Research in Sport Medicine and Technology, Volume 23 - Issue 29 / 2025

Kharazmi University

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

Sports Talent Based On Genetic Profile: Narrative Review

Kia Ranjbar [1*]

1.Assistant professor department of exercise physiology, faculty of physical education and sport sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran.

corresponding author: Kia Ranjbar, kia.ranjbar@khu.ac.ir

CrossMark

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2024/02/23
Revised: 2024/04/15
Accepted: 2024/04/15

Keywords:
Sport talent, Genetics, Sport Performance, α-Actinine, Angiotensin Converting Enzyme, Collagen

How to Cite:
Kia Ranjbar. **Sports Talent Based On Genetic Profile: Narrative Review**. *Research In Sport Medicine and Technology, 2025: 23(29): 72-86.*

ABSTRACT

Introduction: The purpose of the present study is to introduce and examine several genes that are related to people's sports performance and can be effective in their selection and selection in their favorite sports field. Various factors of physical fitness and training ability have been investigated along with the risk of sports injury and mental fitness of athletes.

Findings: The sports performance of people and the monitoring of sports exercises have been influenced by the vast genetic map and environmental interventions. In the present study, the performance of the aerobic system with the ACE gene and its different alleles, the strength and power performance of people with the ACTN3 gene, and the risk of injury of people with different genes such as COL1A1, COL5A1, Tenascin (TNC), apolipoprotein E and blood groups were investigated. It is a prediction; also, the trainability and mental preparation of people in the talent search process can be predicted and possibly measured by genetic knowledge. On the other hand, using the knowledge of genetics and genetic profiles of athletes can be useful for detecting genetic and cellular doping and help organizations that work in the prevention of doping, such as WADA.

Conclusion: The combination of genetic knowledge and environmental interventions play an effective role not only in discussing an athlete's talent, but also in monitoring and improving their performance. While genetics can play a significant role, the prediction of sports success based on genetic knowledge has been limited to a specific set of genes. However, developing this knowledge and identifying more genes that can aid in talent identification and exercise monitoring requires further research.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

استعدادیابی ورزشی بر مبنای پروفایل ژنتیک: مطالعه مروری روایتی

کیا رنجبر [۱*]

۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: کیا رنجبر kia.ranjbar@khu.ac.ir

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: علمی–پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/٤

ویرایش: ۱۴۰۳/۱/۲۷

پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۲۷

واژه‌های کلیدی:

استعدادیابی ورزشی، ژنتیک، عملکرد ورزشی، آلفااکتنین ۳، آنزیم مبدل آنزیوتانسین، کلاژن

ارجاع:

کیا رنجبر. **استعدادیابی ورزشی بر مبنای پروفایل ژنتیک: مطالعه مروری روایتی.** *پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۴۰٤: ۲۳(۲۹):۸٦-۷۲*

چکیده

مقدمه: هدف از مطالعه حاضر معرفی و بررسی ژن‌های متعددی است که با عملکرد ورزشی افراد مرتبط هستند و می‌تواند در گزینش و انتخاب آن‌ها در رشتهٔ ورزشی مناسب و مورد علاقه‌شان مؤثر باشد. در این فاکتورهای مختلف آمادگی جسمانی و تمرین پذیری در کنار خطر ابتلا به آسیب ورزشی و آمادگی روانی ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

یافته‌ها: عملکرد ورزشی افراد و پایش تمرینات ورزشی تحت‌تأثیر ژنتیک و مداخلات محیطی قرار دارد. در مطالعه حاضر عملکرد سیستم هوازی با ژن ACE و آلل‌های مختلف آن، عملکرد قدرتی و توانی افراد با ژن آلفااکتنین ۳ (ACTN3)، بررسی خطر آسیب افراد با ژن‌های مختلف از جمله انواع کلاژن (COL1A1، COL5A1)، تناسین (TNC)، آپولیپوپروتئین E و گروه‌های خونی قابل پیش‌بینی است؛ همچنین تمرین پذیری و آمادگی روانی افراد در فرایند استعدادیابی توسط دانش ژنتیک قابل‌بررسی است. از سوی دیگر استفاده از دانش ژنتیک و نیم‌رخ ژنی ورزشکاران می‌تواند برای تشخیص دوپینگ‌های ژنی و سلولی مفید واقع شود و به سازمان‌های که در امر پیشگیری از دوپینگ مانند WADA فعالیت می‌کنند، کمک نماید.

نتیجه‌گیری: ترکیب دانش ژنتیک در کنار مداخلات محیطی نه‌تنها در بحث استعدادیابی بلکه در پایش تمرین و ارتقای عملکرد ورزشکاران نقش مؤثری دارد. علی‌رغم وجود نقش‌های ژنتیکی وسیع، پیش‌گویی موفقیت ورزشی با دانش ژنتیک محدود به یک سری ژن خاص بوده است بااین‌حال توسعه این دانش و شناسائی ژن‌های بیشتری که می‌توانند در بحث استعدادیابی و پایش تمرین دخیل باشند نیاز به تحقیقات بیشتری را می‌طلبد.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

Extended Abstract

Introduction

The landscape of sports performance is evolving rapidly, driven by advancements in genetics and a growing understanding of the human body's intricate systems. This study asserts the importance of certain genes in defining an individual's athletic capabilities and offers a comprehensive examination of their roles in sports selection and performance enhancement. By exploring the relationship between genetics, physical fitness, training potential, and mental resilience, we aim to shed light on how genetic information can inform and improve the processes of talent identification and performance optimization in the sports arena.

