

대학 축구 선수의 집행 기능 및 암묵 학습 능력과 경기력 간의 관계*

김 태 현

유 성 은, 하 창 현†

국립나주병원

충북대학교 심리학과

본 연구는 대학 축구 선수들의 집행 기능과 암묵 학습 능력이 선수들의 경기력을 얼마나 예측하고 설명하는지를 확인하고, 기존 연구들에서 사용하는 복잡한 도구가 아닌 간편한 측정 도구의 유용성을 살펴보는 데에 목적이 있다. 본 연구에서는 대학 축구 선수 10명을 참가자로 모집하여 도안 유창성 검사와 암묵 학습 검사를 실시하였다. 다음으로, 참가자들은 실제 경기 (Small Side Game; SSG)를 하였으며, 이 과정을 기록하여 경기력을 분석하였다. 집행 기능은 1경기에 대해 선수들의 득점, 패스 능력, 태클 능력과 상관을 보였으나 체력이 떨어졌을 것이라 예상되는 2경기에서는 선수들의 경기력을 예측하지 못하였다. 집행 기능과 암묵 학습 능력이 선수의 경기력을 얼마나 예측하는지 살펴본 결과, 1경기에서 집행 기능만이 선수의 경기력을 예측하는 것으로 나타났다. 2경기에서는 집행 기능과 암묵 학습 능력이 경기력을 예측하지 못하는 것으로 나타났다. 본 연구는 집행 기능과 암묵 학습 능력을 간단한 도구로 측정하여 경기력을 예측할 수 있음을 확인하였으며, 암묵 학습 능력보다 집행 기능이 선수들의 경기력을 더 잘 설명하는 것을 밝혔음에 의의가 있다.

주요어: 축구 선수, 경기력, 집행 기능, 암묵 학습 능력

* 본 논문은 제1저자의 석사학위논문을 수정 및 보완하여 작성하였음.

† 교신저자(Corresponding Author) : 하창현, 충북대학교 심리학과 박사수료, 충북 청주시 흥덕구 충대로 1; 충북대학교 심리학과, E-mail : rudtn128@chungbuk.ac.kr

김태현, 국립나주병원 임상심리수련생(제1저자)

유성은, 충북대학교 심리학과 교수(공동저자)

■ 최초투고일 : 2023년 8월 10일 ■ 심사마감일 : 2023년 10월 3일 ■ 게재확정일 : 2023년 10월 15일

1. 서론

스포츠와 심리학은 다양한 영역에서 함께 연구를 진행해왔다(Gould & Pick, 1995). 많은 연구자들이 관심을 가지고 살펴본 영역은 주로 어린 선수가 성장했을 때 뛰어난 선수가 될 수 있을지를 예측하는 재능규명이며(Morris, 2000), 다양한 스포츠 구단에서도 재능있는 어린 선수를 발굴하는 것을 중요하게 여기고 있다(Huijigen et al., 2015). 재능이 뛰어난 선수란 어린 시절부터 훈련과 시험 등에서 또래들보다 높은 경기력을 보이고 성인이 되어서는 상급 선수로 성장할 잠재력을 지닌 선수로 정의된다(Helsen, Hodges, Van Winckel, & Starkes, 2000). 그렇다면 경기력이 뛰어난 것으로 예측되는 선수들을 찾기 위해서는 선수들의 어떤 특성을 파악해야 할까?

현재까지 연구된 수행 특성들은 운동 능력(Meylan, Cronin, Oliver, & Hughes, 2010; Visscher, Elferink-Gemser, & Lemmink, 2006), 동기나 자기 확신과 같은 심리적 특성(Mahoney, Gabriel, & Perkins, 1987; Rowley et al., 1995), 시각-인지적 능력(Starkes & Ericsson, 2003; Vaeyens et al., 2007; Williams et al., 2011), 학습능력(Masters, 1992; Verburgh, Scherder, van Lange, & Oosterlaan, 2016) 등이 있으며, 뛰어난 선수가 되기 위해선 어린 시절부터 경기력에 기여하는 모든 수행 특성들을 개발해야 한다(Elferink-Gemser, Jordet, Coelho-E-Silva, & Visscher, 2011).

경기력과 관련된 수행 특성들을 밝혀낸다면 어떤 특성이 뛰어난 경기력을 예측할 수 있는지 그리고 중요한지를 비교할 수 있다(Helsen & Starkes, 1999; Reilly & Williams, 2000; Simonton, 1999). 이를 통해 어린 선수들의 잠재력을 살펴볼 때 가장 우선적으로 살펴보아야 할 수행 특성이 무엇

인지 결정할 수 있다. 본 연구에서는 수행 특성 중 집행 기능과 암묵 학습 능력이 선수의 경기력을 예측할 수 있는지 살펴보고 두 특성 중에서 어떤 것이 경기력에 대해 더 높은 설명력을 가지는지를 확인하였다.

현대 축구에서는 패스가 점점 더 중요해지고 있다. 지난 40년간의 월드컵 결승전을 분석한 결과에 따르면, 경기의 속도가 점차 빨라지고 있으며 패스의 비율은 약 35% 증가하는 것으로 나타났다(Wallace & Norton, 2014). 패스는 인지 기능 중 작업 기억과 연관되며(Parsons et al., 2014), 작업 기억은 핵심 집행 기능 중 하나이기도 하다(Diamond, 2013; Lehto, Juujärvi, Kooistra, & Pulkkinen, 2003; Miyake et al., 2000). 이는 집행 기능이 다른 수행 특성보다 더 강조될 수 있음을 시사한다. 실제로도 높은 집행 기능 점수와 선수들이 2년 동안 기록한 득점, 도움 사이에는 정적 상관 관계를 보였다(Vestberg, Gustafson, Maurex, Ingvar, & Petrovic, 2012).

패스 능력 외에도 현대 축구에서는 하나의 포지션이 아닌 여러 포지션을 소화할 수 있는 멀티플레이어가 각광을 받는다. 현대 축구에서는 수비수는 수비, 공격수는 공격만 하는 시대를 지나 다양한 능력을 소화할 수 있는 선수가 뛰어난 선수로 인정받는다. 즉, 선수들은 다양한 포지션에서 요구되는 여러 기술을 습득하기 위해 뛰어난 학습 능력이 필수적이다. 선행 연구(Verburgh et al., 2016)에서도 프로 축구 선수와 아마추어 축구 선수들을 대상으로 암묵 학습 속도를 비교한 결과, 프로 선수의 암묵 학습 속도가 아마추어 선수보다 더 빠른 것으로 나타났다. 또한, 체조선수들을 대상으로 실시한 연구(Di Cagno et al., 2014)에서도 운동 기술에 대한 학습 속도가 빠를수록 더 높은 성적을 보이는 것을 발견하였다. 이러한 결과들을 종합하면, 축구 선수 역시 학습 능력이 뛰

어날수록 더 뛰어난 선수가 될 가능성이 높다.

집행 기능과 암묵 학습 능력은 패스 능력과 멀티플레이 능력을 반영하며 이는 현대 축구에서 중요한 수행 특성들이다. 그러나 선행 연구들은 주로 신체 및 운동 능력(Meylan et al., 2010), 심리적 요인(윤영길, 김영석, 임송이, 2021)에 관심을 가졌으며, 집행 기능과 암묵 학습 능력을 비교한 연구들은 찾아보기 어렵다. 이러한 이유 중 하나는 암묵 학습은 개인이 학습 과정을 자각하지 못하기 때문에 개인 간 차이가 나타나지 않을 것이라 간주해왔기 때문이다(Reber, 1993; Stanovich, 2009). 그러나 최근 연구(Kaufman et al., 2010)에서는 운동 기술이나 전략적 기술을 습득하기 위한 암묵 학습 능력이 개인에 따라 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 암묵 학습 능력이 개인의 능력으로 인정받고, 암묵 학습 능력이 뛰어날수록 더 높은 성적을 낸다는 것이 밝혀지면서(Verburgh et al., 2016), 기존에 뛰어난 선수를 잘 설명하였던 집행 기능과 암묵 학습 능력 간의 비교 연구의 필요성이 증가하였다. 운동 선수의 뛰어난 경기력에 기여하는 수행 특성들의 상대적인 중요성이나 설명력을 조사하여야 한다는 제안(Helsen & Starkes, 1999; Simonton, 1999; Reilly & Williams, 2000)에 따라, 본 연구에서는 선수들의 집행 기능과 암묵 학습 능력을 측정하여 선수들의 경기력을 예측하는지를 알아보고, 집행 기능과 암묵 학습 능력의 수준에 따라 경기력에 차이가 존재하는지를 실제 축구 경기를 통해 살펴보았다.

