

SOLUNUM KASLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Tunçalp DEMİR*

Solunum kasları kompleks bir pompa görevi yaparlar. Solunumun her koşulda sürdürülmesi için değişik kasların koordineli olarak çalışması gerekir (1). En önemlisi diyafram olan solunum kasları gerçekte iskelet kaslarıdır. Ancak spesifik görevleri nedeniyle diğer iskelet kaslarından farklılık gösterirler. İskelet kasları ataletle karşı hareket oluşturmak için özelleşirken, solunum kasları dirence karşı ve elastik yükü yenmek için özelleşmiştir. Yine iskelet kasları yalnızca hareket sırasında ritmik olarak kasılırlarken, solunum kasları sürekli ritmik olarak kasılırlar (2). Solunum kasları yaşamsal önemi olan kaslardır ve bu nedenden dolayı solunum kasları, yorgunluğa dirençli, yüksek oksidatif kapasiteye, geniş kapiller ağa ve yüksek maksimal kan akımına sahip olacak şekilde özelleşmişlerdir (3).

Solunum kasları: Solunum kasları; diafram, interkostal kaslar (internal ve eksternal), skalen kas, sternokleidomastoid kas, omuz ve boyun kasları, pektoral kaslar, triangularis sterni ve abdominal kaslardan oluşmaktadır. İstirahatte tidal volümün yaklaşık %60-70'i diafram tarafından sağlanırken geri kalan parasternal interkostaller ve skalenler tarafından sağlanır. Normalde ekspirasyon için solunum sırasında pasif iken konuşma, gülme ve zorlu ekspirasyon durumlarında ekspiratuar kaslar da solunuma katılır. En önemli ekspiratuar kas ise triangularis sternidir (3).

Diafram: Kostal ve krural olmak üzere iki bölümden oluşur. Diaframın kasılması ile üç yoldan göğüs duvarı değişiklikleri oluşur. Birinci olarak diaframın aşağı batına doğru yer değiştirmesi ile toraksin kranio-kaudal çapı artar. Batın içi basıncın artması ile toraksın aşağı çapı artar. Son olarak da diaframın doğrudan aşağı kayması ile göğüs aşağı çapı daha da artar. Diaframın kasılması ile plevral basınç ve toraksın yukarı çapı azalır. Bunun sonucunda ekspirasyon için gerekli güç oluşmuş olur.

İnterkostal kaslar: Göğüs duvarı kasları, internal ve eksternal interkostal kaslar, parasternal interkostal kaslar ve levator costa'dan oluşur. Kostaları kondral kısımları arasında tek kat halinde parasternal interkostal

kaslar bulunur. Parasternallerin asıl görevi inspirasyon sırasında diafram ile birlikte kasılmalarıdır (4). Kostaların kemik kısımları arasında ise iki tabaka halinde kas bulunur. Dışta aşağı ve öne doğru eksternal, içte ise aşağı ve geriye doğru internal interkostal kaslar yerleşir. Eksternal interkostaller normal solunum sırasında inaktif iken, solunumun artması ile inspirasyonun sonuna doğru ve toraks üst kısımlarında aktif hale gelirler. İnternal interkostaller ise ekspirasyonda ve genelde efor sırasında ve özellikle toraks alt kısmında aktiftirler. Levator costa'nı görevi de inspirasyon sırasındadır.

Skalen kaslar: İlk 5 servikal vertebranın transvers çıkıntıları ile ilk 2 kosta arasındadırlar. Normal istirahat halindeki solunumda da aktif inspiratuar kaslardır ve özellikle spinal kord yaralanmalarında önem taşımaktadırlar. Servikal düzeydeki travmalarda solunum sıkıntısı oluşabilmektedir.

Sternokleidomastoid kaslar: İstirahat halindeki solunumda görevleri yoktur. Solunum işinin arttığı durumlarda aktifleşirler. Özellikle yüksek quadriplejilerde, poliyomiyelit, diafragmatik disfonksiyon ve KOAH'lı olgularda önemli işlevleri vardır (5).

Boyun ve omuz kasları: Özellikle KOAH gibi obstriktif hastalıklarda inspirasyona yardımcı kaslardır.

Pektoralis majör: Ekspirasyonda plevral basıncı arttıran yardımcı kastır. Özellikle diğer ekspiratuar kasların çalışmadığı tetraplejik olgularda egzersizle bu kasın güçlendirilmesi ekspiratuar rezerv volümü artırır.

Triangularis sterni: Toraks kafesinin en önemli ekspiratuar kasıdır. Normal solunumda aktif değilken, gülme, konuşma ya da zorlu ekspirasyon durumlarında etkin hale gelir.

Abdominal kaslar: Rectus abdominis, eksternal, internal oblik ve transvers abdominis olmak üzere 4 kasdan oluşurlar. Hepsinin görevi ekspirasyondadır. İstirahatte aktif değilken, hiperventilasyon, zorlu ekspirasyon gibi durumlarda aktif hale gelerek diaframın toraks kafesi içine yükselmesine yardımcı olurlar.

