

Field : Coaching

Type : Research Article

Received: 22.03.2016 - *Accepted*: 15.05.2016

İki Haftalık Yüksek Şiddetli İnterval Antrenmanın Kadınların Aerobik Göstergeleri Üzerine Etkisi

Mustafa Şakir AKGÜL¹, Veli Volkan GÜRSES², Hakan KARABIYIK¹, Mitat KOZ¹

¹Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, TÜRKİYE,

²Kastamonu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Kastamonu, TÜRKİYE

E-Posta: msakirakgul@gmail.com

Öz

Son zamanlarda yüksek şiddetli interval antrenman metotlarının hem aerobik hem de anaerobik performansı geliştirdiği gösterilmiştir. Ancak Kadınların aerobik kapasitesi üzerine bu antrenman yönteminin etkisini inceleyen çalışmaların sayısı yeterli değildir. Bu çalışmanın amacı 2 haftalık yüksek şiddetli interval antrenmanın kadınların aerobik göstergeleri üzerine etkilerinin incelenmesidir. Bu çalışmaya yaş ortalaması (23.37±1,505yıl), olan 10 gönüllü kadın katılmıştır. Katılımcılar 2 hafta ve haftada 3 gün olmak üzere 6 seans yüksek şiddetli interval antrenman yapmışlardır. Her çalışma öncesi 10 dakika ısınma yine her antrenman sonrası 5 dakikalık soğuma egzersizleri yaptırılmıştır. Antrenman da ise wingate bisikleti üzerinde vücut ağırlığının %7.5'ine karşı yapabildiğinin en iyisini yapması istenerek 6x30 sn, 4 dakika aralıklarla wingate stili uygulanmıştır. Katılımcılar test öncesi ve sonrası VO_{2max} (maksimal oksijen tüketimi), VO_{2peak} (zirve oksijen tüketimi) ve TTE (tükenme zamanı) belirlemek amacıyla maksimal oksijen tüketim testi uygulanmıştır. Aerobik parametreler arasında ön test ve son test farklılığının belirlenebilmesi için paired simple t-test uygulanmıştır. 2 hafta sonunda yüzdesel olarak, $_{Maks}VO_2$ (%4.44), $_{Zirve}VO_2$ (%8.09), TTE (%7.4) gibi anlamlı artışlar bulunmuştur($p<0.05$). Bu sonuçlar 2 haftalık yüksek şiddetli interval antrenmanın aerobik göstergeler üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aerobik göstergeler, kadın, yüksek şiddetli interval antrenman

The Influence of 2 Weeks of Low- Volume High - Intensity Interval Training on Aerobic Indices in Women

Abstract

Recently, a novel type of high-intensity interval training known as sprint interval training has demonstrated increases aerobic and anaerobic performance. However It has not been done sufficient number of study which investigated the effects of high intensity interval training on women's aerobic fitness. This study aimed to establish the effects of 2-week high intensity interval training on aerobic fitness of women. Ten adolescent women (23.37 ± 1.505 years), completed 6 sessions of Wingate -style high intensity interval training over a 2-week period. The first and last session consisted of four sprints. Each training session involved a 10 min warm-up followed by a HIIT program consisting of 6x30s all-out sprint a 4 min recovery. A 5 min cool down period was then performed. On the purpose of determine VO_{2max} (maximal oxygen uptake), VO_{2peak} (peak oxygen uptake) and TTE (time to exhaustion) all subject performed maximal oxygen consumption test in beginning and in the end of the study. A paired t-test was used to determine the differences in aerobic parameters between pre- and post-values. Significant improvements ($p < 0.05$) were found by the end of eight week, $Maks VO_2$ (%4.44), $_{peak} VO_2$ (%8.09), and TTE(%7.4) following the HIIT program among subjects. Results showed that two-week wingate style of high intensity interval training program very effective on aerobic indices.

