



1993
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Acil Tıp Anabilim Dalı

**ACİL SERVİSE NEFES DARLIĞI İLE BAŞVURAN HASTALARIN
ARTER KAN GAZI DEĞERLERİNİN NONİNVAZİV YÖNTEMLE
ÖLÇÜLEN KAN GAZI DEĞERLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Dilek Suveren ERDEMLİ

ANKARA, 2017



1993
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Acil Tıp Anabilim Dalı

**ACİL SERVİSE NEFES DARLIĞI İLE BAŞVURAN HASTALARIN
ARTER KAN GAZI DEĞERLERİNİN NONİNVAZİV YÖNTEMLE
ÖLÇÜLEN KAN GAZI DEĞERLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Dilek Suveren ERDEMLİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cemil KAVALCI

ANKARA,2017

TEŞEKKÜR

Devamlı deneyim ve bilgisini bizlere aktardığı, eğitimimiz süresince en iyi olmamız için sarf ettiği çabadan dolayı Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanımız sayın Prof. Dr. Cemil KAVALCI'ya; eğitimim süresince ilgi ve tecrübesini sürekli hissettiren, eğitimimiz için bilgisi ve klinik deneyimini büyük bir özveri ile bizimle paylaşan, eğitim süresince yanımda olan ve bana destek veren başta uzman doktorlarımıza sonsuz teşekkür ederim.

Zorlu acil tıp eğitimim süresince mesleğimin tüm zorluklarını ve de keyfini beraber paylaştığım gerek mezun olan gerekse henüz mezun olmamış asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Samimiyetiyle, maddi ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olan, hayat arkadaşım, canımdan çok sevdiğim eşim Hayati ERDEMLİ'ye; eğitimimde ve yetişmemde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen canımdan çok sevdiğim aileme minnetle teşekkürlerimi iletmeyi borç bilirim.

Dr. Dilek Suveren ERDEMLİ

Ankara, 2017

ÖZET

Çalışmamızda nefes darlığı ile başvuran hastalarda invaziv (arter) ve non-invaziv (transkütan) kan gazı sonuçlarını karşılaştırarak, non invaziv kan gazı ölçümünün klinik kullanıma uygunluğunun belirlenmesi amaçlandı.

Çalışmamızda dispne sebebiyle acil servise başvuran ve arteriyel kan gazı çalışılan 234 hasta dahil edildi. Hastaların tensor Tip MTX-Matrix cihazı ile parmak ucu sPO₂, PO₂, PCO₂ ve pH değerleri ölçülerek arteriyel kan gazı ile karşılaştırıldı. Sürekli verilerin normal dağılımının test edilmesinde Kolmogorov Smirnov testi kullanıldı. Grupların karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. İnvaziv (arter) ve non-invaziv (transkütan) kan gazı sonuçlarının uyumunu test etmede Bland Altman testi kullanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık p<0.05 düzeyinde değerlendirildi.

Çalışmamızda 234 hastanın yaş ortalaması 69,0±18,1 yıl olup, hastaların%42,7'si erkekti. Hastalarda dispne dışında belirlenen en sık semptom göğüs ağrısı, en sık saptanan tanı pnömoniydi. Arter kan gazı (AKG) ölçülen pH yerine, transkütan pH kullanılabileceği saptandı (p>0,05). AKG'de ölçülen PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂ kullanılamayacağı saptandı (p<0,05). Ek semptom varlığında ve akciğer/kalp dışı patolojilerde AKG'deki pH ve pO₂ yerine, transkütan pH ve pO₂ kullanılabılırken (p>0,05); AKG'deki PCO₂ ve sPO₂'nin yerine ve transkütan PCO₂ ve sPO₂'nin kullanılamayacağı saptandı (p>0,05). Akciğer patolojisi, kardiyak patolojisi ve enfeksiyon varlığı olan hastalarda; AKG'deki pH yerine transkütan pH kullanılabılırken (p>0,05); arteriyel PO₂, PCO₂ ve sPO₂'nin yerine transkütan PO₂, PCO₂ ve sPO₂'nin kullanılamayacağı saptandı (p<0,05).

Sonuç olarak transkütan olarak kan gazı parametrelerini değerlendirilen cihazlar dispneik hastalarda pH yerine kullanılabilir. Tüm kan gazı parametrelerinin değerlendirilmesi için cihazın geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler:sPO₂, PO₂, PCO₂, pH, Kan gazı

ABSTRACT

We aimed to determine the suitability of non-invasive blood gas measurement for clinical use by comparing the results of invasive (arterial) and non-invasive (transcutaneous) blood gases in patients with dyspnea in our study.

In our study, 234 patients were included who referred to emergency services due to dyspnea and whose arterial blood gas were measured. Tensor Type MTX-Matrix device was used to measure patients' fingertip sPO₂, PO₂, PCO₂ and pH values and these values were compared with arterial blood gases. Kolmogorov Smirnov test was used to test the normal distribution of continuous data. The Mann Whitney-U test was used to compare groups. The Bland Altman test was used to test the compatibility of invasive (arterial) and non-invasive (transcutaneous) blood gas results. The results were evaluated in a confidence interval of 95% and a significance level of $p < 0.05$.

The mean age of 234 patients in our study was 69.0 ± 18.1 years and 42.7% of the patients were male. The most frequent symptom except for dyspnea was chest pain, the most common diagnosis was pneumonia. It was determined that transcutaneous pH could be used instead of pH measured in arterial blood gas (ABG) ($p > 0.05$). It was found that, transcutaneous PCO₂, PO₂ and sPO₂ could not be used instead of PCO₂, PO₂ and sPO₂ level measured in ABG ($p < 0.05$). While in the presence of additional symptoms and in non- lung / cardiac pathologies, transcutaneous pH and pO₂ were used instead of pH and pO₂ in ABG ($p > 0.05$), it was found that transcutaneous PCO₂ and sPO₂ could not be used instead of PCO₂ and sPO₂ in ABG ($p > 0.05$). In patients with lung pathology, cardiac pathology and infection; while transcutaneous pH could be used in place of the pH in ABG ($p > 0.05$); transcutaneous PO₂, PCO₂ and sPO₂ could not be used instead of arterial PO₂, PCO₂ and sPO₂ ($p < 0.05$).

As a result, devices that evaluate blood gas parameters as transcutaneously can be used instead of pH in dyspneic patients. For the evaluation of all blood gas parameters, the device needs to be improved.

Key words: sPO₂, PO₂, PCO₂, pH, Blood Gas

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR (Alfabetik sırayla)	vii
TABLolar DİZİNİ	i
ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
1. GİRİŞ	3
2. GENEL BİLGİLER	4
2. 1. Kangazı'nın Tarihçesi	4
2. 2. Temel Konseptler	5
2. 3. Asit ve Baz Dengesi Bozuklukları	6
2. 3. 1. Asidozlar	6
2. 3. 2. Alkalozlar	7
2. 4. Hastadan Kan Gazı Alınırken Dikkat Edilecek Hususlar	8
2. 4. 1. Kan Gazı Alma Endikasyonları	8
2. 4. 2. Kan Gazı Alma Kontrendikasyonları	9
2. 4. 3. Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar ve Komplikasyonlar:	11
2. 5. Acil Servise Solunumsal Distress Nedeniyle Başvuran Hastalar İle İlgili Temel Bilgiler	11
2. 6. Klasik Kan Gazı Ölçüm Cihazları ve Alternatif Metodlar	13
2. 6. 1. Klasik Kan Gazı Ölçüm Cihazları	13
2. 6. 2. Klasik Kan Gazı Ölçüm Prensipleri	14
2. 6. 3. Arteriyel Kan Gazı Analizi Parametreleri Ölçen Alternatif Cihazlar ve Patentleri:	17
2. 7. Arteriyel Kan Gazı Parametrelerinin Değerlendirilmesinde Alternatif Metodlar	18
3. MATERYAL VE METOD	23
4. BULGULAR	25
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇLAR	41
KAYNAKLAR	42

KISALTMALAR (Alfabetik sırayla)

a-a O₂:	Arteriyo-alveolar oksijen
Ag:	Gümüş
AgCl:	Gümüş klorür
AKG:	Arter kan gazı
ATS:	Amerikan toraks derneği
Cl:	Klor
CO₂:	Karbondiyoksit
COHb:	Karboksihemoglobin
ETCO₂:	End tidal karbondiyoksit
HCO₃:	Bikarbonat
KOAH:	Kronik obstruktif akciğer hastalığı
PCO₂:	Parsiyel karbondiyoksit basıncı
PO₂:	Parsiyel oksijen basıncı
sPO₂:	Oksijen saturasyonu
V/Q:	Ventilasyon-perfüzyon

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2. 1 Normal kan gazı referans değerleri	6
Tablo 2. 2. Asit baz dengesinin bozulduğu sıklıkla görülen klinik durumlar	8
Tablo 2. 3. En sık görülen dispne nedenleri	11
Tablo 4. 1. Hastaların yaş ve cinsiyet özellikleri	25
Tablo 4. 2. Hastaların semptomları	25
Tablo 4. 3. Hastaların tanıları	25
Tablo 4. 4. Hastaların invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması.....	26
Tablo 4. 5. Ek semptom varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması	27
Tablo 4. 6. Akciğer patolojisi varlığında invaziv-noninvaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması	28
Tablo 4. 7. Kardiyak patoloji varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması	30
Tablo 4. 8. Akciğer ve kardiyak patoloji dışında hastaların invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması.....	31
Tablo 4. 9. Enfeksiyon varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması.....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Oksijen-Hemoglobin dissiasyon eğrisi	19
Şekil 3. 1. Tensor Tip MTX-Matrix cihazı	24
Şekil 4. 1. Hastaların invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi	26
Şekil 4. 2. Ek semptom varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi	28
Şekil 4. 3. Akciğer patolojisi varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi	29
Şekil 4. 4. Kardiyak patoloji varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi	30
Şekil 4. 5. Akciğer ve kardiyak patoloji dışında dispneik hastaların invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi	31
Şekil 4. 6. Enfeksiyon varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi	32

1. GİRİŞ

Arter kan gazı (AKG) hastanın metabolik ve respiratuar fizyolojisi hakkında bilgi veren önemli bir analiz yöntemidir (1, 2). Asit baz ve solunum dengelerinin tayini amacıyla arteryel kandaki parsiyel oksijen basıncı (PO_2), parsiyel karbondioksit basıncı (PCO_2), oksijen satürasyonu (sPO_2), pH ve bikarbonat (HCO_3) değerlerinin ölçümü gerekmektedir (1-3) .

Arteryel kan gazı, artere iğne veya kateter yolu ile ulaşarak alınmaktadır (1, 2). Bu işlem için; genellikle radyal, brakial ve femoral arterler kullanılmaktadır. Zorunlu durumlarda dorsalis pedis ve aksiller arterlerde kullanılabilir. İşlem esnasında kan alınacak bölgenin dezenfeksiyonu, lokal anestezisi ve heparinli enjektör hazırlanması gerekmektedir (1, 2). İşlem sonrası alınan kan gazının hızlı transportunun gecikmesi ve içindeki havanın boşaltılmaması yanlış sonuçlara neden olabilmektedir (4). Basit ponksiyon esnasında ciddi komplikasyon gelişmesi beklenmese de, kan alma yerinde ağrı, hassasiyet, hematoma ve ekimoz gelişebilir. Kateterizasyon işlemine bağlı olarak ekimoz, hematoma, arteriyovenöz fistül, yalancı anevrizma, hava embolizmi ve infeksiyon gelişebilir (4). Arteryel ponksiyona bağlı olarak gelişebilen tromboz ve oklüzyon nispeten daha sık olmakla birlikte, iskemi gelişim nadirdir (4).

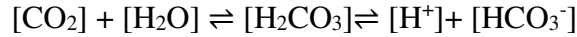
Tensor Tip MTX-Matrix cihazı non-invazif bir şekilde, parmak uçundan arteryel kan gazında bulunan pH, parsiyel oksijen basıncı (pO_2), parsiyel karbondioksit basıncı (pCO_2), karbonmonoksit düzeyi (CO), kırmızı küre, hemoglobin, hematokrit, oksijen saturasyonu (SO_2), kan basıncı, nabız sayısı ve ortalama arteryel basıncı düzeylerini ölçebilmektedir (5, 6). Bu tarz non-invaziv yöntemler sayesinde hastalardaki işleme bağlı gelişen ağrı ve komplikasyonu oranları azaltılmakta kalmayıp, bu testlerin kolaylıkla tekrarlanabilmesine olanak sağlarlar.

Çalışmamızda acil servisimize nefes darlığı şikayeti ile başvuran hastalarda; invaziv (arter) ve non-invaziv (transkütan) kan gazı sonuçlarının karşılaştırılarak, sonuçlardaki farklılıkların belirlenmesi amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2. 1. Kangazı'nın Tarihçesi

Sorensen, 1909 yılında hidrojen iyonunun etkinliğini ölçmek amacıyla pH ölçüm skalasını $pH = \log_{10} 1/[H^+]$ keşfetmiştir. Bu ölçüme göre; pH değerindeki 1 birim değişim, hidrojen iyonunda 10 kat değişime karşılık gelmektedir. Henderson ise aynı yılda karbonik asit tepkime denklemini;



kütle etkisi kanunu uygulayarak Henderson denklemini;

$$[H^+] = K_1 \times [H_2CO_3] / [HCO_3^-]$$

ortaya çıkarmıştır. Bu denklemde K çözülme sabitidir, karbondioksit (CO₂) ile Bikarbonat yer değiştirildiğinde;

$$[H^+] = K_2 \times [CO_2] / [HCO_3^-]$$

denklemini ortaya çıkmaktadır. Hasselbalch 1916 tarihinde bu denklemini logaritma aracılığı ile yeniden düzenlemiş ve CO₂ yerine PCO₂ denkleme yerleştirerek Henderson-Hasselbalch (H-H);

$$pH = pK + \log_{10} [HCO_3^-] / PCO_2 \times 0.23$$

denklemini sunmuştur. H-H denkleminde 0.23 sayısı CO₂'nin çözülebilirlik katsayısıdır. Bu pH konteksti ile miktar olarak nanomol/litre gibi çok düşük sayılara tekabül eden hidrojen iyonları daha kolay anlaşılabilir (7).

Arteriyel kan gazının ve bu denklemlerin klinik olarak ilk uygulamaları, Kıta Avrupa'sında, 1950'li yıllarda ortaya çıkan poliomiyelit salgını sırasında başlamıştır. Bu salgında; yaygın yapay ventilasyon ihtiyacı duyulmuş ve bu klinik pratiğin monitörizasyonunda arter kan gazındaki PCO₂ ölçümü yapılarak, tedavinin etkinliği değerlendirilmiştir. İlk ölçüm cihazları ile kandaki bikarbonat (HCO₃) ve pH ölçülebilmüş ve H-H denklemini kullanarak PCO₂ kaydedilmiştir (7). Astrup 1960'larda pH ve log₁₀ PCO₂ arasında doğrusal orantı tespit etmiştir. Kan örneğinin pH'ının ölçümü ve sonrasında iki farklı

CO₂karışımı ile tekrar pH değerlendirmesi yapmış ve hastanın PCO₂'sini bikarbonat ve H ile indirekt hesaplayarak değil, doğrudan bulunabilmiştir (7).

Henderson-Hasselbalch modelinin, kan pH'ını değerlendirmede birçok faktörü ihmal etmesi nedeni ile Stewart modeli ortaya atılmıştır. Henderson-Hasselbalch modelinde; PCO₂ ve HCO₃'ün bağımsız değişkenler olmasına göre hesaplama yapılmakta iken biyolojik çözeltilerde bu maddelerin dinamik bir dengede olduğu ihmal edilmektedir. Kullanılan birçok biyolojik solüsyonun, kimyasal solüsyonun pH'sına direkt etkileşimde bulunduğu belirlenmiştir. Bu etkileşimler, kitle etkisi ve elektriksel nötralite gibi temel kimyasal yasalarla düzenlenmektedir. Stewart'ın geliştirdiği modelde, kan gazının pH'sının bağımsız değişkenler olan PCO₂, zayıf asit konsantrasyonları ve güçlü iyonların değişimleri ile belirlendiği öngörülmüştür (7).

Zayıf asitler, temel olarak fosfatlar ve başta albümin olmak üzere plazma proteinleridir. Güçlü iyonlar, biyolojik çözeltilerde tam olarak çözülür. En kayda değer katyonlar Na⁺, K⁺, Mg²⁺ ve Ca²⁺ iken, anyonlar Cl⁻ ve laktattır. Bikarbonat güçlü bir iyon değildir ve bu yüzden bağımsız değişken olarak kabul edilmemektedir (8).

2. 2. Temel Konseptler

Asidoz, aşırı asit birikimine verilen genel addır. Kanda asidoz, patolojik metabolik süreçler sonrasında ya da solunum yetmezliği sonucunda görülebilir. Eğer bu asit birikimi kompanse edilemezse pH 7.35'in altına düşecek ve asidemi meydana gelecektir (8, 9).

Çözündüklerinde H⁺iyonu üreten maddelere, asit denmektedir. Güçlü asitler tam çözünürken, zayıf asitler kısmi çözünmeye uğramaktadır. Baz ise çevreden H⁺iyonunu kabul eden maddelere denir. Alkaliler, hidroksil (OH⁻) iyonları üreterek çözülür. Tampon sistemleri, fizyolojik pH'da iyonize formda bulunan asit ve alkaliler içerir. Tamponlama sistemleri, saniyeler içinde pH değişimlerini dengeler. Sisteme güçlü asit eklenirse sistem sola kayar yani asit H⁺iyonlarını salar. Güçlü alkali ise tam tersi bir etki gösterecektir. Tampon sistemi, pH değeri pK değerine en yakın olduğunda en yüksek etkisini gösterir. Normal metabolik işlevlerde, hücrelerden günde 100 mmol H⁺salınır ve hem organik hem inorganik asitler üretilir (8, 9).

Metabolik süreçlerde aynı zamanda CO₂ de üretilir. Üretilen bu CO₂, karbonik anhidraz enziminin katalizörlüğünde, karbonik asit oluşturur ve bu yolla oluşturulan H⁺yükünün yaklaşık olarak 12,000mmol'e kadar çıkabileceği düşünülmektedir. Hücresel fonksiyonlar hücre dışı 7. 35-7. 45 hücre içi 7. 0-7. 3 arası değişen pH değerlerinde gerçekleşebilir. Normal hemostaz mekanizmaları da pH değerini, bu aralıklarda tutmak üzere kurgulanmıştır. Akciğer, kırmızı küreler, böbrek, karaciğer ve gastrointestinal sistem fizyolojik tampon sistemlerinde rol almaktadır (Tablo 2. 1) (8, 9).

