

BÖLÜM 21

İNTERVAL ANTRENMANLAR VE UYGULAMALARI

İbrahim Orkun AKCAN¹

Fiziksel uygunluk ve vücut kompozisyonu, bireyler için önemli sağlık göstergeleridir (Chiriboga & Ockene, 2016; Myers & ark., 2015; Ortega & ark., 2018), koşma gibi fiziksel aktiviteler yoluyla geliştiği gösterilmiştir (Chalfoun & ark., 2016; Idrizovic & ark., 2021).

Gerçekten de koşmak, gelişmiş kardiorespiratuvar zindelik (Willoughby & ark., 2016), kas dayanıklılığı (Menz & ark., 2019), kardiyovasküler sağlık (Chalfoun & ark., 2016; Idrizovic & ark., 2021) ve zihinsel sağlık ile ilişkilidir (Bowler & ark., 2010; Thompson Coon & ark., 2011). Ayrıca, koşmak ruh halini iyileştirir ve egzersize bağlı kalmaya yardımcı olur (Oswald & ark., 2020).

Koşmanın faydalı etkileri, kardiorespiratuvar ve solunum sistemi üzerindeki olumlu etkilerine bağlanabilir (Delgado Floody & ark., 2019).

Kardiorespiratuvar dayanıklılık uzun yıllardır fiziksel uygunluğun temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Astrand & Rodahl, 1986). Aerobik dayanıklılık performansında üç ana faktörü içeren model tanımlanmıştır. Bunlar, maksimum oksijen alımı (VO_2max), laktat eşiği (LT) ve iş ekonomisidir (C) (Pate & Kriska, 1984). Birçok çalışma bu düşüncüyü desteklemektedir (Bunc & Heller, 1989; Prampero & ark., 1986; Helgerud, 1994; Hoff & ark., 2002).

Günümüzde dayanıklılık sporları ve takım sporları dahil olmak üzere birçok spor alanında dayanıklılık yetisinin değişkenlerini geliştirmek amacı ile Yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın (HIIT) antrenmanlar oldukça popüler uygulama haline gelmiştir (Kilen & ark., 2014; Stöggel & Sperlich, 2014; Stöggel & Björklund, 2017; Helgerud & ark., 2011; Purkhús & ark., 2016; Bonato & ark., 2015; Fernandez & ark., 2015; Monks & ark., 2017; Tetik, 2019a). Yük-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi AD., orkunakcan24@gmail.com

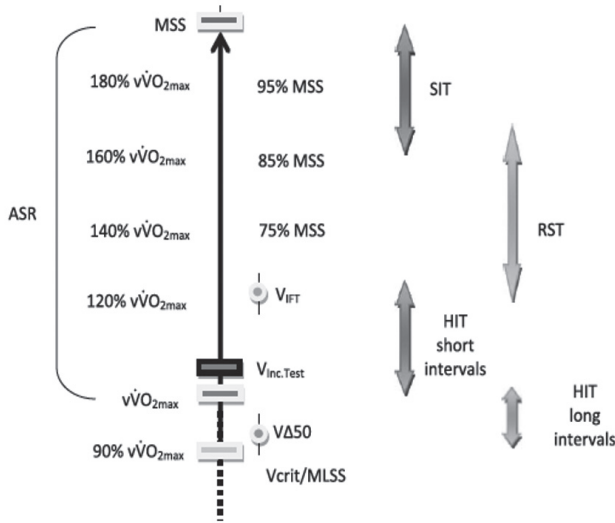
sek şiddetli interval antrenmanlar dayanıklılık yetisinin geliştirilmesinde en etkili yollardan biri olmuştur. Yüksek şiddetli antrenmanlar (HIT) uygulamaları, yüksek şiddetli egzersizlerin kısa ve uzun süren tekrar uygulamalarının uygun dinlenme aralıkları ile yapılmasını içermektedir (Buchheit & Laursen, 2013a).

Yüksek şiddetli interval antrenmanı (HIIT), kısmen zaman verimliliğinden dolayı tercih edilirken temel olarak geleneksel kardiyovasküler antrenmanla (yani, orta şiddette sürekli antrenman MICT) (Biddle & Batterham, 2015; Milanović & ark., 2015; Batacan & ark., 2017) uygulamalarında devam etmek gerekir.

Daha yakın zamanlarda, sprint interval antrenmanı (SIT) büyük ilgi ve popülerlik yarattı, çünkü SIT, daha yüksek şiddetli “all-out” sprint’lerle (yani, süre olarak 30 s) aralık süresini kısaltarak HIIT’in faydalı fizyolojik adaptasyonlarını korurken zaman verimliliğini daha da artırdı (Buchheit & Laursen, 2013a).

