

Solunum Monitörizasyonu

İrfan Uçgun

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

Son 20-30 yıl içinde bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak solunum monitörizasyonu çok gelişmiştir. Solunum monitörizasyonu dört amaç için yapılır: solunum paterni, arter kan gazı değişiklikleri, solunum kas gücü ve solunum mekaniklerinin izlenmesi [1-6].

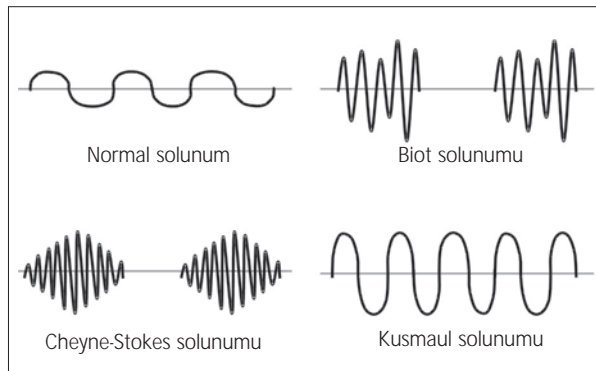
Solunum Paterninin Monitörizasyonu

Solunum sayısı ve solunum şekli hastanın solunum yetersizliğinin en erken bulgularından biridir (Şekil 1). Hipoksi belirginleştğinde hastanın solunum sayısında artma, yardımcı solunum kaslarının kullanımı, paradoks ve iç çekme şeklinde solunumu gözlenir. Paradoks solunum, inspiyumda ve ekspiyumda karın ve göğüs kasları arasındaki koordinasyonun bozulması, eş zamanlı kasılmaları demektir. Diyafram yorgunluğu veya paralizisine işaret edebilir.

Arter kan gazı değişikliklerinin monitörizasyonu:

Sürekli damar içi kangazı analizi: Pahalı olmaları ve sonuçlarının rutin kan gazı cihazları kadar güvenilir olmaması nedenleri ile kullanımı sınırlıdır.

Pulse oksimetre: Non-invazif olması, hastaların kolay uyumu ve sonuçlarının güvenilirliği nedenleri ile solunum monitörizasyonunda çok sık kullanılmaktadır [1]. Ancak sonuçların doğruluğunu etkileyen pekçok faktör vardır. Hipokseminin erken farkedilmesi ve gereken önlemlerin alınması için pulse oksimetre hem çok pratik, hem de hızlı sonuç verir. Bazı dezavantajları da olmasına rağmen hastanın noninvazif takibinde değerli bilgiler vermesi nedeniyle hasta takibinde artık beşinci vital bulgu olarak kabul edilmektedir.



Şekil 1. Normal ve anormal solunum şekilleri

Çalışma prensibi, dokuda yayılan ışığın absorpsiyonunun bir sensör aracılığı ile ölçülmesidir. Oksihemoglobin ile indirgenmiş hemoglobinin iki farklı dalga boyundaki ışığı absorbe etmeleri prensibiyle çalışır. Spektrofotometri ve fotopletismografi gibi iki fiziksel prensibi vardır. Genel olarak %80'in üstündeki satürasyonlar için pulse oksimetrelerin doğruluk oranı ± 2 olarak kabul edilir. %80'in altındaki satürasyonlarda arter kan gazı ile kontrol edilmelidir. Pulse oksimetrelerin cevap zamanı, probun lokalizasyonuna bağlıdır. Örneğin parmaktan ölçümlerde, kulak kepçesine yerleştirilene göre yaklaşık 12 sn'lik gecikme olur. En sık ölçüm yerleri el ve ayak parmakları, kulak kepçesi ve burundur.

Pulse oksimetrelerin kullanımında bazı kısıtlanmalar vardır. Hareket parazitleri, anormal hemoglobinler, boya maddeleri, tırnak cilaları, cilt pigmentasyonu, ortam ışığı, perfüzyonun azalması ve satürasyon düşüklüğü (%80'in altında) durumlarında pulse oksimetre kullanımında sorunlarla karşılaşılır. Ayrıca pulse oksimetreler oksihemoglobin ile karboksihemoglobini ayıramaz ve yanlış olarak yüksek sonuç verir. Pulse oksimetre sonuçlarının güvenilirliği için, oksimetrede okunan kalp hızı ile eşzamanlı kalp hızının birbirine uygun olması gerekir.

Kapnografi: Solunum havasındaki CO₂'nin ölçülmesi ve grafik (kapnogram) olarak görüntülenmesidir. En sık kullanılan metodlar kızıl ötesi spektroskopisi ve kütle spektroskopisidir. Kızıl ötesi ışığı absorbe etmesi ile orantılı olarak gaz içindeki CO₂ konsantrasyonu tahmin edilir. Kapnografi, trakeal entübasyonun belirlenmesi, PEEP titrasyonu, mekanik ventilasyondan ayırma ve kardiyopulmoner canlandırma (CPR) sırasında faydalı olmaktadır [2].

