

Year (Yıl) : 2018
Volume (Cilt) : 5
Issue Number (Sayı) : 1
Doi : 10.5455/JNBS.1516796381

Received/Geliş: 24.01.2018
Accepted/Kabul: 19.03.2018

GENLERİN SPORDA PSİKOLOJİK FAKTÖRLERLE İLİŞKİSİ

ASSOCIATIONS OF GENES WITH PSYCHOLOGICAL FACTORS IN SPORTS

Başak Funda Eken¹, Can Akpınaroglu¹, Kadir Sinan Arslan², Canan Sercan², Korkut Ulucan^{1,2*}

Özet

İnsan genom projesiyle 20-25 bin arasında olduğu tahmin edilen genlerimizin sayı, yapı ve fiziksel haritalarının belirlenmesinin yanında atletik performansa etki eden genetik bölgeler de belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarla dayanıklılığın, atletik yeteneğin ve kas iskelet sisteminin yanı sıra merkezi sinir sisteminin de (MSS) günümüzdeki spor müsabakalarında başarılı olmakta etkili olduğu ve performansta önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Stres, kaygı, agresyon gibi psikolojik performansımıza etki eden parametreler sportif başarıların belirlenmesinde etkili olmaktadır. Sporcuların stresli ortamlarda veya stresin belirgin olduğu spor dallarında genetik yatkınlıklarının belirlenmesi, erken yaşta psikolog desteğine yönlendirilmesine olanak sağlamakta ve sportif anlamda başarıya katkıda bulunmaktadır. Sporcuların davranışsal özellikleri ile ilgili olan; stres direnci, kişilik özellikleri ve özellikle saldırganlıkla ilgili aday genlerden MOA-A, 5-HTT, DRD4, DRD5, ADRD1, COMT, BDNF, NRG1, GLUT4 ve SLC2A4 genleri ve bu genler üzerindeki polimorfizmler bu derlememizde incelenmiştir.

Anahtar Kelime: spor, genetik, polimorfizm, MOA-A, 5-HTT, DRD4, ADRD1, COMT, BDNF

Abstract

With the human genome project, in addition to determining the number, structure and physical maps of our genes which were previously supposed to be between 20-25 thousands, genetic regions affecting athletic performance have also been identified. It has been determined that endurance, athletic ability and musculoskeletal as well as central nervous system (CNS) are effective in succeeding in today's sporting events and play an important role in performance. Parameters affecting psychological performance such as stress, anxiety, aggression are effective in determining sportive achievements. Determining the genetic predisposition of the athletes in stressful environments or in sports where stress is prominent allows them to be guided by psychologists at an early age and contributes to sporting success. Related to the behavioral characteristics of the athletes, genes leading to resistance to stress, personality traits and aggressive behaviours like 5-HTT, DRD4, DRD5, ADRD1, COMT, BDNF, NRG1, GLUT4 and SLC2A4 and polymorphisms within these genes have been investigated in our review.

Keywords: sports, genetic, polymorphism, MOA-A, 5-HTT, DRD4, ADRD1, COMT, BDNF

¹ Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

² Üsküdar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar: Doç. Dr. Korkut Ulucan, Üsküdar Üniversitesi, Haluk Türksoy Sok. No:14, Altunizade, Üsküdar, İstanbul, Türkiye 34662, Tel:02164002222-2409; Fax: 02164002222; E-mail: korkutulucan@hotmail.com

1. Giriş

Spor, atletik performansın oluşmasında ve gelişmesinde sporcuların beslenmesi, eğitim, koçluk, aile desteği, uygun antrenman koşulları gibi çevresel faktörlerin önemli etkileri vardır. Bu etkilere ek olarak sporcuların uygun antrenman modellerine verdikleri yanıt, uygun spor branşına olan yatkınlık, içinde bulundukları strese karşı dayanıklılık ve üzerindeki duygusal ve psikolojik baskıyı kontrol edebilme yetenekleri de oldukça önemlidir. Tüm bu özelliklerin tabanında, kısmen de olsa genetik faktörler yatmaktadır. Spor genetiği alanındaki çalışmalar sportif aktiviteye etki eden, sporcu beslenmesi ile ilgili olan ve serotonenerjik, dopaminenerjik gibi psikolojik duygu durumumuzu belirleyen genetik faktörlerin analiz edilmesi çalışmalarını da kapsamaktadır. Bu alandaki çalışmalar tek ve çift yumurta ikizlerini de içeren geniş bir kohortta başlamış, ve günümüze kadar hızla devam etmiştir.

Stres, kaygı, agresyon gibi psikolojik parametreler sporcuların performansının belirlenmesinde etkili olmaktadır. Serotonin, dopamin, nitrik oksit gibi nörotransmitter maddeler ve onları metabolize eden genler sporcularda psikolojik faktörlerin etkisinin belirlenmesinde önem taşımaktadırlar ve birçok sporcu grubunda günümüze kadar üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu tür çalışmalar, ülkemizin sporcu potansiyelini göz önüne aldığımızda yeterli sayılara ulaşamamıştır. Bu derlemede bizler, Pubmed, Google Akademik, SportDiscuss gibi veri tabanlarından veya elde edebildiğimiz kongre kitapçıkları ve akademik tezlerden ulaşabildiğimiz çalışmaları derlememize ekledik.

