

Sportif Performans ve BDNF İlişkisi

The Relationship Between Athletic Performance and BDNF

Celal Bulğay¹, Ebru Çetin¹, Mehmet Ali Ergün²

¹Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye

²Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Genetik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZET

Spor genetiği, günümüzde yeteneklerin belirlenmesinde, geliştirilmesinde ve uygun antrenman programlarının hazırlanmasında kullanılan önemli bir biyolojik belirteçtir. Bu derlemenin amacı, sportif performans ve BDNF ilişkisini özetlemek ve bu alandaki araştırmalar için veri kaynağı oluşturmaktır. Genetik farklılıklar kimilerini çok kısa bir dönem hedeflerine ulaştırırken, kimilerini de oldukça uzun bir dönem dilimi sonrası optimal performansa ulaştırabilmektedir. İnsan Genom Projesi (İGP), insan genomu hakkında bilim dünyasına önemli bilgiler kazandırmıştır. Bu projenin tamamlanması ile birlikte genlerin yaklaşık olarak sayısı, lokasyonları, yapıları ve fonksiyonları hakkında önemli bilgilere ulaşıldı. Genetik yapı ile performans arasındaki ilişkinin incelenmesi İGP'nin tamamlanmasının ardından daha da önem kazanmıştır. Bu proje sonrası yaklaşık 250 genin insan performansı üzerinde etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu genlerden biri de sportif performansla ilişkisi olduğu düşünülen ve spor bilimcilerin son zamanlarda ilgi duyduğu beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) genidir. BDNF'nin spor biliminde yeni bir araştırma konusu olması ve gelecekte sportif performans için önemli hedef genlerden biri olması düşünülmektedir. Sonuç olarak değişen egzersiz türleri BDNF serum etkisini farklılaştırabilmektedir. Buda bize egzersizin BDNF üzerinde etki oluşturabileceğini göstermektedir. Ancak Egzersizle artan BDNF nin performans üzerine etkisi ile ilgili henüz net bir ilişkinin belirlenmediği durumu da ortadadır.

Anahtar Sözcükler: Sportif performans, egzersiz, spor genetiği, BDNF

Geliş Tarihi: 07.02.2020

Kabul Tarihi: 02.09.2020

ABSTRACT

Sports genetics is an important biomarker used to determine talent and prepare suitable training programs to increase sportive performance today. The purpose of this review is to summarize the relationship between sports performance and BDNF and to create a data source for research in this field. While genetic differences enable some individuals to reach their objectives within a very short period of time, it may enable others to reach optimum performance after a long period of time. The Human Genome Project (HGP) has provided important information to the world of science on the human genome. With the completion of this project, we learned possess important information on the approximate number, locations, structures and functions of genes. Examination of the relationship between genetic structure and sports genetics has gained further importance following the completion of HGP. Approximately 250 genes are thought to have an impact on human performance. One of these genes is the brain-derived neurotrophic factor gene (BDNF), that sports scientists have been interested in recently and is thought to affect sports performance. BDNF is thought to become a new research topic in the field of sports science and one of the important target genes for sportive performance. In conclusion, the changing types of exercise may differentiate the serum effect of BDNF, however, it can be said that a clear relationship regarding performance has not yet been determined.

Key Words: Sportif performance, exercise, sports genetics, BDNF

Received: 02.07.2020

Accepted: 09.02.2020

ORCID ID: CB 0000-0003-4026-9883, EÇ 0000-0003-1001-5348, MAE 0000-0001-9696-0433

Yazışma Adresi / Address for Correspondence: Arş. Gör. Celal BULĞAY, Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye E-posta: celalbulgay@hotmail.com

©Telif Hakkı 2020 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi - Makale metnine <http://medicaljournal.gazi.edu.tr/> web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2020 by Gazi University Medical Faculty - Available on-line at web site <http://medicaljournal.gazi.edu.tr/>

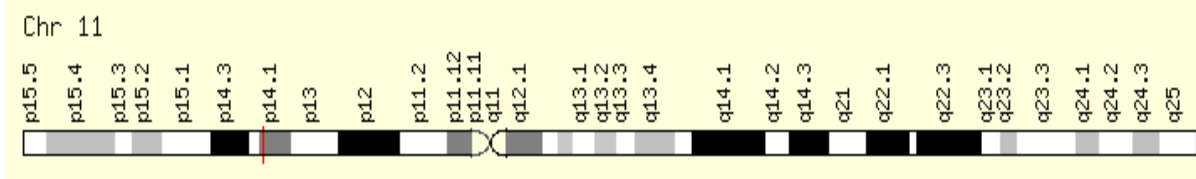
doi:<http://dx.doi.org/10.12996/gmj.2020.160>