1) 축구에서의 집행 기능

축구는 넓은 공간에서 주변 상황이 끊임없이 변화하는 스포츠이며, 축구 선수는 경기장의 변화에 대응하여 알맞은 결정을 빠르고 효과적으로 내려야 한다(Wang et al., 2013). 따라서 뛰어난 축

구 선수는 신체 능력뿐만 아니라 주변 상황을 이해하고 상황에 맞는 판단을 빠르고 효과적으로 할 수 있는 인지 능력도 중요하다(Vestberg et al., 2012). 구체적으로 축구 선수는 빠르게 변화하는 경기상황에서 선택을 내려야 하는데, 그 선택은 선수들이 경기에서 인식하는 정보에 기반을 두기에 높은 작업 기억 능력을 필요로 한다. 선수들은 공을 가지고 있을 때 패스, 드리블, 슈팅 등 여러 가지 선택지 중 최선의 선택을 내리기 위한 높은 인지적 유연성과 동료에게 하려던 패스가 수비에 막히려 한다면 그 패스를 멈출 수 있는 억제 조절력이 요구된다.

인지 기능은 시지각 능력이나 반응속도 같은 하위 수준의 인지 기능과 이들을 조절하고 미래 지향적 행동을 하게 하는 상위 수준으로 구별되며(Alvarez & Emory, 2006), 상위 수준의 인지 기능은 집행 기능(executive function)으로도 지칭된다. 집행 기능 중에서 억제 조절력(inhibit control), 인지적 유연성(cognitive flexibility), 작업 기억(working memory)은 핵심 집행 기능으로 알려져 있다(Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). 축구 선수의 인지 능력에 관한 연구들에서는 시지각 능력의 경우 스포츠와 관련된 과제에서 엘리트 선수들은 일반 선수보다 더 뛰어난 수행을 보였으나(Abernethy, Gill, Parks, & Packer, 2001; Savelsbergh, Van der Kamp, Williams, & Ward, 2005; Vaeyens et al., 2007; Ward, Williams, & Bennett, 2002; Williams, 2000), 스포츠와 관련이 없는 시지각 및 반응속도 과제에서는 선수들 간의 차이가 나타나지 않았으며(Abernethy, 1987; Helsen & Starkes, 1999; Kida, Oda, & Matsumura, 2005; Ward & Williams, 2002), 시각 훈련 프로그램이 더 나은 경기력으로 이어지는 않았다(Wood & Abernethy, 1997).

하위 인지 기능에 대한 연구들은 스포츠에서 요구하는 인지 능력들에 대한 이해를 높이는 데 기여하였지만, 연구마다 사용하는 측정 도구가 다르고 특정 스포츠에 한정된 연구이기에 다른 연구나 스포츠로 일반화가 어렵다는 한계를 가진다(Williams & Ford, 2008). 특히 스포츠와 관련된 측정 도구는 사용이 어렵고 비용이 많이 들기에 새로운 연구에서 반복하기가 어렵다(Vestberg et al., 2012). 따라서, 좀 더 일반적이고 상위 수준의 인지 기능인 집행 기능을 통해 이러한 한계들을 보완하려는 시도들이 생겨났다(Huijgen et al., 2015; Romeas, Guldner, & Faubert, 2016).

집행 기능과 축구에 대한 연구(Vestberg et al., 2012)에서는 신경심리검사 도구인 Delis-Kaplan Executive Function System(D-KEFS)의 하위 검사인 도안 유창성 검사(design fluency test)를 사용하여 스웨덴 프로 축구 선수들의 집행 기능을 측정하였다. 그 결과, 스웨덴 1부 리그에 속한 선수들이 3부 리그에 속한 선수들보다 집행 기능의 점수가 더 높은 것으로 나타났다. 또한 도안 유창성 검사와 선수들의 2년 간의 기록(득점, 도움 개수)을 상관 분석한 결과, 도안 유창성 검사 점수와 선수들의 기록은 정적 상관을 보였다. 이러한 결과는 집행 기능이 뛰어난 선수들이 더 높은 리그에서 활동하고 있고, 축구 경기력에서 중요한 요소인 득점과 도움을 어느 정도 예측할 수 있음을 보여주었다. 이러한 연구는 성인들에게만 제한되지 않고 청소년 선수들에게도 유사하게 나타났다(Huijgen et al., 2015; Vestberg, Reinebo, Maurex, Ingvar, & Petrovic, 2017). Romeas 등(2016)은 인지적 훈련이 실제 축구 경기력을 향상하는지에 대해 살펴보았으며, 축구 훈련을 전혀 하지 않고 주의 지속력, 주의 분산 처리, 움직임 통합 등을 향상하는 인지 훈련만을 진행하였다. 그 결과, 실제 경기에서 선수들의 패스 능력이

통계적으로 유의하게 향상되었다.

국내에서도 축구 선수들의 경기력을 결정하는 요인이 무엇인지를 밝히려는 시도들이 있었다. 윤영길과 이용수(2006)는 축구 선수(K리그, N리그, 대학 선수), 지도자(국가대표, 프로축구, 대학축구 팀 감독 경력자) 그리고 축구해설자를 포함한 전·현직 종사자 약 600명에게 축구 경기력을 결정하는 요인이 무엇인지에 대한 설문을 실시하였다. 설문 대상자들에게는 각 요인의 중요도를 평가하도록 하였고 어떤 요인이 가장 중요하다고 생각하는지를 살펴보았다. 그 결과, 축구 경기력을 결정하는 요인들로는 기술과 매개 기술, 심리, 축구 지능으로 나타났다. 각 요인의 중요도에서는 축구 지능의 하위요인인 ‘생각하는 플레이’가 가장 중요하다고 평가받았다. 이러한 결과는 국내의 전직 또는 현직 종사자들 역시 인지 능력을 축구 경기력의 중요한 측면으로 여긴다는 것을 알 수 있다. 특히, 가장 중요한 것으로 평가된 축구 지능은 다른 말로 ‘게임 지능’이라고도 할 수 있으며(Stratton, Reilly, Richaedson, & Williams, 2004), 신경심리학에서는 이를 집행 기능이라고 지칭한다(Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). 국내에서도 선수들의 인지적인 측면을 중요시한다는 사실은 알 수 있으나 집행 기능과 축구 경기력 간의 관계를 직접적으로 살펴본 연구를 국내에서 찾아보기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 선수의 집행 기능이 경기력을 얼마나 설명하는지, 그리고 선수의 집행 기능 수준에 따라 경기력에 차이가 존재하는지를 국내 대학 선수들을 대상으로 확인하였다.

한편, 집행 기능을 살펴본 선행 연구에서는 선수들의 경기력을 득점과 도움에 한정하여 살펴보았다는 제한점이 있다(Vestberg et al., 2012; 2017). 득점과 도움은 축구에서 승리하기 위한 가장 중요한 요소이며 객관적으로 측정 가능한 경

기력 요인이다. 그러나 축구에는 득점과 도움 말고도 많은 다른 능력들이 필요하며 아무리 뛰어난 수비수라도 득점과 도움 기록은 공격수보다 상대적으로 떨어질 수밖에 없다. 득점과 도움은 객관적인 축구 경기력을 측정 지표이지만, 축구 경기력의 많은 부분을 설명하지 못한다는 제한점이 있다(Vestberg et al., 2012). 이와 반대로 축구 경기력을 세분화하면 경기력의 많은 부분을 살펴볼 수 있는 장점이 있다. 예를 들면, 수비수는 태클을 경기력으로 볼 수 있고 미드필더는 패스 성공률을 경기력으로 볼 수 있다. 그러나 사람마다 중요하게 생각하는 경기력 요인이 달라 객관적이지 않고 세분화한 경기력을 측정하는 것이 어렵다는 제한점도 존재한다(Romeas et al., 2016). 이러한 제한점을 보완하고자 본 연구에서는 득점과 도움 그리고 세분화한 경기력 두 가지 방법을 모두 사용하여 살펴보았다.

2) 축구에서의 암묵 학습 능력

인지 과정은 암묵 처리 과정과 외현 처리 과정의 두 가지 차원으로 분류된다(Chaiken & Trope, 1999; Epstein, Pacini, Denes-Raj, & Heier, 1996; Evans & Frankish, 2009; Stanovich & West, 2000). 암묵 처리 과정을 통해 습득된 암묵 지식은 운동 기술이나 악기 연주 등과 같이 반복적 행동을 통해 자연스럽게 습득되는 지식이다. 암묵 지식은 언어로 표현하기 어렵고 일상적 행위를 통해 자연스럽게 습득되며 학습을 하고 있다는 자각이 없이 습득된다. 반면, 외현 지식은 객관적이고 언어적으로 표현하거나 설명할 수 있으며 학습 과정을 자각할 수 있는 지식이다(Frensch, 1998). 예를 들어, 코치가 슈팅을 하기 위해서 어떤 자세를 취해야 하는지 말로 설명해 주는 것은 외현 지식에 해당하고, 선수가 직접 슈팅 연습을

통해서 더 잘하는 법을 깨닫게 된다면 이는 암묵 지식에 해당한다. 외현 지식을 습득하는 과정을 외현 학습(explicit learning), 암묵 지식을 습득하는 과정을 암묵 학습(implicit learning)이라고 한다.

