

Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Uygulanacak Hastada Değerlendirme

The Assessment of Candidates for Cardiopulmonary Rehabilitation

Figen Tuncay

S.B. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1.Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniđi, Ankara, T¼rkiye

ÖZET

Kronik kardiyak ve pulmoner hastalığı olan hastaların egzersiz kapasitelerinde kardiyopulmoner rehabilitasyon programlarında uygulanan spesifik egzersiz eğitimleri sonrasında d¼zelebilen sınırlanmalar mevcuttur. Kardiyopulmoner rehabilitasyon uygulanacak hastada, başlangıç değerlendirmesi olarak, hikaye ve fizik muayene yapılmalı ve mevcut laboratuvar ve fizyolojik test sonuçları değerlendirilmelidir. Klinik olarak mevcut egzersiz testleriyle egzersiz kapasitesinin bireysel olarak değerlendirmesi, rehabilitasyon s¼reci ile ilişkilendirilebilen hastaya ait en önemli sonuçları verir. Bu ölç¼mler, laboratuvar (treadmill ve/veya bisiklet ergometre) ve saha (y¼r¼me) egzersiz testleri, solunum fonksiyon testleri ve angina/dispne ölç¼mleridir. (FTR Bil Der 2010;13 zel Sayı:17-26)

Anahtar kelimeler: Kardiyopulmoner egzersiz testi, solunum fonksiyon testi, kardiyopulmoner rehabilitasyon, dispne

ABSTRACT

Patients with chronic cardiac and pulmonary disease have limitations in their exercise capacity, which may be improved after specific training in cardiopulmonary rehabilitation program. The initial evaluation of the patient referred for cardiopulmonary rehabilitation includes history and physical examination, as well as review of the laboratory and physiologic testing data. Individual assessment of exercise capacity by clinically available exercise tests supplies valuable information about the patient that should be used in the customized rehabilitation process. These measurements include laboratory (treadmill and/or cycle ergometer) and field (walking) tests, pulmonary function tests, angina/ dyspne measurements. (J PMR Sci 2010;13 Suppl:17-26)

Keywords: Cardiopulmonary exercise testing, pulmonary function test, cardiopulmonary rehabilitation, dyspne

Yazıřma Adresi Corresponding Author

Dr. Figen Tuncay

S.B. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1.Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniđi, Cebeci, Ankara, T¼rkiye

Tel.: +90 312 595 33 92

Gsm: +90 535 304 64 01

E-posta: figengokoglu@mynet.com

Geliř Tarihi/Received: 02.11.2010

Kabul Tarihi/Accepted: 04.12.2010

Giriř

Kronik kardiyak ve pulmoner hastalığı olan hastalar, kardiyopulmoner rehabilitasyon programlarında uygulanan spesifik egzersiz eğitimleri sonrasında d¼zelebilen egzersiz kapasitelerinde sınırlanmalara sahiptir (1,2).

Kardiyopulmoner rehabilitasyon uygulanacak hastada, başlangıç değerlendirmesi olarak, hikaye ve fizik muayene yapılmalı ve mevcut laboratuvar ve fizyolojik test sonuçları değerlendirilmelidir (3). Bu hasta grubunun uygun değerlendirilmesinde laboratuvar testleri, gđ¼s radyografisi, EKG, arteriyel kan gazı, pulse oksimetri, tam kan sayımı ve solunum

fonksiyon testleri kullanılmalı ve bazı durumlarda da toraks kompüterize tomografi veya ventilasyon perfüzyon sintigrafisi gibi ileri tetkiklere başvurulmalıdır (4).

Laboratuvar Testleri

Kardiyak ve pulmoner rehabilitasyon uygulamadan önce, istirahat ve egzersizde yapılacak laboratuvar testlerinin değerlendirilmesi gereklidir. Bunlardan bazıları aşağıda tanımlanmıştır.

Kan Gazları: Femoral ve brakial arterlerden alınan arter gazlarındaki, hidrojen iyon konsantrasyonu (pH), CO₂ parsiyel basıncı ve O₂ parsiyel basıncının ölçümünü ifade eder. İnvaziv bir metoddur. Gaz değişiminin sağlık derecesini değerlendirir. Oksijenasyonu değerlendirmek için PaO₂ incelenir. 80mmHg'nin altı değerler hipoksemiye gösterir. Normal değerler 80-100 mmHg'dir.

Ventilasyonu değerlendirmek için PaCO₂ incelenir. PaCO₂>45 mmHg değerleri hiperkapniyi gösterir. Normal değerler 35-45 mmHg'dir. Gaz alışverişini değerlendirmek için P(A-a) O₂ hesaplanır. Sağlıklı genç bir hastada 5-15 mmHg değerleri normal olarak kabul edilir. pH=7,35-7,45, HCO₃=22-26 mEq/L değerler normal sınırlardır (5).

İstirahatte Alınan EKG: Sol ventrikül hipertrofisini, önceki miyokard enfarktüsünü, ileti anormalliklerini ve aritmileri belirler. Egzersizle uyarılmış değişikliklerin kıyaslanması gereklidir.

Göğüs X-ray: Kardiomegali, pulmoner ödem ve plevral efüzyonu belirler. Atelektazi, pnömotoraks ve konsolidasyon gibi postoperatif değişikliklerin belirlenmesinde yardımcıdır.

Ekokardiyografi: Miyokard ve valvüler yapıların incelenmesini, ejeksiyon fraksiyonunun belirlenmesini, kalp duvarı hareket anormalliklerini, kapak stenozu ve regurjitasyonunu, perikardiyal efüzyonu belirler.

Ambulatuvar 24 saatlik Holter monitörizasyonu: İntermittant aritmilerin belirlenmesinde ve antiaritmik tedavilerin sonuçlarının takip edilmesinde yardımcıdır.

Koroner Anjiyografi: Koroner arter hastalığının boyutunu öğrenmek için yapılır. Koroner arter lümeninin ne kadar daral-

dığını ortaya koyar. Sol ventrikül ve kapak fonksiyonunu kantitatif olarak göstermeye yardımcı olur.

Egzersiz Stres Testi (EST): Miyokard enfarktüsü sonrası 3 gün içinde güvenle gerçekleştirilebilir. Düşük seviyeli submaksimal EST, hastaneden taburculuktan önce, fonksiyonel aktiviteyi kantitatif olarak belirlemeye yardımcı olur. Hastalara EST uygulamak için, 120/dk pik kalp hızına ulaşmak, tahmini maksimum kalp hızının %70'ine ulaşmak veya MET seviyesinin 5'e ulaşması gibi sonlandırma kriterlerine sahip protokoller kullanılabilir.

Sistolik kan basıncı, normalde test boyunca 10-30 mmHg yükselir, pik >140 mmHg'dir. Diastolik kan basıncı ise stabil kalır veya azalır. Normal bir EST yaş ve cinsiyete göre tahmin edilen maksimum kalp hızının %85'ine ulaşıldığında sonlandırılır. Testi sonlandırmadaki diğer endikasyonlar Tablo 1'de özetlenmiştir. Tablo 2'de ise EST uygulanmasının kontrendikasyonu olduğu durumlar gösterilmiştir.

Egzersiz kapasitesini belirleyen değerler; MET seviyesi, egzersiz süresi ve maksimum kalp hızı değeridir. Aralıklı uygulanan seri EST testleri ile fizyolojik ve fonksiyonel gelişmeler kaydedilebilir ve egzersiz reçetesi modifiye edilebilir (3).

Solunum Fonksiyon Testleri (SFT)

Spirometre, akciğer fonksiyonlarını test etmede en sık kullanılan, yararlı fizyolojik bir testtir. Bireyin, zamanın fonksiyonu olarak inhale ve ekspire ettiği hava hacimlerini ölçmede kullanılır (6). Pulmoner problemi olan bir hastada, etkili bir tedavi planlayabilmek için, normal ve hastalıklı durumlarda solunum yükü ve mekanikleri ile solunum fonksiyon testlerinin iyi anlaşılması gereklidir. SFT yapılma endikasyonları;

1. Nefes darlığı yakınması olan bireylerde, dispnenin pulmoner mi kardiyak nedenle mi olduğunu ayırt etmek.
2. Pulmoner kökenli nefes darlıklarında ventilatuvar bozukluğun obstrüktif mi, restriktif mi olduğunu saptamak.
3. Bronş astması tanısı şüpheli olgularda tanıyı kesinleştirmek, bronkokonstriksiyon veya bronkoprovokasyonla tanıyı doğrulamak.
4. Santral hava yolları obstrüksiyonunu periferik hava yolları obstrüksiyonundan ayırt etmek.