Tablo 2. 1. Normal kan gazı referans değerleri (8, 9)

Parametre	Normal değer aralığı
pH	7. 35-7. 45
PCO ₂	35-45 mmHg
PO ₂	80-100 mmHg
SO ₂	%95-97
HCO ₃	(standart, aktüel) 22-26 mmol/LBE ±2 mmol/L

2. 3. Asit ve Baz Dengesi Bozuklukları

Asit ve baz dengesindeki bozuklukları asidozlar ve alkalozlar olarak iki başlık altında toplanmıştır (2).

2. 3. 1. Asidozlar

Solunumsal asidoz: pH'nın 7. 35 değerinin altında ve PCO₂ değerinin 45 mmHg'nın üzerinde olduğu klinik tablodur. Oluş mekanizması alveolar hipoventilasyon sonucu, CO₂ atılımının azalması ve kanda bulunan CO₂ değerinin yükselmesi şeklindedir. Solunumsal olayların kompensasyonu metabolik yoldan olur ve bunun için böbrekler devreye girer; H⁺iyonu atılır ve HCO₃ iyonu tutulur. Metabolik kompensasyon optimal 2-5 günde oluşur (10,11). Solunumsal asidoz, alveolar hipoventilasyon olarak tanımlanır ve PCO₂ beklenen değerden yüksektir. Akut solunumsal asidoz, genelde solunum kökenli patolojilerden kaynaklansa da aşırı karbonhidratlı beslenme gibi diğer sebeplerden dolayı da görülebilir. Her ne sebeple olursa olsun, gelişen fizyopatolojik sonuç ventilasyondur (2). Anlık yetersiz

ventilasyon, acil serviste sıklıkla kafa ve göğüs travması, akciğer hastalığı ya da aşırı sedasyondan kaynaklanır. Kronik hipovekilasyona ise aşırı obez hastalarda görülen Pickwick sendromu neden olabilir. Ağır kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan bireylerde ölü boşluk oranı fazladır ve ventilasyonları sıklıkla yetersiz kalmaktadır (2).

Metabolik asidoz: pH değerinin 7. 35'in, HCO_3^- düzeyi 22 mmol/L'nin altında olduğu klinik durumdur. Kuvvetli bir asit alımı sonucu asit yükündeki artış, böbrekler veya sindirim sistemi ile aşırı HCO_3^- kaybı nedeniyle meydana gelir. Genel olarak asit yükü artışı sonucu meydana gelir (2). Kompansasyon mekanizması, öncelikle solunum sisteminin etkisiyle olur. Artan H^+ iyon konsantrasyonunun, solunum merkezini uyarması sonucu hiperventilasyon meydana gelir. Bu solunuma "Kussmaul solunum" adı verilir ve bu solunum ile CO_2 atılımı artar. Solunumsal kompansasyon böbreklerden farklı olarak, dakikalar içinde başlar ve 12-24 saatte en üst düzeye ulaşır. Metabolik asidozun birincil nedeni böbrekler değilse de, böbrekler daha sonradan kompansasyona katılır (1, 2).

2. 3. 2. Alkalozlar

Solunumsal alkaloz: pH değerinin 7. 45 üzerinde ve PCO_2 değerin 35 mmHg'nin altında olduğu klinik tablodur. En sık mekanizma, artmış solunum hızı ve/veya derinliği nedeniyle PCO_2 azalmasıdır. Bu durum pH'ı hızla yükseltir. Asit baz dengesini korumak için böbrekler HCO_3^- kaybını artırır. Metabolik kompansasyon 2-5. günlerde gelişir (12).

Metabolik alkaloz: pH değeri 7. 45'in, HCO_3^- düzeyi 26 mmol/L'nin üzerinde olduğu klinik tablodur. Genellikle kuvvetli asit kaybına bağlı olarak meydana gelse de nadiren baz artışına bağlı olarak da meydana gelebilir. HCO_3^- yükselmesi ve baz fazlalığı ile kısa sürede solunumsal kompansasyon başlar ve 12-24. saatler arasında en üst seviyeye ulaşır. Solunum sayısı azaltılarak CO_2 yükselir. Eğer gelişen metabolik alkaloz böbrek kaynaklı değil ise ve metabolik alkaloz süresi uzar ise, böbrekler de kompansasyona katılır. Hidrojen iyonunu tutar ve HCO_3^- iyonunu atar (2). Asit baz dengesinin bozulduğu sıklıkla görülen klinik durumlar Tablo2. 2 de özetlenmiştir.

Tablo 2. 2. Asit baz dengesinin bozulduğu sıklıkla görülen klinik durumlar (13)

Respiratuar asidoz nedenleri	Havayolulukluğu (Üst- Alt) Kronik obstruktif akciğer hastalığı (KOAH), Astım ve diğer obstruktif akciğer hastalıkları Santral sinir sistemi depresyonu Uyku bozuklukları (Uyku apnesi) Nöromusküler bozukluklar Restriktif Akciğer Hastalıkları Artmış CO ₂ üretimi: titreme, nöbet, malign hipertermi, hipermetabolizma, aşırı karbonhidrat alımı Yanlış ayarlarla mekanik ventilasyon
Respiratuar Alkaloz	Santral sinir sistemi uyarılması: Ateş, acı, korku, anksiyete, serebral ödem, beyin travması, beyin tümörü, santral sinir sistemi enfeksiyonları Hipoksemi: Akciğer hastalığı, Derin anemi, düşük FiO ₂ Göğüs reseptörlerinin uyarılması: Pulmoner ödem, Plevral effüzyon, Pnömoni, Pnömotoraks, Pulmoner Emboli İlaçlar: Hormonlar, salisilatlar, katekolaminler, medroksilprogesteron, progestinler Diğer: Gebelik, karaciğer hastalığı, sepsis, hipertiroidi
Metabolik Alkaloz	Hipovolemi ile hipokloremi olan durumlar Gastrointestinal H ⁺ kaybı: Kusma, gastrik boşaltma, villöz adenom, klor (Cl) kaybettirici diyetler. Böbrekten H ⁺ kaybı: Loop ve tiazid diüretik kullanımı, post-hiperkapni durumları Hipervolemik durumlar: Böbrekten H ⁺ atılımı: Ödemli durumlar (Kalp yetmezliği, siroz, nefrotik sendrom),hiperaldostronizm, hiperkortizolizm, ağır hipokalemi, renal arter stenozu, bikarbonat tedavisi sonrası
Metabolik Asidoz	Artmış anyon açıklıklı durumlar: Metanol intoksikasyonu, üremi, diyabetik ketoasidoz, alkolik ketoasidoz, açlık ketoasidozu, paraldehit zehirlenmesi, izoniazid zehirlenmesi, laktik asidozlar (Tip1 laktik asidoz: Doku iskemisi ile Tip 2 laktik asidoz ise hücre metabolizmasının değişmesi ile karakterizedir.),etanol ve etilen glikol zehirlenmesi, salisilat zehirlenmesi Normal anyon açıklıklı durumlar: Gastrointestinal bikarbonat kaybı: Diyare, ileostomi, proksimal kolostomi, üreteral diversiyon. Renal bikarbonat kaybı Proksimal renal tübüler asidozlar Karbonik anhidraz kullanımı Renal tübüler hastalıklar Akut tübüler nekroz ATN Kronik böbrek hastalığı Distal renal tübüler asidoz Aldosteron yetmezliği veya inhibitör kullanımı NaCl infüzyonu, total parenteral nütrisyon, NH ₄ ⁺ uygulanması

2. 4. Hastadan Kan Gazı Alınırken Dikkat Edilecek Hususlar

2. 4. 1. Kan Gazı Alma Endikasyonları

Arteriyel kan gazı genellikle oksijenizasyon, ventilasyon ve pH ile ilgili bilgi verirken; venöz kan gazından oksijenizasyonuna dair bilgi edinilemez. Venöz kan gazında ölçülen karbondioksitin basıncı, yeterli perfüzyon sağlanan hastalarda arteriyel karbondioksit basıncına göre 4-6 mmHg daha fazladır (14). Bu fark hipoperfüzyon durumunda artar. Arteriyel kan gazında oksijenizasyon ile ilgili bilgi için PO₂ ve sPO₂ değerlendirilebilir (15).

Kan gazı alma endikasyonları şunlardır (16):

- Hastanın solunum durumunun, asit-baz dengesinin ve oksijenizasyon durumunun (PO_2 ve oksihemoglobin satürasyonu), oksijen taşıma kapasitesi (PO_2 , oksihemoglobin satürasyonu, toplam hemoglobin ve dishemoglobin satürasyonları) ve intrapulmoner şantların ileri değerlendirilmesinde,
- Hastanın destek oksijen ve mekanik ventilasyon gibi tedavi girişimlerine cevabının değerlendirilmesinde,
- Sepsis, septik şok ve majör cerrahi sonrası santral venöz oksijen satürasyonu ölçülerek, erken amaç odaklı tedavi yönetiminde,
- KOAH gibi kayıtlı hastalıkların ağırlık ve progresyonlarını monitörize etmede,
- Dolaşım cevabının değerlendirilmesinde (Yüksek santral venöz/arteriyel PCO_2 farkı ağır hemorajik şokta gözlemlendiği gibi yetersiz perfüzyonu gösterebilmektedir. Bu durum kardiyopulmoner resüstasyon esnasında veya kardiyopulmoner bypass sonrası da görülebilir),
- Periferik venöz kan örneği ile üremi ve diyabetik ketoasidozda asit-baz durumu değerlendirilmek istenmesi durumunda.

Arteriyel kan örneği alınamadığı durumlarda, venöz kan örnekleme ile kan gazı analizi yapılabilir. KOAH alevlenmesinde venöz kan gazından ölçülen pH, PCO_2 ve HCO_3 değerleri arteriyel kan gazı ile koreledir (17) .

2. 4. 2. Kan Gazı Alma Kontrendikasyonları

Kan ölçüm cihazı ya da teknik hatalar nedeni ile olan kontrendikasyonlar aşağıda sıralanmıştır (18):

- Kan gazı ölçüm cihazının işlevsizleşmesi,
- Validasyonu tamamlanmamış arteriyel kan gazı ölçüm cihazı olması,
- Antikoagülasyonu yetersiz olan kan örneği,
- Kan örneğinde baloncuk olması,
- Kan örneğinin oda sıcaklığında 30 dakikadan fazla plastik tüpte kalması,
- Yüksek platelet ya da lökosit değerleri olan hastadan alınan kanın 5 dakikadan fazla plastik tüpte kalması durumlarında kan gazı çalışılması kontrendikedir. Eğer kan 30

dakikadan fazla bekletilecekse cam tüpe alınmalı ve 0-4 derece arasına soğutulmalıdır. Ek olarak yüksek lökosit değerleri olan hastalarda PO₂ değeri, hızlı şekilde düşebileceğinden analiz öncesinde örnek hızlıca soğutulmalıdır.

- Kan gazı örneğinde tanıtıcı olması şarttır. Bu tanıtıcı isim yanında hastaya özgü ikinci bir tanıtıcı daha gereklidir. İkinci tanıtıcı olarak doğum tarihi, protokol numarası, yaş, kan örneği alınma zamanı kullanılabilir. Kan gazı örneği çalışılırken laboratuvara hastanın lokalizasyonu, isteyen doktorun ismi, hangi klinik endikasyon ile kanın alındığı, kan örneğinin nereden alındığı, invaziv ya da non-invaziv ventilasyon alan hastanın ventilatör bilgileri, kan örneği alındığı sırada hastanın ateşi bildirilmelidir. Özellikle kan örneğinin hangi hastaya ait olduğu konusunda kuşku olması kan gazı örneğinin analiz edilmesi için kontrendikasyondur.

Hastadan kaynaklanan kontrendikasyonlar ise aşağıda verilmiştir (18).

- Kan örneği alınacak alanda, anormal modifiye Allen testi olması durumunda lokalizasyon değiştirilmelidir.
- Kan örneği alınacak bölgede, enfeksiyon veya anatomide bozukluk olması (cerrahi girişim, konjenital, edinilmiş malformasyon veya yanık) durumunda kan alınacak bölge değiştirilir.
- Kan örneği alınacak bölgede arteriyovenöz fistül ya da vasküler greft olması durumunda vasküler ponksiyon denenmemelidir.
- Kan örneği alınacak uzuvda bilinen ya da kuşku edilen periferik vasküler hastalık
- Aktif Raynould sendromu olması

Görelî kontrendikasyonlar ise (18):

- Ağır koagülopati,
- Warfarin, heparin ve heparin türevleri, direkt trombin inhibitörleri ya da faktör X inhibitörleri ile antikoagülasyon yapılması,
- Trombolitik ajanların kullanılmış olmasıdır.

2. 4. 3. Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar ve Komplikasyonlar:

- Kan örneği alınan hastanın HIV, insan hepatit virüsü ya da diğer kandan geçen bulaşıcı hastalıkları olması durumunda örnekleme alan ve taşıyan personelin enfeksiyonu (19),
- Hastanın uygunsuz kan örneğinin analizi ya da sonuçların karışması nedeni ile yanlış ya da eksik tedavi edilmesi (19),
- Kan gazı örneğinin enfeksiyon izolasyonu olan odalardan alınması neticesinde hastanenin diğer bölgelerinin cros-kontaminasyonu (19),
- Genellikle arteriyel ponksiyona bağlı komplikasyonlar nadirdir. Sık görülen komplikasyonlar lokal ağrı ve parestezi, minör kanama ve morarmadır. Daha az sıklıkta vazo-vagal cevap, lokal hematoma veya orta ve ağır derece kanama, arter vazospazmı, görülebilir. Ponksiyon alanında enfeksiyon, kan veya hava embolisi, lokal anesteziye bağlı anafilaktik reaksiyon, lokal sinir hasarı, damar laserasyonu ise nadiren görülür (19).

2. 5. Acil Servise Solunumsal Distress Nedeniyle Başvuran Hastalar İle İlgili Temel Bilgiler

Acil servise dispne ile başvuran hastalardaki en önemli patoloji hipoksemidir. Dispne sebepleri Tablo 2. 3'te özetlenmiştir.

Tablo 2. 3. En sık görülen dispne nedenleri (20)

En sık nedenler	En sık hayati tehdit eden durumlar
Obstrüktif hava yolu hastalıkları: Astım ve KOAH	Üst hava yolu obstrüksiyonu: Yabancı cisim, anjioödem, hemoraji
Dekompanze kalp yetmezliği/kardiyojenik pulmoner ödem	Tansiyon Pnömotoraks
İskemik kalp hastalığı: Unstabil anjina ve miyokart enfarktüsü	Pulmoner Emboli
Pnömoni	Nöromusküler zayıflık: Myastenia gravis, Guillain-Barre sendromu, Botulizm
Psikiyatrik	Yağ Embolisi

Hipokseminin mekanizmaları aşağıda özetlenmiştir (8):

1. Hipoventilasyon: Sadece hipoventilasyondan kaynaklanan hipoksemide, PCO_2 artmış ve arteriyo-alveolar oksijen (A-a O_2) gradienti değişmemiştir. Fazla CO_2 , inhalasyonda alveol içine alınan oksijenin yerine geçer. Fakat arta kalan oksijen kana difüze olur ve arteriyel kana karışır; alveolar ya da intersitisyel bir hastalık yoksa A-a gradienti normal beklenir (2, 8, 9, 21).

2. Sağdan sola şantlar: Sağdan sola şantlar, kan ventile akciğere uğramadan sistemik dolaşıma girdiğinde meydana gelir. Her zaman az da olsa sağdan-sola şant bulunur çünkü koroner venler ve bronşiyal arterlerden sol atriyuma direkt kan akışı olmaktadır. Artmış sağdan sola şantlar ise konjenital kardiyak malformasyonlar, edinilmiş pulmoner bozukluklarda görülmektedir. Sağdan sola şantın spesifik özelliklerine bakılmaksızın A-a O_2 gradientinin arttığı gözlemlenmektedir. Önemli sağdan sola şantların en kayda değer özelliği arteriyel oksijen seviyesinin, dışardan oksijen desteği verilerek arttırılamamasıdır. Destek oksijen ile kısmi klinik fayda sağlanabilir ama hipoksemi tam anlamı ile elimine edilemez (2, 8, 9, 21).

3. Ventilasyon-perfüzyon (V/Q) dengesi: İdeal pulmoner gaz değişimi, ventilasyon ve perfüzyondaki dengeye bağlıdır. Ventilasyon ya da perfüzyonun herhangi bir anomali ile bölgesel değişimi, pulmoner gaz değişimini etkileyerek hipoksemiye yol açar. Ventilasyon perfüzyon mismatchi yaratan durumlara pulmoner emboli, pnömoni, astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve dışardan yapılan vasküler kompresyonlar örnek verilebilir. Nedenden bağımsız olarak ventilasyon perfüzyon mismatchde A-a O_2 gradienti artar ve hipoksemi oksijen desteği ile düzelir (2, 8, 9, 21).

4. Difüzyon bozuklukları: Pulmoner gaz değişimi alveol-kan bariyerinde difüzyon ile gerçekleşir. Difüzyonu bozan her nedende A-a O_2 gradienti artar ve hipoksemi oksijen tedavisine cevap verir (2, 8, 9, 21).

5. Solunan havada oksijenin az olması: Havadaki oksijen basıncının az olması da hipoksemi ile sonuçlanır. Bu durum sıklıkla yüksek rakımlı yerlerde ve non-obstrüktif uyku apnesinde görülmektedir (2, 8, 9, 21).

Acil servise akut dispne nedeni ile başvuran hastalarda hızlı tanısal testler, hastanın servis ya da yoğun bakımda takip edilmesi gerektiğini belirlemede önemlidir (22) . Akut kalp yetmezliği, KOAH alevlenmesi ve pnömoniler acil servise akut dispne ile başvuran hastalarda en sık rastlanan konsültasyon nedenleridir (23) . Dispnenin spesifik bir semptom olmaması nedeni ile altta yatan nedenin net ve hızlı tanımlanamaması halen önemli bir klinik problemdir. Yanlış tanı morbiditeye, taburcu etme zamanının uzamasına ve tedavi giderlerinin artmasına neden olmaktadır (24) . Bu durumun yanı sıra, bir hastalığın tedavisi diğer bir hastalık için tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir (25).

Hastanın acil servise gelişinde; dispneik hastalara arteriyel kan analizi yapılarak asit-baz bozuklukları tespit edilebilmekte ve tanı ile solunum yetmezliğinin boyutu hakkında fikir sahibi olunabilmektedir. Bu duruma ek olarak dispne ilişkili hastalıklarda, arteriyel kan gazı ile klinik takip önerilmektedir (26).