Birkaç sistematik inceleme ve meta-analiz, kardiyorespiratuar sistemin geliştirilmesi ve fiziksel kapasiteleri geliştirmek için SIT uygulamalarının kullanımının potansiyel olarak avantajlı olduğunu bildirmişlerdir (Gist & ark., 2014; Vollaard & ark., 2017; Wen & ark., 2019). Vücut kompozisyonu (Keating & ark., 2017) ve metabolik adaptasyonlar (Kessler & ark., 2012; Jelleyman & ark., 2015), MICT ve HIIT ile karşılaştırıldığında çok daha az zaman kullanımı gerektirmektedir.

Yüksek şiddetli interval antrenmanlar genel olarak; tekrarlı sprint antrenmanları (RST) 3-7 sn’lik, sprint interval antrenmanları (SIT) 30 sn all-out (tükenene kadar) sprintler, yüksek şiddetli interval antrenman (HIIT) 45 sn’den kısa süreli yüklenmeler olarak tanımlanmıştır (Buchheit & Laursen, 2013a).



Şekil 1. Farklı Şiddet Aralıkları İçin Kullanılan HIT Yöntemleri (Buchheit & Laursen, 2013) (ASR (anaerobic speed reserve) / anaerobik hız rezervi, MLSS (maximal lactate steady state) / maksimal laktat sürekli dengesi, MSS (maximal sprint speed) / maksimal sprint hızı, RST (repeated sprint training) / tekrarlı sprint antrenman, SIT (sprint interval training) / aralıklı sprint antrenman, VO₂max (maximal oxygen uptake) / maksimal oksijen tüketimi, vVO₂max (minimal running speed required to elicit VO₂max) / VO₂max'a ulaşmada gerekli en düşük çalışma hızı, VΔ50 (speed half way between vVO₂max and MLSS) / vVO₂max ve MLSS arasındaki hızın yarısı, Vcrit (critical velocity) / kritik hız, VIFT (peak speed reached at the end of the 30–15 Intermittent Fitness Test) / 30-15 sn aralıklı fitness testi sonunda ulaşılan en yüksek hız, VInc. test (peak incremental test speed) / artımlı zirve hız testi).

Geleneksel dayanıklılık antrenman yöntemlerinden olan, devamlı dayanıklılık antrenmanlarına (CET) alternatif olarak görülen HIIT antrenman yöntemine ilginin arttığı düşünülmüştür (Zuhl & Kravitz, 2012). Elit sporcuların aerobik adaptasyonlarını maksimize etmek için yüksek şiddetli antrenman yapmanın oldukça etkili olduğu kabul edilmiştir (Midgley, 2006). Birçok antrenman bilimci dayanıklılık antrenmanlarını değerlendirirken VO₂max üzerine odaklanmıştır. Pollock, VO₂max gelişiminde antrenmanın şiddeti, süresi ve sıklığı gibi ilkelere dikkat çekmiştir (Pollock, 1977; Tetik, 2019b).

HIIT, dinlenme ile aralıklandırılmış, maksimuma yakın ila maksimum şiddetlerde tekrarlanan nöbetlerin, maksimum oksijen alımını (VO₂max), anaerobik gücü ve egzersiz performansını arttırdığı gösterilmiştir (Laursen & Buchheit, 2019; Mallol & ark., 2020).

Daha önceki çalışmalar, MICT gibi daha geleneksel antrenman yöntemlerine kıyasla SIT antrenman uygulanmasını kullandıktan sonra fiziksel kapasitelerde ve birçok konuda büyük iyileşmeler gelişimler belirlenmiş olsa da (Kessler & ark., 2012; Gist & ark., 2014; Weston & ark., 2014; Jelleyman & ark., 2015; Keating & ark., 2017; Way & ark., 2019), birçok antrenman bilimci hem HIIT hem de SIT'nin uygulanabilirliği konusunda şüpheli olmuştur.

Eleştirilenler, HIIT veya SIT'nin karmaşık ve yorucu doğasının yüksek düzeyde motivasyon, öz düzenleme ve öz yeterlilik gerektirebileceğini savunmaktadırlar (Hardcastle & ark., 2014).

Ayrıca, SIT'deki supramaksimal şiddetin, potansiyel olarak olumsuz afektif tepkilere yol açmasından korkulmakta ve sonuç olarak, özellikle SIT, düşük fiziksel kapasiteleri ve sınırlı antrenman yaşı olan bireyler tarafından yapıldığında, gelecekteki egzersize uyumu konusunda sorunlar ortaya çıkarabilmektedir (Haile & ark., 2016).

