



COVID-19 PANDEMİSİNDE FİZİKSEL AKTİVİTE VE EGZERSİZİN ÖNEMİ

THE IMPORTANCE OF PHYSICAL ACTIVITY AND EXERCISE IN COVID-19 PANDEMIA

Meltem Koç^{1*} , Kılıçhan Bayar¹ 

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Muğla, Türkiye

ÖZ

COVID-19, solunum yolu patojeni olan SARS-CoV-2 virüsünün neden olduğu bulaşıcı bir hastalıktır. Hastalığın bulaşma riskinin azaltılması ve sağlık sistemlerine olan ani yüklenmelerin engellenmesi için Dünya Sağlık Örgütü ve hükümetlerin çoğu, tüm bireylere evde kal çağrısı yapmıştır. Bunun sonucunda COVID-19 için mortalite riski yüksek olan yaşlılar ve kronik hastalığı olan bireyler başta olmak üzere, çocuklar ve gençler dahil her yaşta birey ani bir sedanter yaşamla karşı karşıya kalmıştır. Fiziksel inaktiviteye bağlı kısa süre içerisinde tüm sistemler üzerinde ortaya çıkan olumsuz etkilerle başa çıkabilmek, fiziksel ve zihinsel sağlığı sürdürülebilmek ve şiddetli COVID-19 semptomlarından kaçınmak için düzenli egzersiz (düşük veya orta yoğunlukta) ve artan fiziksel aktivite (>5000 adım/gün) şarttır. Bu derlemede fiziksel aktivite ve egzersizin pandemi dönemindeki önemine dikkat çekmek ve düzenli fiziksel aktivite davranışı kazanmak isteyen bireylere öneriler vermek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: COVID-19, Koronavirüs, Fiziksel aktivite, Egzersiz

GİRİŞ

Koronavirüsler (CoV), soğuk algınlığından daha şiddetli durumlara kadar çeşitli hastalıklara neden olan geniş bir virüs ailesidir. Kılıfındaki glikoprotein artışlarının varlığı nedeniyle elektron mikroskobu altında tipik taç benzeri görünümü Latince de taç anlamına gelen korona ismini almasını sağlamıştır [1]. Koronavirüs enfeksiyonu, genel olarak bağışıklığı yeterli bireylerin çoğunda hafif üst solunum yolu problemlerine yol açmaktadır. Fakat koronavirüs kaynaklı enfeksiyonlardan olan, 2002 yılında görülen Şiddetli Akut Solunum Yolu Sendromu (SARS) veya 2012 yılında Çin ve orta doğu ülkelerinde görülen Orta Doğu Solunum Sendromu (MERS) çok daha ciddi semptomlara yol açarak ölümlerle sonuçlanmıştır [2,3]. Koronavirüs kaynaklı enfeksiyonların diğer influenza virüslerine bağlı enfeksiyonlardan ayrılan özellikleri, daha hızlı yayılması ve akut solunum sıkıntısı nedeniyle yüksek mortalite riski taşımasıdır [4].

7 Ocak 2020'de Çin' de daha önce insanlarda görülmemiş yeni tip koronavirüs tespit edilmiştir. Geçici olarak "2019-nCoV" veya "SARS-CoV-2" olarak adlandırılan, daha sonra "COVID-19" ismi verilen bu yeni, tek sarmallı zarflı RNA virüsü, bilinen 7. insan koronavirüsüdür [5]. Kısa sürede başta Avrupa ve Amerika olmak üzere tüm dünyada hızlı bir yayılım göstererek, 11 Mart 2020'de birçok ülkedeki vaka sayısındaki hızlı artış sonucunda, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından pandemi olarak nitelendirilmiştir. DSÖ güncel verilerine göre küresel COVID-19 vakalarının toplam sayısı Aralık 2020 itibarıyla 76 milyondan fazladır ve 2 milyona yakın ölüm bildirilmiştir (24.12.2020). Vakaların çoğunluğu Amerika Bölgesi (%55) ve Avrupa

ABSTRACT

COVID-19 is an infectious disease caused by the respiratory pathogen SARS-CoV-2 virus. The World Health Organization and most governments have called on all individuals to stay at home in order to reduce the risk of disease transmission and to prevent sudden burdens on health systems. As a result, individuals of all ages, including children and young people, especially the elderly and individuals with chronic diseases, who are at high mortality risk for COVID-19, have faced a sudden sedentary life. Regular exercise (low or moderate intensity) and increased physical activity (>5000 steps/day) are essential to cope with the adverse effects on all systems in a short time due to physical inactivity, to maintain physical and mental health, and to avoid severe COVID-19 symptoms. In this review, it is aimed to draw attention to the importance of physical activity and exercise in the pandemic period and to give suggestions to individuals who want to gain regular physical activity behavior.