Tablo 1: Egzersiz testini sonlandırma endikasyonları

Kesin	Göreceli
İş yükünde artmaya rağmen, başlangıca göre SKB>10 mmHg düşme, iskemi	İş yükünde artmaya rağmen, başlangıca göre SKB>10 mmHg düşme, iskemi olmaksızın
Orta ile ileri derecede anjina	ST depresyonu>2 mm üzerinde olması
SSS semptomlarında artma (ataksi, baş dönmesi, senkop v.s.)	Ventriküler taşikardi dışında, multifokal prematür ventriküler kontraksiyonlar, bradikardi gibi diğer aritmilerin olması
Kötü perfüzyon bulguları (siyanoz veya solgunluk)	Yorgunluk, nefes darlığı, hırıltılı solunum, bacak krampları, kladikasyon
EKG veya SKB takibinde teknik zorluklar	Dal bloğunun gelişimi, intraventriküler ileti gecikmesi
Hastanın testi sonlandırma isteği	Artmış göğüs ağrısı
Ventriküler taşikardi	Hipertansif cevap: SKB>250mmHg ve/veya DKB>115 mmHg
ST elevasyonu >1,0 mm	

5. Erişkinde ve çocuklarda standart spirometrik değerleri saptamak.

6. Bozulmuş akciğer fonksiyonlarının tedavideki etkinliğini, bronkodilatatörlere cevabını belirli zaman aralıkları sonunda izlemek.

7. Mesleğe bağlı gelişen pnömokonyozlar ve KOAH ile oluşan maluliyet derecelerini saptamak.

8. Toplumda epidemiyolojik araştırma yapmak.

9. Opere edilecek olgularda; preoperatif değerlendirmeye genel anestezi uygulanması ve rezeke edilecek akciğerin değerlendirilmesi.

10. Egzersiz testlerinden sonra özellikle egzersizle tetiklenen astma tanısının konması, KOAH ve pnömokonyozlarda egzersiz kapasitesini belirlemek, pulmoner rehabilitasyonu planlamak.

Genel olarak, akciğer fonksiyon testleri statik ve dinamik testler olarak yapılır (7).

Statik Testler

Normal solumada alıp verilen hava hacmine tidal hacim (V_T) denir. Normal bir ekspirasyon sonrası akciğerlerde kalan hava hacmi fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) olarak bilinir. Maksimal ekspirasyon tamamlandıktan sonra akciğerlerde kalan hava miktarına ise rezidüel hacim (RV) denir. Vital kapasite (VC) ise maksimal bir inspirasyon, ardından maksimal ekspirasyon sonrası (yavaş ve zorlanmadan) dışarı verilen hava miktarıdır. Vital kapasite ile rezidüel hacmin toplanması ile total akciğer kapasitesi (TLC) elde edilir (Şekil 1). Gazlı testlerle indirekt yolla veya vücut pletismografisi ile RV, FRC ve TLC ölçülebilir.

Dinamik Testler

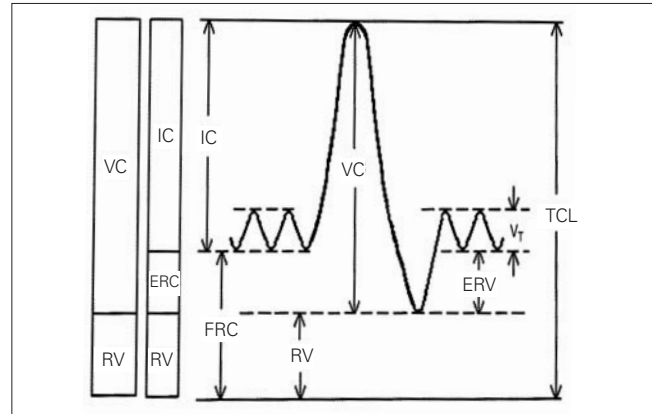
Bu statik hacimlere ek olarak, birkaç dinamik hacim, pulmoner veya nöromusküler problemi olan hastaları değerlendirmede yararlıdır. Zorlu vital kapasite (FVC) genellikle vital kapasitenin yüzdesi olarak da ifade edilir, spesifik birim zamanda maksimal çaba ile dışarı atılan hava hacmidir. Sağlıklı bireylerde FVC, VC'ye eşittir. FEV₁, zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan hava hacmidir. ATS (American Thoracic Society), BTS (British Thoracic Society), ERS'ye (European Thoracic Society) göre sırasıyla FEV₁'in tahmini yüzde değerlerinin, 35, 40 ve 50'nin altında olması obstrüktif akciğer hastalığının cid-

di olduğunu gösterir (8). FEV₁ özellikle KOAH hastalarının değerlendirilmesinde yararlıdır. FEV₁/FVC obstrüktif ve restriktif ventilatuvar bozuklukların değerlendirilmesinde önem taşır. Beklenen değere yakın, beklenen değerde veya beklenen değerden fazla oluşu restriktif ventilatuvar bozukluğu gösterirken, azaldığı durumlarda obstrüksiyon lehine düşünülür. Maksimum ekspirasyon ortası akım hızı ise (MMF, FEF₂₅₋₇₅), zorlu ekspirasyonun ilk ve son 1/4 ile orta bölümleri arasındaki akım hızıdır (Şekil 2). Hava yollarındaki obstrüksiyonu erken dönemde gösteren, özellikle orta ve küçük hava yolları obstrüksiyonunu belirleyen en duyarlı, en önemli parametredir.

Bu ölçümler, solunum kaslarının maksimal çabasına dayanmaktadır. Atrofi, kötü beslenme, hastalık veya efor sarfetme eksikliği test sonuçlarının kötü olmasına neden olur. Solunum kas gücü, maksimal inspiratuvar ve ekspiratuvar basınçlar ile değerlendirilebilir.

MIP (P_{imax}): Maksimal inspiratuvar basınç, hava yolları kapatıldığında inspirasyondaki en yüksek basınçtır. Normal değeri 60-90 cm H₂O'den fazladır.

MEP (P_{emax}): Maksimal ekspiratuvar basınç, kapalı hava yollarına karşı ekspirasyondaki en yüksek basınçtır. 80-100 cm H₂O'dan fazla olmalıdır.



Şekil 1. Çeşitli akciğer volümlerinin total akciğer volümleri ile olan ilişkisi.

Normal sağlıklı bir bireyde; VT: 400-500 ml, FRC: 2300 ml, ERV: 1100 ml, VC: 4600 ml, RV: 1200 ml, IC: 3500 ml, TLC:5800 ml'dir

Tablo 2: Egzersiz stres testinin kontrendikasyonları

Kesin	Göreceli
Akut miyokard enfarktüsü (2 gün içinde)	Sol ana koroner arter hastalığı
Yüksek risk unstable anjina	Orta derecede stenotik kalp kapak hastalığı
Kontrol edilemeyen kardiyak aritmi	Elektrolit anormallikleri
Semptomatik ciddi aortik stenoz	Ciddi arteriyel hipertansiyon (SKB>200, DKB>110 mmHg)
Kontrol edilemeyen semptomatik konjestif kalp yetmezliği	Taşikardi veya bradikardi
Akut pulmoner emboli veya pulmoner enfarkt	Hipertrofik kardiyomyopati
Akut miyokardit veya perikardit	Egzersiz gerçekleştirmeyi engelleyecek düzeyde mental veya fiziksel bozukluk
Akut aort disseksiyonu	Yüksek derecede atrioventriküler blok

Endürans ise maksimum ventilasyon hacmi (MVV) ile değerlendirilir. MVV, hastadan olabilen en hızlı ve derin şekilde belirli bir zaman periyodunda nefes alıp vermesi istenerek atılan hava volümü olarak ölçülür. Hasta 12-15 saniye kadar, mümkün olduğunca derin ve hızlı, spirometrenin içinden nefes alır ve verir. Maksimal nefes alma periyodu sırasında alınan veya verilen havanın total hacmi hesaplanır, dakika başına litre terimi ile ifade edilir. MVV, göğüs duvarı ve akciğerlerin mekanik ve nöromüsküler durumu ile etkilenebilir. İnspiratuvar kasların yorgunluğu, yüksek dakika ventilasyonunu devam ettirebilmeyi sınırlar. MVV, bireyin FEV₁ değeri ile ilişkilidir. MVV beklenen değerleri kadınlarda; FEV₁x40, erkeklerde; FEV₁x34'dür. Sağlıklı bireylerde 150-200 lt/dk'dır. %50'nin altında olduğunda cerrahi için risk kriteridir. İnspiratuvar kas yorgunluğunun başlangıcını gösteren karakteristik elektromiyografik bulgular da vardır. Bu bulgular, diafram ve interkostal kaslardan kaydedilebilir. KOAH'lı hastalar nöromüsküler ve iskelet hastalıkları olan hastalarda olduğu gibi egzersiz sırasında inspiratuvar kas yorgunluğunun bu paternini gösterebilir. KOAH'lı hastalarda, egzersiz toleransı, akciğer mekanikleri ve solunum kas performansı nedeniyle sınırlandırılmıştır (7,9).