HIIT'e yönelik eleştirilere yanıt olarak, HIIT'e verilen psikolojik tepkilerin bulgularını genelleştirmek ve HIIT protokollerini uygulama konusundaki şüpheleri yanıtlamak için çeşitli meta-analizler ve sistematik incelemeler yapılmıştır (Stork & ark., 2017; Oliveira & ark., 2018; Niven & ark., 2020).

İncelemelerdeki sonuçlar, HIIT'e verilen akut duygusal tepkilerinin MICT protokollerine kıyasla benzer veya daha fazla olduğunu, ancak MICT'ye kıyasla HIIT'e karşı verilen tepkilerin antrenmandan bezdirici duygusal değerler olabileceğini göstermektedir.

Diğer bir deyişle, bilişsel işlemeyi içeren duygusal yargılar ve anlık zevk veya memnuniyetsizlik duyguları arasındaki farklar HIIT'de keyif alma ve duygulanım değerlerine ilişkin tutarsız bulguları açıklamışlardır (Stevens & ark., 2020).

Antrenman uygulamaları esnasında SIT ile HIIT protokollerini birbirlerinden ayırt etmenin en önemli sebepleri uygulama esnasında gösterilen performans değerlerinde SIT daha zorlu gözükabilir bunun nedeni ise SIT daha büyük nöromüsküler yüke ve anaerobik metabolizmaya maruz kalması neden olabilir (Buchheit & Laursen, 2013a). SIT'de düşük şiddetli HIIT ile karşılaştırıldığında bu da farklı fizyolojik ve psikolojik tepkilere yol açabilir (Buchheit & Laursen, 2013a; Hall & ark., 2002).

İnterval antrenmanların yapılış amaçlarına baktığımızda özellikle anaerobik metabolizmanın geliştirilmesi için olduğunu görmekteyiz, bununla birlikte in-

terval antrenman uygulamaları sadece antrenmanın kapsam genişliğini azaltma ve şiddet değerlerini yükseltme olarakta düşünülmemelidir. Yapılan birçok çalışmada yapılan interval antrenman uygulamaları sonucunda biyokimyasal değişikliklere de bakılarak sonuçlar üzerine yorumlama yapılmaktadır.

Yine atletik performans değerlendirme kriterlerinden görebileceğimiz vücut kompozisyonu, maksimum oksijen tüketim değerleri, hemoglobinin kütlesi ve VO_2 max arasındaki doğrusal ilişki, eritrosit kütlesi, çok değerlendirmede dikkate alınmasa da kolesterol düzeyleri, serum glukoz veya trigliserit düzeyleride oldukça önemlidir.

Dündar & ark. (2019), yaptıkları çalışmada dayanıklılık antrenmanları sonucu plazma hacim değişiklikleri ve performans ilişkisini incelemişler, çalışma sonunda HGB, RBC, MCV, MCH gibi kan parametrelerinde ve koşulan mesafelerde antrenman öncesi ve sonrası ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edildiği, toplam mesafeler ile düzeltilmiş hemoglobin değerleri arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu tespit edildiğini bildirmişlerdir. Burada sonuçlar kadar yapılan antrenman uygulamasının MICT ve HIT intervalleri kapsamı literatür ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Dokuz haftalık bir interval antrenmandan sonra (haftada üç kez) toplam kolesterolde %7,6 azalma, yüksek yoğunluklu lipoproteinde (HDL) %8 artış olduğunu ve düşük yoğunluklu lipoproteinde değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (Kyröläinen & ark., 2018). Yapılan interval türde dayanıklılık antrenmanları sonucunda bazı kan parametrelerinin performansı destekler anlamda arttığı belirtilmiştir (Tetik & Dündar, 2018).

Yine yapılan interval dayanıklılık antrenman sonuçlarında plazma inflamatuvar ve immün yanıt belirteçlerinin egzersiz dozuna bağlı bir şekilde arttığı bildirilmiştir (Reihmane & ark., 2012), PLT ve MPV arasındaki anlamlı ilişkinin, düşük MPV'nin yeni üretilen trombosit eksikliğini gösterdiği ve bu ilişkinin doğru orantılı olduğu düşünüldüğü bildirilmiştir (Gönülateş & ark., 2017).

