



Original Article

# Proposed Directions for Genetic Research on Athletic Performance in Korean Athletes

Seok-ki Min\*

Department of Sports and Leisure, Yongin University

### Article Info

Received 2026.01.16.

Revised 2026.02.02.

Accepted 2026.03.24.

### Correspondence\*

Seok-ki Min

min0509@yongin.ac.kr

### Key Words

Sports genetics, Athletic performance, Polygenic approach, Systematic review

This study was supported by Yong In University's 2024 academic research grant.

**PURPOSE** The purpose of this study was to systematically review Korean research on genetics and athletic performance, to examine patterns of research accumulation and structural characteristics within the field of sports genetics in Korea, and to propose directions for future research. **METHODS** This study adopted a systematic review design. Relevant literature was retrieved from the Research Information Sharing Service (RISS) using the search terms “genetic performance” and “athlete genetics and exercise.” Following PRISMA guidelines, duplicate records, nonacademic publications, and studies with limited relevance to the research focus were excluded, yielding a final sample of 35 studies. The selected studies were analyzed across multiple dimensions, including research themes, athlete characteristics, and sport types, genetic variants examined, performance indicators, analytical methods, and interpretive approaches to gene–performance relationships. **RESULTS** The findings indicated that sports genetics research in Korea has predominantly focused on candidate gene approaches, with particular emphasis on the ACE and ACTN3 genes. Performance-related fitness variables, including aerobic power, aerobic capacity, and muscular strength, were the most frequently examined outcome measures. Study participants were primarily national-level and elite athletes, with research samples heavily concentrated in combat sports and ice sports. Methodologically, most studies relied on single-gene analyses, and interpretations of gene–performance relationships were largely based on between-group mean comparisons. **CONCLUSIONS** In conclusion, Korean sports genetics research should transition toward the systematic adoption of polygenic and multi-marker approaches to improve explanatory power related to athletic performance and injury susceptibility. Moreover, the development of sport-specific and training–context–sensitive analytics is warranted, alongside validation of field applicability using performance-based data and cross-platform genetic analyses. Finally, establishing long-term research infrastructures grounded in longitudinal designs and standardized data accumulation will be essential for constructing a Korean-specific sports genetics research system that supports talent identification, individualized training, and injury prevention.

## 서론

### 연구의 필요성

스포츠 경기력은 단순한 훈련량이나 기술 숙련도의 결과라기보다 유

전적 요인과 환경적 요인이 장기간 상호작용하며 형성되는 복합 표현형(complex phenotype)으로 이해되고 있다(Gibson, 2009). 특히 근력, 파워, 심폐지구력, 신경·근 조절 능력, 회복 속도 및 상해 저항성과 같은 핵심 체력 요소는 훈련, 영양, 심리적 요인과 더불어 개인이 선천적으로 지닌 유전적 특성의 영향을 받는 것으로 보고되어 왔다(Andersen et al., 2000; Bouchard et al., 1992). 이러한 관점은 동일한 훈련 환경에서도 선수 간 수행 능력과 경기 결과에 차이가 발생하는 현상을 설명하는 이론적 근거로 작용하며, 스포츠과학 분야에서 유전 연구의 필요성을 지속적으로 제기해 왔다

© 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.

(Guilherme et al., 2014).

그러나 초기 스포츠과학 연구는 훈련량, 기술 숙련도, 체력 수준과 같은 외현적 요인에 초점을 두는 경향이 두드러졌으며, 유전적 요인은 상대적으로 부차적인 변수로 취급되어 왔다(Korea Institute of Sport Science, 2023). 이러한 단일 요인 중심 접근은 선수 개인의 잠재력과 경기력 발현 메커니즘을 충분히 설명하는 데 한계가 있었고, 동일한 훈련 프로그램에 대한 상이한 훈련 반응이나 상해 발생 차이를 해석하는 데 제약으로 작용하였다. 그 결과, 스포츠 경기력을 보다 포괄적이고 통합적으로 이해하기 위한 새로운 연구 패러다임의 필요성이 제기되었다(Davids & Baker, 2007).

스포츠유전자와 관련한 해외 연구들에서는 이러한 문제의식을 바탕으로 단일 유전자 효과 검증에 넘어 다유전자적 특성과 훈련 적응, 상해 취약성, 환경 요인의 상호작용을 통합적으로 설명하려는 방향으로 확장되어 왔다. 특히 Athlome Project는 경기력을 개별 유전자의 결과가 아닌 다유전자 구조와 환경 요인의 상호작용 산물로 제시함으로써 스포츠유전자 연구의 패러다임 전환을 이끌었다(Pickering et al., 2019; Pitsiladis et al., 2016). 이러한 관점은 이후 다유전자 접근 기반 접근과 장기 코호트 연구로 확장되며, 스포츠유전자 연구의 핵심 패러다임으로 자리매김 했다(Guilherme et al., 2014).

이후 분자유전학 및 생명정보학 기술의 발전은 스포츠유전 연구의 급속한 확산을 가능하게 하였다. 2000년대 초반 소수의 후보 유전자에 국한되었던 연구는 이후 단일염기다형성(Single Nucleotide Polymorphism, SNP) 분석, 전장유전체연관분석(Genome-Wide Association Study, GWAS) 등의 도입을 통해 연구 대상 유전자의 수와 범위를 크게 확장시켰다(Ahmetov et al., 2016; Bray et al., 2009). 실제로 스포츠 경기력과 관련된 유전자 표지(marker)의 수는 지속적으로 증가해 왔으며, 이는 스포츠유전 연구가 일시적 관심 주제가 아니라 장기간 축적되고 확장되는 학문 영역으로 자리 잡고 있음을 보여주고 있다(Bray et al., 2009).

국내 스포츠과학 분야에서도 이러한 흐름에 맞추어 특정 유전자와 체력 성과지표 간의 연관성을 검증하는 데 초점을 두어 왔다. ACTN3 및 ACE 유전자 다형성을 중심으로 유·무산소성 능력, 근력, 파워와의 관계를 분석한 연구들이 비교적 이른 시기부터 축적되었으며(Kang et al., 2002; Lee et al., 2006), 이후 무도 종목, 방상 종목, 구기 종목 등을 대상으로 한 연구가 지속적으로 수행되어 왔다(Byun & Park, 2012; Cho, 2012; Kim et al., 2012). 이러한 연구들은 한국인 운동선수 집단의 유전적 특성을 탐색하는 기초 자료로서 의의를 지닌다.

최근에는 경기력뿐 아니라 근골격계 효율성 및 상해 취약성과 관련된 유전자에 대한 관심도 확대되고 있다. COL5A1, COL1A1, GDF5, MMP3 등 결합조직 관련 유전자는 근·건 손상 및 인대 손상 위험과의 관련성이 보고되었으며, 일부 국내 연구에서는 이러한 유전자와 근력 불균형, 상해 위험 간의 관계 가능성을 제시하였다(Lee & Kang, 2025; Park & Park, 2017). 또한, DRD4 등 신경·심리 관련 유전자와 수행 특성 간의 연관성을 탐색하는 연구도 일부 등장하고 있다(Kang et al., 2002).

그럼에도 불구하고 기존 국내 스포츠유전자 연구는 제한된 연구대상과 횡단적 분석에 기반하여 특정 유전자와 체력 요인 간의 연관성 검증에 집중해 왔으며, 종목 특성이나 훈련 환경과 같은 맥락적 요인을 충분히 반영한다는 한계를 지닌다(Ahn, 2021; Jung et al., 2007; Kang et al., 2002; Kim, 2012; Lee & Kang, 2025; Woo et al.,

2005). 이로 인해 연구 결과의 누적성과 일반화 가능성에는 일정한 제약이 존재한다.

또한, 동일한 유전자 다형성이라 하더라도 집단에 따라 발현 양상이 상이하게 나타나, 서구권 집단에서 보고된 ACTN3 및 ACE 관련 결과가 한국인 운동선수 집단에서 일관되게 재현되지 않는 사례도 보고되어 왔다(Bray et al., 2009; Kang et al., 2002). 이러한 점은 서구권 연구 결과를 국내 스포츠 현장에 그대로 적용하는 데 한계가 있음을 보여준다.

따라서 한국인 운동선수를 대상으로 축적된 연구 결과를 체계적으로 검토하고, 어떤 유전자와 성과지표가 반복적으로 연구되어 왔는지, 연구 대상과 종목 맥락은 어떻게 구성되어 왔는지, 그리고 유전자-경기력 관계가 어떤 방식으로 해석되어 왔는지를 종합적으로 분석할 필요가 있다. 이러한 분석은 단편적인 개별 연구 검토를 넘어 국내 스포츠유전자 연구의 구조적 특성과 연구 방향성을 객관적으로 정리하는 데 기여할 수 있다.

## 연구의 목적

본 연구의 목적은 국내에서 수행된 운동선수 유전자 관련 선행연구를 체계적으로 검토하여, 한국 스포츠유전자 연구의 축적 양상과 구조적 특성을 종합적으로 분석하고, 향후 연구가 나아가야 할 방향을 제안하는 데 있다. 이러한 분석을 통해 한국 스포츠유전자 연구가 주로 어떤 유전자와 성과지표에 집중해 왔는지를 정리하고, 단일 유전자 중심의 연구 구조와 특정 선수 집단 및 종목에 편중된 연구 경향을 객관적으로 파악하고자 한다. 나아가 향후 한국 운동선수의 경기력 및 부상 특성을 보다 정밀하게 설명할 수 있는 스포츠유전자 연구 방향을 구체적으로 제안하는 데 목적이 있다.