GİRİŞ

Sportif performans, sporcuların herhangi bir sportif aktivitede gösterdikleri zihinsel ve fiziksel performanslarının toplamı olarak kabul edilmektedir (1). Araştırmalar performans gelişiminde kas kuvvetinin %30-80, maksimum oksijen alımının (VO_{2max}) %40-70, anaerobik güç ve kapasitesinin ise %30-90 oranında genetik ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (2-4). Geri kalanı ise koçluk, aile desteği, uygun antrenman protokolleri, beslenme, ekipman, motivasyon, uyku ve genetik dışı faktörlerle ilişkilidir (5). Ericsson çalışmasında, bir işte ustalaşmak, uzman olmak veya başarılı olmak için ortalama 10.000 saat o işe ile uğraşmalısınız diyordu. 10.000 saat hipotezi ortaya atıldığında oldukça ses getirmişti. Ancak spor genetiği alanında yapılan çalışmalar bu hipotezin etkisini zamanla azaltmıştır (6). Performans gelişim için bazılarının 10.000 saat bazılarının ise daha az saat antrenman yaparak başarıya ulaşmasının temelinde söz konusu genetik farklılıklar olduğu bildirilmiştir (7). Spor genetiği, sporcuların genetik düzenlemelerini ve işleyişlerini inceleyen yeni bir bilim dalı olarak kabul edilmektedir. İnsan DNA dizisinin 2000 yılında İGP ile genlerin yaklaşık olarak sayısı, lokasyonları, yapıları ve fonksiyonları hakkında önemli bilgiler ortaya konmasından sonra, sportif performans ile ilişkili genler de incelenmeye başlamıştır (8). Günümüzde sportif performans ile ilişkili yaklaşık olarak 200 gen bulunmuştur.

Genetik bölgelerin bir kısmı, farklı popülasyonlarda analiz edilmiş ve halen çalışmalar devam etmektedir (1). Sportif performansla ilişkilendirilebilecek genler örnek olarak; *ACE*, *ACTN3*, *ADRA2A*, *ADRB2*, *PPARA*, *PPARGC1A*, *AMPD1*, *HIF1A*, *NOS3*, *BDKRB2*, *VEGFR2*, *VEGFA* olarak sıralanabilir (9). Sadece bireysel sporcularda değil, aynı zamanda takım sporlarında da başarı için, genetik yapıya uygun antrenman ve beslenme programlarının oluşturulması şüphesiz ki büyük önem taşımaktadır.

Spor bilimcilerin son zamanlarda ilgi duyduğu ve sportif performansa etki edebildiği düşünülen bir başka gen ise Beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) genidir. Merkezi ve çevresel sinir sisteminde nöronların yaşamasını, büyümesini ve fonksiyonlarını etkilemektedir (10) Nörogenesisteki rolünün dışında mevcut nöronları koruma rolünü de üstlenmektedir. Ayrıca düşünmeyi, öğrenmeyi ve beyinde üst düzey işlevselliğin sağlanması için hayati önem taşır (11) (12). Literatür bilgisi doğrultusunda BDNF'nin vücuttaki seviyesi, egzersiz, stres, yaş, psikiyatrik bozukluklar (şizofreni, bipolar bozukluk, obsesif kompulsif bozukluk) ve nörodejeneratif hastalıklar (Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı, prion hastalığı, motor nöron hastalığı, huntington hastalığı, spinoserebellar ataksi ve spinal müsküler atrofi) durumlarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (12). BDNF geni, 11. kromozomun kısa kolu (p) üzerinde (11p14,1) yaklaşık 70 kb uzunluğundadır



Şekil-1. Kromozom 11 üzerinde BDNF gen lokalizasyonu (13).

BDNF'nin gelecekte sportif performansa etkisi, spor biliminde yeni bir araştırma konusu olarak popülaritesini her geçen gün artırmaktadır. Bu nedenle araştırmaların amacı sporcularda genetiğin önemi ve BDNF ilişkisinin performans açısından değerlendirilmesidir.