Sheykhlovand & ark., (2022), Kayakçılar üzerinde yaptıkları çalışmada, VPO_2 peak'i (%100 $vVPO_2$ peak) ortaya çıkaran en düşük hız ile eşleşen HIIT direnç antrenmanına yanıt olarak kardiyorespiratuar kondisyon, hemodinamik, egzersiz performansı ve kas gücündeki değişiklikleri incelemiş ve %100 $vVPO_2$ peak'te kürek çekmeye dayalı interval egzersizi karşılaştırmıştır. 8 haftalık dirençli yüksek şiddetli interval antrenman (RHIIT) veya kürek çekmeli yüksek şiddetli interval antrenman (PHIIT)'nın kardiyorespiratuar kondis-

yon ve kayak sprint performansını, kardiyak boyutların dinlenme değerlerini, maksimum atım hacmini ve kalp debisini benzer ölçüde iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Daha önce de bahsedildiği gibi sporcuların, dayanıklılık yetilerini geliştirmek için tamamlayıcı bir antrenman yöntemi olarak yüksek yoğunluklu interval antrenmanı (HIIT) kullandıklarından bahsetmiştik.

HIIT antrenman uygulamalarının yüksek şiddetli ama düşük kapsamlı antrenman uygulamaları düşük şiddetli ve yüksek kapsamlı antrenman uygulamalarına kıyasla aerobik kondisyonun geliştirilmesinde etkili olabildiği bildirilmiştir (Zuhl & Kravitz, 2012; Helgerud & ark., 2007; Viana & ark., 2019).

HIIT, genellikle yüksek seviyelerde metabolik stres ve nöromusküler kas iskelet yüklenmelere ile sonuçlanan, yüksek şiddetli yüklenmelerin tekrarlanması ve ardından değişen sürelerde aktif veya pasif dinlenme periyotlarından (örneğin, 4 dakikalık 4 dakikalık (dk) aralıklarla 3 dakikalık dinlenme) oluşur (Gastin, 2001; Buchheit & Laursen, 2013b).

Bu nedenlerden dolayı, yeterli dinlenmeyi sağlamak için HIIT seanslarının uygulamaları arasında 48 saat ara verilmesi önerilmiştir (Buchheit & Laursen, 2013b).

HIIT-SM tanımı son dönemlerde giderek artan yeni bir uygulama biçimini oluşturmaktadır. Açılımı “HIIT şok mikro döngüsü (HIIT-SM)” dür. Sıkıştırılmış bir zaman diliminde tekrarlanan HIIT uygulamalarını ifade etmek için kullanılır, örnek olarak 11 günde 15 HIIT uygulaması yapmak gibi (Breil & ark., 2010).

Bazı çalışmalarda üst düzey antrenman periyodunun parçası olmayan HIIT-SM ve blok periyotlamaya entegre edilmiş HIIT-SM'in etkilerini araştırmak için 9-21 gün süre ile HIIT-SM antrenman uygulaması yapılmış ve 9-24 uygulama yapılmıştır (Breil & ark., 2010; Stolen & ark., 2005; Ronnestad & ark., 2014; McGawley & ark., 2017; Bratland-Sanda & ark., 2020).

HIIT-SM uygulamalarının performansta kısa sürede artış gerçekleştirme iddaaları tartışılmaya devam edilmektedir, ancak elit sporcularda normal periyotlama haftalarına göre HIIT-SM periyotlamalarında toplam antrenman hacminin %30 azaldığı bildirilmiştir (Christensen & ark., 2011).

Her ne kadar çok sayıda çalışma HIIT-SM'nin dayanıklılık performansını iyileştirmedeki etkinliğini gösterir yönde olsada (Breil & ark., 2010; Stolen & ark., 2005;) diğer çalışmalarda net sonuçlar ortaya konamamıştır (McGawley & ark., 2017; Bratland-Sanda & ark., 2020).

HIIT-SM'yi gerçekleştirmek için çok çeşitli seçenekler tartışılmaya devam etsede performansı artırmak için en uygun antrenman kapsamı tartışma konusudur.

Ayrıca, uygulayıcılar arasında HIIT-SM sırasında genel olarak daha düşük antrenman kapsamının performans kayıplarına yol açabileceğine dair anekdotsal bir endişe olduğundan, ek antrenman uygulamaları (yani, ek düşük şiddetli antrenman (LIT)) yapıldığında olumlu etkilerin oluşup oluşmadığı da belirsizdir.

Bu düşük antrenman kapsamı ve standart antrenman uygulamalarına kıyasla bir HIIT-SM sırasında yüksek şiddetli antrenmana yönelik bir antrenman dağılımı göz önüne alındığında, tek HIIT uygulamalarına (ayrı antrenman seanslarına ek olarak değil) eklenerek optimal bir antrenman kapsamı LIT'li yeni bir yaklaşım konuya ışık tutabilir.