Recent advancements in genetic research have unequivocally demonstrated that our genes play a foundational role in shaping our physical abilities. Elements such as muscle composition, cardiovascular endurance, and injury susceptibility are largely determined by our genetic makeup. This study aims to identify specific genes that are crucial in determining athletic performance and to explore how this genetic information can be effectively applied in real-world sports contexts. Moreover, we will investigate how environmental factors and training regimes complement or enhance genetic predispositions, creating a holistic approach to athlete development.

Findings

The Role of Genetic Factors in Sports Performance

The connection between genetics and sports performance is not merely theoretical; it is backed by substantial empirical evidence that highlights how various genes influence an athlete's capabilities. Among these genes, the angiotensin-converting enzyme (ACE) gene has garnered significant attention for its role in aerobic performance. Different alleles of the ACE gene, specifically the I (insertion) and D (deletion) variants, are associated with varying levels of endurance and strength. Research indicates that individuals with the I allele tend to excel in endurance sports, while those with the D allele often possess greater sprinting ability.

In parallel, the ACTN3 gene has emerged as another pivotal player in athletic performance, particularly pertaining to strength and power. The gene encodes a protein

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

called alpha-actinin-3, which is primarily expressed in fast-twitch muscle fibers. Individuals who possess the R allele of the ACTN3 gene show advantages in explosive strength activities, such as sprinting and weightlifting, compared to those with the X allele. These findings underscore the importance of genetic testing, as identifying an athlete's specific genetic composition can inform their training regimen and competitive strategies.

Furthermore, genetic predispositions extend beyond performance metrics to injury risks, a crucial consideration for athletes across all sports. A comprehensive analysis of genes such as COL1A1 and COL5A1 reveals their involvement in collagen formation, influencing tendon strength and flexibility. Variations in these genes may predispose certain individuals to injuries, such as tendon ruptures or strains, particularly in high-impact sports. Similarly, the presence of the Tenascin (TNC) gene can affect tissue repair and recovery processes. Understanding these genetic influences is essential for injury prevention strategies and rehabilitation protocols, enabling tailored interventions based on an individual's genetic profile.

The Intersection of Genetics and Environmental Factors

While the role of genetics in sports performance is significant, it is essential to recognize that environmental factors also play a crucial role in shaping athletic potential. Training programs, nutrition, psychological readiness, and other external factors can either amplify or diminish the inherent advantages provided by an individual's genetic makeup. This interplay indicates that a comprehensive approach to athlete development must consider both genetic predispositions and environmental influences.

Age, lifestyle choices, and training conditions are but a few variables that can impact the expression of genetic traits. For example, an athlete with a genetic predisposition for endurance may not reach their full potential without an appropriately structured training program that includes aerobic conditioning and recovery strategies. Similarly, nutrition is a critical environmental factor that can influence performance, as the right dietary choices can optimize metabolic processes and muscle recovery.

Psychological factors, including mental toughness and focus, also play a significant role in athletic performance. Genetic factors may influence mental resilience, but athletes

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

can cultivate these traits through training and experience. This further reinforces the notion that genetic advantages must be complemented by precise and well-rounded training strategies to maximize performance outcomes.

Implications for Talent Identification and Athlete Development

The findings presented in this study carry significant implications for talent identification and athlete development. By leveraging genetic insights, coaches and sports organizations can more accurately assess athletes' potential, allowing for more informed decisions in recruitment and training. Genetic testing can be utilized as part of an athlete's assessment process, providing a nuanced understanding of their strengths and weaknesses.

For instance, in talent identification programs, understanding genetic predispositions can help coaches match athletes to the most suitable sports disciplines. An athlete with a favorable genetic profile for strength may thrive in weightlifting or sprinting, while another with an inclination towards endurance may excel in long-distance running or cycling. This targeted approach not only enhances the likelihood of success but also fosters a more enjoyable and rewarding sporting experience for athletes.

Moreover, integrating genetic knowledge into training regimens can optimize individual athletic development. Coaches can tailor training programs to align with an athlete's genetic strengths, creating a personalized blueprint for improvement. A sprinter with a strong ACTN3 genotype may benefit from high-intensity training and power-based exercises, while an athlete with a favorable ACE genotype can focus on endurance training with longer aerobic sessions.

Ethical Considerations and Challenges

While the integration of genetic knowledge into sports presents exciting possibilities, it also raises ethical considerations that must be addressed. The potential misuse of genetic information, such as genetic doping or discrimination in recruitment processes, poses significant challenges to the integrity of sports. Regulations must be established to ensure that genetic testing is conducted ethically and that athletes are protected from potential exploitation or negative repercussions based on their genetic profiles.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

Furthermore, the ambiguity surrounding the interpretation of genetic tests is a concern. Variations in certain genes may not always translate into predictable outcomes, given the complex interactions between multiple genes and environmental factors. It is crucial to communicate these complexities to athletes, coaches, and stakeholders to avoid misconceptions and overreliance on genetic data.