Keywords: Aerobic indices, high intensity interval training, women

Giriş

Spor bilimciler, kondisyonerler ve antrenörler sürekli olarak sporcularının performansını ve sedanterlerin sağlıkla ilgili parametrelerini geliştirecek yeni antrenman metotları arayışındadırlar(Issurin,2010). Bu arayışa genellikle üç nedenle ihtiyaç duyulur. İlk olarak sporcularda kısa hazırlık dönemlerinin neden olduğu hızlı ve etkin uyum ihtiyacı. İkinci olarak, tekrar eden benzer yüklenme kalıplarının uyum hacminde düşümlere, psikolojik bozukluklara, yeni uyumların gelişmemesine ve verim kaybına neden olması, son olarak da sedanterlerin günlük iş ve yaşam koşulları nedeniyle egzersiz için yeterli zamana sahip olamamasıdır. Bu durumlarda Spor bilimciler, antrenörler ve kondisyonerler sporcularının veya egzersiz yapan sedanter kişilerin farklı kalıplarla oluşturulmuş stresler ile daha etkin egzersiz metotları uygulayarak yeni uyumlar geliştirmelerini beklerler (McMillan et al., 2005:273).Gösterilen çabalar öncelikli olarak aerobik kapasiteyi geliştirmeye yönelik olmaktadır. Çünkü aerobik kapasiteyi geliştirmek oldukça yoğun çalışma ve uzun zaman gerektirir. Çalışma süresi olarak her bir seansı en az 45-50 dakika olan ve haftada en az 3 kez tekrarlanan dayanıklılık egzersizlerini 8-12 hafta sürdürmek şarttır (ACSM, 2011). Bu açıdan aerobik kapasitenin geliştirilmesinde daha etkili olarak şu ana kadar bildirilmiş yüksek şiddetli interval antrenman (HIIT) öne çıkmaktadır. Bu metot dayanıklılık gelişiminde kullanılan yeni antrenman metotlarından biridir. Bu yöntem hızlı ve etkin uyum ihtiyacını karşılarken aynı zamanda egzersiz süresini kısaltır. Ayrıca HIIT metodu çeşitli formlarıyla günümüzde en etkili aerobik ve anaerobik kapasiteyi, kardiyovasküler sistemi ve metabolik fonksiyonları geliştiren bir antrenman yöntemidir (Buchheit and Laursen,2013). Öyle ki 2 haftalık ve 6 seanslık HIIT antrenmanlarının aerobik ve anaerobik kapasiteyi aynı zamanda metabolik fonksiyonları anlamlı şekilde geliştirdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Alan et al., 2014:757 and Babraj et al., 2009:1472). HIIT metodu, son zamanlarda hem sedanterler hem de sporcular için pozitif adaptasyon, sağlık ve performans perspektifinde yeni ve olumlu katkılar ortaya koymaktadır. Geleneksel aerobik egzersiz reçetesi ile karşılaştırıldığında zamanın daha ekonomik ve daha verimli olması, aynı zamanda aerobik sistem ile birlikte anaerobik sistemi, metabolik fonksiyonları ve fiziksel performansı arttırması nedeniyle büyük ilgi ve alaka bulmuştur(Bayati et al., 2011:571 and Samuel et al., 2013:63). Dolayısıyla hem takım sporları hem de bireysel sporlar için oldukça etkili bir sistem olmakla beraber, kronik hastalıklarla alakalı birçok vaka ve olayları önlediği de klinik olarak ispatlanmıştır. HIIT günümüzde çeşitli formlarıyla kardiyovasküler sistemi, metabolik fonksiyonları dolayısıyla da sporcuların fiziksel performansını geliştiren en etkili yöntemlerden biridir. Hem maksimal kardiyovasküler sisteme hem de periferel adaptasyona sporcuların birkaç dakika harcayarak (%90 MaxVO₂) optimal uyarıcı ile etkili olması durumudur (Gibala and Mc Gee, 2012).HIIT sadece fizyolojik parametreleri ve performansı geliştirmekle kalmamakta aynı zamanda sporcuların performansını MaxVO₂'nin %90'ı üzerinde uzun süre tutmasını içeren antrenman protokolünü karakterize etmekle de spor biliminin dikkatini çekmektedir(Buchheit and Laursen, 2013). Çünkü antrenman yüklenmesinin hangi oranda olması gerektiği henüz bilinmemesine rağmen, büyük motor üniteleri güçlendirmek ve kalp debisini arttırmak için egzersiz yoğunluğunun MaxVO₂'ye yakın olması gerektiği üzerinde spor bilimciler anlaşma sağlamıştır. Ayrıca HIIT daha kısa zamanda ve toplam egzersiz zamanının kısalığına rağmen orta şiddette devamlı yapılan çalışmalara oranla fizyolojik olarak daha etkilidir(Buchheit and Laursen,2013).Artan kanıtlar göstermektedir ki HIIT, geleneksel dayanıklılık antrenmanlarından daha iyi bir alternatif olacak etkinliğe sahiptir (Gibala and Mc Gee, 2012). Bu bilgilere ek olarak HIIT metodu planlanırken, antrenman cevaplarını tamamen karakterize etmek için diğer fizyolojik değişkenlerde düşünölmelidir. Bu da 9 değişkenin düzenlenmesini