암묵 학습과 외현 학습을 비교한 연구에서 이중 과제(dual-task)를 주로 사용한다. 이중 과제란 암묵 학습을 측정하는 방법으로, 운동 기술을 1차 과제로 부여하고 동시에 다른 과제를 2차 과제로 부여하는 방법이다(Master, 1992). 2차 과제는 숫자를 크게 말하는 등의 간단한 것이며, 운동 기술을 수행할 때 외현 지식의 학습을 억제하고 암묵 지식만 활용하도록 만들기 위해 암묵 학습의 일부로 간주한다(Hardy, Mullen, & Jones, 1996). 이중 과제를 사용하여 암묵 학습을 살펴본 연구의 경우에는 골프의 퍼팅 기술 습득과정을 외현 학습과 암묵 학습을 통해 비교하였는데, 후자의 경우가 퍼팅 기술의 수행 저하가 더 적은 것으로 나타났다(Hayes & Broadbent, 1998). 이와 마찬가지로 국내에서 실시한 배드민턴에 관한 연구에서도 서브 기술을 외현적으로 학습한 집단보다 암묵적으로(이중 과제) 학습한 집단이 기술 습득에 더 효과적인 것으로 나타났다(배정환, 2017).

이처럼 많은 연구 결과들이 운동 기술 습득에서 외현 학습보다 암묵 학습의 이점이 더 많다는 것을 밝혔다(Gabbett & Masters, 2011; Lam, Maxwell, & Masters, 2009; Lee, Yook, & Hwang, 2007; Liao & Masters, 2001; Poolton, Masters, & Maxwell, 2007; Turner & Fischler, 1993). 그러나, 암묵 학습 과정은 자각하지 못하기 때문에 개인 간 차이가 나타나지 않을 것이라고 보았고 차이가 나타나더라도 연구자들은 이를 오차로 간주해왔다(Reber, 1993; Stanovich, 2009). 이러한 이유로 암묵 학습에서의 개인 간 차이는 연구되지 않았고, 연구자들은 외현 학습과 암묵 학습 중

에 어떤 학습이 운동 기술 습득에 더 효과적인지에 관한 관심을 가져왔다(Hayes & Broadbent, 1998; Law, Masters, Bray, Eves, & Bardswell, 2003). 최근 연구에서 암묵 학습이 개인의 능력에 따라 차이가 나타날 수 있음이 밝혀지자 개인이 지닌 암묵 학습 능력이 운동 기술 습득과 어떤 연관성이 있는지에 대한 관심이 증가하였고(Kaufman et al., 2010), 암묵 학습 능력의 개인차를 살펴보기 위한 연구가 증가하였다(Kaufman et al., 2010; Stark-Inbar, Raza, Taylor, & Ivry, 2016). 이 연구들에서는 주로 순차 반응 시간 과제(Serial Reaction Time Task: SRT)를 사용하였으며, 이는 실험실 내에서 컴퓨터를 활용하여 개인이 지닌 암묵 학습 능력을 측정하는 과제이다. SRT는 모니터에 시각 자극이 제시되면 참가자가 대응되는 버튼을 눌러 반응하는 과제이다. 시각 자극은 일정한 순서가 있는 조건과 무작위로 제시되는 조건이 있으며, 이 둘은 서로 다른 색으로 제시된다. 참가자는 일정한 순서가 있는 조건에 대한 설명을 듣고 무작위로 제시되는 조건에 대해서는 아무런 설명도 듣지 못한다. 일정한 순서가 있는 조건에서는 설명을 들었기 때문에 참가자는 순서에 대해 자각할 수 있고 다음에 나타날 순서를 예측할 수 있다. 따라서 시행을 거듭할수록 반응 속도 역시 자연스럽게 빨라진다. 그러나 참가자는 일정한 순서가 있다는 것을 모르는 무작위 조건에서도 반복을 통해 점차 빠르고 정확하게 반응하게 된다. 의식적인 자각이 없는 무작위 조건에서도 반응이 빠르고 정확해지는 것을 통해 개인이 지닌 암묵 학습 능력을 측정할 수 있게 된다. SRT 과제는 파킨슨 병, 알츠하이머 병 등 자기 인식이 거의 없는 환자의 운동 학습 능력을 측정하기 위한 도구로도 사용된다(Barnes, Howard, Howard, Kenealy, & Vaidya, 2010; De Kleine & Verwey, 2009; Van Tilborg &

Hulstijn, 2010; Vicari, Marotta, Menghini, Molinari, & Petrosini, 2003).

한편, Verburgh 등(2016)은 축구와 개인이 지닌 암묵 학습 능력을 처음으로 살펴보았다. 이들은 엘리트 유소년 축구 선수와 아마추어 유소년 축구 선수를 대상으로 암묵 학습 능력과 외현 학습 능력이 선수 수준에 따라 차이가 나타나는지 살펴보았다. 이를 알아보기 위해 네덜란드 프리미어 리그 축구 클럽의 청소년 아카데미에서 엘리트 유소년 축구 선수를 모집하였으며, 엘리트 선수와 비교하기 위해 암스테르담 아마추어 축구 클럽에서 유소년 축구 선수를 모집하였다. 두 집단에게 암묵 학습 과제인 순차 반응 시간 과제(Serial Reaction Time Task: SRT)를 실시하였다. 그 결과, 엘리트 유소년 축구 선수 집단이 아마추어 유소년 축구 선수 집단보다 더 빠른 암묵 학습 속도를 보였다. 반면 외현 학습은 두 집단 간 차이가 없었다. 이 연구를 통해 실제 선수 수준에 따라 암묵 학습 속도에서 차이가 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 뛰어난 운동선수가 되기 위해서는 다른 수행 특성들과 함께 암묵 학습 능력이 고려되어야 함을 뜻한다. 따라서 본 연구에서는 선수의 암묵 학습 능력이 경기력을 얼마나 설명하는지, 그리고 선수의 암묵 학습 능력이 높고 낮음에 따라 경기력에 차이가 존재하는지를 확인하였다.

지금까지의 내용을 종합하면, 스포츠 선수들의 능력은 다차원적으로 이루어져 있으며 뛰어난 선수를 예측하기 위해서는 선수가 갖춘 능력이 무엇인지 밝혀야 한다. 그 후에 뛰어난 선수가 지닌 능력들의 상대적인 중요도를 밝힌다면, 뛰어난 선수를 가장 잘 설명하고 예측할 수 있다(Helsen & Starkes, 1999; Simonton, 1999; Reilly & Williams, 2000). 선행 연구(Huijgen et al., 2015; Verburgh et al., 2016)에 따르면, 집행 기능과

암묵 학습 능력은 현대 축구에서 중요도가 큰 요인들이다. 집행 기능과 암묵 학습 능력이 독립적임을 시사하는 연구들은 존재하였으나(Barrett, Tugade, & Engle, 2004; Feldman, Kerr, & Streissguth, 1995; Witt et al., 2006), 암묵 학습은 개인 간 차이가 나타나지 않을 것이라고 보았기 때문에(Reber, 1993; Stanovich, 2009) 두 요인 간의 상대적인 중요도를 밝힌 연구는 거의 없다. 또한, 최근 운동 기술이나 전략적 기술을 습득하기 위한 암묵 학습 능력이 개인에 따라서 차이가 나타나는 능력임이 밝혀졌기에(Kaufman et al., 2010), 본 연구에서는 현대 축구의 경기력에서 중요해진 집행 기능과 암묵 학습 능력 간의 상대적인 중요도를 밝혀내고 어떤 요인이 뛰어난 선수를 더 잘 예측하고 설명하는지를 알아보았다.

추가로 경기력에 영향을 미치는 여러 요인 중 하나는 체력이다(Cui et al., 2017). 국내의 선행 연구들(최현호, 2013; 함상현, 2015)에서도 선수들의 기술은 체력이 뒷받침되어야만 온전히 발휘될 수 있음이 나타났다. 이러한 사실을 종합해보면 육체적인 기술뿐만 아니라 집행 기능과 같은 인지 능력 역시도 체력적인 요인에 따라 차이가 나타날 가능성이 있다. 그러나 다른 선행 연구에서는 고강도의 간헐적 운동이 집행 기능을 향상시킨다는 결과를 밝혀냈다(Tsukamoto et al., 2016). 이러한 결과는 축구와 같은 고강도와 저강도의 운동이 반복되는 스포츠 종목(성기훈, 김종오, 2018)에서 경기가 진행되는 동안 집행 기능이 오히려 향상될 수 있음을 시사한다. 따라서, 본 연구에서는 집행 기능과 암묵 학습 능력이 체력적인 요인에 어떤 영향을 받는지를 알아보기 위해 두 차례의 경기를 하루에 실시하였다. 첫 번째 경기에서의 집행 기능, 암묵 학습 능력 및 축구 경기력의 관계가 체력적으로 지친 상태인 두 번째 경기에서도 유지되는지를 살펴보았다.

본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

- 연구 문제 1. 선수의 집행 기능과 암묵 학습 능력이 선수의 축구 경기력을 얼마나 예측하고 설명할 것인지를 살펴볼 것이다.
- 연구 문제 2. 선수의 체력이 낮아진 상황에서도 집행 기능과 암묵 학습 능력이 선수의 경기력을 예측하고 설명하는지를 살펴볼 것이다.

