

Hipertansiyon Tedavisinde Egzersizin Rolü: Geleneksel Derleme

The Role of Exercise in the Treatment of Hypertension: Traditional Review

Aslı Nur BAHAR^a

^aMarmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji ABD, İstanbul, Türkiye

ÖZET Hipertansiyon, dünya çapında kardiyovasküler hastalıkların ve erken ölümlerin önde gelen önemli bir risk faktörüdür. Dünya nüfusunun bir milyardan fazlasının hipertansiyonu olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizde ise erişkin nüfusun %31,2'sinde hipertansiyon görülmektedir. Hipertansiyon tedavisindeki amaç, ilişkili morbiditelerin ve mortalitenin azaltılması ve engellenmesidir. Hipertansiyon tedavisinde kullanılabilecek birçok ilaç bulunmasına rağmen hastaların büyük çoğunluğunda önerilen kan basıncı hedeflerine ulaşamadığı önemli bir gerçektir. Hipertansiyon tedavisinde tek başına veya ilaç tedavisi ile kombine edilen düzenli egzersizin önemli bir yeri vardır. Bu derlemenin amacı; hipertansiyon tedavisinde farklı egzersiz modellerinin kan basıncına etkisi, potansiyel fizyolojik mekanizmalarının açıklanması ve hipertansiyonlu bireyler için egzersiz reçetesi önerilerinin sunulmasıdır. Sonuç olarak; hipertansiyonu olan bireylerde aerobik egzersiz genel sağlığı iyileştirir, kan basıncını düşürür ve olası kardiyovasküler olayları ve mortaliteyi azaltır. Egzersize başlamak isteyen hipertansif kişilerde kardiyovasküler riski azaltmak için tarama önerileri, egzersiz reçeteleri ve özel hususlar bir kılavuz olarak sunulmaktadır. Hipertansiyon tedavisi için aerobik egzersiz; haftada 3-5 gün, 20-60 dk, %40-70 VO₂ yoğunluğunda önerilmektedir. Kas dayanıklılığını artıran direnç egzersizleri güvenli sınırlar içinde kaldığı sürece hipertansif hastalarda haftada 2-3 gün egzersiz rejimine entegre edilebilir. Yüksek yoğunlukta aralıklı antrenman ve izometrik direnç egzersizleri kan basıncını düşürmedeki görünür faydalarına rağmen, antihipertansif tedavide yeterince kullanılmamaktadır. Bu egzersizlerinde hipertansif bireylerin egzersiz reçetesine dâhil edilmesi etkili tedavi için önerilmektedir.

ABSTRACT Hypertension is a leading major risk factor for cardiovascular disease and early death worldwide. It is estimated that more than one billion of the world population is hypertensive. In our country, hypertension is observed in 31.2% of the adult population. The aim of hypertension treatment is to reduce and prevent associated morbidities and mortality. Although there are many drugs that can be used in the treatment of hypertension, it is an important fact that the recommended blood pressure targets are not achieved in the majority of patients. Regular exercise alone or in combination with medication has an important role in the treatment of hypertension. The aim of this review is to describe the effects of different exercise models on blood pressure in the treatment of hypertension, to explain their potential physiologic mechanisms, and to provide exercise prescription recommendations for individuals with hypertension. In conclusion, aerobic exercise in individuals with hypertension improves general health, lowers blood pressure and reduces potential cardiovascular events and mortality. Screening recommendations, exercise prescriptions and special considerations to reduce cardiovascular risk in people with hypertension who want to start exercising are presented as a guide. Aerobic exercise for the treatment of hypertension is recommended 3-5 days a week for 20-60 minutes at a maximum VO₂ intensity of 40-70%. Resistance exercises that increase muscular endurance can be integrated into the exercise regimen 2-3 days a week in hypertensive patients as long as they remain within safe limits. Despite the apparent benefits of high-intensity interval training and isometric resistance exercises in lowering blood pressure, they are underutilized in anti-hypertensive therapy. Inclusion of these exercises in the exercise prescription of hypertensive individuals is recommended for effective treatment.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz; egzersiz testi; hipertansiyon; egzersiz sonrası hipotansiyon

Keywords: Exercise; exercise test; hypertension; post-exercise hypotension

HİPERTANSİYON

Hipertansiyon (HT), kardiyovasküler olay sıklığını artıran ve dünya çapında büyüyen bir halk sağlığı so-

runudur. İleri yaş HT için önemli bir risk faktörüdür. Kan basıncı (KB) yaşla birlikte artmaktadır. Sistolik KB (SKB) ilerleyici arter sertleşmesine bağlı olarak erişkin yaşamı boyunca artmaya devam ederken, di-

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Bahar AN. Hipertansiyon tedavisinde egzersizin rolü: Geleneksel derleme. Türkiye Klinikleri J Sports Sci. 2024;16(1):129-38.

Correspondence: Aslı Nur BAHAR

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji ABD, İstanbul, Türkiye

E-mail: asli.bahar@marmara.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 04 Jul 2023

Received in revised form: 10 Oct 2023

Accepted: 16 Oct 2023

Available online: 03 Jan 2024

2146-8885 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

yastolik KB (DKB) altıncı dekatta plato yapar ve daha sonra azalır. Sonuç olarak; nabız basıncı ilerleyen yaşla birlikte giderek artar. Tedavi edilmeyen HT; kardiyovasküler hastalıklara (KVH) bağlı mortalite, inme, koroner kalp hastalığı, kalp yetersizliği, periferik arter hastalığı ve böbrek yetersizliği insidansında artış ile ilişkilendirilmiştir.¹ Framingham Kalp Çalışması araştırmacıları yüksek KB'ye (SKB 130-139 veya DKB 85-89 mmHg) sahip bireylerin, optimal seviyelerde (SKB<120 ve DKB<80 mmHg) KB'ye sahip olanlarla karşılaştırıldığında, daha yüksek kardiyovasküler risk taşıdığını bildirmiştir. KB ile KVH riski arasındaki pozitif ilişki, 115/75 mmHg seviyesinde başlar ve her 20/10 mmHg artışla risk ikiye katlanır. 55 yaşında normal KB'ye sahip bir kişinin yaşam boyu HT geliştirme riski %90'dır.² Hipertansif hastalarda kardiyovasküler olaylardan korunmak için hedef KB değerlerine ulaşmada takip çok önemlidir. KB takibinde; 24 saatlik ambulatuvar KB (AKB) monitörizasyonu, ofis ölçümü ve evde KB takibi gibi çeşitli yöntemler mevcuttur. Ofis ölçümü tipik olarak oturma ve dinlenme pozisyonunda oskültasyon manşeti kullanılarak bir veya iki kez ölçülürken, AKB ölçümü saatler boyunca sürekli değerlendirmeyi içerir. HT tanısı koymak için bir hasta değerlendirilirken hem ofis içinde hem ofis dışında uygun teknik kullanılarak tekrarlanan KB ölçümlerinin entegrasyonu gerekir. Beyaz önlük ve maskeli HT'nin etkilerinden dolayı, AKB ölçümü ofis bazlı ölçümlerden daha doğru olabilir. AKB ölçümü, bazı ülkelerde altın standart KB ölçüm tekniği olarak kabul edilmektedir.³

