

T.C
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE’DEKİ ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
UZMANLIK ÖĞRENCİLERİNİN KAPNOMETRE KULLANIM
ALİŞKANLIKLARI VE BİLGİ DÜZEYİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Mehmet Ersin TOK

UZMANLIK TEZİ

İZMİR

2024

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZ PROJESİ

PROJE ADI

TÜRKİYEDE'Kİ ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON UZMANLIK
ÖĞRENCİLERİNİN KAPNOMETRE KULLANIM ALIŞKANLIKLARI VE BİLGİ
DÜZEYİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

PROJE UYGULAYICISI

DR. MEHMET ERSİN TOK

PROJE YÖNETİCİSİ

PROF. DR. FİKRET MALTEPE

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ

PROF. DR. FİKRET MALTEPE

İZMİR 2024

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, hekimlik sanatının ve anesteziyolojinin temel ilkelerini öğrendiğim değerli hocalarım, Sayın Prof. Dr. Ali Necati Gökmen'e, Sayın Prof. Dr. Semih Küçükgüçlü'ye, Sayın Prof. Dr. Bahar Kuvaki Balkan'a, , Sayın Prof. Dr. Hasan Hepağuşlar'a, Sayın Prof. Dr. Çimen Olguner'e, Sayın Prof. Dr. Sevdâ Özkardeşler'e, Sayın Prof. Dr. Volkan Hancı'ya, Sayın Prof. Dr. Bülent Serhan Yurtlu'ya, Sayın Doç. Dr. Ferim Günenç'e, Sayın Doç. Dr. Yüksel Erkin'e, Sayın Doç. Dr. Dilek Ömür Arça'ya, Sayın Doç. Dr. Elvan Özçmen'e, Sayın Doç. Dr. Hale Aksu Erdost'a, Sayın Doç. Dr. Şule Özbilgin'e, Sayın Doç. Dr. Sibel Büyükçoban'a, Sayın Doç. Dr. Nilay Boztaş'a, değerli bilgilerinden yararlandığım ve eğitime katkıda bulunan uzmanlarımız Sayın Uzm. Dr. İçten Ezgi İnce'ye, Sayın Uzm. Dr. Gül İnal'a, Sayın Uzm. Dr. Mine Sarı'ya, Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin her aşamasında emek ve yardımlarını esirgemeyen, destekleyen, büyük bir sabır ve özveriyle katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fikret Maltepe'ye,

Uzmanlık eğitimim boyunca, beraber çalıştığımız asistan arkadaşlarıma, anestezi teknikerleri, ameliyathane, yoğun bakım, ağrı ünitesi, derlenme, gündüz hastanesi hemşire ve personeline,

Bugünlere gelmemde büyük emekleri bulunan, her zaman yanımda olan, desteklerini ve sevgilerini hep hissettiren aileme, bana sonsuz desteklerini sunan ailem gibi gördüğüm dostlarıma ve yakınlarıma minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Mehmet Ersin TOK

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLolar DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
KISALTMALAR	VI
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1.GİRİŞ	1
1.1. Amaç	2
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kapnografi tanımlanması	3
2.2. Kapnografinin tarihçesi ve gelişimi	3
2.3. Kapnografi çeşitleri ve ölçme yöntemleri	4
2.4. Kapnografi fizyolojisi	6
2.5. Kapnografinin Kullanım Alanları	10
2.6. Kapnografinin Kısıtlılıkları ve Dezavantajları	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM	15
3.1.Çalışmanın Yapılışı	15
3.2.İstatistiksel Analiz	16
3.3.Çalışmaya Alınma Kriterleri	16
3.4.Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri	17
4. BULGULAR	18
4.1a. Demografik Bulgular	18
4.1b. Kapnograf cihazına ilişkin bulgular	18
4.2. Teorik Bilgiye Dayalı Bulgular	21
4.3. Uygulamayla İlişkili Bulgular	23
4.4. Teorik Bilgi ve Uygulama Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	25
5.TARTIŞMA	27
5.1. Araştırmanın Kısıtlılıkları	36
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	36
7. KAYNAKÇA	38

8. EKLER	42
EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul Onamı	42
EK-2: Tez Çalışması İle İlgili Anket Formu	44



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1- EtCO₂ ‘i arttıran ve azaltan sebepler

Tablo 2- Kapnograf trasesi ile ilgili sorulara verilen yanıtlar

Tablo 3- EtCO₂ ‘i arttıran durumlara doğru cevap vermenin asistanlık süresine göre dağılımı

Tablo 4- EtCO₂ ‘i arttıran durumlara yanlış cevap vermenin asistanlık süresine göre dağılımı

Tablo 5- Kapnograf kullanımında tercih edilen alanlara ilişkin soruya yanıtlar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 - Çeşitli kapnograf modelleri

Şekil 2 - CO₂ ölçüm teknolojisi: (a) yan akım ve (b) ana akım.

Şekil 3 - Volumetrik kapnografinin (VCap) şematik gösterimi

Şekil 4 - Basınç-Zaman kapnografisi

Şekil 5 - Bazı klinik durumları yansıtan EtCO₂ grafik şekilleri

Şekil 6 - Kapnograf türlerine ilişkin bulgular

Şekil 7 - Kapnograf analiz yöntemleri

Şekil 8 - Kapnograf kullanılan alanlar

Şekil 9 - Kapnograf kullanımı hakkındaki düşünceleri

Şekil 10 - Kapnograf eğitimi alma yöntemleri

Şekil 11 - Kapnograf ölçümünün bağımlı olduğu durumlar

Şekil 12 - Kapnograf trasesinin tanı koydurduğu durumlara ilişkin soruya
yanıtlar

Şekil 13 - EtCO₂ 'nin ani düşmesi ile ilgili klinik soru yanıtları

SİMGELER VE KISALTMALAR

AHA	:	Amerikan Kalp Derneği
ARDS	:	Akut Respiratuvar Distres Sendromu
ASA	:	Amerikan Anestiyoloji Derneği
CAWI	:	Computer Assisted Web Interviews
CO₂	:	Karbondioksit
CPAP	:	Devamlı Pozitif Havayolu Basıncı
EtCO₂	:	End-tidal karbondioksit
ETT	:	Endotrakeal tüp
FiO₂	:	Alınan havanın oksijen yüzdesi
KOAH	:	Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
KPR	:	Kardiyopulmoner Resüsitasyon
mmHg	:	Milimetre Civa
MR	:	Manyetik Rezonans Görüntüleme
NIMV	:	Non-İnvaziv Mekanik Ventilasyon
O₂	:	Oksijen
PaCO₂	:	Parsiyel karbondioksit basıncı
PEEP	:	Pozitif end-ekspiratuvar basınç
PSLCO₂	:	Sublingual karbondioksit ölçümü
SpO₂	:	Oksijen saturasyonu
TARD	:	Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği
T.C.	:	Türkiye Cumhuriyeti
VDaw	:	Hava yolu ölü boşluğu

Vcap	:	Volumetrik kapnografi
V/Q oranı	:	Ventilasyon perfüzyon oranı
YB	:	Yoğun bakım



ÖZET

Türkiye’deki Anesteziyoloji ve Reanimasyon Tıpta Uzmanlık Öğrencilerinin Kapnometre Kullanım Alışkanlıkları ve Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, İZMİR 2024.

EtCO₂ monitörizasyonu anestezi pratiğinde sıklıkla hava yolu gerecinin doğru yerleşimi ve ventilasyon takibi için kullanılmaktadır. Metabolizma, kardiyovasküler sistem, pulmoner sistem değerlendirmeleri için de çok önemli bir kaynaktır. Kapnografinin endikasyonları, yararları ve dezavantajları hakkında bilgi sahibi olunmalı ve sağladığı bilgiler yorumlanabilmelidir.

Araştırmamız Türkiye’deki anestezi asistan doktorlarının kapnometre kullanım alışkanlıklarını değerlendirmek ve kapnometrenin potansiyel klinik yararları hakkında bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışma bir anket çalışmasıdır. Anket bir ön test ile değerlendirildi. Taslak ankette düzeltmeler yapıldı ve gözlemimizin olumlu olması üzerine araştırma başlatıldı.

Türkiye’deki anestezi asistan hekimlerine Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği üzerinden mail yoluyla ulaşıldı ve anket verileri toplandı. Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği kayıtlarına dayanarak araştırmamızda evren 3335 kişi olarak kabul edildi. Çalışma süresi boyunca izinli/raporlu olan ve anketi doldurmak istemeyenler dışında 361 kişi ankete katılım sağlayarak geri dönüşte bulunmuştur.

Sonuç olarak araştırmamızda; hekimlerin tamamına yakınının kapnograf kullandığı ve her hastada kullanımının gerekli olduğunu düşünmeleri, EtCO₂ monitörizasyonunu peroperatif ventilasyon takibinde güvenli bulmaları, havayolu gereçlerinin doğru yerleşiminin değerlendirilmesinde kullanmaları olumlu görülen sonuçlardır. Ancak kliniklerin yarıya yakınında tüm anestezi cihazlarında kapnogram olmaması, kapnografi olan defibrilatör ve volüm kapnografinin çok az klinikte bulunuyor olması, kapnografi ile ilgili çalışması olan anestezi hekimi sayısının çok az olması düşündürücüdür. Asistanların kapnografi ile ilgili bilgileri genel olarak kıdemli meslektaşlarından öğrendikleri görülmektedir, aslında daha sistematik bir eğitime ihtiyaç vardır. Literatürde, Türkiye’de kapnografi ve kapnograf kullanımıyla alakalı çalışma sayısı çok azdır. EtCO₂ ile ilgili çalışmalar teşvik edilmelidir.

ABSTRACT

Evaluation of Capnometer Usage Habits and Knowledge Levels of Anesthesiology and Reanimation Medical Residency Students in Turkey, Dokuz Eylül University Faculty of Medicine, İZMİR 2024.

EtCO₂ monitoring is frequently used in anaesthesia practice for correct placement of the airway device and ventilation monitoring. It is also a very important source for metabolism, cardiovascular system and pulmonary system evaluations. The indications, benefits and disadvantages of capnography should be known and the information it provides should be interpreted.

Our study was conducted to evaluate the habits of anaesthesia residents in Turkey regarding the use of capnometry and to determine their level of knowledge about the potential clinical benefits of capnometry. This study was a questionnaire survey. The questionnaire was evaluated with a pre-test. Corrections were made to the draft questionnaire and the study was initiated after our observations were favourable.

Anaesthesia residents in Turkey were contacted by e-mail through the Turkish Society of Anaesthesiology and Reanimation and survey data were collected. Based on the records of the Turkish Society of Anaesthesiology and Reanimation, the population was accepted as 3335 people. During the study period, 361 people, excluding those who were on leave/reported and those who did not want to complete the questionnaire, participated in the survey and returned the questionnaire.

As a result, in our study, the fact that almost all of the physicians used capnographs and thought that it was necessary to use it in every patient, found EtCO₂ monitoring safe in the follow-up of peroperative ventilation, and used it in the evaluation of the correct placement of airway devices were positive results. However, it is thought-provoking that almost half of the clinics do not have capnographs in all anaesthesia devices, defibrillators with capnographs and volume capnographs are available in very few clinics, and the number of anaesthesiologists who have studies on capnography is very low. It is observed that residents generally learn about capnography from their senior colleagues; in fact, more systematic

training is needed. In the literature, there are very few studies on capnography and capnograph use in Turkey. Studies on EtCO₂ should be encouraged.



TÜRKİYEDE’Kİ ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON TIPTA UZMANLIK ÖĞRENCİLERİNİN KAPNOMETRE KULLANIM ALİŞKANLIKLARI VE BİLGİ DÜZEYİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

1.GİRİŞ

End-tidal karbondioksit (EtCO₂) ekspiryum sonundaki en yüksek karbondioksit konsantrasyonudur. Kapnografi, ekspiryum havasındaki CO₂’i grafik olarak ifade eder. Anestezi veya sedasyon alan her olguda kullanılabilir. Yirmi yıldan daha uzun bir süre klinik kullanımı olmasına rağmen değeri son yıllarda daha iyi anlaşılmıştır. Aiken ve Clark Kenedy 1928’de volümetrik kapnografiyi ilk kez tanımlamış olsada, 1978’de Hollanda anestezi sırasında standart monitörizasyon olarak kapnografiyi uygulayan ilk ülke olmuştur (1).

Kapnografi hasta güvenliğini arttıran, invaziv olmayan, güvenilir bir şekilde eş zamanlı takibe imkan veren, hem hastanın ventilasyonu hem de hemodinamisi hakkında önemli bilgiler veren faydalı bir monitörizasyon şeklidir. Amerikan kalp ve anestezi dernekleri kapnografiyi hem doku perfüzyonunun yeterliliğini hem de entübasyon tüpünün yerini doğrulamada güvenilir bir monitörizasyon olduğunu vurgulayarak bu yöntemin kullanılmasını standartları arasına almıştır. Bu kabul sonrasında EtCO₂ takibinin değeri her geçen gün dahada artmış ve klinik kullanımda özellikle anestezistler için vazgeçilmezlerin arasına girmiştir.

Aslına bakılırsa EtCO₂ takibi etkin bir biçimde kullanıldığında, hava yolu obstrüksiyonunu anlamaya, hipo / hiperventilasyonu tanımaya, apnenin fark edilmesine, akut solunum sıkıntısının anlaşılmasına, ventilasyon / perfüzyon uyumsuzluklarını tanımaya veya değişikliklerini fark etmeye, efektif kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR) yönetimine ve hatta hasta metabolizması hakkında temel klinik bilgiler sağlar. Ancak bütün izleme yöntemleri gibi bu monitörizasyonun değeri de onu kullanan kişinin analiz ve yorumlama yeteneğinin yanı sıra doğru uygulamalar yapmasına bağlıdır. Bu durum ise yeterli eğitim ve pratik uygulamalar ile sağlanabilir.

Ülkemizde EtCO₂ monitörizasyonuna spesifik ayrı bir eğitim modeli yoktur. Ancak acil hekimleri, göğüs hastalıkları ve anestezi klinikleri gibi bazı bölümler bünyelerinde birkaç modül içinde sınırlı bir eğitim vermektedir. Geçtiğimiz yıl iki

kez ventilasyon mod  lleri içinde konuya geniş yer verilmiştir.   lkemiz de resmi kurum ve meslek derneklerinde EtCO₂ monitörizasyonuna ilişkin bir standardizasyon veya algoritma yayınına rastlamadık. Bunun bir eksik y n m z olduğunu d    n yoruz.

Hasta güvenliği açısından kritik öneme sahip bu EtCO₂ monitörizasyonu ile ilgili farkındalığı arttırıp, eğitimlerin ve pratik kullanıma yönelik simülasyon uygulamalarının arttırılması yararlı olacaktır. Kapnografi ile hasta takibi acil servislerde, yoğun bakımlarda, anesteziyoloji de, göğüs hastalıklarında, kalp damar kliniklerinde ventilasyon takibi gereken hastaların yatak ba ı güvenli izlenmesini sağlaması yanı sıra, gelişebilecek yasal sorunların aydınlanmasına da yardımcı olabilecek bir öneme sahiptir.

1.1.Amaç

Bu araştırmanın amacı; Türkiye'deki anestezi asistan doktorlarının kapnometre kullanım alışkanlıklarını değerlendirmek ve kapnometre / kapnografi'nin potansiyel klinik yararları hakkında bilgi düzeylerini belirlemektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Kapnografi tanımlanması

Karbondiyoksit (CO_2), karbon içeren besin maddelerinin metabolize edilmesi sonucu oluşan bir son üründür. End-tidal CO_2 (EtCO_2), solunan havadaki karbondiyoksit konsantrasyonunun ekspiryum sonunda en yoğun olduğu anda ölçülen miktarıdır. Karbondiyoksit (CO_2) kısmi basıncının, solunum sırasında hava yolundan ölçülmesine kapnografi denir. Kapnografide elde edilen grafiğe de kapnogram denir. Rakamsal ölçümlerde CO_2 parsiyel basıncı mmHg olarak ifade edilir ve normal değeri 35-45 milimetre-cıva (mmHg) arasındadır. Kapnometre, CO_2 düzeyinin sayısal ölçümü ve görüntüsü olarak tanımlanır. İlk olarak entübasyon sonrasında endotrakeal tüpün yerini doğrulamak amaçlı anestezi uzmanları tarafından kullanılmıştır. Endtidal karbondiyoksit (EtCO_2) entübe hastalarda endotrakeal tüp yardımıyla ölçülebileceği gibi nazal kanül ya da diğer solunum desteği cihazlarına bağlanarak da ölçülebilir. Kapnometre ekspire edilen CO_2 düzeyinin zaman ve konsantrasyon bağımlı grafiksel görünümü olan kapnografi kadar değerli değildir (2).