Collaboration among researchers, sports organizations, and governing bodies is essential to establish standardized guidelines and best practices for genetic testing in sports. Transparency and ethical oversight will help mitigate risks and ensure that the advancements in genetic research are used responsibly for the betterment of athletes and the sporting community as a whole.

Future Directions in Genetic Research and Sports

As genetic research continues to advance, it is imperative to expand our understanding of the intricate relationships between genes, athletic performance, and environmental factors. Emerging technologies, such as CRISPR gene editing, hold the potential to revolutionize our approach to sports, but they also necessitate careful consideration of ethical implications. Future studies should focus on identifying a broader range of genes associated with various aspects of athletic performance, including recovery, adaptation to training, and injury resilience.

Moreover, longitudinal studies that track athletes' performance in relation to genetic testing over time can provide valuable insights into how genetic predispositions manifest and evolve throughout an athlete's career. Understanding these dynamics will be essential for refining talent identification processes and creating optimal training protocols.

Additionally, interdisciplinary research that combines genetics, sports science, psychology, and nutrition can yield holistic insights into an athlete's development. Such collaborations can lead to innovative approaches that leverage genetic information for comprehensive athletic support, encompassing physical training, mental conditioning, and nutritional strategies.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

Conclusion

In conclusion, this study asserts that the integration of genetic knowledge with environmental interventions is vital not only for evaluating an athlete's potential but also for refining performance optimization strategies in the competitive sports arena. The evidence strongly supports the idea that genetics plays a substantial role in sports performance, but it is equally essential to factor in the significant impact of environmental conditions, training, and psychological preparedness.

While predicting sports success based solely on genetic knowledge has its limitations, the future of athletics lies in harnessing the synergy between genetic data and tailored training approaches. To fully tap into this potential, continued research and ethical considerations must guide the application of genetic insights in sports contexts. By fostering a responsible and informed approach, we can enhance the athletic experience for all and unlock new avenues for performance excellence in the world of sports.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

مقدمه

عملکرد بدنی فرد در رشته‌های مختلف ورزشی بستگی به عوامل مختلف آمادگی جسمانی اعم از استقامت قلبی تنفسی، استقامت عضلانی، قدرت، انعطاف‌پذیری، توان بی‌هوازی و غیره دارد (۱،۲). همچنین سایر عوامل که بر سرعت ریکاوری و مقاومت فرد در برابر آسیب های ورزشی دارند؛ می توانند نقش موثری در ایجاد موفقیت ورزشکار ایفا نمایند. در کنار عوامل آمادگی جسمانی، مقاومت فرد در برابر آسیب و کیفیت ریکاوری، سایر عوامل از جمله سرعت یادگیری مهارت، تمرین پذیری و همچنین آمادگی روانی ورزشکار و میزان سخت کوشی می توانند به عنوان یک مجموعه ای جامع؛ برآیند موفقیت یک ورزشکار را رقم بزنند (۳-۱). از سوی دیگر؛ طبق مدل ساعت شنی گالاهو تمامی عوامل دخیل در عملکرد بهینه ورزشکاران ترکیبی از ژنتیک فرد و همچنین مداخلات محیطی مختلف است. اخیرا توسعه دانش ژنتیک از طریق تعیین توالی DNA و و شناسایی متغیرهای ژنتیکی مرتبط با عملکرد ورزشی کمک شایانی به منظور شناسایی و پرورش افراد مستعد با توجه به تنوع ژنتیک در رشته های مختلف ورزشی داشته است (۱،٤). متغیرهای ژنتیکی در واقع تفاوت‌های ژنتیکی در سطح DNA افراد می‌باشند که اغلب به صورت چند شکلی‌های تک نوکلئوتیدی (SNP)[1] در ژنوم انسان مشاهده می‌شوند. چند شکلی های تک نوکلئوتیدی (SNP) تفاوت یافت شده در یک نوکلئوتید نسبت به موقعیت مشابه آن در توالی DNA است. همچنین متغیرهای ژنتیکی می‌توانند به اشکال مختلف دیگر مانند تغییر در چند نوکلئوتید و یا حذف و اضافه شدن توالی‌های متفاوتی از DNA باشند. تمامی این متغیرهای ژنتیکی ازجمله SNPها باعث ایجاد تغییر در توالی DNA می‌شوند و اگر این تغییرات در توالی و یا نواحی تنظیم کننده ژن‌ها قرار داشته باشند در نهایت می توانند بر روی عملکرد ژن‌ها تاثیر بگذارند. هر ژن بر روی کروموزوم در جایگاه (لوکوس[2]) ویژه‌ای قرار دارد. با توجه به اینکه کروموزوم‌ها در انسان به صورت جفت می‌باشند (بجز کروموزوم‌های جنسی در مردان)، بنابراین هر فرد به دلیل وجود این تغییرات ژنتیکی برای هر ژن می‌تواند دارای دو آلل[3] متفاوت یا یکسان باشد. این آلل‌ها بسته به نوع تغییر ژنتیکی که در توالی آنها وجود دارد باعث تغییر در عملکرد ژن می‌شوند که به صورت فنوتیپ‌های متفاوتی در افراد بروز پیدا می‌کند. بنابراین متغیرهای ژنتیکی به عنوان مارکر مناسبی در استعدادیابی ورزشی بر مبنای پروفایل ژنتیکی شناخته شده اند (٤-۱).