## 연구방법

### 연구자료

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 2001년~2025년까지 국내 학술지에 게재된 유전자와 운동 수행 간의 관계를 다룬 학술 논문을 연구자료로 수집하였다. 자료 수집은 학술연구정보서비스(RISS)를 활용하여 이루어졌으며, 검색어는 '유전자 경기력', '선수 유전자 운동'을 중심으로 설정하였다. 그 결과 각각 12편, 42편이 검색되었다. 이후 중복 논문 6편, 연구 주제와의 관련성이 낮은 논문 12편, 비학술자료 1편을 제외하였으며, 최종적으로 총 35편의 논문이 본 연구의 분석 대상에 포함하였다.

### 연구자료 선정 기준

본 연구의 자료 선정 절차는 PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 가이드라인에 따라 단계적으로 수행되었다.

〈Fig 1〉과 같이 학술연구정보서비스(RISS)를 활용하여 '유전자 경기력', '선수 유전자 운동'을 주요 검색어로 설정하고 문헌 검색을 실시한 결과, 총 54편의 논문을 확인하였다. 이후 중복 검색된 논문 6편을 제거하여 48편의 논문을 1차 검토 대상으로 선정하였다.

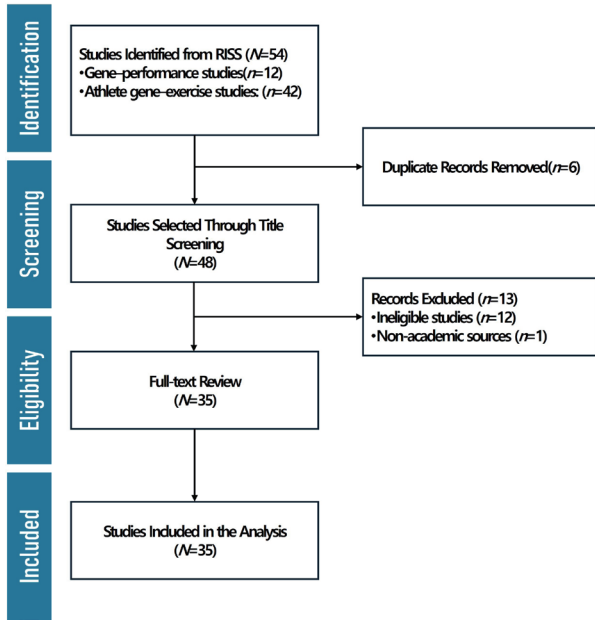


Fig. 1. PRISMA flow diagram

다음 단계에서는 제목을 중심으로 연구 주제의 적합성을 검토하였으며, 이 과정에서 운동 수행 또는 경기력과 직접적인 관련성이 없는 논문 12편과 학술적 검증 절차를 거치지 않은 비학술자료 1편을 제외하였다. 이후 전문(full-text) 검토를 통해 한 번 더 확인 절차를 거쳐 최종적으로 총 35편의 논문을 선정하였다. 해당 논문들은 모두 유전자 다형성과 운동 수행 또는 경기력 관련 성과지표 간의 관계를 분석한 연구로 구성하였다. 이러한 체계적 자료 선정 절차를 통해 본 연구는 한국 스포츠유전자 연구의 특성과 연구 흐름을 대표할 수 있는 신뢰성 있는 연구자료를 확보하였다.

## 결과

### 연도별 연구량 추이

〈Table 1〉과 같이 2000년대 초반 국내 운동선수 유전자 연구는 단일 후보 유전자와 기초 체력·생리 지표 간의 연관성 탐색을 중심으로 수행되었다. 이 시기의 연구들은 주로 ACE, ApoE, VDR, ER 등 제한된 후보 유전자를 대상으로 하여, 운동선수와 일반인 간 유전자형 분포 차이 또는 심폐지구력, 골밀도, 혈중지질과의 관계를 검증하는 데 초점을 두었다.

Han et al.(2002)은 엘리트 유도선수를 대상으로 ACE 및 ApoE 유전자형과 심폐지구력 및 혈중지질 간의 상관관계를 분석하여 특정 유전자형이 생리적 지표와 연관될 가능성을 제시하였다. 이와 유사하게 Gil et al.(2002)은 엘리트 대학 선수들을 대상으로 ACE 유전자 다형성과 최대산소섭취량 및 무산소성 역치 간의 관계를 분석하였으나, 유전자형에 따른 뚜렷한 차이는 확인되지 않았다고 보고하였다. 골밀도 관련 연구에서도 유사한 흐름이 나타났다. Lee et al.(2004)은 운동선수와 일반인을 비교하여 VDR 유전자 다형성과 골밀도의

Table 1. Trends in research by year

Period	Number of Studies	Key Issues
2001년~2005년	9	Exploration of single candidate genes and basic association validation
2006년~2010년	7	Emergence of gene-environment interaction perspectives
2011년~2015년	10	Focus on sport-specific characteristics and performance indicators
2016년~2020년	3	Reassessment of the limitations and applicability of performance prediction
2021년~2025년	6	Integrated approaches combining polygenic, psychological, and connective tissue factors
Total	35	

관계를 분석한 결과, 유전자형보다는 운동 유형과 강도가 골밀도에 더 큰 영향을 미친다고 보고하였다. 또한, Park et al.(2005)은 비트민 D 수용체(VDR) 및 에스트로젠 수용체(ER) 유전자와 골밀도 간의 상관관계를 분석하여 체중부하 운동 환경에서 유전자 효과가 부분적으로 나타날 수 있음을 제시하였다. Woo et al.(2005)의 연구에서도 고등학교 운동선수와 일반학생을 대상으로 ACE 유전자 다형성 분포를 비교하여, 유산소 운동선수 집단에서 II 유전자형의 빈도가 높게 나타났음을 보고하였다.

다음으로 2006년 이후 연구들은 단일 유전자 탐색을 유지하면서도 유전자 효과가 나타나는 조건과 맥락에 대한 분석으로 확장되었다. 즉, 유전자형의 영향이 운동선수 여부, 종목, 생리적 적응 수준에 따라 달라지는지를 검증하는 방향으로 연구가 진행되었다. 살펴보면, Kang et al.(2006)은 대학 운동선수와 일반 체육학과 학생을 대상으로 에스트로젠 수용체- $\alpha$  유전자 다형성과 혈압, 골밀도, 신체조성 간의 관계를 분석하여 운동 수행이 유전자 효과를 부분적으로 상쇄할 수 있음을 보고하였다. 이는 유전자-환경 상호작용 가능성을 제기한 초기 연구로 평가된다. 이어 Jung et al.(2007)은 TGF- $\beta$ 1 유전자 다형성과 신체조성 및 골밀도 간의 관계를 분석하여 특정 골밀도 부위에서 유전자형에 따른 차이가 나타날 수 있음을 보고하였다. 또한, Kim and Yang(2007)은 수영선수를 대상으로 ACE 유전자 다형성과 최대산소섭취량 및 피로물질 변화를 분석하였으나, 유전자형에 따른 일관된 경기력 차이는 제한적임을 제시하였다. 같은 맥락에서 Kim et al.(2009)의 연구에서도 ApoE 유전자 다형성과 혈청 지질농도 및 심장 구조를 분석하여 운동선수군에서 특정 유전자형이 중성지방 수치와 관련된 가능성을 제시하였다. 마지막으로 Jung(2009)은 TGF- $\beta$ 1 농도와 심혈관 기능의 관계를 분석하여 유전자가 운동 적응 과정과 연관될 수 있음을 보고하였다.

이어 2011년 이후 연구는 국가대표 및 엘리트 선수 중심의 종목 특이적 분석으로 본격화되었다. 이 시기에는 경기력과 직접적으로 연관

된 유·무산소 능력, 근파워, 등속성 근기능 지표가 주요 분석 대상으로 나타났다. 먼저, Kang et al.(2011)은 남녀 스피드스케이팅 국가대표 선수를 대상으로 ACE 유전자 다형성과 유·무산소성 능력의 관계를 분석하여 II형은 심폐지구력, DD형은 무산소 파워와 관련된 경향을 보인다고 보고하였다. 이어 Joo and Kim(2011)은 청소년 집단을 대상으로 경기력 관련 체력 요인과 유전자형 간의 상관성을 보다 정밀하게 분석하였다. Kim(2012)의 연구에서도 ACE와 ACTN3 유전자의 다중 유전자 프로파일을 활용하여 근력 경기력 예측 가능성을 분석하였으며, 총 유전자 점수(TGS)가 근력 성과와 관련될 수 있음을 제시하였다. 또한, Ahn and Kim(2012)과 Byun and Park(2012)은 각각 청소년 배구·세탁타크로 선수와 롤러스피드스케이팅 선수를 대상으로 ACTN3 유전자 다형성과 무산소 및 유산소 능력의 관계를 분석하여 종목 특성에 따라 유전자 효과가 상이하게 나타남을 보고하였다. 마지막으로 Cho(2012)는 유도선수를 대상으로 ACE 유전자 다형성과 등속성 근기능 차이를 분석하여, DD형이 무산소성 근기능에서 상대적으로 유리할 수 있음을 제시하였다.

2016년 연구 주제는 경기력 예측에서 운동 효율성과 부상 위험 관리로 이동하였고, 국내 연구의 수도 감소하는 경향을 보였다. 먼저, Park and Park(2017)은 대학 엘리트 선수들을 대상으로 COL5A1 유전자 다형성과 근력 불균형 및 하지 근골격계 효율성의 관계를 분석하여 유전자형이 관절 부하 및 부상 위험과 연관될 수 있음을 보고하였다. 또한, Cho(2020)는 무도 종목 선수들을 대상으로 ACE 및 ACTN3 유전자 다형성과 유·무산소 능력 및 골밀도 간의 관계를 분석하여 유전자 단독으로 경기력을 설명하는데 한계가 있음을 제시하였다.

