



# Farklı Oksijen Konsantrasyonlarındaki İntrapulmoner Şant Değişimleri ve Oksijenizasyon Parametrelerinin Değerlendirilmesi

## Evaluation of Intrapulmonary Shunt Alterations at Different Oxygen Concentrations and Oxygenation Parameters

Zerrin Demirtürk, Ecder Özenç\*, Sibel Buluç Bulğen\*\*

Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

\*Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

\*\*İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

### Özet

**Amaç:** Çalışmanın amacı, akciğer dışı patolojiler nedeniyle yoğun bakım ünitesinde mekanik ventilasyon tedavisi alan hastalarda şantın  $FiO_2$  değişimleri ile ilişkisini bulmak,  $PaO_2/FiO_2$ ,  $PaO_2/PAO_2$ ,  $P(A-a)O_2$  değerlerinin tedavi stratejisini belirlemede şant oranı ile nasıl bir korelasyon izlediğini değerlendirmektir.

**Yöntemler:** Mekanik ventilasyon tedavisi uygulanan 19-75 yaş grubunda 20 hasta hastane etik kurul onayı alınarak çalışmaya dahil edildi. Hastaların ikisinde konjestif kalp yetmezliği diğer ikisinde akut respiratuvar distres sendromu gelişmesi üzerine bu dört hasta çalışma dışı bırakıldı. Hastaların tüm  $FiO_2$  değerlerindeki şant,  $P(A-a)O_2$ ,  $PaO_2/FiO_2$ ,  $PaO_2/PAO_2$  değerleri hesaplandı. Tüm testlerin anlamlılığı p değeri  $<0,05$  olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

**Bulgular:** Yapılan şant ölçümlerinde en düşük median şant değeri  $FiO_2: 0,3$ 'de  $[0,171 (0,089-0,670)]$ , en yüksek median şant değeri ise  $FiO_2: 1$  iken  $[0,355 (0,154 0,646)]$  ölçüldü.  $FiO_2: 0,5$  ve  $0,7$  arasında da istatistiksel olarak belirgin korelasyon görüldü ( $r=0,850$ )  $P(A-a)O_2$  değeri için tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü.  $FiO_2: 1$ 'de en yüksek ortalama  $P(A-a)O_2$  değeri  $(382,91\pm106,46)$ ,  $FiO_2: 0,21$ 'de en düşük ortalama değeri  $(38,64\pm16,97)$  ölçüldü.  $PaO_2/FiO_2$  ve  $PaO_2/PAO_2$  oranları için  $FiO_2: 0,3$  ve  $0,5$ 'te ölçülen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu.

**Sonuç:** Bu çalışmada  $FiO_2: 1$  de şant değerinin arttığını gösterdik. Hafif ve orta şiddette akciğer patolojisine sahip hastalarda hastanın durumunu değerlendirmemizi zorlaştırır. Farklı oksijenizasyon indeksleri ve şant ölçümü hastanın durumu hakkında pratik, kullanışlı ve önemli bilgiler verir. (*Haseki Tıp Bülteni 2015; 53: 124-9*)

**Anahtar Sözcükler:** Akciğer ventilasyonu, solunum, ventilasyon-perfüzyon oranı

### Abstract

**Aim:** The aim of the current study was to evaluate the relationship of intrapulmonary shunt with  $FiO_2$  alterations in patients treated with mechanical ventilation in intensive care unit for extrapulmonary disorders. Also, we aimed to assess the role of correlation between shunt ratio and  $PaO_2/FiO_2$ ,  $PaO_2/PAO_2$ ,  $P(A-a)O_2$  values in determining the treatment strategies.

**Methods:** Twenty patients between ages of 19 and 75 years, requiring mechanical ventilation were enrolled into the study. We excluded two patients due to congestive heart failure and two patients due to acute respiratory distress syndrome (ARDS). Shunt fraction,  $P(A-a)O_2$ ,  $PaO_2/FiO_2$ ,  $PaO_2/PAO_2$  values were calculated at each  $FiO_2$  level for each patient.

**Results:** The lowest median shunt value was measured at  $FiO_2: 0.3$  There was a significant correlation between shunt values at  $FiO_2 0.5$  and  $0.7$  ( $r=0.850$ ). The highest mean value of  $P(A-a)O_2$  was measured at  $FiO_2: 1$  ( $382.91\pm106.46$ ), and the lowest value of  $P(A-a)O_2$  was measured at  $FiO_2: 0.21$  ( $38.64\pm16.97$ ).  $PaO_2/FiO_2$  and  $PaO_2/PAO_2$  ratios measured at  $FiO_2: 0.3$  and  $0.5$  were found to be statistically significant.