2. 방법 및 절차

1) 연구 참가자

본 연구의 참가자는 저자들이 속한 대학의 소속 축구부 선수 10명이며, 참가자들은 모두 남성이었고 평균 연령은 20.8세($SD = 1.4$), 축구 경력은 평균 9.8년($SD = 0.75$)이었다. 일반인이 아닌 선수들을 모집한 이유는 참가자들의 운동 능력을 일정 수준으로 통제된 상태에서 집행 기능과 암묵 학습 능력이 경기력에 기여하는 것을 살펴보기 위해서였다. 일반인과 운동선수는 운동 능력에서 차이가 존재하지만(Elferink-Gemser et al., 2011; Vaeyens et al., 2007; Visscher et al., 2006), 일반 선수와 국가대표급의 엘리트 선수 간에는 운동 능력의 차이가 없는 것으로 밝혀졌다(Meylan, Cronin, Oliver, & Hughes, 2010). 선수들 간의 수준이 달라도 운동 능력에는 큰 차이가 없다는 근거를 기반으로, 본 연구에서는 선수들을 참가자로 모집하여 운동 능력을 통제하였다. 연구 참가 모집 공고를 통해 참가자들을 모집하였으며, 참가자들은 모두 자발적으로 연구에 참여하였다. 참가자들은 연구에 참가하기 전 참가동의서를 작성하였다. 모든 실험이 종료된 후 참가자들에게는 소정의 참가비가 지급되었다. 본 연구

는 연구자들이 속한 기관의 생명윤리심의위원회(IRB)로부터 연구 절차 및 방법 등에 대한 승인을 받았다.

2) 연구 절차

참가자들은 실험실에서 연구 참가 설명서와 연구 참가 동의서를 제공받고 동의서에 서명을 한 뒤, 실험에 참가하였다. 참가자들은 집행 기능 측정을 위하여 도안 유창성 검사를 수행하고 암묵 학습 능력을 측정하기 위하여 순차반응시간과제(SRT)를 실시하였다. 검사 과제를 끝낸 뒤에 간단한 인구통계적 정보를 묻는 항목들에 답하였다. 실험실에서의 절차가 끝난 뒤, 축구 경기장으로 이동하여 열 명의 참가자들을 무작위로 두 팀에 할당하고, 두 차례의 Small Side Game(SSG)을 실시하였다. 각 경기는 전반 20분과 후반 20분으로 구성되었으며, 모든 선수가 동일한 시간 동안 경기를 할 수 있도록 4분마다 골키퍼를 교체하였다. 20분의 경기 진행 후에 10분의 휴식 시간이 주어졌다. 첫 번째 경기가 끝난 후 집행 기능, 암묵 학습 능력 그리고 축구 경기력의 관계가 체력적인 요인에 의하여 영향을 받는지 살펴보기 위하여 참가자들을 두 팀에 무작위로 할당하여 2경기를 진행하였다.

3) 측정 도구

(1) 도안 유창성 검사

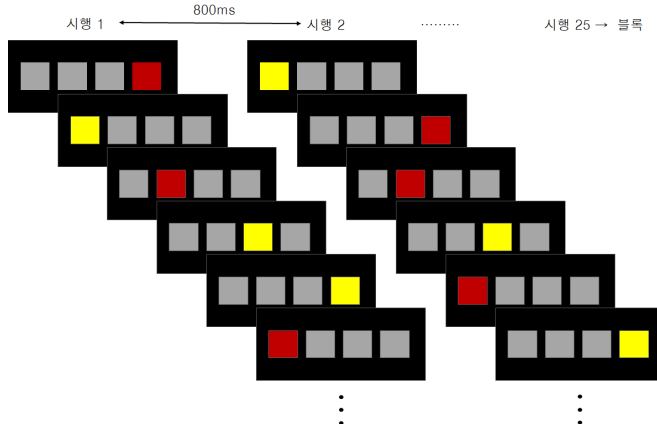
집행 기능을 측정하기 위해 Kims 전두엽-관리 기능 신경심리검사-II(김홍근, 2013)의 하위 검사인 도안 유창성 검사(design fluency test)를 사용하였다. Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사-II는 총 736명의 표준집단을 갖추고 있는 검사 도구로 16세부터 69세까지를 대상으로 전두엽

관리기능을 측정하기 위해 제작되었다. 소검사 중에서 도안 유창성 검사는 세 가지 조건으로 구성되며, 조건마다 점의 배치가 다르다. 각 조건에서 참가자들은 직선만을 사용하여 60초 동안 점들을 연결하여 서로 다른 도안을 만들어야 한다. 참가자는 정확하고 중복되지 않은 도안의 개수를 통해 점수를 얻을 수 있으며, 이전에 그린 도안과 중복되는 것이나 점과 점이 연결되지 않은 선들은 점수에 포함되지 않는다. 김홍근(2013)의 제안에 따라, 산출된 원점수는 평균 10 표준편차 3인 점수로 환산하여 사용하였다.

(2) 순차반응시간과제

암묵 학습 능력을 측정하기 위하여 순차반응시간과제(Serial Reaction Time Task: SRT; Nissen & Bullemer, 1987)를 한국어로 번역 및 수정하고 Inquisit5 프로그램을 사용하여 참가자들에게 과제를 제시하였다. 본 연구에서 수정하여 사용한 SRT과제는 <그림 1>에 제시하였다. 구체적으로, 검정색 배경의 컴퓨터 화면에 회색 사각형 네 개가 가로로 표시되고, 사각형은 키보드의 버튼과 대응한다. 가장 왼쪽 사각형은 'V', 두 번째 사각형은 'B', 세 번째 사각형은 'N', 가장 오른쪽 사각형은 'M' 버튼에 해당한다. 참가자들은 왼쪽 중지 및 엄지를 'V'와 'B' 버튼에 올려놓고 오른쪽 중지 및 엄지를 'N'과 'M' 버튼에 올려놓은 상태에서 대기한다. 회색 사각형이 빨간색 또는 노란색으로 채워지면 참가자들은 색이 채워진 사각형과 대응하는 버튼을 가능한 빨리 눌러야 한다.

과제에는 외현 학습과 암묵 학습을 측정하는 두 가지 학습 조건이 있으며 외현 학습 조건에서는 사각형이 빨간색으로, 암묵 학습 조건에서는 사각형이 노란색으로 채워진다. 외현 학습 조건(빨간색 사각형)은 'MBVNB MNV'의 자극 순서로 채워지며, 암묵 학습 조건(노란색 사각형)은 외현



<그림 1> 수정된 SRT 과제

학습 조건의 역순인 ‘VNMBNVBM’의 자극 순서로 채워진다. 실험을 시작하기 전에 참가자에게 빨간색 사각형이 채워지는 순서를 외우라고 지시하였고 과제가 끝난 후 설문지에 참가자가 외운 빨간색 사각형 순서를 써야 한다고 안내하였다. 노란색 사각형인 암묵 학습 조건에 대해서는 아무런 언급도 하지 않았다. 과제는 총 여섯 블록이며 각 블록당 25번의 시행으로 구성되었다. 하나의 시행에는 8개의 외현 학습 자극(빨간색 사각형)과 8개의 암묵 학습 자극(노란색 사각형)이 포함되어 총 16개의 자극으로 이루어져 있으며, 각 조건의 순서는 유지되나 시행 안에서 외현 학습 자극과 암묵 학습 자극이 제시되는 순서는 무선적이었다. 예를 들면, 한 시행 안에서 빨간색 사각형은 ‘MBVNB MNV’의 순서대로 노란색 사각형은 ‘VNMBNVBM’의 순서대로 나타났다. 하지만 빨간색 사각형과 노란색 사각형이 번갈아 나타날 수도 있고 빨간색 사각형이 연속해서 제시되다가 노란색 사각형이 나타날 수도 있는 등 각 조건이 제시되는 순서가 무선적인 것이었다. 블록 간 간격은 30초이며, 시행 간 간격은 800ms, 자극 간 간격은 50ms였다. 참가자가 자극이 제시된 후 2초 동안 반응하지 않으면, ‘느림’이라는 피드

백이 800ms 동안 제시되고 다음 자극이 나타났다. 참가자가 대응되지 않는 버튼을 누른 경우에는 ‘부정확’이라는 피드백이 800ms 동안 제시되고 다음 자극이 나타났다. 참가자가 대응되는 버튼을 누른 경우 다음 자극이 50ms 후에 제시되며(빨간색 혹은 노란색 사각형이 채워짐), 이를 16회 반복하면 한 번의 시행을 마치게 되고 800ms 후에 다음 시행이 시작되었다.

