

Koroner Arter Bypass Greft Cerrahisi Sonrası Egzersize Dayalı Kardiyak Rehabilitasyonun Kalbin Hemodinamik Tepkileri Üzerindeki Rolü

Müşerref Ebru ŞEN¹

¹*Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü / Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane Üniversitesi, Türkiye*

(m.ebrusen@gmail.com)

Özet – Kardiyovasküler hastalıklar (KVH), küresel olarak ciddi oranda mortalite ve morbiditeye sebep olan önemli bir halk sağlığı sorunudur. Koroner arter hastalığı (KAH), kardiyovasküler sistem hastalıkları içinde yaygın olarak gözlenmektedir. Bu hastalarda, semptomları hafifletmek amacıyla koroner arter bypass greft (KABG) cerrahisi sıklıkla tercih edilmektedir. KABG cerrahisi, KAH'ı tamamen sonlandıran bir çözüm değildir. KABG cerrahisi sonrası hastalarda kardiyopulmoner fonksiyon kaybı, egzersiz dayanıklılığında azalma ve olumsuz psikolojik duygular yaşanmaktadır. Bu durum hastaların prognostik durumunu etkileyerek yaşam kalitesinin düşmesine neden olur. Literatür, cerrahi sonrası iyileşme sürecini hızlandırmak ve yaşam kalitesini artırmak için uygun müdahalelerin yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Amerikan Kalp Birliği ve Avrupa Kardiyoloji Derneği, egzersize dayalı kardiyak rehabilitasyon programlarını yüksek kanıt değerine sahip uygulama olarak önermektedir. Bu kapsamda çalışmanın amacı, KABG cerrahisi sonrası egzersize dayalı kardiyak rehabilitasyonun, kalbin hemodinamik tepkileri üzerindeki rolünü ortaya koymaktır. Amaç doğrultusunda literatürdeki çalışmalar incelenerek bir derleme çalışma sunulmuştur. Çalışma sonucunda KABG cerrahisi sonrası egzersize dayalı kardiyak rehabilitasyonun hemodinamik tepkileri iyileştirdiği, istirahat kalp hızını, sistolik ve diyastolik kan basıncını düşürdüğü, ejeksiyon fraksiyonu ve hız basınç ürününü arttırdığı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Kardiyovasküler Hastalıklar, Koroner Arter Bypass Greft Cerrahisi, Egzersiz, Kardiyak Rehabilitasyon, Hemodinamik Tepkiler

I. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde en fazla mortalite ve morbiditeye yol açan, yaşam kalitesini düşüren ve yüksek sağlık harcamalarına neden olan başlıca halk sağlığı sorununu kronik hastalıklar oluşturmaktadır. Kronik hastalık nedenli ölüm sayısı 2012'de 38 milyon iken, 2030 yılında 52 milyona çıkacağı tahmin edilmektedir. Kronik hastalık kaynaklı ölümlerin %82'sinden başlıca dört hastalık sorumludur. Bu hastalıklar kardiyovasküler hastalıklar (%37), kanserler (%27), diyabet (%24), kronik solunum yolu hastalıkları (%8) ve diğer kronik hastalıklardır (%4) [1]. Kardiyovasküler hastalıklar (KVH) kalp kası hastalıkları, kalp, beyin ve diğer hayati organları besleyen damar sistemi hastalıkları da dahil olmak üzere çok çeşitli bozukluklar için kullanılan genel bir terimdir [2]. Konjenital kalp

hastalıkları, serebrovasküler olay, romatizmal kalp hastalıkları, konjestif kalp yetmezliği, hipertansif hastalıklar, koroner arter hastalıkları, aritmiler, ve periferik damar hastalıkları gibi kalbin ve damarların tüm hastalıklarını içerir [3].

II. KORONER ARTER HASTALIĞI

Koroner arter hastalığı (KAH), kardiyovasküler sistem hastalıkları içinde en yaygın gözlenen formudur. Küresel olarak her iki cinsiyette de başlıca ölüm nedenidir [4]. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), KAH nedenli mortalite oranının gelecek yirmi yılda kadınlarda %120, erkeklerde %137 oranında artacağı belirtilmektedir. [5]. KAH, miyokardı besleyen koroner arterlerde daralma veya tıkanma nedeniyle miyokardın kan akımının kısmen ya da tam kesilmesine bağlı bir dizi sendromu temsil eder. Sıklıkla aterosklerotik

plaklar koroner arterde daralmaya neden olur. Klinik olarak miyokard infarktüsü, kalp yetmezliği, unstable anjina pectoris, stabil anjina pectoris, sessiz iskemi ve ani kardiyak ölüm şeklinde ortaya çıkar. Koroner arterlerdeki daralma veya tıkanmanın olduğu bölgeye ve derecesine göre belirti ve bulgular farklılık göstermektedir [6-9]. Sıklıkla retrosternal göğüs ağrısı, nefes darlığı, mide bulantısı, kusma, yorgunluk, terleme, sersemlik gibi semptomlar görülmektedir [10].