BDNF'nin Sportif Performansa Etkisi

Yapılan derleme de günümüze kadar Pubmed, Google Akademik, Kongre kitapçıkları ve Akademik tezlerin veri tabanlarından ulaşılabildiğimiz çalışmaları bir araya getirerek özetlemeyi amaçladık. Yapılan incelemelerde sporcuların performanslarında BDNF'nin etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlandığı görülebilmektedir. Çalışmada egzersiz ve BDNF ilişkisi farklı çalışmalardan değerlendirilmiştir ve incelenmiştir. Değişen egzersiz protokolleri ve spor branşları BDNF ile ilişkisini etkileyebilmektedir. Yapılan bir çalışmada Brezilya'lı ulusal judo ekibi sporcularında judo egzersiz seansı (Randori) maksimum artımlı rampa testinin (MIRT) önce ve sonra plazma BDNF seviyesi hem egzersiz uyarıcıları hem de cinsiyetler arasındaki sonuçları karşılaştırıldığında, BDNF'nin plazma seviyeleri Randori ve MIRT'den sonra hem erkekler hem de kadınlar için önemli ölçüde artmıştır. Her iki egzersiz uyarıcısına bakıldığında ise Randori'den sonra BDNF'de daha büyük bir artış olduğu gözlemlenmiştir (14). Bir diğer çalışmada toplam 37 birey üzerinde (uluslararası 14, ulusal 8 ve kontrol grubu 15) bazal plazma BDNF konsantrasyonları incelendiğinde, sedanter deneklere göre uluslararası ve ulusal sprinterlerde anlamlı derecede daha yüksek değerlere sahip olduğu ve buna ek olarak da uluslararası düzeydeki sprinterlerin plazma düzeyindeki BDNF konsantrasyonları, ulusal düzeydekilere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir (15). Sporcular üzerinde yapılan bir başka çalışmada serum BDNF'nin egzersizle arttığı, bu artışın sıcakta yapılan egzersizle daha arttırıldığı saptanmıştır (16).

BDNF ve sportif performans ile ilişkili çalışmalarda birbirinden farklı görüşlerdeki bulgulara da rastlanmaktadır. Örnek verilen çalışmalar sporcu ve sedanterlerin serum BDNF düzeylerinde egzersizin etkisini olmadığını hatta sedanterlerin sporculara göre daha yüksek düzeylere sahip olabileceğini göstermiştir. Örneğin, kontrol grubu 9 ve antrenmanlı grup 13 olmak üzere 2 gruba ayrılan, antrenmanlı grup haftada 18 saat 3 yıldan fazla masa tenisi oynayan sporculardan oluşturulmuştur. Düzenli olarak spor yapan sporcuların bazal BDNF düzeyinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu saptanmıştır (17). Akut aerobik ve anaerobik antrenmana yanıt olarak BDNF'deki değişikliği incelemek için yapılan çalışmada, 10 yıldan fazla süredir ulusal şampiyonada yarışan 19 elit sporcu ve 20 sedanter denek katılmıştır.

Bazal serum BDNF atlet grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha düşük çıktı (475.18 ± 45.32, 1089.30 ± 94.92, P = 0.001). Serum BDNF, VO_{2max} ile ters korelasyon olduğunu göstermiştir ($r = -0.5$, $P = 0.013$). Fakat yapılan aerobik veya anaerobik akut antrenmanın hem sedanter hem de sporcularda serum BDNF seviyesini artırdığını saptamıştır (18). Sağlıklı bireylere uygulanan 12 haftalık aerobik egzersiz programının bazal BDNF konsantrasyonlarında artışa neden olmadığını saptanmıştır (19). Farklı çevresel faktörlerinin performans üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise, egzersizin BDNF'yi önemli ölçüde artırdığını ancak irtifanın BDNF konsantrasyonu üzerinde hiçbir etkisi olmadığını açıklamıştır (20).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda yukarıdaki araştırmaların tersine egzersizin BDNF serum düzeyini artırdığı ve hatta farklı egzersiz türlerinin de bu artışın düzeyini etkileyebildiği görülmüştür. Sedanter bireylerde uygulanan farklı çeşit ve yüklenmelerdeki egzersizlerde BDNF düzeyine olan etkisinin incelendiği çalışmalar incelenmiştir. Yapılan bir çalışmada sedanter üniversite öğrencilerinde "açık beceri" ile "kapalı beceri" antrenmanlarının BDNF üretimi üzerindeki etkilerine bakılmış ve beş dk., ısınmadan sonra 30 dk., badminton veya koşu programı uygulandığında, badminton oynayan bireylerin BDNF serum seviyeleri daha yüksek olduğu saptanmıştır (21). Farklı bir çalışmada ise yüksek yoğunluklu egzersizin, periferik serum BDNF'nin artışını bildirmiştir (22). Yüksek yoğunluklu aralık çalışma (HIIT) iskelet kasında diğer egzersiz formlarına göre daha yüksek yağ oksidasyonu sağladığı görüşünü desteklerken BDNF serum seviyesinde de önemli artışlar olduğunu saptamıştır (23). Kısa aralıklarla yapılan yüksek yoğunluklu egzersizin, serum BDNF'yi yükseltmek için sürekli yüksek yoğunluklu egzersize göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (24). Hem akut hem de kronik egzersizin, serum BDNF konsantrasyonlarını artırdığına dair araştırmalara da rastlanmaktadır (25). Üç aylık dayanıklılık antrenmanı yapan grubun kontrol gruba kıyasla BDNF seviyesinde önemli bir artış olduğu, antrenman sonrasında BDNF'nin insan beyininde daha fazla salınması, dayanıklılık antrenmanının beyin işlevselliğini geliştirdiğini açıklamışlardır (26). Hem istirahat hem de egzersiz sırasında BDNF'nin %70-%80 ana kaynağı beyin olduğu tahmin edilmektedir (27). Sağlıklı 30 genç bireyin 5 haftalık orta yoğunlukta dayanıklılık antrenmanından sonra antrenmanlı grubun hem bazal hem egzersiz sonrasında BDNF seviyeleri daha yüksek olduğu görülmüştür (28). Sağlıklı bireylerde yapılan 6 haftalık aerobik egzersizin BDNF seviyesinde önemli ölçüde arttığı saptanmıştır (29). Bazal BDNF düzeylerinin kardiyovasküler uygunluk düzeyleri ile ters korelasyonlu olduğunu, ancak ters korelasyonların egzersizden hemen sonra tüm dolaşımdaki BDNF düzeyleriyle pozitif korelasyonlara dönüştüğünü,

