2013;

Pozzo et al., 2006; Warren, 1990). 지각판단은 동원되는 주 감각정보원에 따라 시각적 지각판단, 고유감각적 지각판단 및 통합적 지각판단으로 구분할 수 있다. 시각적 지각판단과 활동의 기능적 연결과 관련해서는 축적된 연구의 결과들이 존재한다(Goodale, 2011; Kim et al., 2017; Kim et al., 2020; Ranganathan & Carlton, 2007). 예를 들어, Kim et al.(2017)과 Kim et al.(2020)의 연구에 따르면, 활동관찰이 복잡한 운동기능인 골프퍼팅과 태권도에 대한 정신적 표상구조의 형성과 기능학습을 촉진시키며, 정신적 표상구조의 변화(i.e., 시각적 지각판단의 변화)와 기능수행의 변화사이에 정적인 상관관계가 있는 것으로 있는 것으로 나타났다. 아울러, 고유감각적 지각판단과 활동의 기능적 연결과 관련하여 Lei & Wang(2018)의 연구에 따르면, 젊은 참여자들에 비해 노인들의 경우 고유감각적 민감성의 가변성과 시각적운동(visuomotor) 회전과제로의 적응사이에 유의한 부적 상관관계가 나타났다. 다시 말해, 나이로 인해 고유감각적 민감성이 둔화된 노인들은 관련된 과제수행으로의 적응능력이 느린 것으로 나타났다. 본 연구의 결과와 연결하여 이러한 결과들은 고유감각의존연습과 시각의존연습을 통해 변화된 수행지각거리(i.e., 고유감각적 지각판단, 시각적 지각판단)와 운동출력단계인 실제수행거리가 기능적으로 연결되어 있다는 주장을 뒷받침한다. 추가적으로, 기능적 연결의 정도가 연습방법과 거리조건에 따라 차이가 나타나지 않은 본 연구의 결과는 고유감각의존연습 또는 시각의존연습을 통해 지각판단(i.e., 고유감각적 지각판단, 시각적 지각판단)과 수행사이의 기능적 연결이 나타나더라도 그 연결의 정도는 과제 난이도의 영향을 적게 받는다는 것을 암시한다. 하지만 이러한 주장을 뒷받침하기 위해서는 추가적인 연구를 통해 검증할 필요가 있어 보인다. 아울러, 시각의존훈련과 관련하여, 본 연구에서는 시각허용하에서 시각의존훈련이 수행되었지만 신체의 움직임 또한 동반되었기 때문에 시각정보와 함께 고유감각정보가 이용되었을 가능성이 있다. 따라서 추후 연구에서는 오로지 시각정보에만 의존할 수 있는 활동관찰과 같은 인지적 훈련을 추가할 필요가 있다.

그럼에도 불구하고 전반적으로 본 연구의 결과는 기능수행 및 학습촉진을 위한 새로운 신체적 중재방법으로서 고유감각의존연습의 잠재적 적용가능성을 검증하였다는 점에서 학술적 및 실제 운동지도상황에서 코치 및 실무자들이 고유감각의존훈련을 고려해 볼 수 있는 실용적 가치를 내포하고 있다.

결론 및 제언

종합해 볼 때, 본 연구는 고유감각의존연습이 고유감각적 지각판단과 기능수행에 미치는 영향에 대한 통찰력을 제공함으로써 기능수행 및 학습촉진을 위한 신체적 중재로서 고유감각적 정보에 의존하는 고유감각의존훈련의 적용가능성을 보여주었다. 본 연구에서는 세 거리조건(i.e., 단거리, 중거리, 장거리) 모두에서 고유감각의존집단의 수행지각거리 및 실제수행거리의 정확성이 시각의존집단과 통제집단에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다. 아울러, 고유감각의존집단과 시각의존집단의 경우, 수행지각거리의 변화와 실제수행거리의 변화 사이에 유의한 정적 상관관계를 보여주었다. 이러한 결과는 고유감각의존훈련이 효과적인 연습방법이 될 수도 있음을 시사하며, 지각판단과 활동이 기능적으로 연결되어 있다고 제의한 지각-인지적 모델(Bernstein, 1967)을 지지한다. 그럼에도 불구하고, 고유감각의존연습에 관한 누적된 연구가 상당히 미흡하다는 점을 고려할 때, 본 연구의 결론을 일반화하기에는 무리가 있다. 따라서 추후 연구에서는 기능학습 후기단계에서의 고유감각의존연습의 효과, 고유감각의존연습과 시각의존연습의 병행효과 및 최적의 병행훈련 스케줄 등에 관한 후속 연구들을 통해 지속적으로 고유감각의존연습의 효과 및 적용방법을 검증해 나갈 필요가 있다.