Daha önceden planlanmış ve periyotlamaları yapılmış antrenman haftalarında (mikro döngü/mezo döngü) uygulanan LIT ve HIIT kombinasyonu, dayanıklılık performansını artırmak için artık oldukça rağbet görmektedir. [Stöggl & Sperlich, 2014; Seiler & Kjerland, 2006; Stöggl & Sperlich, 2015).

Stöggl & ark., (2022), iki farklı HIIT-SM uygulamasının düzenli antrenman yapan sporcularda dayanıklılık performanslarını karşılaştırmışlar. Çalışmada 1 grup 7 günde 10 HIIT-SM (HSM) uygulaması yaparken diğer grup ise her HIIT uygulamasından sonra 30 dk ilave LIT uygulaması yaparak (HSM+LIT) antrenmanı tamamlamışlardır. Çalışma sonunda dayanıklılık özelliklerinin gelişmesinin yanı sıra birkaç ikincil sonucuda dikkate almışlardır. Çalışmalarında HIIT-SM tamamlandıktan 3-9 gün arasında dayanıklılık performansının gelişmesinin dikkat çekici olduğunu bildirmişlerdir (Breil & ark., 2010; Stolen & ark., 2005; Stöggl & ark., 2022).

Bu sonuçlara göre HIIT-SM uygulamasından sonra oluşacak performans zirvesinin süresi bireye ve uygulanan antrenman kinetiklerine bağlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle sporcuların yarışma periyotlamalarında performans artışını hedeflerken yapılacak HIIT-SM uygulamalarının zirvelemeye izin verecek biçimde planlanması gerekmektedir.

Yukarıdaki çalışma sonucu değerlendirilen konulardan bir diğeri ise, çok yüksek şiddette uygulanan ve kısa süreli dinlenme aralıkları içeren HIIT antrenman uygulamaları kas sisteminde oluşturduğu yorgunluğun yanı sıra zihinsel yorgunluğada yol açmakta ve ayrıca HIIT antrenman uygulamalarına akut

bir yanıt olarak geçici inflamatuvar yanıtı yol açarak sporcuların olduğundan daha fazla bir çaba sarf etmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle sporcuların koşu hızları, kat ettikleri mesafe, kalp atım hızları, biyokimyasal belirteçler ve stresleri arasındaki dengeyi iyi izleyerek aşırı yüklenmelere bağlı olabilecek yaralanma ve sakatlık riskleri, yorgunluk giderilmesi için dinlenme periyotları vb aşırı yüklenme semptomlarının sonuçları gözlemlendirilmelidir.

Yapılan interval antrenmanların temel amacına bakıldığında aerobik ve anaerobik metabolizmanın geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu ise fizyolojik parametrelerin antrenman parametreleri temelinde gelişim göstermesi esasına dayanmaktadır. Bu açıdan baktığımızda yapılan antrenmanlar ve uyulması gereken parametreler ise;

AEROBİK EŞİK ANTRENMAN KRİTERLERİ:

Nabız	: 120 – 150
Süre	: 10 dk – 2 saat
Tekrar Sayısı	: 1 – 6
Dinlenme	: 1 – 3 dk
Antrenman Uygulaması	: 2 x 15 dk 3 dk ara ile (I. II. Hafta) 3 x 10 dk 3 dk ara ile (III. IV.Hafta)

ANAEROBİK EŞİK ANTRENMAN KRİTERLERİ:

Nabız	: 150 – 170
Süre	: 1.5 – 7 dk
Tekrar Sayısı	: 3 - 5
Dinlenme	: 5 dk
Antrenman Uygulaması	: 4 x 800 m 5 dk ara ile (I. II. Hafta) 3 x 800 m 5dk ara ile (III. IV.Hafta)

MaxVO₂ ANTRENMAN KRİTERLERİ:

Nabız	: 180
Süre	: 3 – 5 dk
Tekrar Sayısı	: 4 – 8 (12)
Dinlenme	: 2:1
Antrenman Uygulaması	: 5 x 1200 m 2 dk ara ile (I. II. Hafta) 3 x 1200 m 2dk ara ile (III. IV.Hafta)

LA.T. (Laktik Asit Tolerans) ANTRENMAN KRİTERLERİ:

Nabız	: Maksimale yakın
Süre	: 30 – 60 sn
Tekrar Sayısı	: 2 x 2 – 4
Dinlenme	: 30 sn – 5 dk
Antrenman Uygulaması	: 2 x 4 x 300 m 3 dk, set arası 5 dk ara ile (I. II. Hafta) 2 x 2 x 300 m 5 dk, set arası 5 dk ara ile (III. IV. Hafta) (Dündar, 2017).