Akım Hacim Eğrileri;

İç çapı 2 mm'den küçük hava yollarındaki darlıkları erken evrede saptamakta spirometrik testler yetersiz kalır, F-V eğrileriyle periferik hava yollarındaki obstrüksiyonlar erken evrede saptanır. Ekspirasyon zirve noktası (PEFR), ekspirasyonda hava akım hızının en yüksek olduğu noktadır. Büyük hava yollarındaki obstrüksiyonu gösteren parametredir (trakea, ana bronşlar gibi santral hava yolları). Normal bir akım-hacim eğrisi Şekil 3'te, patolojik durumlarda görülen akım hacim eğrileri de Şekil 4'de gösterilmiştir (7).

Difüzyon Kapasitesi (DLCO): Herhangi bir gazın bir birim zaman içinde (1 dk) belirli bir basınç farkıyla alveola-kapiller

Tablo 3: Çeşitli hastalıklarda solunum fonksiyon testlerinin yorumlanması

	Obstrüktif	Restriktif	Vasküler
FEV ₁ (L)	↓	↓	↔
FVC (L)	↓	↓	↔
FEV ₁ /FVC	↓	↔veya↑	↔
TLC (L)	↑	↓	↔
VC(L)	↓	↓	↔
FRC (L)	↑	↓	↔
RV (L)	↑	↓	↔
DL _{CO}	↔veya ↓	↔veya ↓	↓

↓=azalmış, ↑=artmış, ↔=değişiklik yok
↔ veya ↓= hastalık sürecinde erken dönemde değişiklik yok, geç dönemde azalma
↔ veya ↑= hastalık sürecinde erken dönemde değişiklik yok, geç dönemde artma
FEV₁ = 1 sn'deki zorlu ekspiratuvar volüm, FVC= zorlu vital kapasite, RV= rezidüel volüm
TLC= total akciğer kapasitesi, VC= vital kapasite DL_{CO}= karbonmonoksit difüzyon kapasitesi
FRC (L)=fonksiyonel rezidüel kapasite

membrandan geçen miktardır. DLCO vücuda giren O₂ ile atılan CO₂'in esas göstergesidir.

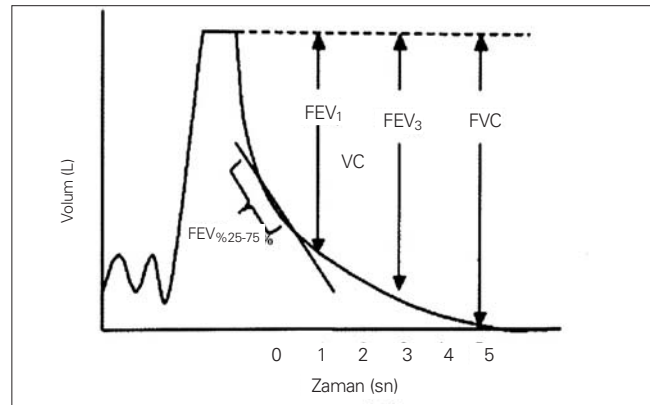
Üç genel tip akciğer hastalığı mevcuttur; obstrüktif, restriktif ve vasküler. Obstrüktif akciğer hastalığında başlıca ekspirasyonda hava yolu kısıtlılığı mevcuttur. Restriktif akciğer hastalığı olanlarda akciğer volümlerinde azalma mevcuttur. Vasküler hastalıklarda da pulmoner vasküler yataкта değişimler mevcuttur (Tablo 3). Her akciğer hastalığı hem istirahat hem de egzersizde kendine özel patofizyolojiye sahiptir (4,10).

Genel Olarak SFT'nin Yorumlanması

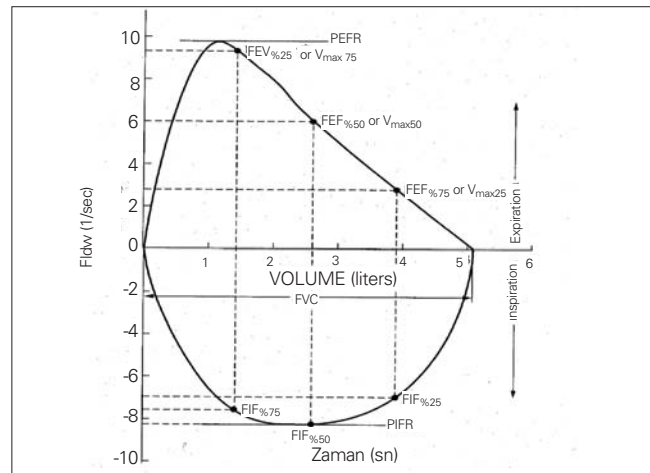
SFT parametrelerinin kadın ve erkek için ayrı yaş ve boya uygun normogramları ve formülleri çeşitli araştırmacılar tarafından elde edilmiştir. Bireyde elde edilen değerlerin normal olup olmadığına, bulunan gerçek değerlerin o yaş, boy ve cins için beklenen değerlerin yüzde kaç olduğu saptanarak karar verilir. Şekil 5'de akciğer fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılacak basitleştirilmiş bir algoritma verilmiştir (11).

Kardiyopulmoner Egzersiz Testleri (KPET)

Egzersiz testleri, kardiyovasküler ve pulmoner hastalığı olan hastalarda tanı koymada ve prognostik bilgi verme konu-



Şekil 2. Dinamik akciğer volümlerinin şematik gösterilmesi



Şekil 3. Maksimal ekspirasyon-inspirasyon akım hacim eğrisi

sunda uzun süredir kullanılmakta olan ve bu konuda altın standart olan testlerdir (12). Aynı zamanda, tedaviye yönlendirme konusunda da yardımcı olmaktadır. Özellikle görüntüleme yöntemleri ile birlikte değerlendirildiklerinde, kardiyak ve pulmoner yapı ve fonksiyon hakkında daha güvenilir ve ek bilgiler sağlamaktadır. KPET temel prensibi, solunum veya kardiyovasküler sistemin stres altında daha kolay ve hızlı bir şekilde yetmezliğe girmesidir (13,14).

Normal şahıslarla karşılaştırıldığında, kardiyopulmoner problemi olan hastalarda egzersiz tolerans azalmıştır. Pek çok kronik respiratuvar ve kardiyovasküler hastalıkta egzersiz intoleransı, zorlu 1. sn.deki ekspiratuvar volüm, karbon monoksit difüzyon kapasitesi veya ejeksiyon fraksiyonu gibi istirahat fizyolojik ölçümlerinden yeterince tahmin edilememektedir (12). Aynı zamanda, egzersiz testi sırasında ek olarak ventilatuvar gaz değişiminin ölçülmesi, bir dizi klinik yararlı bilginin elde edilmesini sağlar (4,15,16).

İşlevsel ve tanıl olmak üzere 2 şekilde yapılabilir. İşlevsel olarak, kardiyovasküler fonksiyon ve fiziksel iş kapasitesi değerlendirilir. Egzersiz reçetesi yazılmasında, mesleki aktivite sınırlarının belirlenmesinde, ilaç ve diğer kardiyak girişimlerin etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılır. Tanısal amaçlı yapılan testte, hasta mevcut medikal tedavisini almamalıdır. İşlevsel testte ise, mevcut tedavi alınarak test uygulanmalıdır. KPET'de hastalara, yorgunluk veya dispne gibi semptomlar gelişinceye kadar, sürekli artış gösteren iş yükü artışı uygulanır (10).