마지막으로 최근 연구들은 다유전자, 심리, 결합조직 요소를 포함한 통합적 접근으로 확장되고 있다. 먼저, Ahn(2021)과 Min et al.(2024)은 각각 유도과 씨름선수를 대상으로 ACTN3 유전자 다형성과 체력 변인의 관계를 분석하여 유전자형은 물론, 신체구성과 체급 특성이 성과에 중요한 역할을 한다고 보고하였다. 같은 맥락에서 Kang et al.(2022)은 검도 선수를 대상으로 DRD4 등 심리 관련 유전자 다형성과 운동 수행 특성의 관계를 분석하여 유전자가 심리적 성향을 통해 간접적으로 경기력에 영향을 미칠 가능성을 제시하였다. 이어 Jeon et al.(2023)의 연구에서도 엘리트 쇼트트랙 선수를 대상으로 ACE 유전자 다형성과 등속성 근기능의 관계를 분석하여 유전자형별 근력 및 피로 저항 차이를 보고하였다. 마지막으로 Lee and Kang(2025)의 연구에서도 검도선수의 결합조직 유전자 다형성과 경기력 특성의 관계를 분석하여 장기적 선수 육성 관점에서 유전 정보 활용 가능성을 논의하였다.

종합하면, 국내 운동선수 유전자 연구는 초기의 단일 후보 유전자 중심 탐색 연구에서 출발하였고, 이후 연구의 초점은 종목 특성, 훈련 환경, 수행 수준에 따라 유전자 효과가 어떻게 달라지는지를 규명하는 방향으로 점차 확장되었음을 알 수 있다. 최근 연구에서는 다유전자 접근, 심리·결합조직 요인, 생리·기능 지표를 통합적으로 고려하는 연구가 증가하며, 유전자 정보를 경기력 예측의 보조 지표로 활용하려는 시도가 나타나고 있음을 확인하였다. 이러한 변화는 유전자를 고정된 결정 요인이 아니라, 선수 육성, 부상 위험 관리, 맞춤형 훈련 전략 수립을 지원하는 장기적 관리 도구로 인식하는 연구 패러다임의 전환을 의미한다고 볼 수 있다.

## 연구대상의 특성

### 1. 표본 특성

(Table 2)는 본 연구에 포함된 35편의 연구를 대상으로 선수 구분별 빈도를 정리한 결과이다. 본 연구에 포함된 선행연구들은 단일 선수군만을 연구대상으로 설정한 경우뿐만 아니라, 복수의 선수군을 동시에 포함하여 비교 분석한 경우가 대부분 존재한다. 이에 따라 각 연구는 하나 이상의 선수 구분 범주(국가대표(국가대표 수준 선수 포함), 엘리트, 청소년선수, 일반인 등)에 동시에 분류될 수 있으며, 이로 인해 개별 논문의 편수와 연구대상 빈도의 총합은 일치하지 않는다.

먼저, 국가대표 선수를 대상으로 한 연구들은 주로 유전자 다형성과 경기력에 직접적으로 연관된 체력 요인 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. 내용을 기준으로 살펴보면, ACTN3 유전자 다형성과 무산소성 파워의 관계를 분석한 연구가 수행되었으며, 파워 종목 국가대표 선수 집단을 대상으로 유전자형에 따른 무산소성 파워의 차이를 비교하였다(Min et al., 2015). 또한, ACE 및 ACTN3 유전자 다형성을 복합적으로 고려한 다중유전형질과 근력 운동 경기력 간의 관계를 분석한 연구도 수행되었으며, 이를 통해 근력 중심 경기력과 유전자 조합 간의 관련성이 검토되었다(Kim, 2012). 빙상 종목을 대상으로 한 연구에서는 쇼트트랙 국가대표 선수를 중심으로 ACE 유전자 다형성과 유·무산소성 수행 능력의 관계가 분석되었고, 유전자형에 따른 체력 특성 차이가 제시되었다(Kim et al., 2012).

아울러 우수 남녀 스피드스케이팅 국가대표 선수를 대상으로 한 연구에서는 ACE 유전자 다형성과 경기력 관련 체력 요인 간의 관계가 분석되었으며, 유·무산소성 능력 및 근기능 지표가 주요 분석 변수로 설정되었다(Kang et al., 2011). 최근에는 국내 엘리트 남자 쇼트트랙 선수 20명으로 구성된 국가대표 수준의 선수 집단을 대상으로 ACE 유전자 다형성과 등속성 근기능 및 체력 특성의 관계를 분석한 연구가 수행되었다(Jeon et al., 2023). 즉, 국가대표 선수 대상 연구는 ACTN3 및 ACE 유전자 다형성을 중심으로 무산소성 파워, 근력 운동 경기력, 유·무산소성 수행 능력, 경기력 관련 체력 요인 간의 관계를 분석한 연구들로 구성되어 있었다.

엘리트 선수를 대상으로 한 연구들은 주로 유전자 다형성과 경기력 및 운동 수행과 관련된 체력·생리적 특성 간의 관계를 분석하는데 초점을 두었다. 살펴보면, ACE 및 ACTN3 유전자 다형성과 유·무산소성 능력, 근력 및 근파워, 등속성 근기능을 주요 분석 변수로 설정한 연구들이 수행되었다(Byun & Park, 2012; Cho, 2012; Kim, 2012). 또한, 일부 연구에서는 경기력 자체보다는 운동 수행에 따른 생리적 적응 특성에 초점을 두어 ApoE 및 TGF- $\beta$ 1 유전자 다형성과 혈중지질 농도, 심장 구조 및 기능, 골밀도 간의 관계를 분석하였다(Kim et al., 2009; Lee et al., 2004). 이와 함께 결합조직 관련 유전자와 근골격계 특성을 분석한 연구도 포함되어 엘리트 선수 집단

**Table 2.** Frequency by athlete classification

Athlete Classification	Frequency
National team athletes (including elite-level players)	9
Adult athletes	23
Adolescent athletes (high school)	9
General population and sports participants	12

의 신체 적응 특성을 중심으로 한 분석이 이루어졌다(Park & Park, 2017). 즉, 엘리트 선수 대상 연구는 유전자 다형성과 경기력 및 생리적 적응 특성 간의 관계를 중심으로 구성되었다.

이어 청소년 선수 대상 연구는 성장기 특성을 반영한 기초 체력 및 무산소성 수행 능력과의 관련성을 분석한 연구들로 구성되어 있었다. 살펴보면, 주로 유전자 다형성과 성장기 선수의 기초 체력 및 무산소성 수행 능력 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. 내용을 기준으로 살펴보면, ACE 및 ACTN3 유전자 다형성과 근력, 무산소성 파워, 체중당 파워, 악력 등을 주요 분석 변수로 설정한 연구들이 수행되었다(Ahn & Kim, 2012; Woo et al., 2005). 또한, 일부 연구에서는 청소년 운동선수와 일반학생을 함께 포함하여 유전자형 분포 특성의 차이를 분석하였으며, 이를 통해 성장기 선수 집단의 특성을 비교하는 연구 설계가 적용되었다(Woo et al., 2005). 이러한 연구들은 주로 중·고등학교 수준의 선수 집단을 대상으로 수행되었다.

## 2. 종목 분포

〈Table 3〉의 종목 분포 분석은 연구에 포함된 각 논문의 연구대상 종목을 기준으로 수행하였다. 이때 한 연구에 복수의 종목이 포함된 경우에는 각 종목을 독립적으로 1회씩 집계하는 방식을 적용하였다. 따라서 종목별 빈도는 개별 연구 편수를 의미하는 것이 아니라, 각 종목이 실제로 연구에 포함된 횟수를 반영한 누적 빈도를 나타낸다.

먼저, 무도 종목을 대상으로 한 연구들은 주로 유전자 다형성과 근력 및 무산소성 수행 능력 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. 분석 내용을 기준으로 살펴보면, ACE 및 ACTN3 유전자 다형성과 근력, 근파워, 등속성 근기능, 무산소성 파워를 주요 분석 변수로 설정한 연구들이 수행되었다(Ahn & Kim, 2012; Kim, 2012; Kim et al., 2005). 특히 유도와 검도를 중심으로 한 연구에서는 체급 또는 종목 특성을 고려하여 동일 종목 선수 집단 내에서 유전자형에 따른 체력 특성 차이를 분석하였다(Ahn, 2021; Cho, 2020; Feng et al., 2020). 일부 연구에서는 결합조직 관련 유전자 또는 생리적 적응 지표를 함께 분석하여 무도 종목 선수의 신체 특성을 종합적으로 검토하였다(Jung et al., 2007; Lee & Kang, 2025).

빙상 종목을 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성과 유·무산소성 경기력 요인 간의 관계를 중심으로 구성되어 있었다(Cho, 2020; Lee & Yoon, 2013). 살펴보면, ACE 유전자 다형성과 다양한 경기력 관련 체력 요인을 함께 분석한 연구들이 지속적으로 보고되어 왔다(Ahn & Kim, 2012; Kim & Yang, 2007; Woo et al., 2008). 특히 쇼트트랙과 스피드스케이팅 종목에서는 국가대표 또는 엘리트 선수 집단을 대상으로, 유전자형에 따른 체력 특성 차이를 분석하는 연

**Table 3.** Frequency by sports classification

Sports Classification	Frequency
Combat sports (e.g., judo, kendo, taekwondo, boxing, wrestling)	17
Ice sports (e.g., short track, speed skating, roller skating, hockey)	8
Ball sports (e.g., soccer, basketball, volleyball, field hockey, table tennis)	16
Aquatic sports (swimming)	3
Athletics and other sports (e.g., track and field, sepak takraw, dance sports)	4

구가 반복적으로 수행되었다(Jeon et al., 2023; Kim et al., 2012).