Tekrarlanan ofis ölçümlerinde arteriyel KB'nin 140/90 mmHg'den daha yüksek olması 2003 yılında yayınlanan Ortak Ulusal Yüksek Kan Basıncı Saptama, Değerlendirme ve Tedavi Komitesi [Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC VII)] raporuna göre HT olarak tanımlanırken, 2017'de Amerikan Kardiyoloji Koleji/Amerikan Kalp Derneği [American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA)] HT tanımı için eşiği düşürmüştür.^{4,6} Uygun şekilde ölçülen KB'ye dayanan aşağıdaki evreleme sistemi 2017'de ACC/AHA tarafından belirlenmiştir (Tablo 1).

İzole sistolik HT; SKB≥130 mmHg ve DKB<80 mmHg olarak tanımlanır. İzole diyastolik HT;

TABLO 1: JNC VII ve ACC/AHA'ya göre kan basıncının sınıflandırılma ve tanımlama kriterleri.

	ACC/AHA	JNC IV
Normal kan basıncı	Sistolik/Diyastolik <120 mmHg/<80 mmHg	Sistolik/Diyastolik <120 mmHg/<80 mmHg
Yüksek kan basıncı	120-129 mmHg/<80 mmHg	120-139 mmHg/80-89 mmHg
Hipertansiyon		
Evre 1	130-139 mmHg/80-89 mmHg	140-159 mmHg/90-99 mmHg
Evre 2	≥140 mmHg/≥90 mmHg	160≥mmHg/100≥ mmHg

JNC VII: Ortak Ulusal Yüksek Kan Basıncı Saptama, Değerlendirme ve Tedavi Komitesi; ACC/AHA: Amerikan Kardiyoloji Koleji/Amerikan Kalp Derneği.

SKB<130 mmHg ve DKB≥80 mmHg olarak tanımlanır. Avrupa Kardiyoloji Derneği [European Society of Cardiology (ESC)] ve Avrupa Hipertansiyon Derneği, Uluslararası Hipertansiyon Derneği kılavuzları, ofis bazlı KB ölçümlerini kullanarak HT'yi tanımlar. HT'nin tanımı, Avrupa kılavuzu (sistolik basınç ≥140 mmHg veya diyastolik basınç ≥90 mmHg) ve ACC/AHA kılavuzunda (sistolik basınç ≥130 mmHg veya diyastolik basınç ≥80 mmHg) farklılık göstermektedir.⁶

HT PREVALANSI

HT, dünya çapında KVH'lerin ve erken ölümlerin önde gelen önemli bir risk faktörüdür. 90 ülkede gerçekleştirilen yakın tarihli bir çalışmada erişkinlerin %31,1'inin (1,39 milyar) HT'ye sahip olduğu belirtilmiştir.⁷ Son 20 yıla bakıldığında yüksek gelirli ülkelerde HT prevalansında bir düşüş yaşanırken, düşük ve orta gelirli ülkelerde önemli artışlar yaşanmıştır. Erişkinler arasında HT prevalansı; düşük gelirli ülkelerde (%31,5, 1,04 milyar kişi) yüksek gelirli ülkelere (%28,5, 349 milyon kişi) daha yüksektir.^{7,8} Nüfusun yaşlanması, sağlıksız beslenme (yüksek sodyum ve düşük potasyum alımı) ve fiziksel aktivite eksikliği nedeniyle HT prevalansı küresel olarak artmaya devam etmektedir.⁸

HT prevalansı, HT'nin tanımına bağlıdır. Amerika Birleşik Devletleri'nde HT prevalansının (sistolik basıncı ≥140 mmHg ve diyastolik basıncı ≥90 mmHg olması) yaklaşık %30 olduğu belirtilmiştir. 2017'de ACC/AHA kılavuzunda HT tanımının değişmesi (sistolik basıncın ≥130 mmHg ve/veya diyastolik basıncın ≥80 mmHg olması) prevalansı

önemli ölçüde artırmıştır. Bu tanım kapsamında erişkinlerde HT prevalansının yaklaşık %45 olduğu rapor edilmiştir.⁶ Türkiye’de ise; HT için eşik değer 140/90 mmHg olarak alındığında, erişkin nüfusun %31,2’sinde HT görüldüğü ve 13 milyondan fazla hipertansif birey olduğu bildirilmiştir.⁹⁻¹¹

HT VE FARMAKOLOJİK OLMAYAN TEDAVİLER

HT’si olan bireylerde KB’yi düşürmek için tek başına veya ilaç tedavisine ek olarak farmakolojik olmayan müdahaleler önerilir. HT’nin önlenmesi ve tedavisi için kanıtlanmış farmakolojik olmayan müdahaleler **Tablo 2**’de özetlenmiştir.^{12,13}

Yüksek KB’yi yönetmek için sürdürülebilir stratejiler önemlidir ve alışılmış fiziksel aktiviteden ziyade yapılandırılmış egzersiz programları, HT’nin önlenmesi ve tedavi stratejilerinin önemli bir parçasıdır.¹⁹

EGZERSİZİN SINIFLANDIRILMASI VE EGZERSİZ REÇETESİ

İskelet kaslarının dinlenme seviyelerinin üzerinde bir enerji harcamasıyla sonuçlanan ve iskelet kasının kasılmasına neden olan vücut hareketleri, fiziksel aktivite olarak tanımlanır. Rutin günlük ev işleri, bahçe işleri, alışveriş veya profesyonel faaliyetler gibi aktiviteler fiziksel faaliyetlere örnektir. Sağlığı geliştirmek ve sürdürmek için yapılan planlı, yapılandırılmış ve tekrarlayıcı vücut hareketlerine egzersiz denir. Egzersiz dinamik aerobik, dinamik direnç ve izometrik direnç olarak sınıflandırılır. Faaliyetler tipik olarak dinamik aerobik, dinamik direnç ve izometrik direnç egzersizlerinin bir kombinasyonunu içerir; bu bağlamda sınıflandırma genellikle egzersizin baskın özelliklerine göre yapılır.²⁴ Aerobik ve anaerobik egzersiz sınıflandırması, kasılma sırasında enerji üretimi için oksijenin varlığını tanımlar.^{25,26} Aerobik

TABLO 2: Hipertansif ve normotansif olan kişilerde nonfarmakolojik yaklaşımlar ve bunların SKB üzerindeki etkisi.