선행 연구(Willingham & Goedert-Eschmann, 1999; Robertson, Pascual-Leone, & Press, 2004)에서는 참가자가 암묵 학습 조건 8개 순서 중에서 5개 이상의 순서를 정확하게 회상하였다면, 이는 암묵 학습이 아닌 외현 학습이 이루어졌다고 간주하고 그 자료를 분석에서 제외해야 한다고 밝혔다. 본 연구에서도 이를 알아보기 위해 SRT를 마치고 과제 시작 전 안내하였듯이 참가자들이 암묵 학습 조건의 순서를 외웠는지에 대한 설문지를 작성하도록 하였다. 다음으로 암묵 조건의 참가자가 의심스러운 것이 있거나 추가로 알아낸 것이 있다면 연구자에게 질문하도록 하였다. 암묵 학습 조건에 순서가 있음을 의심하는 참가자가 두 명 있었으나 순서는 회상하지 못하여 분석에서 제외하지 않았다. 참가자의 암묵 학습

점수는 참가자가 여섯 개의 블록을 수행하는 동안 감소한 반응 시간의 평균값을 산출하여 사용하였다. 구체적으로는 자극이 제시된 후 참가자가 자극을 보고 반응한 시간(ms)을 계산하고 각 블록 당 평균 반응 시간을 산출하였다. 선행 블록의 평균 반응 시간에서 후행 블록의 평균 반응 시간을 빼서 다섯 개의 값을 산출하였다. 이를 전부 합산한 값을 참가자의 암묵 학습 능력 측정치로 사용하였다.

(3) Small Side Game(SSG)

본 연구에서는 선수들의 경기력을 측정하기 위하여 Small Side Game(SSG)을 사용하였다. SSG는 5대 5의 풋살 형태로 인원이 적기 때문에 공격이나 수비 시에 선수 전원이 함께 공격하거나 수비를 해야 한다. 이는 경기력에 미치는 포지션의 영향력을 감소시킬 수 있고 현대 축구에서 강조되는 ‘토탈풋볼’과 유사한 형태로 경기가 진행된다. 경기장이 작아 선수 개개인은 의사결정을 내릴 기회가 많아지고 더 빠르게 판단해야 한다. 따라서 경기력에 미치는 선수의 영향력은 증가한

다(Aguiar, Botelho, Lago, Maças, & Sampaio, 2012).

(4) 경기력

본 연구에서는 선수들의 경기력을 득점-도움과 세분화된 경기력으로 평가하였다. 득점-도움의 경우 객관적으로 관찰이 가능하지만, 세분화된 경기력은 주관적이기 때문에 어떤 요인을 경기력으로 볼 것인지를 결정해야 한다. 본 연구에서는 선행 연구에서 사용한 세분화된 경기력을 수정하여 사용하였다(French & Thomas, 1987; Gabbett, Carius, & Mulvey, 2008; Romeas, Guldner, & Faubert, 2016). 구체적으로, 패스, 드리블, 슈팅, 태클을 기록하여 점수를 계산하였으며, 명지대학교 스포츠 기록 분석 연구센터 연구원에게 분석을 의뢰하였다. 세분화된 경기력의 점수표는 <표 1>에 제시하였다. 경기력 계산을 위하여 득점과 도움은 원점수를, 세분화된 경기력을 1과 0으로 부호화한 점수를 백분율로 환산하여 사용하였다. 종합경기력은 득점과 도움의 원점수와 세분화된 경기력(패스, 드리블, 슈팅, 태클) 중 1로 부

<표 1> 세분화된 경기력 부호화 기준

세분화된 경기력	1점으로 부호화되는 수행	0점으로 부호화되는 수행
패스	패스할 의도를 가지고 패스했을 때 우리 편에게 성공적으로 공이 전해진 경우	패스할 의도를 가지고 패스했을 때 우리 편에게 공이 전해지지 않고 턴 오버 되거나 경기장 밖으로 아웃되는 경우
드리블	상대를 제쳐낸 드리블 (공을 받았을 때의 터치는 제외) 세 번의 볼터치 이상으로 상대방의 진영 쪽이나 좌우로 이동했을 경우, 단 드리블 의도가 없는 경우는 제외	상대를 제치지 못한 드리블 드리블 의도를 가지고 두 번 이상 세 번 미만의 볼터치로 상대방의 진영 쪽이나 좌우로 이동하다 공을 빼앗기거나 경기장 밖으로 아웃된 경우
슈팅	1. 득점으로 이어지는 슈팅 2. 키퍼의 선방에 막힌 슈팅 3. 키퍼를 제외한 최종수비수 1인에게 막힌 슈팅	골대에 맞는 슈팅 골대에서 벗어난 슈팅 키퍼나 최종수비수 1인이 아닌 선수에게 막힌 슈팅
태클	상대가 공을 소유하고 있을 때 발을 뺀어 공을 뺏으려는 시도하거나 슬라이딩 태클을 할 때 성공적으로 상대방의 공을 탈취하는 경우	상대가 공을 소유하고 있을 때 발을 뺀어 공을 뺏으려는 시도하거나 슬라이딩 태클을 할 때 상대방의 공을 탈취하지 못하거나 반칙인 경우

호화된 점수를 합산하여 산출하였다. 또한 집행 기능과 암묵 학습 능력이 체력적인 요인에 영향을 받는지 알아보기 위해 두 차례의 경기를 하루에 실시하였다. SSG은 경기장 자체 카메라와 보조 카메라를 사용하여 촬영하였다.

3. 결 과

1) 기술통계치 및 상관 분석

본 연구에서 측정된 자료들의 집행 기능과 암묵 학습 능력의 기술통계치는 <표 2>에, 주요 변인들 간의 상관 분석의 결과는 <표 3>에, 경기력 측정치들은 [부록]에 제시하였다. 축구 경기력과

집행 기능 및 암묵 학습 능력 간의 상관 분석 결과, 1경기에서 집행 기능은 득점($r = .65, p < .05$)과 통계적으로 유의한 정적 상관을 보였으며, 패스($r = .81, p < .01$)와 태클($r = .69, p < .05$) 경기력에 대해서도 통계적으로 유의한 정적 상관을 보였다. 축구 경기력과 집행 기능 및 암묵 학습 능력의 관계가 참가자들의 체력이 저하된 2경기에서도 유지되는지 살펴보았다. 2경기에서의 축구 경기력과 집행 기능 및 암묵 학습 능력 간의 상관 분석 결과, 1경기와는 달리 2경기에서는 집행 기능과 경기력 요인들 간의 통계적으로 유의한 상관이 나타나지 않았다. 반면, 암묵 학습 능력과 2경기의 태클 능력은 통계적으로 유의한 부적 상관을 나타내었다($r = -.64, p < .05$).

<표 2> 집행 기능 및 암묵 학습 능력

참가자	집행 기능	암묵 학습능력(ms)
1	13	119.8
2	7	25.12
3	10	114.18
4	5	4.03
5	6	115.13
6	5	70.45
7	7	91.12
8	13	63.04
9	11	52.23
10	9	30.44
평균(SD)	8.60(3.06)	68.55(41.08)

<표 3> 집행 기능과 암묵 학습 능력, 경기력 간의 상관 분석

		득점	도움	패스	드리블	슈팅	태클
1경기	집행 기능	.65*	-.32	.81**	.14	.18	.69*
	암묵 학습 능력	.13	-.41	.44	.44	-.52	.59
2경기	집행 기능	.27	.13	-.08	.24	.08	.02
	암묵 학습 능력	.17	-.44	-.21	-.06	.15	-.64*

* $p < .05$, ** $p < .01$.

2) 집행 기능, 암묵 학습 능력 그리고 경기력 간의 관계

본 연구의 연구 문제 1을 살펴보기 위하여, 참가자들의 집행 기능과 암묵 학습 능력이 경기력을 얼마나 예측하고 설명하는지를 분석하였다. 본 연구는 표본 크기가 작기에($n = 10$) 비모수 회귀 분석 방법을 사용하여 집행 기능과 암묵 학습 능력이 경기력에 미치는 영향을 분석하였다. 두 개의 예측 변인이 결과 변인에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 R 프로그램을 사용하였으며, 비모수 회귀분석 패키지인 “mgcv”의 “gam”을 이용하여(Wood & Wood, 2015), 1경기과 2경기의 자료를 각각 분석하였다. 그 결과를 <표 4>에 제시하였다.

집행 기능과 암묵 학습 능력이 1경기의 경기력을 얼마나 예측하고 설명하는지를 살펴보기 위하여, 1경기의 종합경기력을 결과 변인으로, 집행 기능과 암묵 학습 능력을 예측 변인으로 하는 비모수 회귀분석을 시행하였다. 참가자들의 1경기의 경기력에 대한 유의성 검증 결과, 집행 기능이 1경기의 경기력에 유의한 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다($B = 3.12, p < .05$). 반면 암묵 학습 능력은 1경기의 경기력에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다($B = 0.34, p = .70$).

다음으로, 2경기에 대한 분석 결과, 집행 기능이 2경기의 경기력에 미치는 영향은 통계적으로

유의하지 않은 것으로 나타났다($B = 1.53, p = .48$). 마찬가지로 암묵 학습 능력이 2경기의 경기력에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다($B = -0.22, p = .20$).