Keywords: COVID-19, Coronavirus, Physical activity, Exercise

(%23) bölgesindedir [6]. Küresel olarak, en yüksek vaka yüzdesi 25-39 yaş grubunda bildirilmiştir ve enfekte vakaların yarısından fazlasını erkekler oluşturmaktadır. Ölüm oranı ise yaşla birlikte artmaktadır. Ölümlerin yaklaşık %75'i 65 yaşın üzerinde meydana gelmiştir [7]. Yaşlı bireylerle birlikte özellikle obezite, hipertansiyon, diyabet, kardiyovasküler hastalık risk faktörleri ve solunum hastalıkları olan bireylerde semptomlar daha ağır ilerlemekte veya ölümlerle sonuçlanabilmektedir [8].

COVID-19 için en büyük tehlikeyi bulaşma hızının oldukça yüksek olması ve küreselleşmenin de etkisiyle kontrol altına alınmasındaki zorluklar oluşturmaktadır. Tedavisi, aşısı veya korunma yöntemleri henüz tam olarak bilinmemektedir. Klinik belirtileri asemptomatik taşıyıcılık durumu, akut solunum hastalığı ve pnömöni olmak üzere çeşitlidir. Laboratuvar testleri pozitif olan ancak herhangi bir COVID-19 semptomu olmayan asemptomatik vakalar bulaşma riskinin en yüksek olduğu gruptur. Bu nedenle bu grubun prevalansı oldukça önemlidir ve COVID-19'un hızlı yayılmasını kısmen açıklamaktadır. Bu hızlı yayılma riskini azaltmak ve sağlık sistemine olan ani yüklenmelerden kaçınmak için ülkemiz de dâhil olmak üzere pek çok ülkede sosyal izolasyon veya evde kalma önlemleri uygulanmaktadır [9].

Fiziksel Aktivite ve Egzersizin İnaktivite ile İlişkili Problemlere Etkisi

Hastalığın ilk tespitinden şu ana kadarki süre içerisinde tedavisi

Makale Bilgisi/Article Info

Yükleme tarihi/Submitted: 18.11.2020, **Revizyon isteği/Revision requested:** 21.11.2020, **Son düzenleme tarihi/Last revision received:** 24.12.2020, **Kabul/Accepted:** 28.12.2020, **Çevrimiçi yayım tarihi/Published online:** 30.12.2020.

Sorumlu yazar/Corresponding author: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Menteşe/Muğla. E-posta: kcmeltem@gmail.com.

hakkında semptomatik müdahaleler dışında gelişme kaydedilmemiş olmasına rağmen bulaşma oranının düşürülmesi için en etkin yöntem olan korunma ve sosyal izolasyon devam etmektedir. Ancak hastalığın ortaya çıkışı ve evde kalma uygulamalarının başlaması fiziksel inaktiviteye bağlı görülen sağlık problemleri açısından tehdit oluşturmaktadır. Salgın hastalıklar tarih boyunca toplumsal yaşamın ayrılmaz bir parçası olmuştur ve salgın hastalıklara karşı eskiden beri izolasyon önlemlerine başvurulmuştur. Ancak kentleşme ve dijitalleşmenin bu kadar yoğunlaştığı ve bu kadar dar alanlarda yaşamı devam ettirmek zorunda kalındığı bir dönem olmamıştır [10].

TV izleme, uzun süre oturma ve akıllı telefon kullanımı başta olmak üzere hareketsiz davranışlar, artan obezite, hipertansiyon ve tip 2 diyabet riski ile ilişkilidir. Hastanede şiddetli COVID-19 semptomları gösteren bireylerin çoğunluğu da diyabet (%10-20), hipertansiyon (%16,9), obezite ve kronik inflamasyon ve diğer metabolik hastalıklara (%53,7) sahiptir [11]. Ayrıca özellikle osteoartrit, diyabet, hipertansiyon, akciğer hastalıkları ve romatizmal hastalıklar başta olmak üzere fiziksel aktivite düzeyinin azalmasının hastalığın seyrinde kötüleşmeye yol açtığı durumlar için de karantina dönemleri ek sağlık problemleri ortaya çıkarmaktadır [12,13].