2.2. Kapnografinin tarihçesi ve gelişimi

Ekspire edilen havadaki CO_2 ölçme çalışmaları ilk kez 1850'li yıllarda Tyndall tarafından yapılmıştır. Klinik kullanıma girmesi ise 1970 yıllarını bulmuştur. Kapnometri ise ikinci dünya savaşı sırasında denizaltılarda iç atmosferin durumunu değerlendirmek için kullanılarak geliştirilmiştir. İlk kullanılan cihazlar pahalı, hantal ve hatalı ölçümler yapıyorken günümüzde ucuz ve taşınabilir hassas cihazlar kullanıma sunulmuştur. Hatta daha yüksek FiO_2 (Alınan havanın oksijen yüzdesi) varlığında ve/veya CPAP (Devamlı Pozitif Havayolu Basıncı) kullanımında bile net dalga biçimleriyle EtCO_2 değerleri sağlayan yeni nesil monitörler, yenidoğandan yetişkine hem entübe edilmiş hem de entübe edilmemiş hastalarda kullanımı mümkün kılmıştır.



Şekil 1. Çeşitli kapnograf modelleri

EtCO₂'nin sürekli monitörize edilerek anestezi de rutin kullanımı 1980'lerin başında gerçekleşmiştir. Günümüzde standart monitörizasyon olarak kabul edilmektedir. Kapnografinin kullanımı, KPR ve manuel ventilasyondan, spontan solunum yapan hastalarda dahil her klinik uygulamada kullanıma kadar genişlemiştir.

2.3.Kapnografi çeşitleri ve ölçme yöntemleri

Kapnograflar infrared absorpsiyon metodu ile ölçüm yapar. İnfrared absorpsiyon spektroskop EtCO₂'i ölçmek için en sık kullanılan tekniktir. En az iki farklı atom içeren moleküllerin gazları infrared radyasyonu 4.3 mm dalga boyunda absorbe eder.

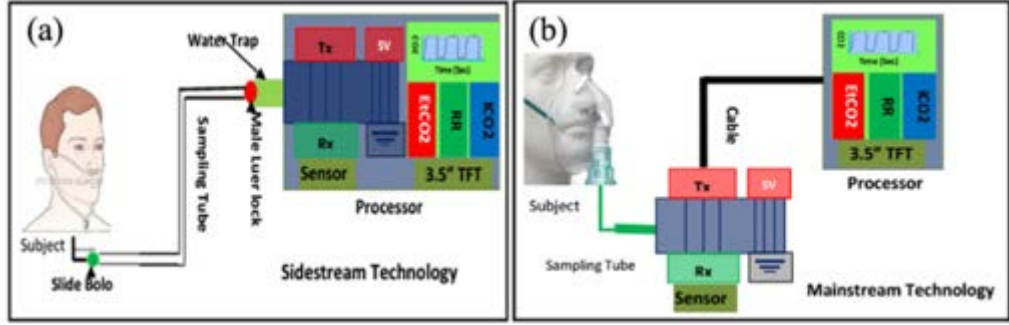
Kapnograf ölçülen CO₂'yi basınç-zaman veya basınç-volüm eğrisi olarak gösterir. Oksimetrede olduğu gibi kızılötesi ışınlarının CO₂ tarafından absorpsiyonu *Beer-Lambert* kanununa tabidir. *Beer-Lambert* kuralına göre absorbe edilen infrared radyasyonun miktarı odadaki mevcut CO₂ molekülleri (parsiyel CO₂ basıncı) ile orantılıdır (3).

Kantitatif cihazlar EtCO₂ seviyesini ölçerek mmHg cinsinden spesifik sonuç verirler. Sensörün yerleşimine göre *mainstream* ve *sidestream* olmak üzere iki farklı ölçüm yöntemi vardır.

Mainstream Ölçüm Yöntemi: Sensör hastanın havayoluna yerleştirilir ve ölçüm solunum havasından doğrudan yapılır. Bu yöntem daha ziyade entübe hastalarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

Sidestream Ölçüm Yöntemi: Bir kateter yardımıyla solunum havasından bir örnek aspire edilir. Sensör hastanın havayolundan uzağa, monitörün içine

yerleştirilmiştir. Aspire edilen örnekten analiz yapılır. Bu yöntem daha ziyade entübe olmayan hastalarda ölçüm yapmak üzere tasarlanmıştır (4).



Şekil 2. CO₂ ölçüm teknolojisi: (a) yan akım ve (b) ana akım.

Kalitatif cihazlar EtCO₂ seviyesi hakkında kabaca bilgi verirler. Bu cihazlar kalorimetrikdir. Kalorimetrik kapnometre ile ölçüm, akciğerlerde endotrakeal tüp varsa ekshale havadaki CO₂'i belirlemenin hızlı ve kolay bir yoludur. Bu endotrakeal tüpü olanlarda takip için önemli bir yöntemdir. Çünkü özefagus ya da trakeada endotrakeal tüp varlığında solunum seslerinin oskultasyonu güvenilir olmamaktadır (5). Kalorimetrik cihazda cihazın ortasında pH'ya duyarlı indikatör emdirilmiş filtre kağıdı bulunur ve bu kağıdın rengi pH ile değişmektedir. Ekshale hava filtre kağıdından geçtiğinde havadaki CO₂ filtre kağıdı üzerindeki likit tabaka ile hidrate olur ve pH renk değişimi ile belirlenir. Cihazın dış cephesinde renkli bölmeler bulunur ve her bir renk ekshale CO₂ konsantrasyonunu belirtir. Cihazda mor renk görülüyorsa EtCO₂ düzeyi 3-4 mmHg 'den daha küçük, açık kahverengi renk görülüyorsa EtCO₂ düzeyi 3-15 mmHg, sarı renk görülüyorsa EtCO₂ düzeyi 15 mmHg'den büyük olarak değerlendirilir. Kalorimetrik cihazda mordan sarıya doğru renk değişimi hemen her zaman başarılı bir trakeal entübasyonu gösterir. Mordan herhangi bir renk değişiminin olmaması endotrakeal tüpün trakeada olmadığını gösterir. Kardiyak arrest durumunda ise başarılı bir entübasyon olsa dahi renk değişimi olmayabilir. Bu gözlem şöyle açıklanabilir; kardiyak atım azaldığında, ekshale CO₂ de azalır yani kardiyak arrest gibi fonksiyonel atım yokluğunda, çok düşük seviyelerde CO₂ çıkışı olacaktır. Dolayısıyla kolorimetrik CO₂ dedektörü üzerindeki mor renkte değişim olmaması her zaman başarısız bir akciğer entübasyonunu göstermez.

Sublingual CO₂ ölçümü (PSLCO₂) sublingual mukusun sindirim sistemi özelliklerini yansıtmaya dayanır. Fiberoptik bronkoskopi ile bir CO₂ alıcısı dilin altına yerleştirilir. Kullanımı kolay, non-invaziv, güvenilir ve hızlı ölçüm olanağı sağlayan bir yöntemdir. Normal değerler 43.5-63.5 mmHg arasıdır. Yüksek değerler doku hipoksisi ve çoklu organ yetmezliğinin işareti olabilir (6).

Transkutan CO₂ monitörleri kritik hasta bakımında yararlı olduğunun bilinmesine karşın genellikle pediatrik yoğun bakımlarda kullanılmaktadır. Hiçbir kontrendikasyonu yoktur. CO₂ veya oksijen elektrodu yapısındaki sensor ve bir ısıtma elemanı deri yüzeyine yerleştirilir. Transkutan monitörlerin yaygın kullanılmamasının nedenleri, uzun ısınma zamanı, sensorun yerinde tutulmasındaki güçlükler ve yorumlama zorluğudur (7).

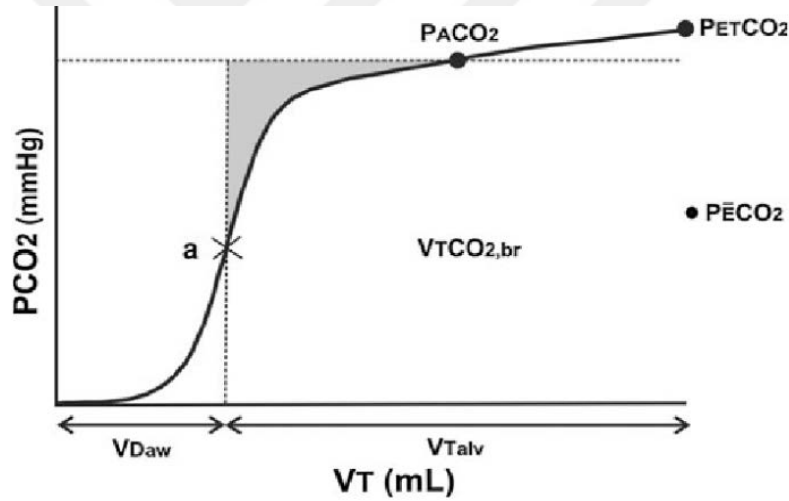
2.4.Kapnografi Fizyolojisi

İnspirasyon sonunda yeniden solunumun olmadığı varsayılırsa hava yolu ve akciğerler CO₂ içermeyen gazlarla dolar. Karbondioksit alveollere yayılır ve alveol sonu kılcal kanla dengelenir. Alveollerdeki gerçek CO₂ konsantrasyonu, alveollerdeki havalandırma ve perfüzyonun oranına (V/Q oranı) göre belirlenir. Perfüzyona göre daha yüksek ventilasyona sahip alveoller (yüksek V/Q alveoller), daha yüksek CO₂'ye sahip; düşük V/Q oranına sahip alveoller daha düşük CO₂'ye sahiptir. Solunum yolundan kademeli olarak proksimale ilerlendiğinde CO₂ konsantrasyonu bir noktada kademeli olarak sıfıra düşer. CO₂ içermeyen gazın hacmi, solunum ölü boşluğu olarak adlandırılır ve burada, solunan gazlar ile kan arasında oksijen (O₂) ve CO₂ değişimi yoktur. Hasta nefes verirken ağızdaki bir CO₂ sensörü, ilk örneklenen gaz ölü boşluktan gelen CO₂ içermeyen gaz olacağından hiçbir CO₂ tespit etmeyecektir. Nefes verme devam ettikçe, CO₂ konsantrasyonu kademeli olarak artar ve alveollerden gelen CO₂ açısından zengin gazlar ağızdaki CO₂ algılama noktasına doğru ilerlerken bir zirveye ulaşır. Ekshalasyonun sonunda, hasta CO₂ içermeyen gazları solumaya başladığında CO₂ konsantrasyonu sıfıra (taban çizgisi) düşer. Nefes verme sırasında CO₂'in alveollerden ağıza evrimi ve nefes alma sırasında CO₂ içermeyen gazların solunması, sağlıklı akciğerlere sahip tüm insanlarda aynı olan CO₂ eğrisine karakteristik bir şekil verir (8). Kapnografi eğrileri EtCO₂-zaman ve EtCO₂-volum olarak çizilebilir.

Volum kapnografisi için bir spirometre yardımı ile ekshale edilen gaz volümü ölçülür ve basınç volüm eğrisi çizilir. Volum kapnografisinde inspirasyon fazı yoktur (9).

Volumetrik kapnografi ile elde edilen ölçümler:

- CO₂ eliminasyonu
- PetCO₂
- CO₂ 'nin soluk sonu fraksiyonu
- Hava yolu ölü boşluğu (VDaw)
- Alveolar dakika ventilasyonu
- Kapnogram şekli

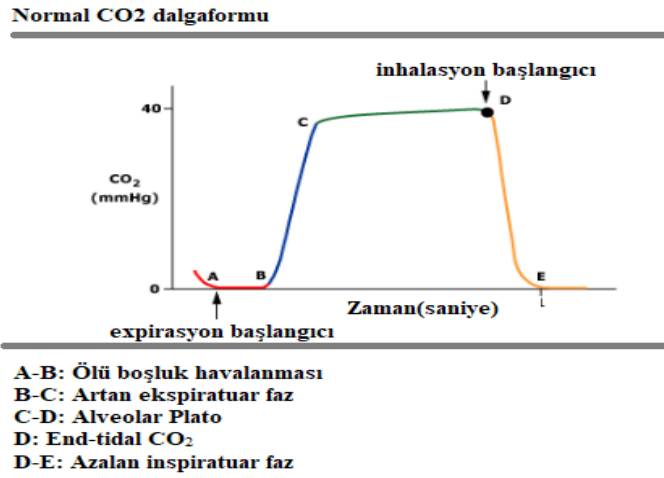


Şekil 3. Volumetrik kapnografinin (VCap) şematik gösterimi

Volumetrik kapnografi ile pozitif end-ekspiratuvar basınç (PEEP) titrasyonu yapılabilir. Yatak başı ventilasyonun etkin olup olmadığı değerlendirilebilir. Rekrutment manevrası etkinliğini değerlendirmek için kullanılabilir ve rekrüt edilen akciğer hacmi hakkında fikir verebilir. Obstrüktif akciğer hastalarında (KOA, astım, kistik fibroz, vb.) fonksiyonel tutulum derecesini değerlendirmek için spirometriye alternatif bir test olarak kullanılabilir. Ani pulmoner emboli durumunda, volumetrik kapnografide tipik ve diğer hava yolu hastalıklarından kolayca

ayrılmasını sağlayan grafik ortaya çıkar. Ayrıca hemorajik şokta, başarılı weaning kararını desteklemek ve gözlemlemek için ve hasta transportunu güvenli kılmak için kullanılabilir.

EtCO₂-zaman grafikleri en sık kullanılan kapnografi eğrileridir. Eğri bir inspiratuvar, üç ekspiratuvar fazdan oluşmaktadır. Bu fazlar; Faz 0:İnspiratuvar faz, Faz1:Tüm sistemin ölü boşluğu, Faz2: Alveol ve ölü boşluk gaz karışımı, Faz3:Alveolar plato ve tepe olarak adlandırılır.



Şekil 4. Basınç-Zaman kapnografisi

Faz 3'teki tepe değeri ent-tidal karbondioksit basıncını verir (D noktası). Kapnografide Faz 3 platosunun sonunda ani bir PaCO₂ yükselmesi Faz 4 olarak adlandırılır. Bu durum bazı alveollerin kapanma kapasitelerine ulaşarak ekspiryum sonunda kapanmaları ile açıklanmıştır (10).

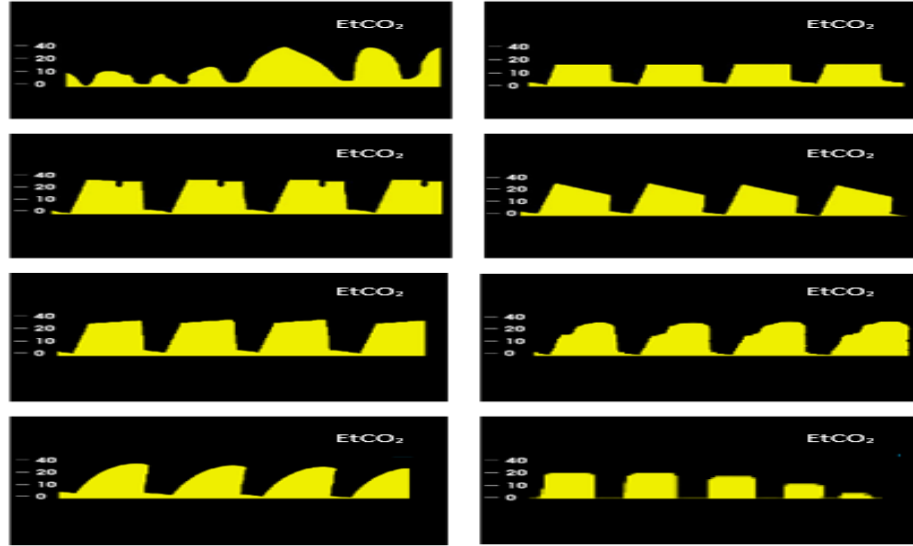
Ventilasyon ile perfüzyon arasındaki distribüsyon bozukluğu arttıkça EtCO₂ ile PaCO₂ arasında korelasyon azalır, EtCO₂ daha düşük olma eğilimindedir. Ölü boşluğa bağlı olarak EtCO₂ değeri PaCO₂ değerinden 1-5 mmHg düşük ölçülür. Ölü boşluğun artması bu değeri ve faz 3'ün eğimini arttırır, anestezi altında bu değer 5-10 mmHg'a kadar çıkabilir. Artmış ölü boşluk artmış gradient ile sonuçlanır. Bu şok, hava embolisi veya tromboembolizm, kardiyak arrest, kronik akciğer hastalığı, reaktif hava yolu hastalığı veya lateral dekübit pozisyonu ile ilişkili olabilir. Bunun aksine kardiyak output ve pulmoner kan akımındaki artışlar gradienti azalacaktır. Ölü boşluk ventilasyonundaki artışlardan şüphe edildiğinde EtCO₂ ve PaCO₂ arasında gradiyent arteriyal kan gazı analizi ile belirlenebilir. Gradientin hesaba katılması ile,

arteryel CO₂ içeriğinin indirekt bir ölçüsü olarak EtCO₂'in takibi halen faydalıdır. Bir diğer önemli nokta ise şantların arteriyel-alveolar CO₂ gradienti üzerine minimal etkisinin olmasıdır (11).