Transkütanöz karbon dioksit ve oksijen monitörizasyonu: Noninvaziv olarak ciltten oksijen ve karbon dioksit monitörizasyonu polarografik elektrotlarla uzun süredir yapılabilmektedir [6]. Transkütanöz cihazlarda ısıtıcı elektrotlar aracılığı ile ölçüm yapılmaktadır. Ölçüm sonuçlarının güvenilirliği hastaların hemodinamik durumu ile yakından ilgili olduğu için, hastanın hemodinamisi yakından takip edilmelidir. Yenidoğanlarda transkütanöz ölçümler ile arteriyel ölçümler arasında çok iyi korelasyon gösterildiğinden yenidoğanlarda kullanımı daha yaygın olmuştur. Ancak yeni çalışmalarda daha büyük çocuklar ve yetişkinlerde de yeni teknolojilerin kullanımı ile arteriyel oksijen ve karbondioksit değerleriyle iyi korelasyon

olduğu, güvenle kullanılabilmesi gösterilmiştir. Tekniğin invaziv olmaması ve kolay uygulanabilir olması önemli avantajlarıdır. Bu özelliklerinden dolayı da hem yetişkinler, hem de çocuklarda rutin solunum monitörizasyonunda kullanılabilir.

Solunum Mekaniklerinin Monitörizasyonu

Solunum mekaniklerinin belirlenmesine basınç, volüm ve akım değerlerinin belirlenmesi ile başlanır [2, 3]. Bunlardan sonra solunum sistem kompliansı, havayolu direnci ve solunum işi hesaplanabilir. Bunlar mekanik solunum sırasında ventilatörlerin kendi monitörleri aracılığı ile yapılabilir. Hastadaki solunum yetmezliğinin nedenini belirlemede de yardımcı olurlar. Bu parametreler ile hasta-ventilatör uyumu monitörize edilebilir ve ventilatöre bağlı komplikasyonlar en aza indirilebilir.

En basit ölçümler olarak havayolu basıncı, PEEP, intrensek PEEP ve hava akımına bakılabilir. Paralitık hastada solunum sisteminin mekanik özelliklerini yansıtırken, spontan soluyan hastada solunum işyükü hakkında önemli bilgi verirler. Solunum sistem mekaniklerine ait veriler, ölçülen ve hesaplanan değerler olarak ikiye ayrılarak incelenir. Ölçülen değişkenler havayolu basıncı, volüm ve akımıdır.

Havayolu basıncı: En sık tepe İspiratuar basınç (PIP) ve plato basıncı (statik basınç; Pplato) ölçülür. PIP, akciğerler ve göğüs duvarının direnci, kompliansı, tidal volüm ve akım hızından etkilenir. Ani basınç yükseklikleri, tek akciğerin ventilasyonu, pnömotoraks veya tüp tıkanması gibi durumları akla getirmelidir. Pplato ise, gaz akımının olmadığı zaman süresince tidal volümün devam ettirilmesi için gereken basınç miktarıdır. Pplato, inspirasyon sonunda ekspiryum valfinin kapatılması ile ölçülür. PIP - Pplato farkı, tepe basınç değerinin havayolu direnci ile ilişkisini gösterir.

Bazen havayolu basıncının başlangıç değeri sıfırdan daha yüksektir ve ekshalasyon boyunca pozitif seyredir. Buna ekspiryum sonu pozitif basınç (PEEP) denir ve ekshalasyondan sonra bir miktar hava volümünün akciğerlerde kaldığını ifade eder. Ventilatörü kullanan tarafından yapılırsa ekstrensek PEEP, pozitif basınçlı ventilasyonun bir komplikasyonu olarak ortaya çıkıyorsa oto PEEP (intrensek PEEP, hava hapsi) denir. Ekshalasyon için yeterli süre bırakılmadıysa, bronş obstrüksiyonu varsa veya sekresyonlar artmışsa oto PEEP oluşumu artar. İspirasyonda hava akımının başlayabilmesi için önce oto-PEEP'e eşdeğer bir basıncın uygulanması gerekir, bu da ek solunum işyükü demektir. Oto-PEEP'i belirleyebilmek için hastanın spontan solunumunun baskılanması ve ekspiryum sonunda ekspiryum valfinin kapatılarak ölçüm yapılması gerekir.

Volüm ve akım ölçümleri: Girdaplı ultrasonik akım ölçerler, pnömotakometreler ve türbin akım ölçerler ile bu ölçümler yapılabilir. Volüm, akımın zamanla çarpımı ile hesaplanır. Hava akımının monitörize edilmesi, solunum sistemindeki direnç ve kompliansa ilişkin değerli bilgiler verir. Örneğin, inspiratuar akım trasesindeki sık çentiklen-

meler havayolunda sekresyon veya ventilatör devresinde biriken su varlığını gösterir.

Solunum sistem kompliansı, havayolu direnci ve solunum iş yükü ise hesaplanan değerlerdir.