2. 6. Klasik Kan Gazı Ölçüm Cihazları ve Alternatif Metodlar

2. 6. 1. Klasik Kan Gazı Ölçüm Cihazları

Çeşitli kan gazı ölçüm cihazları piyasada farklı boyut, şekil ve ağırlıkta bulunmaktadır. Önemli olan faktör, hızlı ve kesin sonuç veren, hastanenin ihtiyacına en uygun olan cihazı bulmaktır (27).

Kan gazı ölçüm cihazları temel olarak taşınabilir ve masaüstü olarak iki farklı tiptedir. Taşınabilir cihazlar saha çalışmalarında ve yatak başı kullanım için idealdir. Genellikle tek kullanımlık kartuş sistemi olan bu cihazların, kalibrasyon çözümü ve analiz için kullanılan elektrokimyasal sensörleri bulunmaktadır. Böylece teknik bakım ve kalibrasyon ihtiyacı bu cihazlar için azami düzeye indirilebilmektedir. Kartuşlar, ölçülmek istenen parametrelere göre değişiklik gösterebilir ve bazı kartuşlar 15 değişik parametreye kadar analiz yapabilmektedir. Kartuş, taşınabilir cihaza takıldığında kendi kendini kalibre eder ve kartuşu ölçüm için uygun sıcaklığı getirir. Böylece kullanıcının sadece kan örneğini cihaz hazır olduğunda kartuşa yüklemesi ile ölçüm yapılabilir. Birçok model, hastadan alınan 2-3 damla gibi çok az miktarda kan ile yeterli ve uygun sonuçlar verebilmektedir (21, 27). Son geliştirilen modellerde, elektronik tıbbi kayıt sistemleri ile uyumlu kablosuz kart okuyucular da bulunmakta ve laboratuvara sonuçları hızlı bir biçimde aktarabilmektedir. Taşınabilir cihazlar

günlük olarak az kan gazı analizine gereksinim duyulan hastaneler için uygunken; 2. ve 3. basamak sağlık hizmeti verilen ve günlük çok sayıda kan gazı ölçümü yapılan hastaneleremaliyet nedeni ile uygun değildir. Taşınabilir cihazlar ile her hasta için kullan-at vasfında kartuşlar kullanılmaktadır. Bu taşınabilir aletlerin en önemli avantajları ise kolay kullanımları ve teknik bakımlarının kolay olmasıdır (27).

Masaüstü kan gazı ölçüm cihazları ise taşınabilir değildir ve sıklıkla tanısall laboratuvarlarda kullanılmaktadır. Her ne kadar taşınabilir kabul edilmeseler de yeni modeller eskilerine oranla daha küçük hacimli ve hafiftir. Eski tip modeller çoklu kullanım sensörlerine sahiptir ve her bir parametre için kullanılan kalite kontrolü sağlayan bireysel ambalajlı bakım üniteleri vardır. Yeni masaüstü ölçüm cihazlarında ise tek tek sensörlerin yerini sensör kartları almıştır. Böylece teknik bakımın kolaylaştırılması hedeflenmektedir. Bu sensör kartları yaklaşık olarak 28-30 gün kullanılmakta ve sonrasında yeni kart takılarak sensörler yenilenmektedir. Masaüstü cihazlar yüksek hacimle çalışan sağlık işletmeleri için maliyet açısından daha etkindir. Taşınabilir cihazlar gibi, çok az miktarda kan ile analiz yapabilirler. Çoklu analiz yapabildikleri için taşınabilir cihazlardaki gibi kan gazındaki parametreleri isteğe göre düzenleme özellikleri daha kısıtlıdır. Bazı masaüstü cihazlar periton veya plevral sıvıları da analiz etme olasılığına sahiptir (27).

2. 6. 2. Klasik Kan Gazı Ölçüm Prensipleri

pH: pH hidrojen iyonun mol/litre cinsinden konsantrasyonun negatif logaritması olarak tanımlanır ve çalışılan solüsyonun asitlik veya alkalilik derecesini ölçer. pH ölçümü pH-ölçüm elektrotu ile beraber Sanz elektrotu olarak bilinen referans elektrot ile yapılır (28). Ölçüm elektrotu sabit pH'lı bir solüsyon ile çevrili gümüş (Ag) -gümüş klorür (AgCl) yapısındadır. Bu elektrot sistemi ise H^+ duyarlı bir cam membran ile kaplıdır. Kan örneği, cam membranı geçtiğinde membranın 2 tarafındaki H iyonu konsantrasyonu arasındaki fark voltajda değişime yol açmakta ve bu voltaj farkını elektrot ölçmektedir. Referans elektrotu ise satüre potasyum klorür solüsyonu içine yerleştirilmiş gümüş-gümüş klorür veya civa klorür yapısındadır (28). Referans elektrotu ölçüm elektrotunda, örneğin geçerken oluşturduğu voltaj farkı ile kıyaslandığında sabit bir voltaj vermektedir. Ölçüm elektrotu ve Sanz elektrotu ile yapılan ölçümler sonucu bulunan voltajlar arasındaki fark cihaz tarafından çevrilir ve örneğin pH'ı gösterilir.

PO₂ ve PCO₂: Kısmi basınç veya gaz basıncı, bir sıvıda karışım halinde bulunan gazlardan bir tanesinin oluşturduğu basınçtır (29). Bu ölçülen kısmi basınç, karışımın toplam basıncına bölündüğünde kısmi basıncı ölçülen gazın hacminin karışımında hangi oranda olduğu bulunabilir. Örnekteki gazın oranı toplam basınç ile çarpıldığında, ölçülmek istenen gazın kısmi basıncı bulunabilir. Oksijenin atmosferdeki oranı 0. 21'dir. Deniz seviyesinde atmosfer toplam basıncı 760 mmHg olduğundan, oksijenin kısmi basıncı da 160mm Hg bulunacaktır. . Oksijen ve karbondioksitin kısmi basınçları sırası ile PO₂ ve PCO₂ olarak sembolize edilir (27).

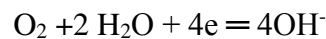
Karbondioksit vücutta farklı formlarda taşınır. Bu formlar plazmada çözülmüş olarak, hemoglobine bağlı olarak ya da daha çok olmak üzere bikarbonat iyonlarının içindedir. Karbondioksit ve oksijen hemoglobine bağlanmak için birbirleri ile yarışır. Karbondioksitin hemoglobine bağlanması oksijenin atılmasını artırırken (Bohr etkisi), oksijenin hemoglobine bağlanması karbondioksitin alveollere geçmesini tetikler (Haldene etkisi) (27). Örneğin PCO₂ 'si, modifiye bir pH elektrotu olan Severinghaus elektrotu kullanılarak yapılabilmektedir. Severinghaus elektrotunda referans ölçüm yapan gümüş-gümüş klorür yapısındaki elektrot ile pH ölçümü yapan elektrot birleşik halde bulunur (30).

Ölçüm yapan elektrotta, karbondioksite geçirgen fakat hidrojene geçirgen olmayan bir dış membran ve bunun içinde cam membran bulunmaktadır. Bu iki membran arasında ise ince bir bikarbonat tampon solüsyonu vardır. Karbondioksit bu tampon ile tepkimeye girerek hidrojen iyonu açığa çıkarır ve elektrot önce pH'ı ölçer. Sonrasında ise;

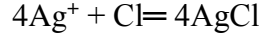
$$pH = pK + \log\left(\frac{[HCO_3^-]}{[0.03 PCO_2]}\right)$$

formülü kullanılarak parsiyel karbondioksit basıncı ölçülür.

Örnekteki PO₂ ise merkezinde platin katodu ve gümüş-gümüş klorür anodu olan bir elektrot yardımı ile ölçülür. Bu elektroda Clark elektrotu denmektedir (31). Oksijene geçirgen bir membran elektrot ile örneği ayırır. Katodun voltaj potansiyeli 0. 7 voltur ve oksijene maruz bırakıldığında, anottan katoda doğru bir akım oluşur ve oksijen indirgenir. Her bir mol oksijen için katoda 4 elektron akımı olur.



Elektriksel döngü gümüşün okside olduktan sonra anotta iyonize olup gümüş klorür oluşturması ile tamamlanır (31).



Bu tepkimelerle oluşan akım örnekteki PO_2 ile doğru orantılıdır.

Bikarbonat: Bikarbonat, vücuttaki en önemli ekstraselüler tampondur. Bikarbonat karbonik anhidraz varlığında CO_2 ve sudan üretilmektedir. Kan gazında bikarbonat ölçümü, Henderson-Hasselbach denklemi aracılığı ile bulunmaktadır. Bikarbonatın azlığı, metabolik asidoz fazla olması ise metabolik alkaloz durumunu destekler. Bikarbonatın pH ve PCO_2 ölçümleri kullanılarak hesaplandığı ve asit-baz durumunun solunumsal içeriğine bağlı olduğu unutulmamalı bikarbonat değerlendirmesi yapılırken her zaman PCO_2 seviyesinin değerlendirilmesi de akılda tutulmalıdır (32).

Baz açığı: Bikarbonata ek olarak baz açığı da asit baz bozukluklarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Baz açığı kan 37. 1 C de PCO_2 40mmHg iken bu kanı 7. 4 pH'a getirmek üzere gerekli olan, titre edilebilen asit miktarı olarak tanımlanır (29) . Baz açığı, kan gazı ölçüm cihazı tarafından pH ve bikarbonat değerleri temel alınarak hesaplanır. Baz açığı değerlendirmesi ile bikarbonat değerlendirmesine göre solunum etkisi kalkar. Bu sebeple baz açığının ölçümü asit baz bozukluklarının metabolik içeriği ile ilgili daha güvenilir bilgi sağlamaktadır (32).

Oksijen içeriği: Oksijen içeriği, tam kanın içerisindeki toplam oksijen miktarıdır. Bu oksijen hem hemoglobin hem de plazmada çözülmüş oksijeni içerir. Aşağıdaki formül ile hesaplanabilir

$$\text{O}_2 \text{ içeriği} = (1.34 \times \text{Hb} \times \text{SO}_2) + (0.003 \times \text{PO}_2)$$

Hemoglobin ve Hematokrit: Birçok cihaz hematokriti kan örneğinin direncini ölçerek bulmaktadır. Hemoglobin değeri ise hematokrit değerinin 3'e bölünmesi ile elde edilmektedir.

Oksijen Satürasyonu: Oksijen satürasyonu oksijenize hemoglobinin toplam hemoglobine oranıdır. Hemoksime tre kapasitesi olmayan cihazlar bu oranı pH, PO₂ ve hemoglobin değ erinden tespit edebilir.

Kalibrasyon: Kalibrasyon ile cihazın kesin sonuçlar verdiği ve doğru olarak çalıştığı na emin olunur. Yeni kan gazı ölçüm cihazları oto kalibrasyon özelliği ile gelmekte ve gaz silindirleri nemlendiriciler gibi ek aygıtların kullanılmasını azaltmakta, teknik bakım ihtiyacını minimize etmektedir. Kalibrasyon solüsyonlarında bilinen konsantrasyonlarda oksijen ve karbondioksit içeren standart referans materyaller bulunmaktadır ve kalibrasyon elektrot sistemleri ile yapılabilir (27). Kalibrasyon her ölçüm öncesi tek tek ya da otomatik belirlenen zaman aralıklarında yapılabilir. Uygun kalibrasyon ve kalite kontrolü kan gazı ölçüm cihazlarının bakımı için özellikle kritik hasta bakımının bu cihazların yaptığı ölçümler temel alınarak yapıldığı düşünül düğünde çok önemlidir (27).

2. 6. 3. Arteriyel Kan Gazı Analizi Parametreleri Ölçen Alternatif Cihazlar ve Patentleri:

Tanıtlı lacak olan ilk patent hastanın solunumdaki karbondioksiti ölçmesi prensibine dayanmaktadır. Bu veriler bundan sonra arteriyel karbondioksiti matematiksel formüller kullanarak bulmaya çalışmaktadır. Bu metot ile hem sağlıklı hem hasta bireylerde kan gazı karbondioksiti bulunmaktadır (33). İkinci patent alan, non-invaziv değ erlendirme metodu ise kanın irradiye edilmesine dayanır. Kan içeren dokuya 500 nm ila 2500 nm dalga boyları arasında ışık yollanarak, kan içeren dokudaki spektral yoğunluklar incelenmekte ve 3 spektral yoğunluk ortaya konmaktadır. Bu yoğunluklar ile ise pH, HCO₃, PCO₂, sPO₂ konsantrasyonları ölçülmektedir (34).

Diğ er bir non-invaziv kan gazı ölçüm metodu ise venöz kan örneğinin puls oksimetre ile beraber değ erlendirilmesidir. Bu ölçüm yönteminde de hem puls oksimetreden gelen değ erler hem venöz kan gazından alınan değ erler matematiksel denklemler kullanılarak değ erlendirilmektedir. Bu metot ile pH seviyesi, [H⁺] konsantrasyonu, PCO₂, HCO₃, oksijen satürasyonu ölçülmekte ve matematik formülleri, tablolar ve kimyasal denklemler kullanılarak doktor ve hasta için kolay bir yöntem ortaya konmaktadır (34).

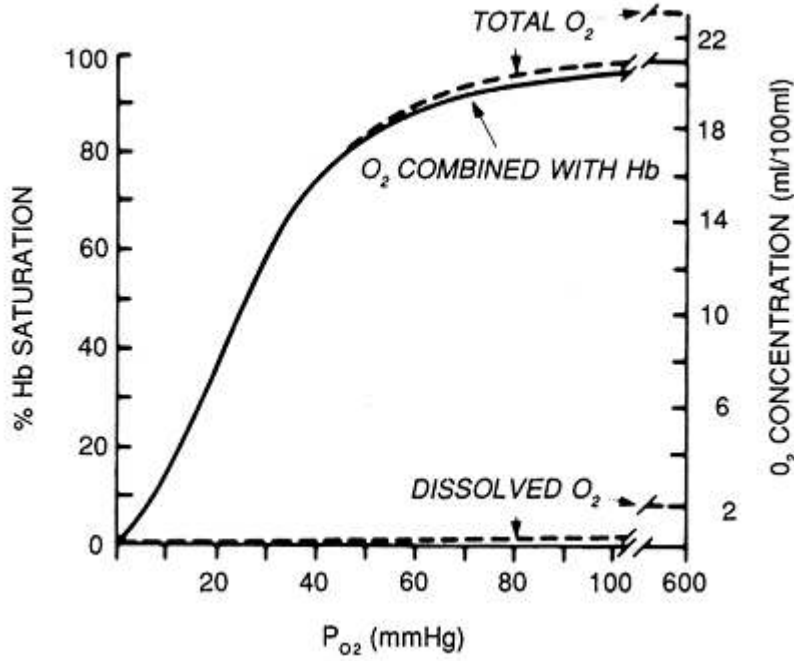
Diğer bir non-invaziv kan gazı ölçüm metodu ise pulse oksimetre ile transkütan ölçüm tekniğidir. Kullandığımız tensortip MTX cihazı ise CNOGA teknoloji firması tarafından üretilmiştir. Cihaz kapillerlerin doku fotoğrafını seri olarak çekmekte sonrasında ise verileri spektral analiz yaparak değerlendirmektedir. Spektral analiz sonrası matematiksel algoritmalar kullanılarak arteriyel kan gazı ölçümleri yapılabilmektedir (35).

2. 7. Arteriyel Kan Gazı Parametrelerinin Değerlendirilmesinde Alternatif Metodlar

Kan gazı analizinin mümkün olmadığı durumlarda, hastanın oksijenizasyon ve ventilasyon durumunu belirlemek için diğer monitörizasyon yöntemleri kullanılabilir. Oksijenizasyonun değerlendirilmesinde arteriyel kan örneğinde ölçülen PO_2 altın standart olmasına rağmen teknik zorlukları ve olası komplikasyonları akılda tutulmalıdır. Bu sebeple oksijenizasyon değerlendirilmesinde puls oksimetre alternatif olarak kullanılabilir. Puls oksimetre, oksijenizasyonu değerlendirir ve PO_2 ile direkt olarak bağımlıdır. SO_2 ve PO_2 arasındaki ilişki sigmoidaldır ve oksihemoglobin dissosiyasyon eğrisi ile tanımlanabilir (Figür 1). Bu eğriye göre %95 oksijen saturasyonu 80 mmHg PO_2 'ye tekabül ederken, %90 oksijen saturasyonu 60mmHg PO_2 'ye tekabül etmektedir. 80 mmHg PO_2 'nin hipoksemiye işaret etmesi nedeni ile %95'in altında saturasyon ölçümü olan hastaların, en azından oksijen desteği alması gerektiği unutulmamalıdır. Puls oksimetre her ne kadar kullanışlı olsa da SO_2 'nin %97 üzerinde olması durumunda, sigmoid eğrinin düzleşmeye başlaması nedeni ile PO_2 ile ilgili yeterli bilgiyi vermez (36) . SO_2 %100 iken PO_2 100mmHg ile 500 mmHg arasında herhangi bir değerde olabilir. Bu nedenle saturasyon ölçümü ile oksijen desteği altında olan hastaların PO_2 'si hakkında yeterince bilgi sahibi olunamaz. Puls oksimetrenin diğer dezavantajı ise normal ve anormal hemoglobinleri ayıramaması, hipoperfüze ve koyu tenli hastalarda yanlış ölçümler vermesi olarak sayılabilir (36).

End-tidal karbondioksit ($ETCO_2$) sağlıklı akciğerleri olan ve yeterli perfüze olan hastalarda ventilasyon durumunu değerlendiren önemli bir non-invaziv ölçümdür. $ETCO_2$ arteriyel PCO_2 ile iyi korelasyon göstermektedir. $ETCO_2$, hem entübe ve genel anestezi altındaki hastalarda hem de pozitif basınçlı ventilasyon alan hastalarda ölçülebilir. Uyanık hastalarda ölçüm yapmak teknik olarak zordur. CO_2 'nin yüksek difüzyon yeteneği göz önüne alındığında ölçülen $ETCO_2$ ile pulmoner kapillerlerde var olan PCO_2 'nin benzer olduğu düşünülebilir. Artmış $ETCO_2$ gradienti ventilasyon/perfüzyon eşleşmesinde bozukluğu

göstermektedir (37). ETCO_2 kritik acil durumlarda PCO_2 'yi göstermede kan gazı ölçümü kadar değerli olsa da bütün kan gazı parametrelerini göstermede uygun bir indikatör değildir (38).



Şekil 2. 1. Oksijen-Hemoglobin dissiasyon eğrisi (39)

Kan gazlarının ölçümü için arteriyel kan alınmasına alternatiflerden birisi ise uygun klinik vakalarda venöz örnekleme yapılmasıdır. Diyabetik ketoasidoz ile ilgili yapılan çalışmada; venöz kan gazı ölçümlerinin asidoz derecesini göstermede, arteriyel kan gazı ölçümleri ile benzer kesinlikte olduğu gösterilmiştir (40). Acil servise başvuran ve resüstasyon ihtiyacı olan hasta grubunda yapılan bir çalışmada ise özellikle arteriyel ponksiyonun zor olduğu travma gibi durumlarda, venöz kan gazı değerlendirmesinin resüstasyonun erken aşamalarının yönetiminde alternatif olarak kullanılabileceği gösterilmiştir (41).