추가로, 1경기과 2경기 사이에 경기력의 차이가 존재하는지 살펴보기 위하여 비모수 검정 방법인 대응 2-표본 Wilcoxon 검정 방법을 사용하여 분석하였다. 그 결과, 참가자들의 1경기과 2경기 사이의 경기력 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다($Z = -0.28, p = .78$). 비록 전체 경기력에서 1경기($M = 51.3, SD = 13.17$)보다 2경기($M = 48.2, SD = 18.15$)가 낮은 점수를 보였지만, 통계적으로 유의하지 않았다.

4. 논의

본 연구에서는 선수의 집행 기능과 암묵 학습 능력이 축구 경기력을 얼마나 예측하고 설명하는지를 살펴보기 위하여 실시하였다. 참가자들의 집행 기능, 암묵 학습 능력, 그리고 경기력 간의 관계를 살펴보기 위해 참가자들은 도형 유창성 검사(집행 기능)와 순차반응시간과제(암묵 학습 능력)를 실시한 뒤에 실제 SSG경기를 진행하였다. 추가로 체력이 저하됨에 따라 집행 기능과 암묵 학습 능력에 따른 선수의 경기력에 대한 예측력이 사라지는지를 확인하고자 두 번의 경기를 연

<표 4> 각 경기의 종합경기력에 대한 비모수 회귀분석 결과

	결과 변인	예측 변인	B	SE	t	p	R ²
1경기	종합경기력	(상수)	22.15	9.90	2.24	.06	.47
		집행 기능	3.12	1.10	2.83*	.03	
		암묵 학습 능력	0.03	0.08	0.41	.70	
2경기	종합경기력	(상수)	49.86	18.57	2.68*	.03	.01
		집행 기능	1.53	2.07	0.74	.48	
		암묵 학습 능력	-0.22	0.15	-1.40	.20	

속으로 진행하였다. 먼저 1경기에 대한 분석 결과를 살펴보면, 참가자들의 집행 기능과 암묵 학습 능력 중에서 집행 기능만 선수들의 경기력에 대해 유의하게 예측하였으며 본 연구 모형의 설명력은 약 58%로 나타났다. 반면, 2경기에 대한 분석 결과는 집행 기능과 암묵 학습 능력 모두 경기력을 유의하게 예측하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 선수들의 체력이 떨어지지 않은 상황에서는 암묵 학습 기능보다는 집행 기능이 선수의 경기력을 더 높게 예측한다는 것을 의미하며, 선수들의 체력이 저하된 상황에서는 집행 기능과 암묵 학습 기능이 경기력을 예측하지 못함을 뜻한다.

본 연구는 다음과 같은 의의를 갖는다. 첫째, 선행 연구(Vestberg et al., 2017)에서 청소년 축구 선수들의 집행 기능과 득점 기록 간의 유의한 정적 상관을 보인 것처럼, 본 연구의 1경기에서도 집행 기능과 득점 간의 유의한 상관이 발견되었다($r = .65, p < .05$). 그러나 도움과의 상관은 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 선행 연구에서 확인된 결과가 부분적으로 반복검증되었음을 의미하며, 도움에서는 유의한 상관이 발견되지 않은 이유를 후속 연구에서 탐색해 볼 필요가 있다. 또한, 집행 기능과 1경기에서의 패스 능력 간의 상관이 통계적으로 유의하였다($r = .81, p < .01$). 이러한 결과는 패스 능력이 핵심 집행 기능 중 하나인 작업 기억과 정적 상관이 존재한다는 선행 연구의 결과와 일치하는 결과이다(Romeas et al., 2016; Vestberg et al., 2012). 이러한 결과들은 집행 기능을 상대적으로 쉽고 간단하게 측정할 수 있는 도구인 도형 유창성 검사를 사용하여도 경기력의 주요 부분들을 예측할 수 있다는 것에 의의가 있다.

둘째, 선행 연구들(Romeas et al., 2016; Vestberg et al., 2012)에서는 집행 기능과 경기력 간의 관

계를 주로 득점과 도움 점수를 이용하여 살펴보았다. 이러한 선행 연구의 측정 방법은 주로 공격수와 미드필더에게 적용하기에 적절하지만 수비수들에게 적용하기에는 제한적이다. 그러나 본 연구에서는 수비수들에게 필요한 능력인 태클을 요인으로 고려하고 분석하여 종합경기력 점수를 산출하였다. 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging, fMRI)을 통해 축구 선수의 뇌 영역에 관한 연구(Wright, Bishop, Jackson, & Abernethy, 2013)에서 참가자는 1인칭 축구 영상을 통해 상대방이 어느 쪽으로 드리블을 할지 버튼을 눌러 반응하였다. 그 결과, 상대방 선수의 페이크 동작을 예측할 때 전전두엽 피질이 활성화되는 것을 밝혀냈다. 실제 경기를 통해서 살펴보는 것은 아니지만, 수비수가 태클을 시도하기 위해 상대방 움직임을 예측하는 것은 전두엽 인지 기능과 관련 있음을 밝혀냈으며 이는 집행 기능 과제들로 측정할 수 있음을 시사한다. 본 연구에서는 실제 경기를 통해 집행 기능과 상대 움직임 예측과 관련 있다고 여겨지는 태클 능력 간의 상관을 살펴보았다. 그 결과, 본 연구의 <표 4>의 1경기에 대한 결과처럼 집행 기능과 태클 능력 간의 상관이 높은 것으로 나타났다($r = .65, p < .05$). 이러한 결과는 집행 기능이 공격수와 미드필더뿐만 아니라 수비수에게도 필요한 능력임을 시사한다.

셋째, 본 연구에서 주요 관심을 가지고 살펴본 집행 기능과 암묵 학습 능력이 선수의 종합경기력을 얼마나 예측하고 설명하는지 살펴본 결과, 1경기에 대해서 집행 기능이 선수들의 종합경기력을 58% 정도를 설명하였다. 이러한 결과는 집행 기능이 암묵 학습 능력보다 종합경기력을 더 많이 설명하고 예측하는 요인임을 의미한다. 운동 능력(스프린트 능력, 유산소 및 무산소 운동 능력 등)과 심리적 특성(동기, 자기 확신 등)의 경우 국가대표급의 뛰어난 엘리트 선수와 일반적인 프로

선수를 구별하지 못하였고(Meylan et al., 2010; Rowley et al., 1995). 지각 능력의 경우 스포츠와 관련된 과제에서는 프로선수들이 일반인보다 더 뛰어난 시지각 기술(Savelsbergh et al., 2005)을 보였으나 스포츠와 관련이 없는 보다 기본적인 지각과제에서는 두 집단 사이에서 차이가 나타나지 않았다(Helsen et al., 1999; Kida et al., 2005). 그러나, 집행 기능의 경우에는 상위 0.5%의 선수들과 상위 12.5%의 선수들을 구별해냈으며(Huijgen et al., 2015), 선수들이 기록한 2년간의 득점-도움 기록과도 정적인 상관을 보였다(Vestberg et al., 2012; 2017). 암묵 학습 능력의 경우 엘리트 청소년 축구 선수가 아마추어 청소년 축구 선수보다 뛰어난 것이 밝혀졌지만(Verburgh et al., 2016), 실제 경기장에서 이러한 차이가 반영되는지 살펴본 연구는 찾아보기 어려우며, 성인 선수를 대상으로 암묵 학습 능력을 비교한 연구들 역시 찾아보기가 어렵다. 본 연구에서 확인된 결과는 암묵 학습 능력이 개인의 능력으로 인정받고 있고(Kaufman et al., 2010), 엘리트 청소년 선수가 아마추어 청소년 선수보다 뛰어난 암묵 학습 능력을 가지고 있더라도(Verburgh et al., 2016) 축구 선수의 종합경기력에는 집행 기능이 더 많은 영향을 미치고 있음을 시사한다. 또한 본 연구는 집행 기능과 암묵 학습 능력이 구체적으로 축구 경기력의 어떤 부분과 연관되어 있는지에 대한 이해를 증진하였음에 그 의의가 있다.

본 연구는 다음과 같은 한계점들을 가지고 있다. 첫째, 본 연구에서는 10명의 참가자만을 모집하였기 때문에 본 연구에서 나타난 통계분석 결과를 축구 선수의 전반적인 특징으로 일반화하기는 어렵다. 또한 11대 11의 축구 경기가 아닌 Small Side Game을 통해 경기력을 측정하였기 때문에, 본 연구의 결과가 경기력을 완벽하게 반영했다고 보기 어렵다. 그러나 현대 축구에서는 선수 전원

이 수비와 공격에 가담하기에 정식 축구 경기의 내용을 일부 반영하였다고 생각할 수 있다. 그러나 보다 정확한 측정과 신뢰로운 결과의 확인을 위하여, 후속 연구에서는 더 많은 참가자를 모집하여 Small Side Game이 아닌 정식 축구 경기를 통해 집행 기능과 암묵 학습 능력 그리고 경기력 간의 관계와 설명력을 살펴볼 필요가 있다. 또한, 본 연구에서 축구 선수의 경기력에 대한 분석을 한 명의 기록 분석 연구원이 수행하였다. 이러한 경우에는 수행한 분석에 대한 평가자 간의 신뢰도를 계산할 수 없다는 한계점이 존재한다. 추후 연구에서는 경기력에 대한 분석을 최소 2명 이상의 평가자들이 수행하여 분석에 대한 평가자 간의 신뢰도(Cohen's Kappa; Cohen, 1960)를 확보해야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서 집행 기능과 암묵 학습 능력이 경기력을 얼마나 예측하는지 살펴본 비모수 회귀분석 결과, 1경기에 대해서는 유의한 결과들이 나타났으나 2경기에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 본 연구에서 1경기과 2경기를 구분했던 이유는 선수들의 체력 요인을 고려하여 집행 기능과 암묵 학습 능력이 경기력에 미치는 영향을 살펴보기 위함이었다. 함상헌(2015)은 선수들의 기술은 체력이 뒷받침되어야만 온전히 발휘될 수 있다고 하였다. 이처럼 1경기에서 유의했던 집행 기능이 경기력을 예측하는 효과가 2경기에서는 체력적인 이유로 효과가 사라졌을 가능성이 존재한다. 따라서 추후 연구에서는 체력 요인을 보다 정밀하게 측정하여 체력 요인과의 상호작용을 살펴볼 필요가 있다.