구기 종목을 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성과 복합적 체력 요인 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. 내용을 살펴보면, ACE 및 ACTN3 유전자 다형성과 유·무산소성 능력, 최대산소섭취량 (VO<sub>2</sub>max), 근력 및 근지구력, 파워 등을 주요 분석 변수로 설정한 연구들이 수행되었다. 축구와 농구를 대상으로 한 연구에서는 선수 집단과 일반인 대조군을 함께 포함하여 유전자형 분포 및 생리적 반응의 차이를 비교 분석한 사례도 확인되었다. 아이스하키와 필드하키 종목 연구에서는 경기 특성에 따른 체력 요구를 반영한 분석이 이루어졌다(Gil et al., 2002; Kang et al., 2002; Lee et al., 2005).

수영 종목을 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성과 유산소성 수행 능력 및 심폐 기능 지표 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. 연구 제목을 기준으로 보면, ACE 유전자 다형성과 최대산소섭취량, 유산소성 지구력, 피로 관련 지표를 주요 분석 변수로 설정한 연구가 수행되었다. 일부 연구에서는 수영선수를 비체중부하 운동 종목 선수로 구분하여 체중부하 종목 선수와의 생리적 특성 차이를 비교 분석하였다(Kim & Yang, 2007; Park et al., 2005).

육상 및 기타 종목을 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성과 종목 특이적 체력 요인 간의 관계를 중심으로 구성되어 있었다. 육상 종목 연구에서는 유산소성 지구력 또는 무산소성 파워와 유전자 다형성의 관계가 분석되었으며, 세팍타크로와 댄스스포츠를 대상으로 한 연구에서는 근력, 파워, 신체조성 등을 주요 분석 변수로 설정하였다. 이러한 연구들은 종목 특성에 따른 체력 요구 차이를 반영한 분석 설계를 적용하였다(Joo & Kim, 2011; Jung, 2009; Min et al., 2015; Woo et al., 2005).

## 유전자 유형

〈Table 4〉와 같이 선행연구를 살펴보면, 국내 운동선수 대상 ACE 유전자 연구는 유전자 분포 특성 확인 단계에서 경기력 관련 체력 요인 분석으로 점진적으로 확장되어 왔다. 대표적으로 살펴보면, Lee et al.(2005)는 한국인 청소년 운동선수군과 일반인을 대상으로 ACE 유전자의 삽입/결실(I/D) 다형성 분포를 비교 분석하여 선수 집단과 비선수 집단 간 유전자형 분포 특성을 확인하였다. 이어 Kim(2012)은 ACE와 ACTN3의 다중유전형질을 동시에 고려하여 근력 운동 경기

**Table 4.** Frequency of gene type utilization

Gene Type	Frequency
ACE	16
ACTN3	14
ApoE	4
VDR (Vitamin D Receptor)	3
ER (Estrogen Receptor)	2
TGF-β1	2
COL5A1	1
COL1A1	1
MMP3	1
GDF5	1
DRD4	1
Other single genes	1

력과 관계를 분석함으로써 단일 유전자 접근을 넘어선 복합 유전자 분석을 시도하였다. 한편, Joo and Kim(2011)은 청소년 선수를 대상으로 ACE 유전자 다형성과 경기력 관련 체력 요인 간의 상관관계를 분석하여 유·무산소성 능력 및 근기능 지표와의 관련성을 제시하였다. 이러한 연구들은 ACE 유전자가 청소년 선수 단계에서는 유전자 분포 특성 중심으로, 엘리트 선수 단계에서는 경기력과 직접적으로 연관된 체력 요인 분석 중심으로 활용되고 있음을 보여준다.

또한, ACTN3 유전자를 대상으로 한 선행연구들은 주로 무산소성 파워 및 근력 중심의 경기력 요인과 유전자 다형성 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. Min et al.(2015)은 파워 종목 선수를 대상으로 ACTN3 유전자 다형성과 무산소성 파워 간의 차이를 분석하여 파워 중심 종목에서의 수행 특성과 유전자형의 관계를 검토하였다. Kim(2012)은 ACE와 ACTN3 유전자를 동시에 고려한 다중유전형질 접근을 통해 근력 운동 경기력과의 관계를 분석함으로써 단일 유전자 분석을 확장한 연구를 수행하였다. 또한, Byun and Park(2012)은 롤러스피드스케이팅 선수를 대상으로 ACTN3 유전자 다형성과 체력 요인 간의 관계를 분석하여 종목 특성을 반영한 무산소성 및 근기능 지표를 주요 분석 변수로 설정하였다. 청소년 선수를 대상으로 한 연구에서는 ACTN3 유전자 다형성과 무산소성 수행 능력의 관계가 분석되었으며, 성장기 선수 집단에서의 체력 특성과 유전자 분포 특성이 함께 검토되었다(Ahn & Kim, 2012).

ApoE 유전자를 대상으로 한 연구들은 주로 유전자 다형성과 대사 및 심혈관계 관련 생리 지표 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. Kim et al.(2009)은 운동선수를 대상으로 ApoE 유전자 다형성과 혈청 지질 농도 및 심장 구조와의 관계를 분석하여 유전자형에 따른 대사 및 심혈관계 특성을 검토하였다. Han et al.(2002)은 유도선수를 대상으로 ApoE 유전자와 심폐 기능 및 대사 관련 지표를 분석하여 종목 특성을 반영한 생리적 특성 분석을 수행하였다. 또한, Kim et al.(2009)은 운동선수와 일반인을 비교하여 ApoE 유전자 분포 특성의 차이를 함께 분석하였다.

VDR 유전자를 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성과 골밀도 및 골 관련 지표 간의 관계를 중심으로 수행되었다. Park et al.(2005)은 체중부하 및 비체중부하 종목 선수를 대상으로 VDR 유전자 다형성과 골밀도의 관계를 비교 분석하였다. Lee et al.(2004)는 운동선수를 대상으로 VDR 유전자 다형성과 골밀도 특성을 분석하여 유전자형에 따른 골 관련 지표의 차이를 검토하였다. 또한, Kang et al.(2006)은 VDR 관련 유전자와 신체조성 및 골지표를 함께 분석하여 골격계 특성과의 연관성을 확인하였다.

ER 유전자를 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성과 골밀도 및 신체조성 관련 지표 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. Park et al.(2005)은 ER 유전자 다형성과 골밀도 간의 관계를 분석하여 성호르몬 수용체 유전자와 골격계 특성의 관련성을 검토하였다. Kang et al.(2006)은 ER 유전자 다형성과 혈압 및 신체조성 지표를 분석하여 유전자형에 따른 생리적 특성 차이를 함께 제시하였다.

TGF- $\beta$ 1 유전자를 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성 또는 발현 수준과 골격계 및 심혈관계 기능 간의 관계를 분석하였다. Jung et al.(2007)은 TGF- $\beta$ 1 유전자 다형성과 골밀도 및 신체조성 간의 관계를 분석하여 골 관련 지표와의 연관성을 검토하였고, 이어 Jung(2009)은 TGF- $\beta$ 1 농도와 심혈관 기능 지표를 분석하여 성장인

자와 심혈관계 기능 간의 관계를 제시하였다.

결합조직 및 근골격계 관련 유전자를 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성과 근골격계 특성 및 부상 관련 지표 간의 관계를 분석하는데 초점을 두었다. Park and Park(2017)은 COL5A1 유전자 다형성과 근력 불균형 및 부상 관련 지표를 분석하여 결합조직 특성과의 관계를 검토하였다. Lee and Kang(2025)은 검도선수를 대상으로 결합조직 유전자 다형성과 경기력 특성을 분석하였으며, 동일 연구에서 COL1A1, MMP3, GDF5 유전자와 결합조직 특성 간의 관계를 함께 제시하였다.

마지막으로 DRD4 유전자를 대상으로 한 연구들은 유전자 다형성과 수행 특성 및 심리·성향 관련 요인 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두었다. Kang et al.(2022)은 검도선수를 대상으로 DRD4 유전자 다형성과 수행 특성을 분석하였으며, 동일 연구에서 심리·성향 관련 유전자와 운동 수행 간의 관계를 함께 제시하였다.

즉, ACE와 ACTN3 유전자를 대상으로 한 연구들은 유·무산소성 수행 능력, 근력, 파워, 피로지수 등 경기력과 직접적으로 연관된 체력 요인 분석에 주로 활용되었으며, ApoE, VDR, ER, TGF- $\beta$ 1 유전자를 대상으로 한 연구들은 대사 기능, 골밀도, 심혈관계 생리 지표 등 신체 적응 특성 분석에 초점을 두었다. 또한, 결합조직 관련 유전자와 DRD4 유전자 연구는 근골격계 특성, 부상 관련 지표 및 수행 특성과의 관계를 중심으로 수행되었다.

## 성과지표

<Table 5>와 같이 성과지표 유형을 분석한 결과, 파워(무산소성) 관련 지표가 17편으로 가장 높은 빈도를 보였다. 해당 지표들은 주로 윙게이트 검사 기반 최대·평균 파워, 파워 대비 체중 비율 등을 포함하고 있었다(Cho, 2020; Min et al., 2015). 다음으로는 유산소성 능력 지표가 14편에서 활용되었으며, 최대산소섭취량( $VO_{2max}$ )과 무산소성 역치 등이 주요 측정 변인으로 사용되었다(Ahn, 2021; Ahn & Kim, 2012; Byun & Park, 2012; Gil et al., 2002; Joo & Kim, 2011; Kim et al., 2012).