2. Monoamin oksidaz A (MAO -A)

Monoamin oksidaz enzimi, mitokondrial membran üzerinde yer alan ve monoaminlerin metabolizmasında anahtar rol oynayan enzimdir. Monoamin A ve B enzimlerini kodlayan gen Xp11.4-p11.23'de lokalizedir. Bu enzimler birbirine çok yakın gen bölgeleri tarafından kodlanmaktadır. MAO-A geninin fonksiyonel olarak bilinen en önemli polimorfizmi, promotör bölgedeki 30 bp'lik değişken sayıda ardışık tekrar içeren "Variable Number of Tandem Repeats" (VNTR) polimorfizmi olarak bilinmektedir. Ek olarak MAO-A genindeki çeşitli polimorfizmler davranışsal bozukluk ile özdeşleşmiş ve incelenmiştir (Sabol ve ark., 1998). MAO-A geninin fonksiyonel aktivitesi mitokondri dış zarında yer alan enzim tarafından düzenlenmektedir. MAO-A VNTR polimorfizmi bireylerde risk almakta etkili olmasına rağmen çeşitli kaynaklarda farklı etnik gruplar üzerinde yapılan çalışmalarda ise almakta oluşturmada etkili olduğu da tartışma konusu oluşturmaktadır (Ibanez ve ark., 2000; Manuck ve ark., 2000).

MAO-A aktivitesinin uzun süreli egzersiz sırasında artan beyin serotonin üretimine cevaben yorgunluk ve performansı etkilediği açıklanmıştır (Morishima ve ark., 2006). De Milander ve ark. (2009)'da yaptıkları çalışmada 468 Güney Afrikalı Ironman Triatlon sporcusu ile kontrol grubunu karşılaştırmış ve MAO-A promotör bölgesi 30 bp VNTR polimorfizminin dayanıklılık performansı arasında doğrudan ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

3. Serotonin Geri Taşıyıcı Protein Geni

SLC6A4 geni 17q11.2'de lokalizedir ve hayli polimorfiktir. En önemli fonksiyonel polimorfizmi genin promotör bölgesinde bulunur (5-HTT gene-linked polymorphic region, 5-HTTLPR). 44 bp bir tekrar dizisinin delesyon/ insersiyon durumuna göre kısa (S) ve 16 uzun (L) alleleri bulunmaktadır (Heils ve ark., 1996). Bu genin kısa formu olan S alleli serotonin taşıyıcı genin transkripsiyonel etkinliğinin azalmasıyla ilişkili olarak serotoninin kullanıma hızını düşürürken, uzun formu olan L aleli ise tam tersi bir etki oluşturmaktadır (Collier ve ark., 1996). Serotonin merkezi ve periferik sinir sisteminde önemli rol oynayan bir nörotransmitterdir ve S allelinin çeşitli psikiyatrik bozukluklara yatkınlık oluşturabileceği, stresli yaşam olaylarının etkisi ile bağlantılı olduğu ileri sürülmektedir (Herken ve ark., 2001; Guhathakurta ve ark., 2006).

SLC6A4 geninin transkripsiyon hızındaki değişiminin dayanıklılık performansı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Heils ve ark., 1996). Bu bulgulara destek olarak, farmakolojik yaklaşım kullanılarak, serotonin manipülasyonunun beyin 5-HTT aktivitesi dürtüsel davranış, depresyon ve anksiyete gibi olumsuz duygu durumu dahil psikiyatrik bozukluklar ile ilişkili olduğundan fiziksel performans ve merkezi yorgunluk, algı ve motivasyon üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Caspi ve ark., 2003; Gee, 2010).

Golby ve ark. (2006)'da 10-24 yaşları arasında 31 yüzücü üzerinde SLC6A4 geninin SS, SL, LL genotiplerinin polimorfizmlerini incelediklerinde, LL genotipinin psikolojik gelişimle yüksek düzeyde ilişki olduğu sonucuna varmışlardır. Maliuchenko ve ark. (2007) 86 bayan yüzücü üzerinde yaptıkları çalışmada SS genotipinin, LS- LL genotiplerinden daha az yüzücüde bulunduğunu bildirmişlerdir. Sysoeva ve ark. (2009) tarafından senkronize yüzücüler ve kontrol grubu arasında SLC6A4 polimorfizmi ve saldırganlık arasındaki ilişkinin sporcu performansına olan olası etkisini incelemişler, senkronize yüzme grubunda kontrol grubuna göre LL genotipinin daha yüksek, LS sayısında daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ulucan ve ark. (2014) 24 genç Türk basketbol oyuncusunda SLC6A4 polimorfizminin dağılımını incelemiş, L allelinin bayan basketbolcularda, S allelinin erkek oyuncularında daha yüksek oranda olduğunu bildirmişlerdir.