	Farmakolojik olmayan müdahale	Doz	SKB üzerindeki yaklaşık etki	Referanslar
Kilo kaybı	Ağırlık/vücut yağı	En iyi hedef ideal vücut ağırlığıdır, ancak aşırı kilolu çoğu erişkin için vücut ağırlığında en az 1 kg azalmayı hedefleyin. Vücut ağırlığındaki her 1 kg azalma için yaklaşık 1 mmHg azalma beklenir.	Hipertansiyon/Normotansiyon -5 mmHg/-3 mmHg	14
Sağlıklı diyet	DASH diyet modeli	Doymuş ve toplam yağ içeriği azaltılmış, meyveler, sebzeler, kepekli tahıllar ve az yağlı süt ürünleri açısından zengin bir diyet tüketin.	Hipertansiyon/Normotansiyon -11 mmHg/-3 mmHg	15
Azaltılmış diyet sodyum alımı	Diyet sodyum	Optimal hedef <1,5 g/gündür, ancak çoğu erişkinde en az 1 g/gün azaltmayı hedefleyin.	Hipertansiyon/Normotansiyon -5 ile -6 mmHg/-2 ile -3 mmHg	16
Diyetle artan potasyum alımı	Diyet potasyum	Tercihen potasyum açısından zengin bir diyet tüketerek günde 3,5 g ile 5 g hedefleyin.	Hipertansiyon/Normotansiyon -4 mmHg/-2 mmHg	17
Fiziksel aktivite	Aerobik	Haftada 90 ile 150 dk. %65 ila %75 kalp atış hızı rezervi.	Hipertansiyon/Normotansiyon -5 ile -8 mmHg/-2 ile -4 mmHg	18,19
	Dinamik direnç	Haftada 90 ile 150 dk. Maksimum 1 tekrar ağırlığının %50-80’i. 6 egzersiz, 3 set/egzersiz, 10 tekrar/set.	Hipertansiyon/Normotansiyon -4 mmHg /-2 mmHg	19
	İzometrik direnç	4×2 dk (el kavrama), egzersizler arasında 1 dk dinlenme, %30-40 maksimum istemli kasılma, haftada 3 seans. 8 ila 10 hafta.	Hipertansiyon/Normotansiyon -5 mmHg/-4 mmHg	20,21
Alkol alımı kısıtlama	Alkol tüketimi	Alkol kullanan kişilerde alkolü şu şekilde azaltın: ■ Erkekler: Günde ≤2 içecek. ■ Kadınlar: Günde ≤1 içki.	Hipertansiyon/Normotansiyon -4 mmHg/-3 mmHg	22,23

SKB: Sistolik kan basıncı.

egzersiz, oksijenin çalışan kaslar tarafından kullanıldığı egzersiz türüdür. Aerobik egzersizde, egzersizi sürdürmek için kalp atış hızı ve solunum hızı düzenli olarak artar.²⁷ Anaerobik egzersiz, sprint veya ağırlık kaldırmada olduğu gibi kas dayanıklılığını artıran egzersizleri içerir.^{28,29}

Egzersiz; HT'nin önlenmesi, tedavisi ve kontrolü için köşe taşı tedavisi olmaya devam etmektedir. KB kontrol düzeyleri, antihipertansif tedavideki son değişiklikler, ilaçların yan etkileri, hedef organ hasarının varlığı, diğer komplikasyonlar ve yaş dikate alınmalıdır. Egzersiz reçeteleri bu açıklanan faktörler göz önüne alınarak revize edilmeli ve kişiye özel olarak hazırlanmalıdır. Egzersiz reçetesi FITT (frekans, yoğunluk, süre ve tip) ilkesi olarak bilinen dört yönü vardır, ancak son birkaç yılda Amerikan Spor Hekimliği Koleji [American College of Sports Medicine (ACSM)] tavsiyeleri FITT yerine FITT-VP'yi tercih etmektedir. V ve P sırasıyla hacmi ve ilerlemeyi temsil eder. FITT-VP; FITT ile karşılaştırıldığında her reçetenin her birey tarafından gerçekleştirilecek kadar ayrıntılı olmasını sağlayarak daha iyi bir egzersiz reçetesi sağladığı belirtilmiştir.^{24,25} Egzersiz yoğunluğunun, sıklığının ve süresinin ilerlemesi "düşükten başla, yavaş git" yaklaşımıyla kademeli olmalıdır.^{30,31}

Bir egzersiz reçetesinde FITT-VP ilkesine göre yer alması gereken özellikler şu şekildedir:

- Frequency (Egzersizin sıklığı): Haftada kaç seans?
- Intensity (Egzersizin şiddeti veya yoğunluğu): Ne şiddette?
- Type (Egzersizin türü): Uygulanan yöntem?
- Time (Egzersizin süresi): Ne kadar süreyle?
- Volume (Egzersizin hacmi): Set ve tekrar sayıları?
- Progression: (Egzersizin progresyonu): Nasıl kademeli yüklenmeli?²⁴

Organizmanın egzersize verdiği fizyolojik yanıt; egzersizin türüne, yoğunluğuna, katılımcıya ve ortama göre değişiklik göstermektedir. Egzersizin klinik KB üzerindeki etkileri, normotansif ve hipertansif deneklerde farklıdır (Tablo 2). Bu farklılık, kardiyovasküler hemodinaminin HT varlığında yeniden dü-

zenlenmesiyle ortaya çıkmaktadır. Düzenli egzersiz yapan bireylerde daha düşük KB, istirahatte rölatif bradikardi, kas hipertrofisi, fizyolojik sol ventrikül hipertrofisi ve artmış oksijen tüketimi gibi adaptasyonlar görülmektedir. Aynı zamanda aerobik ve direnç egzersizleri farklı mekanik özelliklere sahip olduğu için KB üzerindeki etkileri değişiklik gösterebilir.³²

DİNAMİK AEROBİK EGZERSİZİN KB'YE ETKİSİ

Dinamik aerobik veya dayanıklılık egzersizi; büyük kas gruplarının dinamik, tekrarlayan kasılmalarıyla kalp atış hızını ve enerji tüketimini artıran bir egzersiz türüdür. Koşu, kürek çekme, yüzme veya bisiklete binme gibi egzersizler vücudun oksijen tüketimini artıran aerobik egzersiz çeşitleridir. Düzenli aerobik egzersiz; kardiyovasküler risk faktörlerini normotansif ve hipertansif bireylerde azaltmaktadır.¹⁹