셋째, 본 연구는 집행 기능, 암묵 학습 능력 그리고 경기력 간의 관계를 인과적으로 해석하기에는 어려움이 있다. 2년 동안 축구 선수들을 추적하여 집행 기능과 경기력 간의 관계를 살펴본 Vestberg 등(2012)의 연구처럼 후속 연구에서는 집행 기능

뿐만 아니라 다른 수행 특성들과 함께 축구 경기력의 여러 요소들을 중단 설계 연구를 통해 살펴볼 필요가 있다.

마지막으로 본 연구에서는 암묵 학습 능력을 측정하기 위해 순차반응시간과제(SRT)만을 사용하였으며 이를 계산하기 위해 단순히 참가자들의 평균 반응 시간 간의 차이를 사용하였으나 암묵 학습 능력이 경기력을 유의하게 예측하지 못하였다. 이러한 결과는 SRT가 집행 기능을 측정하는 과제들과 패턴 학습이라는 점에서 유사하기 때문일 수 있고, 다른 가능성은 평균 반응 시간의 차이를 계산한 것이 참가자의 실질적인 암묵 학습 능력을 반영하지 못한 것일 수 있다. 따라서 후속 연구에서는 암묵 학습 능력을 측정하기 위해 또 다른 실험실 과제인 시각운동적응과제(VMA)를

추가하여 살펴보는 것이 필요하다. VMA는 정교한 수행을 하기 위한 행동 조절 및 행동 적응과 관련이 있으며 소뇌와 운동피질이 이어지는 경로와 깊은 연관성을 보여(Bernard & Seidler, 2013; Burciu et al., 2014; Rabe et al., 2009) 축구 선수의 운동 기술 학습과 보다 직접적으로 연관되어 있을 것으로 기대된다. 또한 추후 연구에서는 참가자의 실질적인 암묵 학습 능력을 측정할 수 있도록 단순 평균 반응 시간의 차이가 아닌 차이에 따른 기울기를 산출하고 일정한 가중치를 부여하여 살펴볼 필요가 있다. 이를 통해 참가자의 최대 학습 구간이 언제 나타나는지를 살펴서 암묵 학습 능력의 측정치로 사용한다면 참가자의 실질적인 암묵 학습 능력이 더욱 잘 반영될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 김홍근 (2013). <Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사-Ⅱ: 해설서>. 대구: 도서출판 신경심리.
- 배정환 · 김진구 (2017). 암묵적 요소를 최소화시킨 명시적 운동학습 및 암묵적 운동학습 효과. <한국스포츠심리학회지>, 28(4), 49-59.
- 성기훈 · 김종오 (2018). 대학 축구선수들의 8 주간 코어 트레이닝이 기술체력 및 드리블 수행능력에 미치는 영향 <한국스포츠학회지>, 16(4), 1403-1411.
- 윤영길 · 김영석 · 임송이 (2021). 축구 경기력 결정 심리요인의 영향력 추이. <한국스포츠심리학회지>, 32(1)67-80.
- 윤영길 · 이용수 (2006). 축구 경기력 결정 요인의 구조와 위계적 중요도. <한국스포츠심리학회지>, 17(4)87-100.
- 최현호 (2013). 복합트레이닝 프로그램이 축구선수의 하지근력에 미치는 효과. 명지대학교대학원 석사학위 청구논문.
- 함상현 (2015). 유소년 축구팀의 체력 및 기본기술 수준과 경기력의 관계. <한국스포츠코칭학회지>, 1(1), 28-37.
- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6(4), 283-319.
- Abernethy, B., Gill, D. P., Parks, S. L., & Packer, S. T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30(2), 233-252.
- Aguiar, M., Botelho, G., Lago, C., Maças, V., & Sampaio, J. (2012). A review on the effects of soccer small-sided games. *Journal of Human Kinetics*, 33, 103-113.
- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review.

- Neuropsychology Review*, 16(1), 17-42.
- Barnes, K. A., Howard Jr, J. H., Howard, D. V., Kenealy, L., & Vaidya, C. J. (2010). Two forms of implicit learning in childhood ADHD. *Developmental Neuropsychology*, 35(5), 494-505.
- Barrett, L. F., Tugade, M. M., & Engle, R. W. (2004). Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin*, 130(4), 553.
- Burciu, R. G., Reinold, J., Rabe, K., Wondzinski, E., Siebler, M., Müller, O., & Timmann, D. (2014). Structural correlates of motor adaptation deficits in patients with acute focal lesions of the cerebellum. *Experimental Brain Research*, 232(9), 2847-2857.
- Chaiken, S., & Trope, Y. (1999). *Dual-process theories in social psychology*. New York, NY: Guilford Press.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46.
- Cui, Y., Gómez, M. Á., Gonçalves, B., Liu, H., & Sampaio, J. (2017). Effects of experience and relative quality in tennis match performance during four Grand Slams. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(5), 783-801.
- De Kleine, E., & Verwey, W. B. (2009). Motor learning and chunking in dyslexia. *Journal of Motor Behavior*, 41(4), 331-338.
- Di Cagno, A., Battaglia, C., Fiorilli, G., Piazza, M., Giombini, A., Fagnani, F., & Pigozzi, F. (2014). Motor learning as young gymnast's talent indicator. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(4), 767-773.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
- Elferink-Gemser, M. T., Jordet, G., Coelho-E-Silva, M. J., & Visscher, C. (2011). The marvels of elite sports: how to get there?. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 683-684.
- Epstein, S., Pacini, R., Denes-Raj, V., & Heier, H. (1996). Individual differences in intuitive - experiential and analytical - rational thinking styles. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71(2), 390-405.
- Evans, J. S. B., & Frankish, K. (2009). *In two minds: Dual processes and beyond(Vol. 10)*. Oxford: Oxford University Press.
- Feldman, J., Kerr, B., & Streissguth, A. P. (1995). Correlational analyses of procedural and declarative learning performance. *Intelligence*, 20(1), 87-114.
- French, K. E., & Thomas, J. R. (1987). The Relation off Knowledge Development to Children's Basketball Performance. *Journal of Sport Psychology*, 9(1), 15-32.
- Frensch, P. A. (1998). *One concept, multiple meanings: On how to define the concept of implicit learning*. London, UK: Sage Publications, Inc.
- Gabbett, T. J., Carius, J., & Mulvey, M. (2008). Does improved decision-making ability reduce the physiological demands of game-based activities in field sport athletes?. *The Journal of Strength*

- & *Conditioning Research*, 22(6), 2027-2035.
- Gabbett, T., & Masters, R. (2011). Challenges and solutions when applying implicit motor learning theory in a high performance sport environment: Examples from Rugby League. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 6(4), 567-575.
- Gould, D., & Pick, S. (1995). Sport psychology: The Griffith era, 1920 - 1940. *The Sport Psychologist*, 9(4), 391-405.
- Hardy, L., Mullen, R., & Jones, G. (1996). Knowledge and conscious control of motor actions under stress. *British Journal of Psychology*, 87(4), 621-636.
- Hayes, N. A., & Broadbent, D. E. (1988). Two modes of learning for interactive tasks. *Cognition*, 28(3), 249-276.
- Helsen, W. F., & Starkes, J. L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13(1), 1-27.
- Helsen, W., Hodges, N. J., Winckel, J. V., & Starkes, J. L. (2000). The roles of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 727-736.
- Huijgen, B. C., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburgh, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2015). Cognitive functions in elite and sub-elite youth soccer players aged 13 to 17 years. *PloS One*, 10(12), e0144580.
- Kaufman, S. B., DeYoung, C. G., Gray, J. R., Jiménez, L., Brown, J., & Mackintosh, N. (2010). Implicit learning as an ability. *Cognition*, 116(3), 321-340.
- Kida, N., Oda, S., & Matsumura, M. (2005). Intensive baseball practice improves the Go/Nogo reaction time, but not the simple reaction time. *Cognitive Brain Research*, 22(2), 257-264.
- Lam, W. K., Maxwell, J. P., & Masters, R. (2009). Analogy learning and the performance of motor skills under pressure. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(3), 337-357.
- Law, J., Masters, R., Bray, S. R., Eves, F., & Bardswell, I. (2003). Motor performance as a function of audience affability and metaknowledge. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(4), 484-500.
- Lee, J. E., Yook, D. W., & Hwang, S. W. (2007). The Effect of Implicit Learning and Explicit Learning on Golf Putting Skill. *Journal of Physical Education and Sport & Leisure Studies*, 13(1), 25-36.
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59-80.
- Liao, C. M., & Masters, R. S. (2001). Analogy learning: A means to implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*, 19(5), 307-319.
- Mahoney, M. J., Gabriel, T. J., & Perkins, T. S. (1987). Psychological skills and exceptional athletic performance. *The Sport Psychologist*, 1(3), 181-199.
- Masters, R. S. (1992). Knowledge, knerves and know how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83(3),

343-358.