Görüldüğü gibi yapılan tüm uygulamalar interval antrenman formunda yapılmaktadır. Bu uygulamalarda önemli olan sporcuların antrenman yaşları ve antrenman düzeyleridir. İnterval antrenman uygulamalarında elde edilen bazı biyokimyasal süreçlerin olması durumunda bu tür mesafe veya süre uygulamaları yerine elde edilen LA değerlerine göre düzenlenebilmektedir. Elde edilen laktat değerlerinin yapılması planlanan antrenman uygulamalarına uygun olarak düzenlenebilir.

İnterval antrenmanlar spor yapan bireylerin antrenman uygulamaları içerisinde aşına oldukları kavramdır. Tanımsallığına bakıldığında aerobik ve anaerobik metabolizmaların geliştirilmesinde önem taşıyan uygulamalar olarak tanımlansa da spor antrenman uygulamasının temellerinden birini oluşturmaktadır.

İnterval antrenmanların uygulanmasına genel olarak bakıldığında performans sporcusu olarakta eğlence amaçlı olarakta yapılan her fiziksel aktivitede yer aldığını görebilmekteyiz.

Sonuç olarak yapılan her türlü interval antrenman uygulamalarının sporcuların yüklenme dinlenme eğrilerine izin verebilen ve dinlenme sonrası ortaya çıkan rejenerasyon özelliği ile antrenman verimliliğini sağlamada kullanılabilir bir uygulama olduğu görülmektedir.

Bu özelliğinin yanısıra dinlenme aralıkları ile oluşan yorgunluğun giderilmesi yeni yüklenme öncesi konsantre olma yetisini yenilemesinde izin vermektedir. Önemli olan bir diğer konu ise interval antrenmanlar yapılan antrenman uygulamaları içerisinde uygulanan şiddetin artırılması sonucu antrenman kapsamının düşürülmesine yol açmakta bu da geniş kapsam düşük şiddet uygulamalarına karşılık zamandan tasarruf etme avantajını da gündeme getirmektedir.

KAYNAKÇA

- Astrand, PO., Rodahl, K. (1986). Textbook of Work Physiology. New York, NY: McGraw-Hill Book Company.
- Batacan, RJ Jr., Duncan, M., Dalbo, VJ., Tucker, PS., Fenning, AS. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br. J. Sports Med.* 51, 494–503.
- Biddle, SJ., Batterham, AM. (2015). High-intensity interval exercise training for public health: a big HIT or shall we HIT it on the head? *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 12:95.
- Bonato, M., Rampichini, S., Ferrara, M., Benedini, S., Sbriccoli, P., Merati, G., (2015). Aerobic Training Program For The Enhancements of HR and VO_2 off-Kinetics In Elite Judo Athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 55: 1277-1284.
- Bratland-Sanda, S., Pedersen, FG., Haave, MN., Helgerud, J., Storen, O. (2020). Large inter-individual differences in responses to a block of high intensity aerobic interval training: a case series in national-level cyclists and triathletes. *Int J Exerc Sci.* 13 (2): 480–7.
- Breil, FA., Weber, SN., Koller, S., Hoppeler, H., Vogt, M. (2010). Block training periodization in alpine skiing: effects of 11-day HIT on VO_{2max} and performance. *Eur J Appl Physiol.* 109 (6): 1077–86
- Buchheit M, Laursen PB. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Med.* 43 (10): 927–54.
- Buchheit, M., Laursen, PB. (2013a). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle: Part I: Cardiopulmonary Emphasis. *Sports Med.* 43.
- Bunc, V., Heller, J. (1989). Energy Cost of Running in Similarly Trained Men and Women. *Eur. J. Appl. Physiol.* 59: 178-183.
- Chiriboga, DE., Ockene, IS. (2016). Fitness in young adults as an independent predictor of risk for cardiovascular disease. *JAMA Internal Medicine* 176 (1): 95–96
- Christensen, PM., Krustrup, P., Gunnarsson, TP, Kiilerich, K., Nybo, L., Bangsbo, J. (2011). VO_2 kinetics and performance in soccer players after intense training and inactivity. *Med Sci Sports Exerc.* 43 (9): 1716–24.
- Di Prampero, PE., Atcho, G., Bru` Ckner, C., Moya, C. (1986). The energetics of Endurance Running. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55: 259-266.
- Dündar, U. (2017). *Antrenman Teorisi*, Nobel Tıp Kitapevi, Ankara.
- Dündar, U., Tetik, S., Dündar, K., Gönülateş, S., Yaan, T. (2019). Dayanıklılık Antrenmanları Sonucu Plazma Hacim Değişiklikleri ve Performans İlişkisi. *Manas Journal Of Social Studies*, 8(1):1345-1352.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sarabia, JM., Moya, M. (2015). Preseason Training: The Effects of A 17-Day High-Intensity Shock Microcycle Inelite Tennis Players. *J. Sports Sci. Med.* 14: 783-791.
- Gastin PB. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* 31 (10): 725–41.
- Gist, NH., Fedewa, MV., Dishman, RK., Cureton, KJ. (2014). Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 44, 269–279.
- Gönülateş, S., Tetik, S., Dündar, U., Yaan, T., Dündar, K. (2017). Analazing the effects of platelet on the durability training, *The Online Journal of Recreation and Sport* Volume 6 (Volume 6 Issue 4):101-112
- Haile, L., Gallagher, M., Robertson, RJ. (2016). *Perceived Exertion Laboratory Manual*. New York, NY: Springer.
- Hall, EE., Ekkekakis, P., Petruzzello, SJ. (2002). The affective beneficence of vigorous exercise revisited. *Br. J. Health Psychol.* 7, 47–66.