Kapnogram anomalileri ve olası nedenleri:

Ekspiratuvar valf fonksiyonundaki bozukluk inspirasyon gazında CO₂ bulunması ile anlaşılır. İnspiratuvar valf yetersizliği de CO₂'in geri solunması ile sonuçlansa da, inspirasyon volümünün bir kısmında hala CO₂ bulunmayacağından bu durum kapnografte kolayca belli olmaz ve bu nedenle monitörde inspiratuvar faz sırasında sıfır okunur. Karbondioksit absorbanının tükenmesi ekshale edilen gazların inspirasyonda tekrar solunmasına ve inhale edilen karbondioksit miktarının artmasına yol açar. Kapnometrenin dalga formunda bazal bir artış olarak izlenir (12). Ekspire edilen gazda CO₂ bulunmaması en sık olarak efektif solunum veya dolaşımın yapılamadığını düşündürür. Kardiyak arrest, özefageal entübasyon ve solunum devresinin ayrılması durumlarında görülür. Plato eğiminin artması eşzamanlı olmayan akciğer boşalmasında, en sık KOAH ve bronkospazma durumunda olabilir.

Bazı kapnogram örnekleri ve neden olabilecekleri durumlar aşağıda Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Bazı klinik durumları yansıtan EtCO₂ grafik şekilleri.

1.KPR'da kalp debisi, 2.Pulmoner emboli, 3.Spontan çabası, 4.Pnömotorax yada amfizem, 5.Normal görünüm, 6.Sağ ana bronş entübasyonu, 7.Sekresyon veya kısmi tıkanma, 8.Özefagus entübasyonu

2.5.Kapnografinin Kullanım Alanları

Kapnografi solunum, ventilasyon ve dolaşımın değerlendirmesinde hayati önem taşımaktadır. EtCO₂ monitörizasyonu anestezi ilişkili mortalite ve morbiditeyi azaltmada önemli bir faktördür. Bronkoskopi haricinde karbon dioksit monitörizasyonunun endotrakeal yerleşimini doğrulayacak en iyi yöntem olduğu düşünülmektedir.

Çift lümenli tüp yerleştirilirken mevcut standart yöntemlere ek olarak, her bir akciğerin EtCO₂ izlemesi, yalnızca tüpün uygun şekilde yerleştirilmesini sağlamak için değil, aynı zamanda anestezi sırasında çift lümenli tüplerin yerinden çıkmasının tespit edilmesi için de değerli bir yardımcı olabilir. Çift lümenli tüplerin doğru yerleşimi, klempleme ve klemp açma prosedürleri sırasında her akciğerden ayrı ayrı CO₂ dalga formlarının analiz edilmesiyle kontrol edilebilir. Ayrıca, CO₂ dalga formlarının ayrı ayrı akciğerlerden periyodik olarak izlenmesi, özellikle hasta hazırlandığında, örtüldüğünde veya göğüs oskültasyon için uygun olmadığında veya nefes seslerinin kalitesi yeterince net olmadığında, her bir akciğerin ventilasyonunu izlemek için yararlı olabilir (13).

Nazal trakeal tüpün proksimal ucundaki sürekli CO₂ kayıtları, spontan nefes alan hastada kör nazal entübasyon sırasında tüpün larinkse doğru yönlendirilmesini kolaylaştırır. Tüp larinksten uzaklaştıkça EtCO₂ kayıtları azalır (14).

Kapnografteki karbondioksit dalga formunun analizi ile endotrakeal tüpün trakeadaki yerinin teyidi, ventilasyonun yeterliliği CO₂' in tekrar solutulduğunun saptanması, obstrüktif akciğer hastalığının veya mekanik ventilasyon sırasında spontan solunumun varlığı ve devre sisteminde dekonneksiyon veya kapnograf örnekleme sistemindeki parsiyel diskonneksiyonun saptanması bilgileri elde edilebilir (15).

Yeterli ventilasyon yaptırıldığını doğrulamak için end-tidal CO₂ konsantrasyonunun analizi anestezi monitörizasyon tekniği olarak kullanılabilir. Örneğin nöroşirürji operasyonlarında intrakraniyal hipertansiyonun tedavisinde ventilasyon kontrolü ile PaCO₂ değerini düşürme girişiminin izlemi, ekspire edilen CO₂ analizi ile yapılabilir (11).

Entübe travma hastalarında kontrollü ventilasyon sağlanması gereklidir. Hastane öncesinde ventilasyon takibi için noninvaziv EtCO₂ takibinin kullanılmasının uygun olacağı fikri ortaya atılmıştır. Davis ve ark. hastane öncesinde EtCO₂ takibinin hiperventilasyon sıklığını (%5,6'e %13,4) azalttığı ve bunun mortalite üzerinde etkili olduğunu saptamışlardır (16). Helm ve ark entübe travma hastaları üzerinde yaptıkları randomize kontrollü bir çalışmada, kapnografi takibiyle normal ventile edilen hasta oranının belirgin daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır (%63'e %20) (17). Entübasyonun doğrulanması ve tüp pozisyonun takibi için rutin olarak önerilen kapnografi kullanımının, ek olarak ventilasyonu yönlendirmek için de kullanılması mantıklı bir yaklaşım gibi durmaktadır (18).

Kapnografi, reyonel anestezi ve monitörize hasta bakımında önemli bir monitörizasyon yöntemidir. Amerikan Anestiyoloji Derneği (ASA) Temmuz 2011'de yayınladığı "Orta Derecede veya Derin Prosedürel Sedasyon Uygulamaları Sırasında Temel Anestezik İzleme Standartları'nda" orta veya derin sedasyon sırasında, ventilasyonun yeterliliği, hastanın, prosedürün veya ekipmanın doğası tarafından engellenmediği veya geçersiz kılınmadığı sürece, kalitatif klinik belirtilerin sürekli olarak gözlemlenmesi ve ekshale edilen karbondioksit varlığının izlenmesi yoluyla değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir (19). Solunum problemlerinin erken dönemde tespit edilmesi önem taşımaktadır. EtCO₂'nin bu anlamda kullanıldığı ve fayda sağladığının rapor edildiği spesifik olarak nöbet geçiren hastalarda hipoksinin değerlendirildiği ve pulseoksimetreye göre daha başarılı bulunduğu bir çalışma ve ilaç aşırı doz vakalarında EtCO₂ takibinin kullanıldığı olgu sunumları bulunmaktadır.

Sürekli EtCO₂ yoğun bakımda ventilasyonu istenen PaCO₂ seviyesine optimize etmek için kullanılabilir. Genellikle arteriyel seviyeler yaklaşık 5 mmHg kadar yüksektir. Bu fark akciğerlerdeki değişen ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğuna göre değişebilir. Hastada kronik obstrüktif akciğer bozukluğu veya kararsız kalp debisi varsa EtCO₂ ventilasyon için mükemmel bir rehber olmayabilir. Bununla birlikte, akciğerlerin esas olarak normal olduğu ve kalp debisinin makul aralıkta olduğu hastalarda EtCO₂, PaCO₂'i bir şekilde izlemek için kullanılabilir. Arteriyel CO₂ ile EtCO₂ farkını belirlemek için başlangıçta arteriyel kan gazı gerçekleştirilebilir ve EtCO₂ kılavuz olarak kullanılarak daha ileri ayarlamalar

yapılabilir. Bu, gereksiz arteriyel kan gazı değerlendirmelerini en aza indirebilir ve bakım maliyetini azaltabilir. Bir çalışmada yazarlar, *Blue Rhino* kitini kullanarak perkütan trakeostomi için iğne yerleşimini doğrulamak amacıyla 26 hastada kapnografi ve 29 hastada bronkoskopi kullanmışlardır. Ameliyat süreleri ve perioperatif komplikasyon insidansı her iki grupta da benzerdir. Bu çalışmada doğru iğne yerleşimini doğrulamada kapnografinin bronkoskopi kadar etkili olduğu sonucuna varılmıştır (20). Coleman ve ark. da perkütan dilatasyonel trakeostomi öncesinde intratrakeal kanül yerleşimini doğrulamak için kapnografiyi kullandılar ve kapnografinin trakeal kanülün doğru pozisyonunu doğrulamada güvenilir olduğunu buldular (21). Bu çalışmalar perkütan dilatasyonel trakeostomide bronkoskopi olmasa bile kapnografinin değerini ortaya koymaktadır. Kapnografinin non-invaziv mekanik ventilasyon (NIMV) sırasında kullanımına özgün çok fazla çalışma olmamakla birlikte, NIMV ile izlenen hastaların klinik seyirleri sırasında pek çok durumda kullanımı gerekmektedir (22-24).

Kardiyak output ve EtCO₂ arasında pozitif bir ilişki olduğunun tespit edilmesi, KPR uygulamalarında da kapnograf kullanımının önünü açmıştır. Kardiyak arrest durumunda göğüs kompresyonu olmaksızın ventilasyon uygulandığında EtCO₂ değerinin bir süre sonra sıfırlandığı gözlenir. Göğüs kompresyonu ile birlikte akciğer perfüzyonundaki artış EtCO₂ miktarında da artışa neden olur. Bu nedenle EtCO₂ değerleri etkin KPR'nin bir göstergesidir. EtCO₂ değerinde ani artış olması spontan dolaşımın geri döndüğünü düşündürür. Amerikan Kalp Derneği (AHA) kılavuzunda KPR kalitesinin takibinde, göğüs kompresyonlarının optimize edilmesinde ve spontan dolaşımın geri döndüğünü saptanmasında kapnografi kullanımının uygun olabileceği bildirilmektedir (Sınıf 2b, Kanıt Düzeyi C). EtCO₂'nin <10 mmHg olduğu durumlarda KPR kalitesini artırmak için göğüs kompresyonlarının optimize edilmesine uğraşılması önerilmektedir. Hastane öncesi kardiyak arrest olguları üzerinde yapılan bir araştırmada hastanın nabzının alınamadığı durumlarda bile ritm değişikliklerinin ve akciğer perfüzyonunun erken bulgusu olarak EtCO₂ kullanılabileceği bildirilmiştir (25). Başka bir çalışmada koroner perfüzyon basıncı ve EtCO₂ arasında ilişki saptanmıştır (26). Ayrıca EtCO₂ düzeyleri resüsitasyonun sonuçlarını tahmin etmede de kullanılmaktadır. Yüz elli tane hastane dışı kardiyak arrest vakası ile ilgili yapılan prospektif gözlemsel bir çalışmada 20 dakika boyunca

yapılan standart ileri düzey kardiyak yaşam desteğinin ardından 10 mmHg'ın altında olan EtCO₂ düzeylerinin resüsitasyon başarısızlığında %100 prediktif olduğu bulunmuştur (27). Bir başka çalışmada EtCO₂ değerlerinin KPR prognozunu değerlendirmede kardiyak sonografiye göre daha üstün olduğu saptanmıştır (28). KPR sırasında bikarbonat uygulamasının EtCO₂'yi geçici olarak arttırabileceği, adrenalin uygulamasının ise azaltılabileceği akılda tutulmalı, bu geçici değişimler KPR etkinliğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmemelidir (29).

End-tidal CO₂, kalp debisini yansıttığı için travmada karşılaşılan patofizyolojik durumun bir belirtecidir. EtCO₂ majör travmanın sonucunu tahmin etmede değerli olabilir. Yüz doksan bir künt travma hastası üzerinde yapılan bir çalışmada EtCO₂ tespiti < 10 mmHg olan hastaların yalnızca %5'i taburcu olana kadar hayatta kalmıştır (30).

EtCO₂ ölçümü ile invazif olmayan bir yöntemle, hipoperfüze olan hastalarda prognoz hakkında önemli veriler elde edilmektedir. Kapnograf aracılığıyla gerçekleştirilen EtCO₂ ölçümleri ile ateş, laktik asidoz ve organ disfonksiyonu olan hastalarda laktik asidozu kompanze etmek için meydana gelen solunumsal alkalozun saptanmasının değerli bir parametre olduğu görülmüştür (31). Metabolik asidoza sebep olan durumda (sepsis, diyabetik ketoasidoz, hipovolemik şokla seyreden travma, ağır dehidratasyonla seyreden gastroenterit vb.) gelişen respiratuar kompanzasyona bağlı olarak EtCO₂ seviyeleri düşük seyretmektedir. Kan sonuçları dahi çıkmadan yatak başında hızlıca değerlendirilebilen EtCO₂ seviyeleri bu hastalar için hızlı tanı koymaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu hastalarda düşük EtCO₂ seviyeleri indirekt olarak kötü prognozu göstermektedir (32).

Başka bir çalışmada kullanılan kapnograf analizi ise EtCO₂ oranıdır. Alveoler platonun solunum sayısına bölünmesiyle elde edilen bu oran havayolu direncinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir ve astımlı çocuklarda hastaneye yatışı öngörebileceği düşünülmüştür (33).

Yapılan bir çalışmada kapnografi, intratekal morfin aldıktan sonra sezaryen doğum yapan kadınları izlemeye başarılı olmuştur. Sürekli kapnografide apne uyarısı olayları tespit edilmesine rağmen bunlar önemsizdi ve bu da sezaryen doğumu takiben kadınlarda intratekal kullanılan morfinin güvenli olduğunu göstermiştir (34).

Tablo 1-EtCO₂ ‘i arttıran ve azaltan sebepler.

EtCO₂’i arttıran sebepler	EtCO₂’i azaltan sebepler
Hipertermi	Hipotermi
Malign Hipertermi	Paralizi
Sepsis	Sedasyon
Titreme	Pulmoner emboli
Hipertiroidi	Anaflaksi
Laparoskopi	Kardiyak arrest
Yanık	Hipotiroidi

Kapnografi gelecekte metabolik bozukluğun dışlanması, tanınması ve takibi, kör nazal entübasyon, fiberoptik laringoskopi, trakeostomi, endotrakeal tüp kafının kontrolünde kullanılabilir. Bunlara yakın gelecekte birçok yeni alanın ekleneceği öngörülmektedir.

2.6.Kapnografinin Kısıtlılıkları ve Dezavantajları

Kapnografi kullanımının herhangi bir kontrendikasyonu yoktur. Ancak kapnografi kullanılırken karışık patofizyolojik durumlara sahip hastalarda çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Örneğin; perfüzyon bozukluğu EtCO₂ düzeyini düşürürken, ventilasyon bozukluğu EtCO₂ düzeyini yükseltebilir. Düşük tidal volüm, akış hızını düşürerek daha düşük EtCO₂ düzeyine neden olabilir. Bu durum daha çok genç erişkinlerde ve yeni doğanlarda görülür (32). Kardiyak arrestte EtCO₂ düzeyi sadece kompresyonlardan etkilenmez, aynı zamanda arrest etyolojisinden de etkilenmektedir (35). EtCO₂ ölçümü obstrüktif akciğer hastalıklarında hava hapsine bağlı ekspiryumun tamamlanmaması nedeniyle yararlı değildir. Acil serviste yapılan bir çalışmada acile başvurularında kronik obstrüktif akciğer hastalarından ölçülen EtCO₂ değeri ile taburculukta ölçülen ya da hastaneye yatışı yapılmışsa yatışta ve yatış sonrası taburculukta ölçülen EtCO₂ değerleri arasında anlamlı bir fark gösterilememiştir (36). Kapnografi özefagial entübasyonu hızla ve güvenilir şekilde gösterir; fakat endobronşial entübasyonu her zaman göstermez. Nitröz oksit bir basınç-genişletici etkiye yol açarak kızılötesi ışığı absorbe eder ve ölçümlerde hatalara yol açabilir. Nitröz oksitten kaynaklanan hataların azaltılması için monitör tasarımlarına çeşitli modifikasyonlar ve filtreler eklenmiştir.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Çalışmanın Yapılışı

- Bu çalışma bir CAWI (Computer Assisted Web Interviews; Bilgisayar Destekli Web Üzerinden Görüşme Yoluyla yapılan) anket çalışmasıdır. Anket çalışmamız Helsinki bildirgesi ve Sağlık Bakanlığı iyi klinik uygulamalarında belirtilen etik ilkelere göre hazırlanmıştır. Araştırma için Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu izni alınmıştır (24/05/2023 tarihli 2023/17-18 karar no). İzin alınmadan önce, çalışmaya dahil edilmeyecek olan 5 kişiye anket okutuldu ve ön teste tabi tutuldu, taslak anketin kapsamlılığı, okunabilirliği, uygunluğu ve netliği kontrol edildi. Geri bildirimler değerlendirildi ve taslak ankette düzeltmeler yapıldı. Gözlemlerimizin olumlu olması üzerine etik izin sonrası araştırma başlatıldı. Türkiye’deki anestezi asistan hekimlerine Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği (TARD) üzerinden mail yoluyla ulaşıldı ve anket verileri toplandı.
- Demografik veriler ile (soru 1-7); katılımcıların genel özellikleri yanı sıra EtCO₂ kullanımları hakkında sıklık, farkındalık, eğitimsel özellikleri belirlenmeye çalışıldı.
- Bilgi soru/verileri ile (soru 8-25); katılımcıların EtCO₂ hakkındaki teorik bilgileri ve normal grafiye olan hakimiyetleri belirlenmeye çalışıldı.
- Uygulama soru/verileri ile (soru 26-34); EtCO₂ bilgilerini uygulamada kullanıp kullanamadıkları ve pratiğe dökebilme durumları belirlenmeye çalışıldı.
- Yaş aralığı Türkiye’deki doktorların uzman olma yaşları düşünülerek 25-45 arası olarak kabul edildi.
- Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği kayıtlarına dayanarak araştırmamızda evren 3335 kişi olarak kabul edilmiştir. Çalışma süresi boyunca izinli/raporlu olan ve anketi doldurmak istemeyenler dışında 361 kişi ankete katılım sağlayarak geri dönüşte bulunmuştur. Ankete katılım

sağlayanlardan 16 tanesi çalışma dışı bırakılmıştır. Bu katılım sayısı ile örneklem büyüklüğü 345 olmuştur.