Çam ve ark. (2009) 193 kayak tırmanışı, motorlu döngü yarışçı, yamaç paraşüt, rafting, dalış, serbest dalış ve paraşüt, atletizm, jimnastik oyuncular üzerinde serotonin reseptörlerinden 5-HT2A polimorfizminin riskli ve risksiz sporlara katılan bireylerin kişilik özelliklerine olan etkisini incelemişlerdir. 5-HT2A polimorfizmleri arasında kişilik farklılıklarını incelemek için yapılan varyans analizi sonucunda ise CC genotipine sahip bireylerin, CT genotipine sahip bireylerden daha düşük "nevrotizm" skoruna sahip olduğu; CC genotipine sahip bireylerin, TT genotipine sahip bireylerden daha yüksek "gelişime açıklık" skoruna sahip olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışma sonucunda ayrıca 5-HT2A polimorfizmiyle, riskli sporlara katılmak arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Diğer bir öncü çalışmada Filonzi ve ark., (2015) 50 elit dayanıklı sporcu ile 100 kontrol sedanter arasında

sporcuların kas gelişiminde etkili MSTN geninin K153R polimorfizmleri ile saldırganlık, anksiyete ve atletik performansta etkili olduğu düşünülen SLC6A4, DAT ve MAO-A gen polimorfizmlerini karşılaştırmış, MSTN ve SLC6A4 gen polimorfizmlerinin dayanıklılık performansı ile ilişkisi olmadığı, DAT polimorfizminin ise dayanıklılık performansında etkili olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca ilk kez, spor başarısını belirlemede duygusal kontrol ve üst düzey performanslara ulaşmak için psikolojik yönetimin önemini vurgulayarak dopamin nörotransmitterin performansta güçlü bir rol oynadığını belirtmişlerdir.

Petito ve ark. (2016) tarafından 133 İtalyan olimpiyat komitesindeki futbol, basketbol, hokey oyuncuları üzerinde SLC6A4 geninin 5-HTTLPR polimorfizminin anksiyete ve dayanıklılık performansına olan etkisini araştırılmış ve, S allelinin nevroitik, gerilim ve anksiyete bozukluğu ve bilişsel kaygı düzeyi ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak 5-HTT gen polimorfizmlerinin belirlenmesinin, sporcularda oluşan anksiyete ve bilişsel kaygı düzeyinin erkenden önlenmesine yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır.

4. Dopamin-4 reseptör Geni (DRD4)

DRD4 araştırılan ilk dopamin reseptör genidir. DRD4 geni 11p15.5'de lokalizedir. DRD4 geni yüksek polimorfik yapısı nedeni ile insan popülasyonlarında en yaygın olarak çalışılan gendir. DRD4 geni ile yapılan genetik çalışmalar genin genellikle 3. ekzonundaki VNTR polimorfizmi üzerine odaklanmıştır. DRD4 geninin kısa formunun 48 bp'lik DNA dizini bulunurken, genin uzun formunda bu domain yedi kez tekrarlanmaktadır (Asghari ve ark.,1994). DRD4 geninin promotor bölgesinde yer alan C521T polimorfizmi ve ekzon 3 VNTR polimorfizminin genin ekspresyon hızı, ve dolayısı ile reseptör molekül sayısı ile bağlantılı olduğu belirtilmektedir (Ekulund ve ark., 2001). Bağımlılıkta önemli rol oynayan yenilik arayışı, dışadönüklük gibi davranış durumlarının DRD4 gen polimorfizminin özellikle uzun formu ile ilişkisi olduğu belirtilmiştir (Schinka ve ark., 2002).

DRD4 geni DEHB (dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu) etiyolojisinde önemli bir role sahiptir. DRD4 geninde yer alan 7 tekrar alleli üzerinde yapılan çalışmalar ile DEHB'de yenilik arayışı özelliği istatistiksel olarak anlamlı derecede ilişkili bulunmuştur. Batı toplumunda riskli olarak kabul edilen, olağanüstü deneyim, adrenalin, geleneksel olarak da doyum, sansasyon, ödüllendirme taşıyan belirli spor türleri (snowboard, kayak, yüksek atlama) üzerinde yapılan çalışmalarla DRD4 geni, spor psikolojisi alanında sınırlı olarak çalışılan ilk gen örneği olmuştur (Franken ve ark., 2006; Zuckerman ve ark.,2000).