- Hardcastle, S.J., Ray, H., Beale, L., Hagger, M. (2014). Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. *Front. Psychol.* 5:1505.
- Helgerud, J. (1994). Maximal Oxygen Uptake, Anaerobic Threshold and Running Economy in Women and Men with Similar Performances Level in Marathons. *Eur. J. Appl. Physiol.* 68: 155-161.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., et al. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO_2 max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc.* 39 (4): 665–71.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O.J., Hoff, J. (2011). Strength And Endurance in Elite Football Players. *Int. J. Sports Med.* 32: 677-682.
- Hoff, J., Gran, A., Helgerud, J. (2002). Maximal Strength Training Improves Aerobic Endurance Performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 12: 288-295.
- Jelleyman, C., Yates, T., O'Donovan, G., Gray, L.J., King, J.A., Khunti, K., et al. (2015). The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes. Rev.* 16, 942–961.
- Keating, S.E., Johnson, N.A., Mielke, G.I., Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes. Rev.* 18, 943–964.
- Kessler, H.S., Sisson, S.B., Short, K.R. (2012). The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med.* 42, 489–509.
- Kilen, A., Larsson, T.H., Jørgensen, M., Johansen, L., Jørgensen, S., Nordborg, N.B. (2014). Effects of 12 weeks high-intensity & reduced-volume training in elite athletes. *PLoS One.* 15; 9(4): e95025
- Kyröläinen, H., Hackney, A.C., Salminen, R., Repola, J., Häkkinen, K., Haimi, J. (2018). Effects of Combined Strength and Endurance Training on Physical Performance and Biomarkers of Healthy Young Women. *J. Strength Cond. Res.* 32, 1554–1561.
- Laursen, P.B., Buchheit, M. (2019). In *Science and Application of High-Intensity Interval Training*, 1st Edn, Champaign: Human Kinetics. 119.
- Mallol, M., Norton, L., Bentley, D.J., Mejuto, G., Norton, K., Yanci, J. (2020). Physiological Response Differences between Run and Cycle High Intensity Interval Training Program in Recreational Middle Age Female Runners. *J. Sports. Sci. Med.* 19, 508–516.
- McGawley, K., Juudas, E., Kazior, Z., Ström, K., Blomstrand, E., Hansson, O., et al. (2017). No additional benefits of block- over evenly-distributed high-intensity interval training within a polarized microcycle. *Front Physiol.* 8:413.
- Midgley, A.W., McNaughton, L.R., Wilkinson, M. (2006). Is There An Optimal Training Intensity for Enhancing the Maximal Oxygen Uptake of Distance Runners? *Sports Med.* 36(2): 117-132.
- Milanovic, Z., Sporiš, G., Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO_2 max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Med.* 45, 1469–1481.
- Monks, L., Seo, M.W., Kim, H.B., Jung, H.C., Song, J.K. (2017). High Intensity Interval Training And Athletic Performance In Taekwondo Athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 57: 1252-1260.
- Niven, A., Laird, Y., Saunders, D.H., Phillips, S.M. (2020). A systematic review and meta-analysis of affective responses to acute high intensity interval exercise compared with continuous moderate- and high-intensity exercise. *Health Psychol. Rev.* 15, 540–573.
- Oliveira, B.R., Santos, T.M., Kilpatrick, M., Pires, F.O., Deslandes, A.C. (2018). Affective and enjoyment responses in high intensity interval training and continuous training: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 13: e0197124.

