

BADMİNTONCULARDA İSKEMİK ÖNKOŞULLANMANIN YÜKSEK ŞİDDETLİ İNTERVAL PERFORMANSI VE TOPARLANMA ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

¹Veli Volkan GÜRSES^{ABCDE}

²Mustafa KEREM^{ABCDE}

²Mustafa Şakir AKGÜL^{ABCDE}

²Bayram CEYLAN^{ABCDE}

²Bilgehan BAYDİL^{ABCDE}

A Çalışma Deseni (Study Design)

B Verilerin Toplanması (Data Collection)

C Veri Analizi (Statistical Analysis)

D Makalenin Hazırlanması (Manuscript Preparation)

E Maddi İmkanların Sağlanması (Funds Collection)



Özet: Bu çalışmanın amacı iskemik önkoşullamanın (İsÖ) yüksek şiddetli interval antrenmanı (YŞİA) ve toparlanma parametreleri üzerine etkilerini incelemektir. Araştırmaya 16 iyi antrenmanlı badmintoncu (erkek n= 10, bayan n=6 yaş: 18.90 ± 0.99, 20.33 ± 1.75 yıl; boy: 176.50 ± 5.42, 159.33 ± 3.61 cm; vücut ağırlığı: 72.55 ± 7.93, 54.93 ± 4.53 kg; sistolik kan basıncı: 12.30 ± 1.15, 11.16 ± 1.47 mmHg; diyastolik kan basıncı: 7.80 ± 1.22, 7.66 ± 0.81 mmHg) gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların hepsi tüm denemeleri tamamlamıştır. Performans ve toparlanma parametreleri üzerine İsÖ'nün akut etkisini belirlemek için randomize çapraz (cross-over) tasarım modeli kullanılmıştır. İsÖ, 3 set × 5 dk 220 mmHg basınç ile her iki bacağı uygulanmıştır. Wingate stili yüksek şiddetli interval antrenmanı (YŞİA) kullanılmıştır. YŞİA protokolü vücut ağırlığının % 7.5 yük ile bisiklet ergometresinde 30 sn (all-out) şeklinde 3 set 4 dk ara ile uygulanmıştır. Her YŞİA tekrarında Zirve Güç (ZG), Ortalama Güç (OG) ve Yorgunluk İndeksi (Yİ) değerlendirilmiştir. Tüm antrenman öncesi; dinlenik kalp atım hızı (KAH), kan laktat konsantrasyonu (K[LAK]), antrenman sonrası, 12. dk ve 30. dk KAH ve K[LAK] değerleri kaydedilmiştir. Ölçümler arası 72 saat dinleme verilmiştir. İstatistiksel analizler için Parametrik olmayan Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel işlemler anlamlılık düzeyi p <.05 düzeyinde kullanılarak işlenmiştir. IPC'nin ilk tekrar YŞİA performansının Zirve Güç (p =.031), Ortalama Güç (p =.009) ve 12dk. K[LAK] (p =.012) istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Diğer değişkenlerin üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki bulunamamıştır (p>.05). IPC'nin etkisi % -6.5,% -5.8 ve% 24.5 dir. Bu sonuçlara göre, IPC uygulamalarının badminton oyuncularında performansın artırılması için etkili bir yöntem olmayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek şiddetli interval, Toparlanma, İskemik önkoşullama

*Bu çalışma The 3rd International Sport Nutrition Conference, Targu Mureş, Romanya' da sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹Sorumlu yazar, Kastamonu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

²Kastamonu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

EFFECTS OF ISCHEMIC PRECONDITIONING ON HIGH INTENSITY INTERVAL PERFORMANCE AND RECOVERY ON BADMINTON PLAYERS

Abstract: *The aim of this study was to examine the effect of ischemic preconditioning (IPC) on high intensity interval training and recovery parameters on badminton players. Sixteen well trained badminton players (male n= 10, female n=6 age: 18.90 ± 0.99, 20.33 ± 1.75 years; height: 176.50 ± 5.42, 159.33 ± 3.61 cm; body weight: 72.55 ± 7.93, 54.93 ± 4.53 kg; systolic blood pressure: 12.30 ± 1.15, 11.16 ± 1.47 mmHg; diastolic blood pressure: 7.80 ± 1.22, 7.66 ± 0.81 mmHg) voluntarily participated in the study. All participant were able to complete all trails. A randomized crossover study design was performed to investigate the acute effect of IPC on high intensity interval training performance and recovery. The Wingate Style high intensity interval training (HIIT) workout was conducted as generate to physiological fatigue. The HIIT protocol was involved 30 seconds of “all-out” cycling 3 times with 4 minutes rest against a high resistance which participants 7.5% of body weight. Relative Peak Power (PP), Relative Mean Power (MP) and Power Drop (PD%) were evaluated for every repeated trails to execute HITT performance. Rested; hearth rate (HR), blood lactate concentration (BLAC) and blood pressure (BP) values were evaluated. HR, BLAC and BP values were measured after, 12 and 30 minute after exhaustion. IPC were conducted 3 set × 5 min 220 mmHg. 72 hours rest was given between measurements. Nonparametric Wilcoxon Sign Rank Test used to determine the effect of IPC on performance and recovery parameters. All data were processed at the significance level p<.05. Results showed that IPC were has statistically negative effect first trail HITT performance on PP (p=.031), AP (p= .009) and recovery BLAC 12 minute (p=.012). The other result variables have no effect (p>.05). The impact of IPC were -6.5%, -5.8% and 24.5% were respectively. According to these results it is assumed that IPC applications seems to be not effective method as enhancing performance in badminton players.*

Keywords: *Recovery, High intensity interval training, Ischemic preconditioning*

SUMMARY

Athletic performance depends mostly on important elements such as training systematic, ergogenic aids, developed training equipment and new training approaches. Athletes try to increase their performances by utilizing these aids as much as possible. It can be advantageous to use such methods that they can provide fast adaptation. Therefore, nowadays sport scientists, coaches and sport conditioning specialists are looking for new methods to improve athletic performance (Killduff et al., 2013). Ischemic preconditioning (IPC) is a result of this search (De Groot et al., 2010; Horiuchi, 2017). It has been reported that IPC increase aerobic and anaerobic performance when applied to skeletal muscles (Horiuchi, 2017). Thus, many recent studies are about IPC. To our knowledge, there is no study to investigate effects of IPC on badminton players in the literature. The closest study belongs to Gibson et al. (2013) and it investigated the effects of IPC on repeated sprint time. It can be suggested that IPC increase performance in intermittent sports (Kraus et al., 2015). Because application of IPC on badminton players may contribute to the literature, the aim of this study was to investigate effect of IPC on HIIT performances and recoveries of badminton players. 16 well-trained badminton players (10 males, 6 females) who have at least 3 years of experience and have at least 3-5 trainings per week voluntarily participated in this study. The participants do not have any health problem or chronic diseases and smoking habit. All the participants were informed about the study and high intensity training. They were told to refrain from any strenuous activity, consumption of alcohol and caffeine prior to 24 hours before the performance measurements. All the participants could complete the all tests. A cross-over design was used to evaluate effect of IPC on HIIT performance and recovery. Tests were implemented with 72 h intervals. Participants were alerted no to attend any physical activity between the tests. Measurements were carried out between 10:00-12:00 and 16:00-18:00 at 21-24 Co and 45-58% humidity. At the first visit to laboratory, anthropometric measurements and familiarization to HIIT were performed. At the second visit, the participants were randomly divided into either IPC or control groups. IPC group underwent an IPC treatment involving three periods of 5 min occlusion applied (3 × 5 min occlusion to each leg) at 220 mmHg with 5 min reperfusion (De Groot et al., 2010).

Following treatment 10 minute warm-up and Wingate Style HIIT were applied. Control group underwent only warm-up and Wingate Style HIIT. At the third visit, groups were crossed and the same applications were carried out. Rest values of heart rate and lactate concentration and blood pressure were measured prior to the tests. During all three tests, peak power, mean power and fatigue index were recorded. IPC has been previously suggested no to have placebo effect (Maracolo et al., 2017). Thus, placebo treatment was not used. According to our study, IPC had statistically significant effect on peak and mean power at the 1st repetition of HIIT ($p<0.05$) but differences were negative (%-6.5, %-5.8, respectively) when the amount of the change was checked. No other significant differences were found except mentioned ones. It was also observed that IPC had statistically negative effect on all repetitions. Moreover, there was not any difference found between IPC and control groups in terms of pre and post test recovery parameters ($p>0.05$). The main finding of this study was that IPC has negative effect on HIIT performance. Statistically significant negative difference was found between groups in peak and mean power during the 1st repetition and statistically unimportant decreases were found performance output in all repetitions. In contrast to our hypothesis, IPC led to decrease in performance. However, Kraus et al. (2015) found statistically significant difference in peak and mean power in their study where 4X30 seconds Wingate was applied. Likewise, Ferreira et al (2016) determined a progress in swimmers' duration of 6X50m. there is only one study suggesting negative effect of IPC. Paixao et al (2014) stated that acute effect of IPC negatively affected peak power and anaerobic power outputs in 30 seconds Wingate test. In conclusion, it was supposed that IPC would have benefitted the performance due to its intracellular mechanism and it was hypothesized to have positive effect on badminton players' performance due to badminton's physical and physiological characteristics. However, this hypothesis was rejected after the study.

1. GİRİŞ

Spor performansı antrenman sistematığı, ergojenik yardımcılar, gelişmiş antrenman ekipmanları ve yeni antrenman yaklaşımları gibi birçok destekten faydalanmaya bağlıdır. Sporcular bu desteklerden mümkün olduğunca yararlanarak performanslarını en üst seviyeye çıkarmaya çalışırlar. Bu süreçte hızlı adaptasyon sağlayacak yöntemler kullanmak avantajlı olmaktadır. Bu nedenle son yıllarda spor bilimciler, antrenörler ve kondisyonerler performans artıracak yeni antrenman metotları arayışındadır (Kilduff ve ark., 2013). İskemik önkoşullanma (İsÖ) bu arayışlar sonucu keşfedilmiş bir yöntemdir (De Groot ve ark., 2010; Horiuchi, 2017). Hatta bazı yazarlar İsÖ'yü bir çeşit doğal doping olarak tanımlamıştır (Crisafully ve ark., 2011).

İsÖ'nun kas dokusuna uygulandığında aerobik ve anaerobik performansı arttırdığı bir çok yazılı kaynakta gösterilmiştir (Horiuchi, 2017). Bu nedenle son yıllarda birçok çalışma İsÖ'nün performans üzerinde etkisini konu almaktadır. Literatürde İsÖ'nün akut etkisinin olimpiik yüzücülerin 100m derecelerini 0.7 sn (% 2.2) geliştirdiği gösterilmiştir (Jean-St.-Micheal ve ark., 2011). 2016 Olimpiyatlarında kelebek 200m yüzme yarışı sonucunda Micheal Phelps ile Masoto Sakai arasındaki farkın sadece 0.04 sn olduğu görülmektedir. Lalonde ve Curnier (2015) Wingate Testi'nde elde edilen zirve güç değerinde % 1.8 artış saptamıştır. Bilindiği üzere; birçok spor disiplninde akut olarak maksimal güç çıktısını % 1.8 arttırmak, özellikle de elit sporcularda oldukça güçtür. Ayrıca De Groot ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan bir çalışmada İsÖ'nün iyi antrenmanlı sporcular üzerinde maksimal oksijen tüketimini (maks VO₂) % 3 arttırdığı gösterilmiştir. Diğer önemli bir çalışma ise Crisafulli ve arkadaşları tarafından (2011) bildirilmiştir. Buna göre İsÖ; maks VO₂'yi

% 3, egzersiz sırasında maksimal solunum sıklığını % 8, toplam iş yükünü % 4 arttırmaktadır. İÖ'nün egzersiz sırasında kan laktat birikim (K[LAK]) seviyesini düşürdüğü, maksimal oksijen tüketimini arttırdığı ve mekanik verimliliği (koşu ekonomisini, adım hızı, pedal ekonomisi v.b) geliştirdiği tespit edilmiştir (De Groot ve ark., 2010; Jean-St.-Michael ve ark., 2011; Crisafulli ve ark., 2011; Bailey ve ark., 2012; Clevidence ve ark., 2012; Patterson ve ark. 2014; Barbosa ve ark., 2015; Kraus ve ark., 2015; Tocco ve ark., 2015).

Bu raporlar "İÖ performans üzerinde etkili olabilir mi?", "Madalya sıralamasını değiştirebilir mi?" sorularını akla getirmektedir. Bu bağlamda İskemik önkoşullamanın aralıklı spor dallarında performansı arttırabileceği öngörülmektedir (Kraus ve ark., 2015). İÖ'nün kas dokusundaki mekanizması katekolamin salgısının artması, hücredeki adenozin miktarının yükselmesi, bradikinin ile opioidlerin rolleri, kalsiyum (Ca²⁺) seviyesi ve ATP' ye duyarlı potasyum kanallarının açılması (K⁺ ATP Kanalları) gibi tepkileri ile ortaya çıkmaktadır (Ylitalo ve Peuhkurinen, 2001; Demiryürek ve ark., 2004; Akkoç, 2007; Hausenloy ve Yellon, 2008; Şener ve ark., 2009; Şengül ve Şengül., 2010; Gillani ve ark., 2012). Buna göre; iskemi ve reperfüzyon döngüleri kasta endotel fonksiyonları arttırarak oksijen ve enerji için gerekli metabolitlerin hücreye girişini hızlandırır (Hausenloy ve Yellon, 2008). Böylece kasın fonksiyon ve metabolik faaliyetleri artmış olur (Bushell ve ark., 2002; Rongen ve ark., 2002). Mitokondriyal oksijen metabolizması yükselerek hücre içi fosforilizasyon hızını arttırmaktadır (Andreas ve ark., 2012). Bu bağlamda hücre içi ATP sentezi yükselir, kasın nöromusküler etkinliği gelişir, sonuç olarak kas daha fazla enerji ile daha şiddetli çalışarak performansı geliştirebilir (De Groot ve ark., 2010; Crisafulli ve ark., 2011). Yukarıdaki mekanizma, egzersiz sırasında çalışan kasların enerji ihtiyaçlarını karşılamak için verilen tepkiler ile benzerlik göstermektedir. İÖ'nün etkisini egzersiz öncesi kaslarda sağlamak; kas içi depo ATP sentez miktarını yükseltebilir ve hücre fonksiyonlarının erken bozulmasını engelleyerek yorgunluğa karşı direnci arttırabilir, böylece performansın gelişeceği düşünülebilir.

Literatürde, İÖ'nün badminton oyuncuları üzerinde etkisinin araştırıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. En yakın çalışma; takım sporlarında İÖ'nün tekrarlı sprint süresi üzerine etkilerinin araştırıldığı, Gibson ve arkadaşlarının (2013) çalışmasıdır. İskemik önkoşullamanın aralıklı spor dallarında performansı arttırabileceği öngörülebilir (Kraus ve ark., 2015; Cruz ve ark., 2016). Bu nedenle İÖ'nün elit badmintoncularda performans üzerinde etkilerini incelemek, literatüre önemli katkılar sağlayacağından; bu çalışmanın amacı İÖ'nün badmintoncuların YŞİA performansların ve toparlanma parametreleri üzerine etkisini incelemek olmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

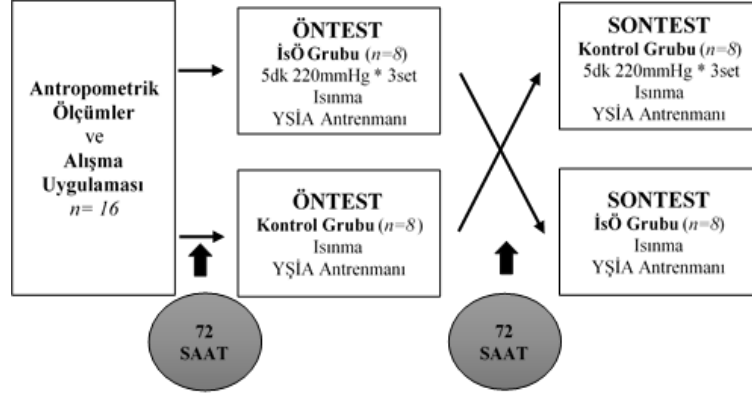
Katılımcılar: Çalışmaya 16 (10 erkek, 6 kadın) iyi antrenmanlı badmintoncu (en az üç yıllık deneyime sahip, haftada en az 3-5 defa antrenman yapan) gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir. Hiç bir

katılımcının sağlık sorunu, kronik hastalığı ve sigara alışkanlığı bulunmamaktaydı. Tüm katılımcılara çalışma hakkında bilgi verilmiş, şiddetli egzersiz ile ilgili açıklama yapılmıştır. Performans ölçümlerinden 24 saat önce güçlü fiziksel aktivitelerden, alkol ve kafein tüketiminden kaçınmaları istenmiştir. Tüm katılımcılar tüm testleri tamamlayabilmiştir.

Tablo-1 Katılımcıların demografik özelliklerinin gösterildiği tablo.

Değişkinler (n= 16)		Ort.	SS.
Yaş (yıl)	<i>Erkek (n=10)</i>	18.90	0.99
	<i>Kadın (n=6)</i>	20.33	1.75
Boy (cm)	<i>Erkek (n=10)</i>	176.50	5.42
	<i>Kadın (n=6)</i>	159.33	3.61
Vücut Ağırlığı (kg)	<i>Erkek (n=10)</i>	72.55	7.93
	<i>Kadın (n=6)</i>	54.93	4.53
Sistolik Kan Basıncı (mmHg)	<i>Erkek (n=10)</i>	12.30	1.15
	<i>Kadın (n=6)</i>	11.16	1.47
Diyastolik Kan Basıncı (mmHg)	<i>Erkek (n=10)</i>	7.80	1.22
	<i>Kadın (n=6)</i>	7.66	0.81

Araştırma Deseni: İsÖ'nün yüksek şiddetli interval performansını ve toparlanma üzerinde akut etkisini belirlemek için randomize çapraz (cross-over) tasarım modeli kullanılmıştır. Araştırma deseni şekil 1'de verilmiştir. Katılımcılar 72 saat ara ile 3 defa testlere katılmıştır. Katılımcılardan ölçümler arasında hiç bir fiziksel aktiviteye katılmamaları istenmiştir. Ölçümler için günün 10.00-12.00 ve 16.00-18.00 saatleri seçilmiştir. Testler 21-24 C° sıcaklıkta ve % 45-58 bağıl nemde yapılmıştır. İlk gün laboratuara geldiklerinde antropometrik ölçümleri alınmış ve YŞİA protokolüne alışma protokolü uygulanmıştır. İkinci gün katılımcılar rastgele olarak İsÖ ve Kontrol grubuna ayrılmıştır. İsÖ grubuna 220 mmHg basınç uygulanarak 5 dakika iskemi ve 5 dakika reperfüzyon döngüsü uygulanmıştır (De Groot ve ark., 2010). Üzerine 10 dakika ısınma ve Wingate Stili YŞİA protokolü yaptırılmıştır. Kontrol grubuna ise sadece ısınma ve Wingate Stili YŞİA protokolü yaptırılmıştır. Üçüncü ölçüm günü çaprazlama kullanılarak kontrol grubuna 220 mmHg basınç ile İsÖ, İsÖ grubuna ise sadece ısınma yaparak ikinci gün prosedürü tekrarlanmıştır. Araştırma desen şeması Şekil 1'de verilmiştir. Test uygulamaları öncesi katılımcıların dinlenik Kalp Atım Hızı (dinKAH), dinlenik kan laktat seviyesi (dinLAK) ve kan basıncı ölçümleri yapılmıştır. YŞİA protokolü sonucuna her üç tekrar sonucunda Zirve Güç, Ortalama Güç ve yorgunluk indeksi çıktıları kaydedilmiştir. Daha önce İsÖ'nün plesebo etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Maracolo ve ark., 2017). Bu nedenle plesebo kullanılmamıştır.



Şekil-1 Araştırmanın desenini gösteren şema.

İskemik ÖnKoşullama: İsÖ, De Groot ve arkadaşlarının (2010) önerisine bağlı olarak pnömatik manşon (Reister, 5255, Germany) ile 220 mmHg basınçla bacakların kalça eklemine yakın noktası bilateral arter bölgesine 5 dk iskemi takiben 5 dk reperfüzyon döngüsü şeklinde 3'er defa iki bacağa uygulanmıştır. İsÖ, katılımcılar yatar pozisyonda iken uygulanmıştır. Uygulamaya ilk olarak sağ baktan başlanmıştır. Manşonun şişirilip manometresi 220 mmHg basıncı gösterdiğinde ayağın arter damarı üzerinde stetoskop yardımıyla dolasımlı olup olmadığı kontrol edilmiştir. Atım alınmadığında iskemi süresi başlatılmıştır. Döngüler sırasında bir bacakta iskemi oluşturulurken, diğer bacak reperfüzyonda bırakılmıştır. İkinci bacağa aynı anda iskemi uygulanmamıştır. Kontrol grubu ise İsÖ grubunda olduğu gibi tüm işlem sırasını uygulamıştır.

YŞİA: Wingate Stili YŞİA protokolü kullanılmıştır (Akgül ve ark., 2016; Akgül ve ark., 2017). Protokol bisiklet ergometresinde (Monark 894E Ergomedic, İsveç) 30saniye x 3 kez, vücut ağırlığının %7.5 ağırlığı yüke karşı, yapabildiğinin en iyisini yapması istenerek uygulanmış ve tekrarlar arası 4 dakikalık ara verilmiştir. YŞİA performansını değerlendirmek her 30 saniyelik denemenin Relatif Zirve Güç, Relatif Ortalama Güç ve Yorgunluk İndeksi (%) kaydedilmiştir. Antrenman süresince sözlü destek verilmiştir.

Antropometrik Ölçümler: Katılımcılar laboratuara geldiklerinde boy uzunluğu hassasiyeti ± 1 cm olan SEKA 202 marka (Almanya) stadiometre ile vücut ağırlığı ise ± 100 gr olan Tanita BC-545 (Almanya) dijital baskülle ile ölçülmüştür. Katılımcılar kolçaklı, yüksekliği ayarlanabilen koltukta oturtuldu. Kan basıncı aletinin manşon parçası kalp ile aynı seviyede olacak şekilde kola sarıldı. Stetoskopun diyaframı brakial arter damarının tam üzerine gelecek şekilde dirsek çukurunun gövdeye yakın kısmına yerleştirildi. Elin başparmağı ile stetoskopun diyaframını hareketsiz olarak sabitlendi. Manşonu 180 mmHg'ye kadar basınca kadar şişirildi. Bu seviyede 3-5 saniye beklenerek stetoskoptan herhangi bir atım sesi gelip gelmediği kontrol edildi. Sonra yavaş yavaş hava boşaltılmaya başlandı. Bu boşaltma işleminde saniyede 2mm basınç düşecek şekilde ayarlandı. Basıncın düşüşü sırasında ilk duyulan ses

seviyesindeki basınç derecesi "sistolik kan basıncı", son duyulan ses seviyesindeki basınç derecesi "diyastolik kan basıncı olarak" kaydedildi.

Kan Laktat Konsantasyonu: Katılımcıların işaret parmak ucu delinerek ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde Accutrend Plus GCTL(Roche, Almanya) ve BM-Lactate kiti kullanılmıştır. Testlerden önce katılımcılardan ellerini yıkamaları ve iyice kurulamaları istenmiştir. Ölçüm sırasında uygulama yapılacak parmak 90° alkol ile silinmiş ve pamuk ile silinerek iyice kurutulmuştur. Kan alma işlemi parmak iyi kavrandıktan sonra parmak delme kalem ile yapılmış, delme işlemi bittikten sonra ilk çıkan kan silinmiş ve ikinci çıkan kan damlası test çubuğunun uygulama bölgesine hızlı bir şekilde damlatılmıştır. Kan laktat konsantrasyonu milimol (mmol) cinsinden kaydedilmiştir.

İstatistiksel Analiz: Veriler bilgisayar ortamında SPSS 22 istatistik paket programı ile değerlendirilmiştir. Katılımcıların tüm değişkenler için ortalama ve standart sapma hesaplanmasında tanımlayıcı istatistik yöntemi kullanılmıştır. YŞİA performansını değerlendirmek için Zirve Güç (W/kg), Ortalama Güç (W/kg), Yorgunluk İndeksi (%) verileri işlenmiştir. Toparlanma değerlendirmek için ise ÖNTESTK[LAK], SONTESTK[LAK], 12dk.K[LAK], 30 dk.K[LAK], ÖNTESTKAH, SONTESTKAH, 12dk.KAH, 30dk.KAH verileri işlenmiştir. Ölçümler öncesi ve sonrası elde edilen değerler arasındaki farkların belirlenmesinde Parametrik olmayan Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel işlemler için anlamlılık düzeyi $p < .05$ düzeyinde kullanılarak işlenmiştir.

3. BULGULAR

Çalışma sonucunda katılımcıların demografik sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. İSÖ öncesi ölçülen öntest verileri ile İSÖ sonrası sontest verilerinin karşılaştırılması sonucunda elde edilen performans değerleri Tablo 2’de, toparlanma sonuçları ise tablo 3’de verilmiştir.

Tablo-2: Katılımcıların YŞİA öntest ve sontest karşılaştırma sonuçlarını gösteren tablo.

	YŞİA n=16	ÖNTEST		SONTEST		Z	p	%
		Ort.	Ss.	Ort.	Ss.			
1. 30sn	Zirve Güç (W/kg)	10.77	1.79	10.11	1.66	-2.15	0.03*	-6.5
	Ort. Güç (W/kg)	7.40	1.27	6.99	1.09	-2.62	0.01*	-5.8
	Yorgunluk İndeksi (%)	64.73	11.71	61.91	9.80	-0.16	0.11	-4.5
2. 30sn	Zirve Güç (W/kg)	9.47	1.62	9.13	2.13	-0.54	0.59	-3.7
	Ort. Güç (W/kg)	6.30	1.04	6.14	1.21	-0.37	0.71	-2.6
	Yorgunluk İndeksi (%)	71.38	15.15	63.76	7.94	-1.76	0.78	-11.9
	Zirve Güç (W/kg)	9.37	1.69	8.44	2.07	-1.13	0.26	-11.0

3. 30sn	Ort. Güç (W/kg)	6.37	1.24	5.97	1.47	-0.54	0.59	-6.7
	Yorgunluk İndeks (%)	69.16	16.10	63.50	12.69	-1.59	0.11	-8.9

İsÖ'nün performans üzerinde etkisini belirlemek için uygulanan Wingate Stili YŞİA protokolünde tekrarlanan 30sn bisiklet ergometresinden elde edilen Zirve güç ve Ortalama güç ve yorgunluk indeksi her tekrar için değerlendirilmiştir. İsÖ'nün YŞİA 1. Tekrarın da Zirve güç ve Ortalama güç üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olduğu ($p < 0.05$) ancak değişim miktarına bakıldığında farkın negatif olduğu (sırasıyla % -6.5 ve -5.8) görülmüştür. Bu değişkenler dışında istatistiksel olarak herhangi bir farka rastlanmamıştır. Ayrıca İsÖ'nün tüm tekrarlarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Tablo-3: Katılımcıların uygulamalar öncesi ve sonrasında kan laktat ve kalp atım hızı değerlerinin karşılaştırma sonuçlarını gösteren tablo.

YŞİA n=16		Ortalama	Ss	Z	p
ÖNTESTK[LAK] (mmol/L)	İsÖ	1.93	0.40	-1.709	.87
	Kontrol	1.73	0.63		
SONTESTK[LAK] (mmol/L)	İsÖ	13.46	2.97	-.966	.334
	Kontrol	12.18	5.52		
12 dk.K[LAK] (mmol/L)	İsÖ	17.71	1.45	-1.552	.121
	Kontrol	16.01	3.64		
30 dk.K[LAK] (mmol/L)	İsÖ	9.86	2.17	-1.708	.088
	Kontrol	8.00	3.93		
ÖNTESTKAH (atım/dk)	İsÖ	68.37	21.62	-1.904	.052
	Kontrol	70.25	19.11		
SONTEST KAH (atım/dk)	İsÖ	180.62	14.11	-1.068	.286
	Kontrol	183.75	11.16		
12 dk. KAH (atım/dk)	İsÖ	118.31	12.97	-.228	.820
	Kontrol	172.93	17.26		
30 dk. KAH (atım/dk)	İsÖ	105.25	14.27	-1.812	.352
	Kontrol	99.81	14.56		

İsÖ'nün toparlanma üzerindeki etkisi belirlemek için test sonrası, 12. dk ve 30. dk laktat ve kalp atım hızı değerlerine bakılmıştır. Öntest ve Sontest toparlanma farklarına bakıldığında hiç bir parametrede istatistiksel olarak farka rastlanmamıştır ($p > 0.05$).

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Klinik çalışmalar İsÖ tekniğinin iskemik reperfüzyon hasarına karşı miyokard kasını koruduğunu bildirilmiştir (Murry ve ark., 1986). Literatürde önkoşullama ile tekrarlanan iskemi ve reperfüzyon döngülerinin endotel fonksiyonları arttırarak hem kas hücrelerinin oksijenlenmesini hem de hücreye gerekli metabolitlerin kolay girmesini sağladığı rapor edilmiştir (Hausenloy Yellon, 2008). Bu etki pirüvik asidin

alkaliye hızlı dönüştüğünü ve transport zincirinde hidrojen iyonlarını artırabildiğini gösterilmiştir (Andreas ve ark., 2011). Çalışan iskelet kaslarında O₂ yollarında iyileşmeye yol açtığından performans geliştirici bir metot olduğu bildirilmiştir (Crisafulli ve ark., 2011; Kraus ve ark., 2015).

İsÖ'nin öncelikli olarak anaerobik laktat ve aerobik kapasite üzerinde etkili olacağı varsayılmaktadır (Garcia ve ark., 2017; Incognito ve ark., 2016). Bu bağlamda çalışmada YŞİA'nın tekrarlı performans ve toparlanmayı arttıracığı varsayılmıştır. Bu çalışmanın en önemli bulgusu İsÖ'nün YŞİA performansı üzerinde olumsuz etkisinin tespit edilmesidir. Buna göre 1. tekrarlarda zirve güç ve ortalama güç üzerine istatistiksel olarak negatif anlamlı fark tespit edilmiş ve tüm tekrarlarda performans çıktılarında istatistiksel olmayan negatif yönlü performans düşüşleri bulunmuştur. Çalışma varsayımı aksine performansta düşüş gözlemlenmiştir. Buna karşın çalışmada kullanılan YŞİA protokolüne benzer olarak Kraus ve arkadaşları (2015), 4 set 30 saniyelik Wingate uygulamış ve zirve güç ve ortalama güç çıktılarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yarattığını göstermiştir. Benzer olarak Ferreira ve arkadaşları (2016) antrenmanlı yüzücülere 6 tekrar 50m yüzme süresinde iyileşme tespit etmiştir. Çalışma sonucu bu bulgular ile benzer değildir.

Literatürde İsÖ'nün olumsuz etki sahip olduğu tek bir çalışma mevcuttur. Paixao ve arkadaşlarının (2014) yaptıkları çalışmada İsÖ'nün akut etkisinin 30 sn Wingate testinde elde edilen zirve güç ve anaerobik güç çıktılarını negatif olarak etkilediğini gösterilmiştir. Çalışma birinci tekrar 30 sn performansındaki değişim literatürdeki anaerobik performans üzerine yapılan çalışmalar ile ilişkilendirilebilir (Gürses ve ark., 2017). Bu bağlamda yukarıda bildirilen sonuçla çalışma bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Geçmişte bildirilen çalışmalar ile farklılıklar mevcuttur. Marocolo ve arkadaşları (2017) İsÖ'nin öncelikli olarak anaerobik laktat ve aerobik kapasite üzerinde etkili olacağı varsayımdan yola çıkarak Yo-Yo Aralıklı Dayanıklılık performansı üzerinde İsÖ'nün etkisini araştırmış ve yüksek şiddetli aralıklı performans üzerine etkisinin olmadığı sonucuna varmıştır. Lalonde ve Curnier (2015) 6X6s Wingate testinde zirve güç ve ortalama güç etki gözlemlenmiştir. Gibson ve arkadaşları (2013) İsÖ'nün tekrarlı sprint performansı üzerine akut etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Ancak Gibson ve ark. (2015) 5 tekrar 6sn bisiklet performansında zirve güç ve toplam güç çıktılarında değişim gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışma desenimize benzer olarak yapılan 16 tekrar 30m tekrarlı sprint performansı, oksijen tüketimi, kalp atım hızı ve vastus lateralis kasında oksijen saturasyonunun da değişim gözlemlenmemiştir (Zinner ve ark., 2017).

Çalışmamızda 1. tekrar performansı dışında istatistiksel olarak etki tespit edilmemesi yukarıdaki literatür sonuçları ile ilişkilendirilmesi uygun olacaktır. Bu bağlamda sonuç aralıklı yüklenmeler çalışma sonuçları ile benzerdir. Paixoa ve ark., (2014) arkadaşları negatif İsÖ etkisinin net olarak nedenini anlayamadıklarını bildirmiştir. Negatif etkiyi bazı ilgili hususlarla açıklamaya çalışmıştır. Buna göre İsÖ'nün iskemi bölümünde ATP deposunda azalma olduğunu ve ATP yenilenmesi için gerekli olan süreyi dikkate almadıklarından özellikle ortalama güçte düşüşe bu durumun neden olabileceğini düşünmektedirler. Araştırma tasarımlarında İsÖ

uygulaması sonrasında yaklaşık 12 dakika sonra teste başlanmıştır. Çalışmamızda benzer olarak bu durumun etkili olmayacağı düşünülmüştür. Klinik çalışmalarda İÖ enerji koruyucu etkisi normal doku fonksiyonlarında ortaya çıkmaktadır. Ancak maksimal egzersiz sırasında ATP tüketimi çok hızlı düştüğünden enerji mekanizması performansı etkileniyor olabilir.

Antrenmanlar öncesi ve sonrası ölçülen fizyolojik parametreler KAH ve K[LAK] düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p > .05$). İÖ'nün benzeri etkisi daha önce bildirilmiştir (De Groot ve ark., 2010). Paixão ve arkadaşları (2014), tekrarlanan Wingate Testi sırasında ölçülen kan laktat düzeylerinin etkilenmediğini göstermiştir. Ortalamalar incelendiğinde İÖ grubunda egzersiz sonrası tüm ölçümlerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni İÖ'nün endotel damar fonksiyonlarını arttırması sonucu hücrede daha fazla oksijenlenme pürüvik asitin alanine dönüşünü arttırır. Bu durum transport zincirde hidrojen iyonları kullanılmasını artırır (Andreas ve ark., 2011). Böylece hücre potasyum kanallarını açması ile kalsiyum mitokondride depolanır ve hücre içi pH seviyesi korunarak anti-oksidan enzimlerin aktif olarak kalması gibi durumlar laktat uzaklaştırmasını hızlandırıyor olabilir. Ayrıca tekrarlar sırasında hesaplanan yorgunluk indeksindeki olumlu değişim bu mekanizma ile açıklanabilir ve bunun İÖ'nün fizyolojik etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.

Yazılı kaynaklarda İÖ'nün maksimal egzersizler sırasında maksKAH'ı istatistiksel olarak arttırdığı gösterilmiştir (Crisafulli ve ark., 2011). MaksKAH bulguları Crisafulli ve arkadaşları (2011) bulguları ile benzerlik göstermez iken De Groot ve arkadaşları (2010) ile Tocco ve arkadaşlarının (2014) sonuçları benzerlik göstermemektedir. İskemik önkoşullamanın maksKAH üzerinde etkisinin bulunmadığı söylenebilir. İÖ'nün endotel vazodilatasyon etkisinden dolayı artış beklenmiştir. Ancak kan akımının artışı, kas dokusunda kan basıncının düzenlenmesini sağlayan hormonlar ve reseptörler tarafından düzenlenmektedir. Kalp atım hızının artışında, venöz dönüşteki kasın pompa görevi de etkilidir. Ayrıca İÖ'nün iskelet kasının kasılma şiddetini geliştirdiği hem vivo çalışmalarında sıçanların gluteal kaslarında (Ylitalo ve ark., 2001; Teke ve ark., 2008) , hem de insan çalışmalarında (Barbosa ve ark., 2015) kasın kasılabilme yeteneğini ve kas gücünü arttırdığı gösterilmiştir. Maksimal kalp atım hızının istatistiksel olarak anlamlı azalması, kasın kasılma şiddetinin artması ile pompalama etkisinin büyümesinden kaynaklanıyor olabilir.

Sonuç olarak İÖ'nün hücre içerisindeki etki mekanizmasından dolayı olumlu etkide bulunabileceği var sayılmış ve badmintonun fiziksel ve fizyolojik yapısından dolayı etkili olacağı hipotezi ortaya konulmuştur. Ancak çalışma sonucunda bu reddedilememiştir. Sonuçta badmintoncular da İÖ tekrarlanan performanslarda olumsuz etkisi olabileceği ve tekrarlar arası dinlenmede toparlanma üzerine etkisi olmadığı söylenebilir. Gelecekteki çalışmalarda araştırırken farklı araştırma deseni kullanılmalıdır. İÖ sonrası YŞİA için 10 dakikadan daha uzun süre önce uygulanmalıdır. Badmintoncularda farklı egzersiz testi protokolleri kullanılması uygun olabilir.

5. KAYNAKÇA

- Akkoç H. (2007). *İskemik Önkoşullama Mekanizmaları*. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 27(2), 165-76.
- Akgül MŞ, Gürses VV, Karabıyık H, Koz M. (2016). *İki Haftalık Yüksek Şiddetli İnterval Antrenmanın Kadınların Aerobik Göstergeleri Üzerine Etkisi*. International Journal of Science Culture and Sport, 4(1), 298-5.
- Akgül ŞA, Koz M, Gürses VV, Kürkçü R. (2017). *Yüksek Şiddetli İnterval Antrenman*. Spormetre, 15(2), 39-6.
- Andreas M, Schmid AI, Keilani M, Doberer D, Bartko J, Crevenna R, Wolzt M. (2011). *Effect of Ischemic Preconditioning in Skeletal Muscle Measured by Functional Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy: a Randomized Crossover Trial*. Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance, 13(1), 32.
- Bailey TG, Jones H, Gregson W, Atkinson G, Cable NT, Thijssen DH. (2012). *Effect of Ischemic Preconditioning on Lactate Accumulation and Running Performance*. Med. Sci. Sports Exerc, 44(11), 2084-9.
- Barbosa TC, Machado AC, Braz ID, Fernandes IA, Vianna LC, et al. (2014). *Remote Ischemic Preconditioning Delays Fatigue Development during Handgrip Exercise*. Scand J Med Sci Sports, 25(3), 356-4. Doi: 10.1111/sms.12229.
- Bushell AJ, Klenerman L, Taylor S, Davies H, Grierson I, Helliwell TR, Jackson MJ (2002). *Ischaemic Preconditioning of Skeletal Muscle Protection against the Structural Changes Induced by Ischaemia/Reperfusion Injury*. J Bone Joint Surg, 84(B), 1184-8.
- Clevidence MW, Mowery RE, Kushnick MR. (2012). *The Effects of Ischemic Preconditioning on Aerobic and Anaerobic Variables associated with Submaximal Cycling Performance*. Eur J Appl Physiol, 112, 3649-4.
- Crisafulli A, Tangianu F, Tocco T, (2011). *Ischemic Preconditioning of the Muscles Improves Maximal Exercise Performance but not Maximal Oxygen Uptake in Humans*. Jappl Physiol., 111(2), 530-6. Doi: 10.1152/Japplphysiol.00266.2011
- Cruz RSDO, de Aguiar RA, Turnes T, Salvador AF, Caputo F. (2016). *Effects of Ischemic Preconditioning on Short-Duration Cycling Performance*. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 41(8), 825-1.
- De Groot CEP, Thijssen HJD, Sanchez M, Ellenkamp R, Hopman TEM. (2010) *Ischemic Preconditioning Improves Maximal Performance in Humans*. Eur J Appl Physiol., 108, 141-6.
- Demiryürek Ş, Ceylan H, Demiryürek T. (2004). *İskemik Önkoşullamanın Klinik Uygulamaları*. Genel Tip Dergisi, 14(1), 31-4.
- Ferreira TN, Sabino-Carvalho JL, Lopes TR, Ribeiro IC, Succu JE, Da AS, Silva BM. (2016). *Ischemic Preconditioning and Repeated Sprint Swimming: A Placebo and Nocebo Study*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 48(10), 1967-5.
- Garcia CA, da Mota GR, Leicht AS, Marocolo M. (2017). *Ischemic Preconditioning and Acute Recovery of Performance in Rugby Union Players*. Sports Medicine International Open, 1(3), 107-2.
- Gibson N, White J, Neish M, Murray A. (2013). *Effect of Ischemic Preconditioning on Land Based Sprinting in Team Sport Athletes*. Int J Sports Physiol Perform., 8(6), 671-6.

Gibson N, Mahony B, Tracey C, Fawkner S, Murray A. (2015). *Effect of Ischemic Preconditioning on Repeated Sprint Ability in Team Sport Athletes*. J Sports Sci., 33(11), 1182-8. Doi: 10.1080/02640414.2014.988741

Gillani S, Cao J, Suzuki T, Hak DJ. (2012). *The Effect of Ischemia Reperfusion Injury on Skeletal Muscle*. Injury, 43(6), 670-5.

Gürses VV, Akgül MŞ, Baydil B. (2017). *The Effect of Ischemic Preconditioning on Anaerobic Performance in Soccer Players*. Journal of Sport and Exercise Physiology, 3(1), 13-7.

Horiuchi M. (2017). *Ischemic Preconditioning: Potential Impact on Exercise Performance and Underlying Mechanisms*. The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 6(1), 15-3.

Hausenloy DJ, Yellon DM. (2008). *Remote Ischemic Preconditioning: Underlying Mechanisms and Clinical Application*. Cardiovascular Research, 79(3), 377-6.

Incognito AV, Burr JF, Millar PJ. (2016). *The Effects of Ischemic Preconditioning on Human Exercise Performance*. Sports Medicine, 46(4), 531-44.

Jean-St-Michel E, Manlhiot C, Li J, Tropak M, Michelsen MM, Schmidt MR, et al. (2011) *Remote Preconditioning Improves Maximal Performance in Highly Trained Athletes*. MedSci Sports Exerc. 43(7), 1280-6. Doi: 10.1249/Mss.0b013e318206845d.

Kraus AS, Pasha EP, Machin DR, Alkatan M, Kloner RA, Tanaka H. (2015). *Bilateral UpperLimb Remote Ischemic Preconditioning Improves Anaerobic Power*. The Open Sports Medicine Journal, 9, 1-6. Doi: 10.2174/1874387001509010001

Kilduff LP, Finn CV, Baker JS, Cook CJ, West DJ. (2013). *Preconditioning Strategies to Enhance Physical Performance on the Day of Competition*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 8(6), 677-1.

Lalonde F, Curnier DY. (2015). *Can Anaerobic Performance Be Improved by Remote Ischemic Preconditioning?* The Journal of Strength & Conditioning Research, 29(1), 80-5.

Marocolo IC, da Mota GR, Londe AM, Patterson SD, Neto OB, Marocolo M. (2017). *Acute Ischemic Preconditioning does not Influence High-Intensity Intermittent Exercise Performance*. PeerJ 5: e4118. Doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.4118>

Murry CE, Jennings RB, Reimer KA. (1986). *Preconditioning with Ischemia: a Delay of Lethal Cell Injury in Ischemic Myocardium*. Circulation, 74, 1124.

Paixão RC, Da Mota GR, Marocolo M. (2014). *Acute Effect of Ischemic Preconditioning is Detrimental to Anaerobic Performance in Cyclists*. International Journal of Sports Medicine, 35(11), 912-5.

Patterson SD, Bezodis NE, Glaister MARK, Pattison JR. (2014). *The Effect of Ischemic Preconditioning on Repeated Sprint Cycling Performance*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 47(8), 1652-8.

Rongen Ga, Van Dijk JP, Van Ginneken EE, Stegeman DF, Smits P, Zwarts MJ. (2002) *Repeated Ischaemic Isometric Exercise Increases Muscle Fibre Conduction Velocity in Humans: Involvement of Na⁺ - K⁺-Atpase*. J Physiol. 540: 1071-8. Doi: 10.1113/jphysiol.2001.014290

Şener G, Yeğen BÇ. (2009). *İskemi Reperfüzyon Hasarı*. Klinik Gelişim Dergisi, 22(3), 5-3.

Şengül İ, Şengül D. (2010). *İskemik Ön Koşullanma ve Sonradan Koşullanma Mekanizmaları Olarak İntraselüler Sinyalizasyon ve Adenozin*. Cumhuriyet Medical Journal, 32(1), 127-1.

Teke Z, Kabay B, Özden A. (2008). *İskemi-Reperfüzyon Hasarının Patofizyolojisi*. Pamukkale Tıp Dergisi, 1, 65-2.

Tocco F, Marongiu E, Ghiani G, Sanna İ, Tocco F, Marongiu E, et al. (2015). *Muscle Ischemic Preconditioning does not Improve Performance during Self-Paced Exercise*. International Journal of Sports Medicine, 36(1), 9-5.

Ylitalo K, Peuhkurinen K. (2001). *Clinical Relevance of Ischemic Preconditioning*. Scandinavian Cardiovascular Journal, 35(6), 359-5.

Zinner C, Born DP, Sperlich B. (2017). *Ischemic Preconditioning does not Alter Repeated Performance in Multidirectional High-Intensity Intermittent Exercise*. Frontiers in Physiology, 8, 1029.

Makale Geliş (Submitted) : 19.01.2018
Makale Kabul (Accepted) : 26.04.2018
Yazışma Adresi (Corresponding Address): vgurses@kastamonu.edu.tr