içerir. Bunlar; yüklenme yoğunluğu, süresi, toparlanma süresi ve kapsamı, egzersiz yöntemi, tekrar sayısı, set sayısı ve setler arası süresi ve kapsamıdır. Çünkü bu değişkenlerden herhangi birinin değiştirilmesi antrenman verilen akut ve kronik fizyolojik cevabı etkileyebilir (Buchheit and Laursen, 2013 and Gibala and Mc Gee, 2012).

HIIT mitokondride genetik kodların ana düzenleyicisi olan PGC-1^α (Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha) reseptör aktivasyonunu etkiliyor. Bu reseptörün daha aktif hale gelmesi, ATP üretimini artırıyor. PGC-1^α'nin artmasıyla MRNA'nın mitokondri içindeki etkisi de artmakta, böylece mitokondrial adaptasyon süresi hızlanmaktadır. Reseptörünü aktivasyonun egzersiz şiddeti ile doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir. HIIT metodu bu reseptörü dayanıklılık antrenmanlarından daha çok uyarmaktadır. HIIT uygulaması ile, mitokondride bu reseptörün aktivasyonunun artması daha fazla enerji üretilmesini sağlıyor. Bu da iskelet kas oksidasyon kapasitesini artırarak, maksimal aktivite düzeyini geliştiriyor. 6 haftalık HIIT uygulamasının bu reseptör aktivasyonunu %100 arttırdığı, 2 haftalık HIIT uygulamasının ise %25 oranında arttırdığı rapor edilmektedir. Ayrıca PGC-1^α reseptör aktivitesinin artmasıyla MRNA'nın mitokondri içindeki etkisi de artmakta, böylece mitokondrial adaptasyon süresi hızlanmaktadır. Ayrıca HIIT, protein kinaz ve p38 mitojen aktivasyonunu hızlandırarak, Kinase'ları etkilemekte bu da ATP molekülünden fosfatı, protein molekülüne bağlayarak fosforilasyonu sağlıyor. Yine HIIT uygulamasının oksidatif kapasiteyi, antioksidan defansı ve endotel fonksiyonları geliştirdiği de rapor edilmektedir (Gibala and Mc Gee, 2012 and Little, 2010).

Yüksek şiddetli interval antrenman metotlarının ilk örneklerinden biri wingate stilidir. Bu stil bilimsel çalışmalarda yaygın olarak, 30 saniye x 6 kez wingate bisikleti üzerinde, vücut ağırlığının %7,5 ağırlığı yüke karşı, yapabildiğinin en iyisini yapması istenerek, 4 dakikalık aralıklarla gün aşırı olmak üzere haftada 3 gün uygulanmaktadır. Wingate dışında, Bisiklet ergometrisi, Tabata stili, Gibala Stili, Timmon Stili, Dairesel Ağırlık Antrenman, İnsanlık Workout Stili mevcuttur. Uygulamalarda bu stillerin kullanılmasına rağmen, bunlarla ilgili henüz yeterli literatür oluşturulamamıştır. Fitness uzmanları HIIT metodunu, diğer yüksek şiddetli egzersiz programları ile birleştirebilirler. Bireyler herhangi bir yüksek şiddetli antrenman metodunu uygulamadan önce doktora kontrolünden geçmelerinde yarar vardır (Bayati et al., 2011).

Materyal ve Metod

Çalışmaya yaş ortalaması yaş ortalaması 23 ± 375 (yıl), vücut ağırlığı ortalaması 55 ± 45 (kg), boy ortalaması 164 ± 62 (cm) olan Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencisi 10 aktif kadın gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar ilk gün laboratuvara geldiklerinde, boy uzunluğu Holtain marka (İngiltere) stadiometre ile, vücut ağırlığı hassasiyeti ± 100 gr olan Jawon Segmental Vücut Kompozisyonu Anilazörü (Kore) ile, antropometrik ölçümler ise Holtain marka antropometrik set ile (İngiltere) ile yapılmıştır. Daha sonra tüm katılımcılar çalışma öncesi Maksimal oksijen tüketim testine ($MaksVO_2$) katılmıştır. Bu test ile katılımcıların Öntest $MaksVO_2$, Zirve VO_2 ve Test Tükenme Zamanı (TTE) değerleri belirlenmiştir. $MaksVO_2$ ölçümünde Jaeger marka Masterscreen CPX model ergospirometre sistemi (Almanya) ile koşu bandında Bruce protokülü uygulanarak yapılmıştır. Öntestleri takiben katılımcılar 2 hafta boyunca haftada 3 gün yüksek şiddetli interval antrenman metodlarından wingate stilini (30 saniye x 6 şeklinde, yapabildiğinin en iyisini yapması istenerek) uygulamışlardır. Her tekrar arası 4 dakika pasif dinlenme yapılmıştır. Bu yöntemde katılımcılar vücut ağırlığının %7.5'ine karşılık gelen ağırlık direncine karşı 30 saniye boyunca maksimal pedal çevirmişlerdir. İki

haftalık antrenman sonrası önteste uygulanan testler tekrar edilmiştir. Ölçümler sonrası aerobik göstergeler özelinde öntest ve son test arası farka bakılmıştır. Aerobik parametreler arasında ön test ve son test farklılığının belirlenebilmesi için verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi belirlenmiş akabinde paired simple t-test uygulanmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS 20 paket programında ve $p < 0.05$ güven aralığında hesaplanmıştır.

Bulgular

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

	n	Min.	Maks.	Ort.	Ss.
Yaş _(yıl)	10	21	26	23.375	1.50594
Kilo _(kg)	10	50.7	60.2	55.45	2.84002
Boy _(cm)	10	160	174	164.62	4.92624
Maks $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)					

Çalışmaya yaş ortalaması yaş ortalaması 23 ± 375 (yıl), vücut ağırlığı ortalaması 55 ± 45 (kg), boy ortalaması 164 ± 62 (cm) olan Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencisi 10 aktif kadın gönüllü olarak katılmıştır.

Tablo 2. Verilerin Normallik Dağılımını Gösteren Tablo

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Öntest _{Maks} $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)	0.957	10	0.779
Sontest _{Maks} $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)	0.965	10	0.859
Öntest _{Zirve} $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)	0.977	10	0.946
Sontest _{Zirve} $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)	0.942	10	0.632
Öntest TTE (dk)	0.905	10	0.317
Sontest TTE (dk)	0.965	10	0.852

Tüm değerler normal dağılım göstermişlerdir.

Tablo 3. Ön Test Son Test Verilerinin Standart Sapmasını ve Ortalamalarını Gösteren Tablo

	Ort.	n	Std. Deviation	Std. Error Mean
Öntest _{Maks} $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)	44.9875	10	4.71464	1.66688
Sontest _{Maks} $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)	46.9863	10	3.18754	1.12696
Öntest _{Zirve} $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)	47.575	10	5.54276	1.95966
Sontest _{Zirve} $\dot{V}O_2$ (ml/kg/dk)	51.425	10	4.37354	1.54628
Öntest TTE (dk)	15.6925	10	0.59775	0.21134
Sontest TTE (dk)	16.8537	10	1.40612	0.49714

Tablo 4. Ön Test ve Son Test Verileri Arasındaki Farkı Gösteren Tablo

	Ort.	Std.	Std. ErrorMean	t	df	Sig. (2-tailed)	% fark
Öntest MaksVo ₂ (ml/kg/dk) - Sontest _{Maks} Vo ₂ (ml/kg/dk)	1.99875	2.32934	0.82355	2.427	7	0.046	4.44
Öntest _{Zirve} Vo ₂ (ml/kg/dk) - Sontest _{Zirve} Vo ₂ (ml/kg/dk)	3.85	3.48753	1.23303	3.122	7	0.017	8.09
Öntest TTE (dk) - SontestTTE (dk)	1.16125	0.94316	0.33346	3.482	7	0.01	7.4

2 hafta sonunda yüzdesel olarak, VO_{2max} (%4.44), VO_{2peak} (%8.09), TTE(%7.4) gibi anlamlı artışlar bulunmuştur(p<0.05).

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmanın amacı 2 haftalık yüksek şiddetli interval antrenmanın kadınların aerobik göstergeleri üzerine etkilerinin incelenmesidir. Yüksek şiddetli interval antrenman metodu, son zamanlarda hem sedanterler hem de sporcular için pozitif adaptasyon, sağlık ve performans perspektifinde yeni ve olumlu katkılar ortaya koymaktadır. Geleneksel aerobik egzersiz reçetesi ile karşılaştırıldığında zamanın daha ekonomik ve daha verimli olması, aynı zamanda aerobik sistem ile birlikte anaerobik sistemi, metabolik fonksiyonları ve fiziksel performansı artırması nedeniyle büyük ilgi ve alaka bulmuştur. (Bayati et al.,2011:571 and Samuel et al.,2013:63).Dolayısıyla hem takım sporları hem de bireysel sporlar için oldukça etkili bir sistem olmakla beraber, kronik hastalıklarla alakalı birçok vaka ve olayları önlediği de klinik olarak ispatlanmıştır Yüksek şiddetli aralıklı antrenman metodu günümüzde çeşitli formlarıyla, kardiyovasküler sistemi, metabolik fonksiyonları ve dolayısıyla sporcuların fiziksel performansını geliştiren en etkili antrenman yöntemlerinden biridir. Hem maksimal kardiyovasküler sisteme hem de periferel adaptasyona sporcuların birkaç dakika harcayarak (%90_{Maks}Vo₂) optimal uyarıcı ile etkili olması durumudur (Gibala et al.,2012:1077).Yüksek şiddetli aralıklı antrenman metodu, sadece fizyolojik parametreleri ve performansı geliştirmekle kalmamakta aynı zamanda sporcuların performansını_{Maks}Vo₂'nin %90'ı üzerinde uzun süre tutmasına içeren antrenman protokolünü karakterize etmekle de spor biliminin dikkatini çekmektedir (Buchheit and Laursen,2013).Çünkü Antrenman yüklenmesinin hangi oranda olması gerektiği henüz bilinmemesine rağmen Büyük motor üniteleri güçlendirmek ve kalp debisini arttırmak için egzersiz yoğunluğunun_{Maks}Vo₂ ye yakın olması gerektiği üzerinde spor bilimcileri anlaşma sağlanmıştır (Gibala et al.,2012:1077).Ayrıca bu metot daha kısa zamanda ve toplam egzersiz zamanının kısalığına rağmen, fizyolojik olarak orta şiddette devamlı yapılan çalışmalara oranla daha etkilidir (Buchheit and Laursen,2013).Laursen ve arkadaşlarının profesyonel bisikletçiler üzerinde yaptıkları 5 seanslık bir yüksek şiddetli aralıklı antrenman modeli uygulamasında bisikletçilerin_{Maks}Vo₂ değerinde ve aerobik güç çıktılarında önemli gelişmeler ortaya koyduğunu ifade etmişlerdir (Laursen et al., 2002:336). Bir başka çalışmada Tong ve arkadaşları, sedanter bireyler ve birinci derece obezler üzerinde 6 haftalık yüksek şiddetli aralıklı antrenman metodunun kardiyovasküler sistem ve aerobik temelli egzersiz kapasitesi üzerinde etkisini incelemiştir. Sonuç olarak kardiyovasküler sistemin ve aerobik temelli egzersiz kapasitesinin arttığını gözlemlemişlerdir (Tom et al.,2011:75). Esfarjani ise orta derecede antrenmanlı bireylere, yüksek şiddetli aralıklı antrenman metodunun_{Maks}Vo₂, laktat eşik

seviyesi ve 3000m koşu performansı üzerine etkilerini incelemek için 10 haftalık bir çalışma yapmış $\dot{V}O_2$ 'de ve 3000m koşu performansını önemli derecede arttığını, laktat eşik seviyesinin de ise gelişmeler olduğunu fakat bu gelişmelerin önemli olmadığını ifade etmişlerdir (Efsarjani et al.,2007:75). Jacobs ve arkadaşları ise 60 sedanter birey üzerinde yaptıkları çalışmada 2 hafta, hafta da 3 gün yapılan yüksek şiddetli aralıklı antrenman metodunun egzersiz kapasitesini geliştirmede yeterli olduğunu söylemişlerdir (Jacobs et al.,2013:785). Bu çalışmada da literatüre benzer sonuçlar bulunmakla beraber çalışmanın kadınlar üzerinde yapılması aynı zaman da kısa sürede etkin uyum ihtiyacını karşılaması çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Çalışmamızın sonucunda $\dot{V}O_{2\text{Maks}}$, $\dot{V}O_{2\text{Zirve}}$ ve TTE(tükenme zamanı) gibi aerobik göstergelerin 2 hafta sonucunda anlamlı gelişmeler göstermesi antrenörler, spor bilimciler ve kondisyonerlere olumlu katkılar sağlayacağını düşünülebilir. Bir başka çalışmada çalışma süresinin daha uzun tutulmasının daha olumlu gelişmeleri ortaya çıkarabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Alan R. Barker, Josephine Day, Aaron Smith, Bert Bond, Craig A. Williams (2014).The influence of 2 weeks of low-volume high intensity interval training on health outcomes in adolescent boys. *Journal of Sport Sciences*,32:8,757-765.

American Collage Of Sports Medicine(A.C.S.M.)(2011).Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, muscle skeletal and neuromotor fitness in apparently healthy adults.*Med. Sci. Sports*. 22-265.

Bayati M, Farzad B, Gharakhlou R, And Alinejad H.A. (2011). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *Journal of Sports Science and Medicine*. 10:571-576. 2011

Buchheit M, Laursen P. B (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: *Sports Med*, 43(5), 313-338.

Esfarjani F, Paul B, Laursen B, (2007). Manipulating high-intensity interval training: Effects on $\dot{V}O_2$ max, the lactate threshold and 3000m running performance in moderately trained males. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 10:27-35

Gibala M.J, Mc Gee S.L (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*, 59:1077-1084.

Issurin V.B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization *Sport Med*, 40(3) 189-206.

Jacobs R. A, Fluck D, Bonne T. C, Burgi S, Christensen P. M, Toigo M, Lundby C. (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *J Appl Physiol*. 785-793.

John A. Babraj Niels BJ Vollaard,Cameron Keast,Fergus M.Guppy,Greg Cottrell, James A.Timmons.(2009). *BMC Endocrine Disorders*.9:3,1472-6823.

K. Mcmillan, J Helgerud, R Macdonald, J Hoff (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*;39:273–277.

Laursen Pb, Blanchard Ma, Jenkins Dg (2002). Acute high-intensity interval training improves T_{vent} and peak power output in highly-trained males. *Can J Appl Physiol.* 27:336-48.

Little Jp. (2010). A practical model of low- volume high- intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle:potential mechanisms. *J Physiol* 588, 1011-1022.

Samuel G.J, Martinez N, Campbell B.I (2013). The impact of high-intensity interval training on metabolic syndrome, *Strength and Conditioning Journal.* 63-65.

Tom K, Tong Pak, Kwong Chung, Raymond W, Leung, Jinlei N, Hua, Lin., Jun, Zheng. (2011). Effects of non-wingate-based high intensity interval training on cardiorespiratory fitness and aerobic based exercise capacity in sedentary subjects. *J Exerc Sci Fit.* 75-81.