مربیان ورزش و متخصصین علوم ورزشی اتفاق‌نظر دارند که فاکتورهای ژنتیک بدون شک سهم مهم و ویژه‌ای در عملکرد ورزشی بهینه دارند. باتوجه‌به اینکه وراثت بیش از ۲۰۰۰۰ ژن معرف هر یک از موجودات بشر می باشد، تا به امروز بیش از ۲۰۰ واریانت ژنتیکی مرتبط با عملکرد ورزشی شناسایی شده اند که با ۲۰ واریانت ژنتیکی ورزشکاران نخبه مقایسه و بررسی شده اند. علی رغم اینکه مطالعات اندکی به بررسی فاکتورهای ژنتیک و عملکرد ورزشی در کودکان و بزرگسالان پرداخته است؛ این زمینه ی تحقیقاتی به طور وسیعی با حوزه کودکان در ارتباط است و زمینه پیش

1. Single nucleotide polymorphism
2. Locus
3. Allele

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

گویی موفقیت آینده ورزشکاران از طریق تست های ژنتیک را فراهم خواهد نمود و همچنین با استقبال گسترده ای همراه بوده است (۳،٤).

یکی از چالش‌های اصلی در زمینه بررسی ویژگی‌های عملکردی در رشته‌های مختلف ورزشی که همواره وجود دارد ویژگی‌های چندبعدی اجراهای ورزشی است که در واقع یک اجرا واحد متأثر از فاکتورهای مختلف آمادگی جسمانی است؛ اگرچه در بحث پیوستار انرژی؛ رشته‌های ورزشی وجود دارند که باقاعده صفر و یک دسته‌بندی می‌شوند، بااین‌حال عموماً ترکیبی از عوامل آمادگی جسمانی برای اجرا موفق افراد همواره نقش مؤثری دارد؛ بنابراین شناسایی این عوامل به‌صورت منفرد و در ترکیب با هم برای تعیین میزان موفقیت آینده افراد نیاز به شناخت جامعی از عوامل آمادگی جسمانی و ژن‌های مختلفی که بتوانند میزان موفقیت این افراد را متعاقب این عوامل شناسایی کنند موضوع بسیار مهم و مؤثری قلمداد می‌شود (٦-۳).

باتوجه‌به اینکه عملکرد ورزشی به‌عنوان یک فنوتیپ[1] پیچیده ترکیبی از تعامل سیستم‌های مختلف فیزیولوژیکی از جمله عصبی، اسکلتی عضلانی و قلبی-تنفسی است؛ ازاین‌رو عملکرد ورزشی در کنار ساختار موروفولوژیک متنوع گونه‌های انسانی؛ تحت‌تأثیر عوامل فراموروفولوژیک از جمله استقامت، قدرت، سرعت، توان، انعطاف‌پذیری، شرایط ریکاوری و میزان مستعد بودن ورزشکار در مقابل آسیب‌های ورزشی است؛ بنابراین شناخت این عوامل به‌صورت تست‌های ژنتیکی می‌تواند نیم‌رخ مؤثری از فرد ورزشکار در اختیار مربی و حتی خود ورزشکار قرار دهد که نه‌تنها بازگوکنندهٔ میزان موفقیت احتمالی فرد در آینده باشد؛ بلکه در ادامه مسیر تمرین و پیشرفت به پایش تمرینات ورزشی کمک شایانی نماید (۳،٤) (شکل ۱). همچنین علی‌رغم وجود تعداد زیادی ژن‌های مختلف در زمینه استعدادیابی ورزشی بااین‌حال در این مطالعه سعی شده است که ژن‌های اصلی و تعیین‌کننده در عملکرد جسمانی، آسیب‌های ورزشی و مسائل روانی مرتبط با ورزش به‌صورت دسته‌بندی و مشخص ارائه شود.

عملکرد ورزشی و ژنتیک

در مطالعات مختلف وراثت‌پذیری عملکرد ورزشی مورد بررسی قرار گرفته و میزان موفقیت فرد به عوامل ژنتیکی حدود ٦٦ درصد برآورد شده است. البته این مقدار با توجه به فاکتورهای اثر گذار بر عملکرد متنوع است برای مثال در فعالیت های ورزشی که عامل قد متغیر مهم تری است به دلیل متاثر بودن این عامل از ژنتیک (حدود ۸۰ درصد) میزان اثرگذاری آن نیز طبیعتا بیشتر و برجسته تر است. در مقابل تاثیر پذیری سایر عوامل از ژنتیک در فاکتورهای آمادگی جسمانی مانند استقامت هوازی حدود ۵۰ درصد و در فاکتورهای قدرت و توان دارای دامنه ای بین ۳۰ تا ۸۳ درصد است (۵-۳).