Ayrıca, trombosit BDNF düzeylerinin de egzersizden olumlu etkilendiği saptanmıştır (30). Kan laktat değerinin BDNF kan konsantrasyonlarının düzenlenmesinde rol oynadığı, yüksek yoğunluklu egzersizin kandaki BDNF'yi artırdığını, laktatın sağlıklı insanlarda BDNF tepkilerini incelemek için kullanılabilceği de rapor edilmiştir (31).

Egzersiz ile birlikte ya da tek başına BDNF'in yaş ve cinsiyet değişkenleri ile birlikte ilişkilerini değerlendiren çalışmalara da rastlanmıştır. Karma düşük dirençli bir eğitim programının yaşlı erkeklerde dolaşımdaki BDNF'yi artırabildiğini göstermektedir (32). Yaş ortalaması 65 olan 12 haftalık klasik denge antrenmanının BDNF seviyesi kontrol gruba göre önemli oranda artış olduğu görülmüş, ayrıca araştırmada yaşlı bireylerde nöroplastisiteye olumlu etkilerini saptanmıştır (33). Yaşlılarda fiziksel aktivite ile BDNF Val66Met polimorfizmi arasındaki ilişkiyi açıkça göstermektedir. İlişki yalnızca Val/Val polimorfizmine sahip katılımcıların fiziksel aktiviteden yararlandığını göstermektedir (34). Benzer bir başka araştırmada ise yaş ortalaması 45 olan bireyler üzerinde yaptığı araştırmada 16 haftalık antrenman yapan kişilerin kontrol gruba göre BDNF seviyelerinde önemli gelişmeler gösterdiği ve buna ek olarak, BDNF genotipinin BDNF serum ve egzersiz üzerinde etkisi olduğunu saptamıştır (35). Aerobik egzersiz eğitiminin yetişkinliğin sonlarında hipokampus işlevselliği kaybını tersine çevirmede etkili olduğunu ve bunun da gelişmiş hafıza fonksiyonuyla etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca hipokampus'un fonksiyonu serum BDNF seviyeleri ile ilişkili olduğunu saptamıştır (36). Kontrol grubu, aerobik egzersiz grubu ve kombinasyon egzersiz grubu olmak üzere üç farklı gruptan oluşan orta yaşlı kadınlar üzerinde incelemede, gruplar arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen hem aerobik hem de kombinasyon grubunun BDNF konsantrasyonu kontrol gruba göre önemli ölçüde daha yüksek artmıştır. Kombinasyon grubunun BDNF artışı ise aerobik gruba göre daha yüksek olduğu görülmüştür (37). Cinsiyet değişkeni üzerinde yapılan bir başka araştırma ise 3 aylık antrenmandan sonra BDNF seviyesi hem kadınlarda hem de erkeklerde artış olduğunu fakat bazal BDNF ve antrenman sonrası BDNF seviyesi erkeklerin kadınlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır (38).

Türkiye'de Yapılan Araştırmalar

Ülke çapında yapılan yayınlar kapsamında Sportif performans ve BDNF ilişkisini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar sıralanmıştır.