**Conclusion:** In this study, we have shown increased shunt fraction at  $FiO_2: 1$  level. Different oxygenation indices and shunt measurements give us important and useful knowledge about the patients' current condition. (*The Medical Bulletin of Haseki 2015; 53:124-9*)

**Key Words:** Pulmonary ventilation, respiration, ventilation-perfusion ratio

**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Zerrin Demirtürk

Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

Tel.: +90 212 414 20 00 E-posta: zerrince@gmail.com

**Geliş Tarihi/Received:** 25 Temmuz 2014 **Kabul Tarihi/Accepted:** 27 Ekim 2014

**2010 Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kongresinde poster olarak yayınlanmıştır.**

Haseki Tıp Bülteni,

Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

*The Medical Bulletin of Haseki Training and Research Hospital,*  
published by Galenos Publishing.

## Giriş

Oksijen destek tedavisinin uzun yıllar her durumda, özellikle de yüksek oranda uygulanmasının yararlı olacağı düşünülmüştür. Ancak zamanla ortaya çıkan yeni yaklaşımlar, yüksek oranda oksijen tedavisi uygulamanın her zaman hasta yararına olmayacağını, hatta mortalite ve morbiditeyi arttıran sonuçlara yol açabileceğini, bu nedenle de oksijen kullanımı konusunda daha sınırlı ve kontrollü davranılması gerektiğini gündeme getirmiştir. Yüksek fraksiyone oksijen konsantrasyonu ( $FiO_2$ ) değerinde yapılan mekanik ventilasyon tedavisinin hasta üzerine etkileri çok yönlü olmakla birlikte, bu tedavinin sonuçlarını değerlendirmek hem takipte hem de tedavimize yön vermede önemlidir. Hastanın yatakbaşı oksijenizasyonunu, ventilasyon-perfüzyon (V-Q) durumunu, uygulanan  $FiO_2$  değerinde yapılacak değişiklikleri sağlamada intrapulmoner şant oranı önemlidir. Yoğun bakım hastalarında hipokseminin en önemli nedenlerinden biri şanttır. Venöz karışım olarak da adlandırdığımız "fizyolojik şant" kardiyak venöz geri dönüşü sağlayan ve direkt olarak akciğerlere dönen Tebossian venler ve derin bronşial venlerle oluşur. Bu şantın miktarı %5'in altında olup değerlendirmeye alınmaz (1). Ancak  $V/Q=0$  olan yada  $V/Q<0$  olan akciğer ünitelerinden gelen kan fizyolojik şanta eklendiğinde "gerçek şant" dediğimiz değer ortaya çıkar. Yüksek oksijen konsantrasyonu atelektaziye, atelektazi sonucu azalan  $V/Q$  oranı intrapulmoner şantta artışa neden olur (2,3).

Hastada başarılı bir mekanik ventilasyon yönetimi için şant dışında bilmemiz gereken diğer birtakım parametreler vardır. Bunlar; arteriyel oksijen basıncı/solütulan oksijen yüzdesi ( $PaO_2/FiO_2$ ) oranı, arteriyel oksijen basıncı/alveolar oksijen basıncı oranı ( $PaO_2/PAO_2$ ), alveolo-arteriyel oksijen basınç farkı ( $P(A-a)O_2$ ) olup, en çok kullandığımız parametrelerdir (4-9). Bu ölçütler hesaplanırken miks venöz kan örneği gerekmediği için, hastaya pulmoner arter kateteri takılmaksızın oksijenizasyon değerlendirilebilir (10).

Çalışmamızın birincil amacı, akciğer kaynaklı olmayan patolojiler nedeniyle yoğun bakım ünitesinde mekanik ventilasyon tedavisi alan hastalarda en düşük şantın hangi  $FiO_2$  değerinde olduğunu bulmak, ayrıca  $FiO_2$  değişimleri ile şant değişimleri arasında var olan ilişkiyi göstermektir. Çalışmamızın ikincil amacı,  $PaO_2/FiO_2$ ,  $PaO_2/PAO_2$ ,  $P(A-a)O_2$  değerlerinin tedavi stratejisini belirlemede şant oranı ile nasıl bir korelasyon izlediğini değerlendirmektir.