1.Phenotype

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

استقامت هوازی (VO_2max)

استقامت هوازی به‌عنوان یک فنوتیپ پیچیده متأثر از عوامل مختلفی از جمله ژنتیک فرد، برنامه تمرینی، تغذیه و فاکتورهای روانی است که در مطالعهٔ بوچارد و همکاران (۱۹۸۵) نشان داده شد که عملکرد استقامت هوازی ٤٧ درصد متأثر از تمرین ورزشی است (۵) و در مقابل در مطالعه دی مور و همکاران (۲۰۰۷) حدود ٦٦ درصد متأثر از ژنتیک فرد است (۷). در مطالعاتی که سال‌های اخیر انجام شده است در بین ۱۵۵ فاکتور ژنتیک مرتبط با عملکرد ورزشی ژن ACE[1] به‌عنوان یکی از ژن‌های مؤثر بر عملکرد ورزشی به‌ویژه استقامت هوازی شناخته شده است (شکل ۱). ژن ACE که به سیستم رنین-آنژیوتانسین متعلق است یکی از فراوان‌ترین واریانت‌هایی است که دررابطه‌با ژنتیک ورزشی مورد مطالعه قرار گرفته است؛ این ژن که شامل پلی مورفیسمی بر پایه حضور (اضافه، I)[2] یا غیاب (حذف، D)[3] در اینترون شماره ١٦ یک توالی DNA است نشان‌داده‌شده است که آلل D آن با موفقیت عملکرد ورزشی استقامتی ارتباط دارد بااین‌حال آلل I آن با عملکرد توان عضلانی و همچنین افزایش فشارخون در ارتباط است. همچنین داشتن آلل I/D ممکن مزیتی برای آن دسته از فعالیت‌های ورزشی باشد که نیاز به هر دو فاکتور استقامت و قدرت را دارند برای مثال در مطالعه فلاح و همکاران (۱۳۹۷) نشان داده شد که آلل I/D در ورزشکاران نخبه رشتهٔ جودو که به هر دوی این فاکتورها نیاز دارند، به‌عنوان یک مزیت محسوب می‌شود (۲،۳،۵،۸).

قدرت و توان عضلانی

آلفا اکتینین (ACTN) که به‌عنوان ژن ورزشکار[4] شناخته شده است شامل خانواده‌ای از پروتئین‌های متصل به اکتین است این ژن کدکننده ایزوفرم پروتئین عضله اسکلتی است که جز ساختاری اصلی خط Z است. این ژن که مسئول تولید آلفا اکتینین ۳ (ACTN3)[5] است و منجر به تولید نیروی بیشتر در سرعت‌های حرکتی بالا در تارهای نوع ۲ (تارهای تند انقباض) می‌شود (شکل ۱). در مطالعات که تا به امروز انجام شده دو نوع آلل C و T این ژن شناخته شده است که آلل نوع C برای ورزش‌های سرعتی و پرتابی (توان و قدرت) و آلل نوع T آن در ورزشکاران استقامتی بیشتر مشاهده شده است. در مطالعات متاآنالیزی که در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳ انجام شده است عملکرد آلل‌های فاکتورهای سرعتی و توانی ژن آلفااکتنین ۳ دررابطه‌با موفقیت ورزشی در رشته‌های سرعتی و قدرتی را مبهم دانسته و نیاز به تحقیقات بیشتر در مورد این ژن و عملکرد آن را در ورزش‌های قدرتی و توانی توصیه نموده‌اند (٤،۹).

آسیب‌های ورزشی و ژنتیک

در مورد تأثیر ژنتیک و آسیب‌های ورزشی تا امروز مطالعاتی بسیار اندکی انجام شده است که تمرکز این مطالعات بر روی ژن‌های مربوط با آسیب‌های مرتبط با مغز (آلزایمر)، التهاب تاندون (تاندونیت یا تاندینوپاتی) [6] و آسیب‌های

1. Angiotensin converting enzyme
2. Insertion
3. Deletion
4. Athlete gene
5. α actinine 3
6. Tendinopathy

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

ورزشی و گروه‌های خونی بوده است. در مورد آسیب مغز عموماً در ورزشکاران حرفه‌ای که معرض مستقیم ضربات به ناحیهٔ سر[1] و صورت بوده است از جمله بوکسورها بررسی شده‌اند و مشاهده شده است که افراد دارای آلزایمر دارای سطح بالایی از ژن آپولیپوپروتئین E (APOE)[2] بوده‌اند (شکل ۱) این ژن شامل سه ایزوفرم متنوع (۲ε، ۳ε، ٤ε) است که آلل ٤ آن عامل اصلی ایجاد آلزایمر است و فعالیت‌های مانند بوکس در افراد مستعد منجر به تسریع ایجاد این بیماری می‌شوند (۱۳-۱۰).

همچنین در مورد آسیب تاندینوپاتی باتوجه‌به اینکه کلاژن عامل اصلی و سازندهٔ لیگامنت و تاندون به شمار می‌آید؛ ژن‌های COL1A1 و COL5A1 به همراه ژن تناسین C (TNC)[3] به‌عنوان پروتئین ماتریکس برون سلولی و ماتریکس متالوپپتیداز ۳ (MMP3)[4] دارای آلل‌های متنوعی هستند که بعضی از آن‌ها می‌توانند منجر به افزایش احتمال آسیب‌پذیری ورزشکاران شوند؛ بنابراین شناسایی این ژن‌ها می‌تواند در طراحی تمرینات مربیان مختلف رشته‌های ورزشی تا حدود زیادی گره‌گشا باشد (۱۳-۱۱).