근력 및 등속성 근력 지표는 13편의 연구에서 활용되어, 최대근

**Table 5.** Types of performance indicators

Type of Performance Indicator	Frequency
Anaerobic power	17
Aerobic capacity (e.g., $VO_{2max}$ )	14
Muscular strength / isokinetic strength	13
Fatigue index / fatigue-related indicators	9
Bone mineral density (BMD)	7
Body composition	6
Cardiovascular function / cardiac structure	4
Blood lipids	3
Blood pressure	2
Psychological, behavioral, and performance traits	3
Musculoskeletal and injury-related indicators	2
Other single-gene-related indicators	1

력, 피크 토크, 등속성 근기능과 같은 지표가 포함되었다(Cho, 2012; Jeon et al., 2023). 피로지수 및 피로 관련 지표는 9편의 연구에서 사용되었으며, 무산소성 수행 과정에서의 피로 반응을 정량화하는 데 활용되었다(Ahn & Kim, 2012; Byun & Park, 2012; Cho, 2012).

생리·구조적 성과지표는 골밀도 지표가 7편, 신체조성 및 체성분 지표가 6편의 연구에서 사용되었다(Jung et al., 2007; Kang et al., 2006; Lee et al., 2004; Park et al., 2005). 또한, 심혈관 기능 및 심장 구조 관련 지표는 4편, 혈중지질 지표는 3편, 혈압 지표는 2편의 연구에서 각각 활용된 것으로 나타났다(Byun & Park, 2012; Cho, 2012; Jung, 2009; Jung et al., 2005; Kim et al., 2009). 일부 연구에서는 심리·행동·수행 특성 지표 3편, 또는 근골격계 및 부상 관련 지표 2편이 성과지표로 포함되어 분석이 이루어져 왔다(Kang et al., 2022; Lee & Kang, 2025; Park & Park, 2017).

종합하면, 본 연구에 포함된 선행연구들은 유전자 다형성과의 관계를 규명하기 위해 파워, 유산소성 능력, 근력과 같은 체력 중심 성과지표를 가장 빈번하게 활용하였으며, 골밀도, 신체조성, 심혈관계 지표 등 생리적 성과지표와 심리·근골격계 관련 지표는 상대적으로 제한적으로 사용되고 있음을 확인하였다.

## 논 의

### 연구 주제의 구성 양상

선행연구를 종합적으로 검토한 결과, 국내 운동선수 유전자 연구의 주제는 전반적으로 유전자 다형성과 경기력 관련 체력 성과지표 간의 연관성 규명을 중심으로 구성되어 있었다. 대부분의 연구는 특정 유전자 유형을 설정한 뒤, 해당 유전자가 무산소성 파워, 유산소성 능력, 근력 및 피로 관련 지표와 어떠한 관계를 보이는지를 확인하는 주제 구조를 취하고 있었다(Joo & Kim, 2011; Kim, 2012; Kim et al., 2012).

연구 주제의 세부 구성을 살펴보면, 가장 빈번하게 나타난 주제는 무산소성 파워 및 파워 중심 체력 요인과 유전자 다형성 간의 관계를 규명하려는 시도가 대부분이었다. ACTN3 유전자를 중심으로, 파워 종목 및 무산소성 수행 비중이 높은 종목에서 최대 평균 파워와 피로지수와의 연관성을 검토한 연구들이 축적되어 왔다(Ahn & Kim, 2012; Byun & Park, 2012; Min et al., 2015). 이러한 연구 주제는 근수축 특성과 직접적으로 연관된 유전자 기능에 대한 관심이 연구 주제 설정에 반영된 결과로 볼 수 있다.

다음으로 높은 비중을 차지한 연구 주제는 유산소성 능력 및 심폐 기능 지표와 유전자 다형성 간의 관계를 규명한 연구들이다. 해당 연구들은 주로 최대산소섭취량( $VO_{2max}$ ), 이 연구들은 무산소성 역치, 심폐지구력과 같은 성과지표를 중심으로 구성되었으며, ACE 유전자 다형성과의 관련성을 규명하고자 하였다(Joo & Kim, 2011; Kim et al., 2012; Kim & Yang, 2007). 이와 같은 주제 구성은 유전자 연구가 경기력의 기초 체력 요소를 설명하는 데 초점을 두고 있음을 보여준다.

또한, 일부 연구에서는 근력 및 등속성 근기능을 핵심 성과지표로 설정하여 유전자 다형성과 근기능 수준 간의 관계를 분석하는 주제를 채택하였다. 이러한 연구들은 근력 운동 경기력 또는 종목 수행과 밀

접한 근기능 지표를 중심으로 주제를 구성하고 있었으며, 단일 유전자 또는 다중 유전형질과의 관련성을 동시에 검토하였다(Cho, 2012; Jeon et al., 2023; Kim, 2012).

반면, 골밀도, 신체조성, 혈중지질, 심혈관 기능과 같은 생리·구조적 지표를 중심으로 한 연구 주제는 상대적으로 제한적인 비중으로 나타났다. 해당 주제들은 주로 VDR, ER, ApoE, TGF- $\beta$ 1 유전자를 분석 대상으로 설정하여 운동선수 집단의 신체 적응 특성이나 건강 관련 지표와의 관계를 규명하는 방향으로 구성되었다(Jung et al., 2007; Kim et al., 2009; Lee et al., 2004; Park et al., 2005).

최근 연구 일부에서는 결합조직 관련 유전자(COL5A1, COL1A1, MMP3, GDF5) 또는 DRD4 유전자를 분석 대상으로 설정하여 근골격계 특성, 부상 관련 지표, 수행 특성 및 심리·행동 요인과의 관계를 주제로 다루고 있었다(Kang et al., 2022; Lee & Kang, 2025; Park & Park, 2017). 다만, 이러한 주제 구성은 전체 연구 흐름에서 차지하는 비중이 크지 않아, 체력 중심 연구 주제에 비해 상대적으로 제한적인 범위에서 제시되어 왔다.

종합하면, 국내 운동선수 유전자 연구의 주제 구성은 경기력과 직접적으로 연관된 체력 성과지표를 중심으로 한 주제가 주류를 이루고, 생리·구조적 적응 지표나 심리·근골격계 요인을 포함한 주제는 보조적 또는 확장적 성격으로 구성되어 있었다. 이는 유전자 연구가 주로 체력 기반 경기력 설명 변수 탐색이라는 주제 틀 안에서 축적되어 왔음을 보여준다.

### 연구 대상과 종목 맥락의 특성

선행연구를 검토한 결과, 국내 운동선수 유전자 연구는 연구대상과 종목 맥락의 구성에서 비교적 뚜렷한 편중 양상을 보였다. 우선 연구대상 측면에서 보면, 대부분의 연구가 대학선수, 엘리트 선수, 국가대표 선수를 중심으로 수행되었으며, 이 중에서도 국가대표 또는 국가대표 수준의 상위권 선수를 포함한 연구가 반복적으로 확인되었다(Jeon et al., 2023; Joo & Kim, 2011; Kim et al., 2012). 이는 유전자와 경기력 간의 관계를 보다 명확히 규명하기 위해 수행 수준이 높은 선수 집단을 연구대상으로 설정하려는 연구 경향이 반영된 결과로 볼 수 있다.

대학선수를 대상으로 한 연구 역시 상당한 비중을 차지하고 있었으며, 이들 연구는 국가대표 선수에 비해 접근 가능성이 높은 표본을 활용하여 유전자 다형성과 체력 성과지표 간의 관계를 분석하는 형태로 구성되었다(Byun & Park, 2012; Cho, 2012; Kim, 2012). 또한, 일부 연구에서는 대학선수 또는 엘리트 선수를 일반인 대조군과 함께 포함하여 선수 집단과 비선수 집단 간의 유전자 분포 또는 생리적 특성 차이를 비교하는 연구 설계가 적용되었다(Kim et al., 2009; Lee et al., 2005).

청소년 선수를 연구대상으로 한 연구는 상대적으로 제한적인 수에 그쳤으며, 주로 중·고등학교 수준의 운동선수를 대상으로 유전자 다형성과 기초 체력 또는 무산소성 수행 능력 간의 관계를 분석하는 데 초점을 두고 있었다(Ahn & Kim, 2012; Woo et al., 2005). 이러한 연구들은 성장기 선수 집단의 특성을 반영하고자 하였으나, 전체 연구 흐름에서 차지하는 비중은 크지 않은 것으로 나타났다.

종목 맥락을 중심으로 살펴보면, 국내 운동선수 유전자 연구는 무도 종목(유도, 검도, 태권도 등)과 빙상 종목(쇼트트랙, 스피드스케이

팅, 롤러스피드스케이팅)에 집중되는 경향을 보였다. 무도 종목 연구에서는 체급, 근력, 무산소성 파워와 밀접한 성과지표가 주로 활용되었으며(Cho, 2012; Kim, 2012), 빙상 종목을 대상으로 한 선행연구들은 유·무산소성 능력, 파워 및 피로 관련 지표를 중심으로 유전자 특성과의 관련성을 분석해 왔다(Joo & Kim, 2011; Kim et al., 2012).