Hasta, egzersiz testini maksimal kalp hızının en az %85'ine ulaşacak seviyeye kadar sürdürülmesi konusunda cesaretlendirilmelidir. Test bisiklet ergometresi, üst ekstremitte ergometresi ve treadmill olmak üzere üç şekilde uygulanabilir. Bisiklet ergometresi Avrupa'da sık kullanırken treadmill ABD'de sık kullanılır.

Bisiklet ergometresi, yürüme ve denge sorunu olan hastalarda klaudikasyon ve obezite varlığında uygulanması daha yararlıdır. Yatay bisiklet olarak da uygulanabilir. En sık testi sonlandırma nedeni bacaklarda kuadriseps yorgunluğudur. Tablo 4'de bisiklet ve treadmill ergometrelerinin kullanım farklılıkları özetlenmiştir.

Üst ekstremitte ergometresi, omurilik yaralanması, diğer paralizisi tipleri, artropati ve vasküler ve nörolojik hastalıkların varlığında kullanılır (3).

Tablo 4: Treadmil ve bisiklet ergometresinin karşılaştırılması

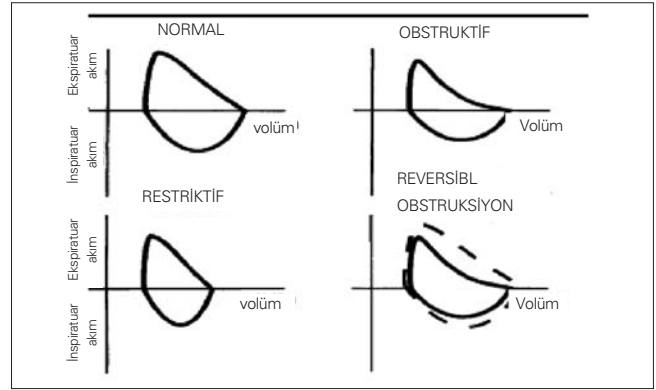
	Treadmil	Bisiklet
Yüksek max VO ₂ ve O ₂ pulse	+	
Maksimal kalp hızı ve VE	+	+
Egzersiz kolaylığı	++	+
İş yükünün yönlendirilmesi	-	++
EKG ve TA takibi kolaylığı	-	++
AKG takibi	-	++
Kas-iskelet güvenliği		+
Supin pozisyonda kullanılabilirlik		+
Düşük maliyet		+
Uygulama kolaylığı		+

Treadmil egzersiz testinin önemli bir avantajı standardize edilmiş pek çok protokolün olmasıdır (Bruce, Cornell, Weber, Balke-Ware, Naughton vb.) Olumsuz yönleri, hastaların uyum sorunu ve aşırı vücut ağırlığının testi önlemesidir. Aynı zamanda alt ekstremitelerinde kas iskelet sistemi problemleri olanlar, testi uygulamada zorluk çekerler. Bisikletde uygulanan yük; pedal rezistansı ve pedali çevirme hızı ile belirlenir (15). Treadmil de uygulanan yük ise yürüme yüzeyinin hızı ve eğiminin değiştirilmesiyle ayarlanır.

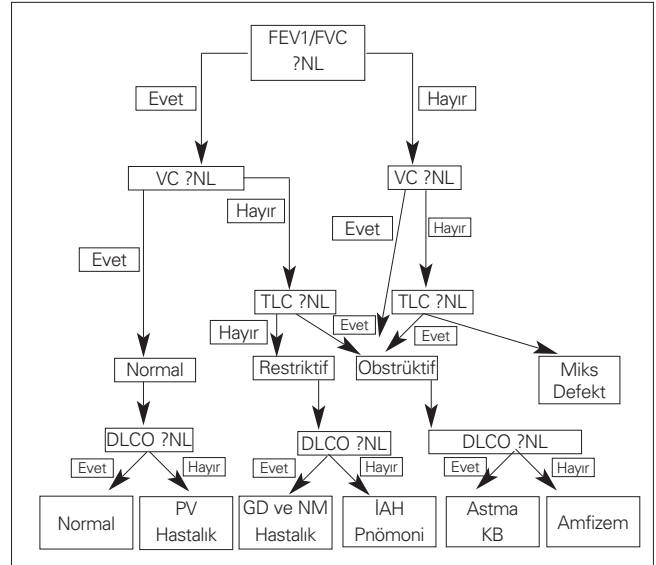
Ekspire edilen gazın toplanma sistemine göre 2 yöntem vardır;

1. Mixing Chamber: Belirli aralıklarla bir ortamda toplanan hava, gazlar yönünden değerlendirilir.

2. Breath by Breath: Her nefeste verilen hava değerlendirilir. Bu sistemde gaz analizörü ile birlikte akım ve volüme



Şekil 4. Çeşitli akciğer patolojilerindeki akım hacim eğrileri



Şekil 5. Klinik pratikte akciğer fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılacak basitleştirilmiş algoritma.

NL; Normalin alt sınırı, FEV1/VC; 1. saniyedeki zorlu ekspiratuvar volüm/ Vital kapasite, TLC; total akciğer kapasitesi, DLCO; karbonmonoksit difüzyon kapasitesi, PV; pulmoner vasküler GD; göğüs duvarı NM; nöromusküler İAH; interstiyel akciğer hastalığı KB; kronik bronşit

duyarlı transdüserler yer alır. Daha değerli ve geçerli bir yöntem olduğu bildirilmektedir (14).

Egzersiz testleri uygulanan protokole göre 2 kategoride toplanmaktadır.

1- İlerleyici çok basamaklı testler: İş yükü belli aralıklarla artar, kişinin ulaşabileceği maksimum ventilasyon ve kalp hızı ve diğer parametreleri belirlemede uygun protokollerdir. İnkremental testlerde 1-6 dk'lık aralıklarla, iş yükü artırılır. Ramp protokolünde ise iş yükü sürekli artar (17).

2- Sabit durum testleri: Sabit bir yük uygulanarak yapılır. Bu tip testler bilinen iş yüküne karşı gelişen cevabı değerlendirmek veya çeşitli tedavilerde etkinliği değerlendirmek için kullanılır. İlerleyici çok basamaklı testler ile maksimum tolere edilebilen yük belirlendikten sonra, bu iş yükünün %75-80'inin (submaksimal) sürekli uygulanımı ile çeşitli parametreler değerlendirilir (1, 12, 14, 15, 18).

Yapılan çalışmalarda rampa ve 1 dk'lık artış yönünde değişim gösteren testlerin en iyi, en doğru ve en kullanışlı protokoller olduğu gösterilmiştir (19). Bu protokollerde egzersiz 6-12 dk'da tamamlanır ve hasta maksimal VO_2 'ye ulaşabilir.

Artış yönünde değişim gösteren testlerde 10 dk içinde maksimal O_2 tüketimine ulaşmayı sağlayacak iş yükünü saptamak için formüller geliştirilmiştir.

$$VO_2 \text{ (mlt /dk)} = 150 + (6 \times \text{kilo})$$

$$\text{Maksimum } VO_2 = (\text{boy} - \text{yaş}) \times 20$$

$$\text{İş yükü (watt/dk)} = (\text{Maksimum } VO_2 - VO_2) / 100$$

Wasserman'a göre VO_{2max} en doğru olarak artış yönünde değişim gösteren testlerle gösterilebilmektedir. Gaz değişimi ve V/P oranının değerlendirilmesi ise artış yönünde değişim gösteren ve sabit durum testlerde aynı oranda gösterilebilmektedir. Eğer hastanın MVV, FEV₁, DLCO'nu %80'nin altında ise maksimum VO_2 'nin azalacağı düşünülmelidir. Eğer istirahatte taşikardi veya anjina varsa yine VO_2 'nin düşük olması beklenmelidir. Bu vakalarda iş yükünün hızını azaltarak toplam egzersiz süresini 20 dk tutarak test yapılmalıdır (14, 18).

KPET Endikasyonları

Amerikan Torasik Derneği (ATS), KPET'nin Endikasyonlarını Aşağıdaki Gibi Belirlemiştir:

1. Egzersiz intoleransının değerlendirilmesi
2. Açıklanamayan dispnenin olması
3. Kardiyovasküler hastalığı olan hastaların değerlendirilmesi
4. Solunum hastalığı olan hastaların değerlendirilmesi (Kronik obstrüktif akciğer hastalığı-KOAH, interstiyel akciğer hastalığı, kronik pulmoner vasküler hastalık, kistik fibrozis, egzersizle uyarılan bronkospazmın olması)
5. Uygulanan tedavilerin etkinliğinin değerlendirilmesi
6. Preoperatif değerlendirme (akciğer kanseri rezeksiyon cerrahisi için preoperatif değerlendirme, akciğer veya kalp transplantasyonu için değerlendirme)
7. Pulmoner rehabilitasyon için egzersiz reçetelenmesi
8. Özürlülük ve yetersizliklerin değerlendirilmesi (3).