به‌علاوه در یک سری از مطالعات از جمله مطالعه‌ای که توسط کوجالا و همکاران (۱۹۹۲) انجام شد، ارتباط گروه‌های خونی مختلف با آسیب‌های ورزشی مورد بررسی قرار گرفت؛ نتایج این مطالعه نشان داد که بین گروه‌های خونی A و O و میزان ابتلا به آسیب تاندونی به‌ویژه تاندون آشیل ارتباط وجود دارد (۱۲،۱٤،۱۵،۱٦).

تمرین پذیری و ژنتیک

در چهار دهه اخیر مطالعات زیادی در مورد تمرین پذیری[5]؛ به معنی پاسخ متفاوت افراد به تمرینات ورزشی مورد بررسی قرار گرفته است. در این میان مطالعاتی بر روی فاکتورهای آمادگی جسمانی از جمله استقامتی هوازی، قدرت عضلانی و توان انجام شده است. باتوجه‌به این که عمدهٔ مطالعات تغییرات حداکثر اکسیژن را بررسی نموده‌اند، بااین‌حال نتایج نشان می‌دهد که تأثیر وراثت بر تمرین پذیری در پاسخ حداکثر اکسیژن مصرفی حدود ۲۵ تا ۵۵ درصد بوده است؛ به علاوه تفاوت افراد در پاسخ به تمرینات توانی حدود ٦۰ تا ۸۰ درصد است (شکل۱)؛ همچنین در سایر مطالعات دیگر همچون بوچارد و همکاران (۲۰۱۱) تفاوت سه برابری در پاسخ به تمرینات ورزشی (تمرین پذیری) در افراد مختلف را متاثر از وراثت گزارش نموده اند (۵).

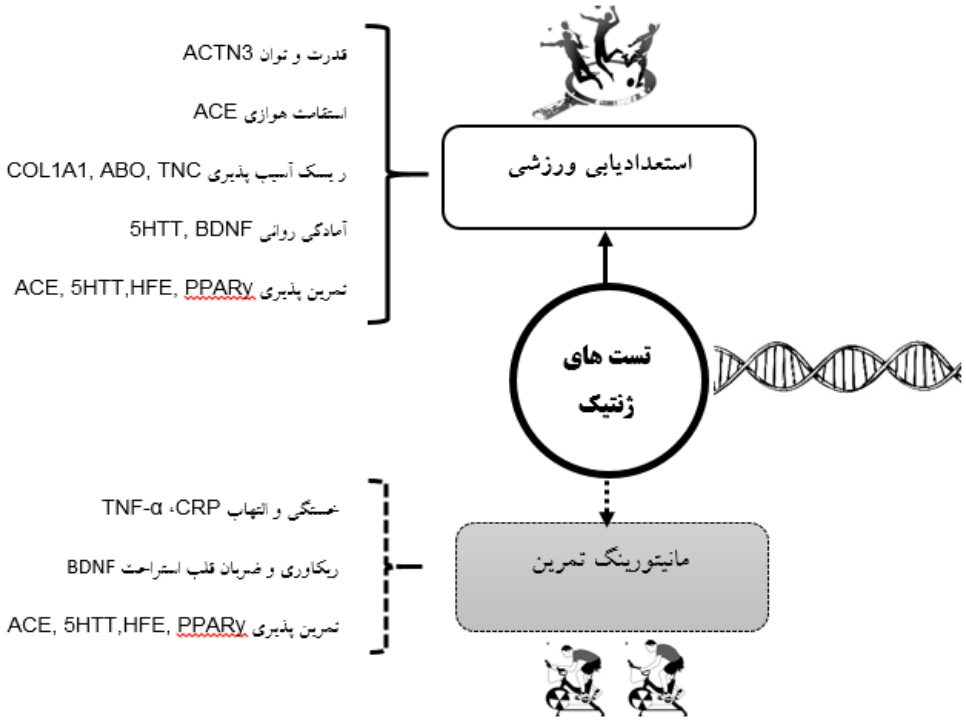
ویژگی‌های روانی و ژنتیک

در کنار ویژگی‌های ژنتیکی مرتبط با عملکرد فیزیولوژیکی؛ مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که موفقیت در رقابت نیاز به آمادگی روانی بالایی دارد که این مؤلفه خود شامل بخش‌های مختلفی از جمله سرسختی ذهنی[6]، هوشمندی در اتخاذ

1. Concussion
2. Apolipoprotein E
3. Tenascin
4. Matrix metalloproteinase-3
5. Trainability
6. Mental toughness

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

تاکتیک مناسب[1] و انگیزه لازم برای رقابت است؛ بنابراین آمادگی روانی (سرسختی ذهنی، هوشمندی در انتخاب تاکتیک و انگیزش) خود متأثر از ژنتیک است؛ در سال‌های اخیر مطالعات اندکی به بررسی فاکتورهای ژنتیکی مرتبط با آمادگی روانی و تأثیر آن بر رفتار ورزشی و انگیزه حضور و رقابت در ورزش پرداخته‌اند، در این میان معرفی دو ژن مهم از جمله سروتونین (۵ هیدروکسی تریپتامین یا 5HTT) با دو آلل بلند و کوتاه نقش موثری در کنترل هیجانات و اتخاذ تاکتیک مناسب (زیرکی تاکتیکی) برای ورزشکاران داشته اند. به علاوه؛ فاکتور عصبی مشتق شده از مغز (BDNF)[2] نقش مستقیم و اندکی در خلق و خو ورزشکاران نسبت به اجرای یک فعالیت ورزشی دارد (شکل۱)؛ با این حال تاثیر گسترده تری بر میزان درک فشار تمرین و پاسخ ضربان قلب به فعالیت های هوازی داشته است (۳،۱۷،۱۸). علی رغم اینکه از طریق تست های میدانی تا حدودی آمادگی روانی و سرسختی ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفته است با این حال تا امروز ارتباط نتایج این تست های میدانی با ویژگی های ژنتیکی بررسی نشده است (۱۹،۲۰).