참고문헌

Beets, I. A. M., Macé, M., Meesen, R. L. J., Cuypers, K., Levin, O., & Swinnen, S. P. (2012). Active versus passive training of a complex bimanual task: Is prescriptive proprioceptive information sufficient for inducing motor learning? *PLoS One, 7*(5), e37687.

Bernstein, N. (1967). *The Co-ordination and Regulation of Movement*. Oxford: Pergamon Press.

Chiyohara, S., Furukawa, J. I., Noda, T., Morimoto, J., & Imamizu, H. (2020). Passive training with upper extremity exoskeleton robot affects proprioceptive acuity and performance of motor learning. *Scientific Reports, 10*(1), 1-9.

Eaves, D. L., Riach, M., Holmes, P. S., & Wright, D. (2016). Motor imagery during action observation: A brief review of evidence, theory and future research opportunities. *Frontiers in Neuroscience, 10*, 514

Feldman, A. G. (2008). New insights into action-perception coupling. *Experimental Brain Research, 194*(1), 39-58.

Frank, C., Kim, T., & Schack, T. (2018). Observational practice promotes action-related order formation in long-term memory: Investigating action observation and the development of cognitive representation in complex motor action. *Journal of Motor Learning and Development, 6*(1), 53-72.

Frank, C., Land, W. M., Popp, C., & Schack, T. (2014). Mental representation and mental practice: Experimental investigation on the functional links between motor memory and motor imagery. *PLoS One, 9*(4), e95175.

Goodale, M. A. (2011). Transforming vision into action. *Vision Research, 51*(13), 1567-1587.

Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The Theory of Event Coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences, 24*(5), 849-937.

Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage, 14*(1), S103-S109.

Kim, T., Frank, C., & Schack, T. (2017). A systematic investigation of the effect of action observation training and motor imagery training on the development of mental representation structure and skill performance. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*, 499

Kim, T., Frank, C., & Schack, T. (2020). The effect of alternate training of action observation and motor imagery on cognitive and skill performance. *International Journal of Sport Psychology, 51*(2), 101-121.

Kwon, T., & Kim, T. (2013). The effect of perceptual judgment of previous performance on next performance of novice and expert in golf. *European Journal of Social Sciences, 39*(2), 234-240.

Lee, D. N., & Aronson, E. (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Perception & Psychophysics, 15*(3), 529-532.

Lei, Y., & Wang, J. (2018). The effect of proprioceptive acuity variability on motor adaptation in older adults. *Experimental Brain Research, 236*(2), 599-608.

Magill, R. A., & Anderson, D. (2014). *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*(10th ed.). NY: McGraw-Hill Higher Education.

Pozzo, T., Papaxanthis, C., Petit, J. L., Schweighofer, N., & Stucchi, N. (2006). Kinematic features of movement tunes perception and action coupling. *Behavioural Brain Research, 169*(1), 75-82.

Ranganathan, R., & Carlton, L. G. (2007). Perception-action coupling and anticipatory performance in baseball batting. *Journal of Motor Behavior, 39*(5), 369-380.

Schack, T. (2004). The cognitive architecture of complex movement. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 2*(4), 403-438.

Warren, W. H. (1990). The Perception-action Coupling. In *Sensory-motor organizations and development in infancy and early childhood* (pp. 23-37). Springer, Dordrecht.