KOAH alevlenmesi ile acil servise başvuran hastalarda, arter kan gazı ile venöz kan gazının değerlendirilmesinin karşılaştırılması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Prospektif bir çalışmada, arteriyel ve venöz örneklerde pH ve HCO_3 değerleri arasında iyi bir korelasyon olduğu ve arteriyel kan oksijen saturasyonu ile puls oksimetre ölçümünün kullanışlı olabileceği belirtilirken (42), başka bir çalışmada ise venöz pH ve HCO_3 değerlerinin mükemmel

örtüştüğü ve ek olarak, venöz CO₂'ninde eşik değeri 45mmHg olarak alındığında %100 sensitivitede sonuç verdiği gösterilmiştir (17). Venöz kan gazında hiperkarbinin bu kadar yüksek sensitivitede olmasına rağmen, hiperkarbinin ağırlığını değerlendirmede arteriyel kan gazının yerine kullanılması tartışmalıdır (43).

Sadece travma hastalarında yapılan bir çalışmada ise arteriyel ve venöz kan örnekleri, pH için %72 baz açığı için %80 korele bulunmuştur. Fakat Blant-Altman analizi sonucu kabul limiti %95 olarak tespit edilmiştir ve bu kabul edilemez oranda geniştir. Travma hastalarında, venöz kan gazı asit baz durumunun değerlendirmesinde kullanılamaz. Bu bulgular daha önceki literatür çalışmaları ile uyumsuz görülmektedir (44).

Acil servise başvuran ve respiratuar alkaloz tablosunda olan hastalarla yapılan bir çalışmada ise oksijen satürasyonunun %90'ın üzerinde olması durumunda; pH, PCO₂ ve HCO₃ değerlerinin ölçümlerinde arteriyel kan gazına alternatif olarak venöz kan gazının kullanılabileceği; satürasyonun %90'ın altında olması durumunda ise bu değerlere ek olarak PO₂ değerinin de ölçümünün klinik olarak anlamlı olduğu gösterilmiştir (45). Solunum yetmezliği nedeni ile acil servis başvuru yapan bir hasta popülasyonunda yapılan çalışmada; arteriyel ve venöz kandan alınan örnekler karşılaştırılmış ve pH değerinin iki ölçümde benzeştiği ortaya konmuştur (43).

Bu bilgiler ışığında; seçilmiş hasta popülasyonlarında venöz kan gazı arteriyel kan gazı yerine kullanılabilir. Venöz kan gazının arteriyel kan gazı yerine kullanılmasının tartışmalı olduğu hususlar ise aşağıda belirtilmiştir (46):

- Şok durumunda pH, bikarbonat ve baz açıklığı değerlendirilmesi,
- Mikst asit baz bozukluklarında pH, bikarbonat ve baz açıklığı değerlendirilmesi,
- Arteriyel ve venöz baz açığı değerlendirilmesi,
- Dolaşım durumunun değerlendirilmesinde venöz kan gazında ölçülen pH ve PCO₂,
- Hangi kan gazı ölçümlerinin eşik değer olarak kabul edilebileceği ve hangi limitlerde venöz kan gazında ölçülen parametrelerin arteriyel kan gazına alternatif olabileceği,

Bryne ve arkadaşları, bir gözden geçirme makalesinde ise periferik kandan alınan venöz kan gazı analizinin erişkinlerde pH tahmininde iyi sonuç verebileceği; fakat parsiyel arteriyel karbondioksit konsantrasyonu ya da parsiyel arteriyel oksijen konsantrasyonu ile ilgili uygun keskinlikte değerlendirme yapılamayacağı belirtilmiştir. Arteriyel ve venöz kan örnekleri ile kan basıncı karşılaştırılmasının, klinik karar vermede geçerli olamayabileceği raporlanmıştır (47).

Arteriyel kan gazı örneklemesine alternatif bir diğer metot ise kapiller kan örneğinden kan gazı çalışılmasıdır. Kapiller kan gazı örneklemesi hastaya dost, her sağlık personelinin rahatlıkla alabileceği bir uygulamadır ve tanısal keskinliği ümit vaat etmektedir. Yapılan bir meta-analizde; kapiller kan gazı analizinin arteriyel kan gazını belirlemede pH, PCO₂, SaO₂ ve 20 kpA altındaki PO₂ değerlerinde anlamlı olabileceği gösterilmiştir (48). Başka bir gözden geçirmede ise özetle kulak kepçesi ya da parmak ucundan alınan kapiller kan örneğinin arteriyel PCO₂ ve pH'ı göstermede etkin olduğu, kulak kepçesinden alınan örneğin ise PO₂'yi de ortalama 6mmHg kayma ile gösterebileceği belirtilmiştir. Fakat kesin sonuçlar isteniyorsa, arteriyel kan örneğinin alınması önerilmektedir. Bu yüzden özellikle kulak kepçesinden alınan örneklerin aktüel arteriyel kan gazının ölçümünü göstermesi ile ilgili daha çok çalışma yapılmalıdır (49). Perfüzyonu iyi durumda olan 0-18 yaş arası popülasyonda yapılan bir çalışmada; venöz kan gazı ile kapiller kan gazları karşılaştırılmış ve her iki değer korele olduğu ve klinik yönetim kararlarında kullanılabileceği gösterilmiştir (50).

Literatürde araştırılan bir çalışmada ise kardiyopulmoner bypass cerrahisi sırasında PO₂ monitörizasyonunu damar içi arteriyel monitörizasyondan daha az invaziv bir yöntem ile gerçekleştirilmesi amacı ile yapılmıştır (51). Bu yöntem ise oksijenotörden çıkan egzoz gazının oksijen basıncı üzerine dayanmaktadır. Bu basınç ölçüldükten sonra ise matematiksel algoritmalar kullanılarak, hasta kanının aktüel PO₂'sini ölçmek hedeflenmiştir. Bu yöntem ümit vaat edici görünse de validasyon çalışmalarına literatürde rastlanılmamıştır (51).

Arteriyel kan gazı örneklemesine alternatif diğer yöntemlerden biri transkütanPCO₂ ölçümü yapabilen TCM4-combi-M aletidir fakat solunum yetmezliği olup invaziv solunum desteği verilmeyen acil servis hastalarında altın standart olan arteriyel kan gazı ile TCM4 combiM aleti karşılaştırılmış ve TCM4 combi-M aletinin ölçümlerinin arter kan gazının yerini alamayacağı bulunmuştur (52).

Bir başka çalışmada ise transport süresi kısaltılması amacı ile yatak başı kan gazı hem venöz hem arteriyel çalışılmış ve venöz kan gazının arteriyel PCO_2 'yi ne kadar yansıtabildiğinin gösterilmesi amaçlanmış, taşıma süresince kan değerlerinin bozulmasının minimuma indirilmesi hedeflenmiştir. Fakat venöz PCO_2 'nin arteriyel PCO_2 'yi tam olarak yansıtamadığı gösterilmiştir (53).

Son dönem karaciğer hastaları ile yapılan bir çalışmada; hipoksemi değerlendirilmiş ve puls oksimetreden değerlendirilen SO_2 'nin bu hasta grubunda saturasyonun %94 üzerinde olması durumunda hipoksemiye göstermede arteriyel kan gazı kadar değerli olduğu bulunmuştur (54).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi Acil servisine nefes darlığı ve solunum sıkıntısı sebebiyle başvuran hastalar üzerinde prospektif olarak yapıldı. Çalışma Ocak 2016-Mayıs 2016 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

sPO₂, PO₂, PCO₂ ve pH için %80 güç (1- β =0,80), 0,05 hata payı (α =0,05) ve iki eş arası fark testi ile yapılan power analizinde; sPO₂ değeri için 234 vaka, PO₂ değeri için 11 vaka, PCO₂ için 54 vaka ve pH değeri için 128 vaka olarak belirlendi. Hesaplamalar sonucunda örneklem sayısının, en yüksek çıktığı sPO₂ değeri baz alınarak 234 olarak alınmasına karar verildi. Uygun vaka sayısına ulaşıncaya kadar çalışma sonlandırıldı.

Çalışmaya acil servise nefes darlığı/solunum sıkıntısı sebebiyle getirilen, 18 yaş üstü, klinisyen tarafından arteriyel kan gazı alınmasına karar verilen ve çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden hastalar ile yapıldı.

Acil servise nefes darlığı ve solunum sıkıntısı dışında gelen hastalar, 18 yaş altı hastalar, çalışma başlangıcında ve/veya çalışmanın ilerleyen aşamalarında çalışma dışında kalmak isteyen hastalar, kan gazında bozulmaya yol açan hastalığı (böbrek yetmezliği, sepsis, zehirlenmeler, ketoasidoz vb.) olan hastalar ve cihazın ölçüm yapamadığı (Ojeli tırnaklardan, parmakları iri ve cilt kalınlıkları fazla olan hastalar) çalışma dışı bırakıldı.

Solunum sıkıntısı/nefes darlığı sebebiyle acil servise başvuran ve arteriyel kan gazı alınan hastalara çalışma hakkında bilgi verilerek onam alındıktan sonra, kan gazı örneği alınan üst ekstremitenin 3 veya 4. parmağına non-invaziv olarak yerleştirilen Tensor Tip MTX-Matrix cihazı ölçüm yapılarak üretici firmanın önerisi doğrultusunda 45 saniye süre ile kayıt altına alındı (Şekil 3. 1). pH, sPO₂, PO₂ ve PCO₂ ölçümleri yapıp kan gazı ile karşılaştırıldı.



Şekil 3. 1. Tensor Tip MTX-Matrix cihazı

Tensor Tip MTX-Matrix cihazı (Üretici Firma: Cnoga Medical) kablosuz, non-invaziv olarak parmak probu ile ölçüm yapabilen bir medikal cihazdır. Hastaların arteriyel kan gazı ölçümü; klinisyen tarafından arteriyel belirlenen endikasyona sebebiyle yapılacak, çalışma amacıyla hiçbir hastadan arteriyel kan gazı alımı yapılmadı. Ölçüm non-invaziv bir ölçüm olduğundan herhangi bir komplikasyonu saptanmadı ve herhangi bir hastaya zarar verilmedi.

Çalışmaya alınan hastaların verileri SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Windows 17.0 ve MedCalc programı kullanılarak değerlendirildi. Sürekli değişkenlerin dağılımı Kolmogorov Smirnov testi ile test edildi. Verilerin gösteriminde ortalama, standart sapma (SS) ve ortanca değerleri kullanıldı. Niteliksel verilerin gösterimi ise vaka sayısı (n) ve yüzdelik dilim (%) ile gösterildi. Grupların karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. Arter kan gazı ve pulse kan gazı değerlerinin karşılaştırılmasında Bland-Altman testi kullanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

Çalışmamıza alınan 234 hastanın yaş ortalaması $69,0 \pm 18,1$ yıl olarak saptandı. Hastaların 100'ü (%42,7) erkek, 134'ü (%57,3) kadındı (Tablo 4. 1).

Tablo 4. 1. Hastaların yaş ve cinsiyet özellikleri

		Ortalama $\pm$ SD/n (%)
Yaş		69,0 $\pm$ 18,1
Cinsiyet	Erkek	100 (42,7)
	Kadın	134 (57,3)

Hastaların tamamında nefes darlığı, 6'sında (%2,6) göğüs ağrısı, 5'inde (%2,1) öksürük, 4'ünde (%1,7) ateş ve 1'inde çarpıntı mevcuttu (Tablo 4. 2).

Tablo 4. 2. Hastaların semptomları

Semptom	n (%)
Nefes darlığı	234 (100)
Göğüs ağrısı	6 (2,6)
Öksürük	5 (2,1)
Ateş	4 (1,7)
Çarpıntı	1 (0,4)

Hastaların 99'una (%42,3) pnömoni, 47'sine (%20,1) KOAH, 26'sına (%11,1) kalp yetmezliği, 20'sine astım (%8,5), 19'una (%8,1) akut koroner sendrom/koroner arter hastalığı, 10'una (%4,3) akciğer CA, 9'una (%3,8) bronşit, 8'ine (%3,4) Pulmoner emboli, 8'ine (%3,4) akciğer ödemi, 8'ine (%3,4) anksiyete, 7'sine (%3,0) plevral efüzyon, 5'ine (%2,1) pnömotoraks, 5'ine (%2,1) pnömotoraks, 4'üne (%1,7) atriyal fibrilasyon, 2'sine (%0,9) perikardiyal efüzyon ve 6'sına (%2,6) diğer tanıların konulduğu saptandı (Tablo 4. 3).

Tablo 4. 3. Hastaların tanıları

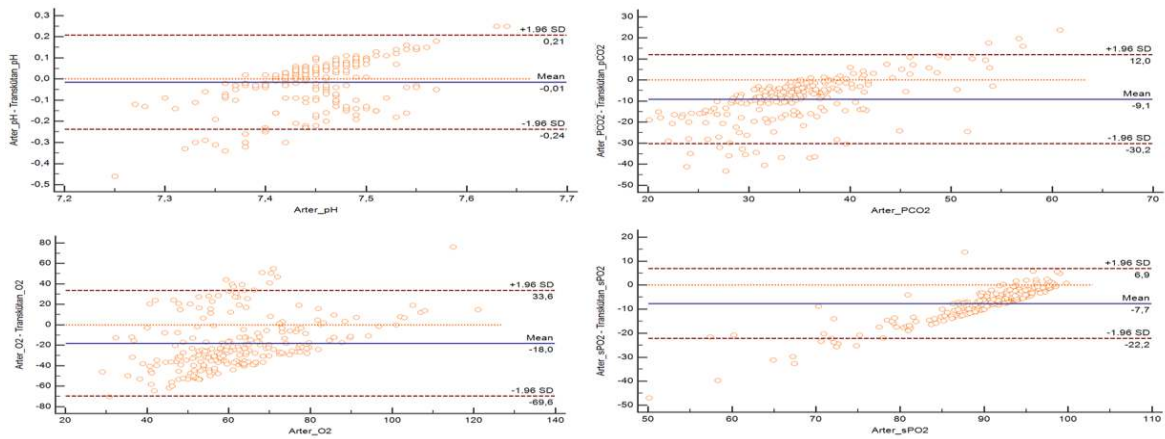
Tanı	n (%)
Pnömoni	99 (42,3)
KOAH	47 (20,1)
Kalp yetmezliği	26 (11,1)
Astım	20 (8,5)
Akut koroner sendrom/Koroner arter hastalığı	19 (8,1)
Akciğer Ca	10 (4,3)
Bronşit	9 (3,8)
Pulmoner emboli	8 (3,4)
Akciğer ödemi	8 (3,4)
Anksiyete	8 (3,4)
Plevral efüzyon	7 (3,0)
Pnömotoraks	5 (2,1)
Bronşiolit	5 (2,1)
Atriyal fibrilasyon	4 (1,7)
Perikardiyal efüzyon	2 (0,9)
Diğer	6 (2,6)

Çalışmada dispne sebebiyle acil servise dispne nedeniyle başvuran hastaların tamamı değerlendirildiğinde; AKG’de belirlenen pH ortalaması $7,45 \pm 0,06$, PCO_2 ortalaması $34,8 \pm 6,8$, PO_2 ortalaması $62,2 \pm 15,2$ ve sPO_2 ortalaması $89,4 \pm 7,9$; transkütan yöntem ile belirlenen pH ortalaması $7,46 \pm 0,10$, PCO_2 ortalaması $43,9 \pm 8,4$, pO_2 ortalaması $80,2 \pm 24,4$ ve sPO_2 ortalaması $97,1 \pm 3,4$ olarak hesaplandı. Mann Whitney U testi ile yapılan analizde ise; AKG’deki pH, PCO_2 , PO_2 ve sPO_2 ve transkütan pH, PCO_2 , PO_2 ve sPO_2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görüldü ($p < 0,05$); Dispne sebebiyle başvuran hastalarda, Bland-Altman testi ile yapılan analizde; AKG’deki pH ve transkütan pH değerleri arasında anlamlı farkın olmadığı; AKG’deki pH değerleri yerine, transkütan pH değerlerinin kullanılabileceği saptandı ($p > 0,05$). AKG’deki PCO_2 , PO_2 ve sPO_2 değerleri ve transkütan PCO_2 , PO_2 ve sPO_2 değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu; AKG’deki PCO_2 , PO_2 ve sPO_2 değerleri yerine, transkütan PCO_2 , PO_2 ve sPO_2 değerlerinin kullanılamayacağı saptandı ($p < 0,05$). (Tablo 4. 4, Şekil 4. 1).

