



RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

ANTROPOMETRİK ÖZELLİKLERİN DÜŞÜK AKIMLA ANESTEZİ
UYGULAMASINDA DESFLURANIN HEDEF ALVEOLAR
KONSANTRASYONA ULAŞMA SÜRESİNE ETKİLERİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Alihan MADRAN

RİZE

2023



RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

ANTROPOMETRİK ÖZELLİKLERİN DÜŞÜK AKIMLA ANESTEZİ
UYGULAMASINDA DESFLURANIN HEDEF ALVEOLAR
KONSANTRASYONA ULAŞMA SÜRESİNE ETKİLERİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Alihan MADRAN

DANIŞMAN
DOÇ. DR. BAŞAR ERDİVANLI

RİZE

2023

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Antropometrik özelliklerin düşük akımla anestezi uygulamasında desfluranın hedef alveolar konsantrasyona ulaşma süresine etkileri” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim.

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

TEŞEKKÜR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalındaki eğitimim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. BAŞAR ERDİVANLI'ya,

Anabilim dalı başkanımız ve klinik şefimiz Doç. Dr. LEYLA KAZANCIOĞLU'na, eğitimime katkıda bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. ABDULLAH ÖZDEMİR'e, Doç. Dr. Hızır KAZDAL'a, Doç Dr. Şule BATÇIK'a, Dr. Öğr. Üyesi Tolga KOYUNCU' ya,

Asistan eğitim sürecimde tecrübelerinden çokça faydalandığım abimiz, ablamız olan Yoğun Bakım Yandal Uzm. Dr. Asiye ÖZDEMİR'e, Uzm. Dr. Ayşe HIZAL'a, Uzm. Dr. Emre KARAGÖZ'e, Uzm. Dr. Tahir ERSÖZ'e ve Uzm. Dr. Ümra Gökçe DEMİR'e,

Beraber çalışmaktan keyif aldığım, dostluk ve desteklerini her zaman hissettiğim tüm asistan arkadaşlarıma,

Çalışmamı yürütmemde katkı ve çabalarını esirgemeyen Kulak Burun ve Boğaz Cerrahisi bölümünün hocalarına, asistan arkadaşlarıma, odada çalışan tekniker, hemşire ve ameliyathane personellerine,

Yıllarca beraber çalıştığımız yoğun bakım ve ameliyathane hemşirelerine, anestezi teknikerlerine, yoğun bakım sekreterlerimize, yoğun bakım ve ameliyathane personellerine,

Doğduğum günden itibaren benim yanımda olan, beni yetiştiren, geliştiren, yol gösteren, onlardan uzakta yaşamak zor olsa da iyi günde ve kötü günde her türlü desteğini hissettiğim, benimle sevinen, benimle üzülen canım annem TÜLAY MADRAN'a, canım babam SÜLEYMAN MADRAN'a ve canım kardeşim EFEHAN MADRAN' a,

Tıp fakültesi yıllarında tanıştığım, güler yüzü, saflığı, iyi niyeti ve koşulsuz desteği ile hep en yanımda olan sevgilim, eşim, birtanem ELVİN MADRAN'a, eşimin bu zamanlara gelmesinde en büyük payı olan METİN KARAHACIOĞLU'na, BİRSEN KARAHACIOĞLU'na ve EREN KARAHACIOĞLU'na sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VII
ABSTRACT	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
KISALTMALAR, SİMGELER VE ŞABLONLAR DİZİNİ	XIV
1. GİRİŞ	2
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. GENEL ANESTEZİ	3
2.2. İNHALER ANESTEZİ	4
2.3. ANESTEZİ CİHAZI	6
2.4. DESFLURAN	8
2.5. DÜŞÜK AKIM ANESTEZİ	9
2.7. SOMATOTİP.....	12
3. MATERYAL VE METOD	13
3.1. HASTA SEÇİMİ.....	13
3.2. HASTA HAZIRLIĞI	14
3.3. İNHALER ANESTEZİ İNDÜKSİYONU	15
3.4. ÇALIŞMA ÇIKTILARI	16

3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	16
4. BULGULAR	17
4.1. PRİMER ÇIKTI	20
4.2. DİĞER HASTA KARAKTERİSTİKLERİNİN FeDes'İN HEDEFE ULAŞMA SÜRESİ İLE İLİŞKİSİ.....	24
4.3. ANESTEZİ İNDÜKSİYONU SONRASI HEMODİNAMİK DEĞİŞİKLİKLER	31
4.4. REGRESYON MODELİ	34
5. TARTIŞMA	35
5.1. SONUÇ.....	39
6. KAYNAKLAR.....	40
7. ETİK KURUL KARARI	44

ÖZET

“Antropometrik Özelliklerin Düşük Akımla Anestezi Uygulamasında Desfluranın Hedef Alveolar Konsantrasyona Ulaşma Süresine Etkileri”

Dr. Alihan MADRAN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi

Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Uzmanlık Tezi

Danışmanı: Doç. Dr. Başar ERDİVANLI

Amaç: Düşük akım anestezisinde halen başlangıçta 4 L/dakika taze gaz akışı 10 dakika boyunca sürdürülmektedir. Gözlemlerimiz ise başlangıçtan itibaren 1 L/dakika taze gaz akışıyla kısa sürede yeterli desfluran alımının sağlanabildiği, ancak hastanın somatotipine (ektomorf, mezomorf, endomorf) göre farklı süreler gerektiği yönündedir. Somatotip akciğer kapasitesi ve supin pozisyonundaki değişikliklerle yakın ilişkili olması nedeniyle incelemeye değerdir. Çalışmanın primer çıktısı somatotipe (ektomorf, mezomorf, endomorf) göre anestezi cihazının ekspiratuar kolundaki desfluran konsantrasyonunun hedeflenen değere ulaşma süresidir. Çalışmanın ikincil çıktısı somatotip ile hedef konsantrasyona ulaşma süresini tahmin edecek bir model geliştirilmesi ve doğruluğunun belirlenmesi; cinsiyet, yaş ve diğer antropometrik özellikler (boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi) ile sürenin ilişkisinin saptanması şeklinde belirlenmiştir.

Materyal ve Metod: Etik Kurulu onayını (2022/11, 20.01.2022) takiben, elektif koşullarda genel anestezi ile cerrahi planlanan 18-75 yaş arasındaki hastalar çalışmaya alındı. Kalp debisi ve fonksiyonel rezidüel kapasitenin standardizasyonu açısından KOAH, amfizem, akciğer cerrahisi öyküsü, kifoskolyoz, artmış intraabdominal basınç, ileri kalp yetmezliği (ejeksiyon fraksiyonu < %35, METS < 4, ileri kapak hastalığı)) saptanan hastalar dışlandı. Standart intravenöz anestezi indüksiyonunu ve entübasyonu takiben tüm hastalarda Primus (Draeger) anestezi makinesi kullanılarak EtCO₂ düzeyi sabit kalacak şekilde ventilasyon parametreleri ayarlandı. Taze gaz akışı 1 L/dakika, desfluran vaporizörü %18 olarak ayarlandı.

Yirmi saniye aralıklarla inspiratuar ve ekspiratuar koldaki desfluran konsantrasyonları (FiDes, FeDes), hemodinamik ve solunumsal parametreler kaydedildi. FiDes $\geq$ %8 ve FeDes $\geq$ %6 değerlerine ulaşıldığında takip sonlandırıldı. Çalışmanın verileri R istatistik programı (sürüm 4.2.2, Vienna R Foundation, Avusturya) ile değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Anestezi cihazının inspiratuar kolundaki desfluran konsantrasyonunun $\geq$ %8, ekspiratuar kolundaki desfluran konsantrasyonunun $\geq$ %6 seviyesine ulaşma süresi saniye cinsinden numerik değer olarak alındı, vücut tipi 3 kademeli ordinal kategorik değişken olarak gruplandı. Primer çıktı olan ekspiratuar kolda hedef desfluran konsantrasyonuna ulaşma süresini tahmin etmek üzere, tüm hasta karakteristiklerini içeren bir lineer regresyon modeli oluşturulması planlandı. Tip 1 hata 0.05, tip 2 hata 0.05, etki gücü 0.1, öngördürücü parametre sayısı 10 alınarak örneklem sayısı 254 olarak hesaplandı (GPower 3.1.9.7).

Bulgular: Toplam 307 hastanın çalışmaya alındı. 271 hastanın verileri analiz edildi.

Koşulların sağlanması ektomorf hastalarda 287 $\pm$ 37 saniye, mezomorf hastalarda 276 $\pm$ 32 saniye, endomorf hastalarda 266 $\pm$ 30 saniye sürdü. Kadınlarda süre 20 saniye daha kısaydı. Ekspiratuar kolda hedeflenen desfluran konsantrasyonuna ulaşma süresi ile yaş, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi arasında negatif, boy arasında pozitif korelasyon saptandı (Pearson korelasyonu: -0.337, -0.123, -0.268, 0.251 p =0.0001). Somatotip içeren modelin tahmin gücü daha yüksek saptandı (p = 0.01).

Sonuç: Sonuç olarak, somatotipin desfluranın ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresi üzerinde bağımsız ve etkili bir parametre olduğu saptandı. Hasta sayısı hesaplanan örneklem boyutunu karşıladığından ve bağımlı ve bağımsız parametreler ortaya konduğundan bu konuda ileri bir çalışmaya gerek olmadığı kanaatindeyiz.

Anahtar kelimeler: Düşük Akım Anestezi, İnhaler Anestezi İndüksiyonu, Somatotip, Desfluran

ABSTRACT

The Effects of Anthropometric Properties on Endtidal Rise Time of Desflurane in Low Flow Anesthesia

Alihan MADRAN, M.D.

Recep Tayyip Erdogan University Medical Faculty

Department of Anesthesiology and Reanimation

Thesis

Supervizor: Assoc. Prof. Başar ERDİVANLI

Objective: In low-flow anesthesia, the current practice involves maintaining a fresh gas flow of 4 L/min at the beginning for 10 minutes. However, our observations indicate that adequate desflurane intake can be achieved rapidly with a fresh gas flow of 1 L/min shortly after the initiation, but the duration varies depending on the patient's somatotype (ectomorph, mesomorph, endomorph). Considering the close relationship between somatotype and lung capacity, as well as changes in the supine position, further investigation is warranted. The primary outcome of the study is the time it takes for the desflurane concentration in the expiratory limb of the anesthesia machine to reach the target value based on somatotype (ectomorph, mesomorph, endomorph). The secondary outcome involves developing a model to predict the time to reach the target concentration based on somatotype and determining its accuracy. Additionally, the study aims to identify the relationship between the duration and gender, age, and other anthropometric features (height, body weight, body mass index).

Materials and Methods: Following ethical approval (2022/11, January 20, 2022), patients aged 18-75 undergoing elective surgery under general anesthesia were included in the study. Patients with conditions affecting cardiac output and functional residual capacity, such as COPD, emphysema, a history of lung surgery, kyphoscoliosis, increased intraabdominal pressure, advanced heart failure (ejection fraction $<35\%$, METS <4 , advanced valve disease), were excluded. After standard intravenous anesthesia induction and intubation, ventilation parameters were set to maintain a constant EtCO₂ level using the Primus (Draeger) anesthesia

machine. The fresh gas flow was set to 1 L/min, and the desflurane vaporizer was set to 18%. Desflurane concentrations in the inspiratory and expiratory limbs were recorded at twenty-second intervals, along with hemodynamic and respiratory parameters. The follow-up was terminated when $FiDes \geq 8\%$ and $FeDes \geq 6\%$ were reached. Data analysis was performed using the R statistical program (version 4.2.2, Vienna R Foundation, Austria). Normal distribution of the data was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. The time to reach the inspiratory limb's desflurane concentration $\geq 8\%$ and the expiratory limb's desflurane concentration $\geq 6\%$ was taken as a numerical value in seconds, and body type was grouped as a 3-level ordinal categorical variable. To predict the time to reach the target desflurane concentration in the expiratory limb, a linear regression model including all patient characteristics was planned. With a type 1 error of 0.05, type 2 error of 0.05, power of 0.1, and 10 predictive parameters, the sample size was calculated as 254 using GPower 3.1.9.7.

Results: A total of 307 patients were enrolled in the study. The data of 271 patients were analyzed. The time required to meet the conditions was 287 ± 37 seconds in ectomorphic patients, 276 ± 32 seconds in mesomorphic patients, and 266 ± 30 seconds in endomorphic patients. The duration was 20 seconds shorter in females. A negative correlation was found between the time to reach the targeted desflurane concentration in the expiratory limb and age, body weight, and body mass index, while a positive correlation was found with height (Pearson correlation: -0.337, -0.123, -0.268, 0.251 $p = 0.0001$). The model including somatotype showed higher predictive power ($p = 0.01$).

Conclusion: Somatotype was identified as an independent and effective parameter influencing the time to reach the target concentration in the expiratory limb for desflurane. Considering that the number of patients met the calculated sample size and both dependent and independent parameters were identified, we believe that further research in this regard is unnecessary.

Key Words: Low Flow Anesthesia, Inhaled Anesthesia Induction, Somatotype, Desflurane

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Desfluran'ın moleküler formülü ve yapısı	8
Tablo 2. İnhaler ajanların kan ve doku partiyon katsayıları	8
Tablo 3. İnhaler anestezi ajanların metabolize olma oranları	9
Tablo 4. Wash-in süresini etkileyen faktörler.....	10
Tablo 5. Çalışmaya alınan hastaların karakteristikleri	18
Tablo 6. Somatotiplere göre hasta karakteristikleri	19
Tablo 7. İndüksiyonun ilk 6 dakikası boyunca saptanan FeDes% değerleri	21
Tablo 8. İndüksiyon öncesi ve sonrası sistolik kan basıncı değişimleri.....	31
Tablo 9. İndüksiyon öncesi ve sonrası kalp atım hızı değişimleri	31
Tablo 10. Regresyon modelinin sonucu	34

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. MAK düzeyini etkileyen faktörler	5
Şekil 2. Draeger Primus cihazının dıştan görünümü.	6
Şekil 3. Basitleştirilmiş anestezi devre şeması (9).....	7
Şekil 4. Ektomorf, Mezomorf, Endomorf Somatotipler	12
Şekil 5. Tez Takip Formu	15
Şekil 6. Çalışmanın STROBE akış diyagramı.....	17
Şekil 7. Somatotiplere göre FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi.....	20
Şekil 8. Somatotiplere göre FeDes% değerlerinin trendi.	22
Şekil 9. Somatotiplere göre FiDes% değerlerinin trendi.	23
Şekil 10. Cinsiyete göre FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi.....	24
Şekil 11. Cinsiyete göre sınıflandırılmış FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi	24
Şekil 12. Cinsiyete göre tidal volüm dağılımı.	25
Şekil 13. Yaş ile FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi arasındaki ilişki.....	26
Şekil 14. Yaşa göre sınıflandırılmış FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi	26
Şekil 15. Yaşın somatotipe göre dağılımı.	27
Şekil 16. Boy ile FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi arasındaki ilişki.....	28
Şekil 17. Boya göre sınıflandırılmış FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi	28
Şekil 18. Vücut ağırlığı ile FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi arasındaki ilişki...	29
Şekil 19. VKİ ile FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi arasındaki ilişki.	30

Şekil 20. İndüksiyon sonrası bazal değerlere göre sistolik kan basıncı düşüş oranı 32

Şekil 21. İndüksiyon sonrası bazal değerlere göre kalp tepe atımı artış oranı 33



KISALTMALAR, SİMGELER VE ŞABLONLAR DİZİNİ

METS:	Metabolik eşdeğerler
KOAH:	Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
İV:	İntravenöz
MAK:	Minimum alveoler konsantrasyon
Fv:	Vaporizatör konsantrasyonu
Fi:	İnspiratuar koldaki konsantrasyon
Fe:	Ekspiratuar koldaki konsantrasyon
FA:	Alveollerdeki konsantrasyon
CO ₂ :	Karbondioksit
DAA:	Düşük akım anestezi
λ:	Partisyon katsayısı
FRK:	Fonksiyonel rezidüel kapasite
VKİ:	Vücut kütle indeksi
VYA:	Vücut yüzey alanı
ASA:	Amerikan anesteziyolojistler derneği
TGA:	Taze gaz akışı
ETCO ₂ :	End tidal karbondioksit
FiO ₂ :	İnspire edilen oksijen konsantrasyonu

1. GİRİŞ

Düşük akım anestezisi modern anestezi cihazlarının geliştirilmesiyle kolaylaşmış, yaygınlaşmış ve komplikasyonları azalmış bir uygulamadır. Klinik pratikte ise yaygın olarak inhalasyon anesteziklerinin ilk açıldığında 10 dakika boyunca yüksek taze gaz akışı ile kullanıldığı görülmektedir. Bizim gözlemlerimiz ise başlangıçtan itibaren 1 L/dakika taze gaz akışıyla kısa sürede gerekli inhaler anestezik konsantrasyonuna ulaşılabilirdi, ancak hastanın somatotipine göre farklı süreler gerekebilirdi yönündedir. İnhaler anesteziklerin farmakokinetiğini açıklamak amacıyla pek çok kompartman modeli geliştirilmiş, ancak halen boy, vücut ağırlığı ve benzeri hasta karakteristikleri ile inhaler anestezinin alveollerdeki konsantrasyonunu öngörebilecek pragmatik bir model geliştirilememiştir.

İnhaler anesteziklerin alımı başlıca kalp debisi ve akciğer kapasitesine bağlıdır (1). Kalp debisinin periindüksiyon döneminde majör bir advers olay yaşanmadıkça anlamlı şekilde değişmediği bildirilmiştir (2). Somatotip hastanın vücut yapısını tanımlayan, sübjektif bir parametredir. Ancak hastanın fiziksel özelliklerine göre akciğer kapasitesini tanımlayabildiğinden inhaler anestezik alımını öngörmeye kullanılabileceği düşüncesindeyiz. Mezomorf somatotip geniş göğüs kafesine sahip, akciğer kapasitesi yüksek kişileri tanımlar. Anestezi indüksiyonu için supin pozisyona alınmış bir hastada diyaframın kraniale doğru yer değiştirmesi ve batın içeriğinin basısına bağlı akciğer kapasitesinin azalması endomorf vücut yapısında daha belirgin olduğundan, somatotipin inhaler anestezik alımına etki etmesi son derece olası gözükmemektedir. Bu teorimizi test etmek amacıyla prospektif, gözlemsel bir çalışma planladık. Elektif endotrakeal entübasyon planlanan erişkin hastalarda, karmaşık bir ölçüm aleti kullanmadan elde edilebilecek hasta karakteristikleri ve somatotipin desfluranın ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresine etkilerini incelemeyi ve desfluranın hedeflenen konsantrasyona ulaşma süresini tahmin edebilecek bir model geliştirmeyi amaçladık. Kas ve yağ dokusuna emilimin ve metabolizmanın etkisini en aza indirmek amacıyla çalışmanın desfluran ile gerçekleştirilmesi planlandı.

Çalışmamızın sonuçlarının entübasyon sonrasında desfluran ile inhaler anestezi indüksiyonuna etki eden faktörleri açıklamada yararlı olacağı kanaatindeyiz.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde çalışmanın anlaşılmasını sağlamak amacıyla genel anestezi pratiğine ve anestezi cihazına aşina olmayan okuyucuyu bilgilendirmeye yönelik bilgiler sunulmuştur. Öncelikle modern genel anestezi pratiği, inhaler anesteziklerin kullanımı, düşük akım anestezi, çalışmada kullanılmış olan desfluran hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Son olarak, inhaler anestezi indüksiyonuna etki eden faktörler ve somatotiplerden detaylı olarak bahsedilmiştir.

2.1. Genel Anestezi

Günümüzde cerrahi işlemleri kolaylaştırmak için farklı teknikler mevcutsa da genel anesteziye halen yaygın olarak ihtiyaç duyulmaktadır. Kraniyal, torakal ve abdominal boşluklarının açılması, havayolunun kontrol altında tutulması, işlem sırasında oluşabilecek sempatik ve vagal reflekslerin önlenmesi genel anestezinin başlıca endikasyonlarıdır.

Genel anestezi amaç hastada hipnoz, amnezi, analjezi, kas gevşemesi, otonomik ve duysal blok sağlanmasıdır. Bu amaçla anestezik, analjezik ve kas gevşetici ilaçlar kombine edilerek en düşük dozda kullanılır, bu yolla yüksek dozların yan etkilerinden kaçınılması amaçlanır. Klinik uygulamada önce intravenöz (iv) yoldan hipnotik ilaçlar verilir ve buna iv anestezi indüksiyonu adı verilir. Hastanın bilinç düzeyi takip edildikten ve yeterli hipnoz sağlandıktan sonra hasta maske yoluyla havalandırılmaya başlanır ve kas gevşetici ilaçlar uygulanır. Kas gevşeticiler uygulandıktan sonra etki etmesinin beklendiği yaklaşık 2 ila 3 dakikalık sürede hasta bir yüz maskesi aracılığıyla ventile edilir, az sonra gerçekleştirilecek endotrakeal entübasyon sırasında oluşabilecek hemodinamik advers olaylara karşı medikasyonlar uygulanır ve ardından endotrakeal entübasyon gerçekleştirilir. Havayolu kontrolü sağlandıktan sonra vaporizatör yoluyla solunum devresine bir inhaler anestezik verilerek cerrahi işlem boyunca hipnoz ve amnezi bu yolla sürdürülür.

Cerrahi işlemin sonlanmasına yakın işleme uygun analjezi sağlanır, inhaler anestezi kesilir, kas gevşemesinin sonlanması beklenir. Hastanın spontan solunum eforunun ve havayolu koruyucu reflekslerinin yerine geldiği görüldüğünde ekstübasyon gerçekleştirilir. Dolayısıyla inhaler anestezi genel anestezi pratiğinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Günümüzde tüm anestezi cihazlarında inhaler anestezi konsantrasyonunu gösteren sensörler bulunduğundan cerrahi işlem boyunca verilen anestezi dozu, beklenen hipnoz ve amnezi düzeyi güvenle takip edilebilmektedir.

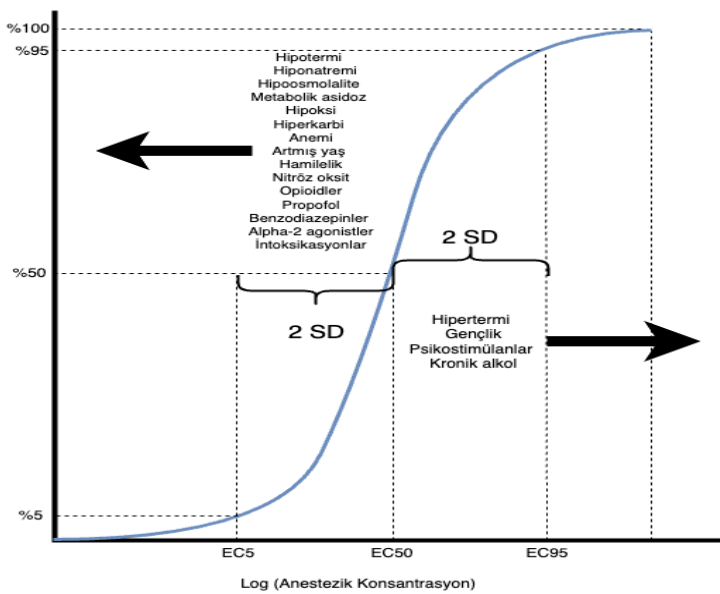
2.2. İnhaler anestezi

İnhaler anestezi 1844 yılında azot protoksit kullanılmasıyla pratiğe girmiş, takibeden 100 yıl boyunca farklı ajanlar üretilmiş, ancak kimi yanıcı olması, kimi ise kanserojen olması nedeniyle terkedilmiş, sonuçta yerlerini halojenize inhaler anesteziye bırakmıştır. Bunların ilki 1956 yılında klinik kullanıma giren halotan adlı molekül olmuştur (3). Halotan hoş kokusu ve bronkodilatör özellikleriyle yaygın kullanım alanı bulmuştur. Dokularda çözünme katsayısı ve hepatik metabolizma hızı yüksek olduğundan yüksek taze gaz akışıyla kullanılması gerekmiştir (4). Hepatotoksik olduğu fark edilerek terkedilmiş, yerine 1996 yılından itibaren, benzer özellikler gösteren sevofluran kullanılmaya başlanmıştır. Desfluran ise sevoflurandan iki yıl önce üretilmiş olmasına rağmen ülkemizde 2001 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Her iki modern inhaler anestezi düşük akımla kullanıma uygun olmalarına rağmen, halotandan kalan alışkanlıkla yüksek taze gaz akışı ile kullanımları sürmektedir.

Modern anestezi pratiğinde inhaler anestezi genel anestezinin idame döneminde kullanılmaktadır. Bu amaçla endotrakeal entübasyon sonrası anestezi cihazına bağlı vaporizatör aracılığıyla uygulanırlar. Neredeyse tüm cerrahi işlemlerin hastaya, prosedüre ve cerraha göre farklı dönemlerde artan veya azalan anestezi ihtiyaçları olabilir. Vaporizatör yoluyla inhaler anestezi konsantrasyonunun ihtiyaca göre azaltılıp artırılabilmesi, alveollerdeki inhaler anestezi konsantrasyonunun anestezi cihazı yoluyla anlık takip edilebilmesi, inhaler anestezi cihazlarının en önemli avantajıdır.

İnhaler anestezinin hastada yeterli hipnoz ve amnezi sağlayabilme gücü minimum alveoler konsantrasyon (MAK) olarak ölçülür ve değerlendirilir. İlk tanımı 1965 yılında yapılmış ve hastaların yarısının standart bir cerrahi uyarana tepki vermemesi olarak tanımlanmıştır (5). Hastaların yarısının tepki vermemesi için gereken düzey 1 MAK olarak tanımlanmış, 0,1 düzeyinde her artış ya da düşüş tepki vermeyen hasta oranında bir standart sapmaya denk gelmektedir. İlk tanımdaki standart cerrahi uyarıcı cilt kesisi olarak tanımlanmış, daha sonraki yıllarda bilinçli sedasyondan genel anestezie değişen ihtiyaçlara yönelik $MAK_{uyanıklık}$, MAK_{amnezi} , MAK_{bar} (otonomik reflekslerin baskılandığı MAK düzeyi) şeklinde türevleri geliştirilmiştir.

Modern anestezi cihazlarında standart olarak end tidal inhaler anestezik konsantrasyonu gösterilmektedir. Hasta yaşının girilmesi halinde bu konsantrasyondan hesaplanan MAK düzeyi de gösterilmektedir. Bu şekilde anesteziyoloğun hasta takibi kolaylaşmaktadır. Buradan anlaşılabileceği üzere alveollerdeki inhaler anestezik konsantrasyonu tek başına hastanın hipnotik düzeyini göstermemekte, bunun yaş ile düzeltilmesi daha doğru sonuç vermektedir. Dolayısıyla MAK klinik gözlemle değerlendirilebilen ve klinik öneme sahip bir parametre olarak klinik çalışmalarda kullanılmaktadır. Ancak MAK yaşın dışında pek çok faktörden etkilenmektedir (Şekil 1). Şekil 1’den anlaşılabileceği üzere, MAK değerini inceleyen bir çalışmada hastanın vücut sıcaklığından hemoglobin konsantrasyonuna uzanan pek çok faktörün etkisi de ölçülecektir (5). Bu nedenle bu tez çalışmasında MAK değeri değil, desfluranın anestezi cihazının her iki kolunda ölçülen konsantrasyon dikkate alınmıştır.

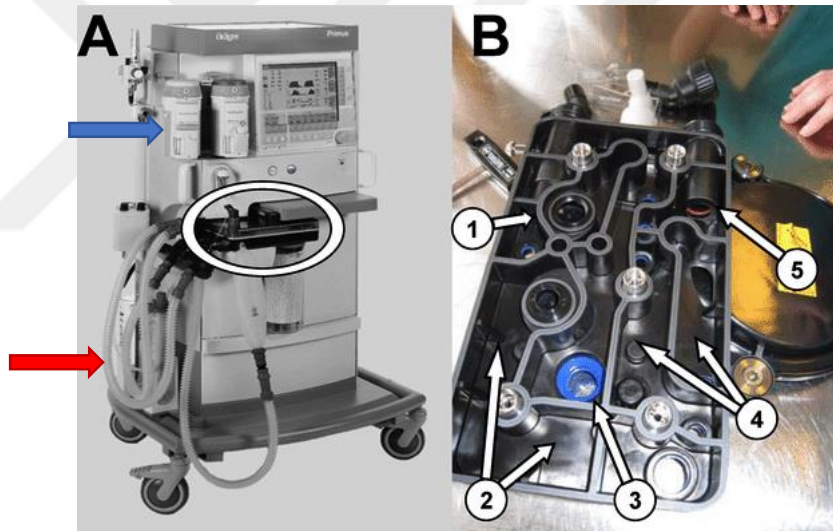


Şekil 1. MAK düzeyini etkileyen faktörler

2.3. Anestezi cihazı

Bu kısımda tez çalışmasında kullanılan anestezi cihazının özelliklerinden ve neden tek bir model anestezi cihazı tercih edildiği açıklanacaktır.

Anestezi cihazı hastane gaz sisteminde yüksek basınçla iletilen oksijen ve medikal havayı hasta için güvenli basınçlara düşürmektedir ve pek çok güvenlik önlemi içermektedir. Basınç regülatörleri, körük, karbondioksit absorbanı ve akım valfleri standart donanımlar olsa da her anestezi cihazının yapısı farklıdır. Buna bağlı olarak iç hacmi de farklı olmaktadır. İnhaler anestezi vaporizatörden belli bir konsantrasyonda iç hacme verildiğinden, iç hacmi yüksek olan cihazlarda daha yavaş yükselecektir. Bu nedenle bu çalışmada tüm hastalarda aynı marka ve model anestezi cihazı tercih edilmiştir (Şekil 2).

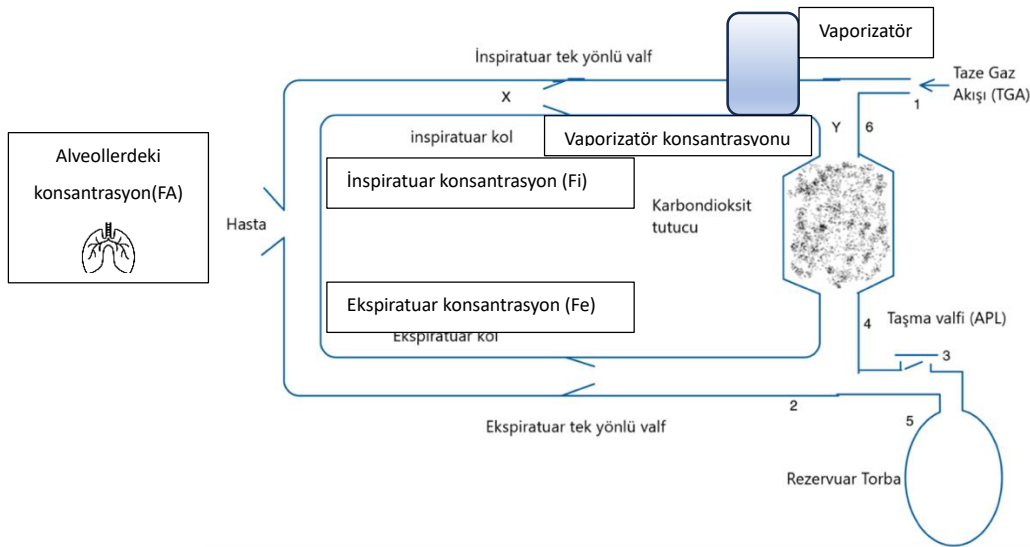


Şekil 2. Draeger Primus cihazının dıştan görünümü.

Çalışmada kullanılan anestezi cihazı (A)da gösterilmiştir. Vaporizatör mavi okla gösterilmiştir. Cihazın dışında bulunan ve gazların hastaya iletilmesini sağlayan anestezi devresi kırmızı okla gösterilmiştir. Soldaki resimde yuvarlak içine alınan ve solunum aparatı olarak adlandırılan bölümün iç görünümü. İnspirasyon portu (1), inspirasyon bölgesi (2), CO2 emiciye doğru lastik conta (3), ekspirasyon bölgesi (4), ekspirasyon portu (5), lastik conta merkez parçası (6). (B). İnhaler anesteziklerin dağılım hacmi solunum aparatı ve anestezi devresinin hacimlerinin toplamından oluşmaktadır (6).

Her inhaler anestezi cihazına kendine özgü bir vaporizatör yoluyla katılmaktadır. Şekil 3'te gösterilen basitleştirilmiş anestezi devre şemasına göre vaporizatörün konsantrasyonu F_v , anestezi cihazının inspiratuar kolundaki konsantrasyon F_i olarak tanımlanır. Anestezi devresinin ortak gaz çıkışından sisteme katılan gazların konsantrasyonu verilen konsantrasyon olarak tanımlanır. Bu gazlar inspiratuar kola girdiğinde gaz karışımı inspiratuar konsantrasyon adını alır (F_i). İnspirasyonla gaz hastanın akciğerlerine girer ve akciğerlerin ölü boşluğundaki gazla karışır. Alveollerdeki konsantrasyon F_A , ekspiratuar koldaki konsantrasyon F_e olarak ifade edilir. Ekspiratuar koldan anestezi cihazına ulaşan gaz rezervuar balona ve ventilatör körüğüne dolar. Balon veya körük dolduğunda taşan fazla gaz kaçak valfinden dışarı atılır. Düşük akım anestezide devreye eklenen yeni gaz miktarı az olduğundan kaçak miktarı az olur. Ancak yeniden soluma oranı yüksek olması sebebiyle inspiratuar kolda ve akciğerlerin ölü boşluğunda inhaler anestezi konsantrasyonu artacak, bir süre sonra inhaler anestezi konsantrasyonu alveollerde ve ekspiratuar kolda benzer olacaktır ($F_v > F_i > F_A \sim F_e$) (7).

Modern halojenize inhaler anesteziklerin kanda ve dokuda çözünme oranı son derece düşük olduğundan, F_A değerinin beyin dokusundaki konsantrasyonla çok yakın ilişkide olduğu kabul edilir (8). Böylece alveoler konsantrasyonun takip edilmesiyle hastanın hipnotik ve amnezik durumunun takip edilebilmesi imkanı doğmaktadır. F_A değerini F_i değerine eşit hale getirmek inhaler anestezi indüksiyonunun temel hedefidir. Uygulanmış olan iv ajanlar, endotrakeal entübasyon sonrası hastanın hemodinamik durumu, cerrahi işlemin başlama süresi gibi faktörlere bağlı olarak anesteziist bu süreyi uygun şekilde ayarlar.

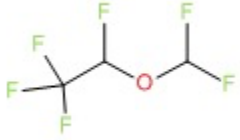


Şekil 3. Basitleştirilmiş anestezi devre şeması (9)

2.4. Desfluran

Desfluranın moleküler formülü ve yapısı Tablo 1’de verilmiştir. Standart sıcaklık ve basınçta kolayca buharlaşmayan, renksiz bir sıvıdır. Anestezi makinesine montelenmiş elektrikli ve ısıtmalı bir vaporizatör tarafından sisteme verilir. Desfluran vaporizatörü en fazla %18 konsantrasyona izin vermektedir. Çok düşük kan-gaz partiyon katsayısına sahip olduğu için çok hızlı bir indüksiyon ve çok hızlı bir derlenme sağlar (Tablo 2). Bu özelliğiyle morbid obezite ve uyku apnesi olan hastalarda hızlı derlenme sağlar (10).

Tablo 1. Desfluran'ın moleküler formülü ve yapısı

İnhaler Anestezik	Moleküler formül	Moleküler yapısı
Desfluran	C ₃ H ₂ F ₆ O	

Tablo 2. İnhaler ajanların kan ve doku partiyon katsayıları

λ	İzofluran	Sevofluran	Desfluran
Kan-gaz	1.4	0.65	0.45
Beyin-kan	2.1	1.1	0.6
Kas-kan	2.1	1.1	0.6
Yağ-kan	71	41	15

λ : Partiyon katsayısı

Tüm potent inhaler ajanlar arasında en az metabolizmaya uğrayan ajandır (Tablo 3). Diğer inhaler anesteziklerin kas ve yağ dokusuna emilimi desflurana göre daha fazla olmaktadır. Bu çalışmada hastaların kas ve yağ kitlesini belirleyebilmek amacıyla kapsamlı bir ön hazırlık gerçekleştirildi. Klinik pratikte yağ için bel çevresi, kalça çevresi, bel/kalça oranı, deri kıvrım kalınlığı, ultrason ile intraabdominal yağ kalınlığı ölçümü önerilmektedir. Kas ölçümü için üst kol çevresi, baldır çevresi, biyoimpedans analizi, kemik yoğunluğu ölçümü, BT, MR ve ultrason önerilmektedir (11,12). Sayılan bu teknikler, çalışma sonucunda desfluranın hedef konsantrasyona ulaşma süresi ile güçlü ilişki saptanması halinde dahi kullanımları önerilmeyecek olduğundan çalışmamızda kullanılmamıştır. Sonuç olarak yağ ve kas kitlesine bağlı oluşabilecek biası önlemek amacıyla, düşük emilim ve minimal metabolizasyon özellikleri nedeniyle bu çalışmada desfluran tercih edildi.

Tablo 3. İnhaler anestezi ajanlarının metabolize olma oranları

İnhaler anestezi ajanı	Metabolize olma yüzdesi
İzofluran	%0.17
Sevofluran	%5
Desfluran	%0.02

Titrasyon kolaylığı, derlenme hızı, minimal rezidüel etkileri sebebiyle özellikle yaşlı hastalar, obez hastalar ve uyku apnesi olan hastalarda avantajlıdır (13). Diğer yandan keskin kokusu nedeniyle hastanın rahatsız olmasına ve özellikle yüksek konsantrasyonlarda havayolunu irrite ederek bronkospazma neden olabilir (14). Bu nedenle desfluran ile inhaler anestezi indüksiyonunun kullanımı astım ve bronşiyal hiperreaktivite tanılı hastalarda sınırlıdır. Desfluranın intraoperatif hava yolu irritasyonu yapması nadir bir durum değildir (15). Benzer şekilde yüksek konsantrasyonda veya ani konsantrasyon artışında semptomimetik etkiye bağlı olarak taşikardi ve hipertansiyon görülebilir. Bu nedenle ciddi iskemik kalp hastalığı, ciddi kalp kapak stenozu olan hastalar için desfluran ideal ajan değildir (16).

2.5. Düşük akım anestezi

Düşük akım anestezi (DAA), CO₂ eliminasyonundan sonra dolaşımdaki gazların yarıdan fazlasının solunum aparatına dönmesini ifade etmektedir (17). Baker ve Simionescu'nun taze gaz akışı sınıflamasına göre düşük akım 1 L/dakika ve altıdır. 1-2 L/dakika aralığı normal akım, 4 L/dakika ve yukarısı ise çok yüksek akım olarak tanımlanmıştır (18).

DAA'nın avantajları inhalasyon anestezi ajan tüketiminin azalması, maliyetin azalması, vücut ısısı ve nem homeostazının iyileştirilmesi, solunum fonksiyonlarının ve mukosilyer aktivitenin iyileşmesi, çevre kirliliğinin azaltılması, hastaların yakından izlenmesi sebebiyle hasta güvenliğinin artırılmasıdır (19). Dezavantajları ise artan hipoksi riski, gaz hacmi eksikliği potansiyeli, hiperkapni, endojen salınan gazların birikmesi şeklindedir.

İnhaler anesteziklerin solunum aparatına karıştırılmasına wash-in denmektedir. DAA uygulamasında çeşitli wash-in yöntemleri uygulanmıştır (20). Wash-in süresini kısaltmak için ilk 10 dakika boyunca yüksek taze gaz akışı (4 L/dakika) kullanıldığı gibi başlangıçtan itibaren düşük akım kullanılan çalışmalar da mevcuttur (21).

2.6. Wash-in süresini etkileyen faktörler

Wash-in inhaler anestezinin alveollere iletim hızı, akciğerlerden kana geçiş hızı, ve kanın dokulara iletim hızı ve son olarak dokuya geçiş hızı ile belirlenir.

Tablo 4. Wash-in süresini etkileyen faktörler

Devre -> Akciğerler	Akciğerler -> kan	Kan -> doku
Fi	Kalp debisi	Kalp debisi
Taze gaz akışı	$\lambda_{kan-gaz}$	$\lambda_{doku-kan}$
Solunum aparatının hacmi	$F_{alveol}-F_{arter}$ farkı	$F_{arter}-F_{doku}$ farkı
Anestezi devresinin hacmi		
Alveolar dakika ventilasyonu		
Anatomik ölü boşluk		
Fonksiyonel rezidüel kapasite		

Yüksek taze gaz akışı ve yüksek konsantrasyonda verilen inhaler anestezik akciğerlerde daha yüksek basınç oluşturacaktır. Ancak bu avantajın kullanılabilmesi için anestezi cihazının iç hacminin ve solunum devresinin de küçük olması gerekecektir. Alveolar dakika ventilasyonu bir dakika içinde akciğerlere verilen gaz akışını ifade eder. Dolayısıyla arttıkça inhaler anestezinin akciğerlere taşınması hızlanır. Anatomik ölü boşluklarda gaz alışverişi sağlanamamaktadır. Bu sebeple inhaler anestezik ajanlar da tıpkı oksijen gibi ölü boşluklardan alınamayacak ve wash-in gecikecektir. Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) normal ekspirasyonun bitiminde akciğerler ve hava yollarında bulunan hava volümüdür. Ekspiratuar rezerv volümün ve rezidüel volümün toplamından oluşur. Bir yetişkinde FRK'nin supin pozisyona geçmekle 0,7-0,8 L azaldığı, genel anestezi indüksiyonu ve kas gevşemesini takiben ayrıca 0,4-0,5 L azaldığı bildirilmiştir (22). Sonuç olarak ekspirasyon sonu akciğer hacmi yaklaşık 3,5 L'den 2 L'ye düşer. Bu azalma solunumsal kas tonusunun azalması ve batındaki organların basısına bağlı diyaframın kraniale doğru yer değiştirmesidir (23). Abdominal obezitenin FRK'yi azaltması, sonuç olarak obez bir hastada wash-inin daha hızlı gerçekleşmesi beklenir.

Akciğerlere ulaşan inhaler anestezinin kana geçişi inhaler anestezikten fakir kanın hızlı bir debiyle geçmesi halinde en yüksek hızda olmaktadır. Desfluran partiyon katsayıları açısından en avantajlı inhaler anesteziktir (Tablo 2).

En kısa sürede kandaki konsantrasyonla dengelenen doku, kalp debisinin önemli bir kısmını alan, damardan zengin olan beyindir. Diğer yandan damardan fakir yağ dokusu pratikte anestezisi süresince dengelenemez.

Kalp debisi kalbin 1 dakikada aorta pompaladığı kan miktarı olup atım hacmi ve kalp hızının çarpımı ile elde edilir. Kardiyak ritim, ventriküler ön yük, ventriküler ard yük, miyokard kontraktilitesi gibi atım hacmine ve kalp hızına etki eden durumlar kalp debisini etkiler. Kalp debisinin artması inhaler anestezik indüksiyon süresini uzatırken, debinin azalması bu süreyi kısaltmaktadır.

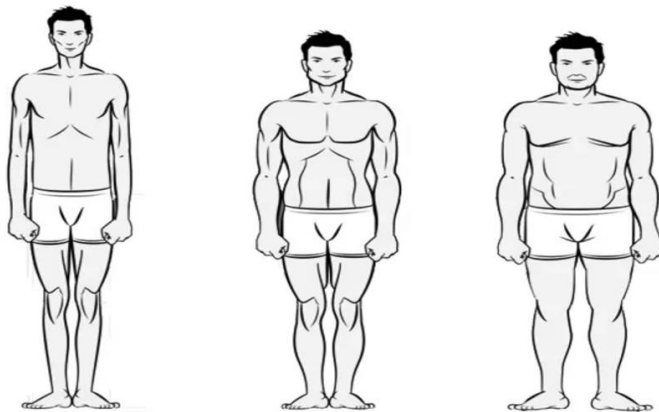
Kalp debisinin indüksiyon döneminde majör bir advers olay yaşanmadıkça anlamlı şekilde değişmediği bildirilmiştir (2).

Sabit bir kalp debisi için, soldan sağa şant, perfüze edilen akciğerin ventilasyonunu değiştirmede süreci wash-ini etkilemez. Ancak sağdan sola şant Wash-in süresini önemli ölçüde yavaşlatabilir. Sağdan sola şant etkileri, desfluran gibi çözünürlüğü zayıf anesteziklerde çok daha belirgindir.

2.7. Somatotip

Obezite ve fazla kiloyu değerlendirmek için sık kullanılan endeksler vücut kompozisyonunu doğru bir şekilde tanımlayamamaktadır. Vücut kütle indeksi (VKİ) yağ kütlelerini kas kütlelerinden ayıramadığından yalnızca VKİ ile değerlendirildiğinde kaslı kişiler yanlış olarak obez kategorisi altında sınıflandırılabilmektedir (24). Vücut yüzey alanı (VYA) da kas kütleleriyle yağ kütlelerini ayırt edememektedir.

Sheldon tarafından 1940'lı yıllarda "somatotip" sınıflaması geliştirilmiştir. Sheldon'un orijinal düşüncesi bu sınıflamanın genetik ve embriyolojik kökene dayalı olarak kişinin karakter gelişimini ve akademik başarılarını tahmin etmek olsa da fikirlerinin yanlış olduğu kanıtlanmıştır. Ancak bir süre sonra bu konseptin spor fizyolojisinde kullanılabileceği görülerek, Sheldon'un öğrencisi Barbara Heath ve ilerleyen yıllarda Lindsay Carter ve Rob Rempel tarafından geliştirilmiş ve standardize edilmiştir (25). Bu haliyle somatotip vücut ağırlığı, boy, üst kol çapı, baldır çevresi, femur ve humerus genişliği, triseps, subskapula, supraspinal ve medial baldır cilt kalınlığı ölçümlerini içeren karmaşık bir formüle veya tabloya göre belirlenmektedir. Bu yaklaşım halen spor çalışmalarında ve beden eğitiminde kullanılmaktadır (26). Diğer yandan Sheldon'un embriyolojik düşüncelerinden arındırılmış ve basitleştirilmiş bir fizyolojik yaklaşımla endomorf somatotip yağ oranı yüksek, dış hatları yumuşak, karın bölgesinin hacimli, uzuvların distalde dar olduğu vücut tipini tanımlamaktadır. Mezomorf somatotip kas ve iskelet sisteminin gelişmiş olduğu, toraksın geniş olduğu vücut tipini tanımlamaktadır. Ektomorf somatotip kas, iskelet sistemi ve yağ dokusunun zayıf, uzuvların kırılgan olduğu vücut tipini tanımlamaktadır. Basit ve görsel sınıflamaya izin veren bu tanımlama aşağıda gösterilmiştir (Şekil 4) (27).



Şekil 4. Ektomorf, Mezomorf, Endomorf Somatotipler

3. MATERYAL VE METOD

Bu prospektif gözlemsel çalışma Şubat 2022-Ağustos 2023 tarihleri arasında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi ameliyathanelerinde gerçekleştirildi. Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayı (No: 2022/11, Tarih: 20.01.2022) alınmasını takiben, elektif koşullarda genel anestezi altında ameliyata alınması planlanan hastalar çalışmaya alınmak üzere davet edildi.

3.1. Hasta seçimi

Kayıtların tutulması ek işgücü gerektireceğinden acil hastalar ve nöbet koşullarında alınan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Elektif koşullarda, endotrakeal entübasyon yoluyla genel anestezi uygulaması planlanan erişkin hastaların çalışmaya alınması planlandı.

Acil vakalar, gebeler, 18 yaş altı hastalar, 75 yaş üstü hastalar, ASA skoru 4 hastalar, akciğer kapasitesini etkileyebilecek hastalığı olanlar (amfizem, ampiyem, pnömoni, akut respiratuar distres sendromu, pnömotoraks, lobektomi veya pnömonektomi öyküsü, kifoskolyoz, akciğerde kitle, restriktif akciğer hastalığı, artmış intraabdominal basınç varlığı), ejeksiyon fraksiyonu < %35, kalp yetmezliği öyküsü, efor kapasitesi düşük hastalar (Metabolik eşdeğerler (METS) < 4), ritm bozukluğu olan, kardiyak debiyi etkileyebilecek ilaç kullanan, ketamin uygulanan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

3.2. Hasta hazırlığı

Hastalar ameliyat günü ameliyat odasına alındıktan sonra çalışma hakkında hastalara detaylı bilgi verilerek aydınlatılmış onamları alındı. Standart monitörizasyon işlemleri uygulandı. Anestezi indüksiyonu öncesi yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, tansiyon, nabız, periferik oksijen satürasyonu ölçüm değerleri ile hastaların hangi somatotipte olduğu kaydedildi. Hastalar %100 oksijen ile 5 L/dakika TGA'da 3 dakika preoksijenize edildi. Tüm hastalara midazolam 0.02-0.03 mg/kg, fentanil 1-2 mcg/kg, lidokain 0.5 mg/kg, propofol 1.5-2.5 mg/kg, rokuronyum 0.5-0.6 mg/kg, remifentanil 0.1-0.2 mcg/kg/dakika dozunda standart anestezi indüksiyonu uygulandı. 120 saniye sonra hastalar orotrakeal yoldan entübe edildi. Zor entübasyon olan, iv indüksiyondan sonra ek anestezi ihtiyacı olan, tepe basıncı > 30 cmH₂O olan, solunumsal veya hemodinamik komplikasyon gelişen hastalar çalışmadan çıkarıldı.

3.3. İnhaler anestezi indüksiyonu

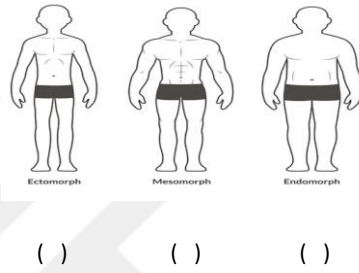
Çalışmanın takip formu Şekil 5’te gösterilmiştir.

Yaş: Boy: Vücut ağırlığı: ASA: Cinsiyet: Kadın / Erkek Tarih:

İndüksiyon öncesi bazal kan basıncı: Nabız: Tidal hacim: Frekans: Peep:

İndüksiyondaki IV anestezi ilaç dozları:

midazolam: mg
fentanil: mcg
propofol: mg
rokuronyum: mg
remifentanil bolus: mcg
remifentanil inf: cc/h (40 mcg/cc)



ZAMAN	FiDes	FeDes	EtCO2	Nabız	SpO2	Sistolik	Diastolik
0 SN							
20 SN							
40 SN							
1 DK							
1DK 20SN							
1DK 40SN							
2DK							
2DK 20SN							
2DK 40SN							
3DK							
3DK 20SN							
3DK 40SN							
4DK							
4DK 20SN							
4DK 40SN							
5DK							
5DK 20SN							
5DK 40SN							
6 DK							

Şekil 5. Tez Takip Formu

Orotrakeal entübasyon sonrası 0. saniye nabız, tansiyon, satürasyon, EtCO₂ değerleri kaydedildi. EtCO₂ sabit kalacak şekilde 6-8 mL/kg tidal volüm, 12-14/dakika solunum sayısı, akış 1 L/dakika ve FiO₂ %50 olarak ayarlandı. Desfluran vaporizatörü %18 konsantrasyonda açıldı. Draeger Primus anestezi cihazı tarafından ölçülen inspiratuar desfluran konsantrasyonu %8'in, ekspiratuar desfluran konsantrasyonu %6'nın üzerine çıkıncaya kadar her 20 saniyede bir inspiratuar ve ekspiratuar desfluran konsantrasyonu, nabız, tansiyon, satürasyon ve EtCO₂ değerleri kaydedildi.

3.4. Çalışma çıktıları

Çalışmanın primer çıktısı somatotipe (ektomorf, mezomorf, endomorf) göre anestezi cihazının ekspiratuar kolundaki desfluran konsantrasyonunun (FeDes%) hedeflenen değere ulaşma süresidir. Çalışmanın ikincil çıktısı somatotip ile hedef konsantrasyona ulaşma süresini tahmin edecek bir model geliştirilmesi ve doğruluğunun belirlenmesi; cinsiyet, yaş ve diğer antropometrik özellikler (boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi) ile sürenin ilişkisinin saptanması şeklinde belirlenmiştir.

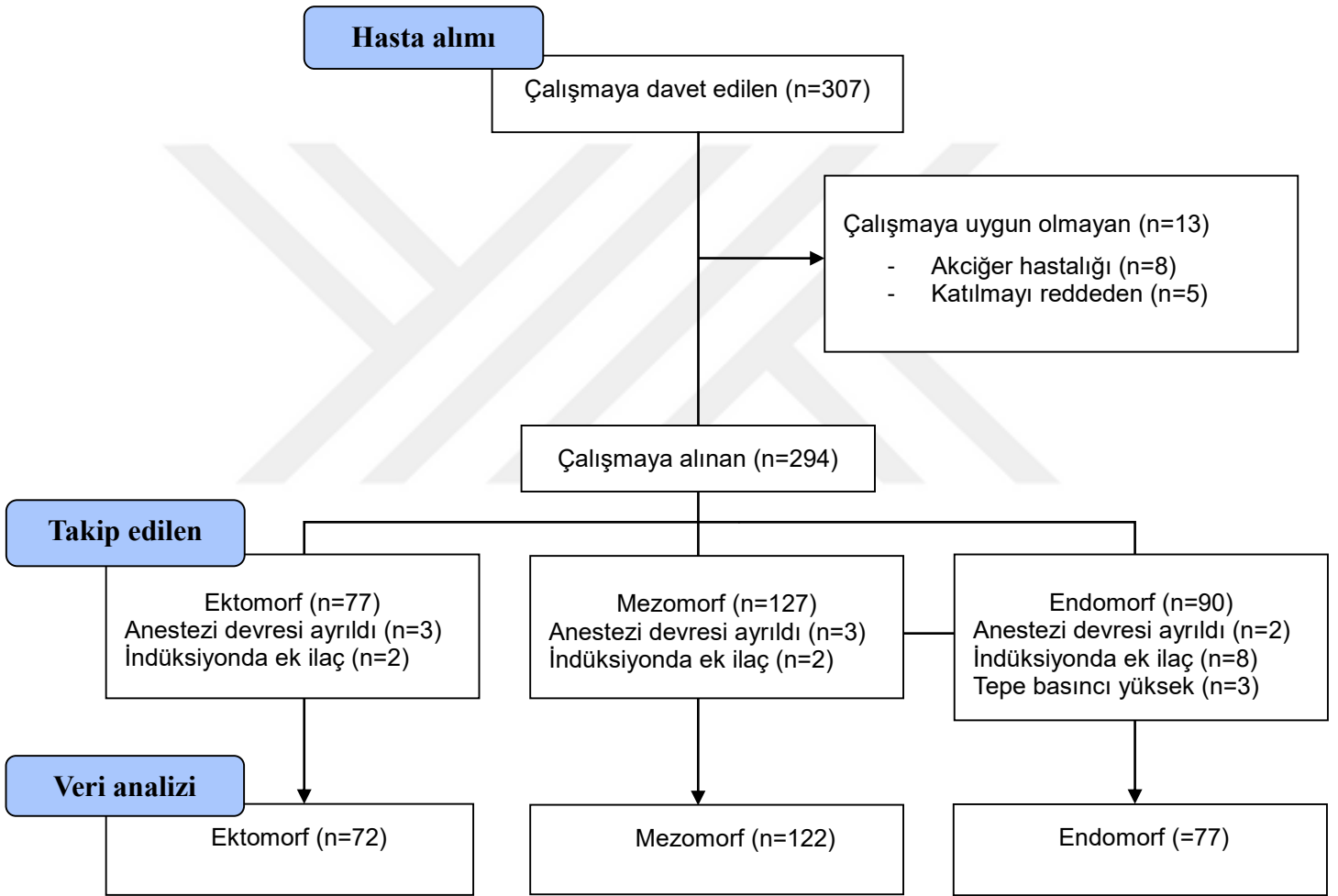
3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın verileri R istatistik programı (sürüm 4.2.2, Vienna R Foundation, Avusturya) ile değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Anestezi cihazının inspiratuar kolundaki desfluran konsantrasyonunun $\geq$ %8, ekspiratuar kolundaki desfluran konsantrasyonunun $\geq$ %6 seviyesine ulaşma süresi saniye cinsinden numerik değer olarak alındı, vücut tipi 3 kademeli ordinal kategorik değişken olarak gruplandı.

Primer çıktı olan ekspiratuar kolda hedef desfluran konsantrasyonuna ulaşma süresini tahmin etmek üzere, tüm hasta karakteristiklerini içeren bir lineer regresyon modeli oluşturulması planlandı. Tip 1 hata 0.05, tip 2 hata 0.05, etki gücü 0.1, öngördürücü parametre sayısı 10 alınarak örneklem sayısı 254 olarak hesaplandı (GPower 3.1.9.7). Ancak olası veri kayıpları ve eşleştirme gereksinimleri öngörülerek, çalışmanın gözlemsel yapısı da göz önünde bulundurularak en az 300 hasta alınması planlandı.

4. BULGULAR

Çalışmaya toplam 307 hasta alındı. 271 hastanın verileri analiz edildi. Çalışmanın STROBE diyagramı Şekil 6’da verildi. Verileri analiz edilen hastaların karakteristikleri Tablo 6’da verildi.



Şekil 6. Çalışmanın STROBE akış diyagramı.

Tablo 5. Çalışmaya alınan hastaların karakteristikleri

Karakteristik	n = 271
Kadın cinsiyet, n (%)	134 (%48)
Yaş, yıl	31 (23, 42)
Boy, m	169 (163, 175)
Vücut ağırlığı, kg	75 (62-83)
Vücut kütle indeksi, kg/m ²	25.4 (22, 29.1)
Vücut yüzey alanı, m ²	1.9 (1.7, 2)
ASA skoru, n (%)	
1	101 (%37)
2	161 (%59)
3	9 (%3.3)
Tidal hacim, ml	480 (435, 520)
Frekans, n	14 (12, 14)
Pozitif ekspiryum sonu basınç, cmH ₂ O	5 (5, 6)
Sistolik tansiyon, mmHg	130 (120, 140)
Diastolik tansiyon, mmHg	78 (71, 84)
Kalp atım hızı, atım/dakika	81 (71, 93)
Vücut yapısı, n (%)	
Ektomorf	72 (%27)
Mezomorf	122 (%45)
Endomorf	77 (%28)

Değerler medyan (çeyrek değerler aralığı) olarak verilmiştir.

Tablo 6. Somatotiplere göre hasta karakteristikleri

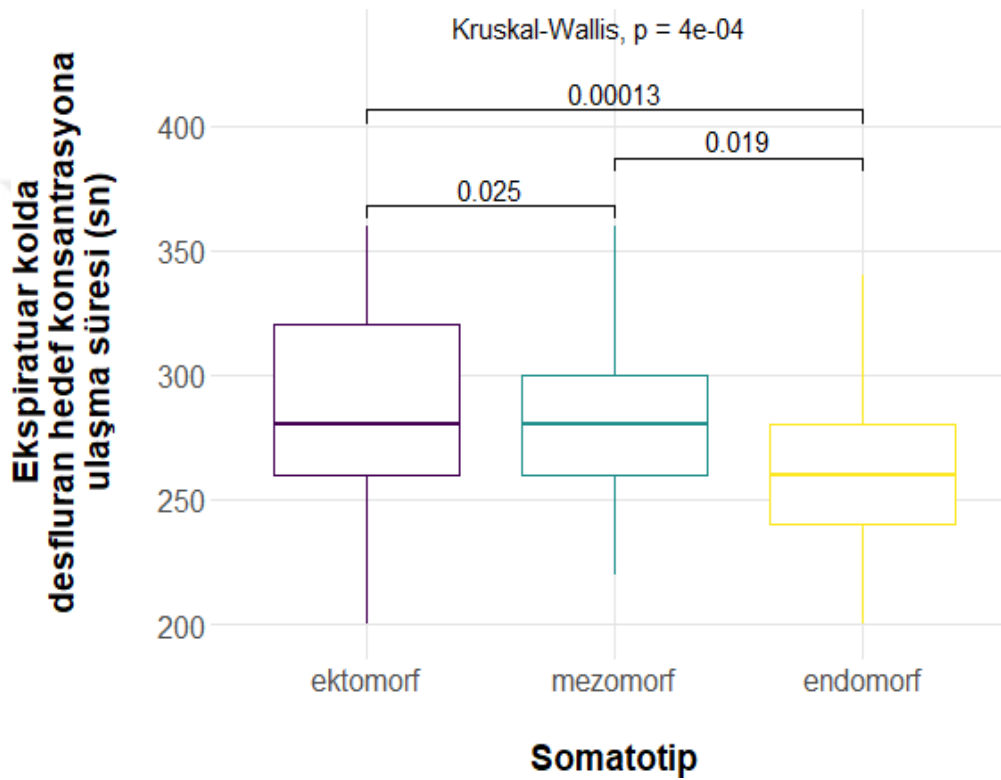
Karakteristik	Ektomorf (n = 72)	Mezomorf (n = 122)	Endomorf (n = 77)	p değeri
Kadın cinsiyet, n (%)	43 (60%)	40 (33%)	47 (61%)	<0.001 ¹
Yaş, yıl	23 (20, 29)	32 (25, 40)	42 (33, 53)	<0.001 ²
Boy, m	165 (160, 175)	173 (167, 180)	165 (160, 170)	<0.001 ²
Vücut ağırlığı, kg	57 (51-62 (40-70))	78 (68-83 (52-120))	82 (75-91 (60-110))	<0.001 ²
Vücut kütle indeksi, kg/m ²	20 (19, 21.5)	24.9 (23.7, 27.7)	30 (28.4, 32)	<0.001 ²
Vücut yüzey alanı, m ²	1.6 (1.5, 1.7)	1.93 (1.8, 2)	1.9 (1.8, 2.1)	<0.001 ²
ASA skoru, n (%)				<0.001 ¹
1	40 (56%)	43 (35%)	18 (23%)	
2	31 (43%)	75 (61%)	55 (71%)	
3	1 (1.4%)	4 (3.3%)	4 (5.2%)	
Tidal hacim, mL	400 (365, 450)	500 (450, 540)	500 (450, 520)	<0.001 ²
Frekans, n	14 (12, 14)	14 (12, 14)	14 (12, 14)	0.5 ¹
Pozitif ekspiryum sonu basınç, cmH ₂ O	5 (5, 6)	5 (5, 6)	5 (5, 6)	0.5 ¹
Sistolik tansiyon, mmHg	124 (117, 133)	128 (120, 139)	137 (127, 147)	<0.001 ²
Diyastolik tansiyon, mmHg	75 (70, 83)	78 (73, 84)	80 (72, 85)	0.089 ²
Kalp atım hızı, atım/dakika	88 (77, 99)	79 (69, 90)	79 (70, 90)	0.001 ²

Değerler sayı (%yüzde), medyan (çeyrek değerler aralığı) veya medyan (çeyrek değerler aralığı (min-maks)) olarak verilmiştir.

¹Ki-kare testi; ²Kruskal-Wallis testi

4.1. Primer çıktı

Anestezi cihazının ekspiratuar kolundaki desfluran konsantrasyonunun hedeflenen değere ulaşma süresi ile hastaların somatotipi arasında anlamlı ilişki bulundu (Şekil 7). En kısa süre endomorf somatotipte (266 ± 30 saniye), en uzun süre ektomorf somatotipte (287 ± 37 saniye) saptandı. Mezomorf somatotipte ise 276 ± 32 saniye saptandı.



Şekil 7. Somatotiplere göre FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi.

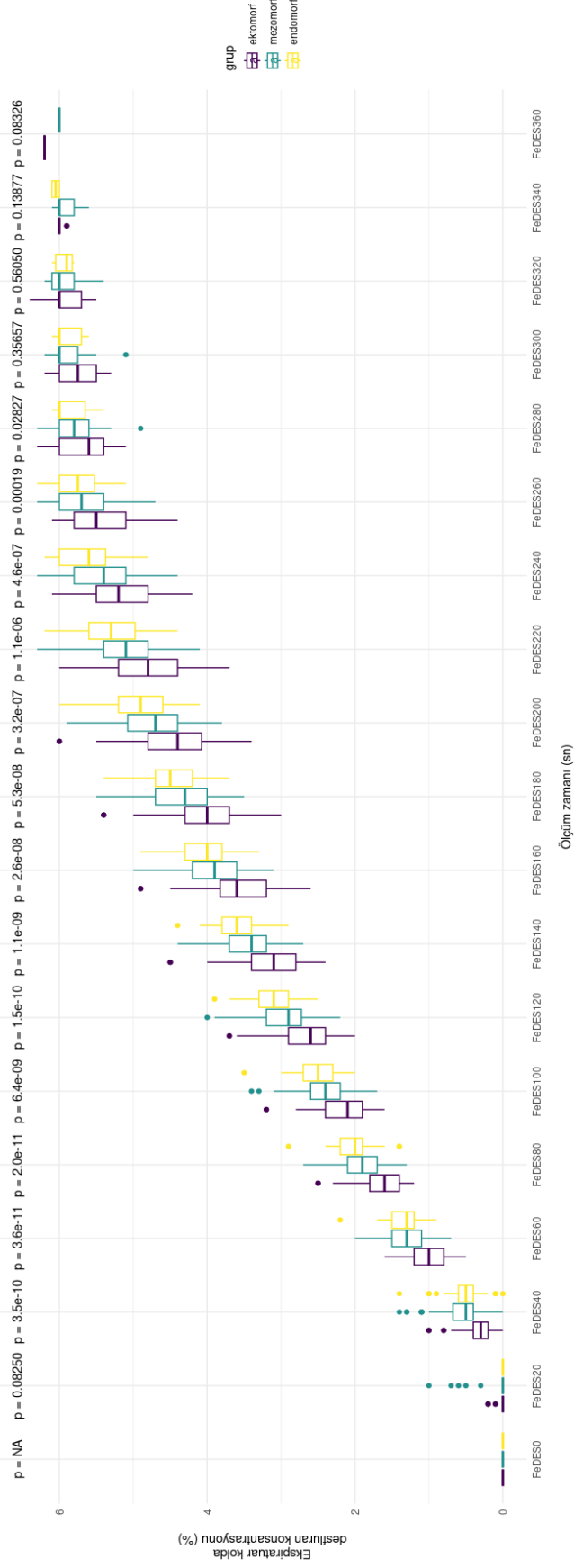
Anestezi cihazının ekspiratuar kolunda ölçülen desfluran konsantrasyonunun somatotiplere göre dağılımı ve her 20 saniyelik ölçümün içerdiği hasta sayısı Tablo 8'de gösterilmiştir. İlk 260 saniye boyunca değerler arasında anlamlı farklılık olduğu gözlemlendi. Ayrıca 220. saniyeden sonra her iki koldaki desfluran konsantrasyonunun yeterli düzeye ulaştığı hastalarda sonucu hasta takibi sonlandırılmış, buna bağlı olarak hasta sayısı azalmıştır.

Tablo 7. İndüksiyonun ilk 6 dakikası boyunca saptanan FeDes% değerleri

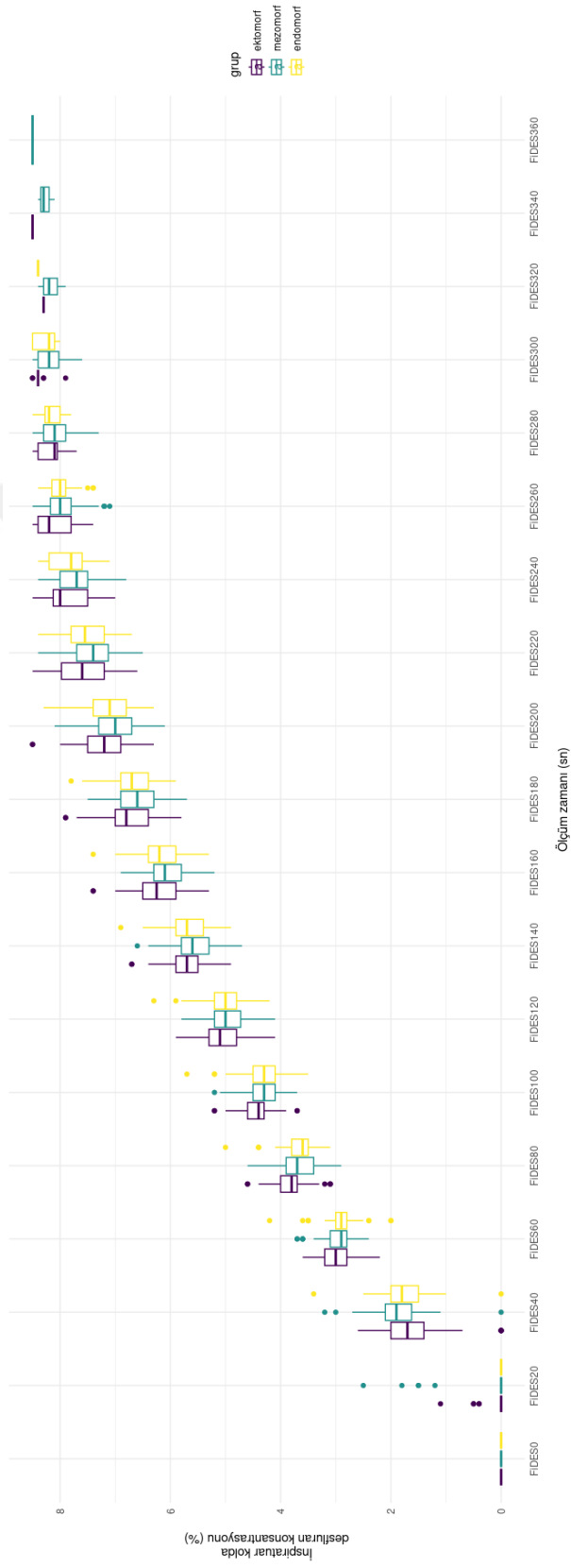
Süre (saniye) Hasta Sayısı		Gruplar			p değeri ¹
		Ektomorf (n=72)	Mezomorf (n=122)	Endomorf (n=77)	
0	271	0 (0, 0)	0 (0, 0)	0 (0, 0)	-
20	271	0 (0, 0.2)	0 (0, 0)	0 (0, 0)	0.056
40	271	0.30 (0.20, 0.40)	0.50 (0.40, 0.68)	0.50 (0.40, 0.60)	<0.001
60	271	1.00 (0.80, 1.20)	1.30 (1.10, 1.50)	1.30 (1.20, 1.50)	<0.001
80	271	1.60 (1.40, 1.80)	1.90 (1.70, 2.10)	2.00 (1.90, 2.20)	<0.001
100	271	2.10 (1.90, 2.40)	2.40 (2.20, 2.60)	2.50 (2.30, 2.70)	<0.001
120	271	2.60 (2.40, 2.90)	2.90 (2.73, 3.20)	3.10 (2.90, 3.30)	<0.001
140	271	3.10 (2.80, 3.40)	3.40 (3.20, 3.70)	3.60 (3.40, 3.80)	<0.001
160	271	3.60 (3.20, 3.83)	3.90 (3.60, 4.20)	4.00 (3.80, 4.30)	<0.001
180	271	4.00 (3.70, 4.30)	4.30 (4.00, 4.70)	4.50 (4.20, 4.70)	<0.001
200	271	4.40 (4.08, 4.80)	4.70 (4.40, 5.08)	4.90 (4.60, 5.20)	<0.001
220	271	4.80 (4.40, 5.20)	5.10 (4.80, 5.40)	5.30 (4.98, 5.60)	<0.001
240	254	5.20 (4.80, 5.50)	5.40 (5.10, 5.80)	5.60 (5.38, 6.00)	<0.001
260	214	5.50 (5.10, 5.80)	5.70 (5.40, 6.00)	5.75 (5.53, 6.00)	<0.001
280	151	5.65 (5.40, 6.00)	5.80 (5.60, 6.00)	6.00 (5.65, 6.00)	0.051
300	88	5.75 (5.50, 6.00)	6.00 (5.75, 6.00)	6.00 (5.70, 6.00)	0.357
320	44	6.0 (5.7, 6.0)	6 (5.8, 6.1)	5.9 (5.8, 6.1)	0.122
340	17	6.0 (6, 6.0)	6.1 (5.8, 6)	6.05 (6, 6.1)	0.059
360	4	6.2 (6.2, 6.2)	6.0 (6.0, 6.1)	6.0 (6.0, 6.4)	0.333

Değerler medyan (çeyrek değerler aralığı) olarak verilmiştir. ¹Kruskal-Wallis testi

Verilerin incelenmesinde kolaylık açısından Tablo 8’de verilen numerik değerler aşağıdaki şekillerde görselleştirilmiştir. İnhaler anestezi indüksiyonunun ilk 6 dakikası boyunca anestezi cihazının ekspiratuar kolunda 20 saniye arayla ölçülen değerlerin trendi Şekil 8’de, inspiratuar kolda ölçülen değerlerin trendi ise Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 8. Somatotiplere göre FeDes% değerlerinin trendi.



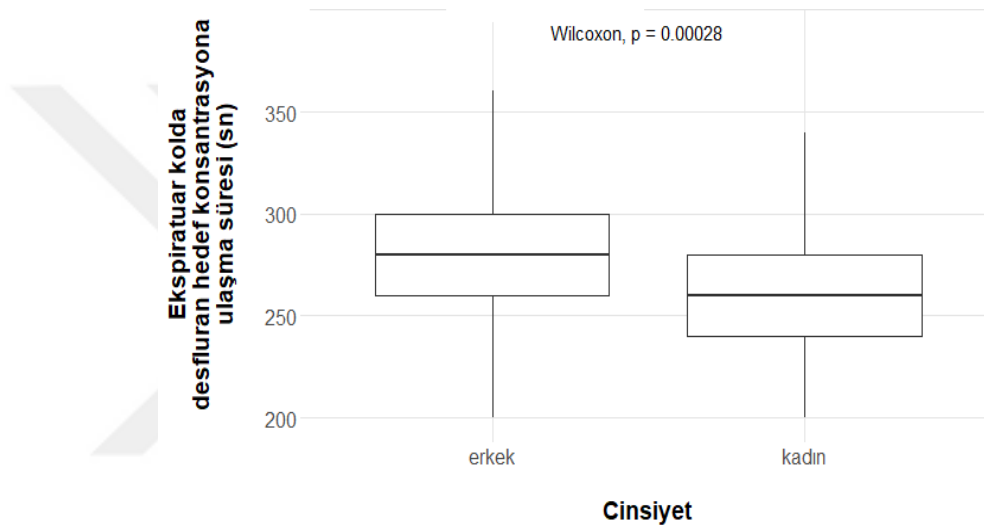
Şekil 9. Somatotiplere göre FiDes% değerlerinin trendi.

4.2. Diğer hasta karakteristiklerinin FeDes'in hedefe ulaşma süresi ile ilişkisi

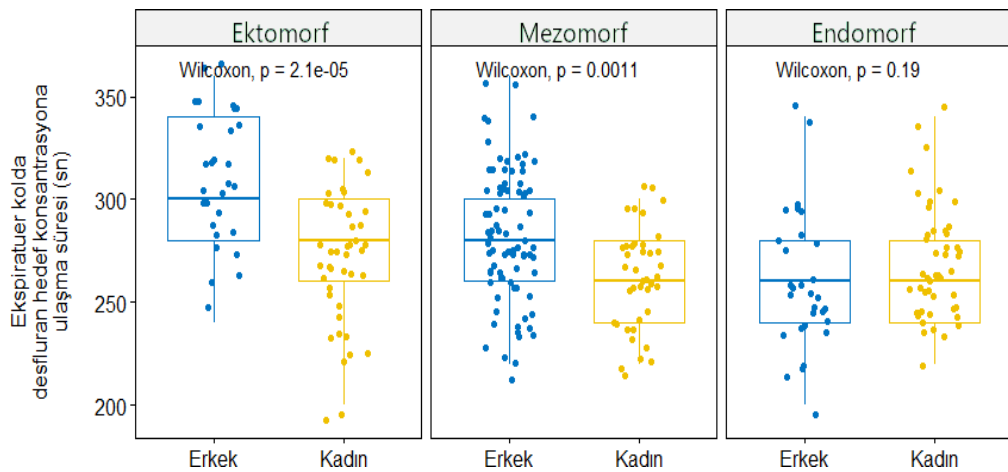
Sırasıyla cinsiyet, yaş, boy, vücut ağırlığı ve VKİ'nin süre ile ilişkisi gösterildi.

4.2.1. Cinsiyet ile FeDes'in hedefe ulaşma süresi arasındaki ilişki

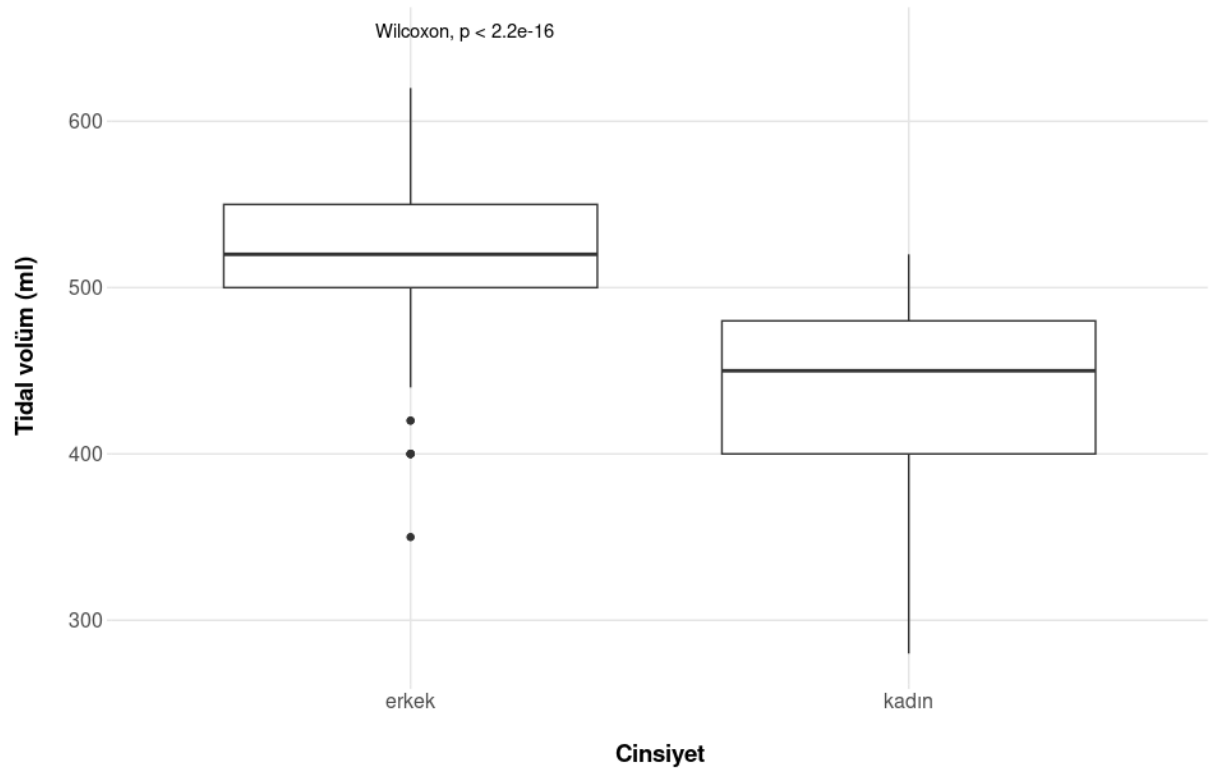
Ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresi kadın hastalarda 260 saniye saptandı. Bu değer erkek hastalara göre (280 saniye) anlamlı derecede düşüktü ($p < 0.001$, Şekil 10). Endomorf somatotipte kadın ve erkek cinsiyette süreler benzerdi. (Şekil 11). Cinsiyete göre tidal volüm dağılımı şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 10. Cinsiyete göre FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi.



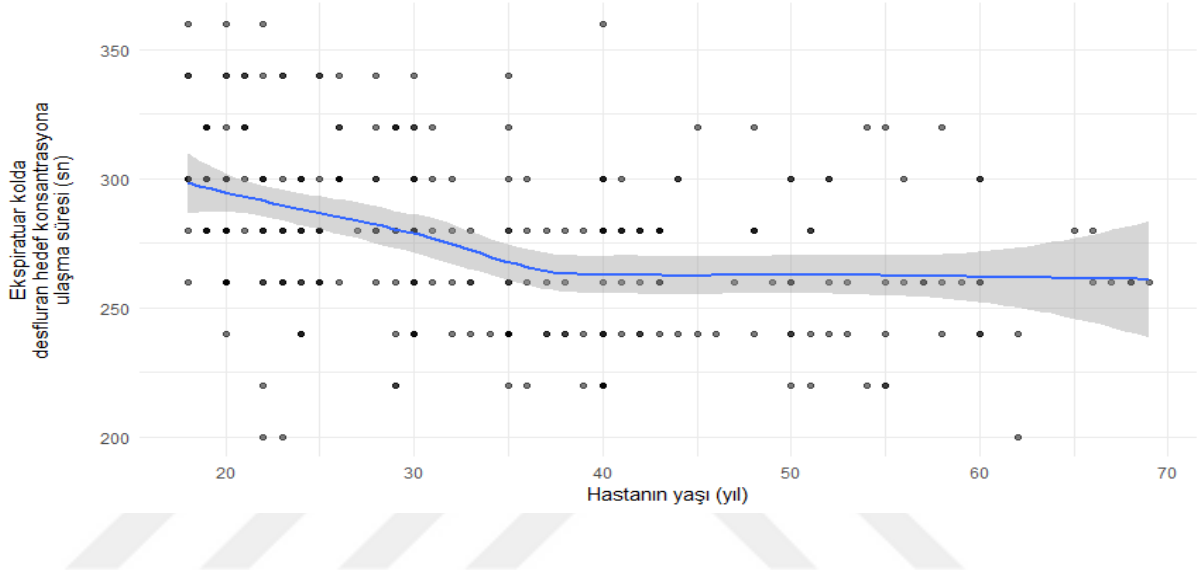
Şekil 11. Cinsiyete göre sınıflandırılmış FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi



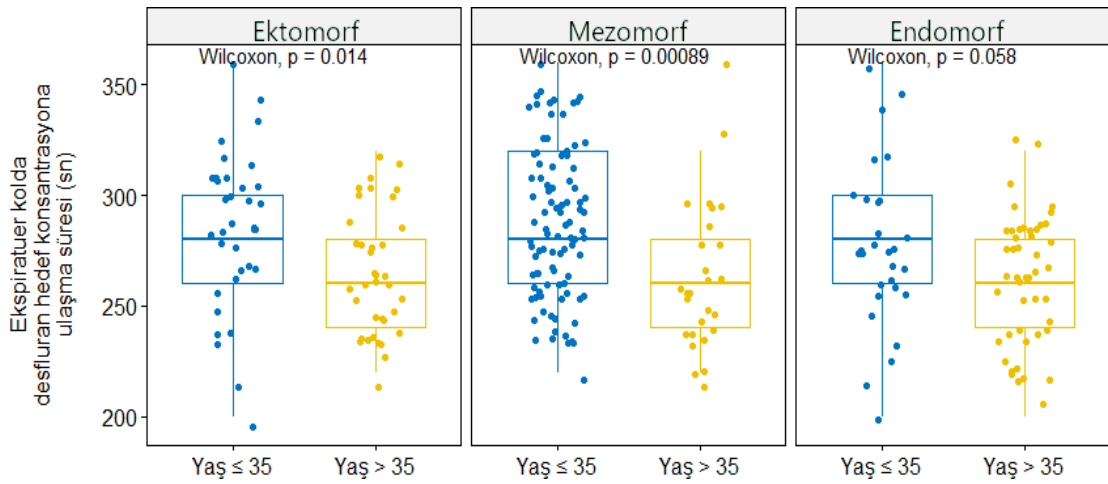
Şekil 12. Cinsiyete göre tidal volüm dağılımı.

4.2.2. Yaş ile FeDes'in hedefe ulaşma süresi arasındaki ilişki

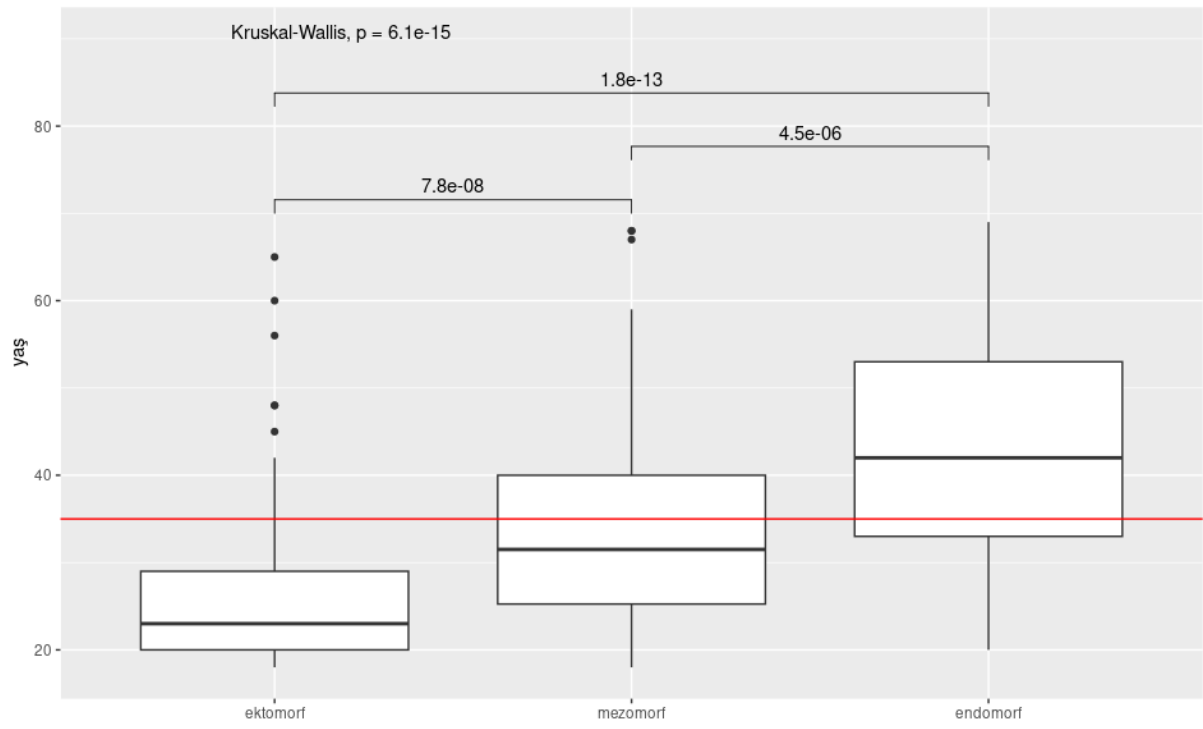
Yaş ile ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresi arasında negatif korelasyon saptandı (pearson korelasyonu: -0.337, $p < 0.0001$, Şekil 13). Yaşın somatotipten bağımsız bir faktör olup olmadığı incelendiğinde, her 3 somatotipte 35 yaş üstü değerlerin desfluran hedef konsantrasyona ulaşma süresini azalttığı ve bağımsız bir parametre olduğu saptandı (Şekil 14). Yaşın somatotipe göre dağılımı şekil 15'te gösterilmiştir.



Şekil 13. Yaş ile FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi arasındaki ilişki.



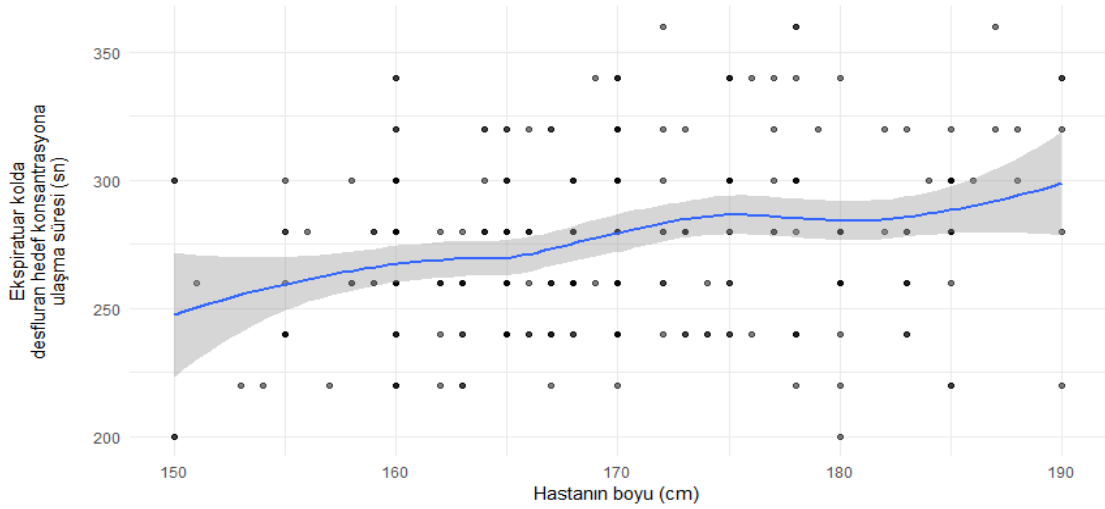
Şekil 14. Yaşa göre sınıflandırılmış FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi



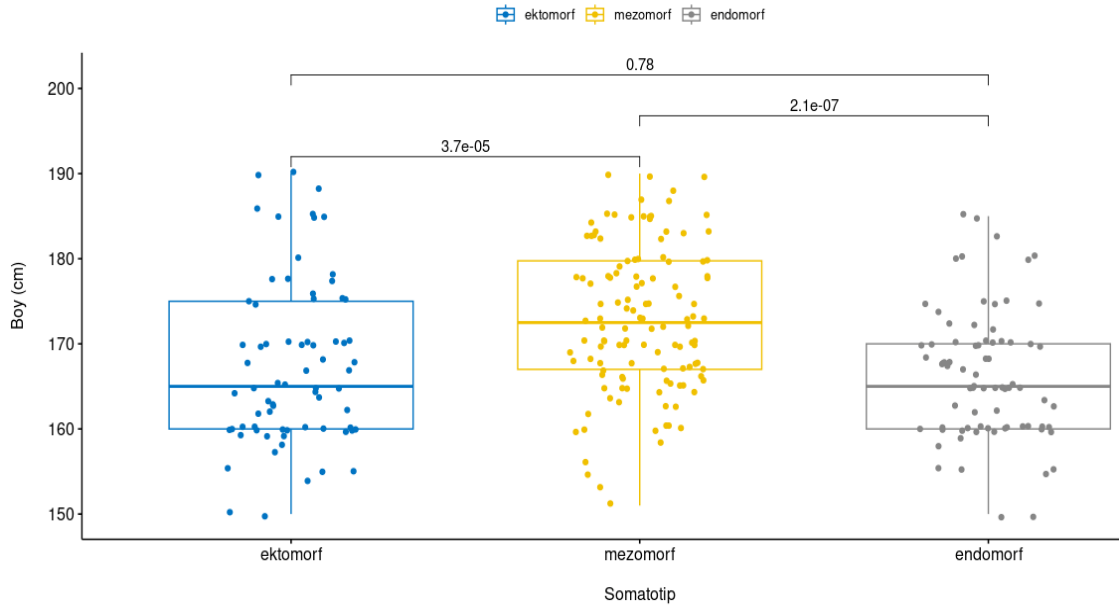
Şekil 15. Yaşın somatotipe göre dağılımı.

4.2.3. Boy ile FeDes'in hedefe ulaşma süresi arasındaki ilişki

Boy ile ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresi arasında zayıf pozitif korelasyon saptandı (pearson korelasyonu 0.251, $p < 0.0001$, Şekil 16). Boyun somatotipler arasındaki dağılımı incelendi (Şekil 17).



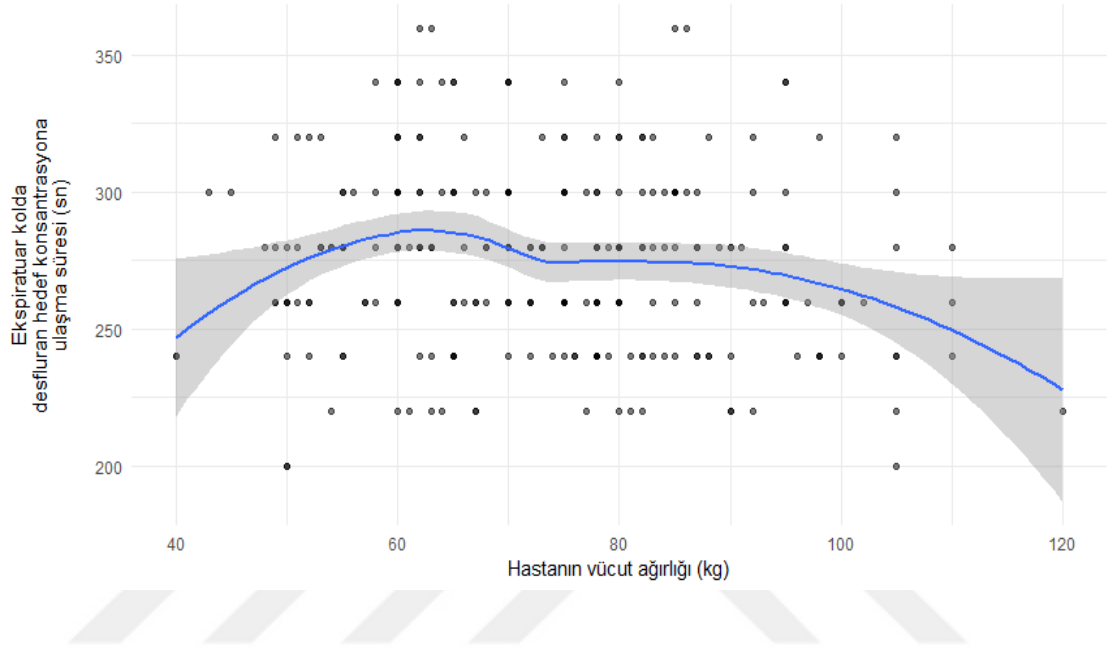
Şekil 16. Boy ile FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi arasındaki ilişki.



Şekil 17. Boya göre sınıflandırılmış FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi

4.2.4. Vücut ağırlığı ile FeDes'in hedefe ulaşma süresi arasındaki ilişki

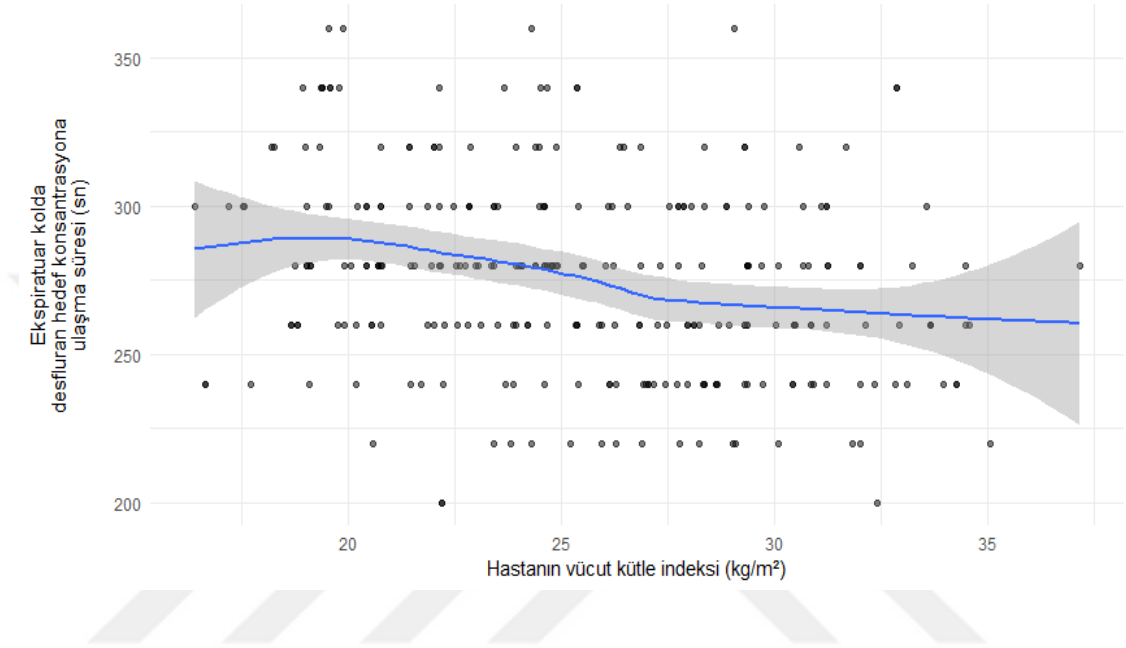
Vücut ağırlığı ile ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresi arasında negatif korelasyon saptandı (pearson korelasyonu: -0.123 , $p = 0.04$, Şekil 18).



Şekil 18. Vücut ağırlığı ile FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi arasındaki ilişki.

4.2.5. Vücut kütle indeksi ile FeDes'in hedefe ulaşma süresi arasındaki ilişki

Vücut kütle indeksi ile ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresi arasında negatif korelasyon saptandı (pearson korelasyonu: -0.268, $p < 0.0001$, Şekil 19).



Şekil 19. VKİ ile FeDes'in hedef konsantrasyonuna ulaşma süresi arasındaki ilişki.

4.3. Anestezi indüksiyonu sonrası hemodinamik değişiklikler

Anestezi indüksiyonu sonrası tüm hastalarda sistolik kan basıncının düştüğü saptandı. Sistolik kan basıncındaki değişiklikler Tablo 9’da verildi. Kalp atım hızının ise tüm hastalarda arttığı saptandı. Kalp tepe atımındaki değişiklikler Tablo 10’da verildi.

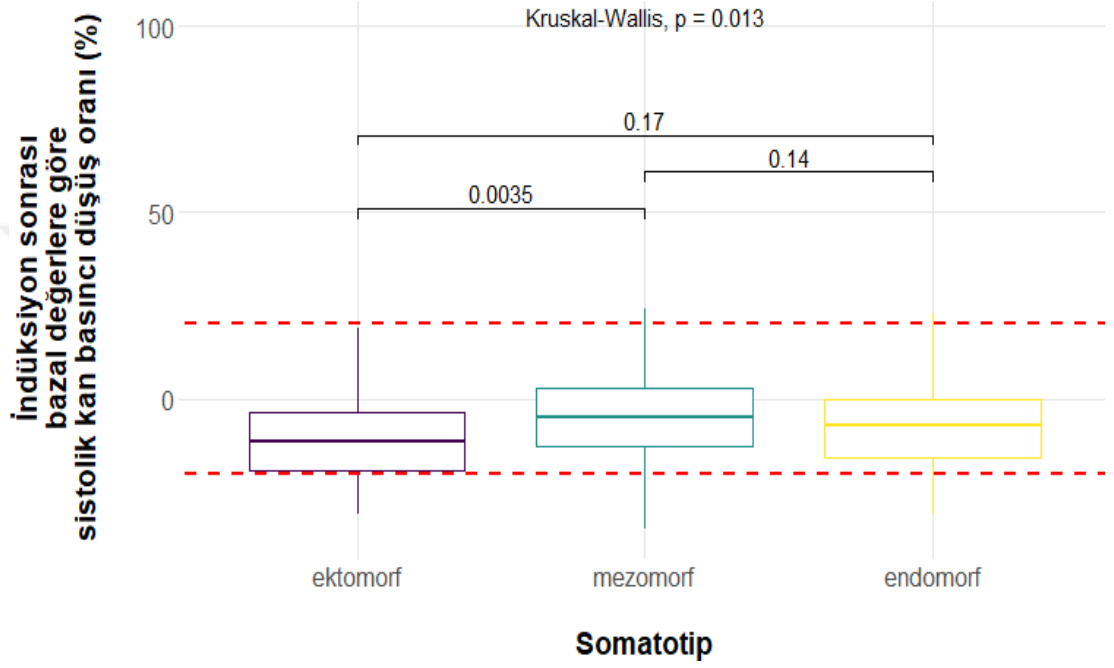
Tablo 8. İndüksiyon öncesi ve sonrası sistolik kan basıncı değişimleri

Gruplar	Sistolik kan basıncı (mmHg)		p değeri
	Bazal	İnhale indüksiyon sonrası	
Ektomorf (n=72)	124 (116-132)	110 (101-125)	<0.001
Mezomorf (n=122)	128 (120-139)	122(109-135)	0.002
Endomorf (n=77)	137 (127-147)	125(108-137)	<0.001

Tablo 9. İndüksiyon öncesi ve sonrası kalp atım hızı değişimleri

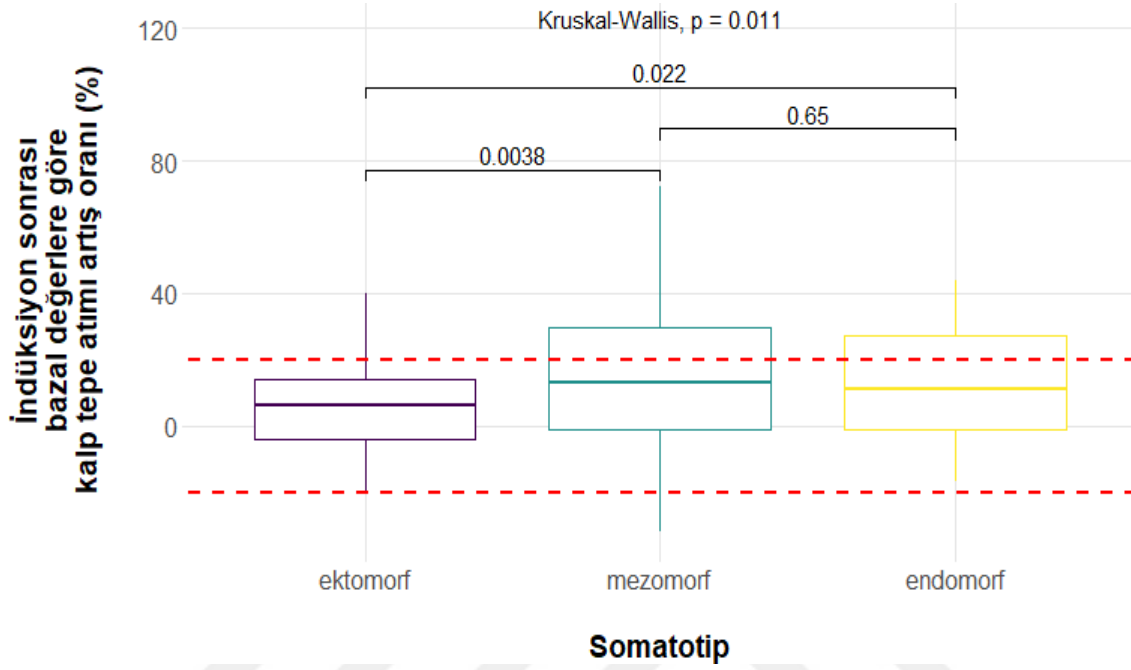
Gruplar	Kalp atım hızı (atım/dk)		p değeri
	Bazal	İnhale indüksiyon sonrası	
Ektomorf (n=72)	87 (77-99)	93 (84-102)	0.059
Mezomorf (n=122)	78 (69-90)	91 (81-99)	<0.001
Endomorf (n=77)	79 (70-90)	90 (84-96)	<0.001

Bazal sistolik kan basıncı değerleri ile iv indüksiyondan hemen sonra ölçülen sistolik tansiyon değerlerinin değişimi Şekil 20’de verilmiştir. Sistolik tansiyon ve kalp atım hızındaki ortalama değişimin bazale göre %20’nin altında kaldığı görüldü (Şekil 20-21).



Şekil 20. İndüksiyon sonrası bazal değerlere göre sistolik kan basıncı düşüş oranı

Bazal kalp tepe atımı değerleri ile iv indüksiyondan hemen sonra ölçülen kalp tepe atımı değerlerinin değişimi Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. İndüksiyon sonrası bazal değerlere göre kalp tepe atımı artış oranı

4.4. Regresyon modeli

Regresyon modeli oluşturulurken klinik olarak anlamlı hasta karakteristikleri kullanıldı. Ardından varyans enflasyon faktörü analizi ile (car paketi, sürüm 3.1.1) kolineariteler saptandı ve ayırıldı. Ardından ilişkisiz parametreler tek tek elendi (Tablo 11).

Tablo 10. Regresyon modelinin sonucu

Hasta karakteristiği	Beta	Standart	
		sapma	p değeri
Kadın cinsiyet	-14.9693	6.2733	0.018038
Boy	0.7481	0.3568	0.037377
Endomorf somatotip	-21.4535	5.8649	0.000332
Mezomorf somatotip	-18.4559	5.4929	0.000948

Hastalar 70/30 oranında iki gruba ayrılarak öğrenme ve test setleri oluşturuldu. Öğrenme setinde model oluşturuldu. Bu modelden vücut tipi çıkarılarak her iki model tahmin gücü açısından anova testiyle karşılaştırıldı (stats paketi, sürüm 4.2.2). Anova analizi sonucu iki model arasında ekspiratuar kolda hedef desfluran konsantrasyonuna ulaşma süresini tahmin etme başarısının anlamlı farklı olduğu ($p = 0.0005$); somatotip parametresini içeren modelin daha düşük rezidüel standart sapma gösterdiği (184 vs 186), dolayısıyla daha başarılı olduğu saptandı ($p = 0.010$).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada desfluranın hedeflenen alveolar konsantrasyona ulaşma süresinin endomorf somatotipe sahip hastalarda ortalama 20 saniye kısa sürdüğünü saptadık. Endomorf somatotipte batın içeriğinin sefale doğru yer değiştirmesi diğer somatotiplere göre daha belirgin olmasından dolayı endomorflarda hedeflenen alveolar konsantrasyona ulaşma süresi kısalmış olabilir. İnhaler anestezi indüksiyonunda uzamanın cinsiyet, yaş, boy, vücut ağırlığı vb. antropometrik ölçümlere ihtiyaç duyulmadan somatotip ile zahmetsizce öngörülebileceğini saptadık.

Literatürde somatotiplerin inhaler anestezi indüksiyonunda değerlendirildiği bir çalışma saptanmamıştır. Saptadığımız fark istatistiksel olarak anlamlı olsa da 5 ile 6 dakika arasında süren inhaler anestezi indüksiyonu içerisinde klinik olarak önemli gözükmemektedir. Ancak endomorf yapılı hastalarda intravenöz anestezi ilaçlar düzeltilmiş kiloya göre hesaplanmakta, dolayısıyla aynı boydaki hastalarda daha yüksek dozda uygulanmaktadır. Düşük akımlı anestezinin indüksiyon aşamasında başlıca amaçlar amnezinin korunması ve entübasyondan kaynaklanan sempatik deşarjin baskılanmasıdır. Endomorf yapılı hastalarda amnezik konsantrasyonlara erken ulaşılacağı ve sempatik deşarjin erken baskılanabileceğinin bilinmesi hastayı gereksiz derin anestezi ve hipotansiyon riskinden koruyacaktır.

Çalışmamızda saptadığımız desfluran konsantrasyonları literatürle uyumlu gözükmemektedir. Bahar ve arkadaşları Draeger Primus anestezi cihazı ile 1 L/dakika taze gaz akışı ve %18 desfluran konsantrasyonu ile gerçekleştirdikleri inhaler anestezi indüksiyonundada 0,7 MAK'a ulaşma süresini $2.9 \pm 0,5$ dakika olarak bildirmiştir. Belirtilen MAK değerine karşılık gelen ortalama end tidal desfluran konsantrasyonu $4,7 \pm 0,4$ olarak bildirilmiştir (21). Bu çalışmada FeDes'in 4,7 konsantrasyona ulaşması ortalama 200 saniye (180-200) olarak ölçülmüştür ve bu haliyle Bahar ve arkadaşları tarafından bildirilen değerlere yakın olduğu değerlendirilmiştir. Bahar ve arkadaşlarının çalışmasında süre ile vücut ağırlığı, boy veya cinsiyet ile korelasyon saptanmadığı bildirilmiştir. Bu durumun Bahar ve arkadaşlarının çalışmasındaki yetersiz hasta sayısına bağlı olduğu kanaatindeyiz.

Çalışmamız ile aynı desfluran konsantrasyonu ve akım düzenini kullanan bir çalışmada Horwitz ve arkadaşları 1 MAK'a ulaşma süresini 1 L/dakika taze gaz akışıyla 222 saniye, 0,5 L/dakika taze gaz akışıyla 510 saniye olarak bildirmiştir (28). Ancak çalışmada Aisys Care Station (GE Healthcare, Madison, WI, USA) anestezi cihazı kullanılması ve inhaler anestezi konsantrasyonuna değil, MAK değerine bakılması karşılaştırmayı olanaksız hale getirmektedir. Bunun birinci nedeni GE Healthcare cihazlarının iç hacminin Draeger cihazlarına göre 1-1,5 L daha küçük olmasıdır. İkinci nedeni MAK değeri yanında end tidal desfluran konsantrasyonunun verilmemiş olmasıdır.

Düşük akım anestezisinde dahi başlangıçta yüksek akım kullanımının yaygın olması karşılaştırma yapılabilecek literatür sayısını azaltmaktadır (29). Wash-in sırasında yüksek taze gaz akışı kullanmak wash-in süresini kısaltmakla birlikte inhaler ajanın tüketimini arttırmaktadır (20). Örnek olarak 60 hastanın verileri ile minimal akımın değerlendirildiği (29) ancak wash-in için 4 L/dakika taze gaz akışının kullanıldığı bir çalışmada desfluran %8 konsantrasyondan açılmış ve 0,8 MAK'a yükseliş süresi desfluran grubunda ortalama 142 saniye saptanmış, ancak end tidal desfluran konsantrasyonları bildirilmemiştir (29).

VKI 30'un üzerinde olan hastaların dahil edilmediği 106 hastalık bir çalışmada 2 L/dakika taze gaz akışı ve %12 desfluran konsantrasyonu ile FiDes %8, FeDes %6 konsantrasyona ulaşma süresi 240 saniye olarak saptanmış (30). Taze gaz akışının arttırılmasının süreyi kısaltması, vaporizatör konsantrasyonunun düşürülmesinin ise süreyi uzatması bekleneceğinden bu çalışmanın verileri de karşılaştırılabilir değildir.

Primer çıktıda saptanan farkın diğer hasta karakteristikleriyle ilişkisi incelendiğinde kadın cinsiyette desfluranın hedef konsantrasyona ulaşma süresinin anlamlı düzeyde kısa olduğu saptanmıştır. İlk akla gelen akciğer hacminin kadınlarda daha düşük olduğudur (31).

Somatotiplerde cinsiyete göre süreler incelendiğinde ektomorf ve mezomorf somatotipte cinsiyete göre süre dağılımı benzer saptandı. Ancak endomorf somatotipte cinsiyete göre fark saptanmadı. Bu haliyle somatotipin cinsiyetten bağımsız bir parametre olduğu saptanmıştır.

Yaş ile süre ilişkisi incelendiğinde sürenin 23 yıldan 35 yıla kadar azalma eğiliminde olduğu, sonrasında sabit seyrettiği saptandı. Kilo ve boy aynı kalmak şartıyla yaş ilerledikçe göğüs kafesinin kompliyansının azalmasına bağlı FRK'nin arttığı, solunum kasları ve otonomik sinir sistemindeki dejenerasyona bağlı vital kapasitenin azaldığı, total akciğer hacminin değişmediği bilinmektedir (32). FRK'nin artmasına bağlı sürenin artması beklendiğinden bulgularımız literatür ile uyumlu gözükmemektedir. Ancak ileri analizde somatotipe göre yaş dağılımı incelendiğinde, 35 yaş ve altının ektomorf yapıda hastalardan ve mezomorf yapıda hastaların çoğunluğundan oluştuğu, 35 yaş üstünün ise baskın olarak endomorf somatotipten oluştuğu saptandı. Otuz beş yaşa kadar gözlenen düşüş, ektomorf yapıda hastaların daha genç olmasına, 35 yaş sonrası stabil süre ise endomorf somatotipe bağlı olduğu düşünüldü. Ancak somatotipe göre FeDes% hedefine ulaşma süresi yaşa göre kademelendirildiğinde, her üç somatotipe sahip hastalarda, 35 yaş üzerindeki grupta sürenin daha kısa olduğunu saptadık. Dolayısıyla yaşı bağımsız bir parametre olduğunu saptadık ve oluşturacak regresyon modelinde yer verilmesi planlandı.

Boy ile süre ilişkisi incelendiğinde pozitif ilişki saptandı. Somatotiplerde boy dağılımı incelendiğinde mezomorf somatotipe sahip hastaların her iki gruba göre anlamlı derecede uzun olduğu, ektomorf ve endomorf somatotipe sahip hastaların benzer boyda olduğu saptandı. Somatotipe göre boy dağılımı ile süre dağılımı uyuşmadığından somatotipin boydan bağımsız bir parametre olduğu saptandı.

Vücut ağırlığı ile süre ilişkisi incelendiğinde bifazik ilişki saptandı. Korelasyon eğrisi ve hasta demografikleri incelendiğinde ilk 65 kg'a kadarki artışın ektomorf somatotipe, sonrasındaki düşüşün ise endomorf somatotipe bağlı olduğu saptandı. Bu haliyle somatotip ile vücut ağırlığının birbirine bağımlı parametreler olduğu saptanmıştır.

VKİ ile süre ilişkisi incelendiğinde negatif ilişki olduğu saptandı. Somatotiplerde saptanan VKİ'lerin korelasyon eğrisi ile örtüştüğü, dolayısıyla somatotip ile VKİ'nin birbirine bağımlı parametreler olduğu saptandı.

Desfluranın kardiyovasküler sistem üzerinde etkileri kalp atım hızında artış, ortalama arteriyel kan basıncında ve sistemik vasküler dirençte azalmadır. Bu etkiler sonucu kalp debisinin korunduğu bildirilmiştir (33). Bu çalışmada inhaler anestezi indüksiyonu sonrası gelişen hemodinamik değişiklikler incelendiğinde, literatürle uyumlu olarak sistolik kan basıncının tüm somatotiplerde azaldığı, kalp tepe atımının ise tüm somatotiplerde arttığı gözlemlendi. Somatotiplere göre değişiklikler incelendiğinde herhangi bir hasta grubunda anesteziye bağlı hipotansiyon veya yetersiz anestezi derinliğine bağlı sempatik aktivite artışı paterni saptanmadı.

Ektomorf somatotipte sistolik kan basıncındaki azalmanın daha belirgin olduğu, kalp atım hızındaki artışın daha hafif olduğu saptandı. Bu bulgular ektomorf somatotipe sahip hastalarda inhaler anesteziye bağlı olarak kardiyovasküler sistemin baskılandığını göstermektedir. Ancak bu durumda FeDes% hedefe ulaşma süresinin kısalması beklenemediğinden ve bu durum gerçekleşmediğinden, kardiyovasküler sistemdeki değişikliklerin süre üzerinde etkili olmadığı değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci çıktısı olarak somatotip ve bağımsız değişken olarak saptanan cinsiyet ve boy parametreleri kullanılarak desfluranın ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresini öngörecektir bir lineer regresyon modeli oluşturuldu. Bu modelden vücut tipi çıkarıldığında modelin öngörme gücünün istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığı saptandı. Tartışmanın başında belirtildiği üzere, somatotip ile inhaler anestezik konsantrasyonlarının ilişkisini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen modeli karşılaştırabileceğimiz bir çalışma bulunmamaktadır.

İnhaler anestezikler için oluşturulan modeller fizyolojik parametrelere dayanmaktadır. Bu parametreler organların boyutu ve perfüzyonu, inhaler anesteziğin kan ve doku partiyon katsayısı, ayrıca ayarlanabilir parametreler olan taze gaz akışı ve F_i 'dir (34). Perfüzyonun anestezi indüksiyonundan etkilenmediği varsayılırsa yukarıda sayılan parametrelerden yalnızca organların (ve akciğerlerin) boyutu olacaktır (34). Organ boyutları ile somatotip doğrudan ilişkili olduğundan bu çalışmada elde edilen regresyon modelinde somatotipin anlamlı bir etkisi olması beklenen bir sonuçtur.

Bu gözlemsel çalışmanın pek çok kısıtlılığı bulunmaktadır. İlki somatotip değerlendirmemizin ölçüm ve formüle göre değil, gözleme dayalı olmasıdır. Genel bilgilerde bahsedildiği üzere, Carter ve Rempel'in yönteminin kullanılması zaman alıcı ve komplike olduğundan anlamlı bir sonuç elde edilmesi halinde dahi günlük klinik pratikte önerilemeyecek bir yöntemdir. Bu nedenle tercih edilmemiştir. İnhaler anestezi alımını etkileyen iki temel parametre olan akciğer kapasiteleri ve kalp debisini ölçmeye yönelik ayrıntılı teknikler de aynı nedenle uygulanmamıştır.

5.1. Sonuç

Sonuç olarak, somatotipin desfluranın ekspiratuar kolda hedef konsantrasyona ulaşma süresi üzerinde bağımsız ve etkili bir parametre olduğu saptandı. Hasta sayısı hesaplanan örneklem boyutunu karşıladığından ve bağımlı ve bağımsız parametreler ortaya konduğundan bu konuda ileri bir çalışmaya gerek olmadığı kanaatindeyiz. Somatotip preoperatif anestezi değerlendirme formlarına eklenebilir veya mobil telefonlara uygun yazılımlar kullanılarak değerlendirilmesi sağlanabilir. Ancak bu yazılımların somatotip değerlendirmesini objektif hale getirebileceği konusunda henüz yeterli çalışma bulunmamaktadır. Son olarak, anestezi pratiğinde önemli bir yeri olan MAK değeri bireysel özellik ve alışkanlıklara göre değişebildiğinden çalışmamız MAK değerlerine uyarlanabilecek bir dizayna sahip değildir.

6. KAYNAKLAR

1. Hudson AE, Hemmings HC. 3 - Pharmacokinetics of Inhaled Anesthetics. In: Hemmings HC, Egan TD, editors. Pharmacology and Physiology for Anesthesia (Second Edition) [Internet]. Philadelphia: Elsevier; 2019. p. 44–69. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978032348110600003X>
2. Hendrickx JFA, Van Zundert AAJ, De Wolf AM. Sevoflurane pharmacokinetics: effect of cardiac output. Br J Anaesth [Internet]. 1998 [cited 2023 Nov 17];81(4):495–501. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9924219/>
3. Whalen FX, Bacon DR, Smith HM. Inhaled anesthetics: An historical overview. Vol. 19, Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology. Bailliere Tindall Ltd; 2005. p. 323–30.
4. Coetzee JF, Stewart LJ. Fresh gas flow is not the only determinant of volatile agent consumption: a multi-centre study of low-flow anaesthesia. Br J Anaesth [Internet]. 2002 [cited 2023 Nov 17];88(1):46–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11881883/>
5. Aranake A, Mashour GA, Avidan MS. Minimum alveolar concentration: Ongoing relevance and clinical utility. Vol. 68, Anaesthesia. 2013. p. 512–22.
6. Spertini V, Borsoi L, Berger J, Blacky A, Dieb-Elschahawi M, Assadian O. Bacterial contamination of anesthesia machines' internal breathing-circuit-systems. GMS Krankenhhyg Interdiszip [Internet]. 2011 [cited 2023 Nov 26];6(1):Doc14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22242095/>
7. Brattwall M, Warrén-Stomberg M, Hesselvik F, Jakobsson J. Brief review: theory and practice of minimal fresh gas flow anesthesia. Can J Anaesth [Internet]. 2012 Aug [cited 2023 Nov 14];59(8):785–97. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22653840/>
8. McKay RE. Inhaled anesthetics. In: Strales LM, Miller RD. Miller's anesthesia review. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2013. p. 45.
9. Herbert L, Frca M, Magee P. Circle systems and low-flow anaesthesia. [cited 2023 Nov 14]; Available from: <https://academic.oup.com/bjaed/article/17/9/301/3827915>

10. McKay RE, Malhotra A, Cakmakaya OS, Hall KT, McKay WR, Apfel CC. Effect of increased body mass index and anaesthetic duration on recovery of protective airway reflexes after sevoflurane vs desflurane. *Br J Anaesth* [Internet]. 2010 [cited 2023 Nov 14];104(2):175–82. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20037150/>
11. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* [Internet]. 2010 Apr 13 [cited 2023 Dec 12];39(4):412–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20392703/>
12. Bazzocchi A, Filonzi G, Ponti F, Albisinni U, Guglielmi G, Battista G. Ultrasound: Which role in body composition? *Eur J Radiol*. 2016 Aug 1;85(8):1469–80.
13. Dexter F, Bayman EO, Epstein RH. Statistical modeling of average and variability of time to extubation for meta-analysis comparing desflurane to sevoflurane. *Anesth Analg* [Internet]. 2010 [cited 2023 Nov 14];110(2):570–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19820242/>
14. Jakobsson J. Desflurane: A clinical update of a third-generation inhaled anaesthetic. Vol. 56, *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2012. p. 420–32.
15. White PF, Tang J, Wender RH, Yumul R, Stokes OJ, Sloninsky A, et al. Desflurane versus sevoflurane for maintenance of outpatient anesthesia: the effect on early versus late recovery and perioperative coughing. *Anesth Analg* [Internet]. 2009 [cited 2023 Nov 12];109(2):387–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19608808/>
16. Weiskopf RB, Moore MA, Eger EI, Noorani M, McKay L, Chortkoff B, et al. Rapid increase in desflurane concentration is associated with greater transient cardiovascular stimulation than with rapid increase in isoflurane concentration in humans. *Anesthesiology* [Internet]. 1994 [cited 2023 Nov 14];80(5):1035–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8017643/>
17. Baum JA. Low-flow anesthesia: theory, practice, technical preconditions, advantages, and foreign gas accumulation. *J Anesth* [Internet]. 1999 [cited 2023 Nov 12];13(3):166–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14530937/>

18. Baker AB. Low flow and closed circuits. *Anaesth Intensive Care* [Internet]. 1994 [cited 2023 Nov 14];22(4):341–2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7978192/>
19. Brattwall M, Warrén-Stomberg M, Hesselvik F, Jakobsson J. Brief review: theory and practice of minimal fresh gas flow anesthesia. *Can J Anaesth* [Internet]. 2012 Aug [cited 2023 Nov 15];59(8):785–97. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22653840/>
20. Jakobsson JG, Leijonhufvud F, Jöneby F. The impact of fresh gas flow on wash-in, wash-out time and gas consumption for sevoflurane and desflurane, comparing two anaesthesia machines, a test-lung study. *F1000Res* [Internet]. 2017 [cited 2023 Nov 14];6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29333245/>
21. Bahar S, Arslan M, Urfalioglu A, Gisi G, Oksuz G, Bilal B, et al. Low-flow anaesthesia with a fixed fresh gas flow rate. *J Clin Monit Comput* [Internet]. 2019 Feb 15 [cited 2023 Jul 13];33(1):115–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29572589/>
22. Wahba RWM. Perioperative functional residual capacity. *Can J Anaesth* [Internet]. 1991 Apr [cited 2023 Jul 13];38(3):384–400. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2036700/>
23. Reber A, Nylund U, Hedenstierna G. Position and shape of the diaphragm: implications for atelectasis formation. *Anaesthesia* [Internet]. 1998 Nov [cited 2023 Nov 15];53(11):1054–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10023273/>
24. Racette SB, Deusinger SS, Deusinger RH. Obesity: overview of prevalence, etiology, and treatment. *Phys Ther* [Internet]. 2003 Mar;83(3):276–88. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12620091>
25. Vertinsky P. Physique as destiny: William H. Sheldon, Barbara Honeyman Heath and the struggle for hegemony in the science of somatotyping. *Can Bull Med Hist*. 2007;24(2):291–316.
26. Rempel, R (1994). *A Modified Somatotype Assessment Methodology*. Simon Fraser University. ISBN 978-0-612-06785-1.
27. BROUWER D. Somatotypes and psychosomatic diseases. *J Psychosom Res* [Internet]. 1957 Mar;2(1):23–34. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13417171>

28. Desflurane and sevoflurane use during low- and minimal-flow anesthesia at fixed vaporizer settings - PubMed [Internet]. [cited 2023 Jul 13]. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26198766/>
29. Ayanoglu Taş B, Şanlı Karip C, Abitağaoğlu S, Öztürk MC, Erdoğan Arı D. Comparison of minimal-flow sevoflurane versus desflurane anesthesia: randomized clinical trial. *Braz J Anesthesiol* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2023 Jul 13];72(1):77–82. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34119569/>
30. Sathitkarnmanee T, Tribuddharat S, Nonlhaopol D, Thananun M, Somdee W. 1-1-12 one-step wash-in scheme for desflurane low flow anesthesia: performance without nitrous oxide. *Drug Des Devel Ther* [Internet]. 2015 Feb 17 [cited 2023 Nov 30];9:977–81. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25733815/>
31. Sheel AW, Guenette JA. Mechanics of breathing during exercise in men and women: sex versus body size differences? *Exerc Sport Sci Rev* [Internet]. 2008 Jul [cited 2023 Dec 25];36(3):128–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18580293/>
32. Sharma G, Goodwin J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2006 [cited 2023 Dec 26];1(3):253–60. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18046878/>
33. Warltier DC, Pagel PS. Cardiovascular and respiratory actions of desflurane: is desflurane different from isoflurane? *Anesth Analg*. 1992;75(4 (Supl)):17–31.
34. Hendrickx JFA, De Wolf A. Special aspects of pharmacokinetics of inhalation anesthesia. *Handb Exp Pharmacol* [Internet]. 2008 [cited 2023 Nov 23];182(182):159–86. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18175091/>

7. ETİK KURUL KARARI



T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı



Sayı : E-40465587-050.01.04-308
Konu : Etik Kurul

26.01.2022

Sayın Doç. Dr. Başar ERDİVANLI

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Antropometrik Özelliklerin Düşük Akımla Anestezi Uygulamasında Desfluranın Hedef Alveolar Konsantrasyona Ulaşma Süresine Etkileri” isimli başvurunuz etik kurulumuz yönergesine göre 20.01.2022 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, 2022/11 karar numarası ile bilimsel ve etik yönden uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Hüseyin Avni UYDU
Başkan

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : b94a3942b8c0

Belge Takip Adresi: <http://ebys.erdogan.edu.tr/EBYS/eimzadogrulama>

Fener Mah. Zihni Derin Yerleşkesi 53100 Rize / TÜRKİYE
Telefon No : +90 (464) 223 61 26 Faks No : +90 (464) 223 53 76
e-Posta : İnternet Adresi: <http://www.erdogan.edu.tr/>
Kep Adresi:

Bilgi için : BURAK HANKAYA