شکل ۱: کاربرد تست های ژنتیک هم در حوزه استعدادیابی ورزشی و هم پایش تمرین

دوپینگ ژنی

باتوجه‌به اینکه هدف اصلی رویدادهای ورزشی بزرگ از جمله المپیک ایجاد گردهمایی‌هایی است که اتحاد، صلح و دوستی را در جهان گسترش دهد و جهان بزرگ را تبدیل به یک دهکده واحد نماید؛ بااین‌حال امروزه بسیاری از

1. Tactical astuteness
2. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF)

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

ورزشکاران برای برنده‌شدن در رقابت علی‌رغم تمرین و تلاش گاهی مسیرهای غیرمتعارف مانند دوپینگ را نیز در پیش گرفته‌اند. امروزه دوپینگ[1] به شیوه‌های مختلفی در بین ورزشکاران حرفه‌ای متداول شده است؛ یکی از موارد جدیدی که در بحث دوپینگ قابل‌استفاده است بهره‌گیری از شیوه‌های دست‌کاری در سلول یا ژنتیک ورزشکار است که تحت عنوان دوپینگ ژنی[2] نامیده می‌شود؛ باتوجه‌به اینکه سازمان جهانی ضد دوپینگ (WADA)[3] همواره استراتژی‌های مختلفی در مقابله با دوپینگ اتخاذ می‌نماید؛ بهره‌گیری از دانش ژنتیک و در اختیار داشتن نیم‌رخ ژنتیکی ورزشکاران می‌تواند یک پایگاه اطلاعاتی وسیعی در اختیار مراجع ذی‌صلاح قرار دهد که از این اتفاق جلوگیری کنند و یا به تشخیص آن‌ها کمک نماید؛ درهرصورت امروزه دوپینگ‌های ژنی به‌صورت استفاده از مواد اریتروپویتینی برای افزایش گلبول‌های قرمز و تسهیل انتقال اکسیژن در بین ورزشکاران بسیار رواج یافته است، علاوه بر این اخیراً شیوهٔ دیگری از دوپینگ ژنی به‌وسیلهٔ مهار مایوستاتین برای افزایش رشد عضله مورد استفاده بعضی از ورزشکاران قرار گرفته است که در مقابل سازمان‌هایی مانند WADA با در اختیار داشتن پروفایل‌های ژنتیکی ورزشکاران می‌توانند در جهت تشخیص دوپینگ ژنی و حفظ سلامتی ورزشکاران گام‌های مؤثری بردارند (۳،٤،۱۹،۲۰،۲۱).

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به وسعت ژنتیک اگرچه فاکتورهای بیان شده در این مقاله به‌عنوان پیشگو کننده‌های احتمالی ورزشکار بیان شده‌اند بااین‌حال موفقیت قطعی ورزشکاران ترکیبی از عوامل وراثتی و محیطی است که مبتنی بر پازل پیچیده‌ای است که عوامل مختلفی بر آن مؤثرند، بااین‌حال دانستن دانش ژنتیک در کنار انگیزهٔ فرد و مداخلات محیطی مناسب، می‌تواند نه‌تنها در بحث استعدادیابی بلکه در طول مسیر تمرینات ورزشی اطلاعات مفیدی در حوزه پایش تمرینات ورزشی فراهم کند؛ بنابراین آگاهی از دانش ژنتیک در کنار سایر عوامل محیطی در شکوفائی استعدادهای ورزشکاران از شکل بالقوه به بالفعل می‌تواند مثمرثمر واقع گردد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه بدون دریافت هیچ‌گونه فاند تحقیقاتی انجام شده است؛ بر خود لازم می‌دانم از زحمات آقای دکتر اسماعیل رحیمی (متخصص ژنتیک پایه) به‌منظور راهنمائی‌هایشان در زمینه دانش ژنتیک کمال تشکر و قدردانی را اعلام نمایم.