3.2.İstatistiksel analiz

- Anket kriterlerini karşılayan 345 kişi için *power* analizine *OpenEpi* açık erişim bir program ile, sıklığı bilinmeyen durumlarda alınan % 50 sıklık ve kabul edilen % 5 hata için bakıldığında, % 95 güven düzeyi bulunmuştur.
- Katılımcıların bilgi ve uygulama durumlarını belirlemek, kıdem yılı ve eğitim durumu ile EtCO₂ den faydalanma oranları arasında korelasyon olup olmadığını anlamak için Veriler SPSS 29.0 paket programında değerlendirilmiştir
- Ölçümle belirtilen değişken analizinde normal dağılıma uygunluk durumuna göre *t Testi* ya da *Mann Whitney U Testi* kullanılmıştır.
- Kategorik değişkenlerin analizinde *Ki Kare Testi* gereğinde *Fisher Kesin Test* kullanılmıştır.
- Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ kabul edilmiştir.
- Anketin 28. sorusunda doğru cevaplara +1 yanlış cevaplara -1 ve boş cevaplara 0 puan verilerek, toplam puanlar üzerinden katılımcıların bilgiyi pratikte kullanabilme durumları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Katılımcı asistan hekimlerin kıdem yılına göre yapılan karşılaştırmada ise ANOVA testi kullanılmıştır.
- Asistan hekim çalışma yılı ile toplam puanlar arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için *Pearson korelasyon* analizi yapılmıştır.

3.3.Çalışmaya Alınma Kriterleri

Otuz Mayıs 2023 - 30 Aralık 2023 tarihleri arasında ankete 361 anestezi asistan hekimi geri dönüş yapmış, bunların tamamı değerlendirmeye alınmıştır.

3.4.Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri

Anket formunda soruların %3'ünden fazlasının boş bırakılması ve/veya onam kısmının boş bırakılmış olması durumunda formlar değerlendirmeye alınmamıştır.

- Bilgi eksikliği (14 kişi)
- Aydınlatılmış onam eksikliği (2 kişi)



4. BULGULAR

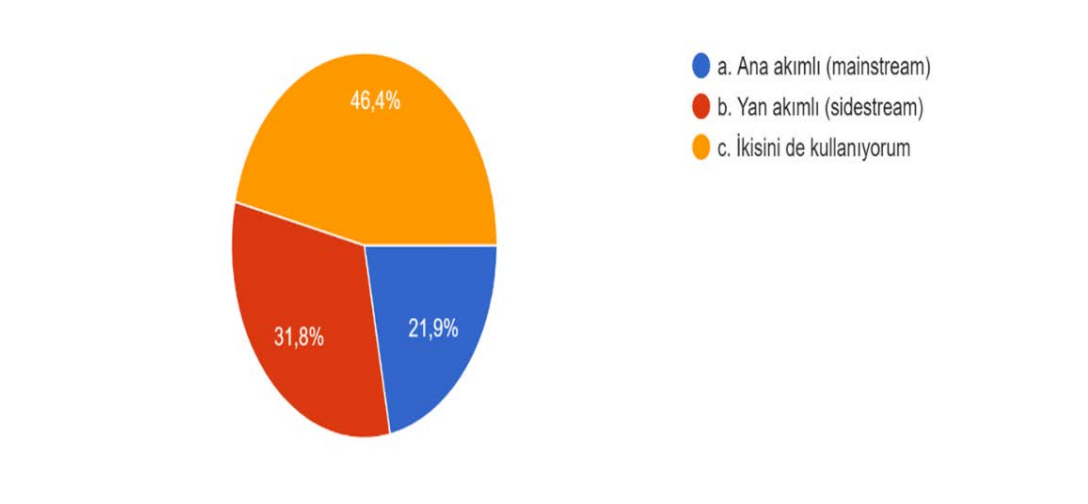
4.1a. Demografik Bulgular

Araştırma için anket yollanan 3335 anestezi asistan hekiminden 345 tanesi uygun koşulları sağladığı için değerlendirmeye alınmıştır. Katılan 345 kişiden 219 (% 63,5) tanesi kadın, 126 (% 36,5) tanesi erkektir.

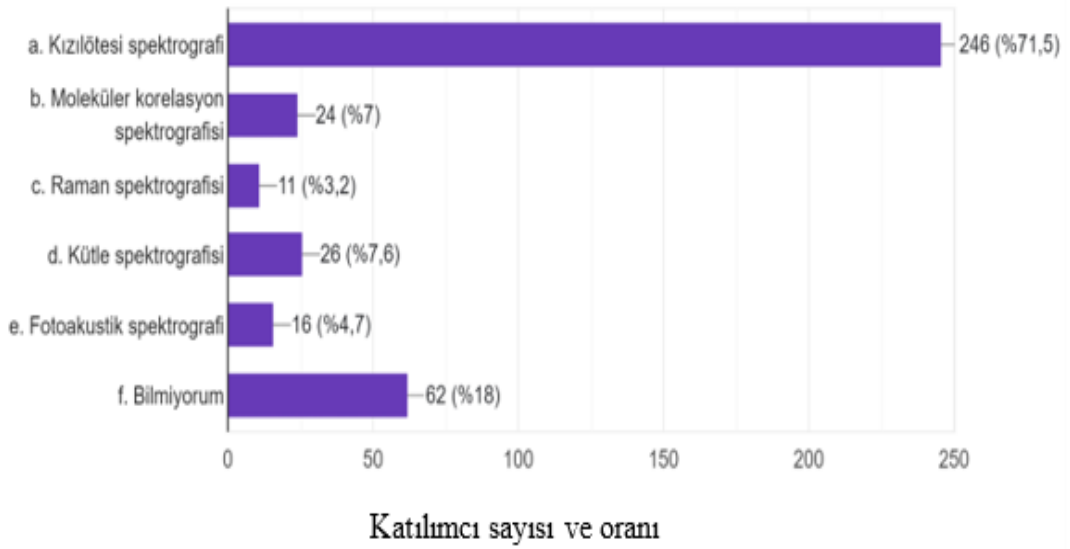
Araştırmaya katılan hekimlerin ortalama yaşı 28.43 yıl ve ortalama çalışma süreleri 3.85 yıldır. Anestezi asistan hekimleri olarak görev süreleri ise ortalama 2.64 yıldır. Çalışmaya katılan 1. yıl asistanlarının sayısı 64 (%18,5), 2. yıl asistanlarının sayısı 137 (%39,7), 3. yıl asistanlarının sayısı 51 (%14,8), 4. yıl asistanları 44 (%12,8), 5. yıl asistanları 49 (%14,2)dur.

Araştırmaya katılan hekimler günde ortalama 5.17 hastaya anestezi veya sedasyon uygulamışlardır. Bu uygulamalarda kapnograf kullanan hekimlerin oranı ise % 93,3'tür. Araştırmaya katılan kişilerin % 56,4'ünün kliniklerinde bütün anestezi cihazlarında kapnogram vardır. Katılımcıların % 75,9'unun kliniğinde volüm kapnografi yoktur ve % 90,9'unun kliniklerinde ise defibrilatör cihazlarının üzerine entegre bir kapnografları yoktur.

4.1b. Kapnograf cihazına ilişkin bulgular

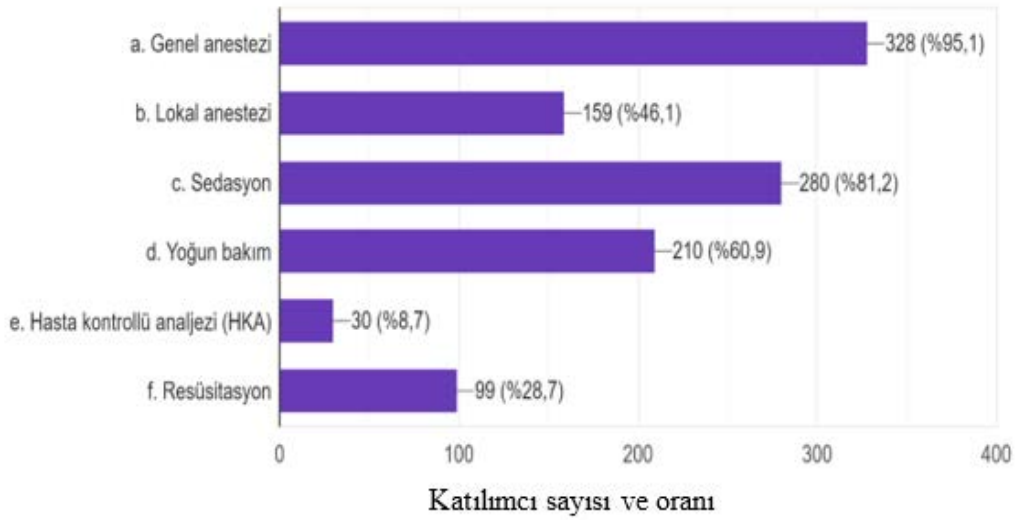


Şekil 6.Kapnograf türlerine ilişkin bulgular



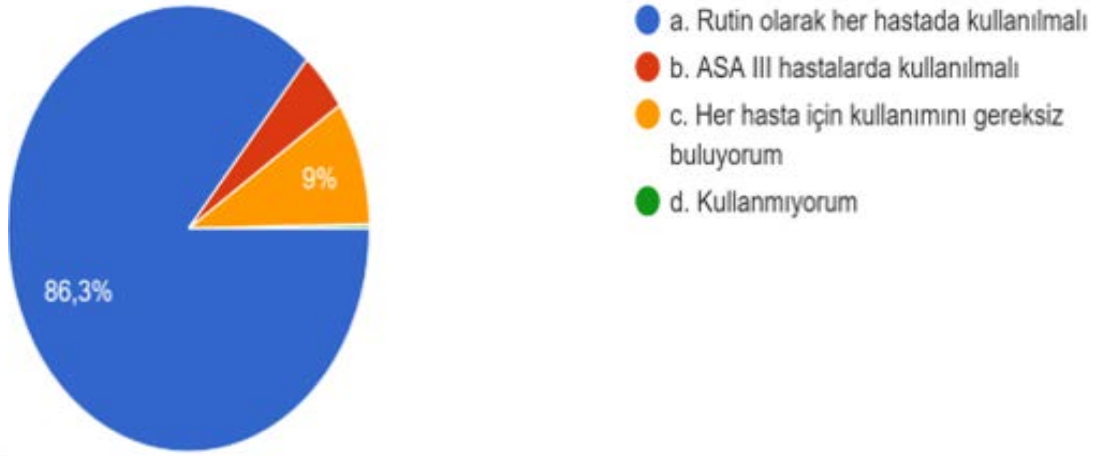
Şekil 7. Kapnograf analiz yöntemleri

Katılımcıların kullanmış oldukları kapnograflara ait bulgular Şekil 6'da gösterilmiştir. Kapnograf analiz yöntemlerine ilişkin verdikleri cevaplar ve oranları ise Şekil 7'de gösterilmiştir. Katılımcılar büyük bir çoğunlukla (% 71,5) kapnograflarının kızılötesi spektrografi yöntemi ile çalıştığını belirtmiştir.



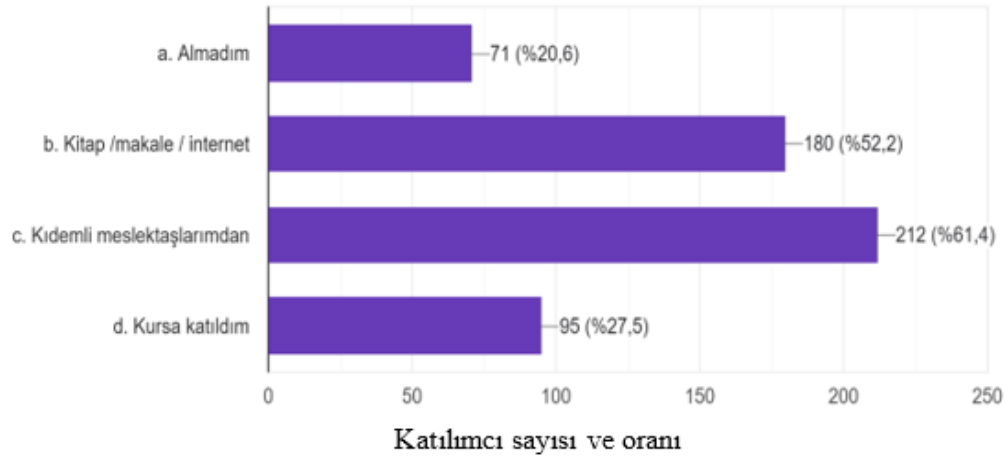
Şekil 8. Kapnograf kullanılan alanlar

Katılımcıların kapnograf kullanılan alanlara ilişkin verdikleri cevap ve oranlar Şekil 8'da gösterilmiştir. Katılımcıların kapnografi kullandıkları alanlar ise % 95,1 genel anestezi ve % 81,2 sedasyon uygulamaları olarak tespit edilmiştir.



Şekil 9. Kapnograf kullanımı hakkındaki düşünceleri

Hastaların klinik durumuna göre katılımcıların kapnograf kullanımına ilişkin verdikleri cevap ve oranlar Şekil 9’da gösterilmiştir. Rutin olarak her hastada kullanılması gerektiğini söyleyenlerin oranı % 86,3’tür.

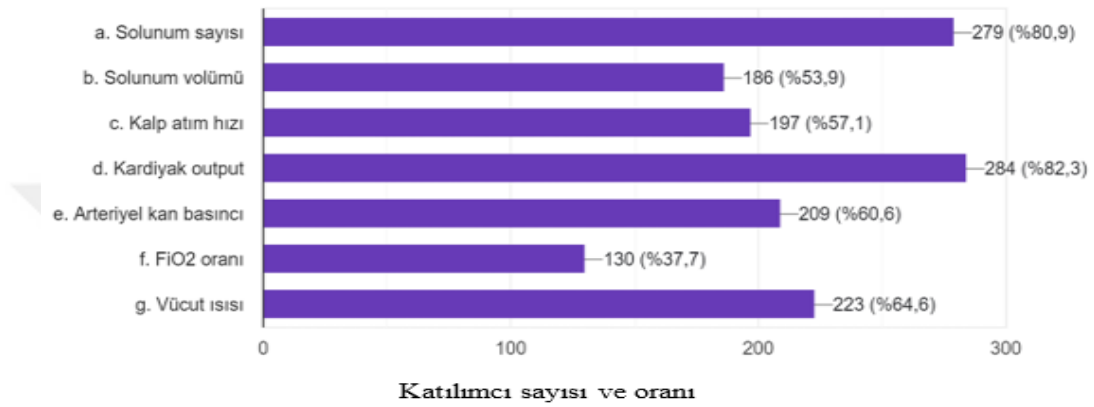


Şekil 10. Kapnograf eğitimi alma yöntemleri

Katılımcıların kapnograf ile ilgili eğitim alma yöntemlerine ilişkin verdikleri cevap ve oranlar Şekil 10’da gösterilmiştir. Katılımcılar en çok kıdemli meslektaşlarından eğitim almaktadır (% 61,4).

4.2. Teorik Bilgiye Dayalı Bulgular

Araştırmaya katılan anestezi asistanlarının % 72,6'sı kapnograf kullanımının yasal bir zorunluluk olduğunu belirtirken, % 27,4'ü zorunlu olmadığını belirtmiştir. Katılımcıların % 93'ü EtCO₂ monitörizasyonunu peroperatif ventilasyon takibinde güvenli bulmuşlardır. Ayrıca katılımcıların % 92,2'si kapnograf kullanımının kontrendikasyonu olmadığını belirtmiştir.



Şekil 11. Kapnograf ölçümünün bağımlı olduğu durumlar

Katılımcıların kapnograf ölçümünün bağımlı olduğu durumlara ilişkin verdikleri cevap ve oranlar Şekil 11'de gösterilmiştir. Katılımcılar kapnograf ölçümünün en çok (% 82,3) kardiyak outputa bağımlı olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 2. Kapnograf trasesi ile ilgili sorulara verilen yanıtlar.

29-34. sorularda doğru cevap verme sayısı/oranı	n	%
EtCO ₂ yi en iyi gösteren nokta	250	72,5
Ölü boşluk ventilasyonu	252	73
Kardiyak osilasyon	207	60
Rebreathing	223	64,6
Kürar klefti	198	57,4
Kardiyak arrest	272	78,8

Tablo 3. EtCO₂ i arttıran durumlara doğru cevap vermenin asistanlık süresine göre dağılımı.