Çam ve ark. (2009) 193 kayak tırmanışı, motorlu döngü yarışçı, yamaç paraşüt, rafting, dalış, serbest dalış ve paraşüt, atletizm, jimnastik oyuncuları üzerinde DRD4 gen polimorfizmleri üzerine yaptıkları çalışmalarda riskli ve risksiz sporlara katılan bireylerde kişilik özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve DRD4 gen polimorfizmi ile "Gelişime açıklık" özelliği arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca uzun gen genotipine (LL) sahip bireylerin, kısa gen genotipe sahip (SS) bireylerden daha yüksek "gelişime açıklık" skoruna sahip olduğunu

bildirmişlerdir. DRD4 polimorfizmlerinin riskli sporlara katılımı doğrudan ilişkili olmadığı ancak dolaylı olarak ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Thomson ve ark. (2013), 503 kayakçı ve snowboard yapan iki kohortta DRD4 geninin promotor bölgesindeki -521C/T bölgesindeki tek nükleotid polimorfizm analizi sonucunda, polimorfizmin sporcularda 'risk alma fenotipi'ne katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Thomson ve ark. (2014) diğer bir çalışmada ise, kış festivaline katılan 17- 49 yaşları arasındaki 599 İngiliz, Kolombiyalı ve Kanadalı kayak ve snowboard sporcuları ile 363 kontrol bireyi karşılaştırmıştır. DRD4 reseptör geninin düzenleyici bölgelerindeki varyantların sporcularda spora özgü sansasyon arayışını etkileyip etkilemediğini belirlemek için -1106T/C, -906T/C, -809G/A, -291C/T polimorfizm bölgeleri analiz edilmiş, sonuç olarak DRD4 geninin genotipleri ile sporcu grupları arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır. DRD4 geni kişilik özelliklerinden sansasyon arayışına dahil olsa da bu çalışmada araştırılan destekleyici varyantların sansasyon arayışına katkıda bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

5. Beta Adrenerjik Reseptörü 1 (ADRB1)

β1-adrenoseptör (ADRB1) bir beta adrenerjik reseptördür ve ADRB1 bu proteini kodlayan geni ifade etmek için de kullanılmaktadır. ADRB1, epinefrin ve norepinefrin gibi katekolaminlerin etkisiyle sinüs ritmi, kalp kasının kasılması gibi kronotropik, inotropik, batmotropik, dromotropik etkiler dahil kalp debisinde artıştan sorumludur. Egzersizi takiben kalp hızının doruk noktasından dinlenmekte olan kalp hızına inene kadar olan oran; kalp hızı toparlanma indeksinin de ADRB1 ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kohli ve ark., 2015). ADRB1 geninde oluşan polimorfizmler VO2 max kapasitesini etkilemektedirler (Wagoner ve ark., 2002). Ayrıca dayanıklılık ile ilişkili rs1801253 rs1801252 polimorfizmleri de önem taşımakta olup üzerinde daha çok çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Sawczuk ve ark., 2012).

6. Katekol-O-Metil-Transferaz (COMT)

COMT geni 22q11.2'de lokalizedir. COMT, dopamin, noradrenalin ve adrenalin gibi katekolamin moleküllerini metabolize etmektedir (Bobb ve ark., 2006). COMT geninde en çok çalışılan tek nükleotid polimorfizmi (SNP), aynı zamanda Val158Met olarak bilinen rs4680'dir. Bu polimorfizm COMT enziminin 158. pozisyonunda yer alan metionin (Met) aminoasidinin bir valin (Val) aminoasidine dönüşmesine neden olmaktadır. COMT genindeki bu fonksiyonel polimorfizm dopamin degregasyonun düzenlenmesinden sorumlu COMT enzim aktivitesinin değişmesine neden olarak şizofreni, bipolar bozukluk, obsesif kompulsif bozukluk, migren gibi hastalıkların; agresif ve anti sosyal davranışların ortaya çıkmasına neden olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Met158 homozigot allel taşıyıcılarının Val158 allel taşıyıcılarına göre daha yüksek yenilik arayışı gerektiren yamaç paraşütü, kayak, kaya tırmanışı, güç ve dayanıklılık sporlarında daha yüksek oranda olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir.

Portnova ve ark. (2007) çalışmalarında 89 senkronize

yüzücüde dopamin yıkımından sorumlu COMT geni polimorfizmlerini inceleyerek atletik performans- COMT arasındaki bağlantıyı kurmaya çalışmışlardır. Butovskaya ve ark. (2013) 18-30 yaş arası 16 Judo milli sporcusu ile kontrol bireylerini karşılaştırmış, COMT polimorfizminin dopaminenerjik, serotoenerjik ve androjenik sistemleri ile bağlantılı olan saldırganlık direnci arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. COMT geninin Val/Val genotipinin kontrol grubundan daha yüksek frekansta bulunması nedeniyle sporculara rekabet, risk alma ve saldırganlık direncinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Breda ve ark. (2015) 51 Ironman sporcusu ile 56 kontrol bireyinde COMT Val158 polimorfizmini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Ironman sporcularında Val158Met polimorfizmin yüksek oranda olduğu tespit ederek bu bireylerde yenilik arayışı özelliğinin daha yüksek olduğunu yorumunu yapmışlardır.

Abe ve ark. (2018) dopaminenerjik nöral fonksiyon ve yüzücülerde aynı gen polimorfizmini analiz etmiş, Val/Val genotipi olanlara kıyasla Met alleleline sahip olan yüzücülerin rekabetçi performansının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer bir çalışmada Mc Fie ve ark. (2018), 303 ragbi oyuncusu, 137 lise öğrencisi, 166 üst düzey amatör ve profesyonel atletlerde kişilik özelliği, depresyon geçmişi ile COMT genotipi arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve Val/Val genotipinde olanlarda 'beklenti endişesi' özelliğinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmışlardır.