Fiziksel inaktivitenin çok kısa sürede dahi kas, metabolik, endokrin, sinir sistemi ve kardiyovasküler sistem başta olmak üzere birçok sistem üzerinde olumsuz etkileri vardır. Artan fiziksel aktivite ve düzenli yapılan egzersizin fiziksel inaktiviteye bağlı oluşan sağlık problemlerinin önüne geçtiği ve kronik hastalıkların çoğu için etkili bir tedavi yöntemi olarak kullanıldığı bilinen gerçeklerdir [14].

Fiziksel inaktivite ve oturarak geçirilen sürenin artması kas protein sentezinin baskılanması nedeniyle kas atrofisi ile sonuçlanmaktadır. Kas atrofisi sadece iki günlük inaktivite sonrası dahi saptanabilen çok hızlı bir değişimdir. 10 günlük inaktivite sonrası kas kütlesi kaybı ~%6'ya, 30 gün sonra ise ~%10'a ulaşabilmektedir [15]. Ayrıca son kanıtlar, fiziksel inaktivitenin kasların mekanik sistemlerinde bozulmalarla birlikte nöromusküler bileşkeye de zarar vererek kas denervasyonuna yol açtığını göstermektedir [16]. İnaktivitenin kas sistemi üzerindeki etkilerine karşı koymak için düşük ila orta yoğunluklu dirençli egzersiz önerilmektedir. Ayrıca nöromusküler bütünlüğün korunması, mitokondriyal fonksiyonla yakından bağlantılı olduğu için aerobik egzersizlerde nörodejeneratif değişikliklere ve kas atrofisine karşı önlem için kullanılabilir [17].

İskelet kası aktivitesinin, inaktivitenin neden olduğu insülin direncine karşı da çok önemli bir rolü vardır. Fiziksel inaktivite, karaciğeri etkilemeden kas insülin duyarlılığında belirli bir azalmaya yol açar. Gün içerisinde sadece birkaç günlük adım sayısında azalmanın, insülin direncine neden olduğu ve insülin duyarlılığındaki değişikliklerin, kas atrofisinden ve vücut kompozisyonundaki değişikliklerden önce geliştiği belirtilmektedir. Özellikle diyabet hastaları başta olmak üzere COVID-19 pandemisinin aylarca yarattığı hareketsizliğin insülin direncine karşı önemli bir tehdit oluşturduğu aşikârdır. Bu nedenle önerilen yaklaşım fiziksel aktivitenin akıllı telefon, akıllı saat gibi objektif cihazlarla ölçülerek günde en az 5000 adım sayısına ulaşılmasıdır [18].

Fiziksel inaktivitenin kardiyovasküler sistem üzerine de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Birkaç gün ya da birkaç haftalık inaktivitenin, periferik dolaşım dahil olmak üzere kardiyovasküler sistemden iskelet kaslarının oksidatif fonksiyonuna kadar tüm seviyelerde O₂ yolunu bozduğu gösterilmiştir [19]. VO₂ max değerindeki bu bozulma, genç bireylere kıyasla yaşlılarda (60 yaş ve üzeri) iki kat daha fazladır ve düşük veya azalmış bir VO₂ max, artan mortalite ile ilişkilidir. İnaktivite nedeniyle VO₂ max düşüşüne karşı koymak için önerilen minimum aerobik egzersiz miktarı literatürde net olmamakla birlikte ortalama günlük 4500-6000 adım sayıdır [12].

COVID-19 pandemisinde ortaya çıkan hareketsizliğin bir diğer olumsuz sonucu ise kişileri daha fazla besin tüketimine teşvik etmesidir. Aşırı beslenme yağ birikiminde artma, daha fazla kas kaybı ve sistemik inflamasyonun aktivasyonu ile ilişkilidir. Bu nedenle

yukarıda verilen egzersiz önerileri ile birlikte burada diyetin rolü de unutulmamalıdır.