- Meylan, C., Cronin, J., Oliver, J., & Hughes, M. (2010). Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(4), 571-592.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- Morris, T. (2000). Psychological characteristics and talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 715-726.
- Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19(1), 1-32.
- Parsons, B., Magill, T., Boucher, A., Zhang, M., Zogbo, K., Bérubé, S., & Faubert, J. (2014). Enhancing cognitive function using perceptual-cognitive training. *Clinical EEG and Neuroscience*, 47(1), 37-47.
- Poolton, J. M., Masters, R. S. W., & Maxwell, J. P. (2007). Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behaviour: Performance retention under physiological fatigue. *Consciousness and Cognition*, 16(2), 456-468.
- Rabe, K., Livne, O., Gizewski, E. R., Aurich, V., Beck, A., Timmann, D., & Donchin, O. (2009). Adaptation to visuomotor rotation and force field perturbation is correlated to different brain areas in patients with cerebellar degeneration. *Journal of Neurophysiology*, 101(4), 1961-1971.
- Reber, A. S. (1993). *Implicit learning and tacit knowledge: An essay on the cognitive unconscious*. New York, NY: Oxford University Press.
- Reilly, A. W. T., & Williams, A. M. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 657-667.
- Robertson, E. M., Pascual-Leone, A., & Press, D. Z. (2004). Awareness modifies the skill-learning benefits of sleep. *Current Biology*, 14(3), 208-212.
- Romeas, T., Guldner, A., & Faubert, J. (2016). 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 1-9.
- Rowley, A. J., Landers, D. M., Kylo, L. B., & Etnier, J. L. (1995). Does the iceberg profile discriminate between successful and less successful athletes? A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17(2), 185-199.
- Savelsbergh, G. J., Van der Kamp, J., Williams, A. M., & Ward, P. (2005). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48(11-14), 1686-1697.
- Simonton, D. K. (1999). Talent and its development: An emergenic and epigenetic model. *Psychological Review*, 106(3), 435-457.

- Stanovich, K. E. (2009). Distinguishing the reflective, algorithmic, and autonomous minds: Is it time for a tri-process theory? In J. S. B. Evans & K. Frankish (Eds.), *In two minds: Dual processes and beyond* (pp. 55 - 88). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate?. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 645-665.
- Starkes, J. L., & Ericsson, K. A. (2003). *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise*. Human Kinetics.
- Stark-Inbar, A., Raza, M., Taylor, J. A., & Ivry, R. B. (2016). Individual differences in implicit motor learning: task specificity in sensorimotor adaptation and sequence learning. *Journal of Neurophysiology*, 117(1), 412-428.
- Stratton, G., Reilly, T., Richardson, D., & Williams, A. M. (2004). *Youth soccer: From science to performance*. Hove, UK: Psychology Press.
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. Washington, USA: American Chemical Society.
- Tsukamoto, H., Suga, T., Takenaka, S., Tanaka, D., Takeuchi, T., Hamaoka, T., & Hashimoto, T. (2016). Greater impact of acute high-intensity interval exercise on post-exercise executive function compared to moderate-intensity continuous exercise. *Physiology & behavior*, 155, 224-230.
- Turner, C. W., & Fischler, I. S. (1993). Speeded tests of implicit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(5).
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.
- Van Tilborg, I. A., & Hulstijn, W. (2010). Implicit motor learning in patients with Parkinson's and Alzheimer's disease: differences in learning abilities?. *Motor Control*, 14(3), 344-361.
- Verburgh, L., Scherder, E. J., Van Lange, P. A., & Oosterlaan, J. (2016). The key to success in elite athletes? Explicit and implicit motor learning in youth elite and non-elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34(18), 1782-1790.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PloS One*, 7(4), e34731.
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PloS One*, 12(2), e0170845.
- Vicari, S., Marotta, L., Menghini, D., Molinari, M., & Petrosini, L. (2003). Implicit learning deficit in children with developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 41(1), 108-114.
- Visscher, C., Elferink-Gemser, M. T., & Lemmink, K. A. P. M. (2006). Interval endurance capacity of talented youth soccer players. *Perceptual and Motor Skills*, 102(1), 81-86.

- Wallace, J. L., & Norton, K. I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966 - 2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 223-228.
- Wang, C. H., Chang, C. C., Liang, Y. M., Shih, C. M., Chiu, W. S., Tseng, P., & Juan, C. H. (2013). Open vs. closed skill sports and the modulation of inhibitory control. *PLoS One*, 8(2), e55773.
- Ward, P., Williams, A. M., & Bennett, S. J. (2002). Visual search and biological motion perception in tennis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(1), 107-112.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: Implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 737-750.
- Williams, A. M., & Ford, P. R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 4-18.
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432-442.
- Willingham, D. B., & Goedert-Eschmann, K. (1999). The relation between implicit and explicit learning: Evidence for parallel development. *Psychological Science*, 10(6), 531-534.
- Witt, K., Daniels, C., Daniel, V., Schmitt-Eliassen, J., Volkman, J., & Deuschl, G. (2006). Patients with Parkinson's disease learn to control complex systems—an indication for intact implicit cognitive skill learning. *Neuropsychologia*, 44(12), 2445-2451.
- Wood, J. M., & Abernethy, B. (1997). An assessment of the efficacy of sports vision training programs. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 74(8), 646-659.
- Wood, S., & Wood, M. S. (2015). Package 'mgcv'. R Package Version, 1(29), 729.
- Wright, M., Bishop, D. T., Jackson, R., & Abernethy, B. (2013). Brain regions concerned with the identification of deceptive soccer moves by higher-skilled and lower-skilled players. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 851.

[부록] 참가자들의 경기력 측정치

	참가자	득점	도움	패스(%)	드리블(%)	슈팅(%)	태클(%)	종합경기력
1경기	1	1	0	93.10	80.00	40.00	75.00	57
	2	2	0	87.04	66.67	88.89	42.86	51
	3	4	2	96.72	88.89	85.71	85.71	77
	4	0	4	77.97	62.50	100.00	33.33	33
	5	1	1	86.00	83.33	33.33	54.55	41
	6	1	2	87.84	62.50	33.33	100.00	40
	7	0	0	84.00	72.73	38.46	50.00	40
	8	5	2	85.29	53.33	75.00	66.67	63
	9	3	0	87.50	80.00	55.56	63.64	55
	10	1	2	85.07	78.57	70.00	53.85	56
2경기	1	0	0	83.33	83.33	50.00	22.22	15
	2	5	3	91.23	91.23	83.33	33.33	59
	3	9	3	89.55	89.55	86.67	11.11	60
	4	1	1	83.33	83.33	50.00	20.00	40
	5	2	1	88.14	88.14	100.00	15.79	39
	6	0	2	95.45	95.45	0.00	16.67	40
	7	3	1	86.11	86.11	64.29	10.00	40
	8	5	2	92.73	92.73	57.14	60.00	73
	9	3	5	94.44	94.44	62.50	46.15	42
	10	1	8	95.89	95.89	62.50	46.15	74

The Relationship between Executive Function, Implicit Learning Ability, and Performance by Soccer Players

TaeHeon Kim

Sungeun You, ChangHyun Ha

Naju National Hospital

Chungbuk National University

This study investigates whether soccer players' executive function and implicit learning ability can predict and explain their performance. The purpose is also to identify the usefulness of simple measurement tools rather than the complex tools used in previous studies. We recruited 10 college soccer players, in order to conduct a design fluency test and an implicit learning test. Next, participants played a soccer small side game(SSG), and we recorded the soccer game to analyze the players' performance. Executive function correlated with players' goal, pass, and tackle performance in Match 1, but executive function did not predict anything in Match 2 with regard to losing players' stamina. The results of testing how much executive function and implicit learning ability predict players' performance showed that executive function during Match 1 only predicted their performance. In Match 2, executive function and implicit learning ability could not predict performance. This study confirmed that players' performance could be predicted by measuring executive function and implicit learning ability with simple tools, and it is meaningful to find that executive function explains players' performance better than implicit learning ability.

Keywords: Soccer Player, Performance, Executive Function, Implicit Learning Ability