## Yöntemler

Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yoğun Bakım ünitesinde akciğer kaynaklı olmayan patolojiler nedeniyle yatmakta olan hemodinamik ve klinik açıdan stabil mekanik ventilasyon tedavisi uygulanan 19-75 yaş grubunda 20 hasta hastane etik kurul onayı alınarak

karşılaştırmalı çalışmaya alındı. Hastaların ikisinde konjestif kalp yetmezliği, diğer ikisinde akut solunumsal yetmezlik sendromu (ARDS) gelişmesi üzerine bu dört hasta çalışma dışı bırakıldı. Tüm hastalara radyal arter kateteri ve subklavyen venden santral venöz kateter takıldı. Hastaların tümüne elektrokardiyografi (EKG), periferik oksijen satürasyonu ( $SpO_2$ ), invaziv kan basıncı ölçümü ile (Drager; infinity delta MS13466E539D, USA monitörü) sürekli gözlem yapıldı. Genel durumu bozulan,  $SpO_2<90$ , kan basıncında  $<30$  mmHg dan fazla düşüş olan,  $FiO_2$  yerine, insipire edilen oksijen saturasyonu  $> 60$  olan hastalar çalışmaya alınmadı. Çalışmaya alınan hastalardan bu kriterlere uyanlar çalışma dışı bırakıldı. Alınan kan örnekleri Radiometer ABL 800 FLEX kan gazı cihazı ile ölçüldü. Hastaların ölçümleri yapılırken kısaltmalarda gösterilen parametreler kullanılarak formüller ile hesaplandı (Tablo1). Hastalar Drager evita 4 marka ventilatör ile IPPV modunda, ventilasyon ayarları f: 12-16/dk, TV: 8 ml/kg, PEEP: 4 cmH<sub>2</sub>O olarak sırasıyla  $FiO_2$ : 0,21; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0 değerlerinde ventile edildi. Hastaların her birinin tüm  $FiO_2$  değerlerindeki şantları, alveoloarteriyel oksijen gradient farkları ( $P(A-a)O_2$ ), arteriyel oksijen basıncı ile fraksiyone oksijen oranları ( $PaO_2/FiO_2$ ), arteriyel ve alveoler oksijen oranları ( $PaO_2/PAO_2$ ) hesaplandı.

## İstatistiksel Analiz

Çalışmada normal dağılan veriler için parametrik testler, normal dağılım göstermeyen veriler için ise nonparametrik testler uygulandı. İstatistiksel analizlerde SPSS 15.0 (Chicago IL., USA) ve GraphPad Prism 4.03 programları kullanılmıştır. İkili gruplar arasındaki karşılaştırmalar eşleştirilmiş örneklem için t testi ile, çoklu grup karşılaştırmaları tekrarlı ölçümler için varyans analizi yöntemi ile hesaplandı. Sonuçlar ortalama  $\pm$  SS (standart sapma) olarak ifade edildi. Nonparemetrik değerler median (minimum-maksimum) olarak belirtildi. Tüm testlerin anlamlılığı p değeri  $<0,05$  olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## Bulgular

$FiO_2$  değişimi sonucu oluşan şant değişiklikleri gösterilmiştir (Grafik 1). Yapılan şant ölçümlerinde en düşük ortanca değeri  $FiO_2$ : 0,3'de [0,171 (0,089-0,670)], en yüksek ortanca değeri ise  $FiO_2$ : 1 iken [0,355 (0,154-0,646)] ölçüldü.  $FiO_2$ : 0,21; 0,3; 0,5; 0,7 iken ölçülen şant değerlerinin her biri ile  $FiO_2$ : 1 iken ölçülen şant değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü. Farklı  $FiO_2$  değerinde ölçülen  $PaO_2/FiO_2$  ölçümleri gösterilmiştir (Grafik 2).  $PaO_2/FiO_2$  oranının en düşük ortalama değeri  $FiO_2$ : 0,7 iken (263,45 $\pm$ 16,97), en yüksek ortalama değeri  $FiO_2$ : 0,21'de (328,30 $\pm$ 70,92) ölçüldü.  $FiO_2$ : 0,21 ile  $FiO_2$ : 0,5 ve 0,7'de ölçülen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ( $p=0,004$ ,