7. Beyin türevli nörotropik faktör (BDNF)

BDNF geni 11p13'de lokalizedir. Beyinde bulunan nötrofin olan BDNF, progenitor hücre proliferasyonu ve farklılaşması sonucu proBDNF olarak adlandırılan öncül olarak sentezlenmektedir. Bu geninde bulunan işlevsel bir tek nükleotid polimorfizmi (rs 6265) Val66Met dönüşümüne neden olmaktadır. BDNF polimorfizmi egzersiz sırasında strese yol açarak motivasyonu etkilemekte ve bireylerde psikolojik sorunlara neden olmaktadır (Hashimoto, 2007). Stres kaynaklı depresif ve kaygılı davranışların özellikle hipokampüsteki azalan BDNF düzeyleri ile ilişkisi olduğu tespit edilmiştir (Duman, 2006). Beyindeki nötrofik proteinlerden olan BDNF'nin fiziksel egzersiz sırasında bilişsel hastalıkları (Alzheimer ve Parkinson gibi) önlediği belirtilmektedir (Podewils ve ark., 2005).

BDNF ve belirli varyantlarının literatürde en çok bilişsel ve psikoz üzerine çalışıldığı görülse de atletik performansla ilişkisi olabileceği ve belirli branşlarda bir biyobelirteç olabileceğini destekleyen görüşler de mevcuttur (Ulucan, 2016). Bu görüşü destekler nitelikte olan başka bir çalışmada Çinli elit atletizm, eskrim, jimnastik gibi spor dallarında olan sporcular üzerinde yapılan araştırmada egzersiz sırasında BDNF'in arttığı tespit edilmiştir (Cox ve ark., 1996).

Gerçekleştirilen bir çalışmada yaşlı maraton sporcularından oluşan bir kohortta 55 yaşlı maraton sporcusu ve 58 kontrol bireyi üzerinde çalışılmış ve BDNF rs6265 polimorfizmi karşılaştırılmış, C alleli taşıyıcılarında depresyon oranı daha yüksek iken T alleli taşıyıcılarında herhangi yükseklik bildirilmemiştir. Sonuç olarak yaşlı

bireylerdeki depresif genetik yatkınlığın dayanıklılık özelliğini etkileyebileceği düşünülmüştür (Haslacher ve ark., 2015)

Thomson ve ark. (2015)'deki çalışmasında 141 elit sporcu ile 136 elit olmayan sporculara sansasyon arayışı ile bağlantılı olan genetik varyantların atletlerde bulunduğunu göstermek için 14 aday gen ve 33 lokus analizi gerçekleştirmiş, yüksek risk taşıyan spora katılan sporcular, düşük risk taşıyan spora katılan sporculara göre daha fazla sansasyon ararken daha fazla atletik başarı elde ettiklerini bildirmişlerdir. 14 aday gen ve sporcuları demografik olarak eşleşen alt grupları ile karşılaştırıldığında yüksek riskli sporlara katılımın aday genlerden BDNF ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Belviranlı ve ark. (2016)'da 12 pentatlon ve 14 elit dayanıklı sporcular üzerinde bilişsel performans, BDNF dolaşımı ve irisin düzeylerini inceledikleri çalışmada ise BDNF düzeyi ve irisin konsantrasyonlarının elit dayanıklılık atletlerinde daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. BDNF düzeyi ve irisin konsantrasyonları arasında pozitif korelasyon olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak dayanıklılık eğitimi almış sporculara irisin ve BDNF düzeyleri ile biliş düzeyi arasında pozitif korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır. Jacob ve ark. (2016) 30 Avusturyalı futbolcuda BDNF gen polimorfizmini incelediğinde ilgili polimorfizmin atletik performansa etki ettiğini bildirilmişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada ise sedanter, orta ve uzun mesafe koşucular, tekvando, boksör olarak 4 gruba ayrılan sporcu bireylerin antrenman sonrası serum BDNF düzeyleri karşılaştırılmış, sporcuların sedanter bireylere göre BDNF düzeyinin daha yüksek oranda olduğu belirtilmiştir. Farklı spor dalları karşılaştırıldığında ise serum BDNF düzeyi sırasıyla; tekvando, boks, orta ve uzun mesafe koşucusu şeklinde sıralanmıştır. Sonuç olarak yüksek dikkat, konsantrasyon ve mücadele gerektiren spor dallarında (tekvando ve boks gibi) antrenman sonrası serum BDNF düzeyinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Oztasyonar, 2016).

