

Year (Yıl) : 2020
Volume (Cilt) : 7
Issue Number (Sayı) : 2
Doi : 10.4103/JNBS.JNBS_8_20

Received/Geliş 16.05.2020
Accepted/Kabul 16.06.2020
JNBS, 2020, 7(2):65-69

Selin Yiğit { ORCID: 0000-0001-8073-0924 }
Tolga Polat{ORCID: 0000-0002-2064-6613}
Canan Sercan Doğan {ORCID: 0000-0002-2218-2234 }
Seçil Tunalı {ORCID: 0000-0002-4378-9684}
Rıdvan Ekmekçi {ORCID: 0000-0001-5085-5988}
Korkut Ulucan {ORCID: 0000-0002-1304-9386 }

PROFESYONEL VOLEYBOLCULARDA *SLC6A4* PROMOTÖR L/S POLİMORFİZMİNİN BELİRLENMESİ VE LİTERATÜR KARŞILAŞTIRILMASI

DETERMINATION OF SLC6A4 PROMOTER L/S POLYMORPHISM IN PROFESSIONAL VOLLEYBALL PLAYERS AND COMPARISON OF THE LITERATURE

Selin Yiğit¹, Tolga Polat², Canan Sercan Doğan², Seçil Tunalı³, Rıdvan Ekmekçi⁴, Korkut Ulucan^{5*}

Etik kurul onayı: 61351342-/2019-11 sayılı etik kurul onayı T.C. Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı tarafından verilmiştir (24 Ocak 2019).

Öz

Çalışmamızda, voleybolcularda serotonin taşıyıcı protein geni (*SLC6A4*) promotör L/S polimorfizminin genotip ve allel dağılımlarını belirlemeyi ve literatürde bulunan önceki çalışmalar ile karşılaştırmayı hedefledik. Bu amaçla çalışmamıza 21 voleybolcu katıldı. Genotipleme işlemi, yanak içi epitel hücrelerinden DNA elde edildikten sonra PCR ile gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması Google Akademik ve PUBMED veri tabanlarında “spor, sporcu, genetik, *SLC6A4*, spor genetiği, polimorfizm” anahtar kelimeler ve kombinasyonları ile yapılmıştır. Kohortumuzda LL, LS ve SS genotipleri sayı ve yüzde olarak sırasıyla 10 (%48), 7 (%33) ve 4 (%19) olarak bulundu. L ve S allel sayı ve yüzdeleri ise sırasıyla 27 (%64) ve 15 (%36) olarak bulunmuştur. Yapılan literatür araması ile 9 farklı çalışma kriterlerimize uygun bulunmuş ve bulgularımız ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, genotip dağılımı açısından SS genotipinin yüzde düşük olması, diğer çalışmalar ve bizim bulgularımız ile ortaktır. Sadece bir çalışmada S alleli yüzde daha fazla bulunmuştur. Son dönemlerde yapılan çalışmalar “S” allelinin anksiyete ile ilişkilendirildiğini göstermiştir. Çalışmamız, voleybolculardaki LL genotip ve L allelinin, SS genotip ve S allelinden yüzde daha yüksek olduğunu gösteren ilk rapordur.

Anahtar Kelimeler: genetik, spor genetiği, serotonin, voleybol, polimorfizm

¹ Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Nörobilim Yüksek Lisans Programı, İstanbul, Türkiye

² Üsküdar Üniversitesi, Tıbbi Genetik ve Moleküler Tanı Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye.

³ Biruni Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Elektronörofizyoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye.

⁴ Pamukkale Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Yöneticiliği Bölümü, Denizli, Türkiye.

⁵ Marmara Üniversitesi, Dış Hekimliği Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu Yazar: ⁵ Marmara Üniversitesi, Dış Hekimliği Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye.
e-mail: korkutulucan@hotmail.com

Abstract

We aimed to determine the genotype and allele distributions of the serotonin transporter protein gene (SLC6A4) promoter L/S polymorphism in volleyball players and compare it with the previous studies in the literature in this study. For this purpose, 21 volleyball players participated in our study. Genotyping was performed by PCR after DNAs were isolated from buccal cells. The literature review has been done in Google Scholar and PUBMED databases with the keywords and combinations of "sports, athletes, genetics, SLC6A4, sports genetics, polymorphism". In our cohort, LL, LS and SS genotypes were found in numbers and percentages as 10 (48%), 7 (33%) and 4 (19%), respectively. The respective L and S allele count numbers and percentages were 27 (64%) and 15 (36%). 9 different studies matched our criteria and compared with our findings with literature review. As a result, the low percentage of SS genotype in terms of genotype distribution was common with the previous studies and our findings. The S allele percentage was higher than our results just in one research. Recent studies have shown that the "S" allele is associated with anxiety. Our study was the first report to show that the LL genotype and L allele in volleyball players are higher than the SS genotype and S allele.

Keywords: *genetics, sport genetics, serotonin, volleyball, polymorphism*

1. Giriş

Atletik performansı etki eden genlerin işleyişini ve düzenlemelerini inceleyen spor genetiği yeni bir bilim dalı olarak kabul görmektedir ve her geçen gün önemi artmaktadır (Ulucan, 2016). Bireylerin hangi tip antrenman modellerinde başarı sağlayabileceğini öngörülmesinde anatomik, biyokimyasal ve fizyolojik veriler kadar genetik bilgiler de son derece önemlidir. Atletik performans için önemli olan kuvvet, güç, dayanıklılık, kas fibril boyut ve kompozisyonu, esneklik, sinir kas koordinasyonu gibi bileşenler bireylerin biyokimyası, fizyolojik özellikleri ve genetik yapıları ile doğrudan ilişkilidir (Altuntaş ve ark., 2020). Araştırmalar sportif performansın %66 oranında genetik ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Ulucan ve ark. 2014; Sercan ve ark., 2016). Spor genetiği alanındaki çalışmaları sportif aktiviteye etki eden serotonerjik ve dopaminerjik sistem gibi psikolojik duyu durumumuzu belirleyen genetik faktörlerin analiz edilmesi çalışmalarını da kapsamaktadır.

Voleybol uzun süreli düşük yoğunluklu aerobik egzersiz ihtiyacı duyar. Bireysel ve takım oyunlarının çeşitliliği ile özel fiziksel yapı ve motorik özellikler gerektirir. Voleybolcular, diğer sporcular gibi, üstün performans elde etmek için yüksek derecede fiziksel, fizyolojik ve psikolojik parametrelere ihtiyaç duyarlar. Özellikle psikolojik yetkinliklerin sürdürülebilmesi sporcuların müsabaka sırasında konsantrasyonlarının devamlılığı açısından önemlidir (Yüksel ve ark., 2017).

Serotonin (5-hydroxytryptamine; 5-HT) merkezi ve periferik sinir sisteminde etkisini gösteren önemli bir nörotransmitterdir. Aynı zamanda canlı ve zinde hissettiren ve kaygıyı düzenleyen bir hormondur. Yetersizliği görülen bireylerde yorgunluk, sıkılganlık ve depresif bir ruh hali gözlenmektedir (Young, 2007). 5-HT, beyin sinapslarına salındıktan sonra, presinaptik nöronal membranlarda lokalize olmuş Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarına bağımlı yüksek afiniteli serotonin taşıyıcı (5-hydroxytryptamine transporter, 5-HTT, SERT, SLC6A4) protein molekülü ile sinaptik boşluktan etkin şekilde temizlenir (Stahl, 1998). SLC6A4 membran proteininin bu aktivitesi ile 5-HT'nin sinaptik etkinliği sonlandırılır ve yeniden kullanılmak üzere nörotransmitter havuz içine yeniden gönderilir. Bu yüzden, serotoninin geri alınımında ve serotonerjik fonksiyonun yürütülmesinde önemli role sahiptir. 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 grubu üzerinde günümüze kadar çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Eken ve ark., 2018; Bahat ve ark., 2019; Tunalı ve ark., 2019).

Spor müsabakaları ise doğal olarak stres içerirler. Kişinin yeterliliği ve çevrenin beklentileri arasında görülen dengesizlik ve bu beklentilerin karşılanamamasının önemli sonuçları olduğuna dair algı, anksiyetenin artmasına yani stres durumunun oluşmasına sebep olmaktadır (Sanhueza ve ark., 2016). Sporcular antrenmanlarda ve sportif aktivitelerde; başarımları gerektiğini hissetmeleri, takımda kalamayacakları düşüncesi, rekabet ve hayatlarındaki sıkı kontrol ve engellenmelerle başa çıkmak durumunda olduklarından anksiyete ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu çalışmamız da anksiyete ile ilişkili SLC6A4 geni promotör bölgesi L/S polimorfizminin Türk profesyonel bayan voleybolcularda araştırılması ve literatürde bulunan aynı gen bölgesi analizini içeren diğer yayınlar ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

61351342-/2019-11 sayılı etik kurul onayı T.C. Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı tarafından verilmiştir (24 Ocak 2019).

2.1. Sporcuların belirlenmesi

Bu çalışmaya, İstanbul Sarıyer Bayan Voleybol Takımında aktif olarak oynayan 21 bayan voleybolcu dahil edilmiştir. Sporcular haftada 4 gün antrenmanların yanı sıra hafta sonu maç olacak şekilde haftada en az 12 saat aktif olarak egzersiz yapmaktadırlar. Sporcularımızın hiçbirinde ve birinci ve ikinci dereceli akrabalarında herhangi bir genetik hastalık bulunmamaktadır. Araştırmamız Helsinki Deklarasyonu-II (2019) protokolüne uygun olarak hazırlanmış, çalışmanın protokolü Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu tarafından onanmıştır. Çalışmamızda yer alan voleybolculara çalışmanın kapsamı ve içeriği hakkında "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu Örneği (BGOF)" ile bilgilendirme yapılmıştır. Voleybolcuların bilgileri dâhilinde yazılı onayları alınıp, onam formları imzalatılmıştır.

2.2. Literatür Taraması

Literatür taramasını Google Akademik ve PUBMED veri tabanlarında "spor, sporcu, genetik, SLC6A4, spor genetiği, polimorfizm" anahtar kelimeleri ve kombinasyonları ile taranmıştır. Çalışmamıza sadece SLC6A4 promotör L/S

polimorfizmi dağılımları içeren yayınlar dahil edilmiştir.

2.3. SLC6A4 Promotör L/S Genotipleme

Çalışmamıza katılan sporcuların ağız içi epitel hücrelerinden DNA epitel hücre toplama çubukları ile epitel hücreler toplanmış, sonrasında DNA izolasyonları Invitrogen DNA İzolasyon Kiti (USA) kullanılarak yapılmıştır. Genotipleme için kullanılan primerler ve PZR koşulları daha önceki çalışmamızda belirtilmiştir (Ulucan ve ark., 2014). Kısaca; 100 ng DNA, 0.5 mM dNTP, 10 pmol primerler ve 2U Taq-polimeraz (Fermantas, Vilnius, Lithuanian) olmak üzere toplam 50 µL hacimde genotipleme reaksiyonu gerçekleştirilmiştir. PZR koşulları 95°C'de 3 dk. ön denatürasyon, toplam 35 döngü olacak şekilde 95°C'de 30 sn., 53°C'de 45 sn., 72°C'de 1 dk. ve son döngü sonrasında 72°C'de 10 dk. final uzama şeklinde uygulanmıştır. Elde edilen amplikonlar etidyum bromürlü %2,5'luk agaroz jel elektroforezinde Ultraviyole (UV) ışık altında görüntülenmiştir.

3. Bulgular

Çalışmamıza katılan tüm sporcularımız başarı ile genotiplenmiştir. Voleybolcularımızın 10'u LL, 7'si LS ve 4'ü de SS genotipinde oldukları belirlenmiştir. Allel sayı ve yüzdeleri ise L ve S alleleri için sırası ile 27 (%64) ve 15 (%36) olarak sayılmıştır. Sporcularımızın genotip ve allel sayı dağılımları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Kohortumuzun genotip ve allel sayı ve yüzdeleri.

Genotip Dağılımları			Allel Frekansı	
Allel	LL	LS	SS	L S
Sayı (%)	10 (%48)	7 (%33)	4 (%19)	27 (%64) 15 (%36)

Literatürde belirlediğimiz anahtar kelimeler ile yaptığımız araştırma sonucunda kriterlerimize uyan 9 farklı araştırma bulunmuş ve bu çalışmalarda SLC6A4 promotör L/S polimorfizm genotip sayı ve yüzdeleri ile çalışılmış spor branşları Tablo 2'de özetlenmiştir.

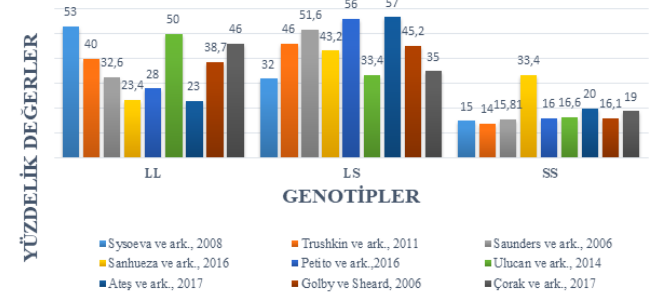
Tablo 2: Literatürdeki SLC6A4 promotör L/S polimorfizminin sporculardaki dağılımı.

Branş (Katılımcı Sayısı)	Sonuç	Yazar-Yıl
Yüzücüler (n=62)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %53, LS: %32, SS: %15	Sysoeva ve ark., 2008.
Kürekçi(n=72) Kayakçı (n=52) Bisikletçi (n=37) Biatlon (n=62)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %40, LS: %46 SS: %14	Trushkin ve ark., 2011.
Ironman Triathlonları (n=411)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %32,6, LS: %51,6 SS: %15,81	Saunders ve ark., 2006.
Uzun Mesafe Tri-atletleri (n=192)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %23,4, LS: %43,2 SS: %33,4	Sanhueza ve ark., 2016.
Elit Atletler (n=130)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %28, LS: %56 SS: %16	Petito ve ark., 2016.
Basketbolcular (n=24)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %50, LS: %33,4 SS: %16,6	Ulucan ve ark., 2014.

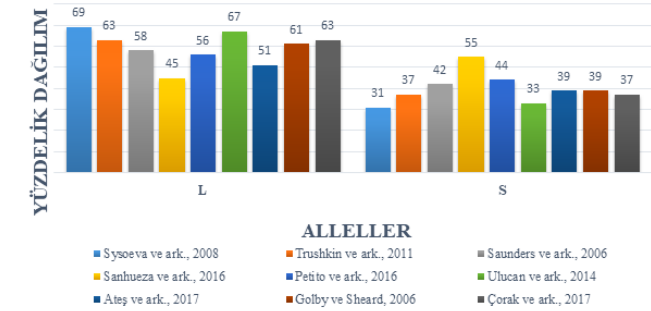
Futbolcularda (n=44)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %23, LS: %57 SS: %20	Ateş ve ark., 2017.
Yüzücüler (n=31)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %38,7 LS: %45,2 SS: %16,1	Golby and Sheard, 2006.
Atlet (n=26)	Bu çalışmadaki genotip dağılımları aşağıdaki gibidir; LL: %46 LS: %35 SS: %19	Çorak ve ark., 2017.

Araştırmamıza dahil ettiğimiz çalışmalarda genotip ve allel dağılım karşılaştırmaları Tablo 3 ve Tablo 4'te belirtilmiştir. Genotip dağılımlarında 9 çalışmanın 3'ünde LL genotipi baskın genotip iken 6'sında LS genotipi daha baskındır. Çalışmaların hiçbirinde SS genotipi baskın olarak bulunmamıştır. Allel dağılımlarında ise çalışmamıza alınan 9 çalışmanın 8'inde L alleli yüzdece daha fazla iken sadece 1 çalışmada S alleli yüzdece daha fazla bulunmuştur.

Tablo 3: Literatürdeki SLC6A4 Çalışmalarının Yüzdesel Genotip Dağılımları



Tablo 4: Literatürdeki SLC6A4 Çalışmalarının Yüzdesel Allel Dağılımları



4. Tartışma

5-HT, merkezi sinir sisteminin en önemli nörotransmitterlerindendir. Beyin kan akımı regülasyonu, uyku, ısı regülasyonu ve agresyon gibi birçok fizyolojik mekanizmada etkisi bulunmaktadır. 5-HT, triptofan aminoasidinden sentezlenir, sentezlenen 5-HT sinir uçlarında depo granüllerde depolanır ve sinirden gelen uyarı ile sinaptik aralığa boşalır. SLC6A4 geni, serotoninin pre-sinaptik nörona geri alınımını düzenlediği için psikolojik ve psikiyatrik rahatsızlıkların etiyolojisinde yer aldığı yapılan çalışmalar ile bildirilmiştir.

Kohortumuzda LL, LS ve SS genotipleri sayı ve yüzde olarak sırasıyla 10 (%48), 7 (%33) ve 4 (%19) olarak bulunmuştur. L ve S allel sayı yüzdeleri ise sırasıyla 27 (%64) ve 15 (%36) olarak sayılmıştır. Bu çalışma, Türk voleybolcularındaki SLC6A4 L/S polimorfizmi ile gerçekleştirilen ilk çalışmadır. Bulgularımıza baktığımızda LL genotipinin yüzdesel olarak fazla olduğu diğer

çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Sysoeva ve ark., 2008; Çorak ve ark., 2017; Ulucan ve ark., 2014). Literatürde karşılaştığımız bazı çalışmalarda ise LS genotip oranının diğer genotiplere oranla daha yüksek olduğunu göstermiştir (Trushkin ve ark., 2011; Saunders ve ark., 2006; Sanhueza ve ark., 2016; Petito ve ark., 2016; Ateş ve ark., 2017; Golby ve Sheard, 2006). Gerek kohortumuzda gerek ise literatür taramamızda hiçbir çalışmada SS genotipinin yüzdece yüksek olduğu sonucuna ulaşılmamıştır. Allelik dağılımlara baktığımız zaman Kohortumuzda L allelinin S alleleline kıyasla yüzdece daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuç diğer çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir (Sysoeva ve ark., 2008; Trushkin ve ark., 2011; Saunders ve ark., 2006; Petito ve ark., 2016; Ulucan ve ark., 2014; Ateş ve ark., 2017; Golby ve Sheard, 2006). Sadece Sanhueza ve ark. (2016) yaptığı çalışmada S alleli, L alleleline kıyasla yüzdece daha yüksek olduğu bulunmuştur. Genotip sonuçlarının ve allel sonuçlarının farklılığının sebebi olarak çalışmanın yapıldığı popülasyon çeşitliliği ve genetik heterojenite gösterilebilir.

Sporcularda yapılan araştırmalarda, S allelinde daha fazla amigdala aktivitesi gösterildiği ve LL alleleline göre daha az dürtü kontrolü sağlanabildiği, LL genotipinde performansın ve elit sporcu olabilme ihtimalinin yüksek olduğu, SS genotipinde stresin daha etkili olduğu açıklanmıştır (Klucken ve ark., 2015). Yapılan bir çalışmada erkek triatletler de SS genotipinin LL, LS genotipine oranla daha az olduğu belirtilmiştir (Saunders ve ark., 2006). Endurans atletler ve sedanter grubun karşılaştırıldığı bir çalışmada ise, LL genotipinin diğer genotiplere göre daha yüksek olduğu ve SS genotipine göre yorgunluk toleransının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Trushkin ve ark., 2011). SLC6A4 polimorfizminin incelendiği Şili'li triatletlerde LS genotipi diğer genotiplere kıyasla daha baskın bulunmuştur (Sanhueza ve ark., 2016). Benzer bir incelemede, sağlıklı Türk atletleri araştırılmış, kohortlarında L alleli %61, S alleli ise %39 olarak bulunmuştur. Genotip bakımından incelendiklerinde SS, LS ve LL genotipleri sırası ile %19, %35 ve %46 olarak bildirilmiştir (Çorak ve ark., 2017). Genç futbolcularda yapılan bir çalışmada ise 44 sporcu ile çalışılmış, futbolcularda L allelinin yüzdesini (%51) S allelinin yüzdesinden (%49) fazla olduğu bildirilmiştir (Ateş ve ark., 2017). Yüzücülerle yapılan bir araştırmada 86 bayan sporcu analiz edilmiş ve SS genotipinin LL ve LS genotiplerine oranla oranını daha az olduğu belirtilmiştir (Maliuchenko ve ark., 2007). Bizim çalışmamızın bulguları, bu çalışmaları destekler niteliktedir.

SLC6A4 polimorfizminin saldırganlığa olan etkisi, sedanter grup ile senkronize yüzücüler arasında incelenmiş, sedanter gruba oranla senkronize yüzücülerde LL genotipi daha yüksek, LS genotipi ise yüzdece daha düşük bulunmuştur (Sysoeva ve ark., 2008). Bir diğer çalışmada SS, SL ve LL genotipleri, 10-24 yaşları arasında 31 yüzücüde analiz edilmiş, LL genotipinin yüzücülerin psikolojik gelişimine önemli düzeyde etkisi olduğunu belirtmişlerdir (Golby ve ark., 2006). Benzer bir çalışma 24 Türk genç basketbolcu da gerçekleştirilmiş, erkeklerde S allelinin, bayanlarda L allelinin daha yüksek düzeyde olduğu belirtilmiştir (Ulucan ve ark., 2014).

SLC6A4 promotör L/S polimorfizmi ile dayanıklılık performansı ve anksiyete arasındaki ilişkinin incelendiği bir

araştırmada İtalyan olimpiyat takımı hokey, basketbol ve futbol oyuncularından 133 sporcu ile çalışılmış, anksiyete bozukluğu ve nevroitik duygu durumun S alleli ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Petito ve ark., 2016).

Yapılan çalışmalar 5-HT düzeyinin egzersiz ile değiştiği saptamıştır. Chauloff ve ark. (1987) tarafından bu konudaki en detaylı çalışma sıçanlar ile yapılmıştır. Sıçanlara 1-8 hafta süre ile fiziksel egzersiz yaptırılarak, dinlenme ve egzersiz sırasında 5-HT düzeyleri ölçülmüştür. Çalışmalarında kısa süreli egzersizde 5-HT düzeyinin değişmediği, ancak triptofan seviyesinin arttığı, uzun süreli egzersizde 5-HT düzeyinin azaldığı, ancak 5-hidroksiindolasetik asit düzeyinin arttığı, sonuç olarak uzun süreli egzersizin 5-HT kullanımını arttırdığı gözlenmiştir.

Literatür çalışmaları göz önüne alındığında SLC6A4 L/S polimorfizmi ile ilgili çalışmaların gerektiği kadar olmadığı gözükmemektedir. Günümüze kadar yapılan çalışmaların sonuçlarına göre SLC6A4 L/S polimorfizminin belirlenmesi, sporcularda karşılaşılan anksiyete ve duygu durum bozuklukları için erken önlem alınmasına yardımcı olabilmektedir. Günümüzde modern tekniklerin kullanıldığı araştırmalar birçok duygu-durum bozukluğunun genetik temellerini açıklamakla birlikte epigenetik farklılıklar ve moleküler çalışmalarda yöntemsel sınırlılıklar bilimsel verilerin analizini zorlaştırmaktadır. Bu açıdan atletik performansı ile ilişkili psikolojik faktörlere etkisi olan genlerin polimorfizmlerinin belirlenmesi, sporcular için bireye özgü antrenman programlarının oluşturulmasına olanak sağlayacaktır.

Onam bilgisi : Bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmıştır.

Etik kurul onayı : 61351342-/2019-11 sayılı etik kurul onayı T.C. Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı tarafından verilmiştir (24 Ocak 2019).

Çıkar çatışması : Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal destek : Finansal destek bulunmamaktadır.

Yazar katkı alanı ve oranı:

Selin Yiğit: Yayının yazılması ve verilerin toplanması %30

Tolga Polat: Verilerin toplanması, genetik analizlerin tamamlanması ve hazırlanması %25

Canan Sercan: Genetik analizlerin tamamlanması %10

Seçil Tunalı: Verilerin toplanması %10

Rıdvan Ekmekçi: Fenotipik verilerin yorumlanması %5

Referanslar

- Altuntaş, İ., Polat, T., Ulucan, K. (2020). mikroRNA'ların atletik performansa etkisi. Eurasian Research in Sport Science, 5(1), 103-109.
- Ateş, Ö., Çorak, A., Kulaksız, H., Sercan, C., Kapıcı, S., Yüksel, İ., Ulucan, K. (2017). Sağlıklı Türk genç futbolcularda anksiyete ile ilişkili SLC6A4 geni promotör "S" ve "L" allellerini saptanması. The Journal of Neurobehavioral Sciences, 4(3), 95-98. doi: 10.5455/JNBS.1503660850.
- Bahat, H. B., Kapıcı, S., Sercan, C., Tuna, G., Kaynar, Ö., Binici, F., Ulucan, K. (2019). Investigation of catechol -O-methyl transferase (COMT) rs4680 polymorphism in swimmers and skiers. The Journal of Neurobehavioral Sciences, 6(2), p:125-128.
- Chauloff, F., Laude D., Serrurier B. (1987). Brain serotonin response to exercise in the rat the influence of training duration. Biogenic Amines, 4, 99-106.

Çorak, A., Kapıcı, S., Sercan, C., Akkoç O., Ulucan K. (2017). A pilot study for determination of anxiety related promoter "S" and "L" alleles in healthy Turkish athletes. *Cellular and Molecular Biology*, 63(5), 29-31.

Eken, B. F., Akpinaroğlu, C., Arslan, K. S., Sercan, C., Ulucan, K. (2018). Genlerin sporda psikolojik faktörlerle ilişkisi. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*, 5(1), 56-61. doi: 10.5455/JNBS.1516796381.

Golby, J., & Sheard, M. (2006). The relationship between genotype and positive psychological development in national-level swimmers. *European Psychologist*, 11, 143-148. doi: 10.1027/1016-9040.11.2.143.

Klucken T., Schweckendiek J., Blecker C., Walter B., Kuepper Y., Hennig J. (2015). The association between the 5-HTTLPR and neural correlates of fear conditioning and connectivity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10, 700-707.

Maliuchenko, N. V., Sysoeva, O. V., Vediakov, 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. *Zhurnal Vysshei Nervnoi Deiatelnosti Imeni I P Pavlova*, 57(3), 276-281.

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.

Sanhueza J. A., Zambrano T., Bahamondes-Avila C., Salazar L. A. (2016). Association of anxiety-related polymorphisms with sports performance in Chilean long distance triathletes: a pilot study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5: 554-561.

Saunders, C. J., Milander, L., Hew-Butler, T., Xenophontos, S. L., Cariolou, M. A., Anastassiades, L. C. (2006). Dipsogenic genes associated with weight changes during ironman triathlons. *Human Molecular Genetics*, 15, 2980-2987. doi: 10.1093/hmg/ddl240.

Sercan, C., Eken, B. F., Erel, Ş., Ülgüt, D., Kapıcı, S., Ulucan, K. (2016). Spor genetiği ve ACE gen ilişkisi. İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 3(2), 26-34.

Stahl, S. M. (1998). Basic psychopharmacology of antidepressant, part 1: Antidepressants have seven distinct mechanism of action. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 59(Suppl 4), 5-14.

Sysoeva, O. V., Maluchenko, N. V., Timofeeva, M. A., Portnova, G. V., Kulikova, M. A., Tonevitskiy, A. G., Ivanitskiy, A. M. (2008). Aggression and 5HTT polymorphism in females: Study of synchronized swimming and control groups. *International Journal of Psychophysiology*, 72, 173-178.

Trushkin, E. V., Timofeeva, M. A., Sysoeva, O. V., Davydov, Y. I., Knicker, A., Struder, H. (2011). Association of Gene 5-HTTLPR polymorphism with parameters of simple and complex reaction times and critical flicker frequency threshold in athletes during exhaustive exercise. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 150, 471- 447.

Tunalı, S., Yiğit, S., Sercan, C., Polat, T., Ekmekçi, R., Ulucan, K. (2019). Profesyonel Voleybolcularda Katekol-O-Metiltransferaz (COMT) rs4680 polimorfizminin belirlenmesi. *Eurasian Research in Sport Science*, 4(1), 1-6.

Ulucan, K. (2016). Spor genetiği açısından türk sporcuların ACTN3 R577X polimorfizm literatür özeti. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 6, 44-47.

Ulucan, K., Bayyurt, G. M., Konuk, M., Güney, A. I. (2014). Effect of alpha-actinin-3 gene on Turkish trained and untrained middle school children's sprinting performance: a pilot study. *Biological Rhythm Research*, 45(4), 509- 514.

Ulucan, K., Yalcin, S., Akbas, B., Konuk, M. (2014). Analysis of solute carrier family 4 member 4 gene promoter polymorphism in young Turkish basketball players. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*; 1: 37-40.

Young, S. N. (2007). How to increase serotonin in the human brain without drugs, *Rev. Psychiatry Neuroscience*, 32 (6): 394-399.

Yüksel, İ., Kapıcı, S., Sercan, C., Kulaksız, H., Polat, T., Turan, G., Ulucan, K. (2017). Addiction related DRD2 rs1800497 polymorphism distribution in volleyball players and bodybuilders. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*, 4(3), 122-125.