Yıl	A sorusu %	B sorusu %	C sorusu %	D sorusu %	E sorusu %	F sorusu %
1	17,3	17	17,1	14,8	15,5	17,1
2	37,3	37,6	41,4	39,7	39,6	43,7
3	17,7	14,2	14,4	14,8	16,9	14,9
4	11,2	13,5	11,7	15,1	14,5	9,9
5	16,5	17,7	15,4	15,6	13,5	14,4

(A sorusu) Doğru olarak yanık cevabı verenler

(B sorusu) Doğru olarak malign hipertermi cevabı verenler

(C sorusu) Doğru olarak sepsis cevabı verenler

(D sorusu) Doğru olarak laparoskopi yanıtı verenler

(E sorusu) Doğru olarak hipertiroidi yanıtı verenler

(F sorusu) Doğru olarak travma yanıtı verenler

EtCO₂'i arttıran durumlara doğru cevap olarak en fazla malign hipertermi yanıtı verilmiştir, Tablo 3'de EtCO₂'yi arttıran klinik durumlara doğru yanıtların kıdem yıllarına göre dağılımı görülmektedir. EtCO₂'i arttıran durumlara yanlış cevap olarak en fazla paralizi yanıtı verilmiştir. Tablo 4'de ise yanlış cevapların kıdem yılına göre dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 4. EtCO₂ i arttıran durumlara yanlış cevap vermenin asistanlık süresine göre dağılımı

Yıl	A sorusu %	B sorusu %	C sorusu %	D sorusu %	E sorusu %
1	23	26	35,1	26,4	18,9
2	46	26	27,1	47,8	42,4
3	8,3	4,3	5,2	8,6	13,2
4	13,4	17,7	2,7	4,3	10,4
5	9,1	26	18,9	12,9	15,1

(A sorusu) Yanlış olarak emboli cevabı verenler

(B sorusu) Yanlış olarak hipotermi cevabı verenler

(C sorusu) Yanlış olarak hipoperfüzyon cevabı verenler

(D sorusu) Yanlış olarak ekstübasyon yanıtı verenler

(E sorusu) Yanlış olarak paralizi yanıtı verenler

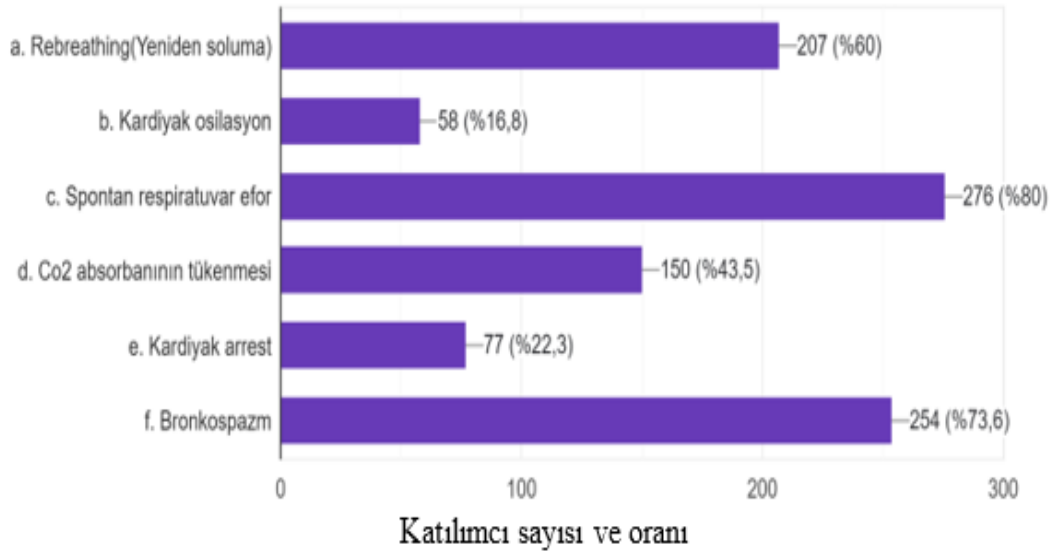
4.3.Uygulamayla İlişkili Bulgular

Araştırmaya katılan kişilerin % 67'si KPR'de kapnograf kullanırken % 16,2'si kullanmadıklarını, % 16,8 i bazen kullandıklarını ifade etmiştir. Kapnografi en çok havayolu araçlarının doğru yerleşiminin teyit edilmesin de kullanılmıştır (% 86,1).

Araştırmaya katılan hekimlerin % 35,1'i kapnografi ile daha önce bir tanı koyduğunu ifade etmiştir. Bu tanılar arasında en çok pulmoner emboli tanısının konulduğu görülmüştür.

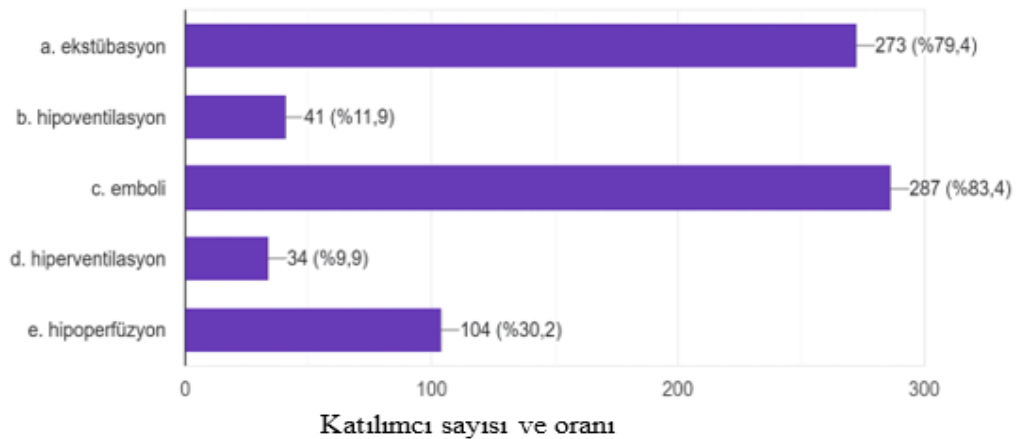
Tablo 5.Kapnograf kullanımında tercih edilen alanlara ilişkin soruya yanıtlar.

Kullanım ve Tercih yeri	Kullanım sayısı	Oranı (%)
Hasta transferinde	22	7,2
MR'da	33	10,8
Apne testinde	137	44,8
NIMV	77	25,2
Mavi kod	65	21,2
Endoskopi	151	49,3
Entübasyon doğrulama	304	88,4
Solunum sayısı belirleme	159	46,2
Solunum volümü belirleme	152	44,2
Kardiyak output tahmin etme	171	49,7
Apne diskonneksiyonu tanıma	234	68
Hipoksi belirleme	122	35,5
Emboli tanıma	186	54,1



Şekil 12. Kapnograf trasesinin tanı koydurduğu durumlara ilişkin soruya yanıtlar.

Katılımcıların kapnograf kullanımında tercih ettikleri yerler ve oranları Tablo 5 de, kapnograf trasesinin tanı koydurduğu durumlara ilişkin verdikleri cevaplar ve oranları ise Şekil 12’de gösterilmiştir. Katılımcılar en çok spontan respiratuvar efor tanısı koymuşlardır (%80). Katılımcıların EtCO₂’nin ani düşmesi ile ilgili klinik durumlara ilişkin verdikleri cevap ve oranlar Şekil 13’de gösterilmiştir. Katılımcılar EtCO₂’nin ani düşmesini en çok emboli ile ilişkilendirmiştir (%83,4).



Şekil 13. EtCO₂’in ani düşmesi ile ilgili klinik soru yanıtları

4.4. Teorik Bilgi ve Uygulama Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

- Bilgi sorularında doğru cevabı EtCO₂ i en iyi gösteren nokta, ölü boşluk ventilasyonu, kardiyak osilasyon, rebreathing, kürar klefti olanlarda asistan hekim olarak çalışma yılına göre anlamlı bir fark bulunamadı. Doğru cevabı kardiyak arrest olan kapnografi eğrisi sorusunda ise asistan hekim olarak çalışma yılı arttıkça doğru cevap verme oranı artıyordu ($p < 0.001$).
- Kapnograf eğitimini kurs ile arttıran asistan hekimlerin kıdem yılı ile; kapnograf eğitimini kitap/makale/internet ile kendi öğrenenler arasında veya kapnograf eğitimini kıdemli meslektaşlarından öğrenenler arasında anlamlı bir fark yoktu.
- Asistan hekim olarak çalışma yılı ile kapnografi ile ilgili çalışma yapanlar arasında anlamlı bir fark bulunamadı.
- EtCO₂ i arttıran nedenlerde kıdeme göre puan ortalamaları şu şekilde bulunmuştur.
 - ✓ 1. Yıl puan ortalaması: 2.72 ± 2.17
 - ✓ 2. Yıl puan ortalaması: 3.52 ± 1.97
 - ✓ 3. Yıl puan ortalaması: 3.78 ± 2.21
 - ✓ 4. Yıl puan ortalaması: 3.66 ± 1.81
 - ✓ 5. Yıl puan ortalaması: 3.55 ± 1.99

Asistan hekim çalışma yılı ile alınan puanlar arasında pozitif yönde zayıf bir korelasyon elde edilmiştir ($r=0.109$, $p=0.042$).

- EtCO₂ artıran nedenlere doğru cevap verenler arasında, asistan hekim olarak 1 yıl çalışanlarla, 2 yıllık($p=0.010$), 3 yıllık($p=0.006$), 4 yıllık($p=0.019$) ve 5 yıllık($p=0.032$) olanlar arasında anlamlı fark vardı. Diğer yıllar arasında anlamlı bir fark bulunamadı.
- EtCO₂ i arttıran nedenlerde; Kapnografi ile ilgili eğitim alanların puan ortalaması: 3.60 ± 1.98 , Kapnografi ile ilgili eğitim almayanların puan ortalaması: 2.78 ± 2.19 dir. Kapnografi ile ilgili herhangi bir eğitim alanlar,

almayanlara göre anlamlı olarak daha fazla doğru cevap vermişlerdir (p=0.005).

- Katılımcılardan sadece kapnografi ile ilgili kursa katılanların puan ortalaması 2.83'tü. Bu puan hiçbir eğitim almayanların ve 1 yıldır anestezi asistanlığı yapan katılımcıların puan ortalamasından yüksekti.



5.TARTIŞMA

Bin dokuz yüz seksen altı ve daha sonra 1998’de yayınlanan ASA’nın temel monitörizasyon standartlarında solunum sistemi monitörizasyonu kapsamında kapnograf zorunludur (1). Buna göre 1999’da anestezi / sedasyon uygulamalarında, yoğun bakım hasta takiplerinde ve yatak başı solunum fonksiyonlarının izlenmesi gereken hastalarda, 2011’de ise ventilasyonlarının takibi gereken tüm hastalar için kapnograf kullanımı standart hale gelmiştir.

Bu araştırma ülkemizdeki anestezi uygulayıcılarının % 93,3’ünün kapnograf kullandığını, geriye kalan % 7-8’inin kullanmadığını ortaya koymuştur. Ülkemizde bu cihazın kullanımına ilişkin yasal bir zorunluluk olup olmadığı belirsizdir. Sağlık bakanlığı yayınları ve TARD yayınları da net değildir. Kapnograf zorunlu olsun ya da olmasın hasta güvenliği açısından kullanımının getireceği yararlar nedeniyle günümüzde olmazsa olmaz cihazlardandır. Her geçen gün fiyat, performans ve boyutları açısından olumlu gelişmeler gösteren bu monitör, diğer cihazlara entegre veya tek başına taşınabilir olarak birçok marka adı ile kolay temin edilebilmektedir. Hasta takibinde güvenliği sağlamasının yanında, yasal davalar da olayın gelişimi ve nedenleri hakkında anlaşılır net bilgiler sağlayarak daha adil karar verilmesini sağlayabilir.

Çalışmaya katılan hekimlerin bir günde bakım verdiği ortalama hasta sayısı 5.17’dir. Bu sayı yüksek bir orandır. Araştırmanın hedefleri arasında olmayan bu durumun sebeplerini ortaya koyacak bir dizayn da yapılmadığından nedeni ortaya koymak mümkün değildir. Bir olasılık çalışmaya katılan hekimlerin daha çok gününbirlik anestezi verilen yerlerde çalışmaları olabilir. Sebep her ne olursa olsun bu yoğun çalışma koşullarında hata yapma olasılığı da artabilir. Hataların en aza indirilmesinin ön koşulu iyi ve eksiksiz bir hasta takibinden başlar.

Anketimize katılan anestezi hekimlerinin % 86,3’ü kapnografın her hastada rutin kullanılması gerektiğini düşünmektedir. Katılımcıların % 9’u ise her hastada rutin kullanımını gereksiz bulduklarını belirtmişlerdir. Böyle düşünmelerinin sebebi ne olursa olsun, hatta özelliksiz ve stabil seyirli hasta grubuna hizmet veriyor olsalar bile, bu yüksek bir orandır. Bu durum halen kapnograf kullanımının öneminin tam olarak anlaşılmadığını düşündürmektedir. Kanımızca, kapnografın günümüz

koşullarında hasta takibinde kullanılmaması malpraktis olarak değerlendirilmeli, hastalar da rutin kullanımı teşvik edilmelidir.

Kapnografi solunum gazlarındaki EtCO₂'nin akciğerler tarafından anestezi cihazına eliminasyonunu doğrudan yansıtır. Dolaylı olarak, dokular tarafından karbondioksit üretimini ve karbondioksitin akciğerlere dolaşım yoluyla taşınmasını yansıtır. Dolayısıyla kapnografi, CO₂ üretimi, pulmoner perfüzyon ve alveoler ventilasyon, solunum düzenleri ve ayrıca CO₂'nin anestezi devresi ve ventilatörden eliminasyonu hakkında bilgi sağlayan, invaziv olmayan önemli bir tekniktir. Kapnografi, yaşamı tehdit eden durumları (trakeal tüplerin yanlış konumu, şüphelenmeyen solunum yetmezliği, dolaşım yetmezliği ve kusurlu solunum devreleri) tespit etmek ve potansiyel olarak geri dönüşü olmayan hasta yaralanmasını önlemek için hızlı ve güvenilir bir yöntem sağlar. Anestezi kazalarının ve buna bağlı yaralanmaların değerlendirilmesine yönelik çalışmalar, hipventilasyon, özofagus entübasyonu ve devre bağlantısının kesilmesi gibi olumsuz solunum olaylarının, anestezi uygulamasında hasta yaralanmasının ve mali sorumluluğun önemli bir kaynağını temsil ettiğini göstermiştir. Kapnografinin bu olumsuz olayların erken tespitinde etkili olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (15, 37, 38).

Ülkemizde bu konunun önemine yönelik geçmiş yıllara ait iki çalışma vardır. Bu çalışmalarda konunun öneminin hekimlerimizce yeteri kadar anlaşılmadığı ve eğitime gereken önemin verilmediği görülmektedir (18, 39). Çünkü bizim sonuçlarımız ile uyumlu olan bu araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bilgi seviyesi ve bilginin uygulanması kідeme uygun homojen bir dağılım göstermemektedir. Katılımcıların kapnografi eğitimi alma biçimlerine bakıldığında daha çok kідemli meslektaşlarından öğrendikleri çok az bir kısmının kursa katıldığı ya da internetten öğrendikleri tespit edilmiştir. Olması gerekenin bir eğitim kursu ile standart ve sürekli olarak öğrenimin sağlanması olduğu açıktır. Kapnografi konusunda ülkemizde iki kez kurs düzenlendiğini tespit ettik. Solunum ve ventilasyon modüllerinde kapnografiye gereken önemin verilmediğini düşünmekteyiz. Çünkü gerek dernek gerek sağlık politikalarını yönlendiren yapıların yazılı bir kapnografi kullanım algoritmasına hiçbir yerde rastlamadık. Gelişmiş ülkelerde kapnografiye verilen önemi Zeynep ve ark. nın yaptığı makalede net olarak görmekteyiz. Bu makalede dünya genelindeki kapnografi çalışmaları literatür

taraması ile toplanmış ve ülkeler bazlarında oranlar ortaya konmuştur. Sonuçta bu makale 1980-2022 yılları arasında EtCO₂ ve kapnografi konusundaki yayınları belirleme, en fazla atıf alan yayınlar, aktif yazarlar, kanunlar, dergiler ve ülkeler hakkında niceliksel bilgi vermektedir (40). Makalede ekonomik olarak gelişmiş ülkelerin bu konuda liderliği elde ettikleri açıkça görülmektedir. Araştırmamızda katılımcıların çalıştıkları kurum ve bu kurumun ekonomik durumunun ayrımı yapılmamıştır. Bu sonucu etkileyen önemli bir faktör olabilir.