Dinamik aerobik egzersiz sırasında, aktif olan kasların perfüzyonunu sürdürmek için kalp debisinin artışı ve yeniden dağılımı söz konusudur. Bu yanıt nörohormonal ve hidrostatik mekanizmalar tarafından tetiklenerek önce sistolik hacmin artması ardından kalp hızının artması ile sonuçlanır. Kalp debisi ve periferik vasküler direnç (PVR) tarafından belirlenen SKB ve DKB, egzersize farklı tepkiler verir. Kalp debisi arttıkça SKB yükselirken, DKB büyük kas gruplarının perfüzyonunu kolaylaştıran azalmış PVR'nin sonucudur.³³ Aerobik egzersizin akut etkisi ile SKB yükselirken, DKB aynı kalır veya hafif bir düşüş gösterir.³²

Egzersiz ile ilk olarak SKB'de ani bir yükselme meydana gelir, bu yükseliş egzersiz boyunca devam eder. Egzersize son verildikten sonra KB önceki seviyesine döner, hatta daha aşağılara inebilir. Bu durum, vücudun egzersize verdiği fizyolojik mekanizmaların bir sonucudur. Egzersizden dakikalar veya saatler sonra KB'deki akut düşüş, egzersiz sonrası hipotansiyon olarak bilinir. Bu yanıt hipertansif bireylerde daha fazla, normotansif bireylerde daha az olmakla birlikte görülür ve egzersizden sonra 22 saate kadar sürebilir.³⁴ Egzersizin KB'yi düşürmedeki faydalı etkilerini açıklamak için öne sürülen birkaç olası mekanizma vardır. Bu mekanizmalardan bazıları; noradrenalin düzeylerinin azalması ve dolayısıyla sempatik aktivitenin inhibisyonu, dolaşımdaki anjiyotensin II, adenozin,

endotelin düzeylerinin ve bunların santral sinir sistemindeki reseptörlerinin azalmasıdır. Bunların tümü PVR'yi azaltır ve barorefleks duyarlılığını artırır. Yapısal adaptasyonlar arasında vasküler yeniden şekillenme (artan uzunluk ve lümen çapı ve prekapiller sfinkter sayısı), neoanjiyogenez, egzersiz sırasında salınan prostaglandinlerin ve nitrik oksidin damar genişletici etkisi de katkıda bulunur.³⁵ Aerobik egzersize (sürekli yürüyüş, koşu ve bisiklete binme) düzenli katılımın hipertansif kişilerde ofis ve AKB'yi azalttığı genel sağlıkta ve kardiyovasküler risk faktörlerinde iyileşmeyi desteklediği gösterilmiştir.²⁹

Maksimum oksijen alımı (VO_{2maks}), bireyin aerobik kapasitesini yansıtan bir parametredir. VO_{2maks} tipik olarak, sabit bir bisiklet ergometresi veya koşu bandı üzerinde yorulana kadar yapılan egzersiz testi ile değerlendirilir. Yaşlı bireyler ve kronik hastalığı olanlar yorulana kadar egzersiz yapabilirler. Ancak yaşa göre tahmin edilen oksijen tüketiminde bir plato içeren, maksimum VO_2 değerine ulaşma kriterini karşılayamayabilirler. Bu durumda bireylerin elde edilen VO_2 tepe değeri sonuç olarak kabul edilir. Egzersiz yoğunluğu, VO_{2maks} ölçümünün yüzdesi kullanılarak ifade edilebilir. Örneğin, orta yoğunlukta aerobik egzersiz genellikle VO_{2maks} ölçümünün yaklaşık %40-60 olduğu yoğunluk kabul edilirken, sert/şiddetli aerobik egzersiz genellikle VO_{2maks} ölçümünün %70-85'ine tekabül eder.³⁶ Yüksek kardiyorespiratuar zindeliğin (VO_{2maks}); pre-HT'den HT'ye ilerlemeye, gelecekte koroner kalp hastalığı ve tüm nedenlere bağlı ölümlere karşı koruyucu olduğu gösterilmiştir.³⁷ Hareketsiz veya düşük aktiviteli bir yaşam tarzı düşük VO_{2maks} ile ilişkilendirilmiştir. Hem sedanter olmak hem de düşük VO_{2maks} düzeyi HT için risk faktörüdür. HT'nin miyokardiyal fonksiyon üzerindeki olumsuz etkisiyle, doğrudan düşük zindeliğe neden olduğu da bildirilmiştir.²⁹

Tek bir aerobik egzersiz seansının hipertansif bireylerin KB'si üzerindeki etkileri, Evre 2 hipertansif (SKB 140-159 mmHg; DKB 90-99 mmHg) olan egzersiz yapan kişilerde araştırılmıştır. Katılımcılar bir kez koşu bandında veya sabit bisiklet ergometresinde 20-40 dk boyunca VO_{2maks} değeri %40 ile 70'i arasındaki bir yoğunlukta egzersiz yaptırılmıştır. Ofis KB ölçümü egzersizden önce ve egzersiz seansından 1 ile 2 saat sonra değerlendirilmiştir. Sonuçlar sadece

bir aerobik egzersiz seansının bile hipertansif erişkinlerin ofis sistolik ve DKB'sini egzersiz sonrası dönemde 2 saate kadar düşürdüğünü göstermiştir.³⁸ Taylor-Tolbert ve ark. çalışmasında, Evre 1 veya 2 HT'si olan yaşlı sedanter erkeklerde 45 dk'lık tek bir akut egzersiz seansından sonra KB'de azalma ve bu etkinin 24 saat devam ettiği gösterilmiştir.³⁹ Her hafta düzenli olarak aerobik egzersiz yapan hipertansif erişkinlerin, tipik olarak Evre 1 hipertansiflerin, KB'de azalma (SKB ve DKB'de sırasıyla 8,3 ve 5,2 mmHg) görülmüştür.¹⁹ Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanın [high intensity interval training (HIIT)], fazla kilolu veya obezitesi olan hastalarda özellikle de başlangıç KB daha yüksek olanlarda, KB'yi düşürmede (6 haftalık antrenmanın ardından ~3-5 mmHg azalma) etkili olduğu görülmektedir.⁴⁰ Batacan ve ark. tarafından yakın zamanda yapılan 25 randomize kontrollü çalışmanın dâhil edildiği bir metaanalizde, 12 haftadan uzun süren HIIT'in, aşırı kilolu veya obezitesi olan hastalarda sistolik ve DKB'de sırasıyla 4,6/2,9 mmHg azalmaya neden olduğu rapor edilmiştir.⁴¹

Egzersiz sıklığı (haftalık seans sayısı) ve süresi (her seansın ne kadar sürdüğü) bir egzersiz programının önemli özellikleridir. Ancak eşit derecede önemli diğer faktör egzersiz yoğunluğudur (bir kişinin egzersiz sırasında ne kadar sıkı çalıştığı). Egzersizin kendine özgü özellikleri egzersiz sonrası hipotansiyonun belirlenmesinde önemli iken, egzersiz yoğunluğunun etkisi tartışmalıdır. Pescatello ve ark., farklı yoğunluklarda (maksimum oksijen tüketiminin %40 ile 75'i) yapılan aerobik egzersiz sonrası AKB ölçümlerinde herhangi bir fark bulamamıştır. Orta yoğunlukta aerobik egzersizle karşılaştırıldığında daha yüksek yoğunluklu aerobik egzersizin, egzersiz sonrası daha büyük bir hipotansif etki yaratmadığı bulunmuştur.⁴² Quinn ise hafif egzersize kıyasla ağır egzersizden sonra daha fazla hipotansif etki gözlemlemiştir.⁴³ Bu bilgiler ışığında;

HT için önerilen aerobik egzersiz frekansı; Haftada 7 günün daha etkili olabileceğine dair kanıtlar olmasına rağmen, haftada 3-5 gün egzersiz yapmanın KB'yi düşürdüğünü göstermiştir. Haftada 3 seans egzersizin, 7 seansın antihipertansif etkisinin %75'ine sahip olduğu belirtilmiştir. Egzersiz rejimi ne kadar basitse o kadar iyi ve sürdürülebilirdir. Özel-

likle egzersiz sonrası hipotansif etki saatlerce sürdüğü için her gün egzersiz yapmanın gerekli olmadığı öne sürülmüştür.¹²

HT için önerilen aerobik egzersiz yoğunluğu olarak; orta yoğunlukta egzersiz en güvenli ve en etkili olan aynı zamanda uyulması en muhtemel olanıdır. %40-70 VO_{2maks} arasındaki yoğunluklarla elde edilen KB'deki azalmalar benzerdir. Bu yoğunluk aralığı, Borg 6-20 ölçeğinde yaklaşık olarak 12-13'e karşılık gelir. Egzersiz yoğunluğunu izlemek için Borg skalasının kullanılması, beta-bloker alan hastalarda özellikle önemlidir. Çünkü bu hastalarda egzersize verilen hemodinamik yanıtı zayıflatabilir.^{25,32}

HT için önerilen aerobik egzersiz süresi; bugüne kadar hipertansiflerde yapılan randomize kontrollü çalışmaların çoğu seans başına 30-60 dk süren sürekli egzersiz süresini kullanmıştır. Bu sürelerin benzer KB düşüşüne yol açtığı, haftada 150 dk'nın üzerindeki egzersiz programlarının ise çok az ekstra fayda sağladığı belirtilmiştir.^{32,44}

Aerobik antrenman, direnç antrenmanına kıyasla VO_{2maks} değerinde daha fazla artış, vücut yağ yüzdesinde daha fazla azalma sağlar. Aerobik egzersizin hızlı bir antihipertansif etkisi vardır ve egzersiz sonrası hipotansiyonla ilgili fizyolojik tepkileri indükler. Hastalarda egzersiz sonrası hipotansiyon yakından izlenmelidir. Hastalar egzersiz sonrası KB kontrolü yöntemleri hakkında bilgilendirilmelidir.⁴⁵

DİNAMİK DİRENÇ EGZERSİZİN KB'YE ETKİSİ

Belirli bir direnç kuvvetine karşı efor harcanan, özellikle kas kuvvetini ve dayanıklılığını artırmak için tasarlanmış aktivitelerdir. Kas kasılmasının tipine göre direnç egzersizleri "dinamik" ve "statik veya izometrik" direnç egzersizleri olmak üzere iki ana alt gruba ayrılabilir. Dinamik direnç egzersizi; kasların uzunluğunun değiştiği konsantrik ve eksantrik kasılmaları içerir. Metaanalizler, haftada 2-3 kez yapılan antrenmanlarla kas fonksiyonunda ve boyutunda optimal kazanımların elde edilebileceğini göstermektedir.^{19,46,47} Genellikle ağırlık kaldırarak veya direnç makinelerinde egzersiz yapılarak gerçekleştirilir. Kullanılan egzersiz protokolleri tipik olarak haftada 2-3 kez "tüm vücut" antrenman seanslarıyla veya bir seansta seçilen kas gruplarının, bir sonraki seansta geri kalan kas gruplarının çalıştırıldığı "bölünmüş

vücut" egzersizlerini içerir. Kas hipertrofini ve buna bağlı güç kazanımlarını uyaran hücresel/moleküler adaptasyonları en iyi şekilde teşvik etmek için seanslar arasında 48 ile 72 saatlik bir dinlenme periyoduna ihtiyaç vardır.^{31,47}

Ağırlık kaldırma ile yapılan direnç egzersizinde; kasılma sırasında kas içi basıncın arteriyel basıncı aşacağı, kas kan akımının kesintiye uğrattığı ve kas perfüzyonuna karşı bu direnci yenmek için arteriyel basıncın yükseldiği duruma "egzersiz presör refleksi" denir. Bu refleksin bir sonucu olarak hem SKB hem DKB yükselir. Bu tür bir egzersizin uygun olmayan şekilde uygulanması, maksimum yükte tek bir tekrar sırasında SKB'nin 320 mmHg'ye, DKB'nin 250 mmHg'ye yükselmesine neden olabilir.³⁴ Egzersizden sonra KB'deki ani düşüş de daha fazla olabilir. Halter kaldırma sırasında (Valsalva manevrası yapıldığında) nefesi tutmak çok yüksek KB'ye, baş dönmesine ve senkopa neden olabilir. Bu nedenle direnç egzersizlerinin nefes tutmadan yapılması önerilmektedir.²⁸

Dinamik direnç egzersizinin bağımsız bir antihipertansif tedavi stratejisi olarak etkinliğinin değerlendirildiği 64 randomize kontrollü çalışmayı içeren metaanalizde, sistolik ve diyastolik basıncı sırasıyla; 5,7/5,2 mmHg düşürdüğü bildirilmiştir.⁴⁷ 320 erkek ve kadın deneği (182 egzersiz, 138 kontrol) içeren bir metaanaliz, normotansif ve hipertansif erişkinlerde progresif direnç egzersizi ile istirahat SKB ve DKB'nin yaklaşık 3 mmHg azaldığı raporlanmıştır. Bu küçük değişiklikler klinik açıdan önemli olmasa da ortalama popülasyon SKB'sinde 3 mmHg kadar küçük bir azalmanın koroner kalp hastalığını %5-9, inmeyi %8-14 ve mortalitede %4 oranında azalmaya neden olduğu belirtilmiştir.⁴⁸ On iki çalışma grubu ve 341 katılımcıyı içeren 9 randomize kontrollü çalışmanın sonuçları ele alındığında; orta yoğunlukta direnç eğitiminin kontrendike olmadığı, parasempatik tonusu artırarak ve PVR'yi azaltarak hem SKB hem DKB'yi 3-5 mmHg azalttığı gösterilmiştir.⁴⁹ Ayrıca aerobik egzersizdekine benzer şekilde, direnç egzersizi yoğunluğunun KB cevabını etkilemediği görülmektedir.³⁸

Direnç egzersizinin KB'de akut artışa neden olarak, vasküler hipertrofiyi indüklediği ve vasküler direnci artırarak istirahat KB'de kronik bir artışa neden

olabileceği düşünülüyordu. Dinamik direnç egzersizinin KB üzerindeki etkilerine ilişkin çalışma ve metaanalizlere bakıldığında, orta düzeyde direnç egzersizinin tercihen aerobik dayanıklılık ile birlikte antihipertansif tedavinin bir parçası olabileceğini düşündürmektedir.^{46,47} Dinamik direnç protokollerinin (aerobik egzersizi içermeyen çalışmalar) haftada 3 kez uygulandığı ve bu sıklığın SKB ve DKB'nin azalmasında etkili olduğu görülmektedir. Artan egzersiz sıklığının daha yüksek egzersiz bırakma oranıyla ilişkilendirildiği göz önüne alındığında, direnç egzersizin aerobik egzersize kıyasla bir avantajı olabilir. Aynı zamanda direnç egzersizi ile bazal metabolizma ve kuvvette, aerobik antrenmana kıyasla daha etkili artışlar elde edilmektedir.⁴⁵⁻⁴⁷ Ancak dinamik direnç egzersizinin HT'li hastalarda birincil egzersiz tedavisi olarak aerobik egzersize meydan okuyabileceğini doğrulamak için daha fazla randomize kontrollü çalışma içeren metaanalizler gereklidir.⁵⁰

STATİK (İZOMETRİK) DİRENÇ EGZERSİZİN KB'YE ETKİSİ

İzometrik direnç egzersizi; ilgili kas grubunun uzunluğunda hiçbir değişiklik olmadan veya minimum değişiklik ile hareketsiz bir yüke veya dirence karşı kasların sürekli kasılmasıyla gerçekleştirilen bir egzersizdir.^{20,21} HT'li bireylerde izometrik direnç egzersiz çalışmaları incelendiğinde, çoğu egzersiz olarak yalnızca küçük bir kas grubunu çalıştıran ve kısa bir sürede (<15 dk) gerçekleştirilen izometrik el-kavrama kasılmasını kullanmıştır. Elle sıkma egzersizinin brakiyal arteri tamamen veya kısmen tıkadığı, sıkmanın kesilmesiyle geri dönen kan akışının damarın dilatasyonuna neden olduğu varsayılmaktadır. Bu nedenle izometrik direnç egzersizine aşamalı olarak maruz kalmak vazodilatör yanıtı ve zamanla damar çapını artırabilir.²¹ Uzun vadede verilen diğer yanıtlar ise doku oksidatif stres düzeyinde azalma, vasküler endotelial fonksiyonda iyileşme, barorefleks duyarlılığında ve otonomik dengede olumlu değişikliklerdir.^{51,52}

Carlson ve ark., 9 çalışmayı içeren (metaanalize dâhil edilen çalışmalardan üçü hipertansif hastaları incelerken, diğerleri normotansif bireyleri içermektedir) metaanalizinde, en az 4 hafta boyunca haftada

1 saatten fazla yapılan izometrik direnç egzersizinin ofis SKB'yi 6,77 mmHg ve DKB'yi 3,96 mmHg azalttığı sonucuna varmıştır.^{20,36} Yakın zamanda toplam 415 katılımcıyla 12 çalışmanın dâhil edildiği bir metaanalizde ise HT tedavisi gören kişilerde izometrik direnç egzersizinin (çalışmaların süresi 4-12 hafta arasında değişmekte, seans sıklığı çoğunlukla haftada 3 gün) ofis SKB'de yaklaşık 7,5 mmHg ve DKB'de 3,2 mmHg azalma sağladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte izometrik direnç egzersizinin kalp hızını ve 24 saatlik ortalama AKB, SKB ve DKB'lerini önemli ölçüde azaltmadığı rapor edilmiştir.²¹ 4, 8, 10 ve 12 haftalık izometrik direnç egzersiz programı ile SKB'de önemli azalmalar görülürken, yalnızca 11 katılımcıyla yapılan 6 haftalık bir çalışmada sonuçlar anlamlı bulunmamıştır. DKB açısından 4 hafta ile 6, 10 ve 12 haftalık program süreleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir. Bilateral izometrik el kavrama egzersizi SKB ve DKB'yi sırasıyla 7,9 mmHg ve 3 mmHg azaltırken, tek taraflı izometrik el kavrama egzersizinin sırasıyla 7,1 mmHg ve 2 mmHg azalttığı rapor edilmiştir.²¹

İlginç bir şekilde izometrik egzersizin; dinamik direnç ve aerobik egzersiz ile karşılaştırıldığında KB'yi daha fazla azalttığı bildirilmiştir. 1990 ile Şubat 2023 arasında 15.827 kişiyi kapsayan 270 randomize kontrollü çalışmanın verilerinin analiz edildiği çalışmada; KB'de aerobik egzersiz ile sistolik ve diyastolik basınçta sırasıyla 4,49/2,53 mmHg, izometrik egzersiz ile 8,24/4 mmHg, direnç egzersizi ile 4,55/3,04 mmHg, kombine egzersiz ile 6,04/2,54 mmHg ve HIIT ile 4,08/2,50 mmHg azalma olduğu rapor edilmiştir. Bu sonuçlar izometrik direnç egzersizinin HT'yi düşürmedeki etkinliğini ortaya koymuştur.⁵³ Son zamanlarda 2020 ESC kılavuzunda, HT'si olan hastalarda ilk kez izometrik direnç egzersizinin KB'yi azaltma potansiyelinden bahsedilmiştir.⁵⁴

EGZERSİZ TESTİNİN GEREKİP GEREKMEDİĞİNE KARAR VERME

Egzersizin bilinen tüm faydalarına rağmen, bazı durumlarda riskli olabilir. Hâlihazırda orta veya yüksek yoğunlukta fiziksel aktivite yapanlar arasında, kardiyovasküler hastalığın yeni belirtileri veya semptomları ile karşılaşıldığında daha ileri testler yapılınca

kadar egzersizin durdurulması önerilmektedir. Bu nedenle klinik duruma göre en uygun egzersiz rejiminin belirlenmesi, komplikasyonların en aza indirilmesini sağlamak için ilgili uzmana danışılmalıdır. Özellikle yüksek riskli hastalar veya yüksek yoğunluklu fiziksel aktiviteye katılmak isteyenler için egzersiz planlamasından önce uygun tıbbi değerlendirme gereklidir.²⁹ Egzersize katılım öncesi sağlık taramasının amacı, egzersize bağlı ani kalp ölümü ve akut miyokard enfarktüsü açısından yüksek risk altında olabilecek bireylerin belirlenmesidir. 2014'te ACSM egzersiz katılım öncesi tıbbi değerlendirme yönergesini güncelleyerek; bireylerin mevcut fiziksel aktivite düzeyine, bilinen kardiyovasküler, metabolik, böbrek hastalık öyküsü veya bulgu ve semptomların varlığına, istenen egzersiz yoğunluğuna dayanan yeni bir kılavuz sunmuştur. Kılavuza göre tıbbi değerlendirme önerilen bireylerin; tıbbi muayene veya egzersiz testinden hangisi ile değerlendirileceğine ilgili uzman karar verir. Genel olarak bilinen veya belirti ve semptomlara dayanarak şüphelenilen KVH, diyabet veya böbrek hastalığı olan sedanter hastalar, bir egzersiz planına başlamadan önce egzersiz testine tabi tutulmalıdır.⁵⁵ Orta veya şiddetli yoğunlukta egzersiz yapmayı planlayan HT'si olan yüksek riskli bireylerin, egzersiz programına başlamadan önce tıbbi gözetim altında bir egzersiz stres testi yaptırmaları önerilir. Ayrıca, kontrolsüz şiddetli HT'si olan kişiler düzenli egzersiz yapmadan önce klinik bir değerlendirmeden geçmeleri ve egzersiz testi yaptırmaları önerilir.^{25,29,55}

SONUÇ

Egzersiz; KB'yi düşürmedeki etkileri nedeniyle ilaç tedavisi gerekliliğini ortadan kaldırabilir veya kullanılan ilaç dozunu azaltabilir. HT'si olan bireylerde kişiye özel egzersiz reçetesi (hangi egzersizi nasıl, ne kadar, ne yoğunlukta ve sıklıkta yapmaları gerektiği) verilmesi egzersizi daha güvenli ve etkili hâle getirir. Etkili ve güvenli egzersiz programları için düzenli, orta yoğunlukta egzersiz (haftada 3-4 gün) şarttır. HIIT ve izometrik egzersizleri hariç tutarak yalnızca aerobik egzersizi öneren önceki çalışmaların aksine güncel çalışmalarda bu egzersiz modellerinin de KB'yi düşürmede etkili olduğu ortaya konmuştur.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Vasan RS, Larson MG, Leip EP, Evans JC, O'Donnell CJ, Kannel WB, et al. Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. *N Engl J Med.* 2001;345(18):1291-7. [Crossref] [PubMed]
2. Vasan RS, Beiser A, Seshadri S, Larson MG, Kannel WB, D'Agostino RB, et al. Residual lifetime risk for developing hypertension in middle-aged women and men: The Framingham Heart Study. *JAMA.* 2002;287(8):1003-10. [Crossref] [PubMed]
3. Elliott WJ. Systemic hypertension. *Curr Probl Cardiol.* 2007;32(4):201-59. [Crossref] [PubMed]
4. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, et al; Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. National Heart, Lung, and Blood Institute; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension.* 2003;42(6):1206-52. [Crossref] [PubMed]
5. Jones DW, Hall JE. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure and evidence from new hypertension trials. *Hypertension.* 2004;43(1):1-3. [Crossref] [PubMed]
6. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension.* 2018;71(6):1269-324. Erratum in: *Hypertension.* 2018;71(6):e136-e139. Erratum in: *Hypertension.* 2018;72(3):e33. [Crossref] [PubMed]

7. Mills KT, Bundy JD, Kelly TN, Reed JE, Kearney PM, Reynolds K, et al. Global disparities of hypertension prevalence and control: a systematic analysis of population-based studies from 90 countries. *Circulation*. 2016;134(6):441-50. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
8. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021;398(10304):957-80. Erratum in: *Lancet*. 2022;399(10324):520. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
9. Altun B, Arici M, Nergizoğlu G, Derici U, Karatan O, Turgan C, et al; Turkish Society of Hypertension and Renal Diseases. Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in Turkey (the PatenT study) in 2003. *J Hypertens*. 2005;23(10):1817-23. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
10. Sengul S, Akpolat T, Erdem Y, Derici U, Arici M, Sindel S, et al; Turkish Society of Hypertension and Renal Diseases. Changes in hypertension prevalence, awareness, treatment, and control rates in Turkey from 2003 to 2012. *J Hypertens*. 2016;34(6):1208-17. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
11. Pamukcu B. Profile of hypertension in Turkey: from prevalence to patient awareness and compliance with therapy, and a focus on reasons of increase in hypertension among youths. *J Hum Hypertens*. 2022;36(5):437-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019;140(11):e596-e646. Erratum in: *Circulation*. 2019;140(11):e649-e650. Erratum in: *Circulation*. 2020;141(4):e60. Erratum in: *Circulation*. 2020;141(16):e774. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
13. Ozemek C, Tiwari S, Sabbahi A, Carbone S, Lavie CJ. Impact of therapeutic lifestyle changes in resistant hypertension. *Prog Cardiovasc Dis*. 2020;63(1):4-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
14. Neter JE, Stam BE, Kok FJ, Grobbee DE, Geleijnse JM. Influence of weight reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*. 2003;42(5):878-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, et al. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. *N Engl J Med*. 1997;336(16):1117-24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Aburto NJ, Ziolkovska A, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP, Meerpohl JJ. Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta-analyses. *BMJ*. 2013;346:f1326. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
17. Whelton PK, He J, Cutler JA, Brancati FL, Appel LJ, Follmann D, et al. Effects of oral potassium on blood pressure. *Surv Anesthesiol*. 1998;42(2):100. [[Crossref](#)]
18. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*. 2002;136(7):493-503. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2013;2(1):e004473. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
20. Carlson DJ, Dieberg G, Hess NC, Millar PJ, Smart NA. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis. *Mayo Clin Proc*. 2014;89(3):327-34. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Baffour-Awuah B, Pearson MJ, Dieberg G, Smart NA. Isometric resistance training to manage hypertension: systematic review and meta-analysis. *Curr Hypertens Rep*. 2023;25(4):35-49. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
22. Roerecke M, Kaczorowski J, Tobe SW, Gmel G, Hasan OSM, Rehm J. The effect of a reduction in alcohol consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Public Health*. 2017;2(2):e108-e120. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
23. Xin X, He J, Frontini MG, Ogdan LG, Motsamai OI, Whelton PK. Effects of alcohol reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*. 2001;38(5):1112-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Ferguson B. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription 9th ed. 2014. *J Can Chiropr Assoc*. 2014;58(3):328. [[PMC](#)]
25. Pescatello LS, MacDonald HV, Lamberti L, Johnson BT. Exercise for hypertension: a prescription update integrating existing recommendations with emerging research. *Curr Hypertens Rep*. 2015;17(11):87. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
26. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2018;39(33):3021-104. Erratum in: *Eur Heart J*. 2019;40(5):475. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nat Metab*. 2020;2(9):817-28. Erratum in: *Nat Metab*. 2020. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Sakamoto S. Prescription of exercise training for hypertensives. *Hypertens Res*. 2020;43(3):155-61. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Sharman JE, La Gerche A, Coombes JS. Exercise and cardiovascular risk in patients with hypertension. *Am J Hypertens*. 2015;28(2):147-58. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, Anker SD, Aprahamian I, Arai H, et al. International exercise recommendations in older adults (ICFSR): expert consensus guidelines. *J Nutr Health Aging*. 2021;25(7):824-53. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Ruivo JA, Alcântara P. Hipertensão arterial e exercício físico [Hypertension and exercise]. *Rev Port Cardiol*. 2012;31(2):151-8. Portuguese. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Urata H, Tanabe Y, Kiyonaga A, Ikeda M, Tanaka H, Shindo M, Arakawa K. Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension*. 1987;9(3):245-52. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* (1985). 1985;58(3):785-90. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Casonatto J, Polito MD. Hipotensão pós-exercício aeróbio: uma revisão sistemática [Post-exercise hypotension: a systematic review]. *Rev Bras Med do Esporte*. 2009;15(2):151-7. [[Crossref](#)]
36. Boutcher YN, Boutcher SH. Exercise intensity and hypertension: what's new? *J Hum Hypertens*. 2017;31(3):157-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Faselis C, Doumas M, Kokkinos JP, Panagiotakos D, Kheirbek R, Sheriff HM, et al. Exercise capacity and progression from prehypertension to hypertension. *Hypertension*. 2012;60(2):333-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
38. Gomes Anuniação P, Doederlein Polito M. A review on post-exercise hypotension in hypertensive individuals. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(5):e100-9. English, Portuguese, Spanish. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
39. Taylor-Tolbert NS, Dengel DR, Brown MD, McCole SD, Pratley RE, Ferrell RE, et al. Ambulatory blood pressure after acute exercise in older men with essential hypertension. *Am J Hypertens*. 2000;13(1 Pt 1):44-51. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
40. Clark T, Morey R, Jones MD, Marcos L, Ristov M, Ram A, et al. High-intensity interval training for reducing blood pressure: a randomized trial vs. moderate-intensity continuous training in males with overweight or obesity. *Hypertens Res*. 2020;43(5):396-403. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]

41. Batacan RB Jr, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med.* 2017;51(6):494-503. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
42. Pescatello LS, Fargo AE, Leach CN Jr, Scherzer HH. Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure. *Circulation.* 1991;83(5):1557-61. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
43. Quinn TJ. Twenty-four hour, ambulatory blood pressure responses following acute exercise: impact of exercise intensity. *J Hum Hypertens.* 2000;14(9):547-53. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
44. Halbert JA, Silagy CA, Finucane P, Withers RT, Hamdorf PA, Andrews GR. The effectiveness of exercise training in lowering blood pressure: a meta-analysis of randomised controlled trials of 4 weeks or longer. *J Hum Hypertens.* 1997;11(10):641-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
45. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. AHA science advisory. resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: an advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, council on clinical cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation.* 2000;101(7):828-33. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
46. Cornelissen VA, Fagard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens.* 2005;23(2):251-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
47. MacDonald HV, Johnson BT, Huedo-Medina TB, Livingston J, Forsyth KC, Kraemer WJ, et al. Dynamic resistance training as stand-alone antihypertensive lifestyle therapy: a meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(10):e003231. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
48. Kelley GA, Kelley KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension.* 2000;35(3):838-43. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
49. Cornelissen VA, Fagard RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension.* 2005;46(4):667-75. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
50. Hanssen H, Boardman H, Deiseroth A, Moholdt T, Simonenko M, Kränkel N, et al. Personalized exercise prescription in the prevention and treatment of arterial hypertension: a Consensus Document from the European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and the ESC Council on Hypertension. *Eur J Prev Cardiol.* 2022;29(1):205-15. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
51. Brook RD, Appel LJ, Rubenfire M, Ogedegbe G, Bisognano JD, Elliott WJ, et al; American Heart Association Professional Education Committee of the Council for High Blood Pressure Research, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Epidemiology and Prevention, and Council on Nutrition, Physical Activity. Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the American heart association. *Hypertension.* 2013;61(6):1360-83. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
52. Taylor KA, Wiles JD, Coleman DA, Leeson P, Sharma R, O'Driscoll JM. Neurohumoral and ambulatory haemodynamic adaptations following isometric exercise training in unmedicated hypertensive patients. *J Hypertens.* 2019;37(4):827-36. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
53. Edwards JJ, Deenmamode AHP, Griffiths M, Arnold O, Cooper NJ, Wiles JD, et al. Exercise training and resting blood pressure: a large-scale pairwise and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2023;57(20):1317-26. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
54. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J.* 2021;42(1):17-96. Erratum in: *Eur Heart J.* 2021;42(5):548-9. [[PubMed](#)]
55. Riebe D, Franklin BA, Thompson PD, Garber CE, Whitfield GP, Magal M, et al. Updating ACSM's recommendations for exercise preparticipation health screening. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(11):2473-9. Erratum in: *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(3):579. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]