

Derleme / Review

Geliş Tarihi / Received

: 16/07/2020

Yayınlanma Tarihi / Published

: 31/07/2020

Egzersiziz Fizyolojik Sistemler Üzerine Etkileri; Sistematik Derleme

**Refik Çabuk, Hüseyin Çayır, Muhammed Yıldız, Tuğba Onat, Güngör Cincioğlu,
Oğuzhan Adanur, Yıldırım Kayacan**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, Samsun, Türkiye

ÖZ

Amaç: Günümüzün dijitalleşen dünyasında günlük işlerimiz fiziksel olarak hareket etmeksizin kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bununla birlikte hareketsiz ve fiziksel aktiviteden sınırlı bir yaşam tarzı birçok hastalığı da beraberinde getirmektedir. Fiziksel aktivitenin vücudun bütün sistemleri ile ilişkili olduğu ve birçok hastalığın tedavisinde destekleyici rolü literatürde bildirilmiştir. Bu derlemenin amacı, egzersizin fizyolojik sistemler üzerindeki etkilerini gözden geçirmektir.

Metot: Bu çalışmada, sağlık ve tıp bilimlerinde dünyanın önde gelen çalışmalarının indekslendiği PubMed veri tabanında, 2017-2020 yılları arasında, egzersiz/fiziksel aktivitenin insan organizmasının sistemleri üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmalar incelenmiştir.

Bulgular: Çalışmalar incelendiğinde egzersizin insan metabolizmasında ve fizyolojik sistemler üzerinde önemli etkileri olduğu ve birçok hastalığın tedavisine destek olabileceği gözlenmiştir. Bununla birlikte yapılan araştırmalarda egzersizin şiddetinin, yoğunluğunun ve süresinin bireysel kriter ve form düzeyine göre şekillendirilmesi gerektiği, aksi takdirde egzersizin potansiyel etkilerinin kaybolabileceği hatta fizyolojik sistemler ve hastalık tedavisinde olumsuz etkileri olabileceği bildirilmiştir.

Sonuç: Sunulan çalışmada fiziksel aktivitenin, birçok hastalığın semptomlarını azaltmada ve hastalık sürecindeki tedaviye destek rolündeki önemini ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, fiziksel aktivite, fizyolojik sistemler

Effects of Exercise on Physiological Systems: Systematic Review

***Refik Çabuk, Hüseyin Çayır, Muhammed Yıldız, Tuğba Onat, Güngör Cincioğlu,
Oğuzhan Adanur, Yıldırım Kayacan***

Ondokuz Mayıs University, Yasar Dogu Faculty of Sports Sciences, Samsun, Turkey

ABSTRACT

Objective: In today's digitalized world, our daily work can be carried out easily without any physical movement. However, a sedentary lifestyle with limited physical activity brings about many diseases. The related literature shows that physical activity is associated with all systems of the body and that it has a supportive role in the treatment of many diseases. The purpose of this review is to examine the effects of exercise on physiological systems.

Method: In this study, the studies conducted between 2017-2020 to examine the effects of exercise/physical activity on the systems of the human organism, indexed in the PubMed database along with the world's leading studies in the health and medical sciences, have been examined.

Results: When the studies were examined, it was observed that exercise has important effects on human metabolism and physiological systems and can support the treatment of many diseases. However, the studies have reported that the intensity and duration of the intensity of exercise should be tailored to individual criteria and forms, otherwise the potential effects of exercise may be lost and even have negative effects on physiological systems and disease treatment.

Conclusion: The presented study reveals the importance of physical activity in reducing the symptoms of many diseases and its supportive role in the treatment of diseases.

Keywords: Exercise, physical activity, physiological systems

1. GİRİŞ

Son yıllarda egzersizin faydaları hakkında artan bir anlayış, araştırmacıları egzersiz terapi olanaklarına ilgi duymaya itmiştir. Düzenli fiziksel aktivite ve egzersiz sağlıklı yaşlanma için önemlidir ve kronik hastalıkların tedavisi için faydalıdır (Costa ve ark. 2018). Gelişmiş fiziksel kapasite ve kronik böbrek hastalığı da dahil olmak üzere kronik hastalıkların kontrolüne daha fazla yardımcı olmaktadır (Pei ve ark. 2019). ABD nüfusunun büyük bir kısmını 65 yaş ve üstü yetişkinler oluşturmaktadır. Yaşam kalitesini sınırlayan yaşlanmanın fizyolojik değişiklikleri yaşlandıkça daha hızlı gerçekleşir. Egzersizin özellikle yaşlı yetişkinler için birçok olumlu faydası olduğuna dair kanıt sayısı fazladır. Yaşlı yetişkinlerde ideal egzersiz programı aerobik, direnç, esneklik ve denge eğitimini içermelidir. Egzersiz önerileri kişinin yeteneklerine ve hedeflerine uygun olarak tasarlanmış olmalıdır. Ayrıca maksimum fayda sağlamak için yeterli yoğunluk, hacim ve süreye sahip olmalıdır. Uygun egzersiz sadece vücut şeklini ve fiziksel zindeliği arttırmakla kalmaz, aynı zamanda kanserler de dahil olmak üzere hastalıklara yakalanma riskini azalabilir ve hastalıkları tedavi edebilir (Ashcraft ve ark. 2020). Bu derlemenin amacı, egzersizin fizyolojik sistemler üzerindeki etkilerini gözden geçirmektir. Egzersizin bir çok hastalığın önlenmesi ve tedavisindeki önemli rolü incelenip egzersizin insan vücudu ve sistemleri üzerindeki etkileri derlenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

Bu derlemede sağlık bilimleri alanında yapılan uluslararası çalışmalar, yayımlanan makaleler ve en son gelişmelerin yer aldığı PubMed veri tabanında 2017-2020 yılları arasında yer alan “exercise, physical activity” anahtar kelimeleri kullanılarak insan metabolizması ve fizyolojisi üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışma egzersiz/fiziksel aktivitenin kardiyovasküler sistem, sindirim sistemi, kas sistemi, iskelet sistemi, sinir sistemi ve endokrin sistem üzerindeki etkileriyle ilgili nicel çalışmaları kapsamaktadır.