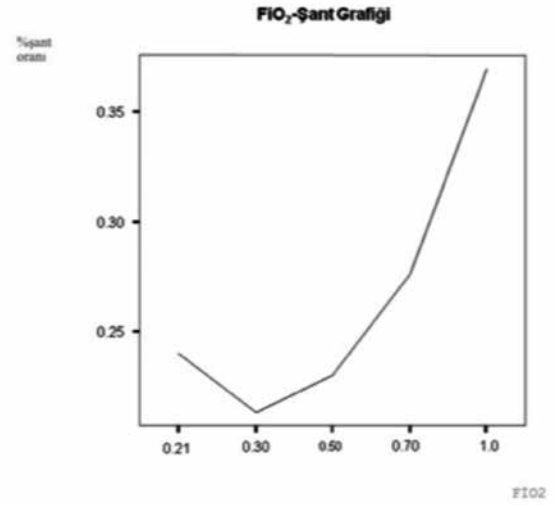
$p=0,008$  sırasıyla).  $FiO_2$ : 0,3 ve 0,5’de ölçülen değerler arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ( $p=0,019$ ).  $FiO_2$  değişimi ile  $P(A-a)O_2$  arasındaki ilişki Grafik 3’de gösterilmiştir.  $FiO_2$ : 1’de en yüksek ortalama  $P(A-a)O_2$  değeri ( $382,91\pm106,46$ ),  $FiO_2$ : 0,21’de en düşük ortalama değeri ( $38,64\pm16,97$ ) ölçüldü. Tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü.  $FiO_2$  değişimi ile ölçülen  $PaO_2/PAO_2$  oranları arasındaki ilişki Grafik 4’te gösterilmiştir.  $PaO_2/PAO_2$  oranı  $FiO_2$ : 0,7’de en düşük ortalama değerindeydi ( $0,41\pm0,13$ ). Bu oran en yüksek ortalama değeri  $FiO_2$ : 0,21’de ( $0,64\pm0,14$ ) ölçüldü.  $FiO_2$ : 0,3 ve 0,5’te ölçülen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü ( $p<0,001$ ).

### Tartışma

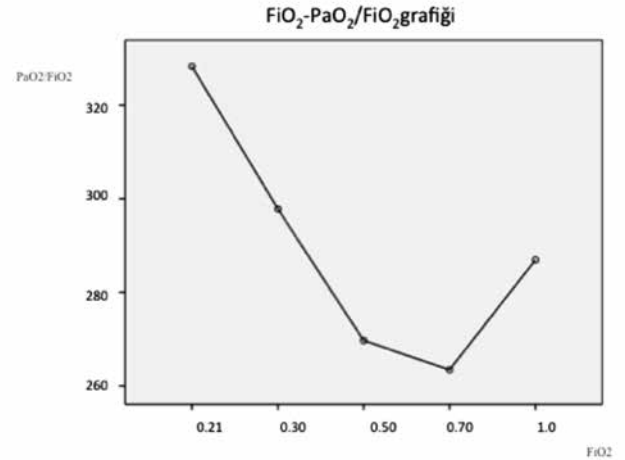
Yüksek  $FiO_2$  değerinde yapılan mekanik ventilasyon tedavisinin hasta üzerine etkileri çok yönlü olmakla birlikte, bu tedavinin sonuçlarını değerlendirmek hem takipte hem de tedavimize yön vermede önemlidir. Çalışmamızda  $FiO_2$  değişimi ile şantta görülen değişiklikleri,  $P(A-a)O_2$ ,  $PaO_2/FiO_2$ ,  $PaO_2/PAO_2$  oranları ile ilişkisini gösterdik. Şant oranları arasında en düşük şant değeri  $FiO_2$ : 0,3’te görülürken,  $FiO_2$ : 0,5’te artmaya başlamıştır.

Douglas ve ark.’nın yaptığı bir çalışmada, postoperatif mekanik ventilasyon gerektiren 30 hastaya değişik fraksiyonlarda oksijen solutulmuş, hastaların  $FiO_2$ : 0,21’den  $FiO_2$ : 1’e kadar şantları hesaplanmıştır. Tüm hastalarda,  $FiO_2$ : 0,21’den  $FiO_2$ : 0,4 doğru şantlarda azalma olduğu,  $FiO_2$ : 0,6 olduğunda ise sabitlendiği görülmüştür.  $FiO_2$ : 1’e doğru ise şant yükselmeye başlamıştır. Çalışmacılar,  $FiO_2>0,6$  olduğunda sağdan sola oluşan şantta bir artış olduğu görüşünde birleşmişlerdir (11). Çalışmamızda, Douglas ve ark.’nın yaptığı çalışmaya benzer olarak  $FiO_2$ : 0,5’den sonra şantta artış gözlemledik.  $FiO_2$ : 0,5 ile  $FiO_2$ : 1 ve  $FiO_2$ : 0,5 ve 0,7’de ölçülen şant değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü.  $FiO_2$ : 0,5 değeri şant artışında bir kırılma noktası olduğu düşünüldü. Douglas ve ark., bu çalışmada şantın yanında (A-a)  $DO_2$  değişimini de değerlendirmişlerdir. Sonuç, bizim çalışmamızla benzer şekilde  $FiO_2$  artarken (A-a)  $DO_2$  değerinin arttığı yönünde bulunmuştur.