8. NRG1 (Neuregulin-1)

NRG1 bir polipeptit büyüme faktörü ailesine ait 4 büyüme faktöründen birincisidir. 8p12'de lokalize olan NRG1 geni tarafından kodlanmaktadır. 20 den fazla transmembran protein kodlayabilen ve çok sayıda izoform üretebilen NRG1, kodladığı proteinlerle ErbB reseptörlerini aktive edebildiği için nöronlarda büyüme faktörünü, sinaptik plastitesini ve nöronlar arası kurulan bağlantıları etkilediği, glutemerjik işlevler, sinir iletimi ve glial işleyişinde de etkin rol oynadığı belirlenmiştir (Agarwal, 2014; Buonanno ve Fischbach, 2001; Tan, 2007). Neuregulin-1'in bu etkisi ve NRG'nin çok sayıda tek nükleotid polimorfizmine sahip olması, affektif ve affektif olmayan psikozlarda çok fazla çalışılmasına sebep olmuş, psikiyatrik bozukluklar için bir risk faktörü olduğunu göstermiştir (Taylor, 2013).

Neuregulin-1'in promotor bölgesindeki rs6994992 polimorfizmi IQ, eğitim ve yaratıcılıklarına göre seçilip gruplandırılan 200 sağlıklı ve yüksek akademik performanslı katılımcıda incelenmiş ve en düşük

yaratıcılığa C/C, en yüksek yaratıcılığa ise T/T grubunda rastlanılmıştır (Kéri, 2009).

9. Sonuç

Günümüzde modern teknikler kullanılarak yapılan polimorfizm çalışmaları anksiyete, stres, kaygı, endişe gibi psikolojik faktörlerin moleküler temellerinin anlaşılmasında önemli katkılar sağlamış olsa bile bu faktörleri klinik olarak tanımlama gücü, gen ekspresyonunu tamamen değiştirebilecek epigenetik değişikliklerin tanımlanmamış olması ve genetik araştırmaların yöntemsel sınırlılıkları gibi nedenler bilimsel verilerin değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Psikolojik performansımıza etki eden stres, kaygı, agresyon gibi parametreler bireyin günlük yaşantısını etkilediği gibi, sporcuların müsabakalardaki başarısını da etkilemektedir. Bu nedenlerle sportif aktiviteye etki eden genlerin ve serotonerjik, dopaminerjik ve androjenik sistemlerin işleyişine bağlı olduğu düşünülen stres, duygusal kontrol, rekabet ve saldırganlık direnci gibi psikolojik faktörlere etki eden genlerin belirlenmesinin sporcuların atletik performansının düzenlenmesine katkıda bulunabileceği derlemenin yazarları tarafından düşünülmektedir.

Kaynakça

Abe, D., Doi, H., Asai, T., Kimura, M., Wada, T., Takahashi, Y., Matsumoto, T., & Shinohara, K. (2018). Association between COMT Val158Met polymorphism and competition results of competitive swimmers. *J Sports Science*, 36(4), 393-397.

Agarwal, A., Zhang, M., Trembak-Duff, I., Unterbarnscheidt, T., Radyushkin, K., Dibaj, P., Martins de Souza, D., Boretius, S., Brzózka, M., Steffens, H., Berning, S., Teng, Z., Gummert, M., Tantra, M., Guest, P., Willig, K., Frahm, J., Hell, S., Bahn, S., Rossner, M., Nave, K., Ehrenreich, H., Zhang, W., & Schwab, M. (2014).

Dysregulated expression of neuregulin-1 by cortical pyramidal neurons disrupts synaptic plasticity. *Cell reports*, 8(4), 11301145.

Asghari, V., Schoots, O., Van Kats, S., Ohara, K., Jovanovic, V., Guan, H., Bunzow, J., Petronis, A., & Van Tol, H. H. (1994). Dopamine D4 receptor repeat: analysis of different native and mutant forms of the human and rat genes. *Mol Pharmacol*, 46(2), 364-373.

Belviranlı, M., Okudan, N., Kabak, B., Erdoğan, M., & Karanfilci, M. (2016). The relationship between brain-derived neurotrophic factor, irisin and cognitive skills of endurance athletes. *Phys Sportsmed*, 44(3), 290-296.

Bobb, A.J., Castellanos, F.X., Addington, A.M., & Rapoport, J.L. (2006). Molecular genetic studies of ADHD: 1991 to 2004. *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genetic*, 141, 551-565.

Breda, K., Collins, M., Stein, D.J., & Rauch, L. (2015) The COMT val158met polymorphism in ultra-endurance athletes. *Physiology & Behavior*, 151, 279-283.

Butovskaya, P.R., & Butovskaya, M.L. (2013). Molecular-Genetic Polymorphisms of Dopamine, Serotonin and Androgenic Systems as Molecular Markers of Success in Judo Wrestling Sportmen. *J Bioanal Biomed*, S3.

Caspi, A., Sugden, K., Moffitt, T.E., Taylor, A., Craig, I.W., Harrington, H., McClay, J., Mill, J., Martin, J., Braithwaite, A., & Poulton, R. (2003). Influence of life stress on depression: Moderation by a polymorphism in the 5HTT gene. *Science*, 301, 386-389.

Collier, D.A., Stöber, G., Li, T., Heils, A., Catalano, M., & Di Bella, D. (1996). A novel functional polymorphism within the promoter of the serotonin transporter gene: possible role in susceptibility to affective disorders. *Mol Psychiatry*, 1, 453-460.