1. Doping
2. Gene doping
3. World anti-doping agency (WADA)

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

References

1. Khalidi N, Neda, Fayaz Milani, Rana, Arjmand. The frequency of gene polymorphisms related to physical performance and sports genetics in the Iranian population and elite athletes. Applied sports physiology research paper. 2015 Apr 21;11(21):103-18. https://doi. rg/10.22080/jaep.2015.1111
2. Fallah Abbas, Fallah Mohammadi Zia, Bahmanesh Mehrdad, Karakhanlou Reza, Ali Naghizadeh Mohsen, Investigation of polymorphisms of ACE gene I/D and ACTN in gene 3 R577X in Iranian elite judo. Applied sports physiology research paper. 2015 Apr 21;11(21):151-158. https://doi. rg/10.22080/jaep.2019.13297.1705
3. Guth LM, Roth SM. Genetic influence on athletic performance. Current opinion in pediatrics. 2013 Dec;25(6):653. https://doi.org/10.1097%2FMOP.0b013e3283659087
4. Lippi G, Longo UG, Maffulli N. Genetics and sports. British medical bulletin. 2010 Mar 1;93(1):27-47. https://doi.org/10.1093/bmb/ldq001
5. Bouchard C. Genomic predictors of trainability. Experimental physiology. 2012 Mar;97(3):347-52. https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058735
6. Saito M, Ginszt M, Semenova EA, Massidda M, Huminska-Lisowska K, Michałowska-Sawczyn M, Homma H, Cięszczyk P, Okamoto T, Larin AK, Generozov EV. Is COL1A1 Gene rs1107946 Polymorphism Associated with Sport Climbing Status and Flexibility?. Genes. 2022 Feb 23;13(3):403. https://doi.org/10.3390/genes13030403
7. De Moor MH, Spector TD, Cherkas LF, Falchi M, Hottenga JJ, Boomsma DI, De Geus EJ. Genome-wide linkage scan for athlete status in 700 British female DZ twin pairs. Twin Research and Human Genetics. 2007 Dec;10(6):812-20. https://doi.org/10.1375/twin.10.6.812
8. Chung HC, Keiller DR, Roberts JD, Gordon DA. Do exercise-associated genes explain phenotypic variance in the three components of fitness? A systematic review & meta-analysis. PLoS One. 2021 Oct 14;16(10):e0249501. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249501
9. Konopka MJ, van den Bunder JC, Rietjens G, Sperlich B, Zeegers MP. Genetics of long-distance runners and road cyclists—A systematic review with meta-analysis. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2022 Oct;32(10):1414-29. https://doi.org/10.1111/sms.14212
10. Konopka MJ, van den Bunder JC, Rietjens G, Sperlich B, Zeegers MP. Genetics of long-distance runners and road cyclists—A systematic review with meta-analysis. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2022 Oct;32(10):1414-29. https://doi.org/10.1111/sms.14212
11. PÉRUSSE L, GAGNON J, PROVINCE MA, Rao DC, WILMORE JH, LEON AS, BOUCHARD C, SKINNER JS. Familial aggregation of submaximal aerobic performance in the HERITAGE Family study. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2001 Apr 1;33(4):597-604. https://doi.org/10.1097/00005768-200104000-00014
12. Kujala UM, Järvinen M, Natri A, Lehto M, Nelimarkka O, Hurme M, Virta L, Finne J. ABO blood groups and musculoskeletal injuries. Injury. 1992 Jan 1;23(2):131-3. https://doi.org/10.1016/0020-1383(92)90050-3
13. Lippi G, Gandini G, Salvagno GL, Skafidas S, Festa L, Danese E, Montagnana M, Sanchis-Gomar F, Tarperi C, Schena F. Influence of ABO blood group on sports performance. Annals of translational medicine. 2017 Jun;5(12). https://doi.org/10.21037%2Fatm.2017.04.33
14. Sun Z, Cięszczyk P, Humińska-Lisowska K, Michałowska-Sawczyn M, Yue S. Genetic Determinants of the Anterior Cruciate Ligament Rupture in Sport: An Up-to-Date Systematic Review. Journal of Human Kinetics. 2023;88. https://doi.org/10.5114/jhk/163073
15. Maffulli N, Margiotti K, Longo UG, Loppini M, Fazio VM, Denaro V. The genetics of sports injuries and athletic performance. Muscles, ligaments and tendons journal. 2013 Jul;3(3):173. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc3838326/
16. Lim T, Santiago C, Pareja-Galeano H, Iturriaga T, Sosa-Pedreschi A, Fuku N, Pérez-Ruiz M, Yvert T. Genetic variations associated with non-contact muscle injuries in sport: A systematic review. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2021 Nov;31(11):2014-32. https://doi.org/10.1111/sms.14020
17. Ulusoy I, KIVRAK A. Is blood group a risk factor in lateral epicondylitis?. European Review for Medical & Pharmacological Sciences. 2023 May 1;27(9). https://doi.org/10.26355/eurrev_202305_32301
18. Tabor JB, Brett BL, Nelson L, Meier T, Penner LC, Mayer AR, Echemendia RJ, McAllister T, Meehan WP, Patricios J, Makdissi M. Role of biomarkers and emerging technologies in defining and assessing

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]

neurobiological recovery after sport-related concussion: a systematic review. British journal of sports medicine. 2023 Jun 1;57(12):789-97. https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106680

19. Torabi F, Ranjbar K, Soori Z. The Survey of the Effect of Music on Performance of Physical Fitness Factors in Adolescent Boys. Journal of Sports and Motor Development and Learning. 2013 Apr 21;5(1):39-53. https://doi.org/10.22059/jmlm.2013.35003
20. Callow R, Cook LM. Genetic and evolutionary diversity: the sport of nature. Taylor & Francis; 2023 May 31. https://doi.org/10.1201/9781003421887
21. Ahmetov II, Hall EC, Semenova EA, Pranckevičienė E, Ginevičienė V. Advances in sports genomics. InAdvances in Clinical Chemistry 2022 Jan 1 (Vol. 107, pp. 215-263). Elsevier. https://doi.org/10.1016/bs.acc.2021.07.004

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2025-08-27]