Tablo 4. 4. Hastaların invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması

	İnvaziv Ortalama $\pm$ SD (Ortanca)	Non-invaziv Ortalama $\pm$ SD (Ortanca)	BA p	MW-U p
pH	$7,45 \pm 0,06$ (7,45)	$7,46 \pm 0,10$ (7,42)	0,507	0,009
PCO_2	$34,8 \pm 6,8$ (34,5)	$43,9 \pm 8,4$ (41,0)	$< 0,001$	$< 0,001$
PO_2	$62,2 \pm 15,2$ (60,6)	$80,2 \pm 24,4$ (86,0)	$< 0,001$	$< 0,001$
sPO_2	$89,4 \pm 7,9$ (91,3)	$97,1 \pm 3,4$ (98,0)	$< 0,001$	$< 0,001$

BA: Bland-Altman testi, MW-U: Mann Whitney U testi



Şekil 4. 1. Hastaların invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi

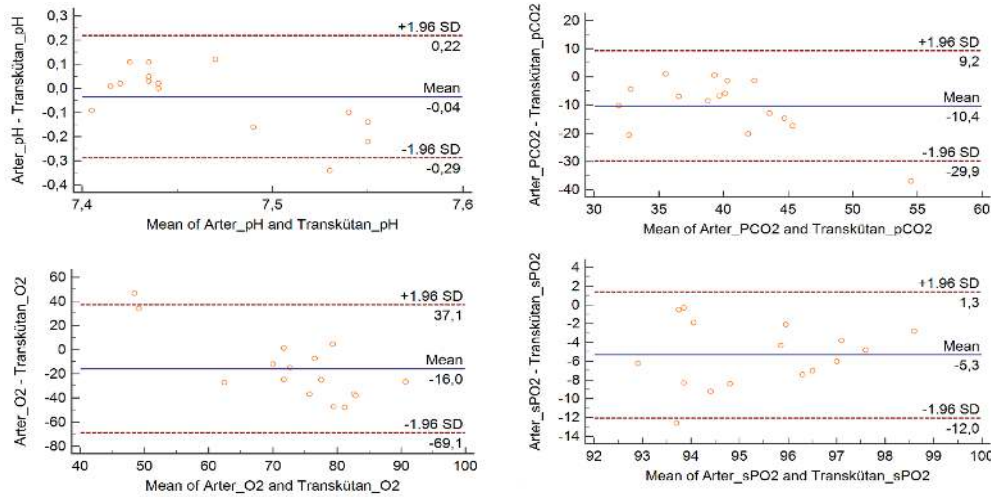
Çalışmada dispne dışında ek semptomları olan hastalar değerlendirildiğinde; AKG’de belirlenen pH ortalaması $7.44 \pm 0,05$, PCO_2 ortalaması $34,8 \pm 5,0$, PO_2 ortalaması $65,3 \pm 8,5$

ve sPO₂ ortalaması %92,7±0,11; transkütan yöntem ile belirlenen pH ortalaması 7,48±0,11, PCO₂ ortalaması %45,2±9,5, PO₂ ortalaması %81,3±23,7 ve sPO₂ ortalaması %98,1±2,2 olarak hesaplandı. Ek semptomları olan hastalarda, Mann Whitney U testi ile yapılan analizde ise; AKG kan gazı ölçümlerinde pH değerleri ve transkütan pH değerleri arasında anlamlı fark olmadığı; arteriyel pH değerleri yerine, transkütan pH değerlerinin kullanılabileceği saptandı (p>0,05). Ek semptomları olan hastalarda, Bland-Altman testi ile yapılan analiz sonucunda; AKG kan gazı ölçümlerinde pH ve PO₂ değerleri ve transkütan pH ve PO₂ değerleri arasında anlamlı fark olmadığı; arteriyel pH ve PO₂ değerleri yerine, transkütan pH ve PO₂'nin değerlerinin kullanılabileceği saptandı (p>0,05). Bu popülasyonda arteriyel PCO₂ ve sPO₂ değerleri ile transkütan PCO₂ ve PO₂ değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu; arteriyel PCO₂ ve sPO₂ değerleri yerine, transkütan PCO₂ ve PO₂ değerlerinin kullanılamayacağı saptandı (p<0,05). (Tablo 4. 5, Şekil 4.2).

Tablo 4. 5. Ek semptom varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması

	İnvaziv Ortalama±SD (Ortanca)	Non-invaziv Ortalama±SD (Ortanca)	BA p	MWU p
pH	7. 44±0,05 (7,45)	7,48±0,11 (7,43)	0,287	0,838
PCO ₂	34,8±5,0 (36,3)	45,2±9,5 (43,0)	0,008	<0,001
PO ₂	65,3±8,5 (64,6)	81,3±23,7 (82,0)	0,321	0,001
sPO ₂	92,7±0,11 (93,3)	98,1±2,2 (99,0)	<0,001	<0,001

BA: Bland-Altman testi, MW-U: Mann Whitney U testi



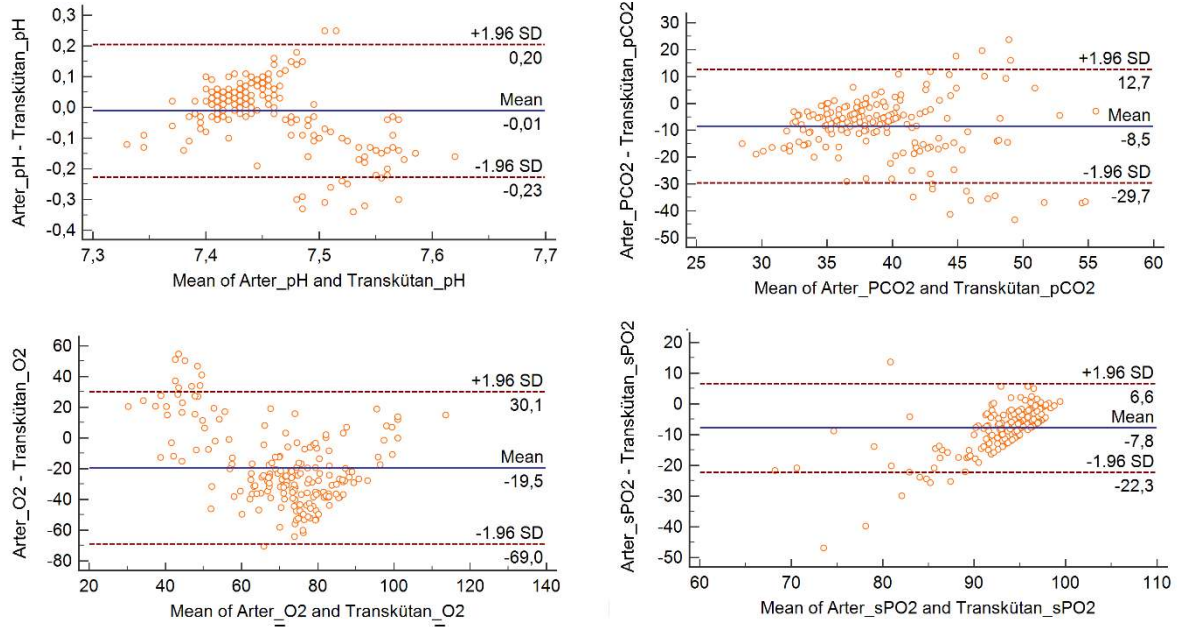
Şekil 4. 2. Ek semptom varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi

Çalışmada akciğer patolojisi saptanan 196 vaka değerlendirildiğinde; AKG’de belirlenen pH ortalaması $7,45 \pm 0,06$, PCO₂ ortalaması $34,9 \pm 6,9$, PO₂ ortalaması $61,4 \pm 14,9$ ve sPO₂ ortalaması $89,1 \pm 7,8$; transkütanyöntem ile belirlenen pH ortalaması $7,46 \pm 0,09$, PCO₂ ortalaması $43,4 \pm 7,7$, PO₂ ortalaması $80,9 \pm 23,6$ ve sPO₂ ortalaması $96,9 \pm 3,6$ olarak hesaplandı. Akciğer patolojisi saptanan hastalarda, Mann Whitney U testi ile yapılan analiz sonucunda ise; AKG’deki pH, PCO₂, PO₂ ve sPO₂ ve transkütan pH, PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu saptandı ($p < 0,05$). Akciğer patolojisi saptanan hastalarda, Bland Altman testi ile yapılan analiz sonucunda AKG’deki pH ve transkütan pH düzeyini arasında anlamlı farkın olmadığı; AKG’deki pH yerine, transkütan pH kullanılabileceği saptandı ($p > 0,05$). AKG’deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeyleri ve transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeyleri arasında anlamlı farklılık olduğu; AKG’deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeyleri yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeylerinin kullanılamayacağı saptandı ($p < 0,05$). (Tablo 4. 6, Şekil 4.3).

Tablo 4. 6. Akciğer patolojisi varlığında invaziv-noninvaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması

	İnvaziv Ortalama±SD (Ortanca)	Non-invaziv Ortalama±SD (Ortanca)	BA p	MWU p
pH	$7,45 \pm 0,06$ (7,45)	$7,46 \pm 0,09$ (7,42)	0,143	0,008
PCO ₂	$34,9 \pm 6,9$ (34,6)	$43,4 \pm 7,7$ (41,0)	<0,001	<0,001
pO ₂	$61,4 \pm 14,9$ (59,6)	$80,9 \pm 23,6$ (86,5)	<0,0001	0,001
sPO ₂	$89,1 \pm 7,8$ (90,9)	$96,9 \pm 3,6$ (98,0)	<0,001	<0,001

BA:Bland-Altman testi, MW-U: Mann Whitney U testi



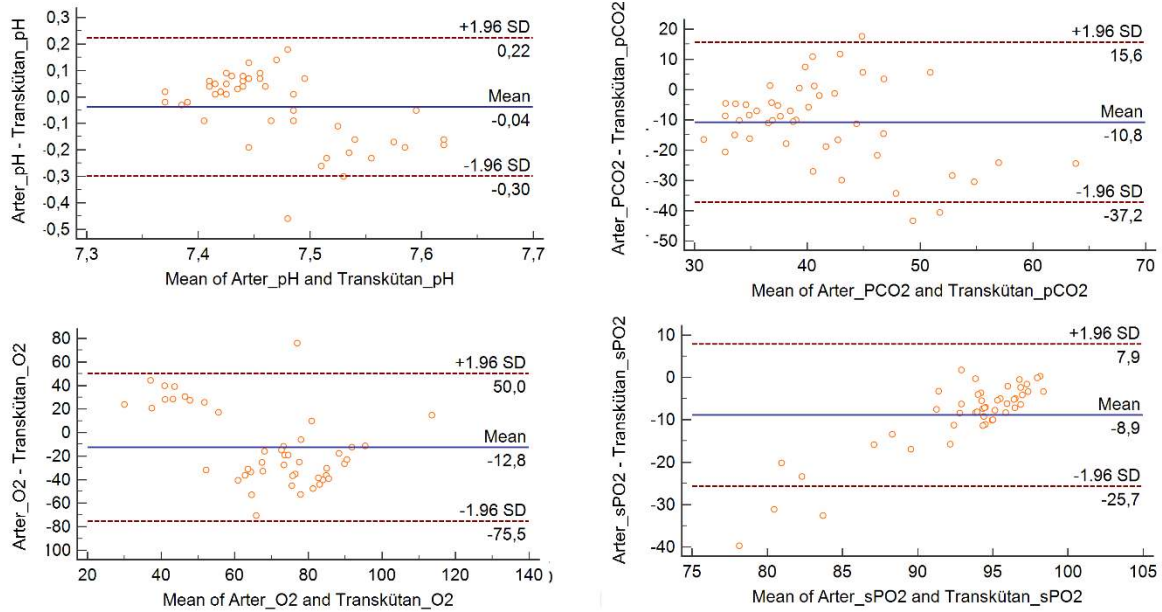
Şekil 4. 3. Akciğer patolojisi varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi

Çalışmada kardiyak patoloji saptanan 100 vaka değerlendirildiğinde; AKG’de belirlenen pH ortalaması $7,45 \pm 0,06$, PCO₂ ortalaması $35,9 \pm 7,9$, PO₂ ortalaması $62,8 \pm 17,3$ ve sPO₂ ortalaması $88,7 \pm 8,9$; transkütan yöntem ile belirlenen pH ortalaması $7,49 \pm 0,1$, PCO₂ ortalaması $46,7 \pm 11,54$, pO₂ ortalaması $75,6 \pm 29,4$ ve sPO₂ ortalaması $97,6 \pm 2,2$ olarak hesaplandı. Kardiyak patolojisi saptanan hastalarda, Mann Whitney U testi ile yapılan analiz sonucunda ise; AKG kan gazı ölçümlerinde pH değerleri ve transkütan pH değerleri arasında anlamlı fark olmadığı ($p > 0,05$), Arteriyel PO₂, PCO₂ ve sPO₂ değerleriyle transkütan PO₂, PCO₂ ve PO₂ değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu ($p < 0,05$). Kardiyak patoloji saptanan hastalarda, Bland Altman testi ile yapılan analiz sonucunda; AKG’deki pH ve transkütan pH düzeyini arasında anlamlı farkın olmadığı; AKG’deki pH yerine, transkütan pH kullanılabileceği saptandı ($p > 0,05$). AKG’deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeyleri ve transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeyleri arasında anlamlı farklılık olduğu; AKG’deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeyleri yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂ düzeylerinin kullanılamayacağı saptandı ($p < 0,05$) (Tablo 4. 7, Şekil 4.4).

Tablo 4. 7. Kardiyak patoloji varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması

	İnvaziv Ortalama±SD (Ortanca)	Non-invaziv Ortalama±SD (Ortanca)	BA p	MWU p
pH	7,45±0,06 (7,45)	7,49±0,12 (7,42)	0,575	0,785
PCO ₂	35,9±7,9 (34,4)	46,7±11,54 (42,0)	<0,001	<0,001
pO ₂	62,8±17,3 (61,5)	75,6±29,4 (83,0)	0,008	0,001
sPO ₂	88,7±8,9 (91,0)	97,6±2,2 (98,0)	<0,001	<0,001

BA: Bland-Altman testi, MW-U: Mann Whitney U testi



Şekil 4. 4. Kardiyak patoloji varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi

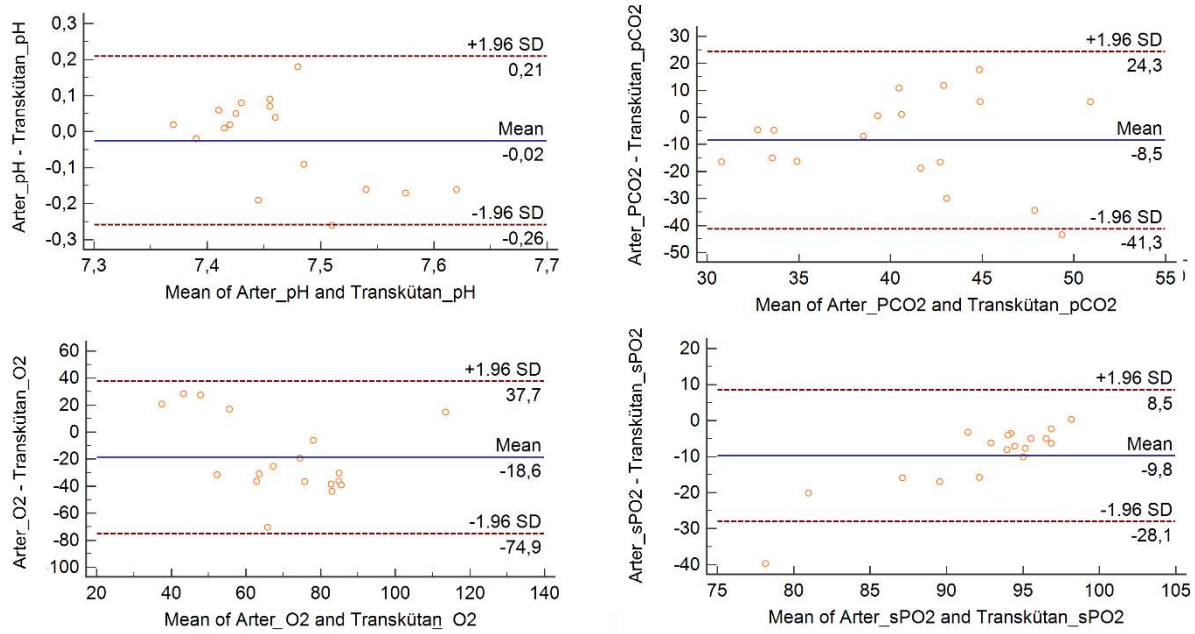
Çalışmada akciğer ve kardiyak patoloji dışında patoloji saptanan 18 vaka değerlendirildiğinde; AKG’de belirlenen pH ortalaması $7,45 \pm 0,06$, PCO₂ ortalaması $36,5 \pm 9,9$, PO₂ ortalaması $60,6 \pm 19,0$ ve sPO₂ ortalaması $87,5 \pm 9,8$; transkütan yöntem ile belirlenen pH ortalaması $7,47 \pm 0,11$, PCO₂ ortalaması $44,9 \pm 10,5$, PO₂ ortalaması $79,2 \pm 27,4$ ve sPO₂ ortalaması $97,3 \pm 2,4$ olarak hesaplandı. Akciğer ve kardiyak patolojisi dışında patoloji saptanan hastalarda, Mann Whitney U testi ile yapılan analizde ise; AKG’deki pH, PCO₂, PO₂ ve sPO₂ ve transkütan pH, PCO₂, PO₂ ve sPO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu saptandı ($p < 0,05$). Akciğer ve kardiyak patolojisi dışında patoloji saptanan hastalarda, Bland-Altman testi ile yapılan analiz sonucunda; AKG kan gazı ölçümlerinde pH ve PO₂ değerleri ve transkütan pH ve PO₂ değerleri arasında anlamlı fark olmadığı; arteriyel pH ve PO₂ değerleri yerine, transkütan pH ve PO₂’nin değerlerinin kullanılabileceği saptandı ($p > 0,05$). Bu popülasyonda arteriyel PCO₂ ve sPO₂ değerleri ile transkütan PCO₂ ve PO₂ değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu; arteriyel

PCO₂ ve sPO₂ değerleri yerine, transkütan PCO₂ ve PO₂ değerlerinin kullanılamayacağı saptandı (p<0,05). (Tablo 4. 8, Şekil 4.5).

Tablo 4. 8. Akciğer ve kardiyak patoloji dışında hastaların invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması

	İnvaziv Ortalama±SD (Ortanca)	Non-invaziv Ortalama±SD (Ortanca)	BA p	MWU p
pH	7,45±0,06 (7,5)	7,47±0,11 (7,41)	0,386	0,002
PCO ₂	36,5±9,9 (33,4)	44,9±10,5 (41,5)	0,046	<0,001
PO ₂	60,6±19,0 (61,3)	79,2±27,4 (82,5)	0,137	<0,001
sPO ₂	87,5±9,8 (90,5)	97,3±2,4 (98,0)	0,003	<0,001

BA:Bland-Altman testi, MW-U: Mann Whitney U testi



Şekil 4. 5. Akciğer ve kardiyak patoloji dışında dispneik hastaların invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi

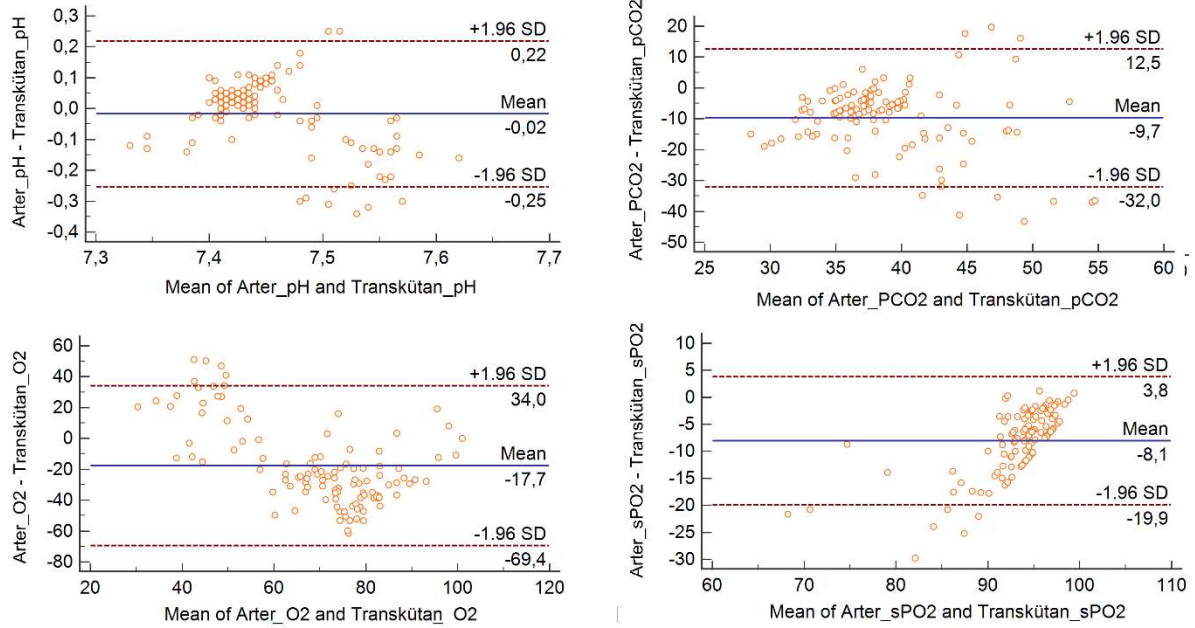
Çalışmada enfeksiyon saptanan 113 vaka değerlendirildiğinde; AKG’de belirlenen pH ortalaması 7,45±0,06, PCO₂ ortalaması 34,1±6,8, PO₂ ortalaması 60,4±13,2 ve sPO₂ ortalaması 89,1±7,4; transkütanyöntem ile belirlenen pH ortalaması 7,47±0,10, PCO₂ ortalaması 43,9±8,6, PO₂ ortalaması 78,2±25,9 ve sPO₂ ortalaması 96,9±3,697,2±3,7 olarak hesaplandı. Enfeksiyon saptanan hastalarda, Mann Whitney U testi ile yapılan analizde ise; AKG’deki pH, PCO₂, PO₂ ve sPO₂ ve transkütan pH, PCO₂, PO₂ ve sPO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu saptandı (p<0,05). Enfeksiyon saptanan hastalarda Bland-Altman testi ile yapılan analizde; AKG’deki pH ve transkütan pH değerleri arasında anlamlı farkın olmadığı; AKG’deki pH değerleri yerine, transkütan pH değerlerinin kullanılabileceği saptandı (p>0,05). AKG’deki PCO₂, PO₂ ve

sPO₂ değerleri ve transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂ değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu; AKG'deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂ değerleri yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂ değerlerinin kullanılamayacağı saptandı (p<0,05). (Tablo 4. 9, Şekil 4.6).

Tablo 4. 9. Enfeksiyon varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırması

	İnvaziv Ortalama±SD (Ortanca)	Non-invaziv Ortalama±SD (Ortanca)	BA p	MWU p
pH	7,45±0,06 (7,45)	7,47±0,10 (7,41)	0,128	0,002
PCO ₂	34,1±6,8 (34,0)	43,9±8,6 (41,0)	<0,001	<0,001
PO ₂	60,4±13,2 (59,6)	78,2±25,9 (86,0)	<0,001	<0,001
sPO ₂	89,1±7,4 (91,1)	97,2±3,7 (98,0)	<0,001	<0,001

BA: Bland-Altman testi, MW-U: Mann Whitney U testi



Şekil 4. 6. Enfeksiyon varlığında invaziv-non-invaziv kan gazı sonuçlarının karşılaştırmasının grafiksel gösterimi

5. TARTIŞMA

Kan gazı yakın geçmişe kadar invaziv olarak kullanılırken, yakın geçmişte gelişen teknolojiye paralel olarak non-invaziv yöntemler ile de değerlendirilmeye başlanmıştır. İnvaziv olan yöntemde arterden alınan kan örneği, analizör (pH, PO₂ ve PCO₂ ölçülür) ve özel elektrotlar sayesinde (HCO₃ ve sPO₂) analiz edilir. Bu cihazların günlük ve belirli aralıklarla kalibrasyonu gereklidir. AKG, günümüzde halen kullanılan en hassas ve doğru yöntemdir. Bununla birlikte invaziv işlem olması, bu işleme bağlı gelişen komplikasyonlar ve kanın alınması esnasında oluşan ağrı dezavantajlarıdır (21). Bu dezavantajları sebebiyle sürekli takip gerektiren hastalarda kullanılamamaktadır. Sürekli izlem gerektiren durumlarda ise, non-invaziv yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemler iki dalga boyunda ölçülmesi esasına dayanır (21).

Dispne; herhangi bir nedene bağlı olarak rahatsız edici soluk alma duygusu ve bu duyguya vücudun verdiği reaksiyondur (55). Dilimize nefes darlığı olarak geçse de tam karşılığı bu değildir. Amerikan Toraks Derneği (ATS) dispneyi “niteliksel olarak çeşitli yoğunlukta duyuların oluşturduğu öznel solunum rahatsızlığı deneyimi” olarak tanımlamıştır (22). Dispneye fizyolojik, psikolojik, davranışsal ve çevresel etkenlerin dahil olduğu birçok faktör yol açmaktadır (55).

Acil servise başvuran hastaların %10’unda ve acil serviste yatan hastaların %15-20’sinde dispne mevcuttur (55, 56). Dispnenin birçok nedeni olsa da, yaklaşık 2/3’ünü kardiyak veya pulmoner nedenler oluşturmaktadır (57). Bu iki sistemde meydana gelen patolojilerin birlikte olması olayı daha kompleks bir hale sokmaktadır (55, 56, 58).

Kelly ve ark. yaptıkları meta analiz sonucunda; acil servise dispne sebebiyle başvuran hastaların %46,1’inin erkek olduğunu ve yaş ortancasının 74 yıl olduğunu bildirmişlerdir (59). Miner ve ark. yaptıkları çalışmada; dispneli hastaların yaş ortalamasının 72 olduğunu ve hastaların %57’sinin kadın olduğunu ifade etmiştir (60). Burri ve ark yaptıkları çalışmada; hastaların %54’ünün kadın olduğunu ve yaş ortalamalarının 72 olduğunu ifade etmiştir (61). Freese ve ark. yaptıkları çalışmada hastaların %57’sinin kadın ve yaş ortalamasının 51 olduğunu ifade etmiştir (39). Lou ve ark. dispne sebebiyle başvuran KOAH’lı hastalarda, hastaların %47,8’inin erkek ve yaş ortalamasının 62 yıl olduğu bildirilmiştir (62). Toplumdaki yaşlı hastalarda dispne görülme oranı %20-60 arasında olup; yaşlılarda bu kadar

sık görülme sebebi zayıf fonksiyonel durum, fiziksel ve mental sağlığa bağlanmıştır (37, 63). Çalışmamızda dispne nedeni ile başvuran hastaların %57,3'ü kadın olup, yaş ortalamaları 69 yıldı. Kadın popülasyonda bu sıklığın nedeni tam olarak bilinmese de, kadınların daha sık enfeksiyona maruz kalması, komorbid patolojilerin ve anksiyetenin kadınlarda sık görülmesi bu sıklığı açıklayabilir. İlerleyen yaş ile birlikte KOAH ve kalp yetmezliği başta olmak üzere artan komorbidite ve katabolik süreç sebebiyle ilerleyen yaşlarda dispne sıklığının arttığı kanısındayız.

İntepe ve ark. pnömoni hastalarında yaptıkları çalışmada; hastaların %50'den fazlasının semptom vermediğini, semptom verenlerin ise en sık öksürük, ateş, göğüs ağrısı ve nefes darlığı ile başvurduğunu ifade etmiştir (64). Kalp yetmezliğinin akut safhasında, konjesyona bağlı olarak dispne ve öksürük görülür (65, 66). Ayrıca kalp yetmezliğini ağırlaştıran enfeksiyon bulgusu olan ateş görülebilirken, göğüs ağrısı beklenmez (66). KOAH hastalarında da dispneye genellikle öksürük eşlik eder (67). KOAH hastalarının % 75'inde öksürük dispneden önce ortaya çıkar ya da dispne ile birlikte başlar (67). Çalışmamızda dispneye en sık eşlik eden semptomun göğüs ağrısı ve öksürük olduğu belirlendi. Dispne nedenleri arasında belirlenen en sık patolojinin pnömoni olması ve bu patolojide göğüs ağrısı ve öksürüğün sık rastlanması sebebiyle, en sık rastalanan diğer semptomlar arasında göğüs ağrısı ve öksürük olduğu kanısındayız. Ayrıca KOAH, pulmoner emboli ve akut koroner sendromun tanılar içerisinde yer alması öksürük ve göğüs ağrısını açıklayabileceği kanısındayız.

Frese ve ark yaptıkları çalışmada; en sık dispne nedeninin %43 ile akciğer enfeksiyonu olduğunu ifade etmiştir (39). Aynı çalışmada ikinci nedenin KOAH, üçüncü nedenin ise kalp yetmezliği olduğu belirtmiştir (39). Okkes ve ark yaptıkları çalışmada; en sık %43 ile akciğer enfeksiyonu, takiben astım geldiğini ifade etmiştir (68). Lund ve ark çalışmasında dispne sebebiyle başvuran hastaların en sık başvuru sebebinin KOAH (%23), takiben kalp yetmezliği (20,5) ve pnömoni (%9,5) geldiğini belirtmişlerdir (69). Kelly ve ark. yaptıkları metaanaliz sonucunda dispne ile başvuran hastaların en sık alt solunum yolu enfeksiyonu, takiben kalp yetmezliği ve KOAH ile başvurduğunu bildirmiştir (70). Çalışmamızda literatür ile uyumlu olarak en sık dispne nedeni pnömoni, takibinde KOAH ve kalp yetmezliği gelmekteydi. Çalışma popülasyonumuzun yaşları göz önüne alındığında, bu yaşlarda artan komorbiditenin (KOAH ve kalp yetmezliği) ön plana çıkmaya başlamasının durumu açıkladığı kanısındayız.

Aynı zamanda artan bu komorbiditelerin enfeksiyona yatkınlığı arttırdığı ve artan katabolik süreç sebebiyle vücuttaki savunma sistemlerinin zayıfladığı kanısındayız.

Parmak ucu aracılığıyla ölçüm yapılması esnasında; tırnak cilası, oje, koyu cilt pigmentasyonu, hipotansiyona bağlı düşük perfüzyon, uygunsuz ışık, hipotermi, vazokonstriktör ilaçlar, hiperbilirubinemi ve/veya sarılık, intravasküler kontrastlar, karboksi hemoglobin, methemoglobinemi ve hareket artefaktına bağlı ölçüm anormalliklerinin olduğu belirtilmiştir (71). Sayılan bunca parametre içerisinde yaygın olarak kullanılan oje ve tırnak cilasının transkütan oksijen saturasyonunda anlamlı düşmeye yol açtığı ifade edilmiştir (72-74). Feiner ve ark. yaptıkları çalışmada; düşük saturasyon grubundaki siyah ırkta, SpO_2 %10'nun üstünde hata payı ile ölçüm yaptığı gösterilmiştir (75). Adler ve ark. (76), Bothma ve ark. (77) yüksek oksijen saturasyonlarında farkın olmadığını göstermişlerdir. Çalışmamızda da benzer sorunlar ile karşılaşıldı. Cihaz ile ojeli tırnaklardan, parmakları iri olan hastalardan ve cilt kalınları fazla olan hastalardan ölçüm yapılamadı.

Transkütan pH ölçümü için çalışmalarda farklı sonuçlar mevcuttur. Adejumo ve ark. yaptıkları çalışmada; solunumsal asidoz durumlarında transkütan pH'nın ufak sapmalar ile tespit edilebileceğini savunmuşlardır (78). Bhat ve ark. yenidoğanlarda yaptıkları çalışmada; umbilikal arterden aldıkları kandaki pH ile transkütan ölçülen pH arasında doğrusal bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir (79). Bu ilişkinin pH'nın 7,30'un altında olması halinde daha da uyumlu bir hal aldığını ve asidotik hastalarda kullanılabileceğini ifade etmiştir (79). Antoine ve ark. fetus'un doğumu esnasında umbilikal arter ve transkütanöz pH'ı karşılaştırdıkları çalışmada, transkütan pH ve umbilikal arterdeki pH arasında ilişki saptamadığını bildirmiştir (80). Van Oppen ve ark. yaptıkları çalışmada; transkütan ve AKG'deki PCO_2 'nin monitörizasyonun, pH tahmini için imkan sağlayabileceğini ifade etmişlerdir (81). Yapılan çalışmalarda venöz kangazında, AKG'ye kıyasla pH'nın 0,015-0,04 arasında arttığı bildirilmiştir (82-89). Çalışmamızda dispne sebebiyle başvuran hastalarda, transkütan pH değeri yüksek olduğu; AKG'de ölçülen pH yerine, transkütan pH kullanılabileceği saptandı. Bu farklılığın temel sebebinin hastalarda oje, kına, cila gibi kimyasal maddeler, hasta kaynaklı doku düzeyindeki hipoksi, hipotansiyon gibi dolaşım bozuklukları gibi faktörlerin etkili olduğu kanısındayız. pH hesaplamasında kullanılan pK sabitesinin 6,1 olması, pH değerindeki değişim oranını küçültmektedir. pH hesaplamasında kullanılan diğer alandaki değerlerin oran olması (bikarbonatın, PCO_2 'ye oranı) bikarbonatın,

ve PCO₂değerlerin birlikte olan yanlış ölçümlerde farkın küçülmesine yol açtığı kanısındayız. Ayrıca pH aralığının dar olmasının da farkın büyümemesi üzerinde etkisi olabilir.

Kan gazı parametreleri arasındaki PCO₂'nin ölçümü, özellikle nefes darlığı olan ve/veya entübe olan hastaların takibinde oldukça önemli bir parametredir. Bu amaçla özellikle yoğun bakım ve acil servislere end-tidal CO₂ (ETCO₂) ölçümü kullanılmaya başlansa da, entübe olmayan hastalarda kullanımı kısıtlıdır. Ayrıca ventilasyon-perfüzyon oranı ve kardiyak output sebebiyle ölçülen ETCO₂ değeri AKG'deki PCO₂'den daha düşüktür (90). Son yıllarda yapılan çalışmalar ciltteki arteryel akım ölçümüne dayalı olarak yeni sistemler geliştirilmeye başlanmış; parmak ucu ve kulak memesi gibi noktaların kullanım sıklığı giderek yaygınlaşmaya başlamıştır (91-93). Yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar olsa da (91, 92, 94); Bendjelid ve ark. yaptıkları çalışmada, transkütan PCO₂'nin AKG ölçülenden bir birim düşük olduğu ancak bunun tolere edilebileceği ifade edilmiştir (95). Bolliger ve ark. ve Rodriguez ve ark yaptıkları çalışmada, Bendjelid ve ark. ile benzer sonuçlara ulaşmıştır (96, 97). van Oppen ve ark. yaptıkları çalışmada, transkütan ve AKG'deki PCO₂ arasında uyumluluk olduğunu bildirmiştir (81). Górska ve ark. Çalışmasında transkütan CO₂'nin, AKG'deki PCO₂ yerine kullanılabileceği vurgulamıştır (98). Mcvibar ve ark. acil servis hastalarında yaptıkları çalışmada benzer AKG'de ölçülen PCO₂'nin daha yüksek olduğunu ifade etmiştir (99). Lund ve ark. dispne sebebiyle başvuran hastaların arteryel ve venöz kan gazında PCO₂ uyumlu olduğunu ifade etmiştir (69). Yapılan çalışmalarda venöz kan gazında, AKG'ye kıyasla PCO₂'nin 3,3-7,8 arasında arttığı bildirilmiştir (43, 82, 85, 89). Çalışmamızda dispne sebebiyle başvuran hastalarda, transkütan PCO₂ değerinin yüksek olduğu; AKG'de ölçülen PCO₂ yerine, transkütan PCO₂ kullanılamayacağı saptandı. Transkütan ve arteryel PCO₂ değerleri arasında farkın sebepleri arasında oje, kına, cila gibi kimyasal maddeler, hasta kaynaklı doku düzeyindeki hipoksi, hipotansiyon gibi dolaşım bozuklukları gibi faktörlerin yanında; AKG'nin arterden alınırken transkutenoz ölçümlerin arterlerin distalinde olan kılcallardan yapıyor olmasının da etkili olduğu kanısındayız.

Literatürde PO₂ değerinin, transkütan olarak ölçüldüğü bir çalışmaya rastlanamadı. Rudiger ve ark. hipoksi gelişen hastalarda sPO₂'nin, PO₂ değerinin yansıttığını ifade etmiştir (100). Quine ve ark. PO₂ ve sPO₂'nin karşılaştırıldığı bir çalışma mevcut olup; sonuçlar arasında ilişki olmadığı, arterlerde dolaşan kanın PO₂ düzeyinin daha etkili olduğu ifade edilmiştir (101). Bu farklılık, yüksek oksijen basıncı ve oksijen doygunluğuna bağlanmıştır

(101). Düşük sPO_2 'de, ışık yayan diotların yayılan dalga boylarındaki küçük değişikliklerin ciddi hata paylarına yol açtığı gösterilmiştir (102, 103). Çalışmamızda dispne sebebiyle başvuran hastalarda transkütan PO_2 değerinin yüksek olduğu ve AKG'de ölçülen PO_2 yerine, transkütan PO_2 ölçümlerinin kullanılamayacağı saptandı. Transkütan PCO_2 ' düzeyindeki kısıtlılıklar, PO_2 değerindeki ölçümler içinde geçerli olduğu kanısındayız. Bunun yanında alınan kan örneğinin in vivo ortamda çalışılması ve kanın invivo ortamda beklemesinin hızla oksijen düşmesine yol açabileceği kanısındayız. Ayrıca cihazın uygun olmayan dalga boyunda ölçüm yapmasının muhtemel farka yol açan diğer bir faktör olduğu kanısındayız.

sPO_2 'nin parmak ucu ölçümleri yıllardır kullanılmakta olup, bu konuyla ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur (75, 104-106). Yapılan çalışmalarda yüksek sPO_2 düzeylerinde; kan gazı sPO_2 ve transkütan sPO_2 arasında uyumluluk olduğu gösterilmiştir (102, 103, 107, 108). Bu çalışmalarda pulse oksimetrelerin ağır veya hızlı desatürasyon, hipotansiyon, hipotermi, dishemoglobinemi ve düşük perfüzyon durumlarında arteriyel oksijen satürasyonunu doğru ölçemedikleri gösterilmiştir. Yapılan başka çalışmalarda AKG'deki sPO_2 değerinin %90'nın üstünde olduğunda hata payı çok düşük iken, %80' nin altında doğruluk oranının azaldığı gösterilmiştir (109, 110). Çalışmamızda dispne sebebiyle başvuran hastalarda transkütan sPO_2 değerinin yüksek olduğu; AKG'de ölçülen sPO_2 yerine, transkütan sPO_2 kullanılamayacağı saptandı. Yapılan çalışmalarda sPO_2 değerlerinin, PO_2 değerleri ile kıyaslandığı ve sPO_2 değerlerinin, PO_2 bir göstergesi olduğu düşünüldüğünde olumlu ya da olumsuz faktörlerin benzer olması beklenebilir. Ayrıca cihaz üreticisinin, periferik ölçüm yapılacağını göz önüne alarak, ölçüm değerinin biraz daha yüksek çıkmasına yol açan düzenlemeler eklemiş olması muhtemeldir.

Lee ve ark. 664 acil hastasında transkütan ölçümler üzerine etki eden faktörleri araştırmış; yaş ve cinsiyet gibi faktörlerinin transkütan ölçümler üzerinde etkili olmadığını ifade etmiştir (111). Acartürk ülkemizde yaptığı ve pulse oksimetreyi değerlendirdiği çalışmasında, Lee ve ark. benzer sonuçlara varmıştır (67). Lagerkvist ve ark. yaptıkları çalışmada, transkütan ölçümlerde kadınların sPO_2 ve PO_2 'nin değerlerinin yüksek olduğunu ifade etmiştir (112). Verderber ve ark. yaptıkları çalışmada transkütan sPO_2 , PCO_2 ve PO_2 'nin ölçümlerinde cinsiyet farkı olduğunu ifade etmişlerdir (113).

Literatürde dispneye ek semptomları olan hastalarda; AKG ve transkütan pH, PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin karşılaştırıldığı çalışmaya rastlanmadı. Çalışmamızda ek semptomları olan hastalarda; AKG kan gazı ölçümlerinde pH ve PO₂'nin yerine transkütan pH ve PO₂'nin kullanılabileceği; arteriyel PCO₂ ve sPO₂'nin yerine, transkütan PCO₂ ve PO₂'nin kullanılamayacağı saptandı. Belirlenen ek semptomlu hastalarda kan gazı değerlerinin bazılarında kullanılırken, bazılarında kullanılamamasının temel sebebinin ek semptomlu hasta sayısının azlığına bağlı olduğu kanısındayız.

Literatürde akciğer patolojisi ile takip edilen hastalarda; AKG ve transkütan pH ve PO₂'nin ilişkisinin incelendiği çalışmaya rastlanmadı. KOAH'ta artan konjesyonun oluşturduğu ventilasyonda azalma ve hipoksinin sinerjik etkisiyle asidoz derinleşir (114-117). Birçok klinik durumun asidoza yol açabileceği ifade edilmiştir (118). Acartürk'ün KOAH'lı hastalarda yaptığı çalışmada AKG'deki PO₂ ve transkütans PO₂ değerleri arasında orta derecede uyumlu olduğunu bildirmiştir (67). Gancel ve ark. akut solunum yetmezliği olan yetişkinlerde transkütan PCO₂ ve PCO₂ ile iyi bir uyum gösterdiğini saptamıştır (119). van Oppen ve ark. yaptıkları çalışmada tip 2 solunum yetmezliği olan hastalarda transkütan PCO₂ takibinin kullanılabileceğini ifade etmiştir (81). Çalışmamızda akciğer patolojisi olan hastalarda AKG'deki pH düzeyi yerine, transkütan pH düzeyi kullanılabileceği; AKG'deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyi yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyinin kullanılamayacağı saptandı. Bu akciğer patolojilerinin solunumsal, metabolik ve tampon sistemlerinin aktivitesi sebebiyle PCO₂ ve HCO₃ değerlerinde olan değişimlerin pH'a aniden yansımaması, pH aralığının dar olması, invitro ortama alınan kan örneklerinde asidozun hemen görülmemesi ve pK sabiti sebebiyle büyük değişimlere izin vermediği bu nedenle pH değerlerinin benzer ölçüldüğü kanısındayız. Cihazın kan gazlarını doğrudan ölçmesi sebebiyle uygun dalga boyunun ayarlanmasının önemi açıktır. Ölçüm esnasında gerek hasta kaynaklı (akral bölgedeki metabolizmada, kullanılan kimyasal maddeler, eksremitenin soğukluğu) farklılık, gerekse cihaz kaynaklı (uygun olmayan dalga boyu, cihazın kalitesi, vb) olumsuzların transkütan ve arteriyel PCO₂, PO₂ ve sPO₂ de farklılıklara yol açtığı kanısındayız. Ayrıca hasta grubumuzda, hastaların çoğunda akciğer patolojisi olması sebebiyle, dispne tespit edilen bütün sonuç ve yorumların bu alan içinde geçerli olduğunu söylemek mümkündür.

Literatürde kardiyak patolojisi ile takip edilen hastalarda; AKG ve transkütan pH, PO₂ ve sPO₂'nin ilişkisinin incelendiği çalışmaya rastlanmadı. Tremper ve ark. yeterli kardiyak fonksiyonlarında arteriyel ve transkütan PCO₂'yi etkilediğini bildirmiştir (120) . Kalp yetmezliği gelişen hastalarda artan CO₂ retansiyonuna, perfüzyon bozukluğuna ve dokudaki beslenme bozukluğuna bağlı olarak asidoz gelişir (121, 122). Janssens ve ark. Transkütan PCO₂'nin hemodinamik olarak stabil olan yetişkin hastalarda mükemmel bir uyum içinde olduğunu göstermiştir (94). Kardiyak output, sistemik vasküler direnç arasındaki karmaşık etkileşimlerin sPO₂'yi etkilediği, Palve (123) ve Louw ve ark. (124) tarafından yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Kardiyak patolojisi olan hastalarda sPO₂'nin düşük değerlerde, uyumsuz olduğu ifade edilmiştir (109, 110, 125). Çalışmamızda kardiyak patolojisi olan hastalarda AKG'deki pH düzeyi yerine, transkütan pH düzeyinin kullanılabileceği; AKG'deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyleri yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeylerinin kullanılamayacağı saptandı. Ölçüm esnasında periferik dokudaki metabolizma ve vücut metabolizmasının benzer olması, ancak dispneye yol açan faktörün kalp kaynaklı olmasının perfüzyonu bozmasının da kan gazları üzerine etki ettiği kanısındayız.

Literatürde akciğer ve kardiyak patolojisi dışında patolojisi olan hastalarda; AKG ve transkütan pH, PO₂ ve sPO₂'nin ilişkisinin incelendiği çalışmaya rastlanmadı. Çalışmamızda akciğer ve kardiyak patolojisi olan hastalarda; AKG kan gazı ölçümlerinde pH ve PO₂'nin yerine transkütan pH ve PO₂'nin kullanılabileceği; arteriyel PCO₂ ve sPO₂'nin yerine, transkütan PCO₂ ve sPO₂'nin kullanılamayacağı saptandı. Kardiyak ve akciğer dışı patoloji saptanmayan hastalar arasında, dispneye yol açabilecek, santral sinir patolojileri, göğüs duvarı patolojileri ve psikiyatrik durumlar sayılabilir. Bu santral sinir sistemi ve göğüs deformitelerinde, ventilasyonun bozulması uzun zaman aldığından pH'nın bir dengeye geldiği; anksiyete durumlarında da hiperkapninin pH dengesinde ciddi bir değişime yol açmadığı kanısındayız. Denge içinde olan pH'ında transkütan ve arteriyel ölçümlerindeki sonuçların benzer olmasına yol açtığı kanısındayız. Kan gazı değerlerinde ise, parmaklarda çomak parmak tarzında değişimler, deride kalınlaşma, ekstremitelerde solukluk gibi faktörlere bağlı olarak arteriyel ölçümlerle uyumsuz olduğu kanısındayız. Ayrıca akciğer ve kardiyak dışı patolojilere bağlı dispneik olgu sayısının az olması sebebiyle sonuçlarda anormal değerlerin çıkmış olabileceği unutulmamalıdır.

Literatürde enfeksiyon saptanan hastalarda; AKG ve transkütan pH, PO₂ ve sPO₂'nin ilişkisinin incelendiği çalışmaya rastlanmadı. Pnömoni gibi enfeksiyon durumlarında artan takipneye bağlı olarak hipokapni; zeminde yer alan KOAH gibi patolojiler veya artan infiltrasyon sebebiyle PCO₂'nin artabileceği ifade edilmiştir (118). Pnömoni gibi enfektif tablolarda solunumsal alkaloz, solunumsal asidoz ve sepsise giden kliniklerde metabolik asidoz gelişebileceği ifade edilmiştir (118) . Çalışmamızda akciğer patolojisi olan hastalarda AKG'deki pH düzeyi yerine, transkütan pH düzeyinin kullanılabileceği; AKG'deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyi yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyi kullanılamayacağı saptandı. Çalışmamıza alınan hastaların dispne ile getirildikleri ve bu hastalarda KOAH üzerine enfeksiyon eklenmesi sebebiyle dispnelerinin artması nedeniyle, akciğer patolojisi saptanan hastalardaki verilerin benzer olduğu kanısındayız. Bu hastalarda kan gazlarındaki anormalliklerin ön plana çıkması ve dokulardaki hipoksi nedeniyle arter ve transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂ değerlerinde uyumsuzluklar olduğu kanısındayız. pH'ın mevcut değerleri göz önüne alındığında, sepsis gibi ağır tabloların az olduğu ve pH'nın bir denge içinde olduğu bu nedenle arteryel ve transkütan ölçümlerde benzer sonuçlar verdiği kanısındayız.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızda dispne nedeni ile başvuran hastaların %57,3'ü kadın olup, yaş ortalamaları 69 yıldır. Dispneye en sık eşlik eden semptomun göğüs ağrısı ve öksürük olduğu belirlendi. En sık dispne nedenleri ise pnömoni, KOAH ve kalp yetmezliği idi.

Dispne sebebiyle başvuran hastalarda AKG'deki pH düzeyi yerine, transkütan pH düzeyi kullanılabileceği; AKG'deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyi yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyi kullanılamayacağı saptandı (p<0,05).

Ek semptom varlığı olan hastalarda AKG ve transkütan kan gazı ölçümlerinde; AKG kan gazı ölçümlerinde pH ve PO₂'nin yerine transkütan pH ve PO₂'nin kullanılabileceği saptandı. Bu popülasyonda arteriyel PCO₂ ve sPO₂'nin yerine, transkütan PCO₂ ve PO₂'nin kullanılamayacağı saptandı.

Akciğer, kardiyak patolojisi olan ve enfeksiyon saptanan hastalarda AKG'deki pH düzeyi yerine, transkütan pH düzeyi kullanılabileceği; AKG'deki PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyi yerine, transkütan PCO₂, PO₂ ve sPO₂'nin düzeyi kullanılamayacağı saptandı.

Akciğer ve kalp dışı patolojisi olan hastalarda AKG ve transkütan kan gazı ölçümlerinde; AKG kan gazı ölçümlerinde pH ve PO₂'nin yerine transkütan pH ve PO₂'nin kullanılabileceği saptandı. Bu popülasyonda arteriyel PCO₂ ve sPO₂'nin yerine, transkütan PCO₂ ve PO₂'nin kullanılamayacağı saptandı.

Çalışmamızda doğrudan ölçümü yapılan pH'ın uyumlu olduğu, ancak kan gazı parametrelerinin ölçümünde (PCO₂, PO₂ ve sPO₂) cihazın yetersiz kaldığı belirlendi. Sonuç olarak transkütan olarak kan gazı parametrelerini değerlendirilen cihazlar dispneik hastalarda pH yerine kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Börekçi Ş, Umut S. Arter kan gazı analizi, alma tekniği ve yorumlaması. Türk Toraks Dergisi. 2011;12:5-9.
2. Aygencel G. Arter kan gazlarının yorumlanması. Türk Kardiyol Dern Arş - Arch Turk Soc Cardiol 2014;42(2):194-202.
3. Karalezli A. Arter kan gazları. Turkish Medical Journal. 2007;1:44-50.
4. Acican T. Arter kan gazları. Yogun Bakim Dergisi. 2003;3:160-75.
5. Bogert L, Wesseling K, Schraa O, Van Lieshout E, De Mol B, Van Goudoever J, et al. Pulse contour cardiac output derived from non-invasive arterial pressure in cardiovascular disease. Anaesthesia. 2010;65 (11) :1119-25.
6. TensorTip Non-Invasive System http://www.medica-tradefair.com/cipp/show,lang,2/oid,30405/xa_nr,2430879/~Web-ProdDatasheet/prod_datasheet#prod_no_table. Son erişim tarihi:15. 10. 2016.
7. Voet D, Voet JG, Pratt CW. pH and Buffers In: Fundamentals Of Biochemistry (Edt: Voet D, Voet JG, Pratt CW) John Wiley & Sons, Chapter:3 4th. 2011:36-52.
8. Glass C. Blood Gases. In: Tintinalli JE (Eds), Emergency Medicine:A Comprehensive Study Guide (7th ed) Chapter 15. McGraw-Hill 2016; Pp:89-92.
9. Kelen GD, Nicolaou DD, Cline DM. Acid-base Disorders. In: Tintinalli JE (Eds), Emergency Medicine:A Comprehensive Study Guide (7th ed) Chapter 15. McGraw-Hill 2016; Pp:79-89.
10. Güven AG. Asid-Baz Bozuklukları, Asidozun Değerlendirilmesi: Mekanizmalar, Klinik Yaklaşım, Tedavi. Güncel Pediatri Derg. 2007;28:144-7.
11. Sood P, Paul G, Puri S. Interpretation of arterial blood gas. Indian J Crit Care Med. 2010;14 (2) :57-64.

12. Cowley NJ, Owen A, Bion JF. [Interpretation of arterial blood gas analyses]. Praxis (Bern 1994). 2013;102 (15) :937-42.
13. David A. Kaufman, M., Interpretation of Arterial Blood Gases (ABGs). www.thoracic.org/professionals/clinical-resources/critical-care/clinical-education/abgs.php. Son erişim tarihi:22. 06. 2016.
14. Ilkiw JE, Rose RJ, Martin IC. A comparison of simultaneously collected arterial, mixed venous, jugular venous and cephalic venous blood samples in the assessment of blood-gas and acid-base status in the dog. J Vet Intern Med. 1991;5 (5) :294-8.
15. Day TK. Blood gas analysis. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002;32 (5) :1031-48.
16. Davis MD, Walsh BK, Sittig SE, Restrepo RD. AARC clinical practice guideline: blood gas analysis and hemoximetry: 2013. Respir Care. 2013;58 (10) :1694-703.
17. McCanny P, Bennett K, Staunton P, McMahon G. Venous vs arterial blood gases in the assessment of patients presenting with an exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Emerg Med. 2012;30 (6) :896-900.
18. AARC clinical practice guideline. Sampling for arterial blood gas analysis. American Association for Respiratory Care. Respir Care. 1992;37 (8) :913-7.
19. Arthur C Theodore, M. Arterial blood gases. http://www.uptodate.com/contents/arterial-blood-gases?source=search_result&search=arterial+blood+gas&selectedTitle=1~150 Son erişim tarihi:15. 06. 2016.
20. Ekingen E. Dispne. <http://webfiredutr/myildiz/files/dispnepdf>. Son erişim tarihi:15. 05. 2016.
21. Saryal S. Arter kan gazları. <http://docplayer.biz.tr/11726851-Arter-kan-gazlari-dr-sevgi-saryal-ankara-universitesi-gogus-hastaliklari-adhtml>. Son erişim tarihi: 10. 06. 2016.

22. Dyspnea. Mechanisms, assessment, and management: a consensus statement. American Thoracic Society. Am J Respir Crit Care Med. 1999;159 (1) :321-40.
23. Mueller C, Scholer A, Laule-Kilian K, Martina B, Schindler C, Buser P, et al. Use of B-type natriuretic peptide in the evaluation and management of acute dyspnea. N Engl J Med. 2004;350 (7) :647-54.
24. Breidhardt T, Laule K, Strohmeyer AH, Schindler C, Meier S, Fischer M, et al. Medical and economic long-term effects of B-type natriuretic peptide testing in patients with acute dyspnea. Clin Chem. 2007;53 (8) :1415-22.
25. Bales AC, Sorrentino MJ. Causes of congestive heart failure. Prompt diagnosis may affect prognosis. Postgrad Med. 1997;101 (1) :44-9, 54-6.
26. Celli BR, MacNee W. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. Eur Respir J. 2004;23 (6) :932-46.
27. Gonzalez AL, Waddell LS. Blood Gas Analyzers. Top Companion Anim Med. 2016;31 (1) :27-34.
28. Adams AP, Morgan-Hughes JO, Sykes MK. pH and blood-gas analysis. Methods of measurement and sources of error using electrode systems. Anaesthesia. 1967;22 (4) :575-97.
29. Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice. 4th ed ed. In: DiBartola SP e, editor: St. Louis:Saunders; 2012.
30. Severinghaus JW, Astrup PB. History of blood gas analysis. I. The development of electrochemistry. J Clin Monit. 1985;1 (3) :180-92.
31. Reynafarje B, Costa LE, Lehninger AL. O₂ solubility in aqueous media determined by a kinetic method. Anal Biochem. 1985;145 (2) :406-18.
32. Constable PD. Clinical assessment of acid-base status: comparison of the Henderson-Hasselbalch and strong ion approaches. Vet Clin Pathol. 2000;29 (4) :115-28.
33. Rayburn IDB. Non-invasive estimation of arterial blood gases. 1996;Patent no: 5,800,361.

34. Haaland EVTMRDM. Reliable non-invasive measurement of blood gases Patent no: 5,355,880. 1994.
35. Medical C. North Industrial Park Or-Akiva22 Hailan Street, 3065101, Israel. MTX matrix tensor tip brochure.
36. DA A. Pulse oximetry and CO-oximetry. . In: In: Burkitt Creedon JM DH, editor. Advanced Monitoring and Procedures for Small Animal Emergency andCritical Care: IA: Wiley-Blackwell; 2012. p. 274–85.
37. Huijnen B, van der Horst F, van Amelsvoort L, Wesseling G, Lansbergen M, Aarts P, et al. Dyspnea in elderly family practice patients. Occurrence, severity, quality of life and mortality over an 8-year period. Family practice. 2006;23 (1) :34-9.
38. Pishbin E, Ahmadi GD, Sharifi MD, Deloei MT, Shamloo AS, Reihani H. The correlation between end-tidal carbon dioxide and arterial blood gas parameters in patients evaluated for metabolic acid-base disorders. Electron Physician. 2015;7 (3) :1095-101.
39. Frese T, Sobeck C, Herrmann K, Sandholzer H. Dyspnea as the reason for encounter in general practice. Journal of clinical medicine research. 2011;3 (5) :239-46.
40. Brandenburg MA, Dire DJ. Comparison of arterial and venous blood gas values in the initial emergency department evaluation of patients with diabetic ketoacidosis. Ann Emerg Med. 1998;31 (4) :459-65.
41. Awasthi S, Rani R, Malviya D. Peripheral venous blood gas analysis: An alternative to arterial blood gas analysis for initial assessment and resuscitation in emergency and intensive care unit patients. Anesth Essays Res. 2013;7 (3) :355-8.
42. McKeever TM, Hearson G, Housley G, Reynolds C, Kinnear W, Harrison TW, et al. Using venous blood gas analysis in the assessment of COPD exacerbations: a prospective cohort study. Thorax. 2016;71 (3) :210-5.
43. Kelly AM, Kyle E, McAlpine R. Venous pCO₂ and pH can be used to screen for significant hypercarbia in emergency patients with acute respiratory disease. J Emerg Med. 2002;22 (1) :15-9.

44. Rudkin SE, Kahn CA, Oman JA, Dolich MO, Lotfipour S, Lush S, et al. Prospective correlation of arterial vs venous blood gas measurements in trauma patients. *Am J Emerg Med.* 2012;30 (8) :1371-7.
45. Nalan Kozacı FG, Mehmet Oguzhan Ay. Can venous blood gas values be used instead of arterial blood gas values in respiratory alkalosis? *Turkish Journal of Biochemistry.* 10 November 2013;39 (1) :113-8.
46. Kelly AM. Review article: Can venous blood gas analysis replace arterial in emergency medical care. *Emerg Med Australas.* 2010;22 (6) :493-8.
47. Byrne AL, Bennett M, Chatterji R, Symons R, Pace NL, Thomas PS. Peripheral venous and arterial blood gas analysis in adults: are they comparable? A systematic review and meta-analysis. *Respirology.* 2014;19 (2) :168-75.
48. Richter S, Kerry C, Hassan N, Chari A, Lunn D, Nickol A. Capillary blood gas as a substitute for arterial blood gas: a meta-analysis. *Br J Hosp Med (Lond).* 2014;75 (3) :136-42.
49. Zavorsky GS, Cao J, Mayo NE, Gabbay R, Murias JM. Arterial versus capillary blood gases: a meta-analysis. *Respir Physiol Neurobiol.* 2007;155 (3) :268-79.
50. McGillivray D, Ducharme FM, Charron Y, Mattimoe C, Treherne S. Clinical decisionmaking based on venous versus capillary blood gas values in the well-perfused child. *Ann Emerg Med.* 1999;34 (1) :58-63.
51. Hogetveit JO, Kristiansen F, Roislien J. A novel method for indirectly monitoring arterial pO₂ during cardiopulmonary bypass. *J Med Eng Technol.* 2009;33 (7) :567-74.
52. Peschanski N, Garcia L, Delasalle E, Mzabi L, Rouff E, Dautheville S, et al. Can transcutaneous carbon dioxide pressure be a surrogate of blood gas samples for spontaneously breathing emergency patients? The ERNESTO experience. *Emerg Med J.* 2016;33 (5) :325-8.
53. Ibrahim I, Ooi SB, Yiong Huak C, Sethi S. Point-of-care bedside gas analyzer: limited use of venous pCO₂ in emergency patients. *J Emerg Med.* 2011;41 (2) :117-23.

54. Ghayumi SM, Khalafi-Nezhad A, Jowkar Z. Pulse oximeter oxygen saturation in prediction of arterial oxygen saturation in liver transplant candidates. *Hepat Mon.* 2014;14 (4) :e15449.
55. Karcioğlu Ö. Acil servise dispne ile başvuran hastaya yaklaşım. Erişim adresi: www.toraks.org.tr/kisokulu4-ppt-pdf/Ozgur_Karcioglu.pdf Erişim tarihi: 16. 02. 2015.
56. Çevik A. Solunum sisteminin acil sorunları. Erişim adresi: www.toraks.org.tr/mesleki-kurslar-2-ppt-pdf/Alper_Cevik.pdf Erişimtarihi: 4. 05. 2016.
57. Acil Serviste Dispneik Hastaya Yaklaşım. Erişim adresi: www.cuneytyardimci.com/files/dispne.pdf Erişim tarihi: 4. 06. 2016.
58. Ovayolu N, Bekiroğlu T, Ovayolu Ö. Dispne ve Dispneli Hastada Hemşirelik Yaklaşımı. *İç hastalıkları Dergisi. Online Dergi.* http://www.ichastaliklaridergisi.org/fulltext.aspx?issue_id=47&ref_ind_id=295 Son erişim Tarihi:20. 10. 2016.
59. Kelly AM, Holdgate A, Keijzers G, Klim S, Graham CA, Craig S, et al. Epidemiology, prehospital care and outcomes of patients arriving by ambulance with dyspnoea: an observational study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24 (1) :113.
60. Miner B, Tinetti ME, Van Ness PH, Han L, Leo-Summers L, Newman AB, et al. Dyspnea in Community-Dwelling Older Persons: A Multifactorial Geriatric Health Condition. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2016;64 (10) :2042-50.
61. Burri E, Hochholzer K, Arenja N, Martin-Braschler H, Kaestner L, Gekeler H, et al. B-type natriuretic peptide in the evaluation and management of dyspnoea in primary care. *Journal of internal medicine.* 2012;272 (5) :504-13.
62. Lou P, Chen P, Zhang P, Yu J, Wang Y, Chen N, et al. A COPD health management program in a community-based primary care setting: a randomized controlled trial. *Respir Care.* 2015;60 (1) :102-12.
63. Tessier J, Nejjarı C, Letenneur L, Filleul L, Marty M, Gateau PB, et al. Dyspnea and 8-year mortality among elderly men and women: the PAQUID cohort study. *European journal of epidemiology.* 2001;17 (3) :223-9.

64. İntepe YS, Balci M, Göçmen AY, Erkoç F, Erkan B. Göğüs hastalıkları kliniğine enfeksiyon bulgularıyla başvuran hastaların c-reaktif protein, sedimentasyon, fibrinojen, lökosit düzeylerinin, muayene bulgularının ve radyolojinin hastaneye yatırmada korelasyonu. Bozok Tıp Dergisi. 2015;5 (1) :25-31.
65. Zoghi M. Kalp Yetersizliğinin Tanısı, Evreleri ve Sınıflandırması. Klinik Gelişim. 2011; 24: 1-5.
66. İlerigelen B. Yaşlılarda kalp yetersizliği. Geriatri Dergisi 2010;2 (Özel sayı) :21-32.
67. Acartürk E. KOAH hastalarındaki oksijen satürasyonunun pulse oksimetre ile tesbitinin arter kan gazı tetkiki ile korelasyonu ve bu korelasyonu etkileyen faktörler (Tıpta uzmanlık tezi) Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs CerrahisiEğitim ve Araştırma Hastanesi. İstanbul -2009.
68. Okkes IM, Oskam SK, Lamberts H. The probability of specific diagnoses for patients presenting with common symptoms to Dutch family physicians. The Journal of family practice. 2002;51 (1) :31-6.
69. Lund N, Rohlén A, Simonsson P, Enhörning S, Wessman T, Gränsbo K, et al. High total carbon dioxide predicts 1-year readmission and death in patients with acute dyspnea. The American journal of emergency medicine. 2015;33 (10) :1335-9.
70. Kelly AM, Keijzers G, Klim S, Graham CA, Craig S, Kuan WS, et al. An Observational Study of Dyspnoea in Emergency Departments: The Asia, Australia, and New Zealand Dyspnoea in Emergency Departments Study (AANZDEM). Acad Emerg Med. 2016.
71. Severinghaus JW, Astrup PB. History of blood gas analysis. I. The development of electrochemistry. Journal of clinical monitoring. 1985;1 (3) :180-92.
72. Rubin AS. Nail polish color can affect pulse oximeter saturation. Neurosurgery. 1988;22 (5) :825.
73. Coté CJ, Goldstein EA, Fuchsman WH, Hoaglin DC. The effect of nail polish on pulse oximetry. Anesthesia & Analgesia. 1988;67 (7) :683-6.

74. White PF, Boyle WA. Nail polish and oximetry. *Anesthesia & Analgesia*. 1989;68 (4) :546-7.
75. Feiner JR, Severinghaus JW, Bickler PE. Dark skin decreases the accuracy of pulse oximeters at low oxygen saturation: the effects of oximeter probe type and gender. *Anesthesia & Analgesia*. 2007;105 (6) :S18-S23.
76. Adler JN, Hughes LA, Vtvilecchia R. Effect of skin pigmentation on pulse oximetry accuracy in the emergency department. *Academic emergency medicine*. 1998;5 (10) :965-70.
77. Bothma PA, Joynt GM, Lipman J, Hon H, Mathala B, Scribante J, et al. Accuracy of pulse oximetry in pigmented patients. *South African medical journal = Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde*. 1996;86 (5 Suppl) :594-6.
78. Adejumo I, Khan J, Sovani M. P39 Noninvasive pH with Transcutaneous PCO₂ monitoring as an alternative to arterial line sampling: a new patient friendly approach to monitoring Acute NIV. *Thorax*. 2015;70 (Suppl 3) :A95-A.
79. Bhat R, Kim WD, Shukla A, Vidyasagar D. Simultaneous tissue pH and transcutaneous carbon dioxide monitoring in critically ill neonates. *Critical care medicine*. 1981;9 (10) :744-9.
80. Antoine C, Young BK, Silverman F. Simultaneous measurement of fetal tissue pH and transcutaneous pO₂ during labor. *Europ J Ohsrer Gynec reprod Biol*. 1984;17 (2-3) :69-76.
81. van Oppen JD, Daniel PS, Sovani MP. What is the potential role of transcutaneous carbon dioxide in guiding acute noninvasive ventilation? *Respir Care*. 2015;60 (4) :484-91.
82. Rang LC, Murray HE, Wells GA, MacGougan CK. Can peripheral venous blood gases replace arterial blood gases in emergency department patients? *Cjem*. 2002;4 (01) :7-15.
83. Kelly A-M, McAlpine R, Kyle E. Venous pH can safely replace arterial pH in the initial evaluation of patients in the emergency department. *Emergency Medicine Journal*. 2001;18 (5) :340-2.

84. Ma OJ, Rush MD, Godfrey MM, Gaddis G. Arterial blood gas results rarely influence emergency physician management of patients with suspected diabetic ketoacidosis. *Academic Emergency Medicine*. 2003;10 (8) :836-41.
85. Raoufy MR, Eftekhari P, Gharibzadeh S, Masjedi MR. Predicting arterial blood gas values from venous samples in patients with acute exacerbation chronic obstructive pulmonary disease using artificial neural network. *Journal of medical systems*. 2011;35 (4) :483-8.
86. Ak A, Ogun CO, Bayir A, Kayis SA, Koylu R. Prediction of arterial blood gas values from venous blood gas values in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2006;210 (4) :285-90.
87. Shirani F, Salehi R, Naini AE, Azizkhani R, Gholamrezaei A. The effects of hypotension on differences between the results of simultaneous venous and arterial blood gas analysis. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2011;16 (2) :188.
88. Razi E, Moosavi GA. Comparison of arterial and venous blood gases analysis in patients with exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Saudi medical journal*. 2007;28 (6) :862-5.
89. Bloom BM, Grundlingh J, Bestwick JP, Harris T. The role of venous blood gas in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Emergency Medicine*. 2014;21 (2) :81-8.
90. Wahba R, Tessler M. Misleading end-tidal CO₂ tensions. *Canadian journal of anaesthesia*. 1996;43 (8) :862-6.
91. Eberhard P, Gisiger P, Gardaz J, Spahn D. Combining transcutaneous blood gas measurement and pulse oximetry. *Anesthesia and analgesia*. 2002;94 (1 Suppl) :S76-80.
92. Hayoz J, Schmid E, Schmidlin D, Tschupp A. Combined pulse oximetry and carbon dioxide tension ear sensor in adult patients early after cardiac surgery. *European Journal of Anaesthesiology (EJA)*. 2002;19:23-4.

93. Senn O, Clarenbach CF, Kaplan V, Maggiorini M, Bloch KE. Monitoring carbon dioxide tension and arterial oxygen saturation by a single earlobe sensor in patients with critical illness or sleep apnea. *CHEST Journal*. 2005;128 (3) :1291-6.
94. Janssens J-P, Howarth-Frey C, Chevrolet J-C, Abajo B, Rochat T. Transcutaneous PCO₂ to monitor noninvasive mechanical ventilation in adults: assessment of a new transcutaneous PCO₂ device. *CHEST Journal*. 1998;113 (3) :768-73.
95. Bendjelid K, Schütz N, Stotz M, Gerard I, Suter PM, Romand J-A. Transcutaneous PCO₂ monitoring in critically ill adults: clinical evaluation of a new sensor. *Critical care medicine*. 2005;33 (10) :2203-6.
96. Rodriguez P, Lellouche F, Aboab J, Buisson CB, Brochard L. Transcutaneous arterial carbon dioxide pressure monitoring in critically ill adult patients. *Intensive care medicine*. 2006;32 (2) :309-12.
97. Bolliger D, Steiner L, Kasper J, Aziz O, Filipovic M, Seeberger M. The accuracy of non-invasive carbon dioxide monitoring: A clinical evaluation of two transcutaneous systems. *Anaesthesia*. 2007;62 (4) :394-9.
98. Gorska K, Korczynski P, Maskey-Warzechowska M, Chazan R, Krenke R. Variability of Transcutaneous Oxygen and Carbon Dioxide Pressure Measurements Associated with Sensor Location. *Adv Exp Med Biol*. 2015;858:39-46.
99. McVicar J, Eager R. Validation study of a transcutaneous carbon dioxide monitor in patients in the emergency department. *Emergency Medicine Journal*. 2009;26 (5) :344-6.
100. Rüdiger M, Töpfer K, Hammer H, Schmalisch G, Wauer RR. A survey of transcutaneous blood gas monitoring among European neonatal intensive care units. *BMC pediatrics*. 2005;5 (1) :30.
101. Quine D, Stenson BJ. Does the monitoring method influence stability of oxygenation in preterm infants? A randomised crossover study of saturation versus transcutaneous monitoring. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*. 2008;93 (5) :F347-F50.

102. Welch J, DeCesare R, Hess D. Pulse oximetry: instrumentation and clinical applications. *Respir Care*. 1990;35 (6) :584-97.
103. Wahr JA, Tremper KK. Noninvasive oxygen monitoring techniques. *Critical care clinics*. 1995;11 (1) :199-217.
104. Chan MM, Chan MM, Chan ED. What is the effect of fingernail polish on pulse oximetry? *CHEST Journal*. 2003;123 (6) :2163-4.
105. Hinkelbein J, Genzwuerker HV, Sogl R, Fiedler F. Effect of nail polish on oxygen saturation determined by pulse oximetry in critically ill patients. *Resuscitation*. 2007;72 (1) :82-91.
106. Rodden AM, Spicer L, Diaz VA, Steyer TE. Does fingernail polish affect pulse oximeter readings? *Intensive and Critical Care Nursing*. 2007;23 (1) :51-5.
107. Razi E, Akbari H. A comparison of arterial oxygen saturation measured both by pulse oximeter and arterial blood gas analyzer in hypoxemic and non-hypoxemic pulmonary diseases. *Turkish Respiratory Journal*. 2006;7 (2) :043-7.
108. Chiappini F, Fuso L, Pistelli R. Accuracy of a pulse oximeter in the measurement of the oxyhaemoglobin saturation. *European Respiratory Journal*. 1998;11 (3) :716-9.
109. Nickerson BG, Sarkisian C, Tremper K. Bias and precision of pulse oximeters and arterial oximeters. *CHEST Journal*. 1988;93 (3) :515-7.
110. Morris R, Nairn M, Torda T. A comparison of fifteen pulse oximeters. Part I: a clinical comparison; Part II: a test of performance under conditions of poor perfusion. *Anaesthesia and intensive care*. 1989;17 (1) :62-73.
111. Lee WW, Mayberry K, Crapo R, Jensen RL. The accuracy of pulse oximetry in the emergency department. *The American journal of emergency medicine*. 2000;18 (4) :427-31.
112. Lagerkvist AL, Sten G, Redfors S, Holmgren D. Repeated blood gas monitoring in healthy children and adolescents by the transcutaneous route. *Pediatric pulmonology*. 2003;35 (4) :274-9.

113. Verderber A, Gallagher KJ, Severino R. The effect of nursing interventions on transcutaneous oxygen and carbon dioxide tensions. Western journal of nursing research. 1995;17 (1) :76-90.
114. Salvaterra CG, Rubin LJ. Investigation and management of pulmonary hypertension in chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev Respir Dis. 1993;148 (5) :1414-7.
115. MacNee W. Pathophysiology of cor pulmonale in chronic obstructive pulmonary disease. Part One. Am J Respir Crit Care Med. 1994;150 (3) :833-52.
116. Matthay RA, Berger HJ. Cardiovascular performance in chronic obstructive pulmonary diseases. Med Clin North Am. 1981;65 (3) :489-524.
117. Keski H. Orta ve ileri evre kronik obstruktif akciğer hastalığı ve erektil disfonksiyonu olan hastalarda sildenafilin pulmoner arter basıncı ve solunum fonksiyonları üzerine etkisi. (Uzmanlık Tezi) Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi. İstanbul 2007.
118. Kenan A. Asit-Baz Denge Bozuklukları. nefrolojimedicineankaraedutr/files/2013/10/Asit-Baz-Dengesibozukluklardoc. Son erişim tarihi:01. 11. 2016.
119. Gancel P-E, Roupie E, Guittet L, Laplume S, Terzi N. Accuracy of a transcutaneous carbon dioxide pressure monitoring device in emergency room patients with acute respiratory failure. Intensive care medicine. 2011;37 (2) :348-51.
120. Tremper KK, Shoemaker WC, Shippy CR, Nolan LS. Transcutaneous PCO2 monitoring on adult patients in the ICU and the operating room. Critical care medicine. 1981;9 (10) :752-5.
121. Mert KU, Görenek B. Akut Kalp Yetersizliği, Tanı, Tedavi. Klinik gelişim derg. 2011; 24: 34-40
122. Nalçacı SO, Özener İÇ. Kalp Yetersizliği ve Kardiyorenal Sendrom Klinik Gelişim. 2011 (24) :56-62.

123. Palve H. Reflection and transmission pulse oximetry during compromised peripheral perfusion. *J Clin Monit.* 1992;8 (1) :12-5.
124. Louw A, Cracco C, Cerf C, Harf A, Duvaldestin P, Lemaire F, et al. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. *Intensive care medicine.* 2001;27 (10) :1606-13.
125. Shrake K, Blonshine S, Brown R, Crapo R, Martineau R, Ruppell G. AARC clinical practice guideline: pulse oximetry. *Respir Care.* 1991;36:1406-9.