3. BULGULAR

Çalışmalar incelendiğinde egzersizin insan metabolizmasında ve fizyolojik sistemler üzerinde önemli etkileri olduğu ve birçok hastalığın tedavisine destek olabileceği

gözlenmiştir. Bununla birlikte yapılan araştırmalarda egzersizin şiddetinin, yoğunluğunun ve süresinin bireysel kriter ve form düzeyine göre şekillendirilmesi gerektiği, aksi takdirde egzersizin potansiyel etkilerinin kaybolabileceği hatta fizyolojik sistemler ve hastalık tedavisinde olumsuz etkileri olabileceği bildirilmiştir.

4. TARTIŞMA

Kardiyovasküler sistem

Modern dünyada kardiyovasküler kaynaklı hastalıklar, ölüm oranlarının başında gelmektedir. Egzersiz kalp ve damar sağlığını korumada en önemli uygulamalardan biridir. Hipertansiyon durumunda kardiyovasküler sistem kronik olarak artmış kan basıncı seviyelerini yönetebilmek için kalp, damarlar, böbrekler, gözler ve beyin gibi organlarda ciddi değişikliklere neden olur ve böylece sağlık komplikasyonları riskini artırır. Costa ve ark. (2018) tarafından yapılan meta analiz çalışmasının sonuçları, yüksek kan basıncının miyokardiyal damar tıkanıklığı, kalp krizi, ani kalp krizi, periferik damar hastalığı, konjestif kalp yetersizliği ve son-evre böbrek hastalıkları için risk faktörü olduğunu göstermiştir (Costa ve ark. 2018). Egzersizin etkileri üzerine Ramos ve ark. (2017), aerobik egzersiz (30 dk), 4 tekrarlı yüksek şiddetli interval (4x4dk toparlanma: 3dk) ve tek tekrardan oluşan yüksek şiddetli egzersiz (4dk) olmak üzere üç farklı egzersiz tipinin sistolik kan basıncı (SKB) ve diyastolik kan basıncında (DKB) yaptığı uzun süreli etkileri incelemiştir (Ramos ve ark. 2017). Sistolik ve diastolik basınçlar sırasıyla, aerobik egzersizlerle %5.3, %6.8, tek tekrarlı yüksek şiddetli egzersiz %7.3, %4.8 kadar anlamlı düzeyde azalırken, yüksek şiddetli intervallerde %1.5 ve %3.5 kadar anlamlı olmayan azalmalar sağlamıştır (Ramos ve ark. 2017). Benzer şekilde, Gorostegi-Anduaga ve ark. (2018), kesintisiz aerobik egzersiz (45 dk.), yüksek hacimli yüksek şiddetli interval (45 dk.) ve düşük hacim yüksek şiddetli interval (20 dk.) egzersiz tiplerinin dinlenme sırasındaki SBK ve DKB de anlamlı azalmalar tespit etmiştir (Gorostegi-Anduaga ve ark. 2018). Ayrıca bu parametreler üzerinde olumlu etkileri olan birçok çalışma ile bulgular desteklenmiştir (Ramos ve ark. 2017; Gorostegi-Anduaga ve ark. 2018). Egzersizin kalp-damar sistemi üzerindeki önemli etkilerinden biri de periferik arter hastalığı üzerindeki etkileridir. Periferik arter hastalığı, yüksek kardiyovasküler hastalık olan ve ölüm riski taşıyan koroner kalp hastalığı veya

serebrovasküler hastalıklara da zemin hazırlamaktadır (Akerman ve ark. 2019). Periferik arter hastalığı olan bireyler sağlıklı kişilere göre alt ekstremitte hareketlerini yapabilme becerisi (diz fleksiyonu, dorsifleksiyon veya plantar fleksiyonu) daha düşüktür. Bu durum periferik arter hastalığı olan bireylerin günlük aktivitelerini yerine getirirken zorluk oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, periferik arter hastalığı istirahatte ağrı, doku kaybı ve sonunda amputasyona neden olabilir (Akerman ve ark. 2019). McDermott ve ark. (2009), periferik arter hastalığı olan bireylere özel olarak hazırlanmış haftanın üç günü uygulanan koşu bandında ya da ev tipi yürüyüş egzersiz programlarının yürürken alt ekstremitte hissedilen semptomları azaltmada, yürüme süresini düşürmede ve hızını artırmada oldukça başarılı olduğunu önermiştir. Park ve ark. (2019), çalışmalarında ilk defa su içinde uygulanan yürüyüş egzersizlerinin bacak arter sertliğini ve dinlenim kalp atım sayısını azalttığını, kassal kuvveti, maksimal oksijen tüketimini (VO_{2maks}) ve 6 dakikalık yürüyüş mesafesini artırdığını göstermiştir. Yine Park ve ark. (2020) başka bir çalışmada kardiyovasküler fonksiyon, egzersiz toleransı ve vücut kompozisyonu üzerine su temelli egzersizlerin kara temelli egzersizlerden daha iyi kazanımlar sağladığını raporlamıştır. Bunun yanı sıra yüksek şiddetli interval egzersizlerinde periferik arter hastalığı üzerine olumlu kazanımlar sağladığı bildirilmiştir (Pymer ve ark. 2019). McDermott, (2019) egzersizin süresi ve şiddeti bakımından farklılık gösteren çeşitli egzersiz yöntemlerinin uygulandığı çalışmaları incelediği derlemesinde egzersiz uygulamalarının periferik arter hastalığı olan bireyler için yararlı olabileceğini önermektedir. Ancak, alt ekstremitteye yönelik kuvvet egzersizlerinin etkilerini inceleyen çalışmaların kontrol gruplarına kıyasla önemli bir gelişim sağlamadığını da vurgulamıştır. Egzersizin farklı modellemeleri ile kalp üzerindeki olumlu etkileri birçok literatürle de desteklenmiştir (Florigo ve ark. 2017; Kamimura ve ark. 2017; Ellingsen ve ark. 2017). Doğru planlanarak oluşturulan egzersiz programları kalp ve damar sağlığını koruyucu etkiye sahiptir. Bunun yanında kardiyovasküler hastalıkların tedavi edilmesinde en önemli uygulamalardan biridir. Düzenli olarak uygulanan egzersiz programları kardiyovasküler hastalığa sahip bireylerin iyileşme süreçlerine katkıda bulunarak yaşam kalitesini artırmaktadır.