Cox, R., Liu, Z., & Qiu, Y. (1996). Psychological skills of elite Chinese athletes. *International Journal of Sport Psychology*, 27(2), 123-132.

Çam, F.S., Çolakoğlu, M., Tok, S., Tok, İ., Kutlu, N., & Berdeli, A. (2010).

Personality Traits and DRD4, DAT1, 5-HT2A Gene Polymorphisms in Risky and Non Risky Sports Participation. *Türkiye Klinikleri J Med Science*, 30(5), 1459-1464

De Milander, L., Stein, D.J., & Collins, M. (2009). The interleukin-6, serotonin transporter, and monoamine oxidase A genes and endurance performance during the South African Ironman Triathlon. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34(5), 858-865.

Duman, R.S., & Monteggia, L.M. (2006). A neurotrophic model for stress-related mood disorders. *Biol Psychiatry*, 59(12), 1116-1127.

Ekelund, J., Suhonen, J., Jarvelin, M. R., Peltonen, L., & Lichtermann, D. (2001). No association of the -521 C/T polymorphism in the promoter of DRD4 with novelty. *Mol Psychiatry*, 6(6), 618-619.

Filonzi, L., Franchini, N., Vaghi, M., Chiesa, S., & Marzano, F.N. (2015). The potential role of myostatin and neurotransmission genes in elite sport performances. *J Biosci*, 40(3), 531-537.

Franken, I.H., Zijlstra, C., & Muris, P. (2006). Are nonpharmacological induced rewards related to anhedonia? A study among skydivers. *Progress in neuropsychopharmacology & biological psychiatry*, 30, 297-300.

Gee, C.J. (2010). How does sport psychology actually improve athletic performance? A framework to facilitate athletes and coaches' understanding. *Behav. Modif*, 34, 386-402.

Golby, J., & Sheard, M. (2006). The Relationship Between Genotype and Positive Psychological Development in National-Level Swimmers. *European Psychologist*, 11, 143-148.

Guhathakurta, S., Ghosh, S., Sinha, S., Chatterjee, A., Ahmed, S., Chowdhury, S.R., Gangopadhyay, P.K., Ghosh, S., Singh, M., & Usha, R. (2006). Serotonin transporter promoter variants: Analysis in Indian autistic and control population. *Brain Res*. 1092, 28-35.

Hashimoto, K. (2007). BDNF variant linked to anxiety-related behaviors. *Bioessays*, 29(2), 116-119.

Haslacher, H., Michlmayr, M., Batmyagmar, D., Perkmann, T., Ponocny-Seliger, E., Scheichenberger, V., Pilger, A., Dal-Bianco, P., Lehrner, J., Pezawas, L., Wagner, O., & Winker, R. (2015). Physical exercise counteracts genetic susceptibility to depression. *Neuropsychobiology*, 71(3), 168-175.

Heils, A., Teufel, A., & Petri, S. (1996). Allelic Variation of the Human Serotonin Transporter Gene Expression. *J Neurochem*, 66(6), 2621-2624.

Herken, H., Erdal, M.E., Mutlu, N., Barlas, Ö., Cataloluk, O., Öz, F., & Güray, E. (2001). Possible association of TMJ and dysfunction with a polymorphism in the serotonin transporter gene. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120, 308-313.

Ibanez, A., Perez, D.C., Fernandez-Piqueras, J., Blanco, C., & Saiz-Ruiz, J. (2000). Pathological Gambling and DNA Polymorphic Markers at MAO-A and MAO-B genes. *Mol. Psychiatry*, 5, 105-109.

Jacob, Y., Cripps, A., Evans, T., Chivers, P.T., Joyce, C. Anderton, R.S. (2016). Identification of genetic markers for skill and athleticism in sub-elite Australian football players: a pilot study. *J Sports Med. Phys Fitness*. 22, [Epub ahead of print]

Kéri, S. (2009). Genes for psychosis and creativity A promoter polymorphism of the Neuregulin 1 Gene is related to creativity in people with high intellectual achievement. *Psychological Science*, 20(9), 1070-1073.

Kohli, U., Diedrich, A., Kannankeril, P. J., Muszkat, M., Sofowora, G. G., Hahn, M. K., English, B. A., Blakely, R. D., Stein, C. M., & Kurnik, D. (2015). Genetic variation in alpha2-adrenoreceptors and heart rate recovery after exercise. *Physiological genomics*, 9, 400-406.

Maliuchenko, N.V., Sysoeva, O.V., VEDIKOV, A.M., Timofeeva, M.A., Portanova, G.V., Ivanitski, A.M., Tonevitski, A.G., & Kirpichnikov, M.P. (2007). Effect of 5HTT genetic polymorphism on aggression in athletes. *Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova*, 57(3), 276-81.

Manuck, S.B., Flory, J.D., Ferrell, R.E., Mann, J.J., & Muldoon, M.F. (2000). A regulatory polymorphism of the monoamine oxidase-A gene may be associated with variability in aggression, impulsivity and central nervous system serotonergic responsivity. *Psychiatry Res*, 95, 9-23.