KPET Kontrendikasyonları

- 1- Pa O_2 < 40 mmHg
- 2- Pa CO_2 > 70 mmHg
- 3- FEV₁ < %30
- 4- 4 hafta içinde miyokard enfarktüsü geçirmiş olmak

- 5- Unstabil angina pectoris
- 6- 2. ve 3. derece kalp bloğu
- 7- Hızlı ventriküler ve atriyal aritmiler
- 8- Aort stenozu
- 9- Konjestif kalp yetmezliği
- 10- Kontrol altına alınmamış hipertansiyon
- 11- Dissekan veya ventriküler anevrizmalar
- 12- İleri dereceli pulmoner hipertansiyon (ortalama pulmoner arter basıncı > 40 mmHg)
- 13- Tromboflebit veya intrakardiyak trombüs
- 14- Tekrarlayan pulmoner veya sistemik emboliler
- 15- Akut perikardit
- 16- Ortopedik hasar
- 17- Nörolojik defisit olması

Test öncesi 3 saat boyunca hasta bir şey yememeli sigara ve kafeinli içecekler almamalıdır. Kısa bir hikaye, fizik muayene test kontrendikasyonlarını dışlamak için yapılmalıdır. Başlangıç, tansiyonu ve EKG'si alınmalı ve incelenmelidir. Kapiller oksijen basıncı, işaret parmağından oksijen fotometer ile değerlendirilmelidir. Baseline değerler elde edildikten sonra, ısınma periyodunu takiben egzersize başlanmalıdır (20).

KPET Fizyolojik Ölçüm Değerleri

Oksijen Tüketimi: Sağlıklı bir kişide istirahattte 3,5mlt/kg/dk'dır. Egzersizde 4L/dk üstüne çıkar. Kişiyeye uygulanan iş yükünü en iyi gösteren parametredir. Gaz değişim bozukluklarında ve kardiyovasküler sisteme bağlı yetersizliklerin yaptığı egzersiz kısıtlamalarında oldukça spesifik bir parametredir.

Maksimal VO_2 (VO_{2max}): Kişinin ulaşabileceği en yüksek VO_2 'dir, bu değere ulaştıktan sonra iş yükünde devam eden artışa rağmen VO_2 'de artış olmaz. VO_2 plato gösterir. Kişiler arasındaki egzersiz, endurans karşılaştırılmasında ve beklenen değere göre karşılaştırmalarda değerli bir parametredir. VO_{2max} değeri fiziksel sağlığın güvenilir, verimli ve objektif bir ölçümüdür (15, 21).

Maksimum VO_2 (pik VO_2): Egzersiz esnasında ulaşılan VO_2 'yi gösterir. İş yükündeki artışla VO_2 'de de artış devam eder. Pik VO_2 , VO_{2max} 'dan daha düşüktür. VO_{2max} %20-40 oranında olan kişilerde egzersiz kısıtlamasının hafif-orta olduğu söylenebilir. %40'dan daha fazla azalmalarda ise şiddetli egzersiz kısıtlamasından söz edilir (14, 15).

MET (Metabolik eşdeğer); Bir MET, istirahat durumunda vücut için gerekli dakikalık oksijen miktarına eşittir. 70 kg'lık erkek sağlıklı bir bireyde 1 MET = 3,5 mlt/kg/dk'dır. MET seviyesi egzersiz kapasitesinin belirleyicisidir. Egzersiz süresini aerobik kapasiteye çevirmek (MET), egzersiz tipine veya protokole bakmaksızın, performans ve fonksiyonun uyumlu ölçümünü sağlar. Tekrarlanan KPET, fizyolojik ve fonksiyonel gelişmeleri saptamaya ve egzersiz reçetelenmesini modifiye etmeye yardımcı olur (21). Tablo 5'te sağlıklı bireylerde, MET düzeyine göre, fiziksel aktivite yoğunlukları gösterilmiştir.

Miyokardiyal Oksijen Tüketimi (Çift Çarpım): Kalp hızı ile sistolik kan basıncının çarpımı olan bu değer test sırasında noninvaziv olarak tespit edilebildiği gibi, kataterle invaziv olarak da ölçülebilir. Miyokardın perfüzyon ihtiyacının güvenilir bir göstergesidir. Egzersizde koroner kan akım değerleri istirahattakinin 5 katına çıkar. Koroner arter hastalığı olanlarda, ağır egzersizde miyokard için gerekli kan akımı sağlanamayacaktır.

Karbondioksit Üretimi (VCO₂) (L/dk): Sağlıklı kişi için istirahatte 0,20 L/dk, egzersizde 4 L/dk'nın üstüne çıkar. VCO₂ metabolizmanın direk yansımasıdır. Pulmoner ventilasyon VCO₂ ile ilişkilidir.

Anaerobik Eşik (AT): Anaerobik eşik, özellikle kardiyovasküler sağlığı değerlendirmede aerobik fonksiyonun submaksimal parametresi olarak değerlidir (13). Egzersizdeki oksijen tüketiminin aerobik enerji üretimini aştığı ve anaerobik mekanizmaların devreye girdiği düzey olarak tanımlanabilir ve arteriyel kanda laktat ve laktat/pürüvat oranının artması ile karakterizedir (18). Sağlıklı kişilerde laktat değerleri VO_{2max}'ın %50-60'ı dolaylarında iken artmaya başlar. Bu değer kondüsyonlu kişilerde daha da artabilir. Sedarant kişilerde, kardiyovasküler ve akciğer hastalıklarında laktat daha düşük VO_{2max} değerlerinde iken artmaya başlar. AT noktasını belirlemede en sıklıkla kullanılan yöntem V-slope yöntemidir. VO₂, VCO₂ ilişkisinin relatif olarak VCO₂ deki daha fazla artışla kırılması esasına dayanır. İki eğrinin eğimi <1 ve >1 dir. Kırılma noktası AT olarak tanımlanır. Bu noktadan sonra CO₂ üretimi metabolik yolun yanı sıra laktatın tamponlaması için HCO₃⁻ kullanılması nedeniyle daha fazla artar. AT bazı kişilerde iyi gözlenemeyebilir. Çünkü laktat tamponlamak için kullanılan HCO₃⁻ yolundan CO₂ üretimi azalır. Egzersiz esnasında iş yükü hızının, yavaş artırılmasının buna neden olabileceği söylenmektedir veya kas fosforilazında defekt olabilmektedir (McArdle sendromu). Pratik olarak AT'nin tahmini VO_{2max} değerinin %40 altında olması patolojik olarak kabul edilir. Normal bireylerde, AT tahmini VO_{2max} değerinin %60 değerinde beklenir (14,18).

Solumun Değişim Oranı (RER; R): Anaerobik eşikğin belirlenmesinde kullanılır (18). Sağlıklı kişilerde istirahat şartlarında 0,75-0,85'dir. Egzersizde giderek artar. CO₂ ve O₂'nin akciğerlerden değişim oranlarını gösterir (R= VCO₂/VO₂). Anaerobik metabolizma başladığında, CO₂'in daha fazla artışıyla VCO₂ artar ve VO₂'yi geçer, R'de artar.

RQ (Respiratory Quotient): Hücresel düzeydeki VCO₂ ve VO₂ değişim oranını gösterir. RQ karbonhidrat yıkımı sırasında 1'e eşittir. Yağların yıkımı sırasında ise 0,71'dir. Sabit durum şartlarında R=RQ'dir. Hiperventilasyon ve metabolik asidozda RQ artar (14).

Ventilatuar Eşitlikler (VE/VO₂, VE/VCO₂): Bunlar ven-

tilasyon perfüzyon (V/P)/V/P dengesini gösteren invaziv olmayan parametrelerdir. VE/VO₂ değişik iş yüklerine karşılık ventilatuvar pompanın etkinliğini gösterir. İstirahatte 22-27 arasındadır. Egzersizle azalır. AT'den sonra artış gösterir. VE/VCO₂ ölü boşluk ventilasyonunu gösteren bir parametredir. İstirahatte 26-30'dur. Egzersizle azalır. AT'de oran aynı kalır, ventilatuvar kompanzasyondan sonra daha da artan VE nedeniyle artar.