Anketimize katılanların %93'ünün EtCO₂ monitörizasyonu hakkında düşünceleri aynıdır. Ayrıca katılımcılar (%92,2'si) bu monitörizasyonun herhangi bir kontrendikasyonu veya yan etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Bu durum %86,3 oranıyla her hastada rutin kullanılmasını gerekli bulan kullanıcıların fikri ile örtüşmektedir. Oysa ülkemizde daha önce benzer konuda yapılmış iki ayrı araştırma benzer sonuç vermemiştir. Bu iki araştırma lokal bir bölgede küçük bir örnekleme kapsamaktadır. Dolayısı ile sonuçları yanıltıcı olabilir. Bizim sonuçlarımızdan farklı olmasının bir nedeni de üzerinden zaman geçmiş olmasıdır. Bu süre zarfında konunun önemi, eğitim şekli hakkında olumlu gelişmelerin yaşanması kaçınılmazdır. Aslında ülkemizdeki 3335 anestezi asistanından sadece %10,82'nin anketimizi cevaplamış olması düşündürücüdür. Katılımın bu derece az olmasının yanı sıra anket sorularına verilen doğru cevap oranları göz önüne alınırsa durumun pek de iç açıcı olduğunu söylemek mümkün değildir. Katılım azlığı ilgisizlik, konuyu benimseyememe, kendini bir bütünün parçası olarak hissetmeme, motivasyon eksikliği vb. sebepler olabilir. Bu tür araştırmaların sağlıklı sonuçlar vermesi ülke yararınadır. Yapılanların her geçen gün daha iyisini yapmak, geliştirmek ancak bu tür verilerin sağlıklı olması ile mümkündür. Bu araştırmamızın daha sonra yapılacak olan çalışmalar için farkındalığı arttırıp, verimli sonuçlar alınmasına katkısı olacaktır. Bakırköy Dr. Sadi Konuk, Taksim Gazi Osmanpaşa, İstanbul Sultan Abdülhamid Han Eğitim Ve Araştırma Hastanesi anestezi kliniklerinde çalışan toplam 68 anestezi asistan veya uzman hekiminin katıldığı bir çalışmada EtCO₂ monitörizasyonu %92.5 güvenli bulunmuştur (39). Bizim çalışmamızda da benzer olarak katılan insanların % 93'ü EtCO₂ monitörizasyonunu peroperatif ventilasyon takibinde güvenli bulmuştur.

Klinikteki kapnograflar ölçüm yaparken infrared absorpsiyon yöntemini kullanır (3, 10, 11). Araştırmamıza katılan insanların sadece %71,5 i kapnogramın kızılötesi spektografi ile analiz yaptığını belirtmiştir. Bu durum kapnograf analiz yöntemleri hakkında bilgi eksikliği olduğuna işaret etmektedir. Araştırmaya katılan kişilerin % 56,4'ünün kliniklerinde bütün anestezi cihazlarında kapnogram vardır. Katılımcıların % 75,9'unun kliniğinde volüm kapnografi yoktur ve % 90,9'unun kliniklerinde ise defibrilatör cihazlarının üzerine entegre bir kapnografları yoktur. Araştırmamıza katılan insanların sadece %21,9'u hem *mainstream* hem *sidestream* yoluyla ölçüm yapılan kapnografları kullandıklarını belirtmiştir. Kapnografi, solunumun anlık ve devamlı monitörizasyonunu sağlar. Bu sayede kapnografi ile solunum depresyonu, apne, üst hava yolu tıkanıklığı, laringospazm, bronkospazm gibi sedasyon uygulaması ile ilişkili sık görülen solunum sistemi problemleri hızla tespit edilebilmektedir (41). Yapılan birçok çalışmada kapnografi ile izlemin yararları vurgulanmıştır. 2015'de yapılan bir çalışmada çocuklarda sedasyon sırasında kapnograf kullanımının hipovekilasyon ve desatürasyon sıklıklarını azalttığı gösterilmiştir (42). Volüm kapnografisi PEEP titrasyonunda da kullanılabilir. PaCO₂-EtCO₂ gradientinin en düşük olduğu PEEP değeri en düşük alveoler ölü boşluk ve en düşük şant düzeyini gösterir. Bu değerleri hesaplamak volüm kapnografi ile mümkündür; zaman kapnografisi ile mümkün olmaz (9). Volümetrik kapnografiyle, akut respiratuar distress sendromu (ARDS) ve akut akciğer hasarı olan hastalarda fizyolojik ve alveoler ölü boşluk volümü hesaplanabilir. Akut respiratuar distres sendromu hastalarında ölü boşluk ventilasyonu ve ölüm arasında ilişki mevcuttur (43). Bizim çalışmamızda kapnogramı olan anestezi cihazlarının oranını çok düşüktür. Bize göre bütün anestezi cihazlarında kapnogram standart olmalı ayrıca bu konuda yasal düzenleme yapılmalıdır. Volüm kapnografi ve kapnografisi olan defibrilatörler kliniklerde görece yeni uygulamalardır. Volüm kapnografi zaman kapnograflarıyla ölçülemeyen değerleri ölçebilir ve standart kapnografiye göre farklı avantajlar sağlar. Özellikle yoğun bakımda ekstra faydaları vardır. Üzerine kapnograf olan defibrilatörler ise kapnografinin KPR'de kullanımının önemi anlaşıldıktan sonra geliştirilmiştir. Bu cihazların yaygınlaşmasının KPR'de kapnograf kullanımını ve KPR kalitesini arttıracığı açıktır. *Mainstream kapnograf*'ın avantajları; hızlı cevap vermesi, kolay

kalibrasyonu, ve tek kullanımlık olmasıdır. *Sidestream kapnograf* özellikle neonat, yenidoğan, düşük tidal volüm uygulanan erişkin hastalar için daha uygundur. Avantajları minimal ölü mesafe, hafif hasta bağlantısı ve anestezipler gibi multipl gazların ölçülebilmesidir (44). Farklı avantajlara sahip olan bu iki kapnograf tipinin her hastanede bulundurulup kullanılması gerektiği kanaatindeyiz. Çalışmamız Türkiye genelinde kapnograf ile ilgili fiziki şartları ortaya koyan ilk çalışmadır. Bu bulgulara göre altyapı çalışmaları yapılması gerektiği açıktır.

Çalışmamızda EtCO₂'i arttıran durumlara doğru cevap olarak en fazla malign hipertermi yanıtı verilmiştir. EtCO₂'i arttıran durumlara yanlış cevap olarak ise en fazla paralizi yanıtı verilmiştir. Asistan hekim olarak çalışma yılının dağılıma baktığımız zaman EtCO₂'i arttıran durumlara hem doğru hem yanlış cevap verenlerde 2. yıl asistanlarının oranının yüksek olduğu görülmektedir. Fakat çalışmamıza katılan hekimlerin büyük bir çoğunluğunu 2. yıl asistanlarının oluşturması bu konuda sağlıklı yorum yapmayı zorlaştırmaktadır. Bulgularımızda EtCO₂'i arttıran sebeplerden malign hiperterminin iyi bilindiği, azaltan sebeplerden paralizinin pek iyi bilinmediği ortaya konulmuştur. Tüm anestezi asistanlarının EtCO₂'i değiştiren sebepleri bilmesi elzemdir. Çünkü bu sebepleri bilmek klinik pratikte sık karşılaşılan hayatı tehdit edebilen durumları tanımada faydalıdır.

Katılımcıların gerek kapnograf ölçüm değerlerinin bağımlı olduğu durumlar hakkındaki bilgileri, gerek grafik şeklinin bize verebileceği klinik bilgiler hakkındaki farkındalıkları oran olarak tatmin edici olmakla birlikte, ankete katılımda bulunmayan kesimin farkındalığı belirsizdir. Ancak örneklemimizi oluşturan % 10 luk katılımcı verileri ve istatistiksel yorumları ile belirsizlik minimize edilebilir. Monitörün gösterdiği verileri yorumlamak ve doğru müdahaleleri yapmak bilgi ve deneyim gerektirir. Araştırmamızda anestezi asistanlarının kapnografi hakkındaki bilgilerini ve bu bilgileri pratikte ne kadar kullanabildiklerini anlamaya çalıştık. Gerek kapnografi trasesi ile tanı koymadaki oranlar, gerekse endotrakeal tüp yeri doğrulama ve KPR'da kapnograf kullanmaları ile ilişkili oranlar yüksek bulunmuştur. Bu durum pratik / klinik kullanımda katılımcıların bilgilerinden hasta güvenliği açısından faydalandıklarını göstermektedir. Örneklemimiz toplumun bir parçası olup toplumun tamamı hakkında fikir verebileceği gerçekliğinden bakarsak,

araştırmanın sonuçları daha önceki araştırmaların aksine moral verici olarak yorumlanabilir.

Kapnografi monitörizasyonu özellikle genel anestezi için olmazsa olmazdır. Sedasyon uygulamalarındaki önemi ise son yıllarda daha iyi anlaşılmış ve bir çok çalışmayla desteklenmiştir. Çalışmamızda kapnografi en çok genel anestezi (%95,1) uygulamalarında kullanılsa da, sedasyon uygulamalarındaki kullanım oranının (%81,2) da yeterli olduğu görülmektedir. Bu oranlar belirlenmiş yerleşik bir eğitim şekli olmamasına rağmen katılımcıların güncel bilgilere ulaşabildiklerini göstermektedir.

Kapnografi; şok, pulmoner embolizm, akut kardiyak yetmezlik, ARDS gibi yoğun bakımda sık gelişen perfüzyon bozukluğuna neden olan sorunların gelişimini erken fark etmemiz için değerli bir habercidir. Ayrıca yoğun bakımda endotrakeal tüpün yerleştirilmesi, solunum parametrelerinin takibi, apne testi, NIMV gibi pek çok alanda kullanılabilir. Ayrıca literatürde yoğun bakımda solunum yetmezliği nedeniyle entübe olarak izlenen hastaların yatışta ölçülen kapnografik parametrelerinin ekstübasyon başarısının tahmin edilmesi üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada bu parametrelerin ekstübasyon başarısızlığının erken bir göstergesi olabileceği gösterilmiştir (45). Çalışmamızda kapnografinin yoğun bakımda kullanım oranı (%60,9) yetersizdir. Çalışmamızda yoğun bakımdaki uygulamalardan apne testi ve NIMV’de kapnografi kullanım oranlarının da düşük olması bu durumu desteklemektedir. Literatürde yoğun bakımda kapnografi kullanımının birçok yararı gösterilmiştir. Buna rağmen bu konuda yetersiz bir kullanım oranı olması ülkemizde bu konuya yeterli önemin verilmediğini düşündürmektedir. Gelecekte bu konuya dikkat çeken çalışmalar planlanması ve kurslar düzenlenerek yoğun bakım çalışanlarının bu konuda eğitim düzeyinin artırılması yoğun bakımda kapnografi kullanma oranının arttırılmasında etkili bir strateji olacaktır.

EtCO₂’de ani bir düşüş, akciğerin kan akışının engellenmesi (trombüs, hava veya yağ vb. ile) veya düşük kardiyak output nedeni ile akciğer perfüzyonunda azalma olduğunu göstermektedir. Eğer bir pulmoner emboli akciğere giden kan akışını engellerse, alveollere daha az CO₂ ulaşır, dolayısıyla EtCO₂ seviyeleri normal

seviyenin altında kalır. Çalışmalar EtCO₂ monitörizasyonu ile akciğer embolisinin rahatlıkla tespit edilebildiğini göstermiştir (46, 47). Bizim çalışmamızda da kapnograf ile en çok pulmoner emboli tanısı koyulmuştur. Ayrıca çalışmaya katılanlar EtCO₂'in ani düşmesinin en çok emboli (%83,4) ile olduğunu düşünmektedir. Çalışmamız bize pulmoner emboli ve kapnograf ilişkisinin asistan hekimler arasında yeterli bilindiğini göstermektedir. Bu çalışmanın kapnografi ile tanı koyulabilecek diğer klinik durumların tanınma oranını arttıracak olduğunu düşünmekteyiz. Bizce ek çalışmalar ve eğitim ile bu farkındalık artırılmalı, düzenli olarak güncellenmeli ve yeni araştırmalar için teşvik edici koşullar ortaya konulmalıdır.

Kardiyak arrest gelişmeyen hastalarda kapnogram ile endotrakeal tüp (ETT) yerleşimi doğrulanmasının sensitivitesi ve spesifitesi %100'dür (48). Kardiyak arrestte ise kapnografle ETT yerleşimi; %64-100 sensitivite ve %100 spesifite ile doğrulanır (49). Uzamış kardiyopulmoner resüsitasyonlarda akciğer perfüzyonu olmadığı için kapnogram eğrisi oluşmadığından, düz çizgi görülebilir. Daha önce yapılan bir çalışmaya katılanların %95,5'i hava yolu gerecinin doğru yerleşimi için EtCO₂ monitörizasyonu kullandıklarını ifade etmişlerdir (39). Bizim araştırmamızda da benzer şekilde kapnografi en çok havayolu araçlarının doğru yerleşiminde kullanılmaktadır (%86,1). Daha geniş çalışmalar trakeal entübasyonun doğrulanmasında EtCO₂ değeri izleminin güvenilirliğinin ortaya konmasına yardımcı olacaktır. Kapnogramın hasta transferi, manyetik rezonans görüntüleme (MR) uygulamaları ve NIMV'de çok az kullanılmaktadır. Bunun sebebi kliniklerde yeterince kapnograf bulunmaması ya da hekimlerin bu uygulamalarda kullanılmasını gereksiz bulması olabilir. Ama kapnografinin kullanıldığı takdirde hasta güvenliğini arttıracak açıktır. Bu oranların artırılması için çalışmalar yapılabilir.

Hasta spontan solunum gayretleri sarf ettiğinde ve bir sonraki mekanik ventilasyondan önce soluduğunda, sıkça görülen anormal kapnogramlar ortaya çıkar. Alveolar platodaki bu karakteristik çentik hastanın solumaya başladığını gösteren önemli bir klinik bulgudur. Sonuç olarak kaf kaçağı normal dalga formu konfigürasyonunda değişen derecelerde erken azalmalarla sonuçlanır. Düzensiz ve birbirine benzemeyen dalga formları, cerrahlar tarafından diyafragma manipülasyonlar, cerrahın hastanın göğsü üzerine uyguladığı basınç CO₂ ile şişirilmiş

bir karına vurulması veya mekanik ventilasyon altında spontan solunuma bağılı ortaya çıkabilir (2). Bizim araştırmamızda kapnograf trasesine bakarak en çok spontan respiratuar efor (%80) tanısı koyulmuştur. En az ise kardiyak arrest (%22,3) ve kardiyak osilasyon (%16,8) tanısı koyulmuştur. Böyle olmasının nedeni hastanın spontan solunumunun gelmesinin kardiyak arrest ve kardiyak osilasyon durumlarından daha sık gerçekleşmesi olabilir. Çünkü diğer verilerimizde bu durumların tanınmasındaki bilgi düzeylerinin yeterli olduğu ortaya konmuştur.

Kapnografinin solunum parametrelerini düzenlemede ve solunum durumunu takip etmedeki yararları anestezi pratiğinde çok önemlidir. Özellikle ilave oksijen desteği verilen hastalarda kapnogram, pulseoksimetri ile düşük oksijen saturasyonu (SpO_2) değeri saptanmasından daha erken ortaya çıkan bir uyarıcıdır (50). Ayrıca end-tidal karbondioksit parsiyel basınç değerleri ile kardiyak indeks arasında anlamlı bir korelasyon vardır (51). Bizim çalışmamızda kapnograf kullanılarak solunum volümü ve solunum sayısını belirleme, apneyi / diskonneksiyonu tanıma, hipoksiyi belirleme, kardiyak output değişiklikleri tahmin etme oranları benzerdir. Çalışmamızda katılımcıların kapnograf ölçümünün en çok (% 82,3) kardiyak outputa bağılı olduğunu belirtmelerine rağmen kapnograf kullanarak kardiyak output belirleme oranının yetersiz olması dikkat çekicidir. Bu durum katılımcıların kapnograf kardiyak output ilişkisi konusunda teorik bilgilerinin uygulamaya dökmekte yetersiz olduklarının bir göstergesi olabilir. Çalışmamızla bu konulardaki farkındalığın arttığını düşünsek de bu konuda ek çalışmalara ihtiyaç vardır. Kapnografin entübasyon doğrulama için kullanımı ise yeterlidir. Bu durum çalışmamızdaki kapnografinin en çok havayolu araçlarının doğru yerleşiminde kullanılması bilgisiyle örtüşmektedir.