Sindirim sistemi

Dünyadaki en yaygın kronik karaciğer hastalığı olan alkolsüz karaciğer yağlanması hastalığının (NAFLD) 2030 yılına kadar karaciğer nakli için en sık indikasyon olacağı tahmin edilmektedir. NAFLD, alkol dışı nedenlere bağlı olarak meydana gelen karaciğer yağlanması olarak tanımlanabilir. Amerikan Karaciğer Hastalıkları Çalışma Derneği, egzersizin NAFLD hastalarında hepatik steatozu azaltabileceğini önermektedir. Klinik çalışmalar hem aerobik hem de direnç egzersizinin hepatik yağ içeriğini azalttığını göstermiştir (Vander Windt ve ark. 2018). Klinik ve temel bilimsel çalışmalardan, egzersizin çeşitli yollardan yağlı karaciğer hastalığını etkilediği açıktır. Geliştirilmiş periferik insülin direnci, karaciğere serbest yağ asidi sentezi için fazla miktarda serbest yağ asidi ve glikoz verilmesini önler. Egzersiz karaciğerdeki yağ asidi oksidasyonunu arttırır, yağ asidi sentezini azaltır ve hasara bağlı moleküler modellerin salınımını azaltarak mitokondriyal ve hepatoselüler hasarı önler (Van der Windt ve ark. 2018). Sonuç olarak, fiziksel egzersiz, yağlı karaciğer hastalığını iyileştirmek için kanıtlanmış bir terapötik strateji olarak kabul edilebilir.

Bağırsak mikroorganizmaları, metabolik fonksiyonu ve bağışıklık sistemini önemli ölçüde etkiler ve fiziksel aktivite/egzersiz de metabolik fonksiyonu ve bağışıklık sistemini modüle edebilir. Egzersizin mikrobiyota çeşitliliğini arttırdığı ve sonuç olarak metabolik profili ve immünolojik yanıtları geliştirdiği gözlemlenmiştir (Donati Zeppa ve ark. 2020). Düzenli egzersiz, ısı şoku proteinlerinin ısı stresine tepkisini azaltır ve bağırsak epitel hücreleri arasındaki sıkı bağlantı proteinlerinin parçalanmasını önler (Mailing ve ark. 2019). Böylece, egzersiz, bağırsak için yararlı adaptasyonları uyaran ve bağırsak bariyerinin uzun süreli esnekliğini arttıran hormetik bir stresi temsil eder (Mailing ve ark. 2019). Ayrıca son çalışmalar aerobik egzersizin bağırsak ve beyin üzerindeki olumlu etkilerini gözlemiştir (Dalton ve ark. 2018). Egzersize adaptasyonlar, diyetten elde edilen enerjinin üretimi, depolanması ve harcanmasında, ayrıca iltihaplanma, redoks reaksiyonları ve hidrasyon durumunda önemli bir rol oynayan bağırsak mikrobiyotasından etkilenebilir (Tota ve ark. 2019). Yapılan bir çalışmada orta şiddetli egzersizin yararlı mikrobiyal türlerin sayısını artırabildiğini, mikroflora çeşitliliğini zenginleştirdiğini ve komensal bakterilerin gelişimini

iyileştirebileceğini saptamıştır (Monda ve ark. 2017). Aktif ve sedanter kadınlar arasındaki bağırsak mikrobiyota profillerini incelendiği bir çalışmada, düşük yoğunlukta (haftada en uzun 3 saat) sürekli yapılan fiziksel aktivitenin mikrobiyota profilini modüle ettiğini, mikrobiyotada sağlığı destekleyen bakterilerin miktarını artırabildiğini tespit etmişlerdir (Bressa ve ark. 2017). Ayrıca sedanter yaşam tarzının mikrobiyota zenginliğinin az oluşu ile ilişkili olduğu ve hareket etmek, egzersizin hangi dozu ve türünün mikrobiyota çeşitliliği arttırıcı yönde etkisi olduğunu tespit etmek için daha çok araştırılması gerekmektedir (Bressa ve ark. 2017). Bununla birlikte egzersiz, kilo kaybı olmasa bile obezitenin sağlık sorunlarını hafifletme potansiyeline sahiptir. Obeziteyi önlemek veya tedavi etmek için bir strateji olarak egzersiz, literatürde sıklıkla önerilmiştir ve geniş çapta incelenmiştir. Düzenli fiziksel egzersizin obeziteye genetik yatkınlığını hafiflettiği bulunmuştur. Bununla birlikte, ne tür egzersizin genetik anlamda obezite riskini değiştirebileceği bilinmemektedir.