반면, 구기 종목이나 수영, 육상과 같은 종목을 대상으로 한 연구는 상대적으로 제한적인 수로 나타났으며, 일부 연구에서만 산발적으로 포함되어 있었다(Gil et al., 2002; Kim & Yang, 2007). 이는 종목별 경기 특성과 연구 접근성의 차이가 연구대상 종목 선택에 영향을 미쳤을 가능성을 시사한다.

또한, 대부분의 연구에서 한 연구에 복수 종목 또는 복수 선수군을 동시에 포함하는 연구 설계가 적용되었으며, 이로 인해 종목별 또는 선수 수준별 연구 빈도가 단일 논문 편수와 일치하지 않는 구조를 보였다. 이러한 구성은 연구대상과 종목 맥락이 단일 기준보다는 비교·대조 중심으로 설정되어 왔음을 보여준다.

종합하면, 국내 운동선수 유전자 연구는 고수준 선수 집단과 특정 종목군에 연구대상이 집중되어 왔으며, 연구대상 선정과 종목 맥락은 경기력 관련 체력 성과지표를 중심으로 연구 주제가 형성되는 구조적 기반으로 작용해 왔다고 볼 수 있다.

## 유전자 분석 접근 방식의 특성

선행연구를 분석한 결과, 국내 운동선수 유전자 연구는 전반적으로 후보 유전자 중심의 분석 접근 방식을 채택해 왔다. 대부분의 연구에서 특정 유전자를 선별한 후, 해당 유전자의 다형성을 독립변수로 설정하고 체력 또는 생리적 성과지표와의 관계를 분석하는 방식이 반복적으로 적용되었다. 특히 ACE와 ACTN3 유전자를 중심으로 단일 유전자 다형성과 경기력 관련 체력 요인의 관계를 분석한 연구들이 지속적으로 수행되어 왔다(Joo & Kim, 2011; Kim et al., 2012; Min et al., 2015).

유전자 분석 방식은 주로 단일 유전자-단일 성과지표 또는 복수 성과지표 간의 관계를 확인하는 구조를 취하고 있었다. 예를 들어, ACTN3 유전자 다형성과 무산소성 파워, 피로지수, 근력 지표 간의 차이를 비교하거나(Ahn & Kim, 2012; Byun & Park, 2012), ACE 유전자 다형성을 중심으로 유산소성 능력과 경기력 관련 체력 요인 간의 연관성을 분석해 왔다(Joo & Kim, 2011). 이러한 접근은 유전자를 설명 변수로 직접 설정하고, 체력 성과지표와의 연관성을 통계적으로 검증하는 전통적인 후보 유전자 연구 틀에 기반하고 있다.

일부 연구에서는 단일 유전자 접근에서 나아가 복수 유전자를 동시에 고려하는 다중유전형질 접근이 시도되어 왔다. Kim(2012)은 ACE와 ACTN3 유전자를 동시에 분석하여 개별 유전자 효과뿐만 아니라 유전자 조합에 따른 근력 운동 경기력의 차이를 검토하였다. 이러한 연구는 단일 유전자 분석의 한계를 인식하고, 경기력 발현의 복합적 특성을 반영하려는 시도로 볼 수 있으나, 전체 연구 흐름에서 차지하는 비중은 아직 제한적인 수준에 머물러 있었다.

또한, 일부 연구에서는 유전자 다형성 자체의 기능적 의미보다는 유전자형 분포 특성 비교에 분석의 초점을 두는 접근이 적용되어 왔다. 청소년 선수와 일반인을 비교하여 ACE 또는 ApoE 유전자형 분포 차이를 분석하거나(Lee et al., 2005), 운동선수 집단과 비선수 집

단 간의 유전자 분포를 비교하는 연구가 이에 해당한다(Kim et al., 2009). 이러한 분석 방식은 유전자를 경기력 설명 변수라기보다는 집단 특성 비교 지표로 활용한 접근으로 볼 수 있다.

한편, VDR, ER, ApoE, TGF- $\beta$ 1 유전자를 분석 대상으로 한 연구들은 주로 유전자 다형성과 생리·구조적 지표 간의 관계를 분석하는 방식을 취하고 있었다. 이들 연구에서는 골밀도, 신체조성, 혈중지질, 심혈관 기능과 같은 성과지표를 중심으로, 유전자형에 따른 생리적 특성 차이를 비교하는 분석이 이루어졌다(Jung et al., 2007; Lee et al., 2004; Park et al., 2005).

최근 일부 연구에서는 결합조직 관련 유전자(COL5A1, COL1A1, MMP3, GDF5) 또는 DRD4 유전자를 분석 대상으로 설정하여 근골격계 특성, 부상 관련 지표, 수행 특성 또는 심리·행동 요인과의 관계를 분석하는 접근이 나타났다(Kang et al., 2022; Lee & Kang, 2025; Park & Park, 2017). 다만, 이러한 접근 역시 분석 대상 유전자의 수나 연구 편수가 제한적이어서, 기존 후보 유전자 중심 분석 틀을 대체하기보다는 보완적 확장 형태로 제시되고 있었다.

종합하면, 국내 운동선수 유전자 연구의 분석 접근 방식은 후보 유전자 기반의 단일 유전자 분석을 중심으로 형성되어 왔으며, 일부 연구에서 다중유전형질 분석이나 분포 비교 분석이 시도되었으나, 분석 접근 방식의 다양성은 아직 제한적인 수준에 머물러 있었다. 이러한 접근 방식의 특성은 이후 유전자-경기력 관계를 해석하는 방식에도 일정한 영향을 미쳤을 가능성을 내포하고 있다.

## 유전자-경기력 관계 해석 양상

선행연구들을 검토한 결과, 국내 운동선수 유전자 연구에서 유전자-경기력 관계에 대한 해석은 주로 통계적 유의성 중심의 비교 해석에 기반하여 제시되고 있었다. 대부분의 연구에서는 특정 유전자 다형성에 따른 체력 성과지표의 평균 차이 또는 상관관계가 통계적으로 유의한지를 중심으로 결과를 해석하였으며, 유전자형 간 차이가 확인된 경우 이를 해당 체력 요인 또는 경기력 특성과의 관련성으로 설명하는 경향을 보였다(Joo & Kim, 2011; Kim et al., 2012).

특히 ACE 및 ACTN3 유전자를 분석한 연구들에서는 특정 유전자형이 유·무산소성 능력이나 파워, 근력 지표에서 상대적으로 우수한 수행 특성을 보였다는 방식의 해석이 반복적으로 제시되었다(Ahn & Kim, 2012; Byun & Park, 2012; Min et al., 2015). 이러한 해석은 주로 집단 간 평균 비교 결과에 근거하여 이루어졌으며, 개별 선수 수준에서의 경기력 예측보다는 집단 수준의 특성 차이 설명에 초점이 맞추어져 있었다.

일부 연구에서는 단일 유전자 효과에 대한 해석에서 나아가, 복수 유전자 조합에 따른 경기력 특성 차이를 함께 제시하였다. Kim(2012)은 ACE와 ACTN3 유전자를 동시에 고려하여 근력 운동 경기력과의 관계를 해석함으로써, 경기력 발현이 단일 유전자에 의해 결정되기보다는 유전자 조합의 영향을 받을 수 있음을 결과 해석에 포함시켰다. 다만, 이러한 해석 역시 체력 성과지표의 차이에 근거한 설명에 머물러, 경기력 발현 과정 전반에 대한 포괄적 해석으로까지 확장되지는 않았다.

또한, 일부 연구에서는 유전자형 간 차이가 통계적으로 유의하지 않은 경우에도 종목 특성이나 기존 선행연구 결과를 근거로 특정 유전자형의 잠재적 역할을 설명하는 해석이 제시되었다(Cho, 2012;

Kim & Yang, 2007). 이러한 해석 양상은 유전자-경기력 관계가 단순한 일대일 대응 구조가 아님을 전제하면서도 결과 해석에서 이론적 기대 또는 선행연구 맥락에 의존하는 경향을 반영한다.

한편, VDR, ER, ApoE, TGF- $\beta$ 1 유전자를 대상으로 한 연구들에서는 경기력 자체보다는 생리·구조적 지표와의 관계를 중심으로 한 해석이 주로 제시되었다. 이들 연구에서는 골밀도, 신체조성, 혈중지질, 심혈관 기능과 같은 지표에서 관찰된 유전자형 간 차이를 운동선수 집단의 신체 적응 특성 또는 생리적 특성 차이로 해석하는 경향이 나타났다(Kim et al., 2009; Lee et al., 2004; Park et al., 2005).

최근 연구에서 등장한 결합조직 관련 유전자나 DRD4 유전자를 분석한 연구들에서는 유전자-경기력 관계를 부상 관련 특성, 수행 안정성, 심리·행동 요인과 연계하여 해석하는 시도가 나타났다(Kang et al., 2022; Park & Park, 2017). 이러한 해석은 기존 체력 중심의 경기력 해석에서 벗어나, 경기력 발현을 보다 넓은 수행 특성의 맥락에서 설명하려는 접근으로 볼 수 있으나, 아직 연구 편수와 축적된 근거는 제한적인 수준에 머물러 있다.

종합하면, 국내 운동선수 유전자 연구에서의 유전자-경기력 관계 해석은 집단 수준의 통계적 차이 확인을 중심으로 이루어져 왔으며, 특정 유전자형을 경기력 우수성 또는 수행 특성과 직접적으로 연결하는 설명 방식이 주를 이루고 있었다. 동시에 일부 연구에서는 유전자 효과의 복잡성이나 간접적 영향 가능성을 인식한 해석이 제시되었으나, 전반적으로는 경기력 발현의 다요인적 구조를 충분히 반영한 해석으로까지는 확장되지 않은 양상을 보였다.