Araştırmamıza katılan asistan hekimlerin %5,8 inin çalışması varken sadece %0,3 ün birden fazla çalışması vardır. Asistan hekim olarak çalışma yılı ile kapnografi ile ilgili çalışma yapanlar arasında anlamlı bir fark yoktur. Kapnografi eğrisi ile ilgili sorularda sadece doğru cevabı kardiyak arrest olan soruda asistan hekim olarak çalışma yılı arttıkça doğru cevap verme oranı artıyordu. Kapnograf eğitimini kurs ile arttıran asistan hekimlerin kıdem yılı ile; kapnograf eğitimini kitap/makale/internet ile kendi öğrenenler arasında veya kapnograf eğitimini kıdemli meslektaşlarından öğrenenler arasında anlamlı bir fark yoktu. Asistan hekim olarak

Çalışma yılı ile kapnografi ile ilgili çalışma yapanlar arasında anlamlı bir fark yok iken, asistan hekim çalışma yılı ile alınan puanlar arasında pozitif yönde zayıf bir korelasyon vardı. Yine kapnografi ile ilgili herhangi bir resmi eēitim alanlar, almayanlara göre anlamlı olarak daha fazla doēru cevap vermişlerdi. EtCO₂ artıran nedenlere doēru cevap verenler arasında, asistan hekim olarak 1 yıl çalışanlarla, 2 yıllık 3 yıllık 4 yıllık ve 5 yıllık olanlar arasında yine fark vardı. Diēer yılların arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştı. Bu durum tarafımızca, asistanlıēın ilk yıllarında sahip olunan bilgi ve deneyimin üzerine ilerleyen yıllarda pek fazla bir şeyler ilave edilemediēi, kurumsal olmayan eēitim şekli ile yavaş ve sınırlı aşama kaydedildiēi şeklinde yorumlanmıştır. Çünkü katılımcılardan sadece kapnografi ile ilgili kursa katılanların puan ortalaması hiçbir eēitim almayanların ve 1 yıldır anestezi asistanlıēı yapan katılımcıların puan ortalamasından yüksektir. Ayrıca alışmamızda kıdem yıllarına göre asistan hekimlerin aldıkları puanlar arasındaki zayıf korelasyon düşündürücüdür. Bu kapnografinin asistan hekimler arasında öneminin yeterince anlařılmadıēının bir göstergesidir. Bu alışma ile bu farkındalıēın arttırıldıēını varsayabilmek için ek çalışmalara ihtiyaç vardır. Birinci yıldan itibaren asistan hekimlerin kapnografi ile ilgili edindikleri teorik bilgilerini uygulamaya dökme becerileri uyumlu görünmektedir. Kapnografi eēitimi olarak sadece bir kurs alan asistan hekimler bile diēerlerinden daha yüksek puanlar almıştır. Bu durum kapnografi ile ilgili kursların faydalarını göstermektedir. Bu eēitim özellikle asistanlık eēitiminin başından itibaren verilmeli ve asistanlıēa yeni başlayanların da eēitim düzeyinin daha da arttırılması hedeflenmelidir. Chee RC ve ark. acil servis çalışanları üzerinde yaptıēı kapnografi ile alakalı çalışmada sadece bir asistan kapnografi ile ilgili eēitim almıştır. Bu çalışmada acil servislerde çalışan asistanların EtCO₂ bilgisi buna raēmen yeterli çıkmıştır (52). Aynı çalışmada bilginin pratikte kullanımı ve yorum yapma ise yetersiz bulunmuştur. Bizim çalışmamız eēitim alanların oranının daha yüksek olması ve anestezi kliniēinde yapılmış olmasıyla bu çalışmadan farklıdır. Buna raēmen sonuçları bizim çalışmamızla benzerdir. Literatürdeki çalışmaların kapsamına alınmamış olan saēlık alışanlarında bile, sayısız yararı gösterilmiş olan kapnografi kullanımına ilişkin bilgi ve farkındalıēın arttırılması hedeflenmelidir. Gelecekte yapılacak olan çalışmaların bunlara dikkat edilerek planlanması yararlı olacaktır.

5.1.Araştırmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın metodolojisi ve tasarımı Türkiye Cumhuriyeti (T.C.) anestezi hekimleri örneklemini kapsamaktadır. Acil servis, erişkin yoğun bakım (YB), Pediatrik YB ve 112 çalışanları gibi farklı görevlerde çalışanları kapsamamaktadır ve onlar için genellenemez. Oysa EtCO₂ kullanımı bu çalışan grubu içinde önemli bir monitörizasyondur.

TARD ve T.C.'nin web üzerinde yazılı belgelerinde kapnografi konusunda uygulanan bir eğitim standardizasyonuna rastlamadık, dolayısı ile eğitim almış ve deneyim sahibi olmuş bireyler ile araştırmanın sonucu farklılık gösterebilir.

Bu çalışma ile EtCO₂ farkındalığı açısından, uzmanlık öncesi anestezi hekimlerinin farkındalığının artıp artmadığının anlaşılabilmesi, bir süre geçtikten sonra bu çalışmanın kapsamının genişletilerek tekrarlanması ile mümkün olabilecektir.

Bu araştırmada EtCO₂'nin kullanımında hasta popülasyonuna (ASA I-IV vs) ilişkin bir ayırım yapılmamıştır. Ayrıca kurumsal (özel/kamu/üniversite vs) farklılıklar göz ardı edilmiştir. Her iki durumda EtCO₂ kullanıma ilişkin verileri etkileyebilir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak araştırmamızda; anestezi asistan hekimlerin tamamına yakınının kapnograf kullanıyor olması, her hastada kullanımının gerekli olduğunu düşünmeleri, EtCO₂ monitörizasyonunu peroperatif ventilasyon takibinde güvenli bulmaları, havayolu gereçlerinin doğru yerleşip yerleşmediğinin değerlendirilmesinde faydalanmaları olumlu karşılanırken, kliniklerin yarıya yakınında tüm anestezi cihazlarında kapnogram olmaması, kapnografi olan defibrilatörler ve volüm kapnografin çok az klinikte olması, kapnografi ile ilgili çalışması olan anestezi hekimi sayısının çok az bulunması olumsuz karşılanmıştır. Kapnografi ile ilgili bilgileri genel olarak kıdemli meslektaşlarından öğrenmeleri daha verimli bir eğitim olanağı sağlanması konusunda çaba gösterilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmayla Türkiye'de kapnograf kullanımıyla alakalı farkındalık arttırılmaya

alışılmış, anestezi asistan hekimlerin kapnograf kullanım alışkanlıkları ve bilgi düzeyleriyle ilgili veriler elde edilmiştir. Literatürde Türkiye’de kapnograf kullanımıyla alakalı çalışma çok sınırlıdır. Ek çalışmalara ihtiyaç vardır.



7.KAYNAKÇA

- 1) Yazar, Uzun Ş, Başgöl E. Perioperatif non-invaziv monitorizasyon [İnternet]. 2009 [Erişim Tarihi 20 Ağustos 2023]. Erişim adresi: https://anestezidergisi.com/pdfs/2009_3-99-2-UZUN.pdf
- 2) Duke JC, Keech BM. Duke Anestezi Sırları, 5. Baskıdan Çeviri. (Keçik Y, Alkış N, Çeviri editörleri). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2017.
- 3) Bhatt H, Powell KJ, Jean DA. First Aid for the anesthesiology boards, 1. Baskıdan Çeviri. (Keçik Y, Alanoğlu Z, Çeviri editörleri). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2013.
- 4) Endtidal Karbondioksit (EtCO₂) Kapnografi [İnternet]. 2022 [Erişim Tarihi 30 Ağustos 2023]. Erişim adresi: <https://www.acilcalisanlari.com/endtidal-karbondioksit-Etco2-kapnografi.html>
- 5) Marino PL. The ICU Book, 4. Baskıdan Çeviri. (Kılıç M, Dumlu EG, Çeviri editörleri). Ankara: Palme Yayınevi; 2018.
- 6) Marik PE. Sublingual capnography: clinical validation study. Chest. 2001; 120: 923-927.
- 7) Yazar, Karcıoğlu Ö. Kritik Hasta Bakımında Kapnografinin Rolü [İnternet]. 2014 [Erişim Tarihi 30 Kasım 2023]. Erişim adresi: <https://cerrahpasamedj.org/Content/files/sayilar/114/114-809.pdf>
- 8) Kapnografi Normal Fizyolojisi [İnternet]. 2022 [Erişim Tarihi 25 Ağustos 2023]. Erişim adresi: https://file.atuder.org.tr/_atuder.org/fileUpload/e8GifRv97QAK.pdf
- 9) Keçik Y, Alkış N, Alanoğlu Z, Yörükoğlu D. Temel Anestezi Soru Kitabı. Ankara: Ayrıntı Basım ve Matbaacılık Hizmetleri; 2015.
- 10) Keçik Y, Alkış N, Alanoğlu Z, Yörükoğlu D. Temel Anestezi. Ankara: Ayrıntı Basım ve Matbaacılık Hizmetleri; 2016.
- 11) Butterford JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan&Mikhail Klinik Anesteziyoloji, 5. Baskıdan Çeviri. (Cuhruk H, Çeviri editörleri). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2015.
- 12) Derswitz M, Walz JM. Anesteziyoloji Sınav ve Board Derlemesi, 7. Baskıdan Çeviri. (Turan İO, Çeviri editörleri). Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2016.
- 13) Shafieha MJ, Otur J, Kartha R, Sabnis L, Hajianpour B, Pappas AL, et al. End-tidal CO₂ analyzers in proper positioning of the double-lumen tubes. Anesthesiology. 1986; 64: 844-5.
- 14) Linlo K, Paloheimo M. Capnography facilitates blind nasotracheal intubation. Acta Anaesthesiol Belg. 1983; 34: 117-22.
- 15) Robertson KM, Lubarsky DA, Sudharma R. Anestheziyoloji Board Rewiew, 2. Baskıdan Çeviri. (Keçik Y, Çeviri editörleri). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2011.
- 16) Davis DP, Dunford JV, Ochs M, Park K, Hoyt DB. The use of quantitative end-tidal capnometry to avoid inadvertent severe hyperventilation in patients with head injury after paramedic rapid sequence intubation. J Trauma. 2004; 56: 808-14.

- 17) Helm M, Schuster R, Hauke J, Lampl L. Tight control of prehospital ventilation by capnography in major trauma victims. *Br J Anaesth*. 2003; 90: 327-32.
- 18))Orhan Ç. Acil serviste kapnografi kullanımı. *Tr J Emerg Med*. 2011 ;11(2): 80-89.
- 19) Temel Anestezik İzleme için ASA Standartları, Menş e Komitesi: Standartlar ve Uygulama Parametreleri (ASA Delegeler Meclisi tarafından 21 Ekim 1986'da onaylandı ve en son 20 Ekim 2010'da tadil edildi ve 1 Temmuz 2011'de yürürlüğe girdi, bölüm 3.2.4'ten alıntı.
- 20) Mallick A, Venkatanath D, Elliot SC, Hollins T, Nanda Kumar CG. A prospective randomized controlled trial of capnography vs. bronchoscopy for Blue Rhino percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia*. 2004; 59: 301-2.
- 21) Coleman NA, Power BM, Van Heerden PV. The use of end-tidal carbon dioxide monitoring to confirm intratracheal cannula placement prior to percutaneous dilatational tracheostomy. *Anaesth Intensive Care*. 2000; 28: 191-2.
- 22) Manifold CA, Davids N, Villers LC, Wampler DA. Capnography for the nonintubated patient in the emergency setting. *J Emerg Med*. 2013; 45(4): 626-32.
- 23) Mieloszyk RJ, Verghese GC, Deitch K, et al. Automated quantitative analysis of capnogram shape for COPD-normal and COPD-CHF classification. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014; 61(12): 2882-90.
- 24) Weihua C, Jingying Y, Demin H, Yuhuan Z, Jiangyong W. End-tidal carbon dioxide concentration monitoring in obstructive sleep apnea patients. *Am J Otolaryngol*. 2011; 32(3): 190-3.
- 25) Ornato JP, Garnett AR, Glauser FL. Relationship between cardiac output and the end-tidal carbon dioxide tension. *Ann Emerg Med*. 1990; 19: 1104-6.
- 26) Lewis LM, Stothert J, Standeven J, Chandel B, Kurtz M, Fortney J. Correlation of end-tidal CO₂ to cerebral perfusion during CPR. *Ann Emerg Med*. 1992; 21: 1131-4.
- 27) Grmec S, Klemen P. Does the end-tidal carbon dioxide (EtCO₂) concentration have prognostic value during out-of-hospital cardiac arrest? *Eur J Emerg Med*. 2001; 8: 263-9
- 28) Salen P, O'Connor R, Sierzenski P, Passarello B, Pancu D, Melanson S, et al. Can cardiac sonography and capnography be used independently and in combination to predict resuscitation outcomes? *Acad Emerg Med*. 2001; 8: 610-5.
- 29) Neumar RW, Otto CW, Link MS, Kronick SL, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 8: adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010; 122(18 Suppl 3): S729-67.
- 30) Deakin CD, Sado DM, Coats TJ, Davies G. Prehospital end-tidal carbon dioxide concentration and outcome in major trauma. *J Trauma*. 2004; 57(1): 65-68.
- 31) Hunter CL, Silvestri S, Dean M, Falk JL, Papa L. End-Tidal carbon dioxide is associated with mortality and lactate in patients with suspected sepsis. *Am J Emerg Med*. 2013; 31(1): 64-71

- 32) Long B, Koyfman A, Vivirito M. Capnography in the Emergency Department: A Review of Uses, Waveforms, and Limitations. *J Emerg Med*. 2017; 53(6): 829-842.
- 33) Kunkov S, Pinedo V, Silver EJ, Crain EF. Predicting the need for hospitalization in acute childhood asthma using end-tidal capnography. *Pediatr Emerg Care*. 2005; 21: 574-7.
- 34) Weiniger, et al. Prospective Observational Investigation of Capnography and Pulse Oximetry Monitoring After Cesarean Delivery With Intrathecal Morphine. *Anesth Analg*. 2019; 1128(3): 513-22.
- 35) Kodali BS. Capnography outside the operating rooms. *Anesthesiology*. 2013; 118: 192-201.
- 36) Dogan NO, Sener A, Gunaydin GP, Icme F, Celik GK, et al. The accuracy of mainstream end-tidal carbon dioxide levels to predict the severity of chronic obstructive pulmonary disease exacerbations presented to the ED. *The American journal of emergency medicine*. 2014; 32(5): 408-11.
- 37) Garey D, Ward R, Rich W, Heldt G, Leone T, Finer N. Tidal volume threshold for colorimetric carbon dioxide detectors available for use in neonates. *Pediatrics*. 2008; 121(6): 1524-7
- 38) Vukmir RB, Heller MB, Stein KL. Confirmation of endotracheal tube placement: a miniaturized infrared qualitative CO₂ detector. *Ann Emerg Med*. 1991; 20: 726-9
- 39) Genç Moralar D, Kesici S. Anesthesiologists' perioperative applications of end-tidal carbon dioxide monitoring. *Med J SDU*. 2019; 26(3): 312-31
- 40) Zengin EN, Özgüner Y. Anestezi ve Yoğun Bakım Ünitelerinin Vazgeçilmezi: End-Tidal Karbon Dioksit ve Kapnografi: 1980-2022 Döneminde Bir Bibliyometrik Analiz. *JARSS*. 2023; 31(4): 310-324.
- 41) Krauss BS, Andolfatto G, Krauss BA, et al. Characteristics of and Predictors for Apnea and Clinical Interventions During Procedural Sedation. *Ann Emerg Med*. 2016; 68:564-73.
- 42) Akçora Z. Acil servise başvuran hipoperfüze hastalarda EtCO₂ düzeyinin prognoz üzerine etkisi [tıpta uzmanlık tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2018.
- 43) Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH et al. Pulmonary Dead-Space Fraction as a Risk Factor for Death in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 2002; 346: 1281-6.
- 44) Yoğun Bakım Ünitesinde Enfeksiyonlar [İnternet]. 2022 [Erişim Tarihi 27 Aralık 2023]. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Bulent-Calik/publication/329323391_YOGUN_BAKIM_UNITESİNDE_iNFEKSiYONLAR/links/5c0159c245851523d1560f7e/YOGUN-BAKIM-UeNiTESİNDE-iNFEKSiYONLAR.pdf
- 45) Özyılmaz E, Aydoğdu M, Gürsel G. Fizyolojik ölü boşluk ölçümünün ekstübasyon başarısını tahmin etmedeki rolü. *Tüberküloz ve Toraks*. 2010; 58(2): 154-161.

- 46) Visnjevac O, Pourafkari L, Nader ND. Role of Perioperative Monitoring in Diagnosis of Massive Intraoperative Cardiopulmonary Embolism. *J Cardiovasc Thorac Res.* 2014; 6: 141-145.
- 47) Rumpf TH, Krizmaric M, Grmec S. Capnometry in suspected pulmonary embolism with positive D-dimer in the field. *Crit Care.* 2009; 13: 196.
- 48) Sandroni C, De Santis P, D'Arrigo S. Capnography during cardiac arrest. *Resuscitation.* 2018; 132: 73–7.
- 49) Cook TM, Nolan JP. Use of capnography to confirm correct tracheal intubation during cardiac arrest. *Anaesthesia.* 2011; 66: 1183–4.
- 50) Barash PG, Cullen FB, Stoeltin RK. *Klinik Anestezi Temelleri*, 1. Baskıdan Çeviri. (Yıldız K, Çeviri editörleri). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2017.
- 51) Shibutani K, Muraoka M, Shirasaki S, Kubal K, Sanchala VT, Gupte P. Do changes in end-tidal PCO₂ quantitatively reflect changes in cardiac output? *Anesth Analg.* 1994; 79: 829–33.
- 52) Chee RC, Ahmad R, Zakaria MI, Yahya MF. The assessment of end-tidal capnography waveform interpretation and its clinical application for emergency residents in Malaysia: A Cross-Sectional Study. *Eurasian J Emerg Med.* 2021; 20(3): 161-71.

8.EKLER

EK-1 ETİK KURUL ONAM FORMU

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Sayın Prof.Dr. Fikret Maltepe

Araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederiz.

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	goaek@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	8021-GOA
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☒ MÜNFERİT ARAŞTIRMA ☐ ÖÇM ☐ YÜKSEKLİSANS ☐ DOKTORA ☐
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	İzmir İlindeki Anesteziyoloji ve Reanimasyon Tıpta Uzmanlık Öğrencilerinin Kapnometre Kullanım Alışkanlıkları ve Bilgi Düzeyinin Değerlendirilmesi
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr. Fikret Maltepe Anestezi ve Reanimasyon A.D.
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐ İngilizce ☒ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2023/17-18	Tarih:24.05.2023				
	Prof.Dr. Fikret Maltepe'nin sorumlusu olduğu "İzmir İlindeki Anesteziyoloji ve Reanimasyon Tıpta Uzmanlık Öğrencilerinin Kapnometre Kullanım Alışkanlıkları ve Bilgi Düzeyinin Değerlendirilmesi" isimli klinik araştırmaya ait araştırmacı dilekçesine ilişkin;					
	-Çalışma başlığının "Türkiyedeki Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Tıpta Uzmanlık Öğrencilerinin Kapnometre Kullanım Alışkanlıkları ve Bilgi Düzeyinin Değerlendirilmesi" olarak değiştirilmesi ile ilgili belgeler incelenerek bilgi edinilmiş ve uygun bulunmuştur. Kurum izninin 3 ay içerisinde Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.					
ETİK KURUL BİLGİLERİ						
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu					
ETİK KURUL ÜYELERİ						
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkili mi?		
Prof.Dr.Mehmet Birhan Yılmaz (Başkan)	Kardiyoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Şükran Köse (Başkan Yardımcısı)	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Ahmet Okay Çağlayan	Moleküler Tıp	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Suna Asilsoy	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Aylin Özgen Alpaydın	Göğüs Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Özgür Er	Endodonti A.D.	Diş Hekimliği Fakültesi	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Hatice Şimşek Keskin	Halk Sağlığı	DEÜ Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Seher Özyürek	Muskuloskeletal Fizyoterapi	DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Nil Hocaoglu Aksay	Tıbbi Farmakoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Meryem Öztürk Haney	Halk Sağlığı Hemşireliği	Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Şule Özbilgin	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	DEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Tolga Şahin	Spor Yönetim Bilimleri	Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi	Erkek	E ☐	H ☒	
Dr.Öğr.Üyesi Gamze Tuna	Tıbbi Biyokimya	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Kadın	E ☐	H ☒	

EK-2 Anket Formu

1.Aydınlatılmış Onam: " TÜRKİYEDEKİ ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON TIPTA UZMANLIK ÖĞRENCİLERİNİN KAPNOMETRE KULLANIM ALIŞKANLIKLARIVE BİLGİ DÜZEYİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ " başlıklı çalışmaya davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. "Kabul Ediyorum" seçeneğini tıkladığınızda verdiğiniz bilgiler, kişisel verileriniz tamamen korunarak, bilimsel amaçlı olarak, yayınlarda kullanılacaktır. Gönüllü olarak katıldığınız bu araştırmayı istediğiniz zaman yarıda bırakabilirsiniz. Anketi doldurmanız yaklaşık 5 dakika alacaktır. Çalışmada sizden isim, adres gibi kimlik belirleyici herhangi bir bilgi istenmemektedir. Verilen cevaplar gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından anonim olarak, bilimsel yayınlarda kullanılacaktır.. Bu araştırmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve istediğim zaman yarıda bırakabileceğimi biliyorum. Verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı yayınlarda kullanılmasını;

Evet, Kabul Ediyorum()

Hayır, Kabul Etmiyorum()

2.Yaşınız

.....

3. Cinsiyet Kadın Erkek

4.Kaç yıldır çalışıyorsunuz

.....

5. Kaç yıldır asistan hekimsiniz

.....

6. Bir çalışma gününde ortalama kaç hastaya anestezi ya da tıbbi bakım uyguluyorsunuz?

.....

7.Kapnograf kullanıyormusunuz ?

Evet()

Hayır()

8.Kapnograf kullanımı hakkındaki düşünceniz nedir ?

a. Rutin olarak her hastada kullanılmalı

- b. ASA III hastalarda kullanılmalı
- c. Her hasta için kullanımını gereksiz buluyorum
- d. Kullanmıyorum

9. Hangi tür kapnograf kullanıyorsunuz ?

- a. Ana akımlı (mainstream)
- b. Yan akımlı (sidestream)
- c. İkisini de kullanıyorum

10. Kapnograf cihazınız hangi yöntem ile analiz yapmakta ? (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

- a. Kızılötesi spektrofotometri
- b. Moleküler korelasyon spektrofotometrisi
- c. Raman spektrofotometrisi
- d. Kütle spektrofotometrisi
- e. Fotoakustik spektrofotometri
- f. Bilmiyorum

Diğer.....

11. Daha önce kapnograf eğitimi aldınız mı ? (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

- a. Almadım
- b. Kitap / makale / internet
- c. Kıdemli meslektaşlarımdan
- d. Kursu katıldım

Diğer.....

12. Kapnograf ile ilgili bir çalışmanız/araştırmanız varmı ?

- a. Yok
- b. Var
- c. Birden fazla var

13. Kapnograf kullanımını ülkemizde yasal olarak zorunlu mu ?

- a. Evet()
- b. Hayır()

14. EtCO₂ monitörizasyonunu peroperatif ventilasyon takibinde güvenilir buluyor musunuz?

a.Evet()

b.Hayır()

15.Kliniğinizde kapnogram bütün anestezi cihazlarında var mı?

a. Evet()

b. Hayır()

16.Hastanenizde volüm kapnografi var mı?

a. Evet()

b. Hayır()

17.Hastanenizde kapnogram kullanılan yerleri işaretlemisiniz? (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

a. Hasta transferi

b. MR

c. Apne testi

d. NIMV

e. Mavi kod

f. Endoskopi

18.Kapnografi ne tür hastalarda kullanıyorsunuz ? (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

a. Genel anestezi

b. Lokal anestezi

c. Sedasyon

d. Yoğun bakım

e. Hasta kontrollü analjezi (HKA)

f. Resüsitasyon

19. Daha önce kapnografi herhangi bir tanı koymanıza yardımcı oldu mu?Olduysa bunlar nelerdir?

a. Evet()

b. Hayır()

Diğer.....

20.Sizce kapnograf kullanımının kontrendike olduğu durumlar varmıdır, varsa nelerdir yazarmısınız ?

a. Evet

b. Hayır

Diğer.....

21.Kapnografiyi hangisinde en çok kullanıyorsunuz?

- a. havayolu gereçleri doğru yerleşimi
- b. kardiyak output göstergesi
- c. Bronkospazmın belirlenmesi
- d. CPR'ın etkin yapılıp yapılmadığı
- e. Klinik tanı koymaya yardımcı olarak(pulmoner emboli,malign hipertermi

vb)

Diğer.....

22.KPR'da kapnograf kullanıyormusunuz ?

- a. Evet ()
- b. Hayır()
- c. Bazen()

23.Hastanenizde kapnografi olan defibrilatör var mı?

- a. Evet
- b. Hayır

24.Sizce kapnograf ölçüm değerinin bağımlı olduğu durumlar varmıdır ?

(Uygun olanların tümünü işaretleyin)

- a. Solunum sayısı
- b. Solunum volümü
- c. Kalp atım hızı
- d. Kardiyak output
- e. Arteriyel kan basıncı
- f. FiO₂ oranı
- g. Vücut ısısı

25.Sizce aşağıdakilerden hangilerinde bir kapnograf kullanımı eş zamanlı uyarı verir ? (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

- a. Entübasyonu doğrulamada
- b. Solunum sayısını belirlemede
- c. Solunum volümünü belirlemede
- d. Kardiyak outputu belirlemede

- e. Apne /diskonneksiyon belirlemede
- f. Hipoksiyi belirlemede
- g. Emboli

26. EtCO₂'nin ani düşmesi sizce neyin göstergesi olabilir ? (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

- a. ekstübasyon
- b. hipoventilasyon
- c. emboli
- d. hiperventilasyon
- e. hipoperfüzyon

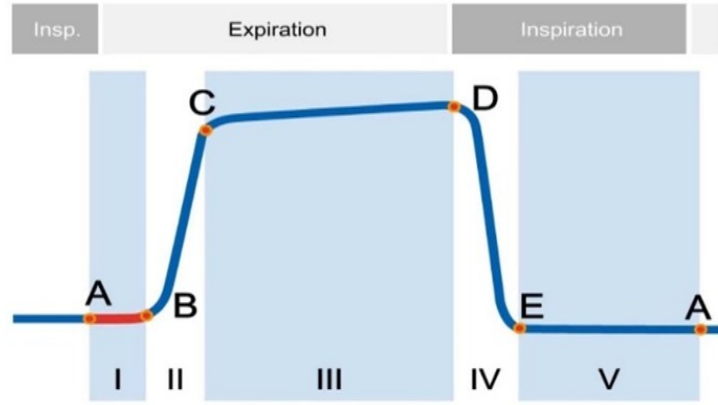
27. Daha önce kapnometre trasesine bakarak hangi durumları farkettiler ve hastaya gerekli işlemleri uyguladınız? (Uygun olanların tümünü işaretleyin)

- a. Rebreathing(Yeniden soluma)
- b. Kardiyak osilasyon
- c. Spontan respiratuvar efor
- d. CO₂ absorbanının tükenmesi
- e. Kardiyak arrest
- f. Bronkospazm

28. Sizce hangi durumlarda EtCO₂ artar?(Uygun olanların tümünü işaretleyin)

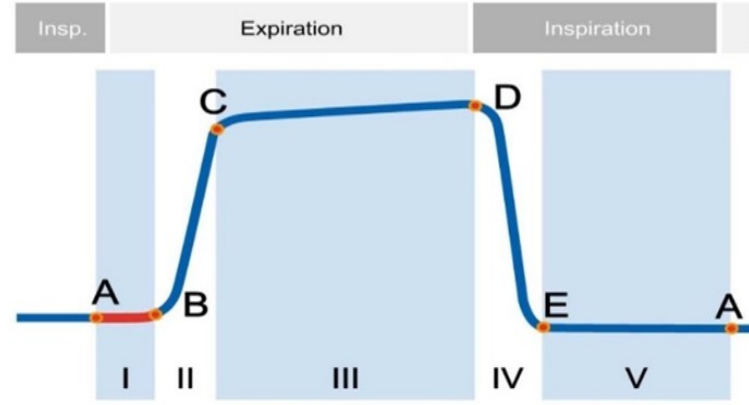
- a. ekstübasyon
- b. Malign hipertermi
- c. emboli
- d. Sepsis
- e. hipoperfüzyon
- f. Yanık
- g. Paralizi
- h. Travma
- i. Hipotermi
- j. Laparoskopi
- k. hipertiroidi

29. Aşağıdaki grafikte EtCO₂'i hangi nokta sizce en iyi gösterir?



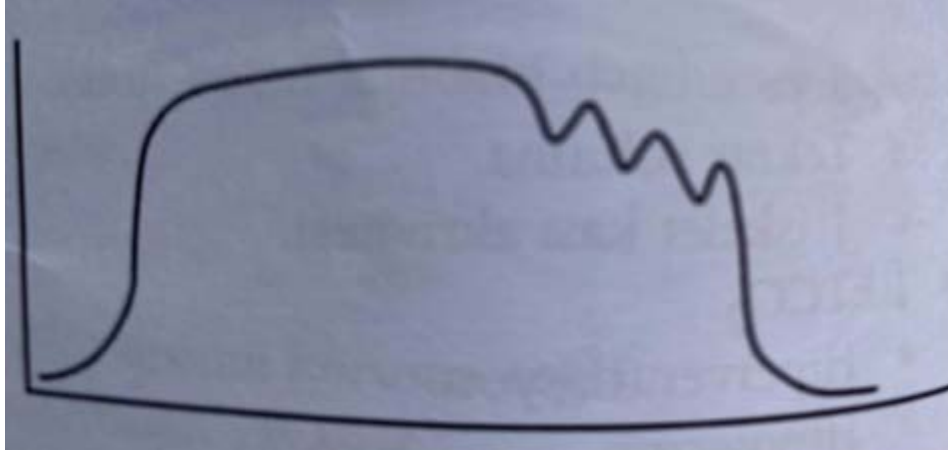
- a)A
- b)B
- c)C
- d)D
- e)E

30. Aşağıdaki grafikte ölü boşluk ventilasyonu sizce hangi alanda olur



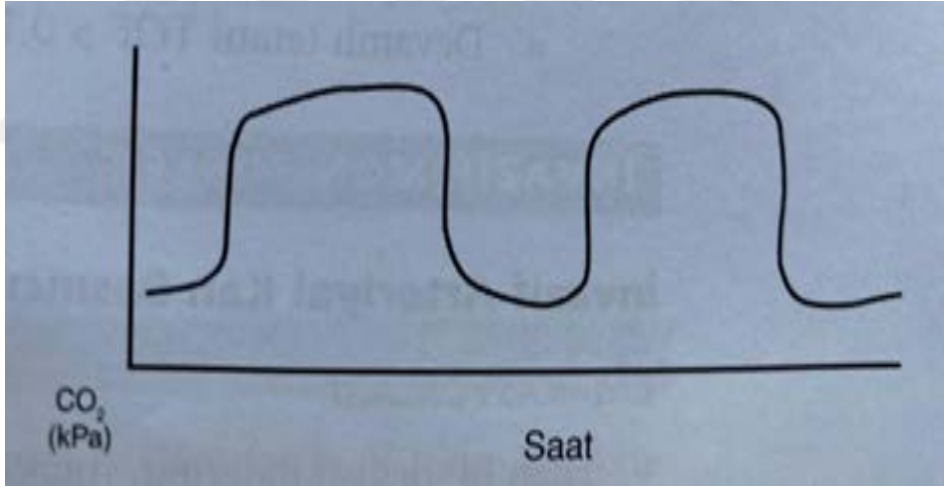
- a)I
- b)II
- c)III
- d)IV

31. Aşağıdaki EtCO₂ dalga formu sizce nasıl yorumlanmalıdır ?



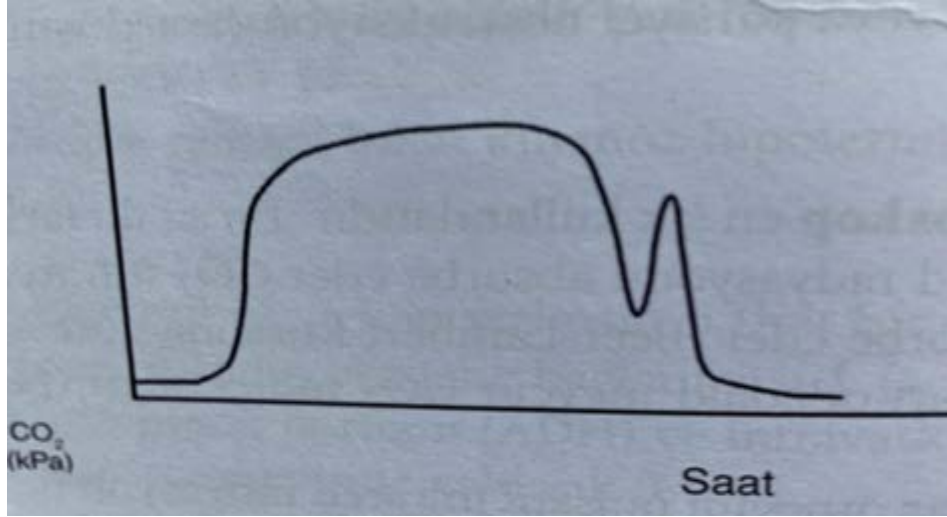
- a) Yetersiz ekspiratuvar valv
- b) Kardiyak osilasyon
- c) Solunum devresinin ayrılması
- d) Kardiyak outputta katastrofik düşüş
- e) CO_2 absorbanının tükenmesi

32. Aşağıdaki EtCO_2 dalga formu sizce nasıl yorumlanmalıdır ?



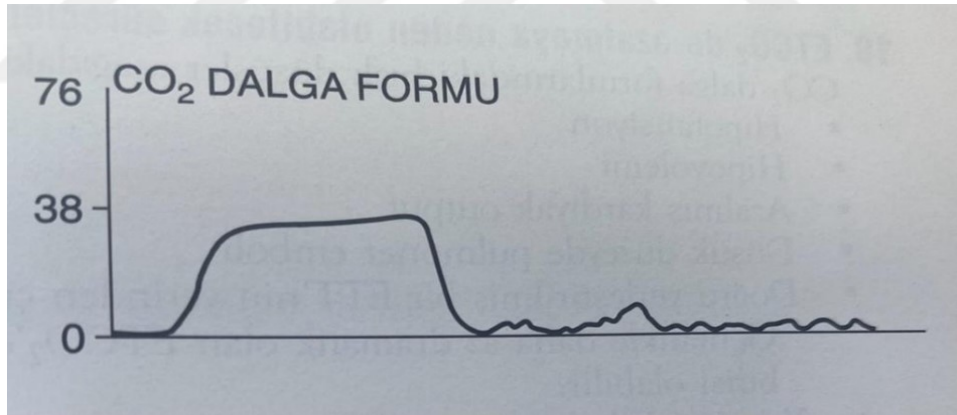
- a) KOAH
- b) Rebreathing
- c) Özefagial entübasyon
- d) Kardiyak osilasyon
- e) Kürar klefti

33. Aşağıdaki EtCO_2 dalga formu sizce nasıl yorumlanmalıdır ?



- a) Rebreathing
- b) Kardiyak osilasyon
- c) Spazm
- d) Kürar klefti
- e) CO₂ laparoskopisi

34. Aşağıdaki EtCO₂ dalga formu sizce nasıl yorumlanmalıdır ?



- a) Rebreathing
- b) Kardiyak arrest
- c) CO₂ absorbanının tükenmesi
- d) Spontan respiratuvar efor
- e) CO₂ laparoskopisi