Kas sistemi

İskelet kası hipertrofisi, kas protein sentezi oranı kas proteini yıkımını aştığında fazlaya tamlamanın bir sonucu olarak ortaya çıkar Direnç egzersizlerinin kas hipertrofisini tetiklediği en güncel literatüre dayanmaktadır. Genç ve yaşlı bireyler, kas gücünü arttırmak için direnç egzersizlerini kullanabilirler. Araştırmalar direnç egzersizleri ile indüklenen hipertrofinin tip II liflerde tip I liflere kıyasla daha fazla olduğunu göstermektedir (Schoenfeld ve ark. 2020). Schoenfeld ve ark. (2019) yaptığı çalışmada üç gruba 8 hafta boyunca, haftada 3 gün farklı yük ve setlerde direnç egzersizi uygulamış ve gruplar arasında anlamlı bir fark olmaksızın, tüm gruplarda test sonrası direnç ve dayanıklılık performanslarında artış olduğunu göstermiştir. Fiziksel aktivite iskelet kası kütlesi ve fonksiyon kaybına katkıda bulunan inflamasyon ve oksidatif stresin yaşa bağlı artışını azaltır (Coen ve ark. 2019). Dikkat çekici bir şekilde, fiziksel aktivite ve egzersiz kas yaşlanmasına karşı etkili önlemler olmakla birlikte yaşa bağlı olarak kas kütlesi, güç ve rejeneratif kapasitedeki düşüşleri azalttığı ve kas metabolizmasındaki bozulmaları yavaşlattığı veya önlediği gösterilmiştir (Distefano ve Goodpaster, 2018). Direnç egzersizi yaşlanma sürecini iyileştirmek ve yaşam kalitesini bozan yaşa bağlı durumların sayısını azaltmak için muazzam bir potansiyele sahiptir. Direnç egzersizlerinin yaşa bağlı kas

atrofisi ile mücadele etmek ve çoklu düzeylerde genel kas sağlığını iyileştirmek için en yaygın kabul gören egzersiz türü olduğu belirtilmiştir (Snijders ve ark. 2019). Sardeli ve ark. (2018), kalori kısıtlaması uygulanan obez yaşlı bireylere 12-24 hafta boyunca haftada 3 kez direnç egzersizi uygulamış ve sonunda kalori kısıtlaması ile uygulanan direnç egzersizlerinin obez yaşlı bireylerde kas kaybının önlendiğini göstermişlerdir. Snijders ve ark. (2019), direnç egzersizi eğitiminin (haftada 3-4 seans) yaşlı erişkinlerde iskelet kasi kütlelerini ve gücünü arttırmak için etkili bir strateji olduğunu belirtmişlerdir. Direnç egzersizlerinin yanı sıra orta şiddetteki egzersizlerin de oksidatif stresi azaltmada oldukça etkili olduğu gösterilmiştir (Kayacan ve ark. 2019). Franchi ve ark. (2019), 6 haftalık pliometrik egzersizinin kas kütlesi ve gücünde hızlı bir artışın olduğunu, bu tip egzersizin sarkopeninin insan kasındaki morfolojik ve fonksiyonel etkilerini önlemede etkili olacağını göstermişlerdir (Franchi ve ark. 2019). Sonuç olarak, bahsi edilen egzersizlerin hipertrofi oluşumuna katkı sağladığını ve yaşlanmaya bağlı kas kaybını (sarkopeni) engellediğini, egzersiz sonrası oluşan gecikmiş kas ağrısının (DOMS) serbest radikallerden kaynaklanabileceğini ve oksidatif stres oluşturduğunu, ayrıca düzenli yapılan egzersizlerin bu oksidatif stresi inhibe ettiğini ve inflamasyonu engellediğini söyleyebiliriz.

İskelet sistemi

Fiziksel egzersiz kemik mineralizasyonunda önemli bir rol oynar ve kemik metabolizmasında rol oynayan faktörler atletik performansı etkilemektedir. Bland ve ark. (2020), fiziksel aktivitenin kemik üzerindeki etkilerinin olgunluğa bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, kemik gücünü optimize etmek için olgunluk durumuna dikkat ederek fiziksel aktivitelerin düzenlenmesi gerekebilir. Lanhers ve ark. (2020), puberte sonrası elit kadın futbolcularda menstrüel durumun kemik dokusu üzerindeki etkisinin bir futbol sezonu boyunca, kemik geometrisinde iyileşmelere neden olduğu ve kemik sağlığı parametrelerini düzelttiğini bildirmiştir. Krahenbühl ve ark. (2018), sistematik derleme çalışmasında, fiziksel aktivite ve / veya spor uygulamasının ergenlik dönemindeki sağlıklı çocuklarda kemik geometrisi ve kemik mineral yoğunluğu için faydalı olduğunu belirtmiştir. Ancak derlemelerinde iki araştırmanın, kontrol bireylerinin yüzücülerinkinden daha iyi kemik parametrelerine sahip olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak, spor ve fiziksel

aktiviteler arasında, jimnastik ve futbol gibi yer ile temasın bulunduğu aktiviteler, yüzmeye kıyasla kemik geometrisi ve yoğunluğu üzerine daha iyi sonuçlar sağladığı için tercih edilebilir.