Wong, J. D., Kistemaker, D. A., Chin, A., & Gribble, P. L. (2012). Can proprioceptive training improve motor learning? *Journal of Neurophysiology, 108*(12), 3313-3321.

기능수행촉진을 위한 고유감각의존훈련: 골프퍼팅시 거리증가에 따른 지각 및 기능수행의 변화

김태호[1], 장덕찬[1], 하준호[2]

[1] 계명대학교 강사
[2] 계명문화대학교 조교수

[목적] 본 연구의 목적은 운동기능의 초기 학습단계에서 복잡한 목표지향적인 운동기능인 골프퍼팅시 고유감각의존훈련이 거리증가에 따른 지각판단 및 기능수행에 미치는 영향을 검토함으로써 기능학습촉진을 위한 효과적인 신체적 중재 방법으로서 고유감각의존훈련의 적용 가능성을 검토하는 것이었다.
[방법] 남자 대학생 36명이 실험에 참여하였다. 모든 참여자들은 오른손 잡이로 정상이나 정상으로 교정된 시력을 지녔으며, 골프퍼팅 경험이 전무하거나 경험이 5회 미만인 초보자들었다. 그들은 고유감각의존집단, 시각의존집단, 그리고 통제집단 중 한 집단에 12명씩 무작위로 배정되었다. 본 실험은 사전검사, 연습세션, 그리고 사후검사의 순으로 진행되었다. 사전검사에서는 디지털 퍼팅분석기를 이용하여 참여자의 초기 수행지각거리의 정확성(i.e., 절대오차)과 실제수행거리의 정확성(i.e., 절대오차)을 분석하기 위해서 1-15m 퍼팅을 거리별로 1회씩(i.e., 총 15회) 무작위 순으로 수행거리를 측정하였다. 연습세션에서는 고유감각의존집단의 경우 눈을 감은 상태로 수행에 대한 고유감각의존 결과피드백에만 의존하여 1-15m 거리의 퍼팅을 무작위 순으로 거리별로 6회씩(i.e., 총 90회) 수행연습을 하였다. 시각의존집단의 경우에는 눈을 뜬 상태로 수행에 대한 시각의존 결과피드백에 의존하여 1-15m 거리의 퍼팅을 무작위 순으로 거리별로 6회씩(i.e., 총 90회) 수행연습을 하였다. 통제집단의 경우에는 수행에 대한 결과피드백 없이 눈을 뜬 상태로 1-15m 거리의 퍼팅을 무작위 순으로 거리별로 6회씩(i.e., 총 90회) 수행연습을 하였다. 사후검사는 사전검사와 동일하였다. 수행지각거리의 정확성, 실제수행거리의 정확성, 그리고 수행지각거리의 변화와 실제수행거리의 변화 사이의 상관관계가 절대오차 값을 이용하여 분석되었다.
[결과] 사전검사에서는 집단 간 차이를 보이지 않은 반면에 사후검사에서는 세 거리조건(i.e., 1-5m 단거리, 6-10m 중거리, 11-15m 장거리) 모두에서 고유감각의존집단, 시각의존집단, 그리고 통제집단의 순으로 수행지각거리 및 실제수행거리의 절대오차가 유의하게 작은 것으로 나타났다. 아울러, 고유감각의존집단과 시각의존집단의 경우, 수행지각거리의 변화와 실제수행거리의 변화 사이에 유의한 정적 상관관계를 보여주었다. 하지만 그러한 상관관계의 정도는 거리조건과 훈련방법에 따라서 유의한 차이를 보이지는 않았다.
[결론] 본 연구는 고유감각의존연습이 고유감각적 지각판단과 기능수행에 미치는 영향에 대한 통찰력을 제공함으로써 기능수행 및 학습촉진을 위한 신체적 중재로서 고유감각적 정보에 의존하는 고유감각의존훈련의 적용가능성을 보여준다.

주요어
운동학습, 고유감각, 골프, 지각, 지각판단