SOLUNUM KASLARININ YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Kasların innervasyonunu sağlayan sinir sisteminin uç ünitesi motor nörondur. Kasların kontrolündeki temel fonksiyonel ünite ise bir motor nöron ve onun innerve ettiği kas lifinden oluşan motor ünite olarak tarif edilmiştir.

* İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, STANBUL

Kas lifleri de miyozin ATPaz aktiviteleri, pH labiliteleri ve histokimyasal özelliklerine göre sınıflandırılmışlardır. (Tablo I)

Tablo I: Motor üniteye göre kas liflerinin özellikleri (6)

Tip	I	IIa	IIx	IIb
Motor Ünite	S	FR	Fint	FG
Metabolik aktivite	SO	FOG	?	FG
Miyozin ağır zincir (MHC) immunohistokimyası	MHC _s	MHC _{2a}	MHC _{2x}	MHC _{2b}

S:yavaş, FR: hızlı, dayanıklı, Fint: hızlı, orta derece dayanıklı, FF: hızlı, yorulabilir

SO:yavaş, oksidatif, FOG: hızlı, oksidatif, glikolitik, FG: hızlı, glikolitik

İskelet kasları genelde daha hızlı kasılabilen, yüksek güç oluşturabilen fakat aynı şekilde çabuk yorulan glikolitik özellikteki tipIIb liflerden zengin, solunum kaslarında yüksek oksidatif kapasiteye sahip, daha yavaş fakat yorgunluğa dayanıklı tip I ve tip IIa lifler ağırlıktadır. Diaframın kas liflerinin %55±5'ini tip I, %21±6'sını tip IIa ve %23±3'ünü ise tip IIb lifler oluşturmaktadır (3). Yine solunum kaslarının diğer iskelet kaslarından daha yüksek oranda mitokondri içerdiği gösterilmiştir. Solunum kaslarındaki tip I ve tip IIa lifler normal solunum işinin yapılmasında önemli iken, tip IIb lifler öksürük, aksırık gibi yüksek güç gerektiren olaylarda kullanılmaktadır.

SOLUNUM KASLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Solunum kaslarının etkinliği solunum kaslarının kasılarak oluşturduğu iş gücünün solunum esnasında harcanan oksijene bölünmesi ile bulunur. KOAH gibi yüksek hava yolu direncine karşı solunum yapılan durumlarda solunum işi için daha fazla oksijen harcanması gerekebilir. Sakin solunumda total kardiyak debinin %3'ü solunum kasları için gerekli iken, solunum işinin arttığı özellikle ileri derecede hipoksik koşullarda solunum kaslarının kan akımı artar. Solunum işi dakika ventilasyonuna bağlıdır ve ventilasyonun çok yüksek düzeylerine dayanıklılık azdır. Yüksek ventilasyon düzeylerinde solunum işi artar ve bu da bir süre sonra solunum kaslarının yorulmasına neden olur.

T_i/T_{tot} (İnspirasyon süresinin total solunum siklusuna oranı, inspiratuar zamanlama): Total solunum süresi içinde inspirasyon süresinin artması inspire edilen gaz volümünün artmasına neden olur. Ancak bu solunum işinin artması ile birlikte (7).

f (solunum frekansı): Soluk volümünün yeterli derecede arttırılmadığı, solunum kaslarının aşırı havalanma gibi yeterli derecede kasılıp gerekli gücü oluşturamadığı durumlarda organizma solunum frekansını arttırarak solunum işini sürdürmeye çalışır. Solunum frekansının artması ise solunum kaslarının gevşeme ve tekrar gerekli enerjiyi depolama sürelerini kısaltarak solunum kas yorgunluğunu arttırır.

Maksimal inspiratuar (MIP) ve ekspiratuar basınçlar (MEP): Solunum kas güçlerini indirekt olarak gösteren noninvaziv testlerdir. Maksimum inspirasyon ve ekspirasyon sırasında solunum yolunu kapatan bir shutter'a karşı yapılan maksimal solunumda ölçülen ağız içi basınçlardır. Maksimal inspiratuar basınç, en yüksek olarak rezidüel volüm düzeyindeki kapanmış alveolleri açmak için oluşturulan basınçtır (gerçekte negatif basınçtır). Test uygulanan kişiye maksimal ekspirasyon yaptırılır ve bunun sonunda solunum yolu bir valf ya da shutter la kapatılarak kişinin maksimal inspirasyon yapması ve bunu 1-3 saniye sürdürmesi istenir. Yapılan en az üç ölçümden en iyisi seçilir (8). Maksimal ekspiratuar basınç ise en yüksek olarak total akciğer kapasitesi düzeyinde aşırı gerilmiş alveolleri küçültmek için gereken basınçtır (7). MEP ölçümünde ise benzer şekilde kişiye maksimal inspirasyon yaptırdıktan sonra kapalı solunum yoluna karşı 1-3 saniye maksimal ekspirasyon yapması istenir. Ancak bu sürenin çok uzatılmaması gerekir. Artan torasik basınç nedeniyle (Valsalva manevrası) kardiyak debi azalabilir (8).