Mc Fie, S., Abrahams, S., Patricios, J., Suter, J., Posthumus, M., & September, A.V. (2018). The association between COMT rs4680 and 5-HTTLPR genotypes and concussion history in South African rugby union players. *J Sports Science*, 36(8), 920-933.

Morishima M., Harada N., Hara S., Sano A., Seno H., Takahashi A., Morita Y., & Nakaya Y. (2006). Monoamine oxidase A activity and norepinephrine level in hippocampus determine hyperwheel running in SPORTS rats. *Neuropsychopharmacology*, 31(12), 2627-2638.

Oztasyonar, Y. (2016). Interaction between different sports branches such as taekwondo, box, athletes and serum brain derived neurotrophic factor (BDNF) levels, *J Sports Med Phys Fitness*, 57(4), 457-460.

Petito, A., Altamura, M., Iuso S., Padalino, F.A., Sessa, F., D'Andrea

G., Margaglione M., & Belloma, A. (2016). The Relationship between Personality Traits, the 5HTT Polymorphisms, and the Occurrence of Anxiety and Depressive Symptoms in Elite Athletes. *PLoS ONE*. 11(6): e0156601. doi:10.1371/journal.pone.0156601

Podewils, L.J., Guallar, E., Kuller, L.H., Fried, L.P., Lopez, O.L., Carlson, M., & Lyketsos C.G.

(2005). Physical activity, APOE genotype, and dementia risk: findings from the Cardiovascular Health Cognition Study. *Am J Epidemiol*, 161(7),639-651.

Portnova,G.V., Sysoeva,O.V., Maliuchenko,N.V., Timofeeva,M.A., Kulikova,M.A.,Tonevitskiĭ AG, Kirpichnikov MP, & Ivanitskiĭ AM. (2007). Genetic basis of time perception in athletes. *Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova*, 57(4),450-460.

Sabol, S.Z., Hu, S., & Hamer, D. (1998). A functional polymorphism in the monoamine oxidase A gene promoter. *Hum.Genetic*,103,273-279.

Sawczuk, M., Maciejewska-Karlowska, A., Cieszczyk, P., & Zarebska, A. (2012). Ser49Gly and Arg389Gly polymorphisms of the ADRB1 gene and endurance performance. *Open Life Sciences*, 7(5), 794-800.

Schinka, J. A., Letsch, E. A., Crawford, F. C. (2002). DRD4 and novelty seeking: results of meta-analyses. *Am J Med Genet*, 114(6), 643-648.

Sysoeva, O. V., Maluchenko, N.V., Timofeeva, M.A., Portnova, G.V., Kulikova, M.A., Tonevitsky, A.G., & Ivanitsky, A.M. (2009). Aggression and 5HTT polymorphism in females: Study of synchronized swimming and control groups. *International Journal of Psychophysiology*, 72, 173-178.

Tan, W., Wang, Y., Gold, B., Chen, J., Dean, M., Harrison, P.J. et al. (2007). Molecular cloning of a brain-specific, developmentally regulated neuregulin 1 (NRG1) isoform and identification of a functional promoter variant associated with schizophrenia. *J Biol Chem*, 282,24343-24351.

Taylor S.B., Taylor A.R., & Koenig J.I. (2013). The interaction of disrupted type II neuregulin 1 and chronic adolescent stress on adult anxietyand fear-related behaviors.*Neuroscience*,249,31-42.

Thomson, C.J., Hanna, C.W., Carlson, S.R., & Rupert, J.L. (2013). The -521 C/T variant in the dopamine -4- receptor gene (DRD4) is associated with skiing and snowboarding behavior. *Scand J Med Sci Sports*, 23(2),108-113.

Thomson, C. J., Rajala, A. K., Carlson, S. R., & Rupert, J. L. (2014). Variants in the Dopamine-4-Receptor Gene Promoter Are Not Associated with Sensation Seeking in Skiers. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0093521>.

Thomson, C. J., Power, R. J., Carlson, S. R., Rupert, J. L., & Michel, G. (2015). A comparison of genetic variants between proficient low- and high-risk sport participants. *Journal of Sports Sciences*, 33(18), 1861-1870. D

Uluçan, K., Yalçın, S., Akbaş, B., & Konuk, M. (2014). Analysis of Solute Carrier Family 6 Member 4 Gene promoter polymorphism in young Turkish basketball players. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*, 1(2), 37-40.

Uluçan, K. (2016).Brain-Derived Neurotrophic Factor and Exercise, Can It Be a New Biomarker for Athletic Performance?. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*,3(1).

Wagoner, L. E., Craft, L. L., Zengel, P., McGuire, N., Rathz, D. A., Dorn, G. W., & Liggett, S. B. (2002). Polymorphisms of the beta1-adrenergic receptor predict exercise capacity in heart failure, *American heart journal*, 5, 840-846.

Zuckerman, M., & Kuhlman, D.M. (2000). Personality and risk-taking: common biosocial factors, 68(6),999, 1029.