- Pate, RR., Kriska, A. (1984). Physiological basis of The Sex Difference in Cardiorespiratory Endurance. *Sports Med.* 1: 87-98
- Pollock, ML. (1977). Submaximal And Maximal Working Capacity Of Elite Distance Runners. Part 1: Cardiorespiratory Aspects. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 301: 310-322.
- Purkhús, E., Krustруп, P., Mohr, M. (2016). High-Intensity Training Improves Exercise Performance In Elite Women Volleyball Players During A Competitive Season. *J Strength Cond Res.* 30: 3066-3072.
- Reihmane, D., Jurka, A., Tretjakovs, P., Dela, F. (2012). Increase in IL-6, TNF-, and MMP-9, but not sICAM-1, concentrations depends on exercise duration. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 113, 851-858.
- Rønnestad BR, Hansen J, Ellefsen S. (2014). Block periodization of high-intensity aerobic intervals provides superior training effects in trained cyclists. *Scand J Med Sci Sports.* 24 (1): 34-42
- Seiler, KS., Kjerland, GØ. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scand J Med Sci Sports.* 16 (1): 49-56.
- Sheykhlovand, M., Arazi, H., Astorino, TA., Suzuki, K. (2022). Effects of a New Form of Resistance-type high-intensity Interval training on cardiac Structure, hemodynamics, and Physiological and performance Adaptations in well-trained kayak Sprint athletes, *Front. Physiol.* 13:850768.
- Stevens, CJ., Baldwin, AS., Bryan, AD., Conner, M., Rhodes, RE., Williams, D. M. (2020). Affective determinants of physical activity: a conceptual framework and narrative review. *Front. Psychol.* 11:568331.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med.* 35 (6):5 01-36.
- Stork, MJ., Karageorghis, CI., Ginis, KAM. (2019). Let's go: psychological, psychophysical, and physiological effects of music during sprint interval exercise. *Psychol. Sport Exerc.* 45:101547.
- Stöggl TL, Sperlich B. (2015). The training intensity distribution among welltrained and elite endurance athletes. *Front Physiol.* 6:295.
- Stöggl, T., Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Front Physiol.* 5:33.
- Stöggl, TL., Björklund, G. (2017). High Intensity Interval Training Leads To Greater Improvements in Acute Heart Rate Recovery And Anaerobic Power As High Volume Low Intensity Training. *Front. Physiol.* 8: 562.
- Stöggl, TL., Blumkaitis JC., Strepp, T., Sareban, M., Simon, P., Neuberger, EWI., et al. (2022). The Salzburg 10/7 HIIT shock cycle study: the effects of a 7-day high-intensity interval training shock microcycle with or without additional low-intensity training on endurance performance, well-being, stress and recovery in endurance trained athletes—study protocol of a randomized controlled trial, *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14:84
- Tetik, S. (2019a). Yüksek Şiddetli İnterval Antrenmanların (HIIT) Vo₂max Değeri Üzerine Etkisi, 2. International Conference On Sports for all and Wellness, 25-28 Nisan/April, Antalya-Alanya.
- Tetik, S. (2019b). İnterval Antrenman Türevlerinin (HIT-HIIT-SIT) Aerobik Dayanıklılık Fizyolojisi üzerine Etkisi. *Herkes İçin Spor ve Wellness Araştırmaları-2*, Ankara, Akademisyen Kitabevi.
- Tetik, S., DüNDAR, U. (2018). Analyze of the correlation between endurance trainings and some hematological values, *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche* April; 177 (4): 117-25.

- Viana, RB., Naves, JPA., Coswig, VS., de Lira, CAB., Steele, J., Fisher, JP., et al. (2019). Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *Br J Sports Med.* 5 (10): 655–64.
- Vollaard, N., Metcalfe, R., Williams, S. (2017). Effect of number of sprints in a SIT session on change in VO_2 max: a meta-analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 49, 1147–1156.
- Way, KL., Sultana, RN., Sabag, A., Baker, MK., Johnson, NA. (2019). The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24 h blood pressure responses: a systematic review and meta-analysis. *J. Sci. Med. Sport* 22, 385–391.
- Wen, D., Utesch, T., Wu, J., Robertson, S., Liu, J., Hu, G., et al. (2019). Effects of different protocols of high intensity interval training for VO_2 max improvements in adults: a meta-analysis of randomised controlled trials. *J. Sci. Med. Sport* 22, 941–947.
- Weston, M., Taylor, KL., Batterham, AM., Hopkins, WG. (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Med.* 44, 1005–1017.
- Zuhl, M., Kravitz, L. (2012). HIIT vs continuous endurance training: battle of the aerobic titans. *IDEA Fitness J.* 9 (2): 34–40.