Sinir sistemi

Beynin tüm işlevlerini sağlıklı olarak yapabilmesi için anatomik yapısının normal olabilmesi ve fizyolojik işlevinin sağlıklı çalışabilmesi gerekmektedir. Bu da bireyin beslenme şekline, fiziksel aktivite düzeyine, çevresel etkenlere, kullanılan yararlı veya zararlı maddelere göre şekillenmektedir. Bu faktörler içerisinde yer alan fiziksel aktivitenin kardiyovasküler sistem, kas iskelet sistemi, endokrin sistemde olduğu gibi beyne de olumlu etkileri olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bir araştırma, egzersizin bilişsel işlevlerin iyileşmesinde etkili olduğunu göstermektedir (Frederiksen ve ark. 2018). Aynı sonuçları farklı çalışmalarda da görmek mümkündür. Müller ve ark. (2018), alzheimer hastalığı olan 372 katılımcı ile egzersiz arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuçlarda yüksek aktivite yapanların bilişsel performanslarının daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yüksek düzeyde fiziksel aktivite yapanların daha az mental bozuklukla karşılaştığı görülmüştür. Bu sonuç ışığında egzersizlerin, nöroinflamasyon veya nörodejenerasyon sürecinde olumlu etkisi bulunduğu görülmektedir. Roh ve ark. (2017), 10 obez ve 10 obez olmayan katılımcıyla yaptıkları çalışmada aerobik egzersizin oksidan-antioksidan dengesine, nötrofik faktör düzeyine ve kan-beyin bariyeri üzerine etkisini incelemiştir. Her iki gruba yapılan bu egzersiz ve testler sonucundan kan-beyin bariyerinde özellikle obez olanlarda fonksiyonel değişimlerin daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Kronik egzersiz, çevresel düzeyde iltihaplanmayı azaltabilir, böylece bağışıklık hücrelerinin merkezi sinir sisteminde infiltrasyon riskini azaltabilir veya kan-beyin bariyerini koruyabilir (Szalewska ve ark. 2017). Frederiksen ve ark. (2018) 41 katılımcıyı, 16 haftalık ve haftada 3 kez 60 dakikalık aerobik egzersiz programına dahil ettiler. Katılımcılara program öncesi ve 16 hafta sonrasında manyetik rezonans görüntüleme yapıldı. Bilişsel test olarak 120 saniye sonra sembol-sayı testi ve resim- kelime testi (stroop) reaksiyon süresi dikkate alındı. Sonuçlarda belirgin bir hacimsel beyin değişikliği görülmedi. Ancak farklı çalışmalarda antrenmanın süresi uzatıldığında beyin yapısında değişimlerin olacağı belirtilmiştir (Labrecque ve ark.

2019; Tsuk ve ark. 2019). Bununla birlikte akut egzersizlerin de bilişsel işlevler üzerinde olumlu etkilerinin olabileceğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak egzersizin beyin yapısı ve fonksiyonları üzerine etkileri; egzersiz programı, egzersizin süresi, katılımcıların yaşı, kronik hastalık durumu gibi değişkenlere göre şekillendiği görülmektedir. Egzersizin sağlıklı bireylerde beyin nöroplastisitesini artırıp, nörodejenerasyonu düzeltici etkiler sağladığı belirlenmiştir. Ek olarak, inflamatuvar süreçte salınımı gerçekleşen yapıların önlenmesinde de umut verici sonuçlar taşımaktadır. Bu olumlu etkiler, beyin yapısı ve işlevlerinde lezyon/lezyonları olan bireyler için de benzer sonuçlar beklenmesine rağmen sadece semptom düzeyinde azaltıcı bir etki gösterdiği gözlemlenmektedir. Tabii ki bu durum, egzersiz türü, süresi gibi faktörlerle değiştirilebileceği hala üzerine çalışılması gerekmektedir. Vücudumuzun önemli yapılarından biri olan beyinin performansını koruyabilmek veya artırabilmek için egzersiz yapılmalıdır.

Endokrin Sistem

İnsanlarda, vücudun dokuları üzerinde endokrin, parakrin ve otokrin etkileri sergileyen çeşitli faaliyetler gösteren hormon bezleri bulunur. Fizyolojik olarak bu bezler büyüme ve gelişme, üreme, metabolizma, hidrasyon, kardiyovasküler düzenlemeler, bağışıklık tepkileri ve stres reaktivitesi gibi süreçler için çok sayıda düzenleyici rolde yer alır. Araştırmalar, fiziksel aktivite ve egzersizin bu hormonal maddelerin üretimi ve düzenlenmesi süreçlerinde önemli etkileri olabileceğini göstermektedir. Haftanın 3-5 günü 20-60 dakika arası yapılacak olan düşük-orta ve orta şiddetli uygun düzenlenmiş egzersizler sağlığı ve konfor düzeyini arttırabilir (Dauwan ve ark. 2019). Kişinin performans sporcusu ya da sedanter durumuna bakılmaksızın, egzersizin endokrin sistem üzerinde organizmanın fizyolojik ihtiyaçlarına uyum sağlanması ve düzenlenmesine derin etkisi vardır. Egzersizin yaşlı yetişkinlerde de kondisyonu ve fiziksel performansı geliştirdiği bilinmektedir. Yaşla ilişkili fiziksel performansta ve kas gücündeki gözlenen azalma endokrin sistemde oluşan değişikliklerdendir (Elliott ve ark. 2017). Ayrıca egzersizin yaşlı yetişkinlerin hormonal profillerini iyileştirip iyileştirmediği tartışmalıdır.

Pek çok farklı egzersiz türü bulunmaktadır. Egzersize verilecek hormonal tepkinin türü, enerji sistemlerinin taleplerinden ve aktiviteyi gerçekleştirmek için gerekli olan fizyolojik

sistemlerden etkilenir. Egzersize verilecek hormonal salgı tepkisi vücudun egzersiz öncesi durumuna bağlıdır. Buna göre merkezi sinir sisteminden ortamın koşullarına göre düzenleme yapılır. Egzersiz sırasında kasılmaları optimize etmek için kardiyovasküler, solunumsal, metabolik ve nöroendokrin sistemin aktivasyonu ile gerçekleşir. Bu aktivasyonun bir kısmı kas dokusundan, ATP ve reaktif oksijen türlerinin salınımı ile gerçekleşmektedir (Sylow ve ark. 2017). Düzenli egzersizlerin, yaşlılarda insülin direnci değerlerini ve yaşlanmaya bağlı hormonların salgılanmasını olumlu etkilediği bilinmektedir. Yaşlı yetişkinler üzerinde egzersiz etkisini inceleyen çalışmalarda; egzersiz yapmayan gruba göre kandaki glikoz seviyelerinde artış ve insülin hassasiyetinde artış meydana geldiği gözlenmiştir. Bunlara ek olarak egzersiz yapan grupta büyüme hormonu salınımında artış olduğu görülmüştür (Ha ve Son, 2018).