## 결론 및 제언

### 결론

본 연구의 목적은 국내에서 수행된 운동선수 유전자 관련 선행연구를 체계적으로 검토하여 한국 스포츠유전자 연구의 축적 양상과 구조적 특성을 종합적으로 분석하고, 향후 연구가 나아가야 할 방향을 제안하는 데 있다. 이를 위해 국내 운동선수 유전자 연구를 대상으로 연구 주제의 구성 양상, 연구 대상과 종목 맥락의 특성, 유전자 분석 접근 방식, 그리고 유전자-경기력 관계에 대한 해석 양상을 중심으로 분석하였다.

분석 결과, 국내 스포츠유전자 연구는 전반적으로 ACE와 ACTN3를 중심으로 한 후보 유전자 연구에 집중되어 있었으며, 연구 주제 역시 무산소성 파워, 유산소성 능력, 근력 등 경기력과 직접적으로 연관된 체력 성과지표를 중심으로 구성되어 있었다. 연구 대상은 국가대표, 엘리트 선수, 대학선수에 편중된 경향을 보였고, 종목 측면에서는 무도 종목과 빙상 종목을 중심으로 연구가 축적되어 있었다. 반면, 청소년 선수, 일반 선수군, 그리고 다양한 종목을 포괄하는 연구는 상대적으로 제한적인 비중을 차지하였다.

유전자 분석 접근 방식 측면에서는 단일 유전자 다형성을 독립변수로 설정한 비교 분석이 주를 이루었으며, 일부 연구에서 다중유전형질 분석이나 유전자 분포 비교가 시도되었으나, 전반적인 연구 흐름은 여전히 후보 유전자 기반의 단면적 분석에 머물러 있었다. 유전자-경기력 관계에 대한 해석 역시 집단 간 평균 차이나 통계적 유의성에 기반한 설명이 주를 이루었으며, 경기력 발현의 복합적·다요인적 특

성을 충분히 반영한 해석은 제한적으로 나타났다.

이러한 분석 결과를 토대로, 본 연구는 향후 한국 스포츠유전자 연구가 나아가야 할 방향을 다음과 같이 제시하고자 한다. 첫째, 다유전자 접근의 본격적인 도입이 요구된다. 단일 유전자 효과는 종목과 표본 특성에 따라 일관성이 제한적으로 나타난 반면, 대부분 유전자의 누적 효과를 고려할 경우 경기력 및 부상 취약성에 대한 설명력이 향상될 가능성이 크다. 이에 경기력 및 부상과 밀접하게 연관된 타겟 유전자를 체계적으로 선정하고, 유전자 채취 및 분석 방법을 표준화·확충하는 연구 단계로의 전환이 필요하다.

둘째, 종목 특성과 훈련 환경을 반영한 정밀 분석 체계의 구축이 요구된다. 동일한 유전자 다형성이라 하더라도 종목 특성, 체급, 경기 유형, 훈련 방식에 따라 표현형 발현 양상은 상이하게 나타날 수 있다. 이러한 점에서 국제 경기에 출전하는 선수를 대상으로 한 실제 경기력 데이터 기반 분석과 함께, 스포츠유전자 분석 플랫폼 간 비교·검증, 그리고 유전자 수집 네트워크 시뮬레이션을 통한 현실 적용 가능성 점검이 필요하다.

셋째, 장기적·체계적 연구 인프라 구축이 필수적이다. 본 연구에서 확인된 국내 연구의 단면적 특성을 극복하기 위해서는 동일 선수 집단을 대상으로 한 장기 추적 연구와 표준화된 데이터 축적이 요구된다. 이를 위해 유전자 정보 제공, 개별 훈련 가이드라인 개발과 같은 실천적 연구 결과를 단계적으로 도출하고, 궁극적으로는 국제 경기에 출전하는 선수 분석을 통해 한국형 스포츠유전자지수 개발과 스포츠유전자 정보은행 구축으로 연구를 확장할 필요가 있다.

이와 같은 중·장기 전략은 스포츠유전자 연구를 단순한 학술적 검증 수준에서 벗어나, 선수 발굴, 맞춤형 훈련, 부상 예방, 장기 선수 관리로 연결되는 실질적 응용 기반을 마련한다는 점에서 중요한 의의를 지닌다. 특히 한국형 스포츠유전자 수집 네트워크가 구축될 경우, 국내 스포츠 환경과 유전적 특성을 반영한 독자적인 스포츠유전자 연구 체계를 확립할 수 있을 것으로 기대된다.

### 제언

이 연구를 수행하면서 나타난 한계점을 바탕으로 추후 스포츠유전자 연구의 발전을 도모하기 위한 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 메타분석을 활용한 정량적 통합 연구가 필요하다. 본 연구의 선행연구들은 연구 대상, 분석 유전자, 성과지표 및 통계 처리 방식에서 높은 이질성을 보였다. 또한, 대부분의 연구에서 효과크기 산출에 필요한 통계 정보가 일관되게 제시되지 않아 정량적 통합 분석을 적용하는 데 제약이 있었다. 추후 연구에서는 메타분석을 수행함으로써 유전자-경기력 관계의 효과크기 통합, 연구 간 이질성 검증, 그리고 보다 근거 기반의 결론을 도출하는 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구는 분석 대상을 국내 운동선수 유전자 연구로 한정하였다는 한계를 가진다. 이는 국내 연구의 축적 양상과 구조적 특성을 독립적으로 규명하기 위한 의도적 범위 설정이었으나, 국외 연구와의 비교·대조를 통한 상대적 위치와 특성 분석에는 제약이 있다. 향후 연구에서는 국내 연구와 국제 연구를 비교하는 상대 분석을 통해 스포츠유전자 연구의 공통점과 차별적 특성을 보다 정밀하게 규명할 필요가 있을 것이다.

## 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: S.-k. Min, Data curation: S.-k. Min, Formal analysis: S.-k. Min, Methodology: S.-k. Min, Projectadministration: S.-k. Min, Visualization: S.-k. Min, Writing-original draft: S.-k. Min, Writing-review & editing: S.-k. Min

## 참고문헌

- Ahmetov, I. I., Egorova, E. S., Gabdrakhmanova, L. J., & Fedotovskaya, O. N. (2016). Genes and athletic performance: An update. *Genetics And Sports*, 61, 41-54.
- Ahn, B. G. (2021). The characteristics of ACTN-3 and correlations of between aerobic and anaerobic power parameters for weight division in male judo athletes. *Korean Journal of Physical Education Teaching*, 26(1), 255-263.
- Ahn, N. Y., & Kim, K. J. (2012). Comparisons of muscle strength and anaerobic performance with ACE and ACTN-3 genotypes in volleyball and separtactro youth athletes. *Journal of Coaching Development*, 14(4), 73-81.
- Andersen, J. L., Schjerling, P., & Saltin, B. (2000). Muscle, genes and athletic performance. *Scientific American*, 283(3), 48-55.
- Bouchard, C., Dionne, F. T., Simoneau, J. A., & Boulay, M. R. (1992). Genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exercise And Sport Sciences Reviews*, 20(1), 27-58.
- Bray, M. S., Hagberg, J. M., Pérusse, L., Rankinen, T., Roth, S. M., Wolfarth, B., & Bouchard, C. (2009). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: The 2006-2007 update. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 41(1), 34-72.
- Byun, J. G., & Park, S. H. (2012). Muscular function, aerobic and anaerobic capacity to ACTN-3 polymorphism of Roller speed skaters. *Exercise Science*, 21(3), 319-330.
- Cho, H. C. (2012). The difference of aerobic, anaerobic capacity and isokinetic muscular functions according to a polymorphism of the angiotensin I-converting enzyme (ACE) in judo players. *Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 14(3), 137-148.
- Cho, H. C. (2020). The characteristics and correlations of ACE and ACTN-3 gene polymorphism between aerobic and anaerobic power, and bone density in martial arts athletic. *Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 22(2), 191-203.
- Davids, K., & Baker, J. (2007). Genes, environment and sport performance: Why the nature-nurture dualism is no longer relevant. *Sports Medicine*, 37(11), 961-980.
- Feng, H., Wang, J.-M., Chen, Q., Cho, L. H., & Cho, H.-C. (2020). The relations between ACE gene polymorphism and aerobic, anaerobic performance as well as BMD of Taekwondo athletes in different competition types. *Kukkiwon Taekwondo Research Journal*, 11(1), 255-272.
- Gibson, W. T. (2009). Key concepts in human genetics: Understanding the complex phenotype. In M. Collins (Ed.), *Medicine and Sport Science: Vol. 54, Genetics and Sports* (pp. 1-10). Karger.
- Gil, J. H., Park, H., & Cha, B. G. (2002). ACE polymorphism and cardiopulmonary capacity in athletes. *Journal of Exercise Nutrition*, 6(2), 77-84.
- Guilherme, J. P. L. F., Tritto, A. C. C., North, K. N., Lancha Junior, A. H., & Artioli, G. G. (2014). Genetics and sport performance: Current challenges and directions to the future. *Revista Brasileira De Educação Física E Esporte*, 28(01), 177-193.
- Han, S. C., Cho, H.-C., Shin, Y. O., & Oh, J. G. (2002). Correlation between the genotypes of ACE and Apo E, cardiorespiratory endurance fitness, and blood lipid contents of elite judo players. *Korean Journal of Physical Education*, 41(2), 689-700.
- Jeon, Y. G., Kim, W. S., & Shim, K. E. (2023). Relationship between ACE gene polymorphism and isokinetic muscle function in elite male short track athletes. *Journal of Wellness*, 18(4), 97-103.
- Joo, Y. S., & Kim, K. J. (2011). Comparisons of muscular function and power according to ACTN3 R577X genotypes in youth athletes. *Journal of Coaching Development*, 13(1), 251-259.
- Jung, I. G. (2009). Influences of serum TGF-β1 level and TGF-β1 gene polymorphism on cardiovascular function in athletes. *Korean Journal of Society of Sport and Leisure Studies*, 38(2), 787-797.
- Jung, I. G., Lee, K. J., Jang, M. H., & Kang, B. Y. (2007). Influence on body composition and BMD of TGF-β1 gene polymorphism in male athletes. *The Korean Journal of Sports Science*, 16(4), 707-715.
- Jung, I. G., Oh, S. D., Park, W. H., Kim, S. M., & Kang, B. Y. (2007). The effect of cytokine gene polymorphisms related with bone mineral density and body composition in athletes. *Korean Journal of Physical Education*, 46(3), 405-417.
- Kang, B. Y., Jung, I. G., Choi, S. H., Lee, K. O., & Lee, J. G. (2006). Differences on the distribution of genetic polymorphisms within the estrogen receptor-α gene and physiological variables in Korean college athletes. *The Korean Journal of Growth and Development*, 14(4), 1-13.
- Kang, B. Y., Oh, S. D., Bae, J. S., Kim, G. T., Kim, J. H., & Lee, K. H. (2002). Association between genetic polymorphism of the human angiotensin i converting enzyme gene ana athletic performance. *Journal of Environmental Health and Toxicology*, 17(4), 299-305.
- Kang, B. Y., Shin, S. H., & Lee, J. G. (2022). Search for the genetic polymorphisms influencing athletic performance in kendo players. *Korean Journal of Sports Science*, 31(5), 825-844.
- Kang, I. W., Lee, S. B., & Jeon, Y. G. (2011). Effects of ACE genotype on aerobic and anaerobic power in speed skating elite man athletic. *The Korean Journal of Sports Science*, 20(1), 941-950.
- Kim, C. H. (2012). Polygenic association of ACE and ACTN3 polymorphisms with Korean power performance. *Journal of Life Science*, 22(3), 398-406.
- Kim, S. J., & Yang, J. H. (2007). Comparisons of ACE gene polymorphism on VO2max and exercise pre.post fatigue substance in elite swimmer. *Korean Journal of Physical Education*, 46(4), 557-569.
- Kim, S. M., Jung, I. G., Oh, S. D., Shim, Y. J., Kang, S. B., & Kang, B. Y. (2009). Comparisons of serum lipid profiles and cardiac structure and function according to the apolipoprotein E gene polymorphism in athletes and controls. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, 23(1), 1-15.
- Kim, W. S., Kim, J. H., Jeon, Y. G., & Yoon, S. J. (2012). Correlation among aerobic power, anaerobic power of ace in short track