Makale, Derleme ve Kongre Kitapçığı

Sedanter bireylerin antrenman sonrası serum BDNF düzeyleri karşılaştırılmış, sporcuların sedanter bireylere göre BDNF düzeyinin daha yüksek oranda olduğu saptanmıştır. Farklı spor branşları karşılaştırıldığında ise serum BDNF düzeyi sırasıyla; tekvando, boks, orta ve uzun mesafe koşucusu şeklinde sıralanmıştır (39).

Rs6265 polimorfizm ve duysal motor entegrasyonu (SMI) üzerindeki rolü incelenmiş. Sağlıklı kırk üç katılımcının 5 günlük basketbol atış egzersizleri programı BDNF genotiplerine göre iki gruba ayrıldı. BDNF genotipine bakıldığında 1. grup Val66Val 26 kişiden iken 2. grup, Met aleli olan 17 kişiden oluşuyordu. 2. Grup 5. günde basketbol skorlarında daha düşük bir artışa sahip olduğu saptanmıştır. BDNF met alelin varlığı daha düşük bir öğrenme performansı ile ilişkilendirilmiştir. Bu polimorfizmi olan denekler, egzersizin sonuna kadar sürdürülemeyen motor öğrenmeyi gösterdiğini saptamışlar (40). Polimorfizm ile ilgili bir başka çalışma ise BDNF rs6265 polimorfizm analizinde 21 voleybolcudan 15'inin (%72) GG, 6'sının (%28) GA genotipinde olduğu, BDNF için AA genotipine rastlanmamıştır. Allel dağılımları incelendiğinde G Allelinin %86 oranında, A Allelinin ise %14 oranında olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada BDNF polimorfizminde GG genotipi ve G allelinin baskın olduğu tespit edilmiştir (41).

BDNF molekülünün birçok fizyolojik sistemde BDNF'nin rol oynadığını, fizyolojik mekanizmalarının anlaşılması açısından büyük bir önem taşıdığını saptamıştır (42). Yaşlılarda fiziksel egzersizin BDNF'ye etkilerin değerlendirildiği deneysel nitelikli 21 tam metin çalışma incelendiğinde, çalışmaların çoğunluğunda yaşlılarda fiziksel egzersizin BDNF düzeylerini artırdığını gösteren güçlü kanıtlar olduğunu saptamıştır (43). En az 6 ay boyunca ve 30 dakika süreli, aerobik ve kuvvet egzersizleri ile oluşturulan programların BDNF'yi artırdığını kanıtlayan çalışmalar olduğunu saptamıştır (44). BDNF serum seviyesinin artması sporcunun performans durumunu net bir şekilde göstermediğini de açıklamıştır (45).

Akademik Tezler

Çalışmada 15-25 yaş aralığında en az iki yıldır düzenli antrenman yapan 15 adet elit kickboksçu 15 sağlıklı sedanter erkek gönüllü bireyler karşılaştırılmıştır. Kickboksçu sporcularda sürekli kafaya darbe almak beyin hasarına neden olduğu, kickboks bir dövüş sporu olsa da yoğun antrenmanları sebebiyle BDNF serum seviyesi yükselmesini sağlayarak öğrenme, hafıza gibi bilişsel fonksiyonları olumlu yönde etkileyebileceği saptamıştır (46). Futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada 20-25 yaşları arasında en az iki yıldır düzenli antrenman yapan 15 adet amatör futbolcu ve 15 adet sedanter katılmıştır. Elde edilen bulgulara göre aerobik ve anaerobik performans değerleri beklendiği gibi futbolcularda sedanterlere göre yüksek olduğu, bilişsel fonksiyon testleri açısından gruplar arasında fark olmamasına rağmen serum BDNF seviyeleri futbolcularda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (47). Yine futbolcular ile yapılan çalışmada futbol geçmişli en az 6 yıl olan 18-23 yaşları arasında 20 gönüllü elit sporcunun katıldığı rastgele 2 grup (HIIT ve Antrenman Grubu) oluşturuldu. Antrenman sonrası yorgunluk indeksi, VO₂max ve Mini-Mental Durum testi değerleri HIIT grubunda normal antrenman grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek çıkmıştır (p>0,05). BDNF değerleri açısından gruplar arası anlamlı fark olmamasına rağmen BDNF değerleri her iki grupta da antrenman öncesi değerlerine göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (p<0,05). Sonuç olarak, HIIT antrenmanının sporcuların performans değerlerini ve kognitif fonksiyonlarının normal antrenmana göre daha iyi düzeyde etkilediği söylenebilir bu yüzden futbolcularda normal antrenmana ek olarak HIIT programlarının uygulanması önerilebilir (48). Bir başka araştırmada 20 profesyonel kadın voleybol sporcusu ve 20 kadın sedanter bireylerden oluşan haftada en az 8 saat antrenman yapan ve en az 7 yıldır voleybol oynayan profesyonel kadın voleybol oyuncusu ile aktif olarak herhangi bir spor faaliyetinin içinde olmayan kontrol grubunu oluşturan kişiler, çalışmaya uygun olarak kabul edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre voleybolcuların hazırlık dönemi öncesi ve sonrası BDNF değerlerinde uzun süreli düzenli egzersiz yapmasına bağlı olarak yükselme yönünde anlamlı bir farklılık bulunmuştur (P<0,05) (49).