Obstrüktif akciğer hastalıklarında, V/P dengesizliği nedeni ile her iki parametre de artmıştır. Egzersizle daha az olarak azalır, fakat normal değerlere ulaşamazlar. Pulmoner hipertansiyonda VE/ VCO₂'de belirgin artış gözlenir.

Solumun Rezervi (BR): Normalde egzersiz, solunum faktörleri tarafından kısıtlanmaz. BR MVV ile maksimum egzersiz ventilasyonu arasındaki farktır (BR= MVV-VE_{max}). Normalde istirahatte 15 L/dk veya MVV'nin %20-50'sidir. Primer restriktif ve obstrüktif akciğer hastalıklarında BR azalır. Egzersiz kapasitesinin sınırlı olduğu anlamındadır. Kardiyak hastalıklarda yüksektir.

Dakika Ventilasyonu (VE): Bir dakikada ekspire edilen toplam hacimdir. İstirahatte 5-10 L/dk, egzersizde 100L/dk'ya kadar çıkar. İş yükü artışı ile orantılı olarak artar. MVV'ye bağlıdır. Maksimal egzersizde VE, MVV'nin %70'ine yaklaşır.

VE=V_T x f (solunum sayısı)

Hafif ve orta egzersizde ventilasyonun artışı, V_T artışıyla sağlanır. Frekansta hafif derecede artış gözlenir. V_T/VC'nin %60'ına yaklaşır. VE'deki daha fazla artışlar ise frekans artışıyla sağlanır.

Hava yolu obstrüksiyonunda, VC azalmıştır ve V_T artışı ile kompanse etme fonksiyonu azalmıştır. Artan hava yolu direnci nedeniyle de akım yavaşlamıştır. Ekspirasyon fazı uzadığından, inspirasyonda kısalma izlenir. İspirasyon zamanının/Total nefes süresine (Ti/Ttot)'da azalır. Aşırı VE değerleri, hipoksemi, asidozis veya erken AT değerlerini düşündürür (18).

V_T/IC (İnspiratuvar Kapasite): Egzersizde V_T nadiren IC'nin %80'ini geçer. Bu parametre genellikle restriktif akciğer hastalıklarında patolojiktir, IC azalmıştır. IC, hava tuzaklanmasının en iyi göstergesidir (22). Yüzeysel ve hızlı solunum karakteristiktir. Egzersizde V_T'deki artış sınırlıdır. VE'nin artışı, frekanstaki artışla sağlanır. İş yükü arttıkça, V_T/IC oranı 1'e yaklaşır. V_T/IC oranının V_T/VC'den daha değerli olduğu bildirilmektedir.

Tablo 5: Fiziksel aktivite yoğunluğunun sınıflandırılması

Süreklilipte aktivite						
Göreceli Yoğunluk			Sağlıklı bireylerdeki mutlak yoğunluk (MET)			
Yoğunluk	VO _{2max} kalp hızı rezervi (%)	Maksimum kalp hızı (%)	Gençler (20-39y)	Orta yaşlı (40-64y)	Yaşlılar (65-79y)	Çok yaşlılar (80+y)
Çok hafif	<25	<30	<3,0	<2,5	<2,0	<1,25
Hafif	25-39	30-49	3,0-4,7	2,5-4,4	2,0-3,5	1,26-2,20
Orta dereceli	40-59	50-69	4,8-7,1	4,5-5,9	3,6-4,7	2,30-2,95
Zor	60-84	70-89	7,2-10,1	6,0-8,4	4,8-6,7	3,00-4,25
Çok zor	≥85	≥90	≥10,2	≥8,5	≥6,8	≥4,25
Maksimum*	100	100	12,0	10,0	8,0	5,0

*Maksimum değerler; sağlıklı erişkinlerde maksimum egzersizde ulaşılan ortalama değerlerdir

Vd/V_T: Egzersizde V/P dengesini gösteren önemli bir parametredir. Normalde istirahatte 0,25-0,35'dir. Egzersizde iş yükü artışıyla azalır. V/P dengesizliği ile giden hastalıklarda Vd/V_T hafif artmıştır ve egzersizde de azalma göstermez.

V/P azaldığında: P(A-a) O₂ artar, Vd/VT ve P(a-ET) CO₂ artar.
V/P arttığında : Vd/V_T ve P(a-ET) CO₂ artar.

Kalp hızı (HR): Kalp hızı ve atım hacmi normalde VO₂ ile korele olarak artar. Bazı kalp hastalıklarında kalp hızı daha çok artar. Zira atım hacmi azalmıştır. KOAH'da atım hacmi azaldığı için kalp hızı normal ilişkiye paralel olarak daha fazla artar.

Maksimal kalp hızı=220-yaş =210-(0.65xyaş)

Kalp Hızı Rezervi (HRR): Maksimal eforla beklenen kalp hızı ile elde edilen kalp hızı arasındaki farkı gösterir. Yani maksimal eforla kalp hızının artabileceği maksimal seviyeyi gösterir. Normalde istirahatte 15/dk'dan azdır. Koroner arter hastalıkları ve kapak hastalıklarında normaldir. Kötü eforda, akciğer hastalıklarında, angina ile kesilen egzersizde ve periferik vas-küler hastalıklarda HRR artar.

O₂ nabızı (pulse) (VO₂/HR): Kalbin her vuruşunda periferde gönderilen O₂ hacmini gösterir.

O₂ nabızı= Sistolik volüm (SV) x Arteriyo venöz oksijen farkı C (a-v) O₂

İş yükü arttıkça, O₂ nabızı artar. Kalp hastalıklarında atım hacminin azalmasına bağlı olarak O₂ nabızı düşük eforlarda maksimale ulaşır.

P(a-ET) CO₂ (arteriyel end tidal CO₂ farkı): V/P oranını göstermede oldukça önemli bir parametredir. İstirahatte 2 mmHg'dir. Submaksimal egzersizde, PET CO₂ PaCO₂'e göre daha fazla artış gösterir. Bu artış CO₂ üretiminin artması nedeniyle olur. İnhalasyon esnasında alveolar hava temiz hava ile tam olarak dilüe olamaz. Egzersizin devamında alveoler CO₂, arteriyel CO₂'den daha yüksek seyreder ve her ikisi beraber azalır. O nedenle P(a-ET) CO₂ egzersizde negatifleşir (-4 mmHg). Eğer P(a-ET) CO₂ pozitifleşirse, V/P dengesizliğinin varlığını gösterir.

Maksimum kardiyopulmoner egzersiz testi normal değerleri Tablo 6'da gösterilmiştir.

Test süresince tüm ölçümler yapılarak kaydedilmelidir, bu sayede egzersizin çeşitli seviyelerinde yorumlamalar yapılabilir. Testin yorumlanmasında aşağıdaki sorulara cevap aranmalıdır.

1. Egzersiz kapasitesi normal mi? (Maksimal oksijen tüketimi, maksimum iş hızı ile değerlendirilir.)
2. Kardiyovasküler fonksiyon normal mi? (anaerobik eşik ve oksijen nabızı ile değerlendirilir.)
3. Solunum fonksiyonları normal mi? (ventilatuvar rezerv, maksimum solunum hızı ile değerlendirilir.)
4. Gaz değişimi normal mi? (ölü boşluk ventilasyonu, oksihemoglobin saturasyonu ile değerlendirilir.)

KOAH'lı hastalarda egzersizle egzersiz kapasitesi ve maksimal oksijen kapasitesi azalır. Ventilatuvar rezerv yoktur veya azalmıştır, hiperkapni mevcuttur. Kardiyovasküler cevap normaldir (oksijen nabızı normaldir).

İnteritisyel akciğer hastalıklarında, egzersiz kapasitesi azalmıştır; maksimal oksijen tüketimi azalmıştır. Ventilatuvar sınırlılıklar mevcuttur; egzersiz sonunda yüksek maksimum solunum hızı ve düşük tidal volüm vardır. Egzersiz sırasında anormal azalma ile ölü boşluk ventilasyonunda artma mevcuttur. Egzersize kardiyovasküler cevap ise normaldir.

Vasküler akciğer hastalığı olan hastalarda ise egzersiz testi sırasında, egzersiz kapasitesi azalmıştır; maksimal oksijen tüketimi azalmıştır, ventilatuvar limitasyon yoktur. Anormal kardiyovasküler cevap mevcuttur; anaerobik eşığe erken girilir, düşük maksimum değerlerle oksijen nabızı erken plato yapar (4,18).