Ana fizyolojik sistemlerin tek bir egzersize verdiği akut tepkiler genellikle egzersizin yoğunluğu ile orantılıdır, ancak bu tepkiler egzersizin şiddeti ile doğru orantılı değildir (Heck ve ark. 2017). Egzersizde hormon değişiklikleri çeşitli fizyolojik nedenlerle ortaya çıkar. Bunlar kardiyovasküler düzenlemeler, enerji üretim yolları aktivasyonu ve enerji substratlarını harekete geçirmek, hidrasyonu kolaylaştırmak olarak sıralanabilir. Bu hormonal tepkilerin çoğu birbirinden bağımsız değildir ve birbiriyle oldukça ilişkilidir. Egzersiz kan glikozunun düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Kaslara taşınacak olan proteini Glut-4 proteini ile taşıdığı bilinmektedir. Egzersiz, Glut-4 proteinini arttırarak kasın glikoz konsantrasyonunu yükseltmektedir. Egzersizin akut süresince hipotalamus, spesifik hormonların salınması ve ön hipofiz bezini uyararak büyüme hormonu gibi hormonların serbest bırakma sürecini başlatır (Fragala ve ark. 2018). Büyüme hormonu, iskelet kasları üzerinde anabolik bir etkiye sahiptir. Protein sentezini uyarırlar. Bu da amino asitlerin kaslara taşınmasını kolaylaştırır. Böylece hem Tip-I hem de Tip-II kas fibrillerinin hipertrofisine pozitif etki yapar (Fink ve ark. 2018). İskelet kası ise, kortizol hormonunu dolaşıma sokarak enerji substratının mobilizasyonunu destekler (Wedell-Neergaard ve ark. 2019). Kortizol ve testosteron seviyesinin düzenlenmesi için egzersiz yapmak önerilmektedir (Kayacan ve ark. 2020). Egzersiz hem kadınlarda hem de erkeklerde testosteron düzeyini arttırma eylemindedir. Kortizol ve testosterondaki cinsiyet

farklılıkları, voleybol turnuvaları sırasında yapılan araştırmada belirtilmiştir. Bu değişikliklerin ana sebebi olarak maçların yoğunluğu ile ilişkili olduğu görülmüştür (Peñailillo ve ark. 2018). Ayrıca kadın ve erkek dayanıklılık sporcuları üzerinde yapılan başka bir çalışmada egzersiz öncesi ve sonrası alınan tükürük sıvılarında testosteron seviyesi ve testosteron kortizol oranının her iki cinsiyette de sabit kaldığı ve testosteronun hem kadınlar hem de erkeklerde arttığı bulunmuştur (Monje ve ark. 2020).

Yapılan araştırmalar, yoğun egzersizlerin birçok hormonun salgılanmasında akut ve kronik olarak büyük bir etki sağladığını göstermektedir. Organizma egzersizle maruz kaldığı baskıya karşı çeşitli hormonlar salgılayarak organizmanın yapısını korumaya çalışmaktadır. Geliştirilecek olan yeni teknikler sayesinde organizmanın hormon aktivitesi daha rahat inceleyecek, farklı egzersiz metotlarının etkisiyle hormonal değişiklerin neden ve nasıl olduğu sorularına cevap verilebilecektir.

5. SONUÇ

Düzenli fiziksel aktivite ve egzersiz, sağlıklı yaşama/yaşlanma için önemlidir ve kronik hastalıkların tedavisi için de faydalıdır. Sistemli ve doğru planlanarak oluşturulan egzersiz programları fizyolojik sistemler üzerinde koruyucu etkiye sahiptir. Bunun yanında hastalık patojenleri görülmeden önleyici etkiye sahip olduğu ve hastaların iyileşme sürecini kısaltarak yaşam standartlarını artırdığı görülmektedir. Ancak çalışmalarda dikkat çekilen bir diğer husus yapılacak egzersizin şiddeti, yoğunluğu, türü ve sresidir. Bu bağlamda uygulanacak egzersiz protokollerinin bu parametrelerle birlikte bireysel farklılıkların da dikkate alınarak uygulanması ve planlanması uygun görülmektedir.

ıkar Çakışması

Yazarlar çıkar çakışması olmadığını beyan eder

KAYNAKLAR

- Akerman, A. P., Thomas, K. N., van Rij, A. M., Body, E. D., Alfadhel, M., & Cotter, J. D. (2019). Heat therapy vs. supervised exercise therapy for peripheral arterial disease: a 12-wk randomized, controlled trial. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 316(6), H1495–H1506.
- Ashcraft, K. A., Warner, A. B., Jones, L. W., & Dewhirst, M. W. (2019, January). Exercise as adjunct therapy in cancer. In *Seminars in radiation oncology* (Vol. 29, No. 1, pp. 16-24). WB Saunders.
- Barton, W., Penney, N. C., Cronin, O., Garcia-Perez, I., Molloy, M. G., Holmes, E., ... O'Sullivan, O. (2018). The microbiome of professional athletes differs from that of more sedentary subjects in composition and particularly at the functional metabolic level. *Gut*, 67(4), 625–633.
- Bland, V. L., Bea, J. W., Roe, D. J., Lee, V. R., Blew, R. M., & Going, S. B. (2020). Physical activity, sedentary time, and longitudinal bone strength in adolescent girls. *Osteoporos Int*.
- Bressa, C., Bailén-Andrino, M., Pérez-Santiago, J., González-Soltero, R., Pérez, M., Montalvo-Lominchar, M. G., ... Larrosa, M. (2017). Differences in gut microbiota profile between women with active lifestyle and sedentary women. *PLoS One*, 12(2), e0171352.
- Coen, P. M., Musci, R. V., Hinkley, J. M., & Miller, B. F. (2019). Mitochondria as a target for mitigating sarcopenia. *Frontiers in Physiology*, 9, 1883.
- Costa, E. C., Hay, J. L., Kehler, D. S., Boreskie, K. F., Arora, R. C., Umpierre, D., ... Duhamel, T. A. (2018). Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on blood pressure in adults with pre-to established hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine*, 48(9), 2127–2142.
- Dalton, A., Mermier, C., & Zuhl, M. (2019). Exercise influence on the microbiome–gut–brain axis. *Gut Microbes*, 10(5), 555–568.
- Dauwan, M., Begemann, M. J. H., Slot, M. I. E., Lee, E. H. M., Scheltens, P., & Sommer, I. E.

