



**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**LİTOTOMİ POZİSYONUNDA AÇIK ABDOMİNAL CERRAHİ
GEÇİRECEK HASTALARDA ISITMA SİSTEMLERİNİN
ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Pınar ÖZDEMİR YAŞAR

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Filiz ÜZÜMCÜGİL**

**YARDIMCI TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Almila Gülsün PAMUK**

**ANKARA
2019**

TEŞEKKÜR

Ameliyathane; pek çok insanın inanılmaz bir özveriyle çalıştığı, başkalarının eşine, dostuna, çocuğuna ‘emanet’ gözüyle bakıldığı eşsiz bir ortamdır. Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı’nda almış olduğum tüm uzmanlık eğitimim süresince, bütün bu özverisine saygı duyduğum hocalarıma bu milletin bir ferdi olarak, tüm insani duygularıyla teşekkürü borç bilmekteyim.

Uzmanlık eğitimim süresince bana desteğini esirgemeyen, hoşgörüsü ve bitmeyen enerjisi ile bizlere yol gösteren değerli bölüm başkanımız Prof. Dr. Meral KANBAK’ a,

Uzmanlık eğitimim süresince tüm içtenliği ve yardımseverliğiyle yanımda olan, hoşgörüsüyle insanları rahatlatan ve var gücüyle destek olan Doç.Dr. Almıla Gülsün PAMUK’a,

Yazacağım kelimelerin dahi ilelebet içimde saklı tutacağım yerini anlatmaya yetmediği ; bu mesleğin ne anlama geldiğini, ne derece kutsal bir iş yaptığımızı her gün çalışma azmi , insana verdiği koşulsuz değerle gün be gün öğreten ; beni bilginin gücüne inandıran , ilerde yapacak olduğum bu mesleği icra ettiğim her an; yaptıklarıyla, söyledikleriyle bana yol gösterecek olan , eğilip bükülmeden, başka hiçbirşey beklemeden, sadece işini yaparak, insanları severek ve sahiplenerek, bilgiyle kuşanarak birilerinin çocuğuna el olmayı; birilerinin annesine, babasına hayat olmayı öğreten, sadece bundan alınan sonsuz keyfi hissetmeyi aşıl原因an değerli hocam, yol göstericim Dr. Öğr. Üyesi Filiz ÜZÜMCÜGİL’e ,

Bu çok kıymetli mesleği öğrenmeye çalıştığım tüm süreç boyunca hep yanımda olan, ikinci ailem addettiğim, canla başla çalışan tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Bütün zorlu eğitim sürecim boyunca kahrımı çeken, iyi insan olmayı, dürüstlüğü, yardımsever olmayı, dik durup güçlü olmayı bana öğreten güzel kadınımm anneme ve canımdan öte kardeşime,

Gözüne baktığım her an hayatın anlamını bulduğum; fikirleri, davranışlarıyla beni olgunlaştıran; sonsuz gücüm, nefesim kıymetli eşime,

Beni yukarılardan izlediğini bildiğim; onun gözünde iyi bir evlat, milletine hayırlı bir insan olmak adına tüm hayatımı adadığım; ileride hayat olacağım her insanda gurur duymasını temenni ettiğim, rahmetli canım babama bu tezi adar; yukarda saymış olduğum herkese ve adlarını tek tek saymadığım tüm ameliyathane ekibine teşekkür ederim.

Bu tez aracılığıyla milletime yararlı, elinden geleni yapmaya çalışan, her zaman her koşulda insan hayatına değer veren, Mustafa Kemal ATATÜRK'ün yolunda ilerleyen bir Türk hekimi olacağıma söz veririm.

Babam Sonsüzer ÖZDEMİR'e...

Pınar ÖZDEMİR YAŞAR

MAYIS 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Sıcak ve Soğuk Hissinin Fizyolojisi	4
2.2. Termoregülasyon	7
2.2.1. Santral (Kor) Sıcaklığı Tanımı	8
2.2.2. Davranışsal veya İstemli Termoregülasyon.....	8
2.2.3. Otonomik Termoregülasyon	9
2.2.4. Efektör Yanıt	10
2.2.4.1. Otonom Soğuktan Koruyucu Cevap	10
2.2.4.1.1. Vazokonstriksiyon	10
2.2.4.1.2. Titreme.....	12
2.2.4.2. Titremesiz Termogenez	13
2.2.5. Isı Üretimi ve Isı Kaybı Fizyolojisi	13
2.2.5.1. Isı Üretimi	13
2.2.5.2. Isı Kaybı.....	14
2.2.5.3. Isı Dengesine Vücut Ağırlığının Etkisi.....	15
2.3. Anestezi Sırasında Isı Regülasyonu	15
2.3.1. Preanestezi Döneminde Düşük Kor Sıcaklığı Risk Faktörleri ...	16
2.3.2. Kronik Medikasyonun Etkisi	17
2.3.3. Operasyon Odasına Transport ve Cerrahi Hazırlığın Etkisi	19
2.3.4. Genel Anestezinin Etkileri	20

2.3.4.1.	Anestezi İlaçlarının Otonom Termoregülasyon Üzerine Etkisi...	21
2.3.5.	Anestezi İndüksiyonu Sonrası Etkiler.....	24
2.3.5.1.	Redistribüsyon Fazı	24
2.3.5.2.	Lineer Faz	26
2.3.5.3.	Plato fazı	27
2.3.6.	Mekanik Ventilasyon ve Hasta Pozisyonunun Etkileri	28
2.4.	Cerrahi Ortam ve Cerrahinin Etkileri	29
2.4.1.	Cerrahi Ortam	29
2.4.2.	Cerrahi Cilt Hazırlığı	30
2.4.3.	Cerrahi İnsizyonlardan Isı Kaybı.....	31
2.4.4.	Irrigasyon, Kanama, İnfüzyon Tedavisi	31
2.5.	Perioperatif Hipotermi İnsidansı	32
2.6.	Perioperatif Hipoterminin Farmakokinetik ve Farmakodinami Üzerine Etkisi	34
2.7.	Perioperatif Hipoterminin Koagülasyon ve Kan Kaybı Üzerine Etkisi	38
2.7.1.	Perioperatif Hipoterminin Kanama Miktarı ve Transfüzyon Gereksinimi Üzerine Etkisi.....	40
2.7.2.	Soğuk Hissi Ve Titreme	40
2.7.3.	Titreme.....	41
2.7.3.1.	Termoregülatuar Titreme	41
2.7.3.2.	Non -termoregülatuar Titreme	42
2.8.	Hipoterminin Postoperatif Ağrı, Pulmoner Komplikasyonlar, Hastanede Kalış Süresi Üzerine Etkileri	44
2.8.1.	Postoperatif Ağrı	44
2.8.2.	Pulmoner Komplikasyonlar	44
2.8.3.	Postanestezi Bakım Ünitesinde Kalış Süresinde Uzama	44
2.9.	Kardiyovasküler Sonuçlar	45
2.10.	Yara İyileşmesi ve Yara Yeri Enfeksiyonu Üzerine Hipotermi Etkileri ..	47
2.11.	Perioperatif Hipoterminin Postoperatif Protein Katabolizması, Hastanede Kalış Süresi, Mortalite ve Maliyet Üzerine Etkileri	50
2.11.1.	Postoperatif Protein Katabolizması	50

2.11.2.	Kanser Rekürrensi ve Tümör Metastazı Oluşum.....	51
2.11.3.	Yoğun Bakımda Kalış Süresi.....	51
2.11.4.	Hastanede Kalış Süresi.....	51
2.11.5.	Maliyet	52
2.11.6.	Mortalite	52
2.12.	Kor Sıcaklık Ölçümünde Kullanılan Cihazlar.....	53
2.12.1.	Termistörler.....	53
2.12.2.	Termokupllar	54
2.12.3.	Infrared Termometreler.....	54
2.12.4.	Zero-Heat-Flux Termometreler	54
2.12.5.	Double-Sensor Termometreler	55
2.13.	Kor Sıcaklık Ölçümü	55
2.13.1.	Özofagial Sıcaklık	56
2.13.2.	Timpanik Membran Sıcaklığı.....	57
2.13.2.1.	Timpanik Membran Sıcaklığının Infrared Termometre İle Ölçümü	59
2.13.3.	Kor Sıcaklığın Farklı Bölgelerden Ölçümünün Karşılaştırılması	60
2.14.	Isıtma Cihazları	61
2.14.1.	Basınçlı Hava Üfleli Cihazlar (Forced Air Warmers).....	61
2.14.2.	Kondüktif Isıtıcılar	68
3.	GEREÇ ve YÖNTEM.....	73
4.	BULGULAR	79
5.	TARTIŞMA	93
6.	SONUÇ.....	104
7.	KAYNAKLAR	106

SİMGELER VE KISALTMALAR

- °C** : Santigrat Derece
°F : Fahrenheit Derece
NICE : National Institute for Health and Care Excellence
ASPAN : American Society of PeriAnesthesia Nurses

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa no

Şekil 1: Termoreglatuvar Eşik Değerler	11
Şekil 2: Isı Kaybı Mekanizmaları	14
Şekil 3: Operasyon Odasında Minimal Örtünmüş İnsanlarda Hesaplanan Isı Dengesi[31]	15
Şekil 4: Anestezi İndüksiyonu Öncesi Hastaların Kor Sıcaklıkları [31]	16
Şekil 5: Anestezinin Termoregülasyon Üzerine Etkisi [49]	21
Şekil 6: İntraoperatif Hipotermi Fazları	24
Şekil 7: Redustrübsiyon Fazı [1]	26
Şekil 8: Lineer Faz	27
Şekil 9: Operasyon Odası Sıcaklığına Göre Ciltten Isı Kaybının Değişimi [31]	30
Şekil 10: Alınan Sıvı Sıcaklığı İle Ortalama Vucüt Sıcaklığının Değişim Korelasyonu[31]	32
Şekil 11: Basınçlı Hava Üfleme Battaniye Kullanımıyla İntraoperatif Hipotermi İnsidansı [78]	33
Şekil 12: Değişik Cerrahi Türlerine Göre Hipotermi İnsidansı[77]	34
Şekil 13: İnhalasyon Anesteziklerinin Farklı Sıcaklıklarda Belirlenen Beyin-Gaz Partisyon Katsayısı [31]	36
Şekil 14: aPTT'nin Farklı Sıcaklık Değerlerine Göre Değişimi[91]	39
Şekil 15: Kolon Cerrahisi Geçiren Hipotermik Hastalarda Normotermik Gruba Göre Termal Konforun Değişimi [99]	41
Şekil 16: Kolon Cerrahisi Sonrası Hipotermik Ve Normotermik Gruplar Arasında Titreme İnsidansı Değişimi [99]	42
Şekil 17: Basınçlı Hava Üfleme Battaniyelerde Sıcaklık Gradiyenti[31]	63
Şekil 18: Uzamış Maksillofasiyal Cerrahi Geçiren Hastalarda Basınçlı Hava üfleme Battaniye ve Su Dolaşım Yatak Cihazlarının Kor Sıcaklık Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması [182]	71
Şekil 19: İzlem zamanlarına göre gruplar arasında timpanik sıcaklık değişimi karşılaştırılması	81
Şekil 20: İzlem zamanlarına göre gruplar arasında özofageal sıcaklık değişimi karşılaştırılması	82
Şekil 21: İzlem zamanlarına göre gruplar arasında periferal sıcaklık değişimi karşılaştırılması	83
Şekil 22: İzlem zamanlarına göre timpanik, özofageal, periferal sıcaklık değişimlerinin karşılaştırılması- Grup 1 (Grup M+W)	84
Şekil 23: İzlem zamanlarına göre timpanik, özofageal, periferal sıcaklık değişimlerinin karşılaştırılması -Grup 2 (Grup M)	85
Şekil 24: Bazale göre çıkış vücut sıcaklıklarında oluşan yüzdesel değişimin farklı ölçüm metotları ve iki grup arasında karşılaştırılması	85

TABLolar DİZİNİ

Sayfa no

Tablo 1: PAS Skorlama Sistemi.....	12
Tablo 2: Sıcaklık Ölçüm Zamanları ve Yöntemleri	74
Tablo 3: Gruplara göre olguların demografik ve klinik özellikleri.....	79
Tablo 4: Gruplara göre olguların ön ısıtma öncesi ve sonrası vücut sıcaklıkları.....	80
Tablo 5: Gruplara göre oda sıcaklığı ve ortalama sıcaklıkların değişimi	80
Tablo 6: İzlem zamanlarına göre ösofageal vücut ısısı düzeyleri	81
Tablo 7: Bazale (15.dk) göre çıkışta timpanik, ösofageal ve periferal vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişimler	86
Tablo 8: Gruplara göre olguların derlenme odasına giriş ve çıkıştaki vücut sıcaklıkları.....	87
Tablo 9: Gruplar içerisinde ortalama oda sıcaklığı ile 15.dakikaya göre diğer izlem zamanlarında ösofageal vücut ısısında meydana yüzdesel değişimler arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri.....	88
Tablo 10: Gruplara göre olguların derlenme odasında ölçülen klinik bulguları.....	90
Tablo 11: Derlenme odasında kalış süresi ile derlenme odasındaki ortalama vücut sıcaklığı arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri.....	91

ÖZET

ÖZDEMİR YAŞAR Pınar. Litotomi pozisyonunda açık abdominal cerrahi geçirecek hastalarda ısıtma sistemlerinin etkinliğinin karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Uzmanlık Tezi. Ankara 2019.

İstenmeyen perioperatif hipotermi, anestezi ve cerrahi sırasında gözlenen oldukça önemli bir komplikasyondur. Litotomi pozisyonunda açık abdominal cerrahi geçiren hasta grubu hipotermi açısından major risk içeren bir gruptur. Bu nedenle; bu hasta grubunda ön ısıtma yapılması ve yararlı ısıtma tekniklerinin kullanılması oldukça önem arz etmektedir. Abdominal cerrahilerde kullanılan farklı ısıtma sistemleri mevcuttur. Basınçlı hava üfleme battaniyeleri, maliyet etkin olan, kolay uygulanabilir sistemlerdir. Su dolaşimli yatak sistemi ise; maliyeti daha fazla olan, tek başına kullanıldıklarında yeterli yararlanım görülmeyen ancak diğer metodlarla birlikte kullanıldıkları zaman yararlanımları artan ısıtma sistemidir. Çalışmanın amacı, litotomi pozisyonunda açık abdominal cerrahi geçiren hastalarda, kliniğimizde uygulanan standart metod olan basınçlı hava üfleme battaniyeleriyle üst gövdeye yapılan ısıtma tekniğinin, bu yöntemle ek olarak sırttan su dolaşimli yatağın kombine edildiği ısıtma tekniğiyle perioperatif tüm süreç boyunca hipotermi önlenmesindeki başarısının kıyaslanmasıdır.

Elektif olarak litotomi pozisyonunda açık abdominal cerrahiye alınacak 28 hasta iki gruba randomize edilmiştir. İntraoperatif olarak, 1.grupta; basınçlı hava üfleme battaniyesiyle birlikte su dolaşimli battaniye kullanılarak ısıtma sağlanmış, 2. Grupta; sadece basınçlı hava üfleme battaniyeleriyle ısıtma sağlanmıştır. Tüm hastalara, operasyona alınmadan önce 30 dakika boyunca aktif ısıtma yöntemi kullanılarak ön ısıtma uygulanmıştır. Perioperatif süreçte; preoperatif ve postoperatif timpanik sıcaklıklar; intraoperatif periferik, timpanik ve özofageal sıcaklıklar kaydedilmiştir. Postoperatif dönemde, ayılma ünitesinde aktif ısıtma metoduyla ısıtılmaya devam edilmiştir. Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapılmıştır.

Sonuçlar her iki ısıtma yöntemi de perioperatif hipotermi önlenmesinde benzer etkinlik gösterdiğini işaret etmektedir. Ölçüm metodları birbirleriyle kıyaslandığında özofageal ve timpanik ölçümler daha stabil seyrederken, periferik sıcaklıkta dalgalanmalar dikkat çekmektedir. 30 dakika boyunca her iki gruba yapılan ön ısıtmanın redistribüsyon hipotermisini engellediği bu çalışmadan çıkardığımız en önemli sonucu oluşturmaktadır.

Çalışmamız göstermektedir ki, litotomi pozisyonu gibi ısıtıcı cihazlar tarafından kaplanabilen vücut yüzey alanının az olduğu, abdominal cerrahi gibi insizyon hattının geniş, kanamalar ve irrigasyon sıvılarıyla kaybın fazla olduğu istenmeyen hipotermi açısından yüksek risk teşkil eden grupta dahi 30 dakika boyunca yapılan ön ısıtma genel anestezi sonrası kor sıcaklıkta görülen dalgalanmanın belirgin bir şekilde önüne geçmektedir. Basınçlı hava üfleme cihazlarıyla yapılan intraoperatif ısıtma yöntemi kor sıcaklık düzenlenmesinde, su dolaşimli yataklarla birlikte kombine edildiği yöntem kadar etkili olmaktadır. Genel literatür bilgisinden farklı olarak gözlenen bu sonucun oluşmasında, su dolaşım yataklarının sırttan yaptıkları konduksiyonel ısıtmanın, abdominal cerrahilerin kendi karakteristik özellikleri sebebiyle akan yıkama sıvılarının arada bariyer görevi görmesi kaynaklı olduğu düşünülebilir. Ölçüm metodları kıyaslandığında ise; kor sıcaklık tayininde timpanik ve özofageal sıcaklıkların benzer şekilde sonuç verdiği; esas dalgalanmanın periferik sıcaklık ölçümünde olduğu görülmektedir. Bu durum periferik problemlerin güvenilirliğinin az olmasının yanısıra, genel anestezinin periferik sıcaklıkta yaratmış olduğu patofizyolojik değişimle birlikte basınçlı hava üfleme cihazları tarafından aktarılan ısının heterojenitesine bağlanabilir.

Çalışmamızın sonucunda, litotomi pozisyonunda açık abdominal cerrahiye alınan hastalarda; tek başına basınçlı hava üfleme ısıtma tekniği ile basınçlı hava üfleme tekniği beraberinde sırttan su dolaşimli yatağın kullanıldığı tekniğin normotermi sağlayacak şekilde benzer etkinlikte oldukları gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Termoregülasyon, Isıtma sistemleri, Hipotermi, Litotomi, Abdominal cerrahi, Basınçlı hava üfleme sistemleri, Su dolaşım yatakları, Ölçüm metodları

ABSTRACT

ÖZDEMİR YAŞAR Pınar. The comparison of two warming systems for the patients undergoing open abdominal surgery at lithotomy position, Hacettepe University Faculty of Medicine, Department of Anesthesiology and Reanimation, Residency Thesis, Ankara, 2019.

Inadvertent perioperative hypothermia is a significant complication observed during anesthesia and surgery. The patients undergoing open abdominal surgery at lithotomy position is a major risk group for hypothermia. Therefore; In this group of patients, it is very important to prewarm and use appropriate heating techniques. There are different heating systems used in abdominal surgery. Forced air blanket systems are cost-effective, easy to apply. Circulating water mattress system is a heating system which is more costly and does not have sufficient utilization when used alone but increases with its utilization when used with other methods. The aim of the study is to compare the effectiveness of heating technique in the upper body with forced air blanket systems, which is the standard method applied in our clinic in patients with open abdominal surgery in lithotomy position, with the effectiveness of the technique of preventing the hypothermia during the perioperative period with the heating technique in which the circulating water mattress is combined.

Between February and May 2019, 28 patients who undergo elective open abdominal surgery at lithotomy position in the Department of General Surgery were randomized into two groups. Intraoperatively, in Group 1; heating is supplied using circulating water mattress together with upper body forced air warming blanket, In Group 2; heating is provided only with upper body forced air warming blankets. All patients are prewarmed using active heating method for 30 minutes before operation. During perioperative period; preoperative and postoperative tympanic temperatures; intraoperative peripheral, tympanic and esophageal temperatures were recorded. In the postoperative period, the heating is continued by active heating method. Data is analyzed by IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA).

The results indicate that both heating methods show similar efficacy in preventing perioperative hypothermia. When the measurement methods are compared to each other, esophageal and tympanic measurements are more stable, while the peripheral temperature fluctuations are obvious. The most valuable result of this study is that the prewarm of both groups for 30 minutes prevents redistribution hypothermia.

Our study shows that the body surface area that can be covered by heating devices such as lithotomy position is low, the incision line such as abdominal surgery is large, the loss of bleeding with irrigation fluids is high, even in the group with high risk of unwanted hypothermia 30 minutes over the course of prewarming after general anesthesia the temperature fluctuates significantly. Intraoperative heating method with forced air blanket system is effective in regulating the core temperature as much as the method in which it is combined with circulating water mattress system. In contrast to the general literature, it can be thought that the conductive heating of circulating water mattress system from the back is less effective due to the fact that the irrigation fluids flowing due to the characteristics of the abdominal surgeries act as a barrier between them. When the measurement methods are compared; tympanic and esophageal temperatures were similar in correlated temperature determination; It is seen that the actual fluctuation is in the peripheral temperature measurement. This can be attributed to the low reliability of the peripheral probes as well as to the heterogeneity of the heat transmitted by forced air blanket systems with the pathophysiological change created by general anesthesia at peripheral temperature.

In conclusion, our study showed that the warming methods including only forced-air warming and forced-air warming combined with circulating water mattress provided similar normothermia status for patients undergoing elective open abdominal surgery in lithotomy position.

Keywords: Thermoregulation, Warming systems, Hypothermia, Lithotomy, Abdominal surgery, Forced-air warming systems, Circulating water mattress, Temperature measurement methods.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Anestezi ve cerrahi genellikle termal ısı değişikliklerine yol açmaktadır. Hipotermi tanımı; kor sıcaklığının 36⁰C (96.8⁰F) altında olmasıdır. Anestezi ile indüklenen termoregülatuar kontrolün bozulması, soğuk operasyon odası ve fazla ısı kaybına neden olan cerrahiye spesifik unsurların birleşimi sonucunda hipotermi oluşmaktadır. Eldeki veriler normal termoregülatuar koruyucu mekanizmaların inhibe olmasının, soğuğa dışarıdan maruziyete göre hipotermiyi daha fazla indüklediğini göstermektedir[1]. Birçok faktör hipoterminin başlangıcını, derecesini ve süresini etkilemektedir.

Standart bakımda intraoperatif kor sıcaklığının en az 36 ⁰C ve üzerinde olması öncelikle endikedir[2]. Kor sıcaklığında 1-2 ⁰C düşüşler dahi hastalarda myokardiyal sonuçların kötüleşmesine, cerrahi yara yeri enfeksiyonlarında artışa, koagülopatiyeye, artmış transfüzyon ihtiyacına, iyileşme süresi ve hastanede kalış süresinde uzamaya, postoperatif titremeye, hasta memnuniyetinde azalmaya neden olmaktadır [3][4].

Normal koşullarda, insan vücudu, sıcak ve soğuk ortamlarda koruyucu reflekslerle sıcaklığı düzenleme yetisindedir. Soğuk ortamlarda koruyucu refleksler; vazokonstriksiyon ve titremedir; ancak genel anestezi ile bu refleksler kaybolur [4].

Intraoperatif ısıtma sistemleri içerisinde en sık kullanılan basınçlı hava ısıtma sistemleri (forcedair) dir. Bu metodun işe yararlığı kanıtlanmış, ucuz ve oldukça güvenlidir. Dahası, farklı üreticilerden sağlanabilmekte; bu da doktorlar ve hastanelerin güvenlik ve fiyata göre seçim yapmasına izin vermektedir. Bununla birlikte basınçlı hava sistemlerindeki hava kaynağı sağlayan kontrol ünitesi tek kullanımlık değildir; bu nedenle klinisyenler tek kullanımlık olmayan, güvenlik açısından karşılaştırılabilir olan ve daha ucuz ürünleri de göz önünde bulundurabilirler. Dirençli ısıtma sistemleri (resistive heating), intraoperatif ısıtma amaçlı kullanılan tek kullanımlık olmayan (elektrikli battaniyeler gibi) ürünlerdir. Pasif izolasyona göre çok daha fazla etkilidir. Farklı dirençli ısı sistemleri basınçlı hava sistemleri ile karşılaştırılmış ve her iki metodun normotermiyi sağladığı izlenmiştir; bazı çalışmalarda ise dirençli ısı sistemlerinin daha az etkili olduğu bulunmuştur[3]. Bununla birlikte perioperatif normotermiyi sağlamada; bazı cerrahi prosedürlerde

(genel ve epidural anestezi altında abdominal cerrahi, politravma cerrahileri, karaciğer transplantasyonu, off-pump koroner arter bypass greftleme) basınçlı hava sistemleri ve dirençli ısıtma sistemleri yetersiz kalabilmektedir [2]. Bunun için alternatif yöntemler aranmaktadır. Su dolaşımli pedler (circulating water mattresses) göreceli olarak oldukça az miktarda ısı transferi yapmakta; tek başlarına çok nadir normotermiyi sağlamada yeterli olmaktadır [2]. Bununla birlikte değişik tipte dolaşan su sistemini kullanan cihazlar geliştirilmiştir. Bu cihazlar; daha fazla cilt yüzey alanı kapladığı için yararlıdır. Çoğu dolaşan su sistemli ısıtma yöntemlerinde, hastanın posterior vücut bölgesinin ısıtılması su yatakları ile sağlanmaktadır. Bu sistemlerde ısı kaybının daha fazla olduğu vücut ön yüzeyinden kaybı engellemek için, yeni geliştirilmiş olan farklı cihazlar kullanılmaktadır[2]. Çalışmamızda bu nedenle iki ısıtma aracının birlikte kullanılmasının etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Major abdominal cerrahilerde normotermiyi sağlamak buharlaşma yolu ile olan ısı kaybının fazla olması nedeniyle oldukça zordur [2]. Litotomi pozisyonunda yapılan abdominal cerrahilerde; standart olarak kullanılan basınçlı hava ısıtma sistemleri redistribüsyon hipotermisini engellememektedir. Bu pozisyonda ısıtıcıların ciltle temas eden yüzey alanının oldukça kısıtlı olması bunda önemli bir etken teşkil etmektedir [5] [6]. Hava üfleli cihazların etkinliğinin kısıtlı kaldığı cerrahilerden biri de litotomi pozisyonunda yapılan açık abdominal cerrahilerdir. Litotomi battaniyelerinin etkisini karşılaştıran sınırlı sayıda çalışma mevcuttur [7].

Redistribüsyon hipotermisi ve postoperatif hipotermiyi başarılı bir şekilde engellediği gösterilmiş olan en önemli yöntem ön ısıtma amacıyla basınçlı hava üfleli sistemlerin kullanılmasıdır. Bunun için en az 30 dakika ön ısıtma yapılması önerilmekte; ön ısıtma yapılmadan uygulanacak olan ısıtma sistemlerinin başlangıçtaki ısı düşüşünü engellemekte yetersiz kalacağı öngörülmektedir [3].

Çalışmamızda litotomi pozisyonunda major abdominal cerrahi geçirecek hastalarda, aşağıda belirtilen noktalar araştırılacaktır:

-Standart prosedürde uygulanan basınçlı hava ısıtma sistemleri (forced air) intraoperatif ilk bir saat içerisindeki kor sıcaklığı düşüşünü ve postoperatif hipotermiyi engellememektedir.

-Standart prosedürde yer almayan ancak etkinliği önceki çalışmalarla belirlenmiş olan su dolaşımı pedlerin (circulating water), basınçlı hava ısıtma sistemlerine eklendiği durumda intraoperatif ilk bir saat içerisinde kor sıcaklık düşüşünü engellemektedir .

- Standart prosedürde uygulanan basınçlı hava sistemlerine (forced air) su dolaşımı pedlerin (circulating water) eklendiği durumda postoperatif kor sıcaklık düşüşünü engellemektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sıcak ve Soğuk Hissinin Fizyolojisi

Termosensitizasyon, en eski duyuşal işlevlerden biridir ve bütün organizmalarda mevcuttur[8]. İnsan vücudunda termal bilgiler özelleşmiş termoreseptörler tarafından alınıp özelleşmiş sinir lifleri ve birtakım yolaklar aracılığı ile beyine iletilmektedir.

Sıcak ve soğuk algısının temelde dört fizyolojik fonksiyonu bulunmaktadır:

- 1- Afferent sıcak veya soğuk sinyaller dokunma yoluyla nesnelerin ve materyallerin tanımlanmasına yardımcı olurlar[9]. Örneğin; metaller plastikten termal bilgiler yoluyla kolaylıkla ayrımlanabilirler çünkü metaller plastiğe göre daha fazla ısı kapasitesine sahiptirler ve bu nedenle el içinde daha uzun süre soğuk kalırlar.
- 2- Afferent sıcak veya soğuk sinyalleri; vücudun sıcak veya soğuk olup olmadığı 'hissiyatının' algılanmasını sağlarlar. Bu durum vücudun fizyolojik durumunun algılanmasını sağlayan bir kısım olup 'intero-sepsiyon' olarak adlandırılır [10].
- 3- Afferent sıcak veya soğuk sinyaller, vücudun deri bütünlüğünü tehdit eden potansiyel ağırlı termal uyarıların belirlenmesinde önemlidir. Ağırlı sıcaklık uyarılarının algılanması ve iletimi, farklı özelleşmiş termoreseptörler ve sinirler aracılığı ile olmaktadır.
- 4- Afferent sıcak ve soğuk sinyaller otonom termoregülasyonu düzenler. Normal şartlar altında insan vücudunun santral sıcaklığı sıkı bir şekilde kontrol edilmektedir. Termal regülasyonun yapılabilmesi için santral ve vücut yüzey alanı sıcaklığının yeterince iyi algılanması gereklidir.

Sıcak ve soğuk algılanması yolağında görev alan temel yapılar:

- 1- Termoreseptörler
- 2- Termosensitif nöronlar ve aferent sinir lifleri
- 3- Spinal kord ve beyinde yer alan nöronal yollar

- 4- Talamus ve hipotalamustaki özelleşmiş nükleuslar
- 5- Beyin korteksi

Termoreseptörler;

Sıcaklık termosensitif nöronların serbest sinir uçları tarafından TRP (transient receptor potencial) adı verilen iyon kanalları aracılığı ile algılanır. Termosensitizasyonun temelinde, bu kanalların yüksek oranda sıcaklık bağımlı iyon geçişi sağlaması yatmaktadır.

TRP kanallarının altı tanesi ağırlı soğuk ve sıcak algısıyla ilişkilidir[11]. Bu termoreseptörler karakteristik olarak sıcaklıkla tek başına uyarılabilme yeteneğinde olup bir kısmı soğuk bir kısmı sıcak uyarı ile uyarılırlar. Her reseptör uyarılabilir olduğu bir sıcaklık aralığına sahiptir. Bununla birlikte, bazı reseptörler bazı moleküllerle (örneğin kapsaisin veya mentol) de uyarılabilmektedir.

Termosensitif nöronlar ve aferent sinir lifleri;

Sıcaklığın algılanmasını sağlayan ve termoreseptörleri taşıyan periferel sinirler, spinal kordun lateralinde yer alan dorsal kök ganglionunda ve kranial sinir ganglionlarında (trigeminal ganglion) bulunur.

Termosensitif nöronlar psödounipolardır. İki dala ayrılan tek bir aksona sahiptirler. Afferent dal deri, mukoza gibi periferel dokular ve internal organlara uzanıp uyarı algılanmasından sorumludur; efferent dal ise spinal kordun dorsal boynuzuna gelen uyarıyı aktarır.

Sıcaklığı algılayan nöronların afferent dalları serbest sinir uçları olarak sonlanır. Viseral sensoryal nöronlardan gelen sıcaklık değişimleri normal vücut sıcaklığında çok kısıtlı bir aralıkta değişmektedir. Ciltteki sensoryal nöronlardan daha geniş bir sıcaklık aralığında uyarıyı almaktadırlar.

Genel olarak her termosensitif nöron, termoreseptör tiplerinden birini taşımaktadırlar[12]. Soğuğu algılayan termosensitif nöronlar baskın olarak kalın myelinlinize A Δ lifleridir. Tersine sığığı algılayan termosensitif nöronlar baskın olarak unmyelinize C lifleridir [9]. Ağırlı sıcak ve soğuğu algılayan nöronlar diğer nosiseptif nöronlar gibi kalın myelinize A Δ veya C lifleri olabilir.

Spinal kord ve beyinde yer alan nöronal yollar;

1- Sıcak ve soğukun lokalize algısı

Bir objeye dokunduğumuzda olduğu gibi sıcak ve soğuk bilgisinin lokalize ve bilinçli bir şekilde algılanması ile ilgilidir. Dorsal kök ganglionunda yer alan termosensitif nöronlara gelen bilgi buradan termoreseptif spinal kord Lamina I nöronlarına iletilir [13]. Spinal Lamina I hücrelerinin aksonları kontralateral lateral spinotalamik yolak içinde spinal kord ve beyin sapı boyunca uzanıp talamustaki *ventromedial nücleusta (VPM)* sonlanır [14].

Posterolateral talamusta filtre edilen ve işlenen bilgi, talamokortikal lifler aracılığı ile primer sensoryal korteks- *gyruspostsentralise* iletilir [15]. Burası bilinçli sıcaklığın kaynaklandığı yerin algılandığı bölgedir [8]. Öte yandan bu yolak sadece ciltten sıcaklık algılanmasında görevlidir ve termal regülasyon ve homeostaz üzerine etkisizdir.

2- Sıcak ve soğukun generalize algısı

Sıcak ve soğukun generalize algılanması yolları oldukça komplikedir. Bu önceden bahsedilen yolları ve yapıları içermekle birlikte ek başka yapıları da kapsamaktadır. Dorsal kök ganglionunda ve trigeminal sinirde bulunan termosensitif nöronlardan gelen bilgi termoreseptif Lamina I hücreleri aracılığı ile kontralateral lateral spinotalamik yolak ve trigeminotalamik yolak ile *talamusun posterolateral nükleusuna* iletilir. Bu nükleustan nöronlar sadece *primer sensoryal kortekse* değil aynı zamanda dorsal posterior insuler kortekse uzanırlar. *Dorsal insuler korteks* sadece sıcaklık duyusunun algılanması değil; ağrı, kaşınma, kaslar ve viseral duyular, dokunma duyusu ve vücudun diğer bölgelerinden gelen duyuların algılanmasından sorumludur. Bu kısım hemostatik afferentlerin primer interoseptif görüntüsünün oluşturulduğu kısım olarak görülmektedir [8]. Sıcaklık bilgisi *dorsal posterior insuladan mid-insulaya* oradan da baskın olan sağ ön insulaya iletilir. *İnsula anterior cingulat korteks, amigdala, hipotalamusla* iç bağlantılar içerir [16]. *Anterior cingulat korteks*, kognisyon ve motor kontrol arasındaki etkileşimi emosyonel ve motivasyonel durumları değiştirerek düzenlemektedir. *Amigdala* limbik sisteme ait duygu, davranış ve motivasyonel değişimlerden sorumlu bir yapıdır. Sıcaklığın emosyonel değerlendirmesinden primer sorumlu olduğu düşünülmektedir. Bu emosyonel

değerlendirme motivasyonel ve davranışsal değişikliklere yol açmaktadır örneğin gölgeye geçmek, kıyafet değişiklikleri yapmak gibi.

Dahası, spinotalamik yol ve trigeminal sinirden alınan termosensitif uyarılar beyin sapındaki *lateral parabrachial nükleusa* iletilir. Bu nükleus, kardiyovasküler ve solunumsal enerji ve sıvı dengesinin idame ettirilebilmesi için gerekli olan bütün homeostatik afferent aktivitenin entegre edildiği bölgedir [16]. *Lateral parabrachial nükleustan* bilgi *talamusun posterolateral nükleusuna*, *anterior talamik nükleusa*, *medial dorsal nükleusa* iletilir .Bu nükleustan gelen termal bilgi doğrudan anterior cingulat kortekse iletilir [16]. Insula ve anterior cingulat korteksin doğrudan uyarımı duyumsama ile birlikte motivasyonel ve davranışsal değişikliklerin oluşmasını sağlar [16].

3- Ağrılı sıcak ve soğuk algısı

Ağrılı sıcak ve soğuk bilgisini taşıyan nöronların uyarılması spinal internöronlar aracılığı ile motor nöronları aktive edebilir [8]. Bu nöronlar spinal kordda yer alan otonom nöronlarla geniş bir bilgi ağı oluşturmaktadır. Bunlar aynı zamanda yukarıda bahsedilen primer sensoryal korteks, limbik sistem, insulayı da kullanırlar.

Otonom Termoregülasyon İçin Afferent Sinyaller

Lateral parabrachial nükleustan alınan bilgi aynı zamanda anterior hipotalamusa iletilir [16]. Özellikle medial ön beyin demeti [15] içinde preoptik nükleusa [8] iletim olmaktadır. Anterior hypotalamus, aynı zamanda spinohypotalamik yoldan uyarı almaktadır [17].

Anterior hypotalamusun kendisi sıcaklık algılayan nöronlara sahiptir. Bu nöronlar sadece periferel nöronlardan gelen sinaptik uyarılara değil aynı zamanda beyin dokusunun kendi içindeki sıcaklık değişikliklerine yanıt verirler [8]. Bu şekilde terleme, vazodilatasyon, titreme, vazokonstrüksiyon gibi istemsiz termoregülatuvar otonomik cevap başlar.

2.2. Termoregülasyon

Vücut sıcaklığını sabit dengede tutacak mekanizmalar bütününe ‘termoregülasyon’ denir.

İnsan vücudunda termal homeostazisi sağlamak için termoregülatuvar sistem primer olarak davranışsal sekonder olarak da otonom yanıt oluşturur. Otonom termoregülatuvar yanıt değişik çevre koşulları ve hipotermiden korunmada sınırlı kapasiteye sahipken davranışsal termoregülatuvar yanıt kuvvetli bir düzenleyici etki oluşturmaktadır [18].

Bütün termoregülatuvar yanıtlar birkaç beyin mekanizması ile organize bir şekilde kontrol edilmektedir. Amaç; vücudun santral kor sıcaklığını optimize etmek ve bir takım moleküler aktiviteyle beraber, enzimler gibi bir takım proteinler, iyon kanallar, reseptörlerin çalışmasına uygun internal ısı düzeyini idame ettirmektir.

2.2.1. Santral (Kor) Sıcaklığı Tanımı

Vücudun santral (kor) olarak tanımlanan bölgesi, sıcaklığı değişmeyen iç dokuları tanımlamak için kullanılır [19]. İnsan vücudunda , santral sıcaklık 36.5⁰C ve 37.5 ⁰C arasında çevresel değişikliklere karşın sabit tutulur [20]. Kor sıcaklıklar sirkadyen ritme göre değişmektedir; en düşük kor sıcaklıklar gece gözlenirken en yüksek öğleden sonra erken saatlerde izlenmektedir.

2.2.2. Davranışsal veya İstemli Termoregülasyon

Davranışsal termoregülasyonun çok etkili olduğu bilinmesine rağmen nöroanotomi hakkında bilgiler sınırlıdır [21]. Davranışsal düzenlemede insula, anterior cingulat korteks, amigdala, dorsomedüller hipotalamus gibi pek çok beyin bölgesi görev almaktadır [18]. Genel olarak, davranışsal termoregülasyon santral sıcaklık algılanmasından çok periferal sıcaklık algısından kaynaklanmaktadır [21]. Davranışsal termoregülasyon, termal dengeyi korumak amacıyla bilinçli verilen kararları tetikler. Tipik davranışsal termoregülatuvar yanıt vücudun çevreyle ısı değişimini değiştirir. Bu yanıtlar, güneşli, kuru, ılık, rüzgar korumalı bölgeler aramak ve zarar veren termal koşulları olan yerlerden kaçınmak biçimindeki davranışlar olabilir. Diğer seçenekler farklı giyinme veya klimayı değiştirmek biçiminde izlenebilir. Davranışsal termoregülasyon bilinçli veya bilinçsiz olarak alınan vücudu termal hasardan veya kollabe olmasından korumak amacıyla harcanan iş yükünü azaltmak veya sonlandırmak için verilen kararları içermektedir [18]. Davranışsal değişiklikler, aynı zamanda farklı termal koşullar için uygun olacak şekilde yalıtım

veya uygun olabilecek işlerin yapılması planını içerir. Dolayısıyla kişi bu dış çevreye her zaman maruz kalmak zorunda değildir.

2.2.3. Otonomik Termoregülasyon

Otonom termoregülatuvar cevap, vücut sıcaklığı ileri derecede değişip davranışsal yanıtlar ihtiyacı karşılamaya yeterli olmadığı zaman devreye girmektedir [18]. Otonom cevapta santral termosensörler, periferik olanlardan daha fazla önem taşımaktadırlar [21]. Otonom termoregülatuvar sistemin en önemli merkezi hipotalamustur. Otonom termoregülasyonda preoptik nükleusun anterior bölgesi önem arz etmektedir. Bu bölge santral bölgeden ve ciltten termal sıcaklık bilgisi almakta; terleme, vazodilatasyon, titreme, vazokonstriksiyon gibi istemsiz otonom termoregülatuvar cevapları tetiklemektedir. Anterior hypotalamusta yer alan preoptik nükleusun kendisi sıcak duyarlı olan ve olmayan nöronlar içermektedir. Bunların yaklaşık %30 u sıcak duyarlı nöronlar olup az bir miktarı da soğuk duyarlı olmaktadır [17]. Beynin aşırı derece ısınması her zaman soğumasından daha tehlikelidir [21]. Dolayısıyla bu değişime ivedilikle ve ince ayarlamalarla bir yanıt oluşturulması gerekmektedir. Soğuk hassas nöronlar bu nedenle yakınlarındaki sıcak hassas nöronlardan inhibitör ve eksitator sinaptik uyarı alırlar. Sıcak ve soğuğa yanıt sıcak hassas nöronların aktivitesinin değişmesiyle bu yolla oluşmaktadır.

Uzunca bir süre termosensitif nöronlardan gelen bilginin ortalama vücut sıcaklığını etkileyen birkaç nörondan aktarılan bilgi ağıyla bağlantılı olduğu düşünülmüştür. Bu sıcaklık değerinin dolayısıyla internal ve eksternal sinyallerden gelen referans değerlerinin karşılaştırılması sonucu oluşan termoeffektör cevabın sonucu olduğu düşünülmüştür [21]. Bununla birlikte bu ağ henüz tam olarak açıklanamamıştır. Son yıllarda farklı bir senaryo bu konuda ortaya atılmıştır. Bu modelde, termosensitif nöronlar bir grup başka nöronla bağlanıp efektör bir hücreye (örneğin iskelet kası hücresine) bağlanır. Termosensitif hücre aktive olduğu zaman nöronal ateşlenme olur ve uyarı efektör hücreye iletilir. Termosensitif hücrelerin geniş bir kısmı aktive olduğu zaman termoeffektör yanıt oluşur. Bu model karar verici bir basamağa ihtiyaç duymaz. Bu model aynı zamanda derin vücut dokuları ve deri sıcaklığının termoregülasyonu nasıl düzenlediğini de açıklamaktadır [21]. Sıcaklığın algılanması ve termoregülatuvar yanıtın oluşması işine pek çok nöron ve internöron

katılmaktadır. Bu nedenle pek çok transmitter ve reseptör otonom termoregülatuvar cevabın oluşmasında etkinlik göstermektedirler. TRP iyon kanallarının yanısıra histamin, noradrenalin, dopamin, 5 hidroksitriptamin, asetilkolin, prostoglandin E1 gibi transmitterler ve oreksin A ve B, nöropeptid Y gibi nöropeptidler de işin içine girmektedir [22].

2.2.4. Efektör Yanıt

İnsan vücudunda hipotermi ve hipertermiden koruyucu otonom termoregülatuvar cevap ;deri vazomotor aktivitesi, titremesiz termogenez, titreme ve terlemeden oluşmaktadır [23].

Isı kaybı genellikle titreme, terleme gibi cevaplara gerek olmadan derinin vazokonstrüksiyon, vazodilatasyon yanıtlarıyla yeterince sağlanabilmektedir. Terleme, titreme gibi cevapların ikincil olarak devreye girmesinin nedeni, bu yanıtların su ve enerji tüketimine neden olmasıdır ve insan vücudunda bu kaynakların konservatif bir biçimde korunmaya çalışılmasıdır [21]. Her efektör cevap, kendine özgü uyarılma yoluna sahiptir ve periferal ve santral termoreseptörlerden eşsiz bir sinyal kombinasyonunununa ihtiyaç duyar [21].

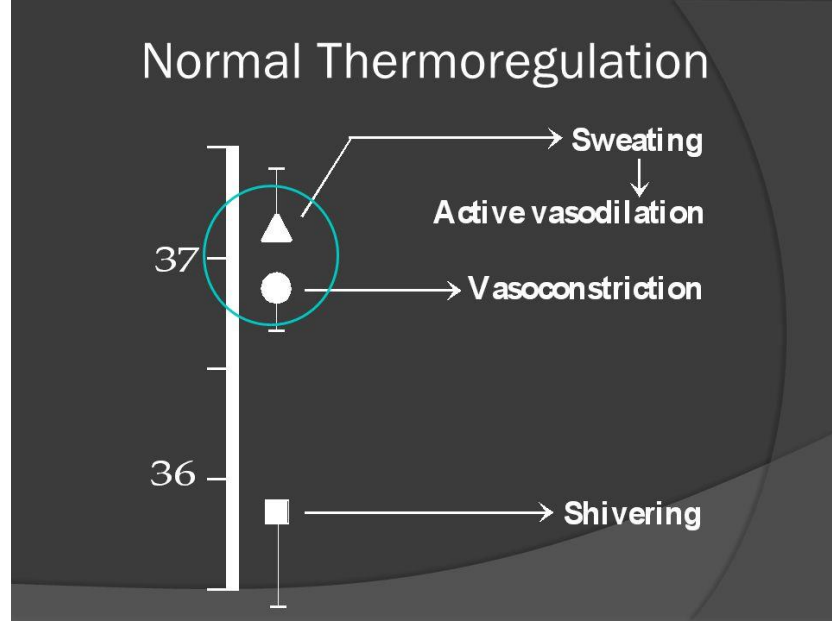
2.2.4.1. Otonom Soğuktan Koruyucu Cevap

Santral vücut sıcaklığında 0.1 °C küçük sıcaklık değişimleri bile otonomik termoregülatuvar vazokonstrüktif yanıtın tetiklenmesine yeter. Santral sıcaklık genellikle vazokonstrüksiyon yanıtıyla sabit tutulur. Santral sıcaklık 1 dereceden daha fazla düşerse, termoregülatuvar titreme tetiklenir. (Şekil 1) Bununla birlikte periferal cilt sıcaklığı da termoregülatuvar vazokonstrüksiyon ve titreme sınırını belirlemede rol oynar. Cilt sıcaklığının etkisi yaklaşık %20 civarındadır.

2.2.4.1.1. Vazokonstrüksiyon

Termoregülatuvar vazokonstrüksiyon, ciltten ısı kaybını azaltır ve ısıyı santralde tutar. Termoregülatuvar vazokonstrüksiyon; cilt perfüzyonunu özellikle parmaklar, başparmaklar, burun gibi akral bölgelerde azaltır. Bu bölgeler ise arteriyovenöz şantların olduğu yerlerdir [20]. Bu şantlar termoregülatuvar şantlar olmadan tamamen dilatedir ve kan akımları buldukları bölgenin metabolik ihtiyacına göre oldukça fazladır. Bu yüksek kan akımı ısıyı çevreye dağıtmak için

kullanılır. Bununla birlikte, operasyon odalarındaki sıcaklıkta, şant akımı minimuma düşmektedir [20]. Sempatik sinirlerden noradrenalin salınımı ile birlikte α -1 reseptörlerin uyarılması sonucu arteriyovenöz şantlarda vazokonstrüktif yanıt oluşur[24]. Cilt perfüzyonunun azalmasıyla birlikte cilt sıcaklığı azalır ve böylece cilt ve etraf arasındaki ısı gradiyenti azaltılarak ısı kaybı engellenmiş olur.



Şekil 1:Termoregülatuar Eşik Değerler

Termoregülatuar vazokonstrüksiyonun ikinci mekanizması, kol ve bacaklarda yüzeysel venlerden derin venlere kan akımının arttırılmasıdır. Mekanizma, kol ve bacakların ısı azalırken kor sıcaklığının sabit kalmasına yardım etmektedir.

Termoregülatuar vazokonstrüksiyon tetiklenirse anterior hipotalamusta yer alan sıcak hassas nöronlar, medial ön beyin ağı aracılığı ile orta beyinde yer alan farklı nöron gruplarını aktive eder. Bilgi buradan medulla oblongatada bulunan raphe ve pyramidal bölgeye iletilir. Bu nöronlar da spinal kordda intermediolateral kolonda yer alan sempatik preganglionik nöronları aktive eder [21]. Postganglionik nöronlar aktive edildikten sonra arteriyovenöz şantlar vazokonstrükte olur.

2.2.4.1.2. Titreme

Normal termoregülatuvar titreme cevabı, davranışsal kompensasyon ve maksimum arteriyovenöz şant vazokonstriksiyon yanıtı kor sıcaklığını sağlamada yetersiz kaldığında devreye giren son koruyucu mekanizmadır. Termoregülatuvar titreme, metabolik ısı üretimini sağlayan istemsiz, osilatuvar kas hareketleridir. (Tablo 1)

Kuvvetli titreme metabolik ısı üretimini bazalden %600 lere kadar arttırabilmektedir [23]. Bununla birlikte termoregülatuvar titreme sıcak kalma veya sıcaklığı arttırmak için etkili bir yol değildir çünkü kendisi de ısı kaybını arttırmaktadır.

Tablo 1: PAS Skorlama Sistemi

GRADE 0	Titreme yok
GRADE 1	Bir veya daha fazla: Piloereksiyon, periferal vazokonstriksiyon periferal siyanoz birlikte ve görülebilir kas aktivitesi olmaksızın
GRADE2	Görünür kas aktivitesi bir kas grubuyla sınırlı
GRADE 3	Birden fazla kas grubunda görülebilir kas aktivitesi
GRADE 4	Tüm vücudu kapsayan büyük kas aktivitesi

Titremenin efferent yolağı, normalde tonik inhibe olan nöronların disinhibe olmasını içerir [21]. Normalde anterior hipotalamusta yer alan preoptik nükleus medial ön beyin bağı aracılığı ile posterior hipotalamusa titremeyi engelleyici sinyaller yollamaktadır. Yolak sonrasında posterior hipotalamustan orta beyin ve ponsa ulaşmakta, retikuler formasyonda yer alan hücreleri aktive etmektedir [21]. Sonrasında medulla oblongatada yer alan raphe/pyramidal hücreler spinal kordun ön boynuzunda yer alan gama ve alfa motor nöronları uyarırlar [21]. Spinal motor nöronlar ve bunların aksonları titreme yolağının son basamağını oluştururlar.

2.2.4.2. Titremesiz Termogenez

Titremesiz termogenez kahverengi yağ doku deposu fazla olan yenidoğanlarda ısı üretimini arttırır. Bu mekanizma normal ortamda yenidoğanların hayatta kalabilmesi için oldukça önem arz etmektedir. Hipotalamusun kontrolü altında, kahverengi yağ dokusundaki sempatik sinirlerden noradrenalin salınmakta ve triaçilgliserolden serbest yağ asidlerine yıkımı sağlayan kaskat aktive olmaktadır. Serbest yağ asidleri de mitokondri içerisinde oksidatif fosforilasyonla termogenez katkı sağlamaktadır [25]. Bununla birlikte titremesiz termogenez, erişkinlerde ve infantlarda anestezi sırasında ısı üretiminde rol oynamaz [23][26].

2.2.5. Isı Üretimi ve Isı Kaybı Fizyolojisi

Normotermiyi sağlamak için, ısı kazanımı ve ısı kaybı arasında vücutta denge olması zorunludur. Isı kaybı ve ısı kazanımı arasındaki ufak farklılıklar santral kor sıcaklığını etkilemez çünkü vücudun periferi bu iş için tampon görevi görür. Bununla birlikte uzun dönemde termal kararlı durum tekrar düzenlenmelidir. Aksi halde termoregülatuar fonksiyon tam olarak çalışmasına rağmen santral sıcaklık azalacak veya artacaktır.

2.2.5.1. Isı Üretimi

İnsan vücudu ısıyı vücudun kendisinden veya eksternal kaynaklar aracılığıyla üretir. Vücutta ısı üretimi tüm metabolik olaylar sırasında oluşmaktadır. İstirahat halindeki bir insanda, ısı üretimi enerji tüketimine eşittir ve indirekt kalorimetreyle ölçülebilir. Enerji tüketimini arttıran faktörler; erkek cinsiyet, genç yaş, menstrel periyodun postovulatuvar fazı, besin alımı, soğuk hava, duygular, sigara içimi, gebelik-laktasyon, hipertiroididir. Enerji tüketimini azaltan unsurlar; kadın cinsiyet, ileri yaş, uyku, açlık, hipotiroididir.

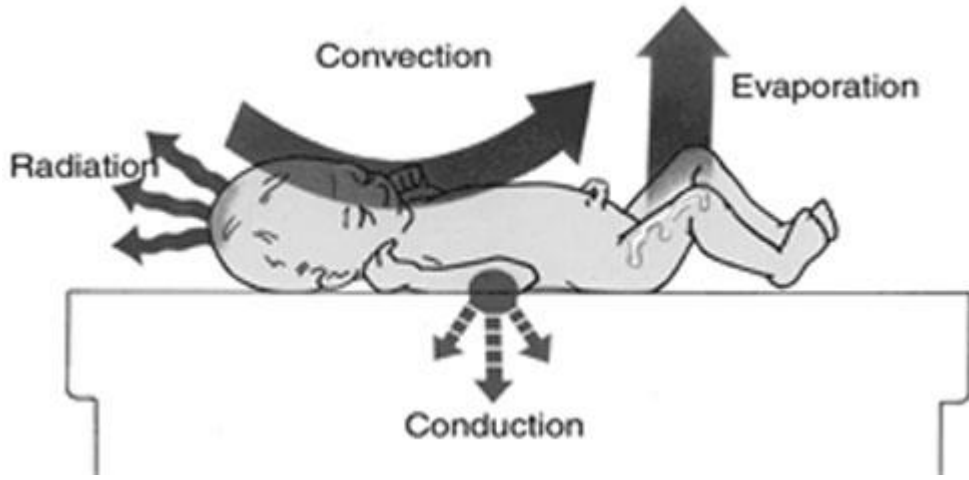
Vücuttaki ısı üretimine ek olarak ısı kazanımı eksternal kaynaklar tarafından da olabilmektedir. Radyasyon, konveksiyon, kondüksiyon aracılığı ile ısı kazanımı olabilir.

Perioperatif periyod boyunca; aktif ısıtma sistemi olarak radyant lamba veya tavan kullanılmadığı takdirde radyasyonla ısı kazanımı önemli bir rol oynamaz [27][28]. Konveksiyonel yolla perioperatif ısı kazanımı basınçlı hava üfleme

battaniye kullanıldığı zaman olmaktadır. Kondüksiyon yoluyla ısı kazanımı ise su yatakları kullanıldığı zaman etkili olmaktadır [29].

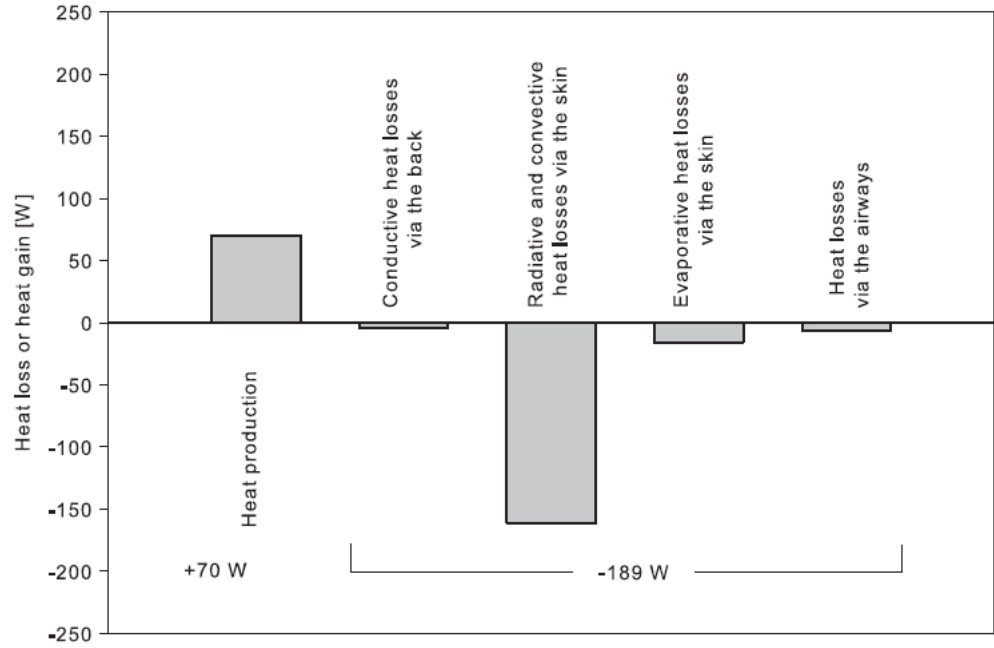
2.2.5.2. Isı Kaybı

Termal kararlı durum elde edebilmek için vücut metabolizma ve eksternal kaynaklarla edindiği ısıнын bir kısmını mutlaka kaybetmelidir; aksi halde aşırı ısınma söz konusu olacaktır. Isı vücut yüzeyinden radyasyon, konveksiyon, kondüksiyon, buharlaşma yoluyla kaybedilir. (Şekil 2) Isı aynı zamanda hava yolundan konveksiyon ve buharlaşma yoluyla kaybedilir.



Şekil 2: Isı Kaybı Mekanizmaları

Perioperatif şartlarda konveksiyonel ısı kaybı önemli yer tutar çünkü ısı sıcaklık değişim alanı oldukça geniştir. Kondüksiyonel ısı kaybı, ısı transfer bölgesi dar olduğu için sınırlı önem teşkil eder. Operasyon masasına temas eden hastanın sırtı nedeniyle kaybettiği ısı kaybı yaklaşık 3-5 W dur [30]. Perioperatif buharlaşma yolu ile olan ısı kaybı minimal önemlidir; radyasyon yoluyla ve konveksiyonel ısı kayıplarının yaklaşık %10 una karşılık gelmektedir.



Şekil 3: Operasyon Odasında Minimal Örtünmüş İnsanlarda Hesaplanan Isı Dengesi[31]

22 °C operasyon odasında odada hafif giyinmiş normal insanda ısı kaybı ve ısı kazanımı dengesi şekilde gösterilmektedir. (Şekil 3) Açıkça görülmektedir ki bu şartlar altında ısı kaybı, ısı kazanımından fazla olmaktadır. Bu demek olmaktadır ki; normal bir insan bu şartlara sahip bir çevreye maruz kaldığı zaman otonom termoregülebilir vazokonstriksiyonu tetikleyerek normotermiyi sürdürülebileceğini göstermektedir.

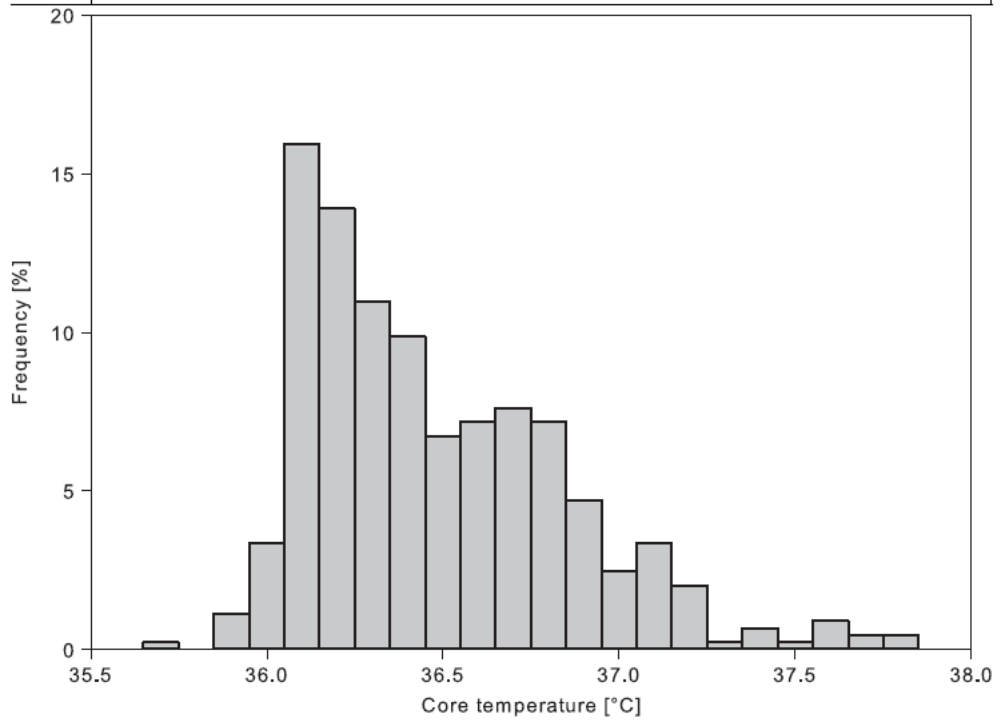
2.2.5.3. Isı Dengesine Vücut Ağırlığının Etkisi

Obez kişilerde yüksek vücut kitle indeksi enerji üretimini arttırmakta ancak ısı kaybı oransal olarak az kalmaktadır. Vücut ağırlığı, vücut yüzey alanından daha hızlı artmakta, bu nedenle obezler ürettikleri enerjinin az kısmını ısı olarak kaybetmektedirler [32]. Tersine, zayıf insanlarda problem total ısı içeriğini korumaktır çünkü bu kişilerde ısı üretimi az ve vücut yüzey alanı görece geniştir.

2.3. Anestezi Sırasında Isı Regülasyonu

Perioperatif hipotermi hasta operasyon odasına girmeden önce başlar.

Preanestezi kor sıcaklığının düşük olması intraoperatif ve postoperatif hipotermi gelişimi açısından risk faktörüdür [33][34]. Anestezi indüksiyonu öncesi kor sıcaklığını tespit eden birkaç geniş çaplı çalışma mevcuttur. Mitchell ve Kennedy'nin yapmış olduğu bir çalışmada ortalama kor sıcaklığı anestezi öncesi 36.4 °C olarak bulunmuştur. (Şekil 4)



Şekil 4: Anestezi İndüksiyonu Öncesi Hastaların Kor Sıcaklıkları [31]

İlginç olarak anestezi indüksiyonu öncesi hipotermi insidansı hastalar premedike olmamalarına rağmen %1 dir. Mehta ve Barclay'ın çalışmasında servisten çıkan hastaların %5 i hipotermik olup [34] Frank ve arkadaşlarının çalışması da benzer bir oran göstermiştir.

2.3.1. Preanestezi Döneminde Düşük Kor Sıcaklığı Risk Faktörleri

- Yaş
- İleri derecede düşük kilo
- Diğer varolan hastalıklar

- Yaşlı hastalar soğuk ortamlarda termoregülatuar vazokonstrüktif yanıt oluştururlar [35]. Yaşlı hastaların evlerindeki vücut sıcaklıklarını araştıran çalışmaların %10 kadarında 35.5⁰C ve altında değerlere sahip olduklarını göstermiştir. Yaşlı hastalar aynı zamanda anestezi altında gecikmiş termoregülatuar vazokonstrüktif yanıt oluşturmaktadırlar [36]. Düşük kor sıcaklığı bazen yaşlı hastalarda anestezi indüksiyonu öncesi görülmektedir ve muhtemelen bu durum var olan kronik hastalıklara (örneğin diyabetik nöropatili diyabetes mellitus) ve kronik medikasyona bağlı olarak gelişmektedir.
- Anoreksiya nevrozalı malnütre hastalarda ciddi hipotermi riski bulunmaktadır. Jonas ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada 23 hastanın 10 tanesinde kor sıcaklığı 36⁰C altında olup bir başka çalışmada anoreksik hastalarda ortalama kor sıcaklığı 35.2⁰C bulunmuştur [37][38].
- Bazı nadir görülen hastalıklar termoregülasyon bozukluğu ile birlikte. Bu hastalıklardan birine sahip olan hastalarda preanestezi kor sıcaklığı 36⁰C altında olabilmektedir. Bu hastalıklar:
 - Ciddi hipotiroidi
 - Diyabetik nöropati ile birlikte Diyabetes mellitus
 - Tetrapleji veya parapleji
 - Hipotalamik zedelenme veya tümör
 - Shapiro Sendromu
 - Infantil Nöronal Lipofusinozis
 - Periyodik SpontanHipotermi
 - Timoma
 - Poikilotermi Sendromu ve diğer bazı nadir hastalıklar

2.3.2. Kronik Medikasyonun Etkisi

Kronik medikasyon preanestezi kor sıcaklığını ve intraoperatif sıcaklıkları etkileyebilir. Antidepresan tedavi alan hastaların kor sıcaklıkları daha yüksek olmaktadır [39]. Tersine, kronik antipsikotik tedavi alan hastalarda bu maddelerin

dopamin reseptörleri üzerinden otonom termoregülatuar inhibisyon yapmaları nedeniyle daha düşük kor sıcaklıklarına sahip oldukları görülmektedir [40]. Pek çok başka ilaç özellikle yüksek dozlarında termoregülatuar cevabı bozarlar. Pek çok ilaç kombinasyonu da termoregülasyon yolağını bozmaktadır bununla birlikte bu konuda sistematik çalışma bulunmamaktadır.

Premedikasyon

Anesteziyologlar tarafından yapılan premedikasyon davranışsal ve otonom termoregülasyonu bozmaktadır.

Benzodiazepinler

Bu anksiyolitik ve sedatif ajan, davranışları değiştirmekte; dolayısıyla davranışsal termoregülatuar cevabı bozmaktadır. Kurz ve arkadaşları midazolamin otonom termoregülasyon üzerine etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak da midazolamin otonom termoregülatuar cevabı bozmadığını, termoregülatuar vazokonstriksiyon sınırını 0.3°C düşürdüğünü bulmuşlardır. Sonuç olarak da midazolamla premedike olan hastaların tipik hastane şartlarında anestezi indüksiyonu öncesi neredeyse normal kor sıcaklığına sahip oldukları sonucuna varmışlardır [41]. Bu çalışmaya zıt olarak diğer başka çalışmalar premedikasyonun perioperatif kor sıcaklığını etkilediğini bulmuşlardır. Matsukawa ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada midazolamla premedikasyon doz bağımlı olarak kor sıcaklığında yaklaşık 0.8°C 'ye kadar düşüklüğe neden olmaktadır [42]. Bunun nedeni olarak da premedikasyon öncesi vazokonstrükte olan gönüllülerin premedikasyon sonrası vazodilate olmaları ile birlikte başlangıçtaki sıcaklığın kordan periferik redistrübe olması düşünülmüştür.

Benzodiazepinlerin kor sıcaklığını düşürmesi basınçlı hava üfleli battaniyeler ile aktif ısıtma, atropin ve yüksek operasyon odası sıcaklıkları ile önlenir [31].

Klonidin doz bağımlı olarak termoregülatuar vazokonstriksiyon ve titreme eşliğini düşürmektedir. Teorik olarak, klonidinin midazolama kıyasla preoperatif kor sıcaklığı üzerinde daha fazla etkisi olması beklenir ancak klinik veriler bunun tersini göstermektedir; bunun nedeni ise belirsizdir [31].

Postoperatif bulantı kusmayı azaltmak amaçlı kullanılan 5HT3 reseptör antagonistleri ve düşük doz deksametazon kor sıcaklığında klinik olarak anlamlı düşüklük yaratmaz [31].

Opioidler preoperatif ağrıyı kesmek ve postoperatif ağrının azaltılmasına katkı sağlamak amacıyla preoperatif olarak kullanılır. Opioidler otonom termoregülatuar cevabı azaltırlar ve vazokonstrüksiyon eşiğini düşürürler [43][44]. Bu demek olmaktadır ki opioidlerle premedikasyon yapılan hastalar anestezi induksiyonunda daha düşük kor sıcaklığına sahip olma riskini taşımaktadırlar.

Sonuç olarak premedikasyon verildiği zaman hastaları güvenli bir şekilde sıcak tutmaya özen gösterilmelidir. Özellikle midazolam ve opioidlerle premedikasyonun kendisi kor sıcaklığını düşürmekte ve perioperatif hipotermiye zemin hazırlamaktadır.

2.3.3. Operasyon Odasına Transport ve Cerrahi Hazırlığın Etkisi

Premedikasyona ek olarak cerrahi ortam da hastalar için termal stres unsurudur.

Normal hastane servislerinde hastalar için vücut sıcaklıklarını idame ettirmek bir sorun teşkil etmez. Hastanın ihtiyacına göre kıyafetler veya yatak örtüleri ile servislerde yalıtım ve ısınma sağlanabilmektedir. Servisten ayrılırken hastalar kıyafetlerini çıkarmakta ve hastane kıyafeti giymektedirler. Hastane kıyafetleri normal battaniyelerle birlikte termal kararlı durumun sağlanmasında yetersiz kalmaktadırlar çünkü bu materyallerin yalıtım özellikleri yeterince etkili olamamaktadır. Soğuk ve uzun hastane koridorları boyunca transfer sırasında hastalar önemli miktarda ısı kaybetmektedirler [31].

Bütün bunlar sebebiyle vücut önemli miktarda ısı kaybetmekte ve termoregülatuar vazokonstrüksiyon tetiklenmektedir. Vücudun kor sıcaklığı sabit kalır ancak kol ve bacakların ısı içeriği azalır [45][46]. Bu durum kor ve perifer arasında önemli miktarda sıcaklık gradiyenti oluşmasına neden olur.

Kor ve perifer arasındaki sıcaklık gradiyentinin patolojik olmadığını anlamak önemlidir. Normal koşullar altında her zaman perifer ve kor arasında sıcaklık gradiyenti mevcuttur. Bu gradiyent termal kararlı durumun oluşmasında önemlidir çünkü vücut metabolizma yoluyla üretilen ısıtının tamamını kaybetmelidir aksi takdirde aşırı ısınma söz konusu olacaktır. Kordan perifere ısı transferi olabilmesi için,

ısı öncelikle kordan periferik oradan da çevreye doğru transfer olur. Kordan periferik ısı transferi bu iki kompartman arasında sıcaklık gradienti olması durumunda mümkün olmaktadır çünkü ısı her zaman yüksek sıcaklık olan bölgeden düşük sıcaklık olan bölgeye transfer olur. Zaman içinde sıcaklık gradienti değişir ve hatta fazla sıcaklık gradienti dahi patolojik değildir çünkü vücudun periferik termal tampon görevi görmektedir. Soğuk stresi durumunda gradient fazla, sıcak streste gradient azdır.

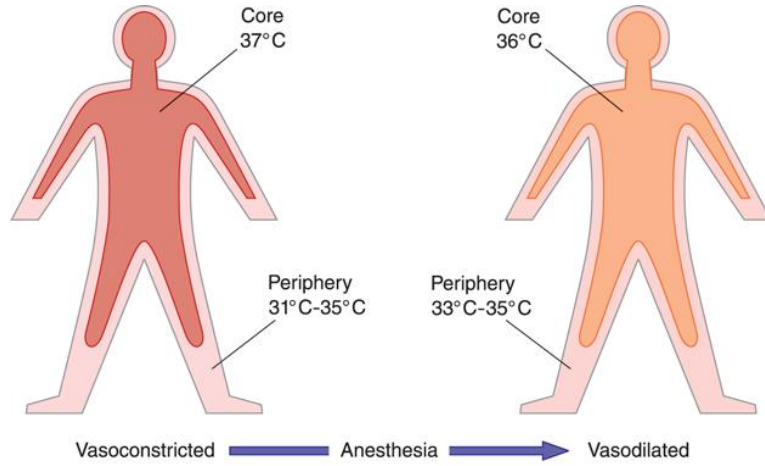
Bununla birlikte anestezi indüksiyonu öncesi bu sıcaklık gradienti önemli klinik rol oynamaktadır çünkü fazla miktardaki sıcaklık gradienti, anestezi indüksiyonu veya rejyonel anestezi sonrası daha fazla kordan periferik ısı redistribüsyonuna neden olur [47][48]. Bu kısım perioperatif hipotermi gelişmesinde oldukça önem arz eden bir mekanizmadır.

2.3.4. Genel Anestezinin Etkileri

Anestezi perioperatif hipotermi gelişmesinde esas risk faktörüdür. Bu cerrahi prosedürden çok daha önemli bir unsurdur.

Anestezi indüksiyonu aşağıdaki durumlar sebebiyle kor sıcaklığında düşüşe neden olur (Şekil 5) :

- Anestezik ilaçların termoregülasyon üzerine etkisi
- Kordan periferik ısı redistribüsyonu
- Vazodilatasyon
- Isı üretiminde azalma
- Termoregülasyon aynı zamanda hasta pozisyonu, pozitif basınçlı ventilasyon ve pozitif end ekspiratuvar pressure (PEEP) den etkilenmektedir.



Şekil 5:Anestezinin Termoregülasyon Üzerine Etkisi [49]

2.3.4.1. Anestezik İlaçların Otonom Termoregülasyon Üzerine Etkisi

Bütün anestezik ilaçlar termoregülasyonu bozarlar. Genel anestezi hastanın davranışsal olarak vücut sıcaklığını düzenleme yeteneğini bozar dolayısıyla sadece daha güçsüz bir otonom mekanizma ile vücut sıcaklığındaki değişikliklere yanıt oluşturulur [50]. Bununla birlikte belirli yollarla anestezik ilaçlar otonom termoregülasyonu bozarlar.

Gönüllülerde yapılan ve klinik çalışmalarda anestezik ilaçların otonom termoregülasyon üzerindeki etkisi termoregülatuar terleme, vazokonstrüksiyon, titreme eşiklerini değiştirmeleri aracılığı ile olduğu kanıtlanmıştır.

Termoregülatuar eşik, termoregülatuar cevabın tetiklendiği kor vücut sıcaklığı olarak tanımlanabilir.

Volatil Ajanlar

Volatil ajanlar perioperatif hipotermi gelişmesinde önemli bir risk faktörüdür. Bunun temel nedeni hipotalamus ve spinal korddaki otonom termoregülasyonu bozmalarından kaynaklanır. Volatil ajanlar aynı zamanda preoptik nükleusta norepinefrin düzeyini arttırarak anestezi sırasındaki hipotermiyi tetikler.

Klinik çalışmalar; halotanın %1 konsantrasyonda (1.5 MAC) vazokonstrüksiyon eşiğini ortopedik cerrahilerde 36.5⁰C'ye [51] veya donör

nefrektomiye giren hastalarda 34.4 °C'ye düşürdüğünü göstermektedir. Ürolojik cerrahi geçirecek çocuklarda %0.8 (1 MAC) konsantrasyonda vazokonstrüksiyon eşiğini 35.5 °C'ye; hipospadias onarımına girecek çocuklarda %0.9 (1.1 MAC) konsantrasyonda 35.7 °C'ye düşürdüğü görülmüştür [52].

Wahington ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada %1.3 enfluran (0.75 MAC) termoregülatuvar vazokonstrüksiyon eşiğini 35.1 °C ye düşürmüştür. Başka bir çalışmada kolorektal cerrahi geçiren hastalarda %0.8 enfluran (0.5 MAC) termoregülatuvar eşiği 35.6°C'ye düşürmektedir [53].

Izofluranın termoregülatuvar vazokonstrüksiyon ve titreme eşikleri üzerine etkisi konusunda en fazla bilgi Xiong ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma aracılığı ile alınmaktadır [54]. Bu çalışma göstermiştir ki izofluran termoregülatuvar eşikler üzerine doz bağımlı olarak etki etmekte ve bu etki lineer olmamaktadır. İzofluranın yüksek dozlarında eşik değerler oransal olarak daha fazla düşmektedirler.

%1 izofluran (0.8 MAC) vazokonstrüksiyon eşiğini 32.5°C'ye düşürmektedir. Cerrahiye giren hastalarda yapılan klinik çalışmalarda izofluran %1.2 (1 MAC) konsantrasyonda vazokonstrüksiyon eşiğini 35-35.1°C'ye düşürmektedir [36][55]. Bu 32.5°C'den klinik olarak anlamlı derecede yüksektir. Bunun iki nedeni vardır; birincisi otonom termal cevabın cerrahi sitümlasyonla artması; ikincisi, termoregülasyona cilt sıcaklığının etkileri konusunda düzeltme yapılmamış olmasıdır [54].

Bununla birlikte, yüksek konsantrasyonlarda (1.8 MAC) izofluran ile anestezi verilen hastalar düşük konsantrasyon (1 MAC) verilenlere kıyasla kor sıcaklığında daha fazla düşüşe sahip olmaktadır.

İzofluranın nitroz oksitle kombinasyonu daha yüksek vazokonstrüksiyon eşiği oluşmasına neden olur [55].

Desfluranın termoregülatuvar vazokonstrüksiyon ve titreme eşikleri üzerine etkisi konusunda en fazla bilgi Annadata ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmadan elde edilmektedir [56]. Bu çalışma desfluranın termoregülatuvar eşikler üzerinde doz bağımlı etki oluşturduğu ve bunun lineer olmadığını göstermiştir. Desfluranın daha yüksek dozlarında eşikler oransal olarak daha fazla azalmaktadırlar.

Kulak burun boğaz cerrahisine giren hastalarla yapılan bir çalışmada %6 desfluran ile eşik değerin 35 °C olduğunu göstermiştir.

Cerrahiye giren hastalarda 1 MAC sevofluranın 1 MAC ızofluran ile aynı termoregülatuvar eşikler (35.1 °C) üzerine etkili olduğunu gösteren klinik çalışmalar mevcuttur. 0.5 MAC sevofluran ile 0.5 MAC nitroz oksit kombinasyonu daha fazla yüksek termoregülasyon eşiği (35.8 °C) oluştururlar.

Bütün çalışılan volatil ajanlar termoregülatuvar eşik üzerine doz bağımlı lineer olmayan bir etki oluştururlar. Volatil ajanların yüksek konsantrasyonlarında orantısal olarak çok daha fazla düşüşe neden olurlar.

Cerrahiye giren hastalarda yapılan klinik çalışmalarda vazokonstrüksiyon eşiği daha yüksektir bunun nedeni cerrahi stimülasyonla birlikte otonom termal cevabın iyileştirilmesidir [54]. Bununla birlikte, eşik değerlerin hepsi 36 °C altındadır. Dolayısıyla volatil ajanlarla termoregülatuvar vazokonstrüksiyon perioperatif hipotermiyi önleyemez.

İntravenöz Anestezik Ajanlar

Gönüllülerde, propofol termoregülatuvar eşiği doz bağımlı olarak değiştirmektedir. Volatil ajanların aksine, propofol vazokonstrüksiyon ve titreme eşiklerini lineer olarak azaltmaktadır [31].

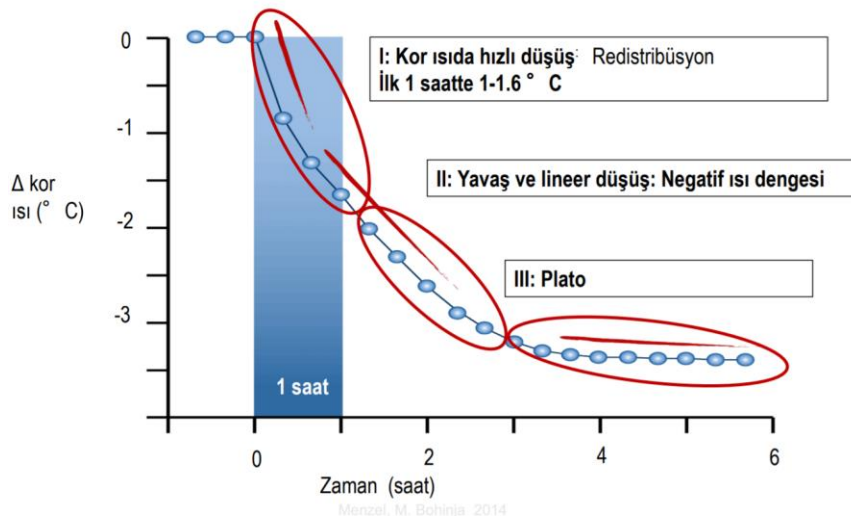
Midazolam, propofol ve volatil ajanlarla kıyaslandığında termoregülatuvar eşikler üzerinde minimal değişikliklere neden olur [31].

Alfentanyl ve meperidin ile yapılmış kontrollü gönüllü çalışmaları bulunmaktadır [31]. Alfentanyl, termoregülatuvar eşik üzerine lineer doz bağımlı etkiye sahiptir. Meperidin özel olarak titreme önleyici etkiye sahiptir bunu da titreme eşiğini vazokonstrüksiyon eşiğine oranla daha fazla düşürerek sağlamaktadır. Bu durum spinal kordda meperidin tarafından kappa reseptör aktivasyonuna bağlı olarak gelişebilmektedir [57].

Kas gevşeticiler kan-beyin bariyerini geçemedikleri için termoregülatuvar eşiği değiştirmezler. Kas gevşeticiler hastaların ileri derece hipotermik olduklarında oluşan titreme cevabını engellerler.

2.3.5. Anestezi İndüksiyonu Sonrası Etkiler

Genel anestezi indüksiyonu sonrası, termoregülatuvar vazokonstriksiyon eşiği hızlı bir şekilde mevcut kor sıcaklığının altına düşer. Önceden aktive olan tonik vazokonstriksiyon inhibe olur ve arteriyovenöz şantlarda vazodilatasyon gerçekleşir. Bu durum ısının fazla olduğu kor bölgeden daha soğuk olan periferik doğru redistribüsyonuna neden olur ve sonuç olarak da kor sıcaklıkta hızlı bir düşüş gözlenir. Perioperatif hipotermi gelişiminde önemli olan bu ilk basamak 'redistribüsyon fazı' olarak adlandırılır ve yaklaşık 1 saat civarında sürer. Redistribüsyon fazını; 'lineer faz' takip eder bu aşamada ise kor sıcaklık düşüşü daha yavaş olarak devam eder. Burada düşüşün devam etme nedeni; ısı kaybının ısı üretiminden daha fazla olmasıdır. Lineer faz birkaç saat sürer; bu aşamadan sonra termoregülatuvar vazokonstriksiyon kor sıcaklığının yeterince fazla düşmesi nedeniyle tekrar tetiklenir. Termoregülatuvar vazokonstriksiyon kor sıcaklığının tekrar stabil kalmasını sağlar. Bu kısım ise 'plato fazı' olarak adlandırılır [50] (Şekil 6).



Şekil 6: İntraoperatif Hipotermi Fazları

2.3.5.1. Redistribüsyon Fazı

Hastalar operasyon odasına hastane kıyafeti ile birlikte battaniye örtülerek geldiklerinde önemli miktarda ısı kaybına uğramış olurlar çünkü bu materyallerin izolasyon özellikleri yeterli değildir. Termoregülatuvar vazokonstriksiyon aktive

olmuş; bu da kor sıcaklığını sabit tutarken, periferde kol ve bacakların ısı içeriğinin düşmesine neden olmuştur. Bu durum korla perifer arasında büyük bir gradiyent oluşmasına neden olmaktadır [45][47]. Eğer hastalar benzodiazepinlerle premedike edilirse kor sıcaklıkları dahi düşmeye başlamış olabilir [42].

Anestezi indüksiyonu termoregülatuvar vazokonstrüksiyon eşiğini düşürür. Aktive olmuş olan tonik vazokonstrüksiyon inhibe olur ve arteriyovenöz şantlarda vazodilatasyon gerçekleşir. Ayrıca, çoğu anestezi ilacın direkt vazodilatör etkisi bu durumu pekiştirir. Sonuç olarak da korda sabit tutulmaya çalışılan ısı gradiyent doğrultusunda daha soğuk olan perifere doğru hareket eder [1]. Kor sıcaklık azalmaya başlarken periferin sıcaklığı artar. (Şekil 7)

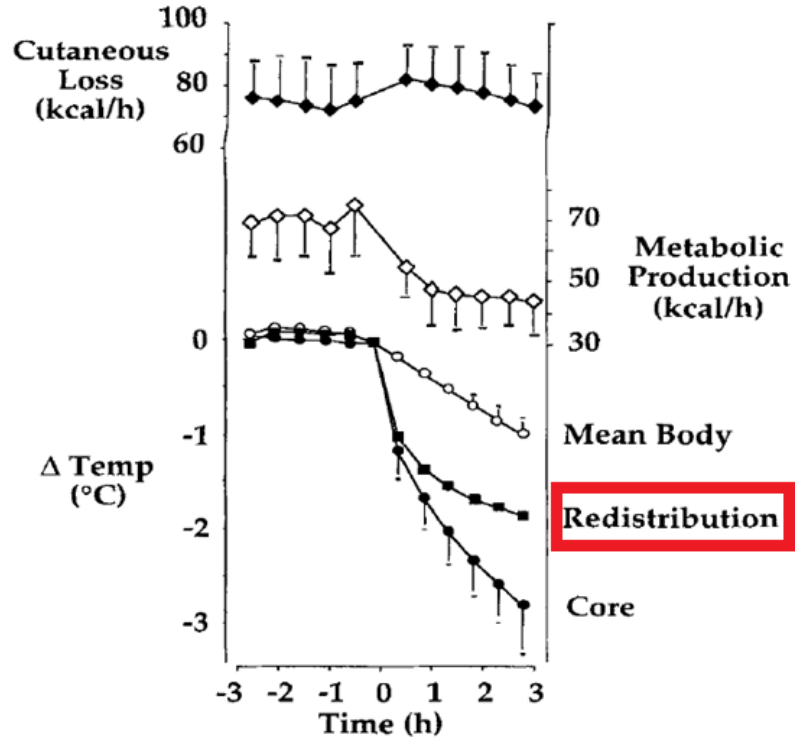
Bu faz yaklaşık olarak 1 saat civarında sürer. Isının redistrüksiyonunun kor sıcaklığında yaratacağı düşüşün miktarı değişkenlik göstermektedir. Pek çok çalışma; bu fazdaki sıcaklık düşüşünün 1.5°C [58][59] ve 0.1°C [60] arasında olduğunu hatta hiç olmayabileceği sonucuna varmıştır [61].

Genel anestezinin hastalarda redistrüksiyon hipotermisini indükleme oranları birtakım faktörlere bağlıdır:

- Başlangıç vücut sıcaklığı (en önemlisidir). En önemli faktör perifer dokuların başlangıç sıcaklığıdır. Bu ne kadar fazla olursa redistrüksiyon yoluyla olan kor sıcaklık düşüşü o oranda azalacaktır.
- Isı akışı, sıcaklık gradiyentine ihtiyaç gösterdiği için perifer ve kor sıcaklıkların benzer olması durumunda redistrüksiyon sınırlanır. Bu amaçla bu fazda kaybedilen ısı miktarını sınırlamada ön ısıtma oldukça önemlidir.
- Vücut morfolojisi; obez hastalarda redistrüksiyon normal kilolu olanlara göre önemli ölçüde azdır. Ters olarak çok ince insanlarda redistrüksiyon daha fazladır.
- Erişkinden farklı olarak yenidoğanlar, infant ve çocuklarda ekstremitelere göre gövdede daha fazla kütle bulunmaktadır. Dolayısıyla anestezi indüksiyonu sonrası kor sıcaklık düşüşünde redistrüksiyon önemlidir.

Değişim miktarı bu aşamada hemodinamik değişikliklerle de oldukça bağlantılıdır. Anestezi indüksiyonu sırasındaki vazodilatasyon kor sıcaklık düşüşünü artırır [58][59]. Fenilefrin veya efedrin gibi vazokonstrüktör ajanların kullanımı redistribüsyon miktarını azaltır. Yüksek kardiyak output, redistrike olan ısı miktarını artırır. Beta bloker kullanımı redistrike olan miktarı azaltır.

Anestezi indüksiyonu sonrası aktif ısıtmanın hızlı bir şekilde başlanması erişkinde redistribüsyon miktarını değiştirmezken yenidