TOJRAS The Online Journal of Recreation and Sports 12(4), 2023
ISSN: 2146-9598 Research Article

8 Haftalık Anaerobik Güç Antrenmanı ve İskemik Ön Koşullandırma Kombinasyonunun Anaerobik Güç Çıktıları Üzerine Etkisi

Effect of Combination of 8-Week Anaerobic Power Training and Ischemic Preconditioning on Anaerobic Power Output

Sibel Tetik Dündar [1], Fatma Tokat[2], *Süleyman Gönülateş[3]

[1] Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Sports Science, Erzincan, TÜRKİYE / s_tetik55@hotmail.com / 0000-0001-6813-0969
[2] Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Sports Science, Erzincan, TÜRKİYE / fatma.tokat@erzincan.edu.tr / 0000-0001-9865-2012
[3] Pamukkale University, Faculty of Sports Science, Denizli, TÜRKİYE / sgonulates@hotmail.com / 0000-0003-3330-7685
* Corresponding author

Özet: Bu araştırma, 8 haftalık süreyle yapılan anaerobik güç antrenmanı ve iskemik ön koşullandırma uygulamasının anaerobik güç çıktıları üzerine etkisini incelemek amacıyla yapıldı. Araştırmaya, spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören, rekreasyonel amaçlı spor yapan, 3 yıl içinde düzenli antrenman yapmamış ve belirgin bir egzersiz programına dahil olmamış 30 erkek gönüllü olarak katıldı. Katılımcıların yaş ortalaması 19.57±1.56, boy ortalaması 175.77±6.12, vücut kütle ortalaması 67.41±8.45 olarak belirlendi. Katılımcılar randomize 10'ar kişilik gruplara ayrıldı. 1. Grup (n=10): WAnT+IPC, 2. Grup (n=10): WAnT, 3. Grup (n=10): Kontrol olarak belirlendi. IPC: Pnömatik manşon (Flowtron dvt pnömatik kompresyon sistemi) yardımıyla, 220mmHg basınç ile bilateral arterden (bacak-kalça eklemine yakın olan kısımdan), 5dk iskemi, 5dk reperfüzyon, 3 tekrarlı olarak yapıldı. WAnT: Bisiklet ergometresinde (Monark 894E), 5dk ısınma, 3x30sn maksimum bisiklet çevirme, tekrarlar arası 4dk dinlenme şeklinde uygulandı. Sonuç olarak, iskemik ön koşullandırma ile birlikte yapılan wingate anaerobik güç antrenmanının, tek başına uygulanan anaerobik güç antrenmanından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Literatürdeki sonuçların olgunlaşması ve desteklenmesi açısından; örneklem sayısının daha çok olduğu, farklı yaş gruplarının ele alındığı, farklı branşların incelendiği çalışmalar yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: İskemik ön koşullandırma, kan akışı kısıtlama, wingate anaerobik güç.

***Abstract**: This research was carried out to examine the effect of 8-week anaerobic strength training and ischemic preconditioning on anaerobic power outputs. Thirty men voluntarily participated in the study, who were studying at the faculty of sports sciences, engaged in sports for recreational purposes, did not train regularly in 3 years and were not involved in a specific exercise program. The mean age of the participants was 19.57±1.56, the mean height was 175.77±6.12, and the mean body mass was 67.41±8.45. Participants were randomly divided into groups of 10. 1st Group (n=10): WAnT+IPC, 2nd Group (n=10): WAnT, 3rd Group (n=10): Control. IPC: With the help of a pneumatic cuff (Flowtron dvt pneumatic compression system), 220mmHg pressure was applied through the bilateral artery (from the part close to the leg-hip joint), 5 min ischemia, 5 min reperfusion, 3 repetitions. WAnT: It was applied in a bicycle ergometer (Monark 894E), 5 minutes warm-up, 3x30seconds maximum cycling, 4 minutes rest between repetitions. As a result, it was determined that wingate anaerobic strength training combined with ischemic preconditioning was more effective than anaerobic strength training applied alone. In terms of maturing and supporting the results in the literature; Studies can be conducted in which the number of samples is larger, different age groups are discussed, and different branches are examined.*

***Keywords:** Ischemic preconditioning, blood flow restriction, wingate anaerobic power.*

Received: 13.08.2023 / Accepted: 24.09.2023 / Published: 20.10.2023

https://doi.org/10.22282/tojras.1342307

***Citation:** Dündar, S.T., Tokat, F., Gönülateş, S. (2023). 8 Haftalık Anaerobik Güç Antrenmanı ve İskemik Ön Koşullandırma Kombinasyonunun Anaerobik Güç Çıktıları Üzerine Etkisi, The Online Journal of Recreation and Sports (TOJRAS), 12 (4), 742-750.*

GİRİŞ

İskemik ön koşullanma, ilk kez 1986 yılında Murry ve arkadaşlarının klinik olarak kullanmasıyla, miyokardiyal hücreleri kısıtlanmış kan akışı durumlarına karşı koruduğu tespit edilen çalışmayla literatürde yer almıştır (Murry, Jenning & Reimer, 1986). Kan akışı kısıtlama yöntemi ise ilk kez 1970'lerde Japonya'da geliştirilen KAATSU eğitimi adı altında uygulanmıştır. Kan akışı kısıtlama, hipertorfi ve anjiyogenezi uyararak, üst ya da alt ekstremiteye turnike uygulanarak, vasküler oklüzyon ile metabolik stres oluşturur. Böylece arteriyel giriş korunurken, venöz giriş engellenir ve anaerobik metabolizmayı aktifleştiren hipoksik ortam oluşur (Vopat, Vopat, Bechtold, & Hodge, 2020; Keskin & Pancar, 2023).

İskemik ön koşullanma ve kan akışı kısıtlama yöntemi birbirine benzer görünse de farklılıkları vardır. İskemik ön koşullanma egzersiz öncesinde uygulanırken, kan akışı kısıtlama egzersiz sırasında uygulanır. Vaskülatüre uygulanan basınç dikkate alındığında, iskemik ön koşullanmada hem arteriyel hem de venöz kan akışı kısıtlandığı için oklüzyon derecelerinde de farklılık görülmektedir (Rider, Ditzenberger, Cox & Montoye, 2022).

Organizmada besin ve oksijenin taşınmasıyla doğrudan bağlantılı olan dolaşım sistemiyle ilgili bu yöntemlerin sporcularda egzersize dahil edilmesinin aerobik ve anaerobik performansa olumlu katkı sağladığı ve kas kuvveti gelişimini desteklediği yönde araştırmalar mevcuttur. Bu nedenle sporcular ve antrenörler tarafından tercih edilmektedir (Paixao, Mota & Marocolo, 2014). İskemik ön koşullanma ve kan akışı kısıtlama yöntemlerine genel olarak oklüzyon egzersizi denilebilir. Oklüzyon egzersiz yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, genel olarak performansa olumlu etkileri ifade edilse de olumsuz etkilerinden ya da etkisizliğinden de bahsedilmektedir (Caru, Levesque, Lalonde & Curnier, 2019).

Oklüzyon egzersiz yönteminin sağlıklı erkeklerde submaksimal artırımlı koşu testinde kan laktat birikimini azalttığı ve performansı olumlu etkilediği (Bailey vd., 2012), el kavrama egzersizi yaptırılan sağlıklı erkeklerde yorgunluğu geciktirdiği ve performansı olumlu etkilediği (Barbosa vd., 2015), squat jump ve sprint egzersizi yaptırılan grupta maksimal egzersiz sonrası kas fonksiyonunun daha hızlı bir şekilde geri kazanıldığı ve konsantrik-eksantrik kuvvet üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu (Beaven, Cook, Kilduff, Drawer & Gill, 2012), bisiklet egzersizi sırasında güç çıkışını ve maksimal oksijen tüketimini artırdığı (de Groot, Thijssen, Sanchez, Ellenkamp & Hopman, 2010), sprint egzersizi uygulanan grupta, kas dayanıklılığının geliştiği fakat, koşu performansının değişmediği (Thompson, Whinton, Ferth, Spriet & Burr, 2018), başka bir sprint egzersizinde kısa maksimal efor, mutlak, relatif ve toplam güç üzerinde etkisinin olmadığı (Gibson, Mahony, Tracey, Fawkner & Murray, 2015), submaksimal bisiklet egzersizi sonrası aerobik ya da anaerobik kapasiteye etkisinin olmadığı (Clevidence, Mowery & Kushnick, 2012) ifade edilirken,

diğer yandan aerobik ve anaerobik performansı geliştirdiği (Lindsay vd., 2017) belirtilmiştir.

Araştırmalar incelendiğinde, iskemik ön koşullanma ya da kan akışı kısıtlama yöntemi kullanılarak yapılan egzersiz sonuçları konusunda fikir birliği olmadığı, konuyla ilgili çalışmaların sürdürülmesi gerektiği düşünülmektedir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli: Araştırmada, nicel araştırma yöntemlerinden tam deneysel araştırma deseni kullanıldı.

Araştırmanın Amacı: Bu araştırma, 8 haftalık süreyle yapılan anaerobik güç antrenmanı ve iskemik ön koşullandırma uygulamasının anaerobik güç çıktıları üzerine etkisini incelemek amacıyla yapıldı.

Araştırma Grubu: Araştırmaya, spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören, rekreasyonel amaçlı spor yapan, 3 yıl içinde düzenli antrenman yapmamış ve belirgin bir egzersiz programına dahil olmamış (tamamen bağımsız, düzenli egzersiz etkisi ile oluşan fiziksel ve fizyolojik farklılaşmalardan izole olunmasına dikkat edildi) 30 erkek gönüllü olarak katıldı. Katılımcıların yaş ortalaması 19.57±1.56, boy ortalaması 175.77±6.12, vücut kütle ortalaması 67.41±8.45 olarak belirlendi. Katılımcılar randomize 10'ar kişilik gruplara ayrıldı. 1. Grup (n=10): WAnT (wingate anaerobik güç antrenmanı + IPC (ischemic preconditioning/iskemik ön koşullandırma), 2. Grup (n=10): WAnT, 3. Grup (n=10): Kontrol olarak belirlendi.

Verilerin Toplanması: IPC: WanT uygulamasından hemen önce, pnömatik manşon (Flowtron dvt pnömatik kompresyon sistemi) yardımıyla, 220mmHg basınç ile çift taraflı olarak femoral arterden (bacak-kalça eklemine yakın olan kısımdan), 5dk iskemi, 5dk reperfüzyon, 3 tekrarlı olarak yapıldı. Katılımcılar yatar pozisyonda iken, her iki bacağa da (aynı anda olmaksızın) uygulama yapıldı. İskemi süresi bacaktan nabız alınmadığı esnada başlatıldı (de Groot, Thijssen, Sanchez, Ellenkamp & Hopman, 2010).

WAnT: Bisiklet ergometresinde (Monark 894E), 5dk ısınma, 3x30sn maksimum bisiklet çevirme, tekrarlar arası 4dk dinlenme şeklinde uygulandı. Katılımcılar, 30sn'de en yüksek güce ulaşmak için; 75g/kg olan sabit yüke karşı maksimal pedal çevirdi (Akgül, Gürses, Karabıyık & Koz, 2016; Akgül, Koz, Gürses & Kürkçü, 2017).

Wingate anaerobik güç testi: Ön test ve son testte uygulandı. 30sn'de en yüksek güce ulaşmak için; 75g/kg olan sabit yüke karşı 1x30sn maksimal pedal çevirme şeklinde yapıldı (Özkan, Köklü & Ersöz, 2010; Tetik Dündar, Akcan & Ağgön, 2023).

Tablo 1. Gruplara Göre Araştırma Tasarımı

1.Grup WAnT+IPC (n=10)	2.Grup WAnT (n=10)	3.Grup Kontrol (n=10)
Y:19.50±1.43 B:174.80±6.05 VK:68.60±9.29	Y:20.30±1.94 B:178.20±6.56 VK:68.69±7.52	Y:18.90±.99 B:174,30±5.59 VK:64.94±8.77
IPC: 220mmHg basınç ile 5dk iskemi, 5dk reperfüzyon, 3 tekrarlı olarak yapıldı. WAnT: 5dk ısınma, 3x30sn maksimum bisiklet çevirme, tekrarlar arası 4dk dinlenme, haftada 3 gün yapıldı. Toplam: 8 hafta	WAnT: 5dk ısınma, 3x30sn maksimum bisiklet çevirme, tekrarlar arası 10s dinlenme, haftada 3 gün yapıldı. Toplam: 8 hafta	Herhangi bir uygulamaya dahil edilmeden, günlük yaşam rutinine devam edildi.
Ön test + Son test (tüm gruplarda) Wingate anaerobik güç testi: 1x30sn maksimum bisiklet çevirme. Tüm test ve uygulamalar haftanın aynı gün ve saatlerinde yapıldı.		

**Y: yaş, B: boy, VK: vücut kütle ortalamaları*

Verilerin Analizi: Araştırmadan elde edilen veriler IBM SPSS versiyon 24.0 (IBM Statistical Package for the Social Sciences Corporation, Armonk, NY, ABD) paket programında analiz edildi. Verilerin dağılımı için shapiro-wilk, ortalama değerler için tanımlayıcı istatistik yapıldı. Değişkenlerin ön test sonuçlarına göre gruplar arası karşılaştırmada, yine son test sonuçlarına göre gruplar arası karşılaştırmada One-Way Anova (Post-hoc=Tukey) analizi, gruplar arası ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasında ise Tekrarlı Ölçümlerde Karma Desen ANOVA (Tip I hatayı kontrol etmek için Bonferroni düzeltmesi ile) analizi kullanıldı. Sonuçlar, aritmetik ortalama ($\bar{X}$) ve standart sapma (*SS*) olarak verildi. Anlamlılık düzeyi P<0.05 olarak kabul edildi.

BULGULAR

Tablo 2. Değişkenlerin Ön Test Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Karşılaştırma

Ön Test	Kontrol (n:10)		WAnT (n:10)		WAnT+IPC (n:10)		F	P
	$\bar{X}$	*SS*	$\bar{X}$	*SS*	$\bar{X}$	*SS*		
PP (W)	915.27^{c}	62.42	747.92^{b}	35.17	545.67^{a}	178.94	27.65	**.000**
PP (W/kg)	16.75^{b}	4.10	11.86^{a}	2.57	9.99^{a}	3.86	9.52	**.001**
AP (W)	552.79^{a}	72.68	547.28^{a}	73.85	411.31^{b}	143.45	6.15	**.006**
AP (W/kg)	9.89^{a}	1.32	8.52^{a}	1.05	7.60^{a}	3.39	2.77	.080
MP (W)	336.30^{ab}	84.87	370.04^{b}	115.58	228.78^{a}	90.38	5.68	**.009**
MP (W/kg)	5.97^{b}	1.33	5.79^{ab}	1.72	4.14^{a}	1.65	4.06	**.029**
PD (W)	579.02^{b}	102.41	377.89^{a}	115.53	316.90^{a}	126.98	14.12	**.000**
PD (W/kg)	10.79^{b}	3.89	6.08^{a}	2.50	5.84^{a}	2.82	7.93	**.002**

* c>b>a: tüm gruplar arasında fark var, b: sadece bu grupta fark var (a: fark yok), ab: her iki grup ile de arasında fark var (b>ab>a) (P<0.05).
PP: zirve güç (maksimum anaerobik güç), AP: ortalama güç (maksimum anaerobik kapasite), MP: Minimum güç (en düşük mekanik güç), PD: güç düşüşü (yorgunluk indeksi), W: Watt, W/kg: Watt/vücut kütlesi.

Tablo (2) incelendiğinde, ön test sonuçlarına göre incelenen tüm parametrelerde (AP (W/kg hariç) gruplar arası farkın anlamlı olduğu tespit edildi (P<0.05). Bu anlamlı farklılık, gruplardaki dağılımın homojen olmadığını gösterdi. Yani, randomize seçilmesine ragmen, başlangıç verilerine göre; Kontrol>WAnT>WAnT+IPC şeklinde bir görüntü belirlendi. Homojen olması, grupların eşit koşullarda başlamasına, herhangi bir avantaj ya da dezavantaj ile başlanmamasına ve çalışma sonuçlarının etkilenmemesine neden olurdu. Fakat bu durum, son test sonuçları incelenerek, oluşan matematiksel farklar ile kıyaslandı ve kontrol altına alındı.

Tablo (3) incelendiğinde, gruplar arası anlamlı bir fark olmadığı (tüm parametrelerde) tespit edildi (P>0.05). Ön test ve son test ortalamalarına göre grupların kendi içindeki matematiksel ilerlemesi/gelişimi şu şekilde derlendi; WAnT+IPC grubu: PP=+305, AP=+121, MP=+32, PD=+273, WAnT grubu: PP=+132, AP=+30, MP=-69, PD=+201, Kontrol grubu: PP=+28, AP=+9, MP=+8, PD=+20.

Tablo 3. Değişkenlerin Son Test Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Karşılaştırma

Ön Test	Kontrol (n:10)		WAnT (n:10)		WAnT+IPC (n:10)		F	P
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS		
PP (W)	943.28[a]	184.60	879.67[a]	109.16	850.25[a]	143.41	1.01	.374
PP (W/kg)	17.38[a]	5.59	13.94[a]	3.14	15.80[a]	4.49	1.44	.253
AP (W)	561.24[a]	77.30	577.96[a]	81.38	532.49[a]	84.43	.804	.458
AP (W/kg)	10.15[a]	2.24	9.18[a]	2.53	9.78[a]	2.20	.441	.648
MP (W)	344.03[a]	92.78	301.35[a]	152.52	260.44[a]	133.24	1.05	.362
MP (W/kg)	6.28[a]	2.24	4.77[a]	2.77	4.68[a]	2.73	1.20	.317
PD (W)	599.20[a]	111.22	578.27[a]	193.10	589.86[a]	185.40	.039	.962
PD (W/kg)	11.09[a]	3.54	9.16[a]	3.46	11.13[a]	4.95	.773	.471

** a: gruplar arası fark yok (P<0.05). PP: zirve güç (maksimum anaerobik güç), AP: ortalama güç (maksimum anaerobik kapasite), MP: Minimum güç (en düşük mekanik güç), PD: güç düşüşü (yorgunluk indeksi), W: Watt, W/kg: Watt/vücut kütlesi.*

Tablo 4. Gruplar Arası Ön Test ve Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Değişkenler	Varyansın Kaynağı		KT	sd	KO	F	P	EB
PP(W)	Gruplar Arası	Grup	267533,35	2	133766,67	19,61	**,000**	,59
		Hata	184093,13	27	6818,26			
	Gruplar İçi	PP	359352,72	1	359352,72	17,16	**,000**	,38
		PP*Grup	195205,26	2	97602,63	4,66	**,018**	,25
		Hata	565251,64	27	20935,24			
PP(W/kg)	Gruplar Arası	Grup	115,78	2	57,89	4,50	**,020**	,25
		Hata	346,69	27	12,84			
	Gruplar İçi	PP	120,98	1	120,98	15,95	**,000**	,37
		PP*Grup	71,41	2	35,70	4,71	**,018**	,25
		Hata	204,69	27	7,58			
AP(W)	Gruplar Arası	Grup	51686,99	2	25843,49	6,04	**,007**	,30
		Hata	115448,96	27	4275,88			
	Gruplar İçi	AP	42832,16	1	42832,16	5,06	**,033**	,15
		AP*Grup	35654,12	2	17827,06	2,10	,141	,13
		Hata	228503,36	27	8463,08			
AP(W/kg)	Gruplar Arası	Grup	10,54	2	5,27	1,57	,226	,10
		Hata	90,54	27	3,35			
	Gruplar İçi	AP	16,01	1	16,01	4,54	**,042**	,14
		AP*Grup	10,26	2	5,13	1,45	,251	,09
		Hata	95,21	27	3,52			
MP(W)	Gruplar Arası	Grup	58157,38	2	29078,69	3,24	**,054**	,19
		Hata	241790,13	27	8955,19			
	Gruplar İçi	MP	1430,81	1	1430,81	,17	,680	,00
		MP*Grup	27471,30	2	13735,65	1,67	,207	,11
		Hata	221661,54	27	8209,68			
MP(W/kg)	Gruplar Arası	Grup	14,70	2	7,35	2,55	,097	,15
		Hata	77,79	27	2,88			
	Gruplar İçi	MP	,04	1	,04	,01	,907	,00
		MP*Grup	7,09	2	3,54	1,02	,374	,07
		Hata	93,80	27	3,47			
PD(W)	Gruplar Arası	Grup	104534,61	2	52267,30	4,53	**,020**	,25
		Hata	310902,07	27	11514,89			
	Gruplar İçi	PD	405936,65	1	405936,65	22,17	**,000**	,45
		PD*Grup	169396,04	2	84698,02	4,62	**,019**	,25
		Hata	494175,09	27	18302,78			
PD (W/kg)	Gruplar Arası	Grup	59,32	2	29,66	3,09	,062	,18
		Hata	259,14	27	9,59			
	Gruplar İçi	PD	125,28	1	125,28	17,84	**,000**	,39
		PD*Grup	62,52	2	31,26	4,45	**,021**	,24
		Hata	189,52	27	7,01			

** KT: kareler toplamı, sd: serbestlik derecesi, KO: kareler ortalaması, EB: etki büyüklüğü. Gruplar arası (grup); zaman farkını gözetmeksizin (ön test-son test bakılmaksızın), bütün toplamların ortalamalarında gruplara göre farklılık olup olmadığını ifade eder. Gruplar içi (değişken); grup ayrımına bakılmaksızın, zaman içinde ön test ve son test arasında fark olup olmadığının göstergesidir. Etkileşimsel etki (değişken*grup); zaman içindeki değişimin gruplara göre farklılık gösterip göstermediğini ifade eder.*

Tablo (4) incelendiğinde, PP(W), PP(W/kg), AP(W), MP(W), PD(W) parametrelerinde gruplar arası farkın anlamlı olduğu (P<0.05) belirlendi. PP(W), PP(W/kg), AP(W), AP(W/kg), PD(W), PD(W/kg) parametrelerinde zaman içinde ön test ve son test arasında anlamlı bir fark oluştuğu tespit edildi (P<0.05). Yine, PP(W), PP(W/kg), PD(W), PD(W/kg) parametrelerinde zaman içindeki değişimin gruplara göre anlamlı bir farklılık oluşturduğu tespit edildi (P<0.05). Belirtilen parametrelerdeki farklar tüm gruplarda ve tüm grupların kendi içinde yakalandı. Fakat farkın ana kaynağı olarak, en belirgin ilerleme kaydeden WAnT+IPC grubu olduğu belirlendi.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Literatür incelemesinde, bu çalışma sonuçları ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili çalışmalar ve sonuçlara rastlanmıştır. Park vd. (2010) üniversite öğrencisi basketbolcularda (n=12) 2 hafta, haftada 6 gün 2 seans, kan akışı oklüzyonu olan (n=7) ve olmayan (n=5) grupla yaptıkları yürüyüş egzersizinin kardiyorespiratuar dayanıklılık, anaerobik güç ve kas kuvvetine etkilerini incelemişlerdir. Katılımcıların oklüzyona uyum sağlayabilmeleri için basınç kademeli olarak artılmıştır. Her iki alt ekstremiteye başlangıç120mmHg basıncından 160mmHg son basınca kadar 10 saniye boyunca tekrar tekrar serbest bırakılmıştır. Çalışmanın ilk gününde, son egzersiz kemer basıncı 160mmHg olarak ayarlanmış ve 220mmHg kemer basıncına ulaşılana kadar (7. gün) her gün 10mmHg artırılmıştır. Çalışma sonucunda her iki grupta da kas kuvvetinde farklılık görülmezken, oklüzyon egzersizi grubunda anaerobik ortalama güç performansının %2,5 artış görülürken diğer grupta herhangi bir artış görülmediği ve bunun kan akışı kısıtlamasıyla yapılan diğer araştırmalarda görülen artan glikojen içeriğine bağlanabileceği ifade edilmiştir. Oklüzyon yapılan grubun anaerobik gücünde yakalanan artış, farklı egzersiz etkisi ile birlikte olsa da çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Rajabi, Motamedi & Zabihi, (2020) spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören,19-24 yaş arası, 24 erkek aktif sağlıklı öğrenciyi; kan akışı kısıtlama uygulanan n=8, uygulanmayan n=8, kontrol n=8 olarak üç gruba ayırmışlardır. 30dk'lık 12 seans kan akışı kısıtlama yöntemi ve aerobik-anaerobik interval bisiklet egzersizi yaptırılmıştır. Sonuçlarda, kan akışı kısıtlama uygulanan grubun diğer gruplara göre aerobik performans çıktılarında anlamlı gelişme görülürken, pik, ortalama ve minimum anaerobik güç değerlerinde anlamlı farklılık görülmediği bildirilmiştir. Çalışmanın örneklem grubu, grupların ayrılması ve yapılan uygulama bakımından oldukça benzer olan bu çalışma sonucunun, çalışmamız sonuçlarını desteklemediği görülmektedir.

Sun &Yang, (2023) 12 elit kadın futbolcu ile değişen basınçlarda kan akışı kısıtlama (%50, %60, %70 ve kontrol) yöntemi ile uyguladıkları düşük yoğunluklu yarı squat egzersizinin dikey sıçrama performanslarında aktivasyon sonrası değişim olup olmadığını incelemişlerdir. Alt uyluk kas aktivasyonları (EMG), sıçrama yüksekliği, zirve güç çıkışı (PPO), dikey yer reaksiyon kuvvetleri (vGRF) ve kuvvet geliştirme hızı (RFD) değişkenleri kaydedilmiştir. Değişen basınçlı kan akışı kısıtlama ile yarı çömelmenin vastus medialis, vastus lateralis, rektus femoris ve biseps femorisin ölçülen kas EMG değerinde önemli bir etkisi olduğunu ($P < 0.05$), fakat basınç değişikliğinin önemli etkisinin olmadığı, Gluteus maksimus kasının EMG değerinin farklı basınçlarda yarı çömelme antrenmanı ile önemli ölçüde azaldığı ($P<0.05$), 50 ve %60 basınçlı egzersizde, 5 dakika ve 10 dakika dinlenmeden sonra sıçrama yüksekliğini, zirve gücü ve RFD önemli ölçüde artırdığı ($P<0.05$) bildirilmiştir. Sonuçta, düşük yoğunluklu kan akışı kısıtlamanın kadın futbolcularda alt ekstremite kas aktivasyonunu önemli ölçüde artırabildiği ve dikey sıçrama performansını geliştirebildiği görülmüştür. Orta basınçlı (%50) kan akışı kısıtlamanın, kadın futbolcularda anaerobik gücü geliştirmek için uygulanabilir ve etkili bir günlük ısınma aktivitesi olabileceği belirtilmiştir. Çalışmamız örneklemi ve yöntemi ile birbirinden farklı olan bu çalışmada, elit sporcular üzerinde de zirve güç çıktısında önemli düzeyde etki görüldüğü (çalışmamız ile parallel) belirlenmiştir.

Billaut, Bourgeois & Paradis-Deschênes, (2022), 15 erkek dayanıklılık sporcusuna (kan akışı kısıtlama BFR n=9, kısıtlama olmayan CTL n=6), 3 hafta, haftada 3 gün uyguladıkları yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT) (%100 aerobik güç) anerobik ve aerobik güç çıktılarına etkilerini araştırmışlardır. BFR'de manşetler her iki kuadrisepsin proksimaline takılarak 3 hafta boyunca arteriyel oklüzyon basıncının %50'sinden %70'ine kadar kademeli olarak artırılmıştır. Maksimal aerobik güç BFR'de anlamlı artarken (364,8±60,7 vs 383,4±61,4watt, p=0,003, Cohen etki büyüklüğü ES 0,27) CTL'de anlamlı artış görülmemiştir (381,2±62,1 vs 385,5±64,4watt, p=0,45, ES 0,05). Eş zamanlı olarak, Wingate anaerobik test sırasında elde edilen ortalama güç çıkışı da BFRde anlamlı artmış (23,8±4,0 vs 24,6±4,1 kJ, p=0,08, ES 0,28) fakat CTLde anlamlı artış olmamıştır (23,4±2,5 vs 23,4±2,4 kJ, p=0,95, ES 0,01). Bununla birlikte, gruplar arasında VO_{2maks} (BFR: %0,86 vs CTL: %1,77, ES -0,15) ve hem ortalama güç çıkışı (BFR: %1,81 vs CTL: %6,51, ES -0,21) değerlerinde ve egzersiz öncesi-sonrası laktat oranlarında farklılık görülmemiştir. BFR ile kombine edilen kısa süreli HII''in dayanıklılık antrenmanı yapan sporcularda anaerobik kapasiteyi geliştirdiği ifade edilmiştir. Çalışamızda da maksimum anaerobik kapasitenin bir göstergesi olan AP, kan akışı kısıtlama ve anaerobik güç antrenmanı ile (burada uygulanan yüksek yoğunluklu intervale eş değer, hatta yoğunluğu daha yüksektir) geliştirilmiş olduğundan, sonuçlar benzerdir.

Törpel, Brennicke, Kuck, Behrendt & Schega, (2018) 18-30 yaş arası 24 erkek katılımcıda BFR ile kombine HIIT egzersizinin fiziksel performansa etkisini araştırmıştır. BFR KAATSU manşetleriyle başlangıç 140mmHg basınçla en az 7 döngüde ve her döngüde 20mmHg artırılmış ve ortalama bireysel 273±33mmHg basınçla uygulanmıştır. 4 hafta boyunca haftada 3 kez bisiklet ergometresinde antrenman yapılmıştır. Her bir HIIT antrenman seansından önce, her iki grup da ek yük olmadan 4 set derin squat yapmıştır (BFR+HIIT grubu bu egzersizi BFR ile gerçekleştirmiştir). Uygulamalar sonucu, maksimal güç her iki grupta da önemli ölçüde artmıştır (BFR+HIIT: + %9,5, p< 0,001; HIIT: + %4,5, p= 0,038) ancak BFR+HIIT grubundaki artış oranı daha yüksektir (etkileşim etkisi: $F = 4,80$, $p = 0,039$, $\eta p2 = 0,179$). VO_{2max}/kg, gruplar arasında farklılık görülmemiştir. Karşı hareket sıçraması (CMJ), sadece HIIT grubunda 1RM'de ($p = 0.005$) anlamlı bir iyileşme gözlenmiştir. Büyüme hormonu (GH), IGF-1 ve laktat değerleri uygulamalardan hemen sonra önemli ölçüde artmıştır, ancak gruplar arasında fark görülmemiştir. Sonuç olarak metabolik stres faktörlerinde BFR+HIIT ile HIIT arasında farklılık görülmediği fakat BFR+HIIT uygulamasının HIIT'e göre bisiklet ergometresinde maksimal gücü 2 kat artırdığı görülmüştür. Yine küçük farklılıkları olan benzer uygulamaya sahip bir çalışma ve maksimal gücün artışı ile benzer sonuçlar yakalanan bir eğri gözlenmiştir.

Kreagar Razeke, Iri & Amani, (2020) genç voleybolcularda alt ekstremite kan akışı kısıtlamayla pliometrik egzersiz uygulamasının anaerobik güç, kassal kuvvet, çeviklik, sprint, ekstremite çevresi ve vücut kompozisyonu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, kan akışı kısıtlamalı pliometrik (BFR n = 8), kan akışı kısıtlamasız pliometrik (PL n=9) ve

kontrol grubu (CN n=7) olmak üzere 3 grupla 5 hafta da haftada 3 gün (3 set, 15 tekrar, setler arasında dinlenme ve 90-120 saniye) antrenman uygulamıştır. Sprint 30m (p=0.001), sağ bacak çevresi (p=0.024), sol bacak (p=0.046) ve kas kuvveti (p = 0.004) açısından BFR grubu diğer gruplara göre anlamlı farklılık göstermiştir. Çeviklik (p=0.839), Wingate Watt (p=0.950) ve Wingate W/kg (p = 0.177), yağ yüzdesi (p=0.704), yorgunluk indeksi (p=0.946), iskelet kas kütlesi (p=0.557) değerlerinde BFR ve PL arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Sonuçların, çalışmamız sonuçları ile uyuşmadığı görülmüştür.

Ilbeigi, Yousefi & Ghasemi, (2021) üniversite öğrencisi 10 kadın sporcusuna BFR ile ve BFR olmaksızın bir seans 4 set 30sn boyunca el wingate testiyle yüksek yoğunluklu interval egzersiz uygulanarak kasıl elektriksel aktivasyonu ve anaerobik güç parametreleri araştırılmıştır. Biseps kasının elektriksel aktivitesi BFR'li koşulda anlamlı artarken ($p<0.05$), triseps superior kasının elektriksel aktivitesinde anlamlı artış gözlenmemiştir ($p>0.05$). Ortalama anaerobik güç ve maksimum anaerobik güç arasında, BFR sadece maksimum anaerobik gücün ortalamasını önemli ölçüde artırmıştır ($p<0.05$). Sonuçta biseps kol kasının elektriksel aktivitesi, maksimum anaerobik gücün BFR ile önemli ölçüde arttığı ve anaerobik gücü artırmada etkili bir faktör olabileceği belirtilmiştir. Çalışmamıza kıyasla; farklı cinsiyet ve farklı uygulamalar ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Amani-Shalamzari vd. (2020) 12 erkek futsal sporcusuna (BFR n=6, CN n=6) 3*3 futsal dar alan antrenmanı sırasında uygulanan alt ekstremite kan akışı kısıtlamasının (BFR) (2 günde 1, toplam 10 seans) aerobik ve anaerobik performans üzerine etkisini incelemiştir. BFR grubu için kullanılan pnömatik manşetler bacak sistolik kan basıncının %110'una kadar şişirilmiş ve tamamlanan iki seansın ardından %10 oranında artırılmıştır. Tüm aerobik ve anaerobik performans değişkenleri uygulamalar sonrasında her iki grupta da artmıştır, ancak ortalama güç (%12,2, p=0,03), yorgunluğa kadar koşma süresi (TTF) (%7,1, p=0,02) ve koşu ekonomisi (RE) (-%22,7, p=0. 01) verilerinde ve büyüme hormonu (p=0.01), ilk seansta testosteron/kortizol oranı (p=0.01) ve son seansta laktat atım hızında (p=0.01) BFR grubunun anlamlı olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Biriken metabolitler ve hormonsal değişimler nedeniyle BFR'nin eklendiği dar alan antrenmanının performansı daha fazla artırdığı söylenmiştir. Yapılan bu uygulamada elde edilen sonuçlar, çalışmamız sonuçlarıyla benzerlik taşımaktadır.

Bagheri, Rashidlamir & Attarzadeh Hosseini, (2018) 18 voleybolcuya alt ekstremiteye yönelik kan akışı kısıtlamalı (BFR n=9) ve kan akışı kısıtlaması olmaksızın (NBFR) 8 hafta haftada 3 gün 3 set 15 tekrar direnç antrenmanı yaptırılmıştır. BFR basıncı ilk gün 160 mmHg olarak ayarlanmış ve sonraki günlerde 240 mmHg'ye ulaşana kadar 10mmHg artırılmıştır. Sonuçta Follistatin seviyeleri her iki grupta da anlamlı olarak artarken (P=0.001), miyostatin seviyeleri ise anlamlı olarak azalmıştır (P=0.001). Vücut yağ yüzdesi gruplar içinde azalırken gruplar arasında farklılık göstermemiştir (P=0.28). Ayrıca, anaerobik güç her iki grupta da önemli ölçüde artmış (P=0.001), fakat BFRT grubundaki artışın daha derin (P=0.001) olduğu ve kan akışı kısıtlama uygulanarak direnç antrenmanlarına organizmanın adaptasyonunu kolaylaştırmak için kullanılabileceği belirtilmiştir. Çalımamıza kıyasla; örneklem grubu ve uygulama şekli farklı olan bu çalışmada, gruplar üzerindeki etkiye bakıldığında benzer gelişimler kaydedildiği görülmüştür.

Scott, Loenneke, Slattery, & Dascombe, (2016) 46 erkek üniversite basketbolcularına, BFR (160-220 mmHg) ve BFR olmadan bir koşu bandı yürüyüş protokolü (4-6 km h-1 ve %5 eğimde 3 dakikalık 5 set, setler arası 60 saniye dinlenme) 2 hafta, haftada 6 gün, günde 2 antrenman şeklinde uygulanmıştır. BFR grubunda maksimum aerobik kapasite (%11,6), maksimal ventilasyon (%10,6) ve anaerobik kapasitede (%2,5) anlamlı iyileşmeler gözlenirken, kısıtlama olmayan grupta değişiklik gözlenmemiştir. BFR grubunda yürüme hızı antrenman dönemi boyunca artarken (6 km^{sa-1}'e kadar), BFR olmayan grupta değişmemiştir (4 km^{sa-1}). BFR ile düşük yoğunluklu kardiyovasküler egzersizin, antrenmanlı sporcularda aerobik ve anaerobik kapasitenin geliştirilmesinde katkı sağlayacağı söylenebilir. Bu çalışmada da çalışmamız sonuçlarında olduğu gibi anerobik kapasite gelişimine katkı sağlayacağı bildirilmiştir.

Doma, Leicht, Boullosa & Woods, (2020) 18 erkek sporcuyla yaptıkları çalışmada 3 hafta BFR (sistolik kan basıncının %130'una ayarlanmış oklüzyon) ile ve BFR olmaksızın lunge egzersizi (3 set 8 tekrar) sonucu, BFR ile yapılan sıçramalar, egzersiz sonrası 6-15 dakika içinde sıçrama yüksekliğini (~%4,5 ±%0,8), süresini (~%3,4 ±%0,3) ve gücü (~%4,1 ±%0,3) önemli ölçüde artırdığı (p< 0,05) ve kan akışı koşulları arasındaki etkinin orta büyüklükte olduğu (0,54-1,16), diğer grupta ise anlamlı farklılıklar görülmediği ve BFRnin gerilme-kısalma döngüsü mekaniklerini ve dikey sıçrama performansını geliştirme potansiyeli vurgulanmıştır. Yine kan akışı kısıtlama yöteminin etkili olduğu bir başka çalışmanın, çalışmamız sonuçlarıyla paralellik gösterdiği anlaşılmıştır.

Elgammal, Hassan, Eltanahi & Ibrahim, (2020) basketbolcularda tekrarlı sprint egzersizinin BFR ile uygulanmasının anaerobik, aerobik performans ve üst ekstremite kuvvetine etkisini araştırmıştır. 24 basketbolcu (BFR n=12, CON n=12) 4 hafta haftada 3 gün 8 maksimal sprint ve 3 setten oluşan basketbol sahasında 15*15m'lik mekik koşusu şeklinde uygulanmıştır. BFR uygulaması ise sporcular antrenmandan önce bacakların proksimal bölgesinde manşetleri takmaya alıştırılmak için dinlenme aşamasındaki kan basıncına göre 100-130mmHg dış basınç seçilmiştir. Antrenman başlangıcında manşetler 100mmHg basınçla uygulanmış ve 160 mmHg'ye ulaşıncaya kadar her antrenman seansında 10mmHg artırılmıştır. BFR grubunda üst ekstremite maksimum kuvvet ve anaerobik (mekik koşusu) değişkenlerde (ES=0.2-0.5) küçük bir artış göstermiştir. Alt ekstremite maksimum kuvvet ve aerobik kapasite (VO_{2max}) değişkenlerinde büyük bir artış göstermiştir. Buna karşılık, kontrol grubu sadece aerobik kapasitede (VO_{2max}) küçük bir artış bildirmiştir (ES=0,26), diğer değişkenlerde önemsiz etki büyüklüğü gözlenmiştir. Sonuç olarak basketbolcularda, üst ekstremite kuvveti ve anaerobik performansın kan akışı kısıtlamasından etkilenmezken, alt ekstremite kuvveti ve aerobik performansın (VO_{2max}) etkilendiği ifade edilmiştir. Çalışmamız sonuçları ile uyuşmadığı görülmüştür.

Lindsay vd. (2017) spor bilimleri fakültesi 18 öğrenci ile yaptıkları çalışmada, 9 iskemik önkoşullanma (IPC), 9 kontrol (plasebo) grubu oluşturarak, IPC grubuna her iki bacağa 220 mmHg, plasebo grubuna 20 mmHg basınçla 7 gün

boyunca Keirin bisiklet antrenmanı uygulayarak aerobik ve anaerobik performans verilerini incelemişlerdir. Keirin, katılımcıların ~30sn'lik anaerobik efordan oluşan son 2½ turda (625 m) sprint attığı 2000 m'lik tempolu bir velodrom bisiklet prosedürüdür. Çalışma sonucunda IPC grubunda aerobik uygunluk ölçümlerinde (VO_{2peak}: %12,8, maksimal aerobik güç: %18,5), anaerobik güç parametrelerinde zirve gücün %11 ($p<0,001$, $d=0,34$), ortalama gücün %4,3 ($p=0,02$, $d=0,16$) ve yorgunluk endeksinin %12,1 ($p=0,01$, $d=0,79$) artarken, plasebo grubunda değişiklik gözlenmemiştir. Kaydedilen gelişim çalışmamızla paraleldir.

Kraus vd. (2015) 43 genç katılımcı ile yapılan araştırmada uzaktan iskemik koşullanmayla (RIPC) üst ekstremiteye uygulanan tek taraflı ve iki taraflı oklüzyonun alt ekstremite anaerobik güce etkisi etkisini araştırılmıştır. 14 kişi (6 erkek, 8 kadın) tek taraflı oklüzyon grubu, 29 kişi (21 erkek, 8 kadın) iki taraflı oklüzyon grubu olarak belirlenmiştir. RIPC sonrası 4 kez Wingate anaerobik test sonuçları kaydedilmiştir. Her çalışmada, iki deneysel koşul içeren randomize, plasebo kontrollü, tek körlü, çapraz deneysel bir tasarım kullanılmıştır. 1. Çalışma için tek taraflı oklüzyon ve plasebo grubunda (10mmHg); zirve güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksi her Wingate testinde, iki koşu arasında benzer görülmüştür. İki taraflı oklüzyon denemesinde, dördüncü Wingate testinde, RIPC koşulunda, zirve güç plasebo grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek görülmüştür. Ayrıca, plasebo grubu ile karşılaştırıldığında, ortalama güç birinci ve dördüncü Wingate testleri sırasında, RIPC koşulunda daha yüksek tespit edilmiştir. Sonuç olarak çift taraflı uygulanan uzaktan iskemik ön koşullandırma, bir dizi Wingate anaerobik testinde alt ekstremite güç çıkışını artırmıştır. Bununla birlikte, tek taraflı RIPC'nin performans değişkenlerinin hiçbiri üzerinde etkisi olmamıştır. Bu da anaerobik performansı geliştirmek için gereken hedef doku miktarı için bir eşik olabileceği ifade edilmiştir. Çalışmamız sonuçalrı ile pararlel gelişim yakalanmıştır.

Patterson, Bezodis, Glaister, & Pattison, (2015) iskemik önkoşullanmanın (IPC) tekrarlı sprint bisiklet performansına etkisini inceledikleri araştırmaya aktif 14 erkek katılmıştır. Tek kör çapraz çalışmada IPC (220mmHg) ve plasebo (20mmHg), 17 tekrarlı 6sn'lik sprint ve her sprint arası 30sn pasif dinlenme şeklinde uygulanmıştır. IPC, plaseboya kıyasla ilk üç sprint için zirve güçte sırasıyla %2,4±2,2, 2,6±2,7 ve 3,7±2,4'lük önemli bir artışa neden olurken, diğer sprintler için farklılık gözlenmemiştir. Benzer şekilde ortalama güç çıkışı için ilk üç sprintte sırasıyla 2,8 ± 2,5, 2,6 ± 2,5 ve 3,4 ± 2,1 plaseboya göre farklılık görülmüştür. Yorgunluk indeksi, kan laktatı, elektromiyografi (EMG) medyan frekansı, oksijen alımı veya algılanan efor derecesi için denemeler arasında önemli bir fark görülmemiştir. Sonuç olarak IPC, tekrarlanan sprint bisiklet egzersizinin, erken aşamalarında pik ve ortalama güç çıkışını iyileştirdiği için sprint performansına katkı sağlayabileceği öngörülmüştür. Yöntem, örneklem grubu ve çalışma sonuçları bakımından çalışmamız ile benzerlik göstermiştir.

Wortman, Brown, Savage-Elliott, Finley & Mulcahey, (2021) sistematik derleme sonucunda oklüzyon uygulamalarının sporcuların antrenmanlarının bir parçası olduğu, ergojenik destek olarak kullanılabileceği, kas gücü ve boyutunda olumlu değişikler, performans göstergelerinden olan sprint hızı, çeviklik, dikey sıçrama ve anaerobik güç gibi parametrelerde gelişmeler sağladığını ifade etmiştir. Centner, Wiegel, Gollhofer & König, (2019) yaptıkları derleme ve meta analiz sonucunda, oklüzyon uygulamalarının sadece genç ya da sporcularda değil, sedanter veya yaşlı bireylerde de geleneksel bir direnç antrenmanı programı ile karşılaştırıldığında benzer antrenman adaptasyonları sergilediğini tespit etmiştir. Çalışmamızda ise sedanter koşullardaki (rekreasyonel olarak aktif olan) katılımcılara uygulanan, anaerobik güç antrenmanı ve iskemik ön koşullandırma sonuçları, buradaki çalışma sonucunu ve sonuç yorumunu destekler nitelikte olmuştur.

Çalışma sonuçlarında, ön test sonuçlarına göre incelenen tüm parametrelerde (AP (W/kg hariç) gruplar arası farkın anlamlı olduğu tespit edildi ($P<0.05$). Bu anlamlı farklılık, gruplardaki dağılımın homojen olmadığını gösterdi. Yani, randomize seçilmesine ragmen, başlangıç verilerine göre; Kontrol>WAnT>WAnT+IPC şeklinde bir görüntü belirlendi. Homojen olması, grupların eşit koşullarda başlamasına, herhangi bir avantaj ya da dezavantaj ile başlanmamasına ve çalışma sonuçlarının etkilenmemesine neden olurdu. Fakat bu durum, son test sonuçları incelenerek, oluşan matematiksel farklar ile kıyaslandı ve kontrol altına alındı. Son test sonuçlarına göre, gruplar arası anlamlı bir fark olmadığı (tüm parametrelerde) tespit edildi ($P>0.05$). Gruplar arası ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasında; PP(W), PP(W/kg), AP(W), MP(W), PD(W) parametrelerinde gruplar arası farkın anlamlı olduğu ($P<0.05$) belirlendi. PP(W), PP(W/kg), AP(W), AP(W/kg), PD(W), PD(W/kg) parametrelerinde zaman içinde ön test ve son test arasında anlamlı bir fark oluştuğu tespit edildi ($P<0.05$). Yine, PP(W), PP(W/kg), PD(W), PD(W/kg) parametrelerinde zaman içindeki değişimin gruplara göre anlamlı bir farklılık oluşturduğu tespit edildi ($P<0.05$).

Ön test ve son test ortalamalarına göre grupların kendi içindeki matematiksel ilerlemesi/gelişimi şu şekilde derlenmiştir;
WAnT+IPC grubu: PP=+305, AP=+121, MP=+32, PD=+273
WAnT grubu: PP=+132, AP=+30, MP=-69, PD=+201
Kontrol grubu: PP=+28, AP=+9, MP=+8, PD=+20

Ön test sonuçlarına göre anaerobik güç parametreleri ortalaması olarak dezavantajlı başlayan WAnT+IPC grubu, ön test ve son test sonuçlarındaki matematiksel farklara göre en iyi ilerlemeyi kaydetmiştir. Fakat bu ilerlemenin tüm gruplarda yaşandığı görülmüştür. Bu durum, belirgin ilerleme yaşanan WAnT+IPC grubunda; iskemik ön koşullandırma ile anaerobik güç antrenmanının kombinasyonundan oldukça yüksek verim elde edildiğini, nispeten ilerleme olan WAnT grubunda; yapılan antrenman ile testin uyumlu olması ve yine antrenmandan doğrudan elde edilen verim olduğu, son olarak çok düşük de olsa artış sergileyen kontrol grubundaki ilerlemenin; rekreayonel olarak aktif olmanın verdiği bir hareketlilik olarak düşünülmüştür. Sonuç olarak, iskemik ön koşullandırma ile birlikte yapılan wingate anaerobik güç antrenmanının, tek başına uygulanan anaerobik güç antrenmanından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu durum hem ön test-son test arasındaki matematiksel farklardan hem de zaman içinde oluşan gelişimin takip edildiği istatistiksel sonuçlardan (tablo 4) anlaşılmıştır. Özellikle WAnT+IPC grubunda kaydedilen bu gelişim, antrenman ve test sırasında artan metabolitlere karşı kan göllenmesindeki pozitif etki ve yine zaman-uygulama etkisi ile sağlanan artan glikojen içeriği olarak düşünülebilir.

İyi antrenmanlı ya da düzenli egzersiz geçmişine sahip olan örneklem gruplarına bu tür kombinasyonun yapılması halinde, verim elde edilebileceği fakat bu verimin sedanter gruplardaki ilerleme kadar net görülmeyeceği düşünülmektedir. Literatürdeki sonuçların olgunlaşması ve desteklenmesi açısından; örneklem sayısının daha çok olduğu, farklı yaş gruplarının ele alındığı, farklı branşların incelendiği çalışmalar yapılabilir.

***Etik Metni**: Bu makalede araştırma sürecinde, dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazara aittir. E-88012460-050.01.04-244667 sayı ve 02.03.2023 tarihli Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık ve Spor Bilimler Araştırmaları Etik Kurul onayı alınmıştır.*

***Çıkar Çatışması:** Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.*

***Yazar Katkı Oranı**: Bu çalışmada bütün yazarların katkı oranları eşittir.*

Kaynaklar

Akgül, M. Ş., Gürses, V. V., Karabıyık, H., Koz, M. (2016). İki haftalık yüksek şiddetli interval antrenmanın kadınların aerobik göstergeleri üzerine etkisi. International Journal of Science Culture and Sport, 4(1), 298-5

Akgül, Ş.A., Koz, M., Gürses, V.V., Kürkçü, R. (2017). Yüksek Şiddetli İnterval Antrenman. Spormetre, 15(2), 39-6

Amani-Shalamzari, S., Sarikhani, A., Paton, C., Rajabi, H., Bayati, M., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2020). Occlusion training during specific futsal training improves aspects of physiological and physical performance. Journal of Sports Science & Medicine, 19(2), 374. PMID: 32390731; PMCID: PMC7196744.

Bagheri, R., Rashidlamir, A., & Attarzadeh Hosseini, S. R. (2018). Effect of resistance training with blood flow restriction on follistatin to myostatin ratio, body composition and anaerobic power of trained-volleyball players. Medical Laboratory Journal, 12(6), 28-33

Bailey, T. G., Jones, H., Gregson, W., Atkinson, G., Cable, N. T., & Thijssen, D. H. (2012). Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. Medicine & Science in Sports & Exercise, 44(11), 2084-2089. Doı: 10.1249/MSS.0b013e318262cb17

Barbosa, T. C., Machado, A. C., Braz, I. D., Fernandes, I. A., Vianna, L. C., Nobrega, A. C. L., & Silva, B. M. (2015). Remote ischemic preconditioning delays fatigue development during handgrip exercise. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 25(3), 356-364. https://doi.org/10.1111/sms.12229

Beaven, C. M., Cook, C. J., Kilduff, L., Drawer, S., & Gill, N. (2012). Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 37(6), 1132-1139. https://doi.org/10.1139/h2012-101

Billaut, F., Bourgeois, H., & Paradis-Deschênes, P. (2022). High-intensity ınterval training combined with blood-flow restriction predominantly alters anaerobic capacity in endurance-trained athletes. The FASEB Journal, 36(S1). https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R2732

Caru, M., Levesque, A., Lalonde, F., & Curnier, D. (2019). An overview of ischemic preconditioning in exercise performance: A systematic review. Journal of sport and health science, 8(4), 355-369. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.01.008

Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D. (2019). Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 49, 95-108. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1

Clevidence, M. W., Mowery, R. E., & Kushnick, M. R. (2012). The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. European Journal of Applied Physiology, 112, 3649-3654. https://doi.org/10.1007/s00421-012-2345-5

De Groot, P. C., Thijssen, D. H., Sanchez, M., Ellenkamp, R., & Hopman, M. T. (2010). Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. European journal of applied physiology, 108, 141-146. https://doi.org/10.1007/s00421-009-1195-2

Doma, K., Leicht, A. S., Boullosa, D., & Woods, C. T. (2020). Lunge exercises with blood-flow restriction induces post-activation potentiation and improves vertical jump performance. European Journal of Applied Physiology, 120, 687-695. https://doi.org/10.1007/s00421-020-04308-6

Elgammal, M., Hassan, I., Eltanahi, N., & Ibrahim, H. (2020). The effects of repeated sprint training with blood flow restriction on strength, anaerobic and aerobic performance in basketball. Journal of Human Movement and Sports Sciences, 8(6), 462-468. DOI: 10.13189/saj.2020.080619

Gibson, N., Mahony, B., Tracey, C., Fawkner, S., & Murray, A. (2015). Effect of ischemic preconditioning on repeated sprint ability in team sport athletes. Journal of sports sciences, 33(11), 1182-1188. https://doi.org/10.1080/02640414.2014.988741

Keskin, K., & Pancar, S. (2023). İskelet kası hipertorfisinde ileri seviye natrenman teknikleri. (Ed:Pancar., Z.) Spor ve egzersiz metabolizmasına güncel bakış içinde. 93-108. Efe Akademi Yayınları. İstanbul.

Ilbeigi, S., Yousefi, M., & Ghasemi, F. (2021). Effect of one session of high ıntensity ınterval exercise with and without blood flow restriction on electrical selected muscles activity of brachial in active female. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation, 9(4), 7-15. Doi: 10.22038/JPSR.2021.41578.1985

Kraus, A., Pasha, E., Machin, D. R., Alkatan, M., Kloner, R. A., & Tanaka, H. (2015). Bilateral Upper Limb Remote Ischemic Preconditioning Improves Peak Anaerobic Power. The Open Sports Medicine Journal, 9, 1-6. doi: 10.2174/1874387001509010001

Kreagar Razeke, M., Iri, A.R., & Amani, A.R. (2020). Effect of five weeks of plyometric training in lower limb with and without blood flow restriction on anaerobic power, muscle strength, agility, speed, limb circumference, body composition in young male volleyball players. International Conference of Sports Science- AESA, (3), 20. https://doi.org/10.30472/AESA-CONF.VI3 Retrieved from https://journal.aesasport.com/index.php/AESA-Conf/article/view/158

Lindsay, A., Petersen, C., Blackwell, G., Ferguson, H., Parker, G., Steyn, N., & Gieseg, S. P. (2017). The effect of 1 week of repeated ischaemic leg preconditioning on simulated Keirin cycling performance: a randomised trial. BMJ Open Sport & Exercise Medicine, 3(1), e000229. doi:10.1136/bmjsem-2017-000229

Murry, C. E., Jennings, R. B., & Reimer, K. A. (1986). Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. Circulation, 74(5), 1124-1136. https://doi.org/10.1161/01.CIR.74.5.1124

Özkan, A., Köklü, Y., & Ersöz, G. (2010). Wingate anaerobik güç testi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 7(1), 207–224.

Paixao, R. C., da Mota, G. R., & Marocolo, M. (2014). Acute effect of ischemic preconditioning is detrimental to anaerobic performance in cyclists. International journal of sports medicine, 35(11), 912-915. Doı:10.1055/s-0034-1372628

Park, S., Kim, J. K., Choi, H. M., Kim, H. G., Beekley, M. D., & Nho, H. (2010). Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. Eur J Appl Physiol., 109(4): 591–600. pmid:20544348

Patterson, S. D., Bezodis, N. E., Glaister, M., & Pattison, J. R. (2015). The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. Medicine & Science in Sports & Exercise, 47(8), 1652-1658. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000576

Rajabi, H., Motamedi, P., & Zabihi, D. (2020). The effect of twelve session of high intensity cycle training with blood flow restriction on aerobic and anaerobic performance of active men. Research in Sport Medicine and Technology, 18(19), 11-21. Doi 10.29252/jsmt.18.19.11

Rider, B. C., Ditzenberger, G. L., Cox, B. A., & Montoye, A. H. (2022). The use of limb blood flow occlusion for rehabilitation and performance. ACSM's Health & Fitness Journal, 26(4), 28-32.

Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. Journal of Science And Medicine in Sport, 19(5), 360-367.

Sun D, Yang T. (2023). Semi-squat exercises with varying levels of arterial occlusion pressure during blood flow restriction training ınduce a post-activation performance enhancement and ımprove vertical height jump in female football players. J Sports Sci Med. 22(2), 212-225. doi: 10.52082/jssm.2023.212. PMID: 37293415; PMCID: PMC10244989.

Tetik Dündar, S., Akcan, İ. O, & Ağgön, E. (2023). Investigation of some physicalparameters and aerobic–anaerobicpower outcomes in mountain skiers.Research in Sport Education and Sciences, 25(1), 1-6.

Thompson, K. M., Whinton, A. K., Ferth, S., Spriet, L. L., & Burr, J. F. (2018). Ischemic Pre-Conditioning Does Not Influence Maximal Sprint Acceleration. International Journal of Sports Physiology and Performance.13(8), 986-990. https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0540

Törpel, A., Brennicke, M., Kuck, M., Behrendt, T., & Schega, L. (2018). Effect of blood flow restriction training in combination with a high-intensity interval training on physical performance. Int J Sport Exerc Med, 10, 2469-5718. doi: 10.23937/2469-5718/1510111

Vopat, B. G., Vopat, L. M., Bechtold, M. M., & Hodge, K. A. (2020). Blood flow restriction therapy: where we are and where we are going. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 28(12), 493-500. Doı:10.5435/JAAOS-D-19-00347

Wortman, R. J., Brown, S. M., Savage-Elliott, I., Finley, Z. J., & Mulcahey, M. K. (2021). Blood flow restriction training for athletes: A systematic review. The American Journal of Sports Medicine, 49(7), 1938-1944. https://doi.org/10.1177/0363546520964454

EXTENDED ABSTRACT

Research Problem: This research was carried out to examine the effect of 8-week anaerobic strength training and ischemic preconditioning on anaerobic power outputs.

Does ischemic preconditioning before exercise increase performance?
Are anaerobic strength training and ischemic preconditioning more effective than anaerobic strength training alone?

Literature Review: Although the method of ischemic preconditioning and blood flow restriction may seem similar, they have differences. Ischemic preconditioning is applied before exercise, while blood flow restriction is applied during exercise. Considering the pressure applied to the vasculature, there is a difference in the degree of occlusion as both arterial and venous blood flow is restricted in ischemic preconditioning (Rider, Ditzenberger, Cox & Montoye, 2022).

There are researches that the inclusion of these methods related to the circulatory system, which is directly related to the transport of nutrients and oxygen in the organism, contributes positively to aerobic and anaerobic performance and supports the development of muscle strength in athletes. For this reason, it is preferred by athletes and coaches (Paixao, Mota & Marocolo, 2014). Ischemic preconditioning and blood flow restriction methods can be called occlusion exercise in general. When studies using the occlusion exercise method are examined, although positive effects on performance are generally expressed, negative effects or ineffectiveness are also mentioned (Caru, Levesque, Lalonde & Curnier, 2019).

The occlusion exercise method reduces blood lactate accumulation in healthy men in the submaximal incremental running test and positively affects performance (Bailey et al., 2012), it delays fatigue and positively affects performance in healthy men who have hand grip exercise (Barbosa et al., 2015), squat jump and sprint exercise muscle function was recovered more quickly after maximal exercise and had a positive effect on concentric-eccentric strength (Beaven, Cook, Kilduff, Drawer & Gill, 2012), increased power output and maximal oxygen consumption during cycling exercise (de Groot, Thijssen, Sanchez, Ellenkamp, & Hopman, 2010), in the sprint exercise group, muscle endurance improved but running performance did not change (Thompson, Whinton, Ferth, Spriet & Burr, 2018), short maximal effort in another sprint exercise had no effect on absolute, relative and total power (Gibson, Mahony, Tracey, Fawkner & Murray, 2015), after submaximal cycling exercise. It has been stated that it has no effect on aerobic or anaerobic capacity (Clevidence, Mowery & Kushnick, 2012), while it improves aerobic and anaerobic performance (Lindsay et al., 2017).

Methods: Thirty men voluntarily participated in the study, who were studying at the faculty of sports sciences, engaged

in sports for recreational purposes, did not train regularly in 3 years and were not involved in a specific exercise program. The mean age of the participants was 19.57±1.56, the mean height was 175.77±6.12, and the mean body mass was 67.41±8.45. Participants were randomly divided into groups of 10. Group 1 (n=10): WAnT (wingate anaerobic strength training + IPC (ischemic preconditioning), Group 2 (n=10)): WAnT, Group 3 (n=10): Control.

IPC: Just before the WanT application, with the help of the pneumatic cuff (Flowtron dvt pneumatic compression system), 220mmHg pressure was applied bilaterally from the femoral artery (from the part close to the leg-hip joint), 5 min ischemia, 5 min reperfusion, 3 repetitions. While the participants were in the supine position, both legs were treated (without simultaneous use). The ischemia period was initiated with no pulse in the leg (de Groot, Thijssen, Sanchez, Ellenkamp & Hopman, 2010).

WAnT: It was applied in a bicycle ergometer (Monark 894E), 5 minutes warm-up, 3x30 seconds maximum cycling, 4 minutes rest between repetitions. Participants, to reach the highest power in 30 seconds; he pedaled maximally against a constant load of 75g/kg (Akgül, Gürses, Karabıyık & Koz, 2016; Akgül, Koz, Gürses & Kürkçü, 2017). Wingate anaerobic strength test: It was applied in pretest and posttest. To reach the highest power in 30 seconds; It was performed as 1x30 seconds maximal pedaling against a constant load of 75g/kg (Özkan, Köklü & Ersöz, 2010; Tetik Dündar, Akcan & Ağgön, 2023).

Result and Conclusions: In the results of the study, it was determined that there was a significant difference between the groups in all parameters (except AP (W/kg)) according to the pre-test results ($P<0.05$). This significant difference showed that the distribution in the groups was not homogeneous. That is, although it was chosen randomly, according to the initial data; An image of Control>WAnT>WAnT+IPC was determined. Being homogeneous would cause the groups to start on equal terms, not start with any advantage or disadvantage, and the study results would not be affected. However, this situation was compared with the mathematical differences that occurred by examining the post-test results and was taken under control. According to the post-test results, there was no significant difference between the groups (in all parameters) ($P>0.05$). In the comparison of the pre-test-post-test results between the groups; It was determined that there was a significant difference ($P<0.05$) between the groups in PP(W), PP(W/kg), AP(W), MP(W), PD(W) parameters. It was determined that there was a significant difference between pretest and posttest over time in PP(W), PP(W/kg), AP(W), AP(W/kg), PD(W), PD(W/kg) parameters. ($P<0.05$). Again, it was determined that the change in PP(W), PP(W/kg), PD(W), PD(W/kg) parameters over time created a significant difference according to the groups ($P<0.05$).

According to the pre-test and post-test averages, the mathematical progress/development of the groups was compiled as follows; WAnT+IPC group: PP=+305, AP=+121, MP=+32, PD=+273, WAnT group: PP=+132, AP=+30, MP=-69, PD=+201, Control group: PP=+28, AP=+9, MP=+8, PD=+20.

According to the pre-test results, the WAnT+IPC group, which started with a disadvantage in terms of the average of anaerobic power parameters, made the best progress according to the mathematical differences in the pre-test and post-test results. However, this improvement was observed in all groups. This was in the WAnT+IPC group, which experienced significant progress; The combination of ischemic preconditioning and anaerobic strength training showed very high efficiency in the relatively progressive WAnT group; The fact that the test was compatible with the training and the efficiency obtained directly from the training, and finally, the progress in the control group, which showed an increase, albeit very low; It was considered as a mobility that comes from being recreationally active. As a result, it was determined that wingate anaerobic strength training combined with ischemic preconditioning was more effective than anaerobic strength training applied alone. This was understood from both the mathematical differences between the pretest and the posttest, and from the statistical results (table 4), in which the development over time was followed.

It is thought that if such a combination is applied to the sample groups that are well trained or have a regular exercise history, efficiency can be achieved, but this efficiency will not be seen as clearly as the progress in the sedentary groups. In terms of maturing and supporting the results in the literature; Studies can be conducted in which the number of samples is larger, different age groups are discussed, and different branches are examined.