- C. (2019). Physical exercise improves quality of life, depressive symptoms, and cognition across chronic brain disorders: a transdiagnostic systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Neurology*, 1–25.
- Distefano, G., & Goodpaster, B. H. (2018). Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(3), a029785.
- Donati Zeppa, S., Agostini, D., Gervasi, M., Annibalini, G., Amatori, S., Ferrini, F., ... Sestili, P. (2020). Mutual Interactions among Exercise, Sport Supplements and Microbiota. *Nutrients*, 12(1), 17.
- Ellingsen, Ø., Halle, M., Conraads, V., Støylen, A., Dalen, H., Delagardelle, C., ... Van Craenenbroeck, E. M. (2017). High-intensity interval training in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *Circulation*, 135(9), 839–849.
- Elliott, B. T., Herbert, P., Sculthorpe, N., Grace, F. M., Stratton, D., & Hayes, L. D. (2017). Lifelong exercise, but not short-term high-intensity interval training, increases GDF 11, a marker of successful aging: a preliminary investigation. *Physiological Reports*, 5(13), e13343.
- Fink, J., Kikuchi, N., & Nakazato, K. (2018). Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38(2), 261–268.
- Florido, R., Ndumele, C. E., Kwak, L., Pang, Y., Matsushita, K., Schrack, J. A., ... Folsom, A. R. (2017). Physical activity, obesity, and subclinical myocardial damage. *JACC: Heart Failure*, 5(5), 377–384.
- Fragala, M. S., Goldman, S. M., Goldman, M. M., Bi, C., Colletti, J. D., Arent, S. M., ... Clarke, N. J. (2018). Measurement of Cortisol and Testosterone in Athletes: Accuracy of Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry Assays for Cortisol and Testosterone Measurement in Whole-Blood Microspecimens. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2425–2434.
- Franchi, M. V., Monti, E., Carter, A., Quinlan, J. I., Herrod, P. J. J., Reeves, N. D., & Narici, M. V. (2019). Bouncing back! counteracting muscle aging with plyometric muscle loading. *Frontiers in Physiology*, 10, 178.

- Frederiksen, K. S., Larsen, C. T., Hasselbalch, S. G., Christensen, A. N., Høgh, P., Wermuth, L., ... Garde, E. (2018). A 16-week aerobic exercise intervention does not affect hippocampal volume and cortical thickness in mild to moderate Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 293.
- Gorostegi-Anduaga, I., Corres, P., MartinezAguirre-Betolaza, A., Pérez-Asenjo, J., Aispuru, G. R., Fryer, S. M., & Maldonado-Martin, S. (2018). Effects of different aerobic exercise programmes with nutritional intervention in sedentary adults with overweight/obesity and hypertension: EXERDIET-HTA study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 25(4), 343–353.
- Ha, M.-S., & Son, W.-M. (2018). Combined exercise is a modality for improving insulin resistance and aging-related hormone biomarkers in elderly Korean women. *Experimental Gerontology*, 114, 13–18.
- Heck, T. G., Scomazzon, S. P., Nunes, P. R., Schöler, C. M., Da Silva, G. S., Bittencourt, A., ... Curi, R. (2017). Acute exercise boosts cell proliferation and the heat shock response in lymphocytes: correlation with cytokine production and extracellular-to-intracellular HSP70 ratio. *Cell Stress and Chaperones*, 22(2), 271–291.
- Kamimura, D., Loprinzi, P. D., Wang, W., Suzuki, T., Butler, K. R., Mosley, T. H., & Hall, M. E. (2017). Physical activity is associated with reduced left ventricular mass in obese and hypertensive African Americans. *American Journal of Hypertension*, 30(6), 617–623.
- Kayacan, Y., Çetinkaya, A., Yazar, H., & Makaracı, Y. (2019). Oxidative stress response to different exercise intensity with an automated assay: thiol/disulphide homeostasis. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 1-5.
- Kayacan, Y., Makaracı Y., Ozgocer T., Uçar T., Yıldız S. Cortisol awakening response and heart rate variability in the menstrual cycle of sportswomen. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. DOI:10.1080/02701367.2020.1774486
- Krahenbühl, T., de Fátima Guimarães, R., de Azevedo Barros Filho, A., & Gonçalves, E. M. (2018). Bone geometry and physical activity in children and adolescents: systematic review. *Revista Paulista de Pediatria*, 36(2), 230.

- Labrecque, L., Rahimaly, K., Imhoff, S., Paquette, M., Le Blanc, O., Malenfant, S., ... Brassard, P. (2019). Dynamic cerebral autoregulation is attenuated in young fit women. *Physiological Reports*, 7(2), e13984.
- Lanhers, C., Courteix, D., Valente-Dos-Santos, J., Ferry, B., Gracia-Marco, L., Pereira, B., ... Duclos, M. (2020). Gonadal hormones may predict structural bone fragility in elite female soccer player. *Journal of Sports Sciences*, 38(7), 827–837.
- Mailing, L. J., Allen, J. M., Buford, T. W., Fields, C. J., & Woods, J. A. (2019). Exercise and the gut microbiome: a review of the evidence, potential mechanisms, and implications for human health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 47(2), 75–85.
- McDermott, M. M. (2019). Exercise Interventions in Patients with Diabetes and Peripheral Artery Disease. In *Cardiorespiratory Fitness in Cardiometabolic Diseases* (pp. 217–227). Springer.
- McDermott, M. M., Ades, P., Guralnik, J. M., Dyer, A., Ferrucci, L., Liu, K., ... Garside, D. (2009). Treadmill exercise and resistance training in patients with peripheral arterial disease with and without intermittent claudication: a randomized controlled trial. *Jama*, 301(2), 165–174.
- Monda, V., Villano, I., Messina, A., Valenzano, A., Esposito, T., Moscatelli, F., ... Monda, M. (2017). Exercise modifies the gut microbiota with positive health effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017.
- Monje, C., Rada, I., Castro-Sepulveda, M., Peñailillo, L., Deldicque, L., & Zbinden-Foncea, H. (2020). Effects of A High Intensity Interval Session on Mucosal Immune Function and Salivary Hormones in Male and Female Endurance Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(2), 436.
- Müller, S., Preische, O., Sohrabi, H. R., Gräber, S., Jucker, M., Ringman, J. M., ... Ghetti, B. (2018). Relationship between physical activity, cognition, and Alzheimer pathology in autosomal dominant Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 14(11), 1427–1437.
- Park, S.-Y., Kwak, Y.-S., & Pekas, E. J. (2019). Impacts of aquatic walking on arterial stiffness, exercise tolerance, and physical function in patients with peripheral artery

- disease: a randomized clinical trial. *Journal of Applied Physiology*, 127(4), 940–949.
- Park, S.-Y., Wong, A., Son, W.-M., & Pekas, E. J. (2020). Effects of heated water-based versus land-based exercise training on vascular function in individuals with peripheral artery disease. *Journal of Applied Physiology*, 128(3), 565–575.
- Pei, G., Tang, Y., Tan, L., Tan, J., Ge, L., & Qin, W. (2019). Aerobic exercise in adults with chronic kidney disease (CKD): a meta-analysis. *International urology and nephrology*, 51(10), 1787-1795.
- Peñailillo, L. E., Escanilla, F. A., Jury, E. R., Castro-Sepulveda, M. A., Deldicque, L., & Zbinden-Foncea, H. P. (2018). Differences in salivary hormones and perception of exertion in elite women and men volleyball players during tournament. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(11), 1688.
- Pymer, S., Palmer, J., Harwood, A. E., Ingle, L., Smith, G. E., & Chetter, I. C. (2019). A systematic review of high-intensity interval training as an exercise intervention for intermittent claudication. *Journal of Vascular Surgery*, 70(6), 2076–2087.
- Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Borrani, F., Beetham, K. S., Mielke, G. I., Dias, K. A., ... Coombes, J. S. (2017). High-intensity interval training and cardiac autonomic control in individuals with metabolic syndrome: a randomised trial. *International Journal of Cardiology*, 245, 245–252.
- Roh, H.-T., & So, W.-Y. (2017). The effects of aerobic exercise training on oxidant–antioxidant balance, neurotrophic factor levels, and blood–brain barrier function in obese and non-obese men. *Journal of Sport and Health Science*, 6(4), 447–453.
- Sardeli, A. V, Komatsu, T. R., Mori, M. A., Gáspari, A. F., & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2018). Resistance training prevents muscle loss induced by caloric restriction in obese elderly individuals: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 10(4), 423.
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R., & Alto, A. (2019). Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1), 94.
- Schoenfeld, B. J., Vigotsky, A. D., Grgic, J., Haun, C., Contreras, B., Delcastillo, K., ... Alto, A. (2020). Do the anatomical and physiological properties of a muscle determine its

- adaptive response to different loading protocols? *Physiological Reports*, 8(9), e14427.
- Snijders, T., Nederveen, J. P., Bell, K. E., Lau, S. W., Mazara, N., Kumbhare, D. A., ... Parise, G. (2019). Prolonged exercise training improves the acute type II muscle fibre satellite cell response in healthy older men. *The Journal of Physiology*, 597(1), 105–119.
- Sylow, L., Kleinert, M., Richter, E. A., & Jensen, T. E. (2017). Exercise-stimulated glucose uptake—regulation and implications for glycaemic control. *Nature Reviews Endocrinology*, 13(3), 133.
- Szalewska, D., Radkowski, M., Demkow, U., & Winklewski, P. J. (2017). Exercise strategies to counteract brain aging effects. In *Clinical Research and Practice* (pp. 69–79). Springer.
- Tota, Ł., Piotrowska, A., Pałka, T., Morawska, M., Mikułáková, W., Mucha, D., ... Pilch, W. (2019). Muscle and intestinal damage in triathletes. *Plos One*, 14(1), e0210651.
- Tsuk, S., Netz, Y., Dunsky, A., Zeev, A., Carasso, R., Dwolatzky, T., ... Rotstein, A. (2019). The Acute Effect of Exercise on Executive Function and Attention: Resistance Versus Aerobic Exercise. *Advances in Cognitive Psychology*, 15(3), 208.
- van der Windt, D. J., Sud, V., Zhang, H., Tsung, A., & Huang, H. (2018). The effects of physical exercise on fatty liver disease. *Gene Expression The Journal of Liver Research*, 18(2), 89–101.
- Wedell-Neergaard, A.-S., Lehrskov, L. L., Christensen, R. H., Legaard, G. E., Dorph, E., Larsen, M. K., ... Nymand, S. (2019). Exercise-induced changes in visceral adipose tissue mass are regulated by IL-6 signaling: a randomized controlled trial. *Cell Metabolism*, 29(4), 844–855.