Komplians: Birim basınçta ulaşılan akciğer volümü olarak tanımlanabilir. Akciğerlerin havalanmasına elastik güçler ve sürtünme olmak üzere iki kuvvet direnç gösterir. Akciğer parankim elastikiyetinin azaldığı fibrozis, atelektazi, ARDS, göğüs duvarı hastalıkları ve pulmoner vasküler tıkanıklık gibi durumlarda komplians düşer ve hem PIP, hem Pplato basıncı yükselir. Amfizem gibi durumlarda ise düşük havayolu basınçları ile kolaylıkla şişen bir balon gibi daha yüksek tidal volüm elde edilebilir (komplians yükselir). Statik komplians akciğerler ve göğüs duvarı patolojilerinden etkilenirken, dinamik komplians havayolu direncinin arttığı durumlardan etkilenir. Statik komplians ölçümünde Pplato kullanılır, dinamik komplians ölçümünde PIP kullanılır.

Havayolu direnci: Havayolu çapı ile ters orantılıdır. Sekresyon birikmesi, bronş obstrüksiyonu, peribronşiyal ödem ve havayollarının basısında direnç artar. Direnç (R_{aw})= P_{TA} /akım (cmH₂O/lt/sn) formülü ile hesaplanır. Burada P_{TA} , havayolu geçiş basıncını (ağız ile alveol basınçları arasındaki fark) ifade etmektedir. Mekanik ventilasyon uygulanan bir hastada bu basınç P_{TA} =PIP-Pplato formülü ile hesaplanabilir. Endotrakeal tüp boyutu küçüldükçe direnç artar. Örneğin 30 lt/dk akım hızı ile ventile edilen bir hastada PIP 35 cmH₂O ve Pplato 30 cmH₂O ise R_{aw} = P_{TA} /akım formülünde R_{aw} =35-30/0,5=10 cmH₂O/lt/sn olarak hesaplanır.

Solunum iş yükü: Bir soluk almak için gereken enerji ile ilgilidir. Belli bir gaz volümünün hareket ettirilmesi için gereken basınç miktarıdır (kilogram metre veya joule). Sağlıklı bir kişide solunum işi yaklaşık 0,1 kg.m veya 1 joule'dür. Günümüzde bazı ventilatörler ile ve özofagus basınç monitörizasyonu ile solunum iş yükü izlenebilmektedir. Basınç/volüm eğrisi kullanılarak da solunum iş yükü tahmin edilebilir, örneğin daha büyük bir halka, daha büyük bir iş yükü demektir.

Solunum kaslarının değerlendirilmesi: Kas gücü ve dayanıklılığı ölçülerek değerlendirilir. Kas gücünü değerlendirmek için maksimum inspiratuar (P_{Imax}) ve ekspiratuar (P_{Emax}) havayolu basınçları kullanılır. P_{Imax} ve P_{Emax} 'in -80 ve 100 cmH₂O'dan daha yüksek olmaları solunum kas yorgunluğu düşüncesini ortadan kaldırabilir. Weaning'de de P_{Imax} 'in -30 cmH₂O'dan daha negatif olması inspiratuar kas fonksiyonlarının yeterli olduğunu gösterir. En önemli inspiryum kası diyafram olduğu için, diyaframın fonksiyonlarını ayrıca değerlendirmek gerekir. Transdiyafragmatik basınç (Pdi) ölçülmesi bu konuda önemli bilgiler verir. Pdi ölçümü için, hem mide, hem de özofagusa bir balon yerleştirilmesi gerekir. İnvaziv bir yöntemdir, ancak hastanın paralize edilmesine gerek olmaması önemli avantajdır.

Solunumun noninvazif monitörizasyonu ile hastaların durumundaki değişiklikleri yakından izleme ve erken

müdahale imkanları gelişmiştir. Yatak başında kolayca uygulanabilen bu testlerin yararlarının daha iyi anlaşılması ve yorumlanmasındaki gelişmelere paralel olarak kullanımları daha da artacak ve yaygınlaşacaktır [2].

KAYNAKLAR

1. Tremper KK, Barker SJ. Pulse oximetry. *Anesthesiology* 1989; 70: 98-108.
2. Curley FJ, Smyrniotis NA. Routine monitoring of critically ill patients. In: Rippe MJ, Irwin RS, Fink MP, Cerra FB (eds). *Intensive Care Medicine*. Fifth Edition, LWW; 2003: 226-46.
3. Tobin MJ. Monitoring respiratory mechanics in ventilator-dependent patients. In: Tobin MJ (ed). *Principles and Practice of Intensive Care Monitoring*. New York: Mc Graw Hill, 1998; 553-96.
4. Pilbeam SP. *Mechanical Ventilation. Physiological and Clinical Applications*. 3rd ed. Mosby; 1998.
5. Tobin MJ, Laghi F. Monitoring of respiratory muscle function. In: Tobin MJ (ed). *Principles and Practice of Intensive Care Monitoring*. New York: Mc Graw Hill, 1998; 497-544.
6. Parker SM, Gibson GJ. Evaluation of a transcutaneous carbon dioxide monitor ("TOSCA") in adult patients in routine practice. *Respir Med* 2007; 101: 261-4.