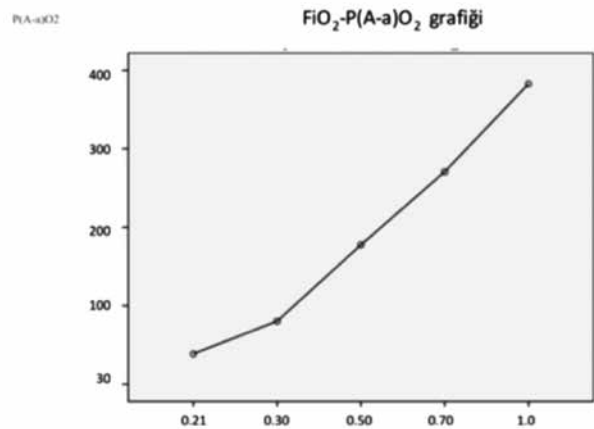
Shapiro ve ark.’nın çeşitli derecede solunum yetersizliği olan hastalarda yaptıkları çalışmada, akciğerdeki patoloji ve uygulanan tedavi ne olursa olsun  $FiO_2$ : 1’de şantın anlamlı olarak arttığını belirtmişlerdir. Özellikle  $FiO_2$ : 0,5’den  $FiO_2$ : 1’e doğru arttıkça şant belirgin olarak artmış,  $FiO_2$ : 0,21’den  $FiO_2$ : 0,5’e kadar ise belirgin olarak azalmıştır (12). Quan ve ark.’nın 34 hastayı akciğer patolojilerine göre ayırdığı bir çalışmada hastalar grup 1 ve 2 olarak ayrılmış. Grup 1’de akciğer açısından sağlam yada orta derecede patolojisi olanlar alınmış, grup 2’de ARDS tanısı alan hastalardan oluşmuştur (13). Grup 1’de  $FiO_2$  yükseldikçe şant artmış,



Grafik 1. FiO<sub>2</sub> ile şant arasındaki ilişki



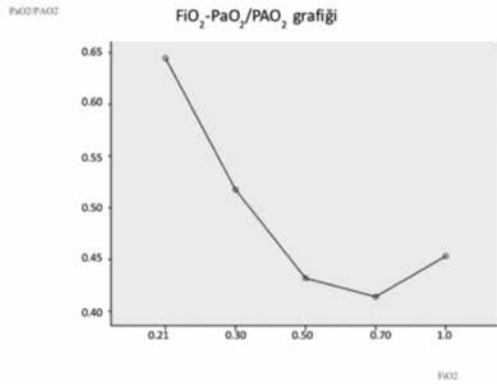
Grafik 2. FiO<sub>2</sub>-PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> grafiği



Grafik 3. FiO<sub>2</sub> ile P(A-a)O<sub>2</sub> arasındaki ilişki

grup 2'de FiO<sub>2</sub> yükseldikçe önce şant azalmış, FiO<sub>2</sub>: 1 olduğunda değişmeden kalmıştır. Bizim hasta grubumuz tek bir grup olup akciğer kaynaklı olmayan patolojiler nedeniyle yoğun bakımda takip ettiğimiz hastalardan oluşmaktaydı. Çalışmamızın sonuçlarını Shapiro ve Quan'ın sonuçları ile karşılaştırdığımızda akciğerdeki patolojinin derecesi şant artışında önemli bir kriter olmakla birlikte; patolojinin ciddiyetinin şantın miktarı ve oksijenizasyonu değerlendirmede yeterli olamayacağını düşündük. Bu durum orta derecede pulmoner yetmezliği olan hastalarda sağlam bir vasoregulator mekanizmanın varlığı ve bunun sonucunda iyi ventile olan alveol ünitelerine kan akımı artışının bir sonucu olabilir. Hipoksik pulmoner vazokonstriksiyonun bir sonucu olarak FiO<sub>2</sub> arttıkça ventilasyon ile perfüzyon arasındaki oran şant lehine bozulmuş ve bu da şantı arttırmıştır. Şiddetli pulmoner yetmezlikli hastalarda bu reaktivite ortadan kalkmış ya da bozulmuş olabilir. İhtimal ki, daha geniş ventile olmayan alanlar bulunabilir. Bu ventile olmayan alanlar yüksek FiO<sub>2</sub> solunmasıyla oluşan absorpsiyon atelektazisinin bir sonucu olarak tamamıyla kollabe olur.