İnsan çalışmasına ek olarak, Farklı egzersiz türlerin sıçanlar üzerindeki etkisi incelendiğinde ise 28 adet 18 aylık Wistar sıçan temin edilip 4 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna herhangi bir egzersiz programına uygulanmazken iken, egzersiz gruplarına ise 90 gün boyunca egzersiz yaptırıldı. Yaşlı gönüllü egzersiz grubundaki sıçanlar gönüllü koşu bandı egzersizi, yaşlı serbest yüzme grubuna günde 1 saat serbest yüzme egzersizi, yaşlı ağırlıklı yüzme grubuna ise günde 1 saat vücut ağırlığının %5'ine eşit bir ağırlık gövdelerine bağlanarak ağırlıklı yüzme egzersizi yaptırıldı. Çalışmanın sonunda yaşlı serbest yüzme grubunun BDNF düzeyleri, yaşlı kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksekti (P<0.05). Yaşlı kontrol grubu ile yaşlı gönüllü egzersiz grubu arasında ise BDNF düzeylerinde anlamlı bir farklılık olmadığı (P>0.05). Sonuç olarak, yüzme egzersizi, modaliteden bağımsız olarak yaşlı sıçanlarda kas dokusu BDNF seviyelerini etkileyebilir olduğunu saptamıştır (50).

SONUÇ

Genetik araştırmalar, günümüzde umut verici fırsatlar sunmaktadır. Yapılan araştırmalar değerlendirildiğinde değişen egzersiz türleri BDNF serum etkisini farklılaştırabilmektedir. Elde edilen bulgulara göre tartışmalı birkaç çalışmaya rağmen yüksek dikkat, direnç, konsantrasyon ve mücadele gerektiren spor dallarında egzersiz sonrası serum BDNF düzeyinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Egzersizle birlikte cinsiyet değişkenlerine göre de BDNF serum etki büyüklüğünün kadınlarda erkeklere oranla daha düşük olduğu ve bu etkinin vücut kas kütlesi ile ilişki olduğu söylenebilir. Değişen egzersiz türleri BDNF serum etkisini farklılaştırabilmektedir ancak performans ile ilgili net bir ilişkinin de henüz belirlenmediği görülebilir. BDNF ve sportif performans ilişkisi hakkında daha net bilgi verebilmek için daha geniş örneklem büyüklüğü, farklı branşlar ve farklı egzersiz protokolleri dikkate alınarak daha fazla araştırma yapılması gerektiği düşünülmektedir. Yapılan araştırmada sportif performans ve BDNF ilişkisinin araştırılacağı sonraki çalışmalar için önemli bir veri kaynağı olacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

1. Ulucan K. Literature review of turkish sportsmen in terms of ACTN3 R577X polymorphism. *Clin Exp Heal Sci* 2016;6(1):44-7.
2. Hughes D. The world anti-doping code in sport: update for 2015. *Aust Prescr* 2015;38(5):167-70.
3. Costa AM, Breitenfeld L, Silva AJ, Pereira A, Izquierdo M, Marques MC. Genetic inheritance effects on endurance and muscle strength: An update. *Sport Med*. 2012;42(6):449-58.
4. Williams AG, Day SH, Folland JP, Gohlke P, Dhamrait S MH. Circulating angiotensin converting enzyme activity is correlated with muscle strength. *Med Sci Sport Exerc* 2005;37(5):944-8.
5. Sercan C, Kaynar Ö, Bilici F, Ulucan K. Investigation of catechol -o-methyl transferase (comt) rs4680 polymorphism in swimmers and skiers. *J Neurobehav Sci* 2019;(0):1.
6. Ericsson KA., Krampe R, Tesch-Rome C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Rev* 1993;100(363):406.
7. Cerit M, Çakıroğlu T. Athletic performance and genetics. *Int Sci* 2019;11(43):494-500.
8. Ulucan K, Topal ES, Aksulu BK, Yaman B, Ciftci İC, Bıyıklı T. Athletic performance, genetics and gene doping. *Istanbul Kanuni Sultan Süleyman Tıp Derg* 2015;7(2):58-62.
9. Fatma K. Sportif performansın genetik ile ilişkisi. *Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekim Derg* 2015;50:21-30.
10. Yarım G, Kazak F. Beyin kaynaklı nörotrofik faktör. *Atatürk Üniversitesi Vet Bilim Derg* 2015;10(2):120-9.
11. Lee J, Fukumoto H, Orne J, Klucken J, Raju S, Vanderburg CR, et al. Decreased levels of BDNF protein in Alzheimer temporal cortex are independent of BDNF polymorphisms. *Exp Neurol* 2005;194(1):91-6.
12. Yoshii, A. Constantine-Paton M. Postsynaptic BDNF-TrkB signaling in synapse maturation, plasticity, and disease. *Dev Neurobiol* 2010;70(5):304-22.
13. GeneCards The Human Gene Database. 2020. Available from: <https://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=BDNF>
14. Schor B, da Silva SG, de Almeida AA, Pereira CAB, Arida RM. Plasma brain-derived neurotrophic factor is higher after combat training (Randori) than incremental ramp test in elite judo athletes. *Brazilian J Med Biol Res* 2019;52(4):1-8.
15. Correia PR, Scorza FA, da Silva SG, Pansani A, Toscano-Silva M, de Almeida AC, Arida RM. Increased basal plasma brain-derived neurotrophic factor levels in sprint runners. *Neurosci Bull* 2011;27(5):325.
16. Goekint M, Roelands B, Heyman E, Njemini R, Meeusen R. Influence of citalopram and environmental temperature on exercise-induced changes in BDNF. *Neuroscience letters* 2011;494(2):150-4.
17. Kim Y. The impact of exercise training on basal BDNF in athletic adolescents. *J Phys Ther Sci* 2016;28(11):3066-9.
18. Babaei P, Damirchi A, Mehdiipoor M, Tehrani B. Long term habitual exercise is associated with lower resting level of serum BDNF. *Neurosci Lett* 2014;566:304-8.
19. Williams J, Ferris L. Effects of endurance exercise training on brain-derived neurotrophic factor. *J Exerc Physiol* 2012;15(4):11-7.
20. Van Cutsem J, Pattyn N, Vissenaeken D, Dhondt G, De Pauw K, Tonoli C, et al. The influence of a mild thermal challenge and severe hypoxia on exercise performance and serum BDNF. *Eur J Appl Physiol* 2015;115(10):2135-48.
21. Hung C, Tseng J, Chao H, Hung T, Wang H. Effect of acute exercise mode on serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and task switching performance. *J Clin Med* 2018;7(10):301.
22. Helm E, Matt K, Kirschner K, Pohlgr R, Kohl D, Reisman D. The influence of high intensity exercise and the Val66Met polymorphism on circulating BDNF and locomotor learning. *Neurobiol Learn Mem* 2017;144:77-85.
23. Jiménez-Maldonado A, Rentería I, García-Suárez P, Moncada-Jiménez J, Freire-Royes L. The impact of high-intensity interval training on brain derived neurotrophic factor in brain: a mini-review. *Front Neurosci* 2018;839.
24. Saucedo Marquez, CM. Vanaudenaerde B, Troosters T, Wenderoth N. No Title. *J Appl Physiol* 2015;119(12):1363-73.
25. Griffin É, Mullally S, Foley C, Warmington S, O'Mara S, Kelly Á. Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiol Behav* 2011;104(5):934-41.
26. Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, Stallknecht B, et al. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *Am J Physiol* 2010;298(2):R372-7.
27. Rasmussen P, Brassard P, Adser H, Pedersen M, Leick L, Hart E, et al. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Exp Physiol* 2009;94(1062-1069).
28. Zoladz J, Pilc A, Majerczak J, Grandys M, Zapart-Bukowska J, Duda K. Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men. *J Physiol Pharmacol* 2008;59(Supply):119-32.
29. Babaei P, Alamdari K, Tehrani B, Damirchi A. Effect of six weeks of endurance exercise and following detraining on serum BDNF and memory performance in middle aged males with metabolic syndrome. *J Sport Med Phys Fit* 2013;53(4):437-43.
30. Cho H, Kim J, Kim S, Son Y, Lee N, Jung S. The concentrations of serum, plasma and platelet BDNF are all increased by treadmill VO_{2max} performance in healthy college men. *Neurosci Lett* 2012;519(1):78-83.
31. Schiffer T, Schulte S, Sperlich B, Achtzehn S, Fricke H, Strüder H. Lactate infusion at rest increases BDNF blood concentration in humans. *Neurosci Lett* 2011;488(3):234-7.
32. Forti L, Van Roie E, Njemini R, Coudyzer W, Beyer I, Delecluse C, et al. Dose- and gender-specific effects of resistance training on circulating levels of brain derived neurotrophic factor (BDNF) in community-dwelling older adults. *Exp Gerontol* 2015;70:144-9.
33. Kubica J, Szymura J, Domagalik A, Golda S, Wiecek M, Fafrowicz M, et al. Systematic balance exercises influence cortical activation and serum bdnf levels in older adults. *J Clin Med* 2019;8(11):1910.
34. Canivet A, Albinet C, André N, Pylouster J, Rodriguez-Ballesteros M, Kitzis A, et al. Effects of BDNF polymorphism and physical activity on episodic memory in the elderly: a cross sectional study. *Eur Rev Aging Phys Act* 2015;12(1):15.
35. Nascimento C, Pereira J, Pires de Andrade L, Garuffi M, Ayan C, Kerr D, et al. Physical exercise improves peripheral BDNF levels and cognitive functions in mild cognitive impairment elderly with different bdnf Val66Met genotypes. *J Alzheimer's Dis* 2015;43(1):81-9.
36. Erickson K, Voss M, Prakash R, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci* 2011;108(7):3017-22.
37. Cho H, Kim J, Lee N, Kim S, Yoon N. Effects of combined exercise on cardiovascular risk factors and serum BDNF level in mid-aged women. *J Exerc Nutr Biochem* 2014;18(1):61.
38. Murawska-Cialowicz E, Wojna J, Zuwała-Jagiello J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. *J Physiol Pharmacol* 2015;66(6):811-21.
39. Öztasyon Y. Interaction between different sports branches such as taekwondo, box, athletes and serum brain derived neurotrophic factor levels. *J Sports Med Phys Fitness* 2017;57(4):457-60.
40. Deveci S, Matur Z, Kesim Y, Senturk G, Sargin-Kurt G, Ugur S, et al. Effect of the Brain-derived Neurotrophic Factor Gene Val66Met Polymorphism on Sensory-Motor Integration During a Complex Motor Learning Exercise. *Brain Res* 2020;146652.
41. Polat T, Sercan C, Ekmeççi R, Eken B, Ulucan K. Profesyonel voleybolcularda beyin-türevli nörotrofik faktör (bdnf) (rs6265) polimorfizmlerinin dağılımı. 17 Spor Bilimleri Kongresi. Antalya; 2019.
42. Bayraktar B. Beyin kaynaklı nörotrofik faktör (bdnf) hormonu fizyolojisi ve fizyolojik sistemler üzerindeki etkisinin incelenmesi. Türkiye Vizyonu Multidisipliner çalışmaları. 2019.
43. Birinci Y, Şahin Ş, Vatanserver Ş, Pancar S. Yaşlılarda fiziksel egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (bdnf) üzerine etkisi: deneysel çalışmaların sistematik derlemesi. *Spor Hekim Derg* 2019;54(4):276-87.
44. Uysal S. Egzersiz ve kognitif fonksiyonlar. *J Exerc Ther Rehabilitation*. 2015;
45. Ulucan K. Brain-Derived neurotrophic factor and exercise, can it be a new biomarker for athletic performance? *J Neurobehavioral Sci*. 2016;3(1).
46. Arık F. Elit kickboks sporcularında kümülatif kafa travmasının bilişsel fonksiyonları ve nörotrofik faktörler üzerine etkileri (tez). *Fizyoloji Anabilim Dalı Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Selçuk Üniversitesi*. 2019.
47. İpekten E. Amatör futbolcularda bilişsel fonksiyonların beyin hasarı belirteçleri, nörotrofik faktörler ve miyokinlerle ilişkisi (tez). *Fizyoloji (Tıp) Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Selçuk Üniversitesi*. 2018.
48. Tobakçal F. Genç elit futbolcularda yüksek yoğunluklu aralık antrenmanın performans ve kognitif fonksiyona etkisi (tez). *Fizyoloji (Tıp) Ana Bilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Selçuk Üniversitesi, Konya*. 2019.
49. Diñçer Ö. Bayan voleybolcularda egzersizin sinir sistemi üzerine etkilerin plazma glukoz, insülin, kortizol, brain derived nörotrofik faktör (bdnf) ve insülin like growth faktör 1 (igf-1) düzeyleri ile incelenmesi, *Bilim Uzmanlığı Doktora Tezi Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Koceli Üniversitesi*. 2011.
50. Öztoprak A. Farklı egzersiz tiplerinin yaşlı sıçanlarda iskelet kası irisin ve bdnf düzeyleri üzerine etkisi. *Fizyoloji (Tıp) Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü: Selçuk Üniversitesi*. 2019.