Koroner arter hastalığı olan hastalar genellikle çeşitli risk faktörleri ilişkilidir. Hem erkekler hem de kadınlar için tanımlanmış en önemli davranışsal risk faktörleri sağlıklı olmayan beslenme, fiziksel inaktivite, tütün ve alkolün zararlı kullanımınıdır. Davranışsal risk faktörleri bireylerde obezite, hipertansiyon, diyabet ve yüksek kan lipitleri olarak ortaya çıkabilir. Bu risk unsurları birinci basamak sağlık kuruluşlarında kolay bir şekilde ölçülebilmektedir. Tütün kullanımının bırakılmasının, tuz kullanımının azaltılmasının, meyve ve sebze tüketiminin artırılmasının, düzenli fiziksel aktivite yapılmasının ve zararlı alkol kullanımından kaçınılmasının kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı kanıtlanmıştır. Ayrıca bu hastalığın altında yatan bir takım belirleyiciler de vardır. Bunlar sosyal, ekonomik ve kültürel değişimi yönlendiren temel güçlerin (küreselleşme, kentleşme ve nüfusun yaşlanması) bir yansımasıdır. Diğer belirleyiciler düşük sosyoekonomik düzey, kalıtsal faktörler ve strestir. [11]. Koroner arter hastalığı, genellikle yaşlı bireylerde görülse de özellikle ateroskleroz, geçmişi çocukluk dönemine dayanmaktadır [12]. Önemli bir morbidite ve mortalite nedeni olmasına rağmen önlenilebilir bir hastalıktır [13]. Bu nedenle primer korunmaya yaşamın erken dönemlerinde başlanmalıdır [12].

III. KORONER ARTER BYPASS GREFT CERRAHİSİ

Koroner arter hastalığı olan hastalarda semptomları hafifletmek ve prognozu iyileştirme amacıyla yaygın olarak kullanılan koroner arter bypass greft (KABG) cerrahisi, genel anestezi altında sıklıkla median sternotomi insizyonu yapılarak kalbi besleyen koroner arterlerdeki ateroskleroz nedeniyle kanlanamayan kalp kasının arter ve ven greftler kullanılarak perfüzyonunun sağlanması işlemidir [14]. Genel olarak, pompalı

(on-pump) ve pompasız (off-pump) olmak üzere 2 tip KABG cerrahi prosedürü mevcuttur. Bu cerrahi işlem önceden yalnızca kalp durdurularak ekstrakorporal dolaşım ile kardiyopulmoner bypass makinesi (on-pump) kullanılarak yapılırken, son yıllarda hastanın durumu ve damar yapısı uygunsa atan kalp (beating heart veya off-pump) tekniğiyle (kardiyopulmoner bypass makinesi kullanılmadan) gerçekleştirilmektedir [15,16]. Bypass işleminde kullanılan greftler rutin olarak sol internal mammaryal arter (LIMA) ve alt ekstremitelerden alınan safen ven greftleridir (SVG). Kullanılan diğer kanallar arasında sağ internal mammaryal arter (RIMA), radyal arter ve gastroepiploik arter bulunur. Greftlerin türü ve yeri hastanın anatomisine ve tıkalı olan arterlerin konumuna bağlıdır [17].

Koroner arter hastalığını tedavi etmenin etkili yollarından biri olan KABG cerrahisi ile iskemik miyokardiyuma kan akışını yeniden sağlar, anjinal semptomlar hafifletilir, yaşam kalitesi artırılır ve majör morbidite önlenir [14,18]. Her cerrahi girişimde olduğu gibi bu işlemde de bazı komplikasyonlar gelişebilmektedir. Görülen komplikasyonlar arasında inme, yara enfeksiyonu, greft yetmezliği, postoperatif atriyal fibrilasyon ve ölüm yer alır. İnme oranı ileri yaş, aort aterosklerozu, periferik arter hastalığı, perioperatif atriyal fibrilasyon ve diyabet gibi risk faktörlerine bağlı olarak %1 ila %2 olarak rapor edilmiştir [18].

IV. KORONER ARTER BYPASS GREFT CERRAHİSİ SONRASI EGZERSİZE DAYALI KARDİYAK REHABİLİTASYON

Koroner arter bypass greft (KABG) cerrahisi sonrası hastalarda kardiyopulmoner fonksiyon kaybı, egzersiz dayanıklılığında azalma ve olumsuz psikolojik duygular yaşanmaktadır. Bu durum hastaların prognostik durumunu etkileyerek yaşam kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır [19]. Literatürde kardiyak rehabilitasyonun hem kısa hem de uzun vadede büyük faydalar sağladığı gösterilmiştir. Uzun süreli yatak istirahatinin zararlı etkilerini önlemek, temel fiziksel aktivitelerde bağımsızlığın mümkün olan en kısa sürede geri kazanmak, kalp fonksiyonlarını geliştirmek, fiziksel toleransı ve günlük yaşam aktivite becerilerini geliştirmek, hastanın özgüvenini ve yaşam kalitesini arttırmak gibi kazanımlar nedeniyle Amerikan Kalp Birliği ve

Avrupa Kardiyoloji Derneği tarafından yüksek kanıt değerine sahip öneri olarak gösterilmektedir [20-27]. Kardiyak rehabilitasyon düzenli egzersiz, sağlıklı beslenme, stresle baş etme, farmakolojik tedavi, hasta eğitimi ve risk faktörlerinin yönetimi gibi müdahaleleri içerir [28,29]. Kardiyak rehabilitasyonda egzersiz eğitiminin, vasküler dolaşımı iyileştirdiği, kasların oksidatif kapasitesini arttırdığı, endotel disfonksiyonunu düzelttiğine dair çeşitli kardiyovasküler ve periferik adaptasyonlar sağladığı bilindiğinden, kardiyak rehabilitasyonun temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmiştir [30].