MEP ve MIP ölçümünde kabul edilebilirlik kriterleri (8):

- 1) Basınç trasesi (eğer çizdirilebiliyorsa) en az 1-3 saniye sürmeli ve ilk artış sonrası bir plato oluşmalıdır.
- 2) En az 1-3 saniyelik bir plato gözlenmelidir.
- 3) En az 3 MIP ve 3 MEP değeri ölçülmelidir.
- 4) Ölçülen en iyi iki değer arasında %10'dan ya da 10 cm H₂O'dan fazla fark olmamalıdır.
- 5) En iyi MEP ve MIP değerleri kaydedilir.

MIP inspiratuar kas gücünü yansıtır. Sağlıklı kişilerde MIP değerleri genelde -60 cm H₂O'dan yüksek bulunur. MIP -30 cm H₂O değerinin altına indiği zaman genelde solunum yetmezliği başlar (9). Ancak MIP ve MEP

değerleri açısından belirlenmiş kesin normal değerler yoktur. Değişik çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Örneğin sağlıklı erişkin erkekler için MIP değerleri 105 ± 25 cmH₂O ile 133 ± 39 cmH₂O arasında değişirken MEP değerleri 140 ± 38 cmH₂O ile 237 ± 45 cmH₂O arasında değişmektedir (9). MEP değerleri abdominal kaslar ve yardımcı solunum kasları ile akciğer ve toraksın elastik geri çekilme gücünden etkilenir. Azalmış MEP değerleri genelde hastaların efektif olarak öksürememelerine neden olur (8). KOAH'lılarda rezidüel volüm artışı esnek gerilim basıncının azalması ve sürekli artmış havayolu direncine karşı yapılan solunum nedeniyle solunum kaslarında yorulma mevcuttur. Bu hastalarda başta MIP olmak üzere MEP ve MIP değerleri azalmış olarak bulunur (10). KOAH'ın erken döneminde solunum yollarındaki rezistif dirence karşı yapılan solunum ön plandadır ve TV arttırılarak organizmanın gereksinimi karşılanır. Ancak bu uzun dönemde solunum kaslarının yorulmasına yol açar ve elastik dirence karşı yapılan solunum ön plana geçer. V_T azaltılarak hızlı ve yüzeysel solunum yapılır. Yine astımlılarda özellikle kriz dönemlerinde MIP ve MEP değerleri düşük olarak bulunur (11). Solunum kaslarının doğrudan tutulduğu ya da solunum kaslarını innerve eden sinirlerin tutulduğu nöromuskuler distrofi olgularda solunumsal basınçların incelenmesi solunum kas fonksiyonları hakkında yararlı sonuçlar verir.

Transdiafragmatik basınç: Diaframın gücünü göstermek için kullanılabilir. Diaframın iki yüzüne, özofagus içine ve mideye balon yerleştirerek basınçlar ölçülür. Ancak hasta için güç bir işlem olduğunda rutin kullanımı söz konusu değildir.

1. De Troyer A, Estenne M. Coordination between ribcage muscles and diaphragm during quiet breathing in humans. *J Appl Physiol* 1984;57:899-906.
2. Edwards RHT, Faulkner JA. Structure and function of the respiratory muscles. In: Roussos C ed. *The Thorax*, New York, Marcel Dekker 1995:185-217.
3. Decramer M. The Respiratory Muscles. In: Fishman AP, ed. *Fishman's Pulmonary Disease and Disorders 3rd International edition* McGraw-Hill 1999: 63-71
4. De Troyer A, Sampson M. Activation of the parasternal intercostals during breathing efforts in human subjects. *J Appl Physiol* 1982;52:524-529.
5. De Troyer A, Peche R, Yernault JC, Estenne M. Neck muscle activity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:41-47.
6. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. A Statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. *Am J Crit Care Med* 1999;159:S1-40.
7. Yıldırım N. Solunum kaslarının incelenmesi. In: Yenal F, Umut S, Yıldırım N eds. *Akciğer Fonksiyon Testleri İstanbul*, 1996:84-89.
8. Ruppel GL. *Manual of Pulmonary Function Testing*. 7 th ed. 1998; 52-53.
9. Criner GJ, Kelsen SG. Effects of neuromuscular diseases on ventilation. Fishman AP, ed. *Fishman's Pulmonary Disease and Disorders 3rd International edition* McGraw-Hill 1999;1561-1585.
10. Umut S, Sipahioğlu B, Demir T, Yıldırım N, Gemicioğlu B. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) olgularında respiratuar basınçların akciğer volümleriyle ilişkisi. *Cerrahpaşa Tıp Fak Der* 1994;25:25-28.
11. Yıldırım N, Sipahioğlu B, Demir T, Umut S, Hasan A. Bronş astımında kriz ve kriz sonrasında inspiratuar ve ekspiratuar basınçlar. *Cerrahpaşa Tıp Fak Der* 1994;25:29-34.