Saha Egzersiz Testleri

Merdiven Çıkma

Ucuz ve basit bir testtir. KOAH'lı hastalarda fonksiyonel kapasiteyi değerlendirmede, üst abdomen ve torasik cerrahi geçiren hastalarda postoperatif risk değerlendirmede kullanılır. Standart bir işlem olmamakla beraber, hastadan semptomlar ortaya çıkıncaya kadar (nefes darlığı, baş dönmesi, yorgunluk, göğüs ağrısı gibi) olabildiğince basamak çıkması istenir. Test sırasında, çıkılan basamak sayısı, oksihemoglobin saturasyonu, dispne seviyesi ve kalp hızı ölçülmelidir.

KOAH'lı 31 hastada yapılan bir çalışmada, bisiklet ergometresi ile ölçülen, maksimal oksijen tüketimi ile çıkılan basamak sayısı arasında iyi düzeyde korelasyon saptanmıştır. İki kat basamak çıkmada zorluk çeken hastada postoperatif komplikasyonların ortaya çıkacağı birçok çalışmada gösterilmiştir. Bu test akciğer hastalığı olan hastalarda postoperatif riskler hakkında genel bir fikir verebilir. Uygulanışı kolay ve maliyetsiz bir testtir (4).

Zamanlı Yürüme Testleri

Zamanlı yürüme testlerinin (6 dakika yürüme testi-6DYT ve shuttle yürüme testi) uygulamaları basit ve pratiktir. Bu testler, ileri teknoloji ve eğitim gerektirmezler. Fonksiyonel kapasite veya egzersiz toleransının objektif olarak değerlendirilmesini sağlarlar. Uygulanan medikal tedavilerin ve pulmoner rehabilitasyonun değerlendirilmesinde, aynı zamanda morbiditenin tahmin edilmesinde kullanımı yararlıdır (23). Akciğer hastalığı olan bireylerde, akciğer bozukluğunun seviyesine göre testi tamamlamaya uyum göstermesi nedeniyle 6DYT sıklıkla kullanılmaktadır. 6 dk yürüme testi endikasyonları Tablo 7'de gösterilmiştir (1,24). Konjestif kalp yetmezlikli hastaların tanı ve tedavisinde de başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

Tablo 6: Maksimum kardiyopulmoner egzersiz testi normal değerleri

Oksijen Tüketimi	Kardiyovasküler Sistem	Solunum Sistemi	Gaz Değişimi
VO _{2max} >%84	- O ₂ nabızı >%80	-Solunum rezervi (VEmax/MVV)>%75 veya	- VE/VC02 (AT'deki) <34
Anaerobik eşik >%40 VO _{2max}	Kalp hızı rezervi:<15/dk	MVV-VEmax>11 lt	- VD/ VT <0,28
	Kan basıncı <220/90 mmHg	VT/VC<55	- P(a-ET) CO2<0
		Frekans<60/dk	

Tablo 7: Altı dakika yürüme testi endikasyonları

1- Tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırma	2- Fonksiyonel durum (tek ölçüm)	3- Morbidite ve mortalitenin sonrası belirleyicisi
- Akciğer transplantasyonu	- KOAH	- Kalp yetmezliği
- Akciğer rezeksiyonu	- Kistik fibrozis	- KOAH
- Akciğer volüm azaltma cerrahisi	- Kalp yetmezliği	- Primer pulmoner hipertansiyon
- Pulmoner rehabilitasyon	- Periferel vasküler hastalık	
- KOAH	- Fibromiyalji	
- Pulmoner hipertansiyon	- Yaşlı hasta	
- Kalp yetmezliği		

Tablo 8: Akciğer hastalıklarında egzersizle ilişkili prognostik belirleyiciler (9)

	KOAH	IAH	PVH	KF
VO ₂ pik	+	+	+	+
VE-VCO ₂ slop veya AT de VE-VCO ₂		+		
Arteriyel desatürasyon		++	+	+
6 dk yürüme testi	+		+	

KOAH:Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
IAH: İnterstiyel akciğer hastalığı
PVH: Pulmoner vasküler hastalıklar
KF: Kistik fibrozis

VO₂ pik: Pik oksijen alımı
VE-VCO₂:CO₂ için ventilatuvar eşitlik
AT: Anaerobik eşitlik
+: duyarlı ++,daha duyarlı

Tablo 9: Algılanan yorgunluğun derecelendirilmesi için Borg Ölçekleri

15-Dereceli Ölçek	10-Dereceli Ölçek
6 Hiç yorgunluk yok	0 Hiç zor değil
7 Oldukça hafif	
8	0,5 Çok çok hafif
9 Çok hafif	
10	1 Çok hafif
11 Hafif	
12	2 Hafif
13 Biraz zor	
14	3 Orta derecede
15 Zor	4
16	5 Ağır
17 Çok zor	6
18	7 Çok ağır
19 Oldukça zor	8
20 Maksimal yorgunluk	9
	10 Çok çok ağır

Bu testin uygulanımında standart protokoller mevcuttur. Testi uygulamak için, her 3 metrede bir işaret konulmuş, 30 metre uzunluğunda bir koridor önerilir. Hasta her zamanki medikal tedavisini aldıktan sonra rahat ayakkabıları ile günün aynı zaman diliminde testi gerçekleştirmelidir. Test öncesi ve sonrası, kalp hızı, kan basıncı, Borg ölçeği kullanarak değerlendirildiği dispne seviyesi, oksihemoglobin satürasyonu ölçülmeli ve tur sayısı sayılmalıdır. Bu testler uygulanan tedavinin etkilerini belirleyebildiği için, aynı gün içinde, testler arası 1

saat istirahat edilmesi ile birkaç tekrar (üçe kadar olabilir) yapılarak, yürünen en uzun mesafe kaydedilir. İkinci gün yapılan tekrar testte, yürüme mesafesinde ortalama %7'lik gelişme istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmektedir. Sağlıklı erişkinlerde referans değerler bildirilmiştir. Kardiyopulmoner egzersiz testi için gerekli cihazlar mevcut değilse, 6DYT kullanılabilir. Bu test hastaya submaksimal düzeyde bir zorlanma getirir (1,4,10). Tekrar uygulanabilirliği ve fonksiyonel kapasitenin diğer ölçümleri ile korelasyonu iyidir (Tablo 8) (25).

Shuttle Yürüme Testi

İnkremental shuttle yürüme testi (ISWT), semptomla sınırlı maksimal egzersiz testidir. Şahıslar, 10 metrelik saha çevresinde belirlenen hızda, bir işaretle başlayarak yürümeleri konusunda bilgilendirilirler. Hız, hasta gerekli hızı devam ettiremeyeceği zamana kadar gittikçe artırılır (1). Toplam yürüme zamanı kaydedilir. ISWT'deki performans, tahmini oksijen tüketimidir ve test tek bir pratik yürüme sonrası tekrarlanabilir. Rehabilitasyon programına katılan KOAH'lı hastalarda, sağ kalım yüzdesini tahmin etmede yararlı olduğu gösterilmiştir (26).

Endurans shuttle yürüme testi (ESWT), sürekli iş hızı egzersiz testidir. 2 dakikalık ısınma periyodu sonrası, şahıslardan 10 m saha çevresinde yürümeleri istenir. Hız, ISWT'de ulaşılan tahmini pik maksimal oksijen tüketiminin %85'ine eşit şekilde ve sürekli olacak şekilde düzenlenmelidir. Toplam yürüme zamanı kaydedilmelidir.

Bu testler, maksimal ve submaksimal egzersiz performansını değerlendirir. Pulmoner rehabilitasyon öncesi ve sonrasında yürüme mesafesi ölçülerek karşılaştırılabilir (4,12,27,28).