Amerika Kardiyovasküler ve Pulmoner Rehabilitasyon Derneği, kardiyak rehabilitasyonun üç aşamada uygulanması gerektiğini önermektedir [31]. Evre 1; kardiyovasküler olay veya cerrahi girişim sonrası hastanede geçen zamanı tanımlar. Davranış müdahaleleri, hasta ve egzersiz eğitimi dahil olmak üzere çeşitli komponentleri içerir. Hastanın kardiyolojik semptomları, fiziksel yeteneği ve rehabilitasyonu tolere etme durumu değerlendirilir [27]. Evrenin amacı hastayı, yatak içinden günlük yaşam aktivitelerini devam ettirebileceği duruma adaptasyonunu sağlamaktır. Bu evrede hastaya kendine bakım aktiviteleri, yatakta veya yatak başında yorucu olmayan egzersizler yapma konusunda rehberlik edilir. Eklem hareket açıklığı, esneklik, postür, solunum, progresif ambulasyon gibi egzersizler verilerek kondisyon kaybı sınırlandırılmaya çalışılır [32,33]. Evre 2 egzersiz eğitimi dönemidir. Egzersizlere hastanın durumu stabil hale geldikten sonra başlanır. Hastalar ilk olarak fiziksel fonksiyondaki kısıtlamaları, eşlik eden hastalıklara bağlı katılım kısıtlamalarını ve aktivitelerdeki kısıtlamaları belirlemeye odaklanan bir değerlendirmeye tabi tutulur. Değerlendirme sonrası kişiye özel tedavi planı tasarlanır [33]. Tedavide aerobik, kuvvetlendirme, solunum, germe, denge ve koordinasyon egzersizleri yer alır [32]. Bu evrenin süresi hastadan hastaya değişkenlik göstermekle birlikte 12 haftaya kadar sürebilir [33]. Evre 3 daha fazla bağımsızlık ve kendi kendini izlemeyi içerir. Tedaviden elde edilen kazanımların sürdürüldüğü evre olup, hastadan sağlıklı yaşam şekli ve egzersiz alışkanlıklarını devam ettirmesi beklenir. Bu dönemde fiziksel aktivitelerin progresyonunun kondisyona uygun ilerletilmesine, hastaların ev ve

toplum temelli rehabilitasyon programlarına katılmalarına odaklanılır [33,34].

Programlarının amacı ortak olmasına rağmen egzersizlerin başlangıcı, türü, süresi, sıklığı ve maliyetleri büyük farklılıklar göstermektedir [35]. Cerrahiye takip eden süreçte egzersiz yapmayı etkileyen kardiyovasküler durum, fiziksel performans, psikolojik ve sosyal durum değerlendirilerek kişiye özel egzersiz reçetesi oluşturulmalıdır. Egzersiz reçetesinde ele alınması gereken konular cerrahi sonrası dönem, aktivitenin şekli, şiddeti, süresi, sıklığı ve progresyonu olmalıdır [36,37]. Hastaya uygun egzersiz planlamasına temel oluşturmak amacıyla, kardiyopulmoner egzersiz testi yapılır. Hastanın kişisel özelliklerine göre seçilen test modeli, maksimal veya submaksimal şiddette uygulanır. Egzersiz testi; hastada oluşan sınırlayıcı semptomlara, anormal bulgulara veya protokole bağlı sebeplerle sonlandırılır [38]. Kardiyopulmoner egzersiz testine göre belirlenen aerobik egzersiz, hastanın tolere ettiği sınırlar içinde yapılır [39]. Literatürde kardiyorespiratuar kondisyonu optimize etmek için egzersizin, orta-şiddetli veya şiddetli yoğunlukta, 6 ila 12 hafta boyunca yapıldığında daha etkili olduğu belirtilmiştir [40]. Son olarak kronik kalp hastalığının varlığı, akciğer fonksiyonları, ortopedik kısıtlamalar ve farklı bir hastalığın varlığı gibi fiziksel faktörler; genel anksiyete durumu, mental sağlık düzeyi, kalp hastalığına özgü anksiyete, akut miyokard infarktüs öyküsünden veya ani yapılan girişimlerden kaynaklanan posttravmatik stres gibi psikolojik unsurlar; bakım veren kişinin durumu, hastalık hakkında aldığı eğitim, hastanın finansal durumu, iş ve ailevi koşulları içeren sosyal etkenler de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır [36].

V. KORONER ARTER BYPASS GREFT CERRAHİSİ SONRASI EGZERSİZE DAYALI KARDİYAK REHABİLİTASYONUN KALBİN HEMODİNAMİK TEPKİLERİ ÜZERİNDEKİ ROLÜ

Koroner Arter Bypass Graft (KABG) cerrahisi, koroner arter hastalığını tamamen sonlandıran bir çözüm değildir. Cerrahi sonrası kardiyovasküler sağlığı destekleme ve iyileştirme amacıyla uygulanan egzersize dayalı kardiyak rehabilitasyon programlarının, kalbin hemodinamik tepkileri

üzerindeki kritik rolü giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Literatürde sistolik ve diyastolik kan basıncı, kalp atım hızı, ejeksiyon fraksiyonu ve hız-basınç ürünü gibi parametreler kalbin hemodinamik tepkilerini belirlemek için kullanılmaktadır [41].

Sistolik kan basıncı (SKB), miyokard kasıldığında kalpten damarlara doğru ilerleyen kanın damar çeperine yaptığı basınçtır. Diyastolik kan basıncı (DKB) ise miyokard gevşediğinde damar duvarında oluşan basınç olarak tanımlanmaktadır. [42]. Kan basıncı yaş, cinsiyet, eşlik eden hastalıklar, yaşam tarzı ve beslenme durumuna göre farklılık gösterse de 120/80 mmHg ideal değer olarak kabul edilir [43]. KABG cerrahisi geçiren hastalarda kan basıncının kontrolü şiddetle tavsiye edilir çünkü bu hastalara ameliyattan önce hipertansiyon tanısı konma olasılıkları oldukça yüksektir ve bunun da ikincil bir koruma olarak cerrahi sonrasında iyi bir şekilde yönetilmesi gerekir.

Literatürde egzersize dayalı kardiyak rehabilitasyon programlarının kan basıncı düşürmede önemli etkileri olduğu gösterilmiştir. Ghashghaei ve ark. yapmış olduğu çalışmada, egzersize dayalı 2 aylık kardiyak rehabilitasyon programının, sistolik ve diyastolik kan basıncı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda egzersiz yapmayan gruba kıyasla egzersiz yapan grupta, istirahat SKB ve DKB'de anlamlı bir iyileşme gösterilmiştir [41]. Başka bir çalışma ise 8 haftalık egzersize dayalı kardiyak rehabilitasyon programının etkisini önceki çalışmanın bulgularına benzer bir şekilde raporlamıştır. Çalışma sonunda istirahat sistolik ve diyastolik kan basıncında kayda değer bir azalma olduğu belirtilmiştir [44]. Badrov ve ark. 6 aylık kardiyak rehabilitasyonun istirahat kan basıncını, sempatik aktivite artma sıklığını azalttığını ve sempatik sinirlerin refleks duyarlılığını iyileştirdiğini bulmuştur [45]. Dünya çapında farklı merkezlerde yürütülen kardiyak rehabilitasyon programlarında, müdahale sonrası kan basıncında anlamlı bir iyileşme olduğu gösterilmiştir [46]. Egzersiz ile dinlenme kan basınçları arasında görülen bu ters orantının, kan akımına karşı oluşan direncin azalmasından kaynaklandığı öne sürülmüştür [47]. Kardiyak rehabilitasyonun, ulaşılabilir maksimum sistolik kan basıncını iyileştirerek, egzersiz yoğunluğunun artışıyla tolere etme yeteneğini geliştirdiği

bulunmuştur [48]. Her ne kadar β blokerler, kan basıncını düşürmedeki yararlı etkisi nedeniyle yaygın olarak kullanılsa da literatürde temel tedavi olarak egzersiz eğitimi şiddetle önerilmektedir [49].

Kalp hızı (KH), önemli prognostik bilgileri barındıran, kolaylıkla belirlenebilen hayati bir işaretidir. Genel olarak daha düşük kalp hızı, tüm nedenlere ve kardiyovasküler olaylara bağlı ölüm oranının azalmasıyla ilişkilendirilmiştir [50-54]. Amerikan Kalp Derneği normal kalp hızını dakikada 60 ila 100 atım arasında tanımlamaktadır [55].

Kardiyovasküler hastalıkları olan hastalar, artan sempatik uyarılabilirlik ve vagal inhibisyon ile karakterize edilen ve kardiyovasküler olaylara yol açan otonomik disfonksiyon sergileyebilir [56,57]. KABG cerrahisi sonrası yüksek stres ortamı devam ederek kalp atım hızında artışa neden olmaktadır [58]. KABG cerrahisi geçirmiş hastalarda kardiyak rehabilitasyonun etkisini değerlendiren meta-analizde kardiyak rehabilitasyon alan hastaların, kontrollere göre istirahat kalp hızında anlamlı bir azalma gösterilmiştir [59]. Guiraud ve ark. tek seanslık yüksek yoğunluklu interval egzersizin otonom fonksiyonu iyileştirdiğini, antrenmandan sonraki 24 saat içinde kalp atış hızını ve aritmik olayları önemli ölçüde azalttığını bulmuştur [60]. Kontrol grubu ve müdahale grubunun karşılaştırıldığı diğer çalışmalarda, egzersiz programları sonrasında müdahale grubunda anlamlı derecede düşük istirahat kalp hızları tespit edilmiştir [41,61-62].

Egzersizin otonom sinir sistemi üzerinde düzenleyici etkisi vardır. Vagus siniri, kalbin parasempatik innervasyonunun düzenlenmesinde ana rol oynayan bir kranial sinirdir. Mekanizması tam olarak tespit edilmese de egzersizin, vagus sinir aktivitesini arttırdığı gösterilmiştir. Bu durumun azalmış intrinsik kalp hızı, azalmış sempatik tonus ve artmış parasempatik veya vagal tonusun bir kombinasyonundan kaynaklandığı belirtilmektedir. Egzersiz sonrası kalp hızının düşmesinin nedeni budur ve koroner bypass cerrahisi sonrasında olumlu bir prognozu temsil etmektedir [58,63]. Bu sonuçlar KABG cerrahisi sonrası kardiyak rehabilitasyona dayalı egzersiz programı alan hastalarda istirahat kalp hızının ve olumsuz kardiyovasküler olayların görülme sıklığının önemli ölçüde azaldığını göstermektedir.

Miyokard kontraktilesinin ve pompalama etkisinin klinik bir indeksi olan sol ventriküler ejeksiyon fraksiyonu (SVEF) mortalite ve uzun vadeli prognozun iyi bilinen bir belirleyicisidir. Diyastolün sonunda ventriküldeki kan hacmine bağlı olarak sistolde dışarı atılan boşluğun hacmini yansıtan bölümdür [64-66]. Yani kalbin her atışı esnasında ventrikülden pompalanan kan miktarını gösterir. Normal ejeksiyon fraksiyonu %50-70 arasındadır [67]. Literatürde egzersize dayalı kardiyak rehabilitasyonun ejeksiyon fraksiyonu üzerine etkisini inceleyen çalışmalar taranmıştır. Mevcut literatür daha çok kalp yetmezliği hastalarına odaklanmıştır ve bu konu metodolojik bir bütünlükten yoksundur. Behzad ve ark. KABG cerrahisi sonrası hastalarda kardiyak rehabilitasyonun, fonksiyonel kapasite ve ejeksiyon fraksiyonu üzerine etkisini incelemiştir. Denekler müdahale ve kontrol grubu olarak ayrılmış, müdahale grubu kontrol grubuna ek olarak 8 haftalık bir aerobik egzersiz programına katılmıştır. Çalışma sonucunda gruplar arasında fonksiyonel kapasite ve enjeksiyon fraksiyonunda anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. Müdahale grubundaki bireylerin fonksiyonel kapasiteleri ve enjeksiyon fraksiyonu düzeylerinin, egzersiz öncesi döneme kıyasla önemli ölçüde arttığı saptanmıştır [68]. Yaş ortalaması $55,12 \pm 3,97$ yıl olan KABG cerrahisi geçirmiş 42 erkek üzerinde düşük hacimli yüksek yoğunluklu interval ve orta yoğunluklu sürekli antrenmanın kalp hızı değişkenliği, hemodinamik ve ekokardiyografi göstergeleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. 6 haftalık egzersiz eğitimi sonrası, kontrol grubu ve egzersiz grupları karşılaştırıldığında egzersiz gruplarında SVEF'de anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Düşük hacimli yüksek yoğunluklu interval antrenman grubunda, orta yoğunlukta sürekli antrenman grubuna göre SVEF'nin daha fazla bir şekilde arttığı gösterilmiştir [61]. Benzer olarak başka bir çalışmada ise, erken (taburculuktan sonraki 1 ay içinde) merkez veya ev tabanlı 12 haftalık yapılandırılmış bir egzersiz eğitim programının, kontrol grubuna kıyasla SVEF'de anlamlı bir artış oluşturduğunu bulunmuştur. Ancak bu çalışma diğerlerinden farklı olarak önemli bir bulguyu ortaya koymuştur. Taburculuktan sonraki 1 ay içinde başlanan 12 haftalık yapılandırılmış bir egzersiz eğitim programının, miyokardiyal kontraktileyi önemli

ölçüde artırabileceği belirtilmiştir [69]. Wisløff ve ark. egzersizin kalpte yapısal değişiklikler meydana getirdiğini ve bunun SVEF artışına yol açtığını belirtmiştir [70].

Çift çarpım değeri olarak da bilinen hız basınç ürünü, kalp kasına uygulanan stresi ölçmek için kullanılır. Sistolik kan basıncı ile kalp atım hızının çarpılması ile hesaplanır. Miyokardiyal oksijen alımını belirleyen en önemli üç faktör; miyokardın içindeki gerilim, kasılabilirliği ve kalp atış hızıdır. Bu üç faktörün değerleri egzersiz sırasında artarken, artan taleple oksijen ihtiyacını dengelemek için kan akışı değişir. Hız basınç ürünü, çeşitli egzersiz yoğunluklarında doğrudan ölçülen miyokardiyal oksijen alımını ve koroner kan akışını yakından yansıtır. Standart değerleri istirahatte 6000'den (KAH, 50 atım/dak; SKB, 120 mmHg) çok yoğun egzersiz sırasında 40000'e (KH, 200 atım/dak; SKB, 200 mmHg) kadar değişmektedir [71]. Literatürde hız basınç ürününün, kardiyovasküler ve tüm nedenlere bağlı mortalite ile önemli oranda ilişkili olduğu belirtilmiştir bu açıdan oldukça önemli bir parametredir [72]. Moradi ve Fariba (2017), KABG cerrahisi geçiren 100 hastanın kardiyak rehabilitasyon öncesi ve sonrası hız basınç ürünü indeksini karşılaştırmıştır. Her hastaya rehabilitasyon seanslarından önce ve sonra egzersiz tolerans testleri (ETT) yapılmış, ETT sırasındaki maksimum kalp atım hızı ve sistolik kan basıncı toplanmıştır. 12 seanslık çalışmanın sonucunda kalp fonksiyonunun değerlendirilmesinde kantitatif bir kriter olan hız basınç ürünü indeksinin ortalamasının, KABG uygulanan hastalarda anlamlı derecede arttığı gösterilmiştir. [73]. Egzersize dayalı hastane bazlı kardiyak rehabilitasyonun artan hızda mekik yürüme testi kullanarak bazı hemodinamik yanıtlar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Hastalar 8 hafta boyunca haftada üç kez; orta yoğunlukta 60 dakikalık seanslara dahil edilmiştir. Egzersiz eğitimi seansları, öncesinde bir ısınma periyodu ve ardından bir toparlanma periyodunu içeren aerobik ve direnç egzersizlerinden oluşuyordu. Çalışma sonunda hız basınç ürününün önemli ölçüde arttığı bulunmuştur [44]. Başka bir çalışma kardiyak rehabilitasyona dayalı egzersizin iskemi, fonksiyonel kapasite ve çok değişkenli prognoz indeksi üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. 115 hasta, en az 2 ay düzenli denetimli aerobik

egzersizi içeren hastane bazlı çok boyutlu bir kardiyak rehabilitasyon programına alınmışlardır. Kardiyak rehabilitasyonun, semptomlar veya iskemi belirtileri üzerinde fazla etkisi olmadığını ancak Duke prognostik skorunu iyileştirdiği, efor toleransını ve hız basınç ürününü arttırdığı bulunmuştur [48].

VI. SONUÇ

Koroner arter bypass greft cerrahisi sonrası egzersize dayalı kardiyak rehabilitasyon, kalbin hemodinamik yanıtlarını iyileştirmede ve kardiyovasküler olayların görülme sıklığını azaltmada önemli rol oynamaktadır. Çalışmalar istirahat kalp hızını, sistolik ve diyastolik kan basıncını düşürdüğü, ejeksiyon fraksiyonu ve hız basınç ürününü arttırdığını göstermiştir. Müdahalelerin küçük bir örneklem büyüklüğü üzerinde yapılması, süresi ve içeriği standardize edilmemesi çalışmaların sınırlılıkları olarak ifade edilebilir. Gelecekteki araştırmalara daha fazla örneklem büyüklüğü üzerinde çalışmaları, kişiselleştirilmiş farklı egzersiz eğitimi müdahalelerini dahil etmeleri ve hastaların tedaviye uyumlarını artırmak için hasta eğitimi sağlamaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Üner, S., Balcılar, M., ve Ergüder, T. "Türkiye hane halkı sağlık araştırması: bulaşıcı olmayan hastalıkların risk faktörleri prevalansı 2017 (STEPS)." *Dünya Sağlık Örgütü Türkiye Ofisi, Ankara*, 2018.
- [2] Jamison, D. T., Breman, J. G., Measham, A. R., Alleyne, G., Claeson, M., Evans, D.B and Musgrove, P. (Eds.), "Disease control priorities in developing countries." 2006.
- [3] Diehm, C., Lange, S., Darius, H., Pittrow, D., Von Stritzky, B., Tepohl, G., and Trampisch, H.J. "Association of low ankle brachial index with high mortality in primary care." *European heart journal*, 27(14), 1743-1749, 2006.
- [4] Murray, C. J., and Lopez, A.D. "Evidence-based health policy—lessons from the Global Burden of Disease Study." *Science*, 274(5288), 740-743, 1996.
- [5] World Health Organization. "The 10 leading causes of death in the world, 2000 and 2012." *World Health Organization*, 2014.
- [6] Martinez, L. G., and Bucher, L. "Coronary Artery Disease and Acute Coronary Syndrome." *Medical Surgical Nursing*, 2005.
- [7] Badır, A., ve Korkmaz, F.D. "Koroner arter hastalıkları. *Dahili ve Cerrahi Hastalıklarda Bakım.*" 3. Baskı, *Akademisyen Kitapevi, İstanbul*. 431-445, 2014.
- [8] Klavuzları, E.S.C. "Avrupa Klinik Uygulamada Kardiyovasküler Hastalıklardan Korunma Kılavuzu." *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 40, 126-128, 2012.
- [9] Montalestcot, G. "Kararlı koroner arter hastalığı yönetimi kılavuzu." *Türk Kardiyoloji Derneği Araştırma*, 6,96-100, 2014.
- [10] Ovayolu, N. "Akut Koroner Sendrom." *Temel İç Hastalıkları Hemşireliği ve Farklı Boyutlarıyla Kronik Hastalıklar Kitabı*, 88-89, 2016.
- [11] [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- [12] McGill Jr, H.C., McMahan, C.A., and Gidding, S.S. "Preventing heart disease in the 21st century: implications of the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) study." *Circulation*, 117(9), 1216-1227, 2008.
- [13] Brown JC, Gerhardt TE, Kwon E. "Risk Factors for Coronary Artery Disease." *StatPearls Publishing*, 2023.
- [14] Alexander, J. H., and Smith, P.K. "Coronary-artery bypass grafting." *New England Journal of Medicine*, 374(20), 1954-1964, 2016.
- [15] Dressler D. "Management of Patients with Coronary Vascular Disorders." Suzanne C. Smeltezer., Brenda G. Bare Janice L. Hinkle Kerry H. *Cheever Textbook of Medical Surgical Nursing*. Lippincott, 859 – 867, 2008.
- [16] Hillis, L.D., Smith, P. K., Anderson, J.L., et al. "ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery:Executive summary:a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines." 124(23), 2610–2642, 2011.
- [17] Bachar BJ, Manna B. "Coronary Artery Bypass Graft." *Treasure Island: StatPearls Publishing*; 2023.
- [18] Serruys, Patrick W et al. "Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease." *The New England journal of medicine* vol. 360,10: 961-72, 2009.
- [19] Zanini, M., Nery, R. M., de Lima, J.B., Buhler, R.P., da Silveira, A.D., and Stein, R. "Effects of different rehabilitation protocols in patient cardiac rehabilitation after coronary arter bypass graft surgery: a randomized clinical trial." *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 39(6), E19-E25, 2019.
- [20] Dion, W.F., Grevenow, P., Pollock, M.L., Squires, R.W., Foster, C., Johnson, W.D., and Schmidt, D.H. "Medical problems and physiologic responses during supervised inpatient cardiac rehabilitation: the patient after coronary artery bypass grafting." *Heart & lung: the journal of critical care*, 11(3), 248-255, 1982.
- [21] Alling-Berne, L. "The nurse's role: Early supervised exercise following coronary artery bypass surgery." *Focus on critical care*, 14(6), 11-16, 1987.
- [22] Wenger, N.K. "Rehabilitation of the coronary patient: status 1986." *Progress in cardiovascular diseases*, 29(3), 181-204, 1986.
- [23] American Heart Association. "Risk factors and coronary disease: A statement for physicians." *Circulation*, 62(Suppl 2), 455A, 1980.

- [24] Silvidi, G.E., Squires, R.W., Pollock, M.L., and Foster, C. "Hemodynamic responses and medical problems associated with early exercise and ambulation in coronary artery bypass graft surgery patients." *J Cardiopulm Rehabil*, 2, 355-362, 1982.
- [25] Juneau, M., Geneau, S., Marchand, C., and Brosseau, R. "Cardiac rehabilitation after coronary bypass surgery." *Cardiovascular clinics*, 21(2), 25-42, 1991.
- [26] Eder, B., Hofmann, P., Von Duvillard, S. P., Brandt, D., Schmid, J.P., Pokan, R., and Wonisch, M. "Early 4-week cardiac rehabilitation exercise training in elderly patients after heart surgery." *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 30(2), 85-92, 2010.
- [27] Anderson, L., Thompson, D.R., Oldridge, N., Zwisler, A.D., Rees, K., Martin, N., and Taylor, R.S. "Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease." *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), 2016.
- [28] Niebauer, J. "Is there a role for cardiac rehabilitation after coronary artery bypass grafting? Treatment after coronar artery bypass surgery remains incomplete without rehabilitation." *Circulation*, 133(24), 2529-2537, 2016.
- [29] Balady GJ, Williams MA, Ades PA, Bittner V, Comoss P, Foody JM, Franklin B, Sanderson B, Southard D. "Core component of cardiac rehabilitation/secondary prevention program: 2007 update." *Circulation*, 115(20):2675-82, 2007.
- [30] Hambrecht, R., Gielen, S., Linke, A., Fiehn, E., Yu, J., Walther, C., and Schuler, G. "Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: a randomized trial." *Jama*, 283(23), 3095-3101, 2000.
- [31] American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation. "Guidelines for Cardia Rehabilitation and Secondary Prevention Programs." *Human Kinetics*, 2013.
- [32] Karapolat, H., ve Durmaz, B. "Exercise in cardiac rehabilitation/Kardiyak rehabilitasyonunda egzersiz." *The Anatolian Journal of Cardiology (Anadolu Kardiyoloji Dergisi)*, 8(1), 51-58, 2008.
- [33] Irish Association of Cardiac Rehabilitation Guidelines 2013.
- [34] Arıkan H. "Kardiyak Rehabilitasyonun Evreleri." *Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics*. 5(2):64-8, 2012.
- [35] Van der Peijl, I.D., Vlieland, T.P.V., Versteegh, M.I., Lok, J.J., Munneke, M., and Dion, R.A. "Exercise therapy after coronary artery bypass graft surgery: a randomized comparison of a high and low frequency exercise therapy program." *The Annals of thoracic surgery*, 77(5), 1535-1541, 2004.
- [36] Kovacs, A.H., Kaufman, T.M., and Broberg, C.S. "Cardiac Rehabilitation for Adults With Congenital Heart Disease: Physical and Psychosocial Considerations." *The Canadian journal of cardiology*, 34(10 Suppl 2), S270-S277, 2018.
- [37] American College of Sports Medicine. "Guidelines for exercise testing and prescription." *Williams&Wilkins*, 1991.
- [38] Geler D, Gürsel Y. "Kardiyak rehabilitasyon." *T Klin Kardiyoloji*, 3:26-36, 2003.
- [39] Gappmaier, E. "The Submaximal Clinical Exercise Tolerance Test (SXTT) to establish safe exercise prescription parameters for patients with chronic disease and disability." *Cardiopulmonary physical therapy journal*, 23(2), 19, 2012.
- [40] Goncalves, C., Raimundo, A., Abreu, A., and Bravo, J. "Exercise intensity in patients with cardiovascular diseases: Systematic review with meta-analysis." *International journal of environmental research and public health*, 18(7), 3574, 2021.
- [41] Ghashghaei, F.E., Sadeghi, M., Marandi, S.M., and Ghashghaei, S.E. "Exercise-based cardiac rehabilitation improves hemodynamic responses after coronary artery bypas graft surgery." *ARYA atherosclerosis*, 7(4), 151, 2012.
- [42] Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, et al. "Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure." *Hypertension*. 42(6):1206-1252, 2003.
- [43] Moser, M. A "Touch of High Blood Pressure." *The Journal of Clinical Hypertension*, 4(1), 10, 2002.
- [44] Osailan, A., and Abdelbasset, W.K. "Exercise-based cardiac rehabilitation for postcoronary artery bypass grafting and its effect on hemodynamic responses and functional capacity evaluated using the Incremental Shuttle Walking Test: A retrospective pilot analysis." *Journal of the Saudi Heart Association*, 32(1), 25, 2020.
- [45] Badrov, M.B., Wood, K.N., Lalande, S., Sawicki, C. P., Borrell, L.J., Barron, C. C., and Shoemaker, J.K. "Effects of 6 months of exercise-based cardiac rehabilitation on autonomic function and neuro-cardiovascular stress reactivity in coronary artery disease patients." *Journal of the American Heart Association*, 8(17), e012257, 2019.
- [46] Lawler, P.R., Filion, K.B., and Eisenberg, M.J. "Efficacy of exercise-based cardiac rehabilitation post-myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials." *American heart journal*, 162(4), 571-584, 2011.
- [47] Frontera, W. R., Dawson, D.M., and Slovik, D.M. "Exercise in Rehabilitation." *Medicine Human Kinetics*, 48, 1999.
- [48] Sharma, R., and McLeod, A.A. "Cardiac rehabilitation after coronary artery bypass graft surgery: its effect on ischaemia, functional capacity, and a multivariate index of prognosis." *Coronary health care*, 5(4), 189-193, 2001.
- [49] Dimeo, F., Pagonas, N., Seibert, F., Arndt, R., Zidek, W., and Westhoff, T.H. "Aerobic exercise reduces blood pressure in resistant hypertension." *Hypertension*, 60(3), 653-658, 2012.
- [50] Kannel, W.B., Kannel, C., Paffenbarger Jr, R.S., and Cupples, L.A. "Heart rate and cardiovascular mortality:

- the Framingham Study.” *American heart journal*, 113(6), 1489-1494, 1987.
- [51] Gillum, R.F. “Epidemiology of resting pulse rate of persons ages 25-74--data from NHANES 1971-74.” *Public Health Reports*, 107(2), 193, 1992.
- [52] Mason, J.W., Ramseth, D.J., Chanter, D.O., Moon, T. E., Goodman, D.B., and Mendzelevski, B. “Electro cardiographic reference ranges derived from 79,743 ambulatory subjects.” *Journal of electrocardiology*, 40(3), 228-234, 2007.
- [53] Pierdomenico, S.D., Bucci, A., Lapenna, D., Cuccurullo, F., and Mezzetti, A. “Clinic and ambulatory heart rate in sustained and white-coat hypertension.” *Blood Pressure Monitoring*, 6(5), 239-244, 2001.
- [54] Mancia, G., Grassi, G., Pomidossi, G., Gregorini, L., Bertinieri, G., Parati, G., and Zanchetti, A. “Effects of blood-pressure measurement by the doctor on patient's blood pressure and heart rate.” *The Lancet*, 322(8352), 695-698, 1983.
- [55] “All About Heart Rate (Pulse).” *American Heart Association*. 22 Aug 2017.
- [56] Besnier, F., Labrunee, M., Pathak, A., Pavy-Le Traon, A., Gales, C., Senard, J.M., and Guiraud, T. “Exercise training-induced modification in otonomic nervous system: An update for cardiac patient.” *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 60(1), 27-35, 2017.
- [57] Qiu, S., Cai, X., Sun, Z., Li, L., Zuegel, M., Steinacker, J. M., and Schumann, U. “Heart rate recovery and risk of cardiovascular event and all-cause mortality: a meta-analys of prospective cohort studies.” *Journal of the American Heart Association*, 6(5), 2017.
- [58] He, X., Zhao, M., Bi, X., Sun, L., Yu, X., Zhao, M., and Zang, W. “Novel strategies and underlying protective mechanisms of modulation of vagal activity in cardiovascular diseases.” *British journal of pharmacology*, 172(23), 5489-5500, 2015.
- [59] Miao, J., Yang, H., Shi, R., and Wang, C. “The effect of cardiac rehabilitation on cardiopulmonary function after CABG: A systematic review and meta-analysis.” *iScience*, 107861, 2023.
- [60] Guiraud, T., Labrunee, M., Gaucher-Cazalis, K., Despas, F., Meyer, P., Bosquet, L., Gales, C., Vaccaro, A., Bousquet, M., Galinier, M., et al. “High-intensity interval exercise improves vagal tone and decrease arrhythmias in chronic heart failure.” *Med Sci Sports Exerc* 45, 1861-1867, 2013.
- [61] Ghardashi-Afousi, A., Holisaz, M.T., Shirvani, H., and Pishgoo, B. “The effects of low-volume high-intensity interval versus moderate intensity continuous training on heart rate variability, and hemodynamic and echocardiography indices in men after coronary artery bypass grafting: A randomized clinical trial study.” *ARYA atherosclerosis*, 14(6), 260–271, 2018.
- [62] Bilińska, M., Kosydar-Piechna, M., Mikulski, T., Piotrowicz, E., Gąsiorowska, A., Piotrowski, W., and Piotrowicz, R. “Influence of aerobic training on neurohormonal and hemodynamic responses to head-up tilt test and on otonomic nervous activity at rest and after exercise in patients after bypass surgery.” *Cardiology Journal*, 20(1), 17-24, 2013.
- [63] Heydari, M., Boutcher, Y.N., and Boutcher, S.H. “High-intensity intermittent exercise and cardiovascular and otonomic function.” *Clinical autonomic research*, 23, 57-65, 2013.
- [64] Ratchford, A.M., Hamman, R.F., Regensteiner, J.G., Magid, D.J., Gallagher, S.B., and Merenich, J.A. “Attendance and graduation patterns in a group-model health maintenance organization alternative cardiac rehabilitation program.” *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 24(3), 150-156, 2004.
- [65] Johnson, N., Fisher, J., Nagle, A., Inder, K., and Wiggers, J. “Factors associated with referral to outpatient cardiac rehabilitation services.” *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 24(3), 165-170, 2004.
- [66] Kosaraju, A., Goyal, A., Grigorova, Y., and Makaryus, A.N. “Left Ventricular Ejection Fraction”. *StatPearls Publishing*, 2023.
- [67] Sevinç S. “Kardiyovasküler sistem hastalıkları ve hemşirelik yönetimi.” *Ovayolu N, Ovayolu Ö. Temel İç Hastalıkları Hemşireliği'nde*. Adana: Nobel Tıp Kitabevi; S.140-142, 2017.
- [68] Behzad Khameslo, M., Tofighi, A., Tolouei Azar, J., Hosseini, S.H., and Madani, Z. “The effect of cardiac rehabilitation exercises on functional capacity and Ejection fraction in patients after coronary artery bypass graft surgery.” *Razi Journal of Medical Sciences*, 27(7), 130-139, 2020.
- [69] Haddadzadeh, M.H., Maiya, A.G., Padmakumar, R., Shad, B., and Mirbolouk, F. “Effect of exercises-based cardiac rehabilitation on ejection fraction in coronary artery disease patients: a randomized controlled trial.” *Heart Views: The Official Journal of the Gulf Heart Association*, 12(2), 51, 2011.
- [70] Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognmo, Haram, P.M., and Skjærpe, T. “Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study.” *Circulation*, 115(24), 3086-3094, 2007.
- [71] Katch, V.L., McArdle, W.D., and Katch, F.I. “Essentials of Exercise Physiology.” *In The Cardiovascular System and Exercise* (4 ed., p. 312), 2010.
- [72] Liu, Y., Sugiyama, D., Hirata, A., Miura, K., Ueshima, H., Kadota, A., and Okamura, T. “Double Product Privilege in Predicting All-cause and Cardiovascular Disease Mortality Compare to Heart Rate and Blood Pressure Separately, the Nippon-data 80 Study.” *Circulation*, 140, A11254-A11254, 2019.
- [73] Moradi, M., and Fariba, F. “A comparative study of the double product index before and after cardiac rehabilitation in patients undergoing coronary artery bypass grafting.” *Annals of Tropical Medicine & Public Health*, 10(4), 2017.