- skaters. *The Korean Journal of Sports Science*, 21(3), 841-849.
- Kim, Y. S., Ko, B. G., Park, D. H., Yoon, S. W., Lee, M. C., & Jung, D. S. (2005).** The relationship between sports type and ACE gene polymorphism. *Korean Journal of Sport Science*, 16(3), 99-107.
- Korea Institute of Sport Science. (2023).** Development of a genetic analysis system for elite athlete performance in Korea. [www.sports.re.kr](http://www.sports.re.kr)
- Lee, A. R., Jang, M. J., Choi, K. D., & Lim, B. B. (2004).** A study on the association between VDR gene polymorphism and bone mineral density in athletes and non-athletes. *Korean Journal of Physical Education*, 43(5), 289-299.
- Lee, D. B., & Yoon, S. J. (2013).** A study of isokinetic peak torque, joint angle at peak torque and time to peak torque difference by VDR gene polymorphisms in short tract skaters. *Journal of Wellness*, 8(2), 203-211.
- Lee, J. G., & Kang, B. Y. (2025).** The distribution of genetic polymorphisms constituting connective tissue in Korean Keumdo players. *The Korean Journal of Sports Science*, 34(1), 458-473.
- Lee, J. G., Baek, D. J., Kang, B. Y., Jang, M. H., & Lee, K. O. (2005).** The distribution of I/D polymorphism in the ACE gene between Korean young controls and athletes. *Anatomy & Biological Anthropology*, 18(4), 263-270.
- Lee, J. G., Kang, B. Y., Jang, M. H., Lee, K. O., & Kim, M. J. (2006).** The distribution of Q523R and R577X polymorphisms in the ACTN3 Gene among Korean adolescents and young athletes. *The Korean Journal of Growth and Development*, 14(4), 187-197.
- Min, S. G., Kim, T. W., Lee, T. H., Oh, T. W., & Lee, K. G. (2024).** Differences in ACTN3 Genotype in professional ssireum players between weight classes and Elite/Non-Elite status. *Korean Journal of Sport Science*, 35(2), 306-312.
- Min, S. G., Lim, S. T., Song, H. S., Kim, G. J., & Seo, T. B. (2015).** The difference of anaerobic power based on muscle power sports athletes in ACTN3 genotype. *Korean Journal of Sport Science*, 26(3), 461-468.
- Park, J. G., Shin, Y. O., & Oh, J. G. (2005).** The relationship between vitamin D receptor & estrogen receptor gene polymorphism and bone mineral density in athletes by types of exercise. *Korean Journal of Physical Education*, 44(5), 421-429.
- Park, S. H., Shim, G. S., Baek, S. S., & Choi, M. R. (2009).** Factors analyses of exhibited in physical and psychological genotype on exercise rehabilitation. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 5(1), 39-45.
- Park, S. Y., & Park, N. H. (2017).** Interaction of COL5A1 gene polymorphism and muscle imbalance effects on kinematic efficiency in university elite athletes. *Journal of Wellness*, 12(2), 433-443.
- Pickering, C., Kiely, J., Grgic, J., Lucia, A., & Del Coso, J. (2019).** Can genetic testing identify talent for sport? *Genes*, 10(12), 972.
- Pitsiladis, Y. P., Tanaka, M., Eynon, N., Bouchard, C., North, K. N., Williams, A. G., Collins, M., Moran, C. N., Britton, S. L., Fuku, N., Ashley, E. A., Klissouras, V., Lucia, A., Ahmetov,**
- I. I., de Geus, E., Alsayrafi, M. (2016).** The athlome project consortium: A concerted effort to discover genomic and other 'Omic' markers of athletic performance. *Physiological Genomics*, 48(3), 183-190.
- Woo, S. G., Han, T. K., Kim, C. H., & Kang, H. S. (2005).** Clinical article: Comparison of the relative frequencies of the angiotensin-converting enzyme gene polymorphism in trained high-school athletes and general students. *Korean Journal of Sports Medicine*, 23(1), 71-77.

## 한국스포츠선수들의 경기력 관련 유전자연구 방향성 제언

민석기\*

용인대학교 스포츠레저학과, 교수

\*교신저자: 민석기(min0509@yongin.ac.kr)

[목적] 본 연구의 목적은 국내에서 수행된 운동선수 유전자 관련 선행연구를 체계적으로 검토하여 한국 스포츠유전자 연구의 축적 양상과 구조적 특성을 종합적으로 분석하고, 향후 연구가 나아가야 할 방향을 제안하는 데 있다.

[방법] 본 연구는 체계적 문헌분석 연구로서 학술연구정보서비스(RISS)를 활용하여 '유전자 경기력', '선수 유전자 운동'을 검색어로 설정하여 문헌을 수집하였다. PRISMA 가이드라인에 따라 중복 논문, 비학술자료, 연구 주제와의 관련성이 낮은 논문을 제외한 총 35편의 논문을 최종 분석 대상으로 선정하였다. 수집된 논문은 연구 주제, 연구 대상 및 종목, 분석 유전자 유형, 성과지표, 유전자 분석 접근 방식, 유전자-경기력 관계 해석 양상을 기준으로 분류·분석하였다.

[결과] 분석 결과, 국내 스포츠유전자 연구는 주로 ACE와 ACTN3를 중심으로 한 후보 유전자 연구에 집중되어 있었으며, 무산소성 파워, 유산소성 능력, 근력 등 경기력과 직접적으로 연관된 체력 성과지표가 주된 연구 대상이었음을 확인하였다. 연구 대상은 국가대표 및 엘리트 선수에 편중되어 있었고, 무도 종목과 빙상 종목을 중심으로 연구가 주로 축적되어 있었다. 유전자 분석은 단일 유전자 기반 접근이 주를 이루었으며, 유전자-경기력 관계 해석 역시 집단 간 평균 차이에 기반한 설명이 대부분이었다.

[결론] 결론적으로, 한국 스포츠유전자 연구에서는 다유전자 접근을 본격적으로 도입하여 경기력 및 부상 취약성에 대한 설명력을 확장할 필요가 있다. 아울러 종목 특성과 훈련 환경을 반영한 정밀 분석 체계를 구축하고, 실제 경기력 데이터 기반 검증과 유전자 분석 플랫폼 간 비교를 통해 현장 적용 가능성을 점검해야 한다. 더 나아가 장기 추적 연구와 표준화된 데이터 축적을 기반으로 한 연구 인프라를 구축함으로써 선수 발굴·맞춤형 훈련·부상 예방으로 연결되는 한국형 스포츠유전자 연구 체계 확립이 요구된다.

주요어

스포츠유전자, 운동선수 경기력, 다유전자 접근, 체계적 문헌분석

※ 이 논문은 2024학년도 용인대학교 학술연구비 재원으로 수행된 연구임