Dispne Ölçekleri-Angina Ölçekleri Borg Ölçeği

Dispne, zor veya yorucu nefes alma olarak da tanımlanır, subjektif bir duyudur ve kronik akciğer hastalığı olan hastalarda en önemli semptomdur. Klinik değerlendirmelerde de önemli bir sonuç ölçümüdür. Egzersizi yapan kişi tarafından algılanan zorluğun öznel olarak derecelendirilmesi yorgunluğun iyi bir göstergesidir. 6-20 arası bir skaladan oluşan Borg tarafından tanımlanan orijinal efor algılama ölçeği (normal kalp hızı 60-200) fiziksel aktivite sırasında tüm eforu ölçmek için kullanılır. Bu ölçek, 10-noktalı ölçek şeklinde modifiye edilmiştir (Tablo 9). Nefes darlığını değerlendirmede, evrensel olarak kabul edilmiş bir ölçüm ölçeği olmamasına rağmen,

Tablo 10: Sıklıkla kullanılan anjina ve dispne derecelendirme ölçekleri

5-Dereceli Anjina Ölçeği	10-Dereceli Anjina-Dispne Ölçeği
0 Anjina yok	11 Hiçbir şey hissedilmiyor
1 Hafif zor fark edilir	11.5 Çok çok hafif
2 Orta derecede, rahatsızlık verici	12 Çok hafif
3 Ciddi, çok rahatsızlık verici	13 Hafif
4 Şimdiye kadar yaşanan en ciddi ağrı	14 Orta derecede
	15 Biraz ciddi
5-Dereceli Dispne Ölçeği	17 Ciddi
0 Dispne yok	
1 Hafif fark edilir düzeyde	18 Çok ciddi
2 Hafif, hafif zorluk yaratan	19
3 Orta derecede zorluk, ancak yapılan işe devam edilebilir	20
4 Ciddi derecede zorluk, yapılan işe devam edilemez	21 Çok çok ciddi maksimal

modifiye Borg ölçeği kullanım için uygun bulunmuştur (29). Egzersiz esnasında oluşan kas yorgunluğu ve dispne gibi algılanan semptomları ölçmek için geniş kullanım alanı bulmuştur. Hastanın 18'den daha yüksek Borg ölçek değeri maksimum egzersiz yaptığını, 15-16'dan daha yüksek değerleri ise anaerobik eşiğin aşıldığını gösterir. Hastanın bilişsel düzeyinin iyi olmasını gerektirmesi dezavantajdır. Koroner arter hastalığı olanlarda, anjina ve dispnenin ortaya çıkması, testin sonlandırılması gerektiğini gösterir (10,25).

Kronik obstrüktif akciğer hastalığında, dispneyi değerlendiren sıklıkla kullanılmakta olan 3 farklı değerlendirme ölçeğini [Borg ölçeği, görsel analog ölçek (VAS) ve UCSD (The University of California, San Diego Shortness of Breath Questionnaire (SOBQ))] karşılaştıran bir çalışmada, minimal klinik önemli fark araştırılmıştır. UCSD SOBQ ölçeği farklı seviyelerde efor oluşturan 21 günlük yaşam aktivitelerinde hastanın 6 puanlı ölçekte (0=problem yok 4= ciddi 5= maksimal veya nefes darlığı nedeniyle yapamaz) hissettiği nefes darlığını belirlemektedir. Nefes darlığıyla oluşan kısıtlılıklarla ilgili 3 ek soruyla birlikte toplam 24 maddedir. 0 ile 120 arası skorlama mevcuttur.

100 mm uzunluğundaki VAS ölçeği üzerinde, nefes darlığı hiç yok-aşırı nefes darlığı şeklinde dispne değerlendirilir. Borg ölçeği gibi VAS'da egzersiz sırasında dispneyi ölçmek için sıklıkla kullanılmıştır ama pulmoner rehabilitasyon çalışmalarında kullanım sıklığı daha azdır (25). Anjina pectoris ve dispneyi değerlendirirken kullanılan diğer ölçekler Tablo 10'da gösterilmiştir (30).

Kaynaklar

1. Clini EM, Crisafulli E. Exercise capacity as a pulmonary rehabilitation outcome. *Respiration* 2009;77:121-8.
2. Langer D, Hendriks E, Burtin C et al. A clinical practice guideline for physiotherapists treating patients with chronic obstructive pulmonary disease based on a systematic review of available evidence. *Clin Rehab* 2009;23:445-62.
3. Alba A, Chan L. Pulmonary Rehabilitation. In: Braddom RL. *Physical Medicine & Rehabilitation*. Saunders Elsevier, 2007:739-51.
4. Carlin WB, Salahudeen K. Assessment and Limitations Associated with Pulmonary Disease. In: Kaminsky LA, editors. *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia: Lippincott Company, 2006: 231-44.

5. Karalezli A. Arter Kan Gazları. *Turkish Medical Journal* 2007;1:44-50.
6. Hayes DJ, Kraman SS. The physiologic basis of spirometry. *Respir Care* 2009;54:1717-26.
7. Karabıyıkoglu G. *Solunum Fonksiyon Testleri El Kitabı*. İstanbul: Esen Ofset, 1998.
8. Pierson DJ. Clinical practice guidelines for chronic obstructive pulmonary disease: a review and comparison of current resources. *Respir Care* 2006;51:277-88.
9. Moldover JR, Stein J, Krug PG. *Cardiopulmonary Physiology*. In: Gonzales EG, Myers SJ, Downey & Darling's *Physiological Basis of Rehabilitation Medicine*. Butterworth Heinemann 2001:169-89.
10. Shah KS, çeviri Kurtaiş Y. *Kardiyak Rehabilitasyon*. In: DeLisa JA, çeviri editörü, Araslı T. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Kitabevi, 2007:1811-41.
11. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J* 2005;26:948-68.
12. Ferrazza AM, Martolini D, Valli G, Palange P. *Cardiopulmonary Exercise Testing in the Functional and Prognostic Evaluation of Patients with Pulmonary Disease*. *Respiration* 2009;77:3-17.
13. Okita K. *Skeletal Muscle Metabolism During Exercise in Chronic Heart Failure*. In: Wasserman K. *Cardiopulmonary Exercise Testing and Cardiovascular Health*. Armonk, NY: Futura Publishing Company 2002:27-39.
14. Wasserman K. Normal values. In: *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2005:160-82.
15. Balady GJ, Arena R, Sietsema K et al. *Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association*. *Circulation* 2010;122:191-225.
16. Piepoli MF. Exercise tolerance measurements in pulmonary vascular diseases and chronic heart failure. *Respiration* 2009;77:241-51.
17. Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2009;16:249-67.
18. Weber KT. *Principles and Applications of Cardiopulmonary Exercise Testing*. In: Fishman AP. *Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders 3rd edition*. Newyork: McGraw Hill 1998:575-88.
19. Hsia D, Casaburi R, Pradhan A et al. Physiological responses to linear treadmill and cycle ergometer exercise in COPD. *Eur Respir J* 2009;34:605-15.
20. Köseoğlu F, Deviren SD, Karabıyıkoglu G et al. *Ergospirometrik Testde Elde Edilen Parametreler ve Yorumları*. *Ege Fiz Tıp Reh Der* 1998; 4:280-97.
21. Sherman DL, Cebulla GL, Balady GJ. *Exercise and Physical Activity*. In: Topol EJ. *Textbook of Cardiovascular Medicine*. Lippincott Company 2002:75-89.
22. Mishima M. Physiological differences and similarities in asthma and COPD based on respiratory function testing. *Allergol Int* 2009;58:333-40.
23. Rasekaba T, Lee AL, Naughton MT, Williams TJ, Holland AE. The six-minute walk test: a useful metric for the cardiopulmonary patient. *Intern Med J* 2009;39:495-501.
24. American Thoracic Society (ATS) Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111-17.
25. Ries AL. Minimally clinically important difference for the UCSD Shortness of Breath Questionnaire, Borg Scale, and Visual Analog Scale. *COPD* 2005;2:105-10.
26. Ringbæk T, Martinez G, Brøndum E, Thøgersen J, Morgan M, Lange P. Shuttle Walking Test as Predictor of Survival in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients Enrolled in a Rehabilitation Program. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2010;30:409-14.
27. S'vori M, Sáenz C. Shuttle test in severe COPD patients. *Medicina* 2010;70:305-10.
28. Gläser S, Lodziewski S, Koch B, Opitz CF, Völzke H, Ewert R. Influence of the incremental step size in work rate on exercise response and gas exchange in patients with pulmonary hypertension. *BMC Pulm Med* 2008;8:3.
29. Dorman S, Byrne A, Edwards A. Which measurement scales should we use to measure breathlessness in palliative care? A systematic review. *Palliat Med* 2007;21:177-91.
30. Bölükbaşı N. *Kardiyak Rehabilitasyon*. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N. *Tıbbi Rehabilitasyon Nobel Tıp Kitabevleri*, 2004;1253-74.