Santos ve ark.'nın 12 hasta ile yaptığı bir çalışmada hastalar akut akciğer hasarı (ALI), ARDS ve KOAH olarak üç farklı kategoride değerlendirilmiştir (14). Yüzde 100 oksijen solutulan hastaların intrapulmoner şant, PaO<sub>2</sub>,



**Grafik 4.** FiO<sub>2</sub> ile PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub> arasındaki ilişki

PaCO<sub>2</sub> değerleri ölçülmüş ve ALI grubunda intrapulmoner şantı, PaO<sub>2</sub> ve PaCO<sub>2</sub>'nin anlamlı olarak arttığı ve bunun nedeninin de büyük bir olasılıkla reabsorpsiyon atelektazisine bağlı olduğu ifade edilmiştir. FiO<sub>2</sub>: 1 olduğunda akciğer fizyolojisinde neler olduğunu bilmeye gerek vardır. Burada etken akciğerin denitrojenasyonu (15,16). Yüzde 100 oksijen solunmasıyla kısa sürede absorpsiyon atelektazisi oluşur. Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) ve total kompliyans (Ct) azalır, atelektazi başlayan ünitelerde V/Q oranı sıfıra doğru küçülürken, şantta da artma meydana gelir (15,17,18). Diğer taraftan, miks venöz PO<sub>2</sub>'de artış pulmoner vasküler tonusu azaltır (19). Çalışmamızda FiO<sub>2</sub>: 1'de şant artışının muhtemel sebebi reabsorpsiyon atelektazisidir. Ancak CO<sub>2</sub> ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (20). "Haldan etkisi" olarak adlandırılan CO<sub>2</sub>'nin salınımı ve direk karbamat olarak bağlanmasını kolaylaştıran CO<sub>2</sub> dissosiyasyon eğrisindeki değişiklik PCO<sub>2</sub>'in oranını arttırabilir (20,21). Bunun için daha detaylı bir çalışmaya ihtiyaç vardır. Horovitz ve ark. bir oksijenasyon indeksi olarak yatakbaşında oksijen değişimini değerlendirmede PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranını kullanmışlardır (22). O zamandan bu yana, farklı FiO<sub>2</sub> düzeylerinde arteriyel oksijeni değerlendirmede bu oran bir ölçüt haline gelmiştir (23-25). PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerinin oksijen değişimini yansıtmaya dair kayıtlarda birkaç tutarsızlık mevcuttur. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub><200 mmHg olduğu değerlerde şant>%20 ise iyi korelasyon olabileceğini ifade edilmiştir (26,27). Gowda ve Klocke normal klinik durumlarda gaz değişim anormalliğinin derecesini tahminde işe yarar olduğunu göstermiştir. Ayrıca iki çalışma özellikle hemodinamik açıdan stabil hastalarda bu değer ölçülen venöz karışım oranı ile yakın korelasyonda ve diğer basınç temelli oksijenizasyon indekslerinden daha iyi korele olduğunu ortaya koymuştur (26-29). Bununla birlikte, yakın zamanda yapılan pek çok çalışma mekanik ventilasyon boyunca bu ölçütün şantın yerine geçmeyeceğini ve ARDS'de kullanılan Amerika-Avrupa Konsensus Konferansı ile belirlenen gaz değişim skalasında yanlış sınıflandırmalara neden olacağını ifade etmiştir (30,31). Çalışmamızda FiO<sub>2</sub>: 0,5 değerinden itibaren PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerlerinde bir azalma görüldü. Bu

**Tablo 1. Hastaların pulmoner şant değerlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller**

**Formüller**

$$PAO_2 = FiO_2 \times (PB - PH_2O) - PaCO_2 / RQ,$$

$$CaO_2 \text{ (ml/dlkan)} = Hb(g/dl) \times 1,34 \text{ (mlO}_2\text{/gHb)} \times SaO_2 \text{ (\%)} + (0,003 \times PaO_2)$$

$$CcO_2 \text{ (ml/dlkan)} = Hb(g/dl) \times 1,34 \text{ (mlO}_2\text{/gHb)} \times ScO_2 \text{ (\%)} + (0,003 \times PAO_2) \text{ (ScO}_2\text{: 1 kabul edilecek)}$$

$$CvO_2 \text{ (ml/dlkan)} = Hb(g/dl) \times 1,34 \text{ (mlO}_2\text{/gHb)} \times SvO_2 \text{ (\%)} + (0,003 \times PvO_2)$$

$$\text{Şant yüzdesi (Qs/Qt)} = (CcO_2 - CaO_2) / (CaO_2 - CvO_2)$$

PAO<sub>2</sub>: Alveolar oksijen parsiyel basıncı, CaO<sub>2</sub> (ml/dlkan): Arteriyel oksijen kontenti, CvO<sub>2</sub> (ml/dlkan): Venöz oksijen kontenti, Qs/Qt: İntrapulmoner şant oranı

istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte şant artışı ile aynı yönde bir azalmayı göstermektedir. Çalışmamızda bu verilerin istatistiksel olarak anlamlı olmaması hasta sayısının yetersiz olmasından kaynaklanabilir.

PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub> ve P(A-a)O<sub>2</sub> değerleri spontan soluyan ve mekanik ventilatördeki hasta gruplarının her ikisi için de bazı avantajlara sahip olsa da, pek çok çalışma bu değerlerin pulmoner oksijen transferini değerlendirmede tartışılabilir olduğunu göstermiştir (32-35). Yapılan çalışmalarda PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub> oranı 0,6-0,8 arasında değişmektedir (36,37). Bizim hasta grubumuzda PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub> oranı FiO<sub>2</sub>: 0,3 ve 0,5'de istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. En yüksek PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub> değeri 0,6 olup, bunlar, FiO<sub>2</sub>: 0,21 ve 0,3'te iken ölçülen değerlerdir. FiO<sub>2</sub>: 0,7'de bu oran en düşük ortalama değerde ölçüldü. Bunun muhtemel sebebi FiO<sub>2</sub>: 0,5'den itibaren şantın artmaya başlamasıdır. Görüldüğü üzere şant artarken PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub> oranı azalmıştır. FiO<sub>2</sub>: 0,3 ve 0,5'te ölçülen PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub> ve P(A-a)O<sub>2</sub> değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. Bu bir açıdan her üç değer birbirini desteklediği ya da birbirine herhangi bir üstünlüğünün olmadığı şeklinde değerlendirilebilir. Diğer taraftan, akciğer patolojilerinin ön planda olduğu hasta gruplarında bu değerlerin tek başına ölçüt olamayacağı ve duyarlılığın az olduğu söylenebilir.

## Sonuç

Yüksek FiO<sub>2</sub> düzeylerinde, özellikle FiO<sub>2</sub>'nin, 0,7 ve üzerinde olduğu değerlerde, şant değerleri hastanın solunumsal yetmezliğinin derecesi ile ilişkili olarak artmıştır. FiO<sub>2</sub>: 1 değeri şant düzeyini arttırır. Hafif ve orta şiddette akciğer patolojisine sahip hastalarda hastanın durumunu değerlendirmemizi zorlaştırır. Bununla birlikte, şant ölçümü ve oksijenizasyon indeksleri hastanın durumu hakkında pratik, kullanışlı ve önemli bilgiler verir.

**Çıkar çatışması:** Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

## Kaynaklar

- Takala J. Hypoxemia due to increased venous admixture: influence of cardiac output on oxygenation. *Intensive Care Med* 2007;33:5:908-11.
- Green JF, Kaufman MP. Pulmonary afferent control of breathing as end-expiratory lung volume decreases. *J Appl Physiol* (1985) 1990;68:2186-94.
- Reber A, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Lung aeration: The effect of pre-oxygenation and hyperoxygenation during total intravenous anaesthesia. *Anaesthesia* 1996;51:733-7.
- Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med* 2000;342:1301-8.
- Rasanen J, Downs JB, Malec DJ, Oates K. Oxygen tensions and oxyhemoglobin saturations in the assessment of pulmonary gas exchange. *Crit Care Med* 1987;15:1058-61.
- Gould MK, Ruoss SJ, Rizk NW, Doyle RL, Raffin TA. Indices of hypoxemia in patients with acute respiratory distress syndrome: reliability, validity, and clinical usefulness. *Crit Care Med* 1997;25:6-8.
- Baigelman W, Bellin SJ, Pearce L, Lilly K, Cupples LA. Relation of inspired oxygen fraction to hypoxemia in mechanically ventilated adults. *Crit Care Med* 1984;12:486-8.
- Sydow M, Burchardi H, Ephraim E, Zielmann S, Crozier TA. Long-term effects of two different ventilatory modes on oxygenation in acute lung injury: comparison of airway pressure release ventilation and volume-controlled inverse ratio ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1550-6.
- Bone RC, Maunder R, Slotman G, et al. An early test of survival in patients with the adult respiratory distress syndrome: the PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio and its differential response to conventional therapy; Prostaglandin E1 Study Group. *Chest* 1989;96:849-51.
- Covelli HD, Nesson VJ, Tuttle WK 3rd. Oxygen derived variables in acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1983;11:646-9.
- Douglas ME, Downs JB, Dannemiller FJ, Hodges MR, Munson ES. Change in pulmonary venous admixture with varying inspired oxygen. *Anesth Analg* 1976;55:688-95.
- Shapiro BA. Measurement of Shunt in Respiratory Failure. *Chest* 1980;78:898-900.
- Quan SF, Kronberg GM, Schlobohm RM, Feeley TW, Don HF, Lister G. Changes in venous admixture with alterations of inspired oxygen concentration. *Anesthesiology* 1980;52:477-82.
- Santos C, Ferrer M, Roca J, Torres A, Hernández C, Rodriguez-Roisin R. Pulmonary Gas Exchange Response to Oxygen Breathing in Acute Lung Injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:26-31.
- Suter PM, Fairley HB, Schlobohm RM. Shunt, lung volume and perfusion during short periods of ventilation with oxygen. *Anesthesiology* 1975;43:617-27.
- Dantzker DR, Wagner PD, West JB. Instability of lung units with low a/A ratios during O<sub>2</sub> breathing. *J. Appl. Physiol* 1975;38:886-95.
- Reines HD, Cietta JV. The inaccuracy of using 100% oxygen to determine intrapulmonary shunts in spite of PEEP. *Crit Care Med* 1979;7:301-3.
- Saadjan A, Philip-Joet F, Levy S, Arnaud A. Vascular and cardiac reactivity in pulmonary hypertension due to chronic obstructive lung disease: assessment with various oxygen concentrations. *Eur Respir J* 1992;5:525-30.
- Sandoval J, Long GR, Skoog C, Wood LD, Oppenheimer L. Independent influence of blood flow rate and mixed venous PO<sub>2</sub> on shunt fraction. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1983;55:1128-33.
- Klocke RA. Carbon dioxide transport. Crystal RG, West JB, Weibel ER, Barnes PJ editors. *The Lung: Scientific Foundations*, 2nd ed. Philadelphia, Lippincott-Raven 1997. p.1633-42.
- Holland RAB. Kinetics of oxygen and carbon dioxide reactions. Crystal RG, West JB, Weibel ER Barnes PJ editors. *The Lung: Scientific Foundations*, 2nd ed. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997;1643-56.
- Horowitz JH, Carrico CJ, Shires GT. Pulmonary response to major injury. *Arch Surg* 1974;108:349-55.
- Kirby RR, Downs JB, Civetta JM, et al. High level positive end expiratory pressure (PEEP) in acute respiratory insufficiency. *Chest* 1975;67:156-63.
- Goldfarb MA, Ciurej TF, McAslan TC, Sacco WJ, Weinstein MA, Cowley RA. Tracking respiratory therapy in the trauma patient. *Am J Surg* 1975;129:255-8.

25. Hegyi T, Hiatt IM. Respiratory Index: a simple evaluation of severity of idiopathic respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 1979;7:500-1.
26. Robinson NB, Weaver LJ, Carrico CJ, Hudson LD. Evaluation of pulmonary dysfunction in the critically ill. *Am Rev Respir Dis* 1981;123:92.
27. Zetterstorm H. Assessment of the efficiency of pulmonary oxygenation: the choice of oxygenation index. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988;32:579-84.
28. Gowda MS, Klocke RA. Variability of indices of hypoxemia in adult respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 1997;25:41-5.
29. Hoffstein V, Duguid N, Zamel N, Rebeck AS. Estimation of changes in alveolar-arterial oxygen gradient induced by hypoxia. *J Lab Clin Med* 1984;104:685-92.
30. Murray JF, Matthay MA, Luce JM, Flick MR. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:720-3.
31. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS: definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:818-24.
32. Chatburn R, Lough M. *Handbook of respiratory care*. 2nd ed. Chicago, IL: Year Book Medical Publishers, 1990 592-96
33. Nunn JF. *Applied respiratory physiology*. 4th ed. Oxford UK: Butterworth-Heinemann, 1993 p: 241-43.
34. Hess D, Maxwell C. Which is the best index of oxygenation:  $P(A-a)O_2$ ,  $PaO_2/PAO_2$ , or  $PaO_2/FiO_2$ ? *Respir Care* 1985;30:961-3.
35. Viale JP, Percival CJ, Annat G, Rousselet B, Motin J. Arterial-alveolar oxygen partial pressure ratio: a theoretical reappraisal. *Crit Care Med* 1986 ;14:153-4.
36. Gilbert R, Keighley JF. The arterial/ alveolar oxygen tension ratio. An index of gas exchange applicable to varying inspired oxygen concentrations. *Am Rev Respir Dis* 1974;109:142-5.
37. Moon RE, Camporesi EM, Shelton DL: In: Bove AA, Bachrach AJ, Greenbaum Jr LJ, ed. *Prediction of arterial PO<sub>2</sub> during hyperbaric treatment*, Bethesda, MD: Undersea and Hyperbaric Medical Society; 1987 p:1127-31.