Fiziksel Aktivite ve Egzersizin Bağışıklık Sistemine Etkisi

Dünya çapında ülkelerin yerel sağlık sistemlerinden gelen raporlar salgını kontrol altına almak için fiziksel egzersiz dahil hiçbir açık hava etkinliğine izin verilmemesi yönünde ortak paydada buluşurken, bu durum, insan ve hayvan deneylerinden elde edilen bilimsel kanıtlar düşünüldüğünde düzenli egzersize bağlı immünomodülasyonun faydalarının göz ardı edilmesine yol açmamalıdır. Ayrıca COVID-19'a yakalanmama yönünde bir tedavi olmayıp semptomatik tedavi edilen SARS-CoV-2 virüsü için, egzersiz potansiyel bir bağışıklık koruyucu yöntem olarak düşünülmeli ve klinik yönetimde değerlendirilmelidir [20].

SARS-CoV-2 enfeksiyonuna immün sistemin yanıtı nötrofil sayısında artış, doğal öldürücü (NK) hücrelerin sayısında azalma ve azalmış monosit, eozinofil ve bazofil yüzdesine bağlı olarak lökopenidir [3]. Adaptif immün sistemin ise bu duruma tepkisi, TCD4 + ve TCD8 + lenfositlerinde azalma, B lenfositlerinin upregülasyonudur. SARS-CoV-2 enfeksiyonundan 7-10 gün sonra plazmada yüksek IgG seviyelerinin saptanmasının nedeni budur. Ek olarak, tümör-nekroz faktörü (TNF)- α , interlökin (IL)-6, IL-1 β , IL-8, IL-17 ve IL-2 dahil olmak üzere proinflamatuvar sitokinlerin salınımında artış vardır. Anormal derecede yüksek sitokin salınımı, kalp, karaciğer, böbrek ve akciğerleri içeren çoklu organ yetmezliğine neden olabilir. Özellikle akciğerlerde yüksek infiltrasyon alveoller üzerinde kalıcı hasara yol açabilmektedir [21].

Egzersizle indüklenen immünomodülasyon yanıtı ise egzersizin yoğunluğu, süresi ve sıklığı arasındaki etkileşime bağlı olarak değişmektedir [22]. Düzenli ve orta düzeyde yapılan egzersiz sırasında iskelet kasında proinflamatuvar sitokinlerin (TNF- α ve IL-1 β) ekspresyonunda bir artış vardır, ancak bu sitokinlerin dolaşımında değişiklik yoktur [15]. Aksine, T hücreleri tarafından üretilen anti-inflamatuvar sitokinlerin (IL-4 ve IL-10) üretiminde ve dolaşımdaki konsantrasyonlarında gözle görülür bir artış vardır. Bu nedenle, düzenli yapılan kısa süreli (45 dakikaya kadar) ve orta yoğunlukta egzersizin (haftada 150 dakika/ %30-60 VO₂ max), COVID-19 hastalarında lenfositopeninin geri döndürülmesine yardımcı olabilecek, anti-inflamatuvar yanıtı güçlendirmede etkili görünmektedir [20,23].

Ancak uzun süreli egzersiz (>2 saat) ve/veya yoğun egzersiz ise (VO₂ max>%80'i) immünosupresyon belirteçleri göstermektedir. Bu belirteçler proinflamatuvar sitokinlerin üretiminde artış (IL-6, IL-8, TNF- α ve IL-1), alt solunum yolu enfeksiyonlarında artış, NK hücrelerinin, T ve B lenfositlerinin ve nötrofillerin azalmış aktivitesidir [24,25]. Bu yanıtlar, uzun süreli ve/veya yoğun bir dayanıklılık egzersizinin bitiminden saatler ile günler sonra tespit edilebilir. Bu nedenle, uzun süreli ve/veya yoğun egzersiz orta şiddetli veya düşük egzersizle tam tersi etkiyi göstererek enfeksiyona (esas olarak üst solunum yolu enfeksiyonlarına) karşı daha duyarlı hale getirebilir ve COVID-19'un neden olduğu enfeksiyon şiddetini artırabilir [26].

Yukarıda bahsedildiği gibi egzersiz ve bağışıklık sistemi ilişkisini inceleyen çalışmalardan ulaşılabilen kanıtlar, egzersizin immün fonksiyonlar üzerinde önemli modülatör etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Ancak bu modülatör etkiyi belirleyen faktörlerin egzersizin tipi, süresi ve yoğunluğundaki çeşitlilik olduğu unutulmamalıdır. Düzenli egzersiz ve artmış fiziksel aktivitenin kişinin SARS-CoV-2 ile enfekte olma riskini azaltmaz, ancak kişinin semptom şiddetini azaltabilir. Yine de egzersizin bu koruyucu etkisi hakkında kanıtı dayalı verilerle konuşabilmek için, şiddetli semptom gösterme ihtimali olan, COVID-19 için yüksek riskli popülasyonlarda yapılan egzersiz eğitimini içeren randomize klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Sonuç olarak, COVID-19 salgını başta sağlık çalışanları olmak üzere genel nüfus için küresel bir tehdit haline gelmiştir ve ortaya çıkışından şu ana kadar enfeksiyona yakalanmama yönünde bir gelişme

kaydedilememiştir. Virüsten korunma, bulaşma hızını ve yayılma oranını azaltma yolunun ise sosyal mesafe olduğu konusunda fikir birliği nettir. Ancak kentleşmenin yoğun olduğu illerde sosyal mesafe kurallarına uyarak ev dışında aktivite yapılabilmesi çok mümkün değildir. Bunlar dışında teknolojinin getirdiği avantajlar sayesinde aylardır uygulanan esnek çalışma sistemleri ve uzaktan eğitimler nedeniyle neredeyse her yaşta bireyin ev dışı aktivitesi sınırlanıp, evde masa başında oturma süresi oldukça artmıştır. Bu nedenle artan fiziksel inaktivitenin yarattığı sağlık sorunlarının önüne geçilmesi ve SARS-CoV-2 enfeksiyonunun şiddetli semptomlarından korunmak için fiziksel aktivite (en az >5000 adım) veya düzenli yapılan düşük veya orta düzey egzersiz oldukça önemlidir. DSÖ'nün kontraendikasyon oluşmadığı sürece sağlığı korumak ve sürdürmek amacıyla düzenli fiziksel aktivite yapma konusunda stratejiler geliştirmesinin, bu stratejilerin ulusal sağlık sistemlerinde işlenmesinin çok önemli olduğu düşüncesindeyiz.

Ev içerisinde, uygun koşullarda ev dışında (köylerde veya kalabalık olmayan il ve ilçelerde yaşayan bireyler için) veya masa başında (bu süreçte evinde veya ofisinde çalışmak zorunda olan bireyler için) yapılabilecek egzersizler herhangi bir sağlık problemi olmayan bireyler için internet kaynaklarından ulaşılabilir durumdadır. Ancak özellikle yaşlılar, kronik hastalığı olanlar ve hamileler gibi özel bireyler için kişiselleştirilmiş egzersizler mutlaka fizyoterapistler, hekimler gibi profesyonel sağlık çalışanlarının tavsiyeleri, yönlendirmeleri ve takipleri ile yapılmalıdır. Egzersiz esnasında oluşabilecek yaralanmalar bu dönemde normal poliklinik hizmeti aksayan bölgelerde özellikle istenmeyen bir sorundur. Ayrıca bireyin normal hayatında fiziksel aktivite düzeyi düşükse veya hayatında ilk defa düzenli egzersiz alışkanlığı kazanmaya çalışıyorsa egzersizin akut etkisinin veya şiddetinin fazla olması durumunda immün yanıt baskılanması nedeniyle COVID-19 için risk oluşturabileceği unutulmamalıdır. Ancak tüm bunlara rağmen COVID-19'un neden olduğu bu yaygın anksiyete ve çaresizlik döneminde, insanlara düzenli egzersiz yapmalarını tavsiye etmek, şiddetli COVID-19'u önlemekten daha fazlasını başaracaktır.

Teşekkür: Yok.

Çıkar çatışması: Çalışmanın herhangi bir kişi ve kurumla çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal destek: Yok.

Yazar Katkısı: Fikir: MK, KB; Tasarım: KB; Veri Toplama: -; Verilerin istatistiksel analizi: -; Literatür taraması: MK; Makale yazımı: MK; Eleştirel inceleme: KB.

KAYNAKLAR

- Singhal T. A review of coronavirus disease-2019 (COVID-19). *Indian J Pediatr.* 2020; 87(4): 281-286.
- Perlman S, Netland J. Coronaviruses post-SARS: update on replication and pathogenesis. *Nat Rev Microbiol.* 2009; 7(6): 439-450.
- Ali SA, Baloch M, Ahmed N, et al. The outbreak of coronavirus disease 2019 (COVID-19)-An emerging global health threat. *J Infect Public Health.* 2020; 13(4): 644-646.
- Zayet S, Lepiller Q, Zahra H, et al. Clinical features of COVID-19 and influenza: a comparative study on Nord Franche-Comte cluster. *Microbes and infection.* 2020; 22(9): 481-488.
- Clerkin KJ, Fried JA, Raikhelkar J, et al. COVID-19 and cardiovascular disease. *Circulation.* 2020; 141(20): 1648-1655.
- World Health Organization [Internet]. <https://covid19.who.int>
- Muniyappa R, Gubbi S. COVID-19 pandemic, coronaviruses, and diabetes mellitus. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2020; 318(5): 736-741.
- Wiersinga WJ, Rhodes A, Cheng AC, et al. Pathophysiology, transmission, diagnosis, and treatment of coronavirus disease 2019 (COVID-19): A review. *Jama.* 2020; 324(8): 782-793.
- Briscese G, Lacetera N, Macis M, et al. Compliance with covid-19 social-distancing measures in italy: the role of expectations and duration. *NBER;* 2020. Report No: 0898-2937.
- Budak F, Korkmaz Ş. COVID-19 pandemi sürecine yönelik genel bir değerlendirme: Türkiye örneği. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi.* 2020; 1: 62-79.
- Guan W-j, Liang W-h, Zhao Y, et al. Comorbidity and its impact on 190 patients with Covid-19 in China: A nationwide analysis. *Eur Rspir J.* 2020; 55(5): 2000547.
- Narici M, De Vito G, Franchi M, et al. Impact of sedentarism due to the COVID-19 home confinement on neuromuscular, cardiovascular and metabolic health: Physiological and pathophysiological implications and recommendations for physical and nutritional countermeasures. *Eur J Sport Sci.* 2020; 1-22.
- Ercan S, Başkurt Z, Başkurt F, et al. Fiziksel inaktivite ve covid-19: İki büyük pandemi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi.* 2020; 3(2): 51-52.
- Bouchard C, Blair SN, Haskell WL. *Physical activity and health: Human Kinetics;* 2th ed. USA: Humman Kinetics; 2012.
- De Boer MD, Maganaris CN, Seynnes OR, et al. Time course of muscular, neural and tendinous adaptations to 23 day unilateral lower-limb suspension in young men. *J Physiol.* 2007; 583(3): 1079-1091.
- Narici MV, Monti E, Franchi M, et al. Early biomarkers of muscle atrophy and of neuromuscular alterations during 10-day bed rest. *The FASEB Journal.* 2020; 34(1): 1.
- Nishimune H, Stanford JA, Mori Y. Role of exercise in maintaining the integrity of the neuromuscular junction. *Muscle & Nerve.* 2014; 49(3): 315-324.
- Adams B, Fidler K, Demoes N, et al. Cardiometabolic thresholds for peak 30-min cadence and steps/day. *PLoS one.* 2019;14(8): 1-14.
- Mattioli AV, Puviani MB, Nasi M, et al. COVID-19 pandemic: the effects of quarantine on cardiovascular risk. *Eur J Clin Nutr.* 2020; 74: 852-855.
- da Silveira MP, da Silva Fagundes KK, Bizuti MR, et al. Physical exercise as a tool to help the immune system against COVID-19: an integrative review of the current literature. *Clin Exp Med.* 2020; 1-14.
- Sarzi-Puttini P, Giorgi V, Sirotti S, et al. COVID-19, cytokines and immunosuppression: what can we learn from severe acute respiratory syndrome? *Clin Exp Rheumatol.* 2020; 38(2): 337-342.
- Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, et al. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exerc Immunol Rev.* 2020; 26: 8-22.
- Laddu DR, Lavie CJ, Phillips SA, et al. Physical activity for immunity protection: Inoculating populations with healthy living medicine in preparation for the next pandemic. *Prog Cardiovasc Dis.* 2020; 9: S0033-0620(20)30078-5.
- Ferreira GA, Felipe LC, Bertuzzi R, et al. The effects of acute and chronic sprint-interval training on cytokine responses are independent of prior caffeine intake. *Front Physiol.* 2018; 9: 1-10.
- Leandro CG, Ferreira e Silva WT, Lima-Silva AE. Covid-19 and Exercise-Induced Immunomodulation. *Neuroimmunomodulation.* 2020; 27(1): 75-78.
- Rahmati-Ahmadabad S, Hosseini F. Exercise against SARS-CoV-2 (COVID-19): Does workout intensity matter? (A mini review of some indirect evidence related to obesity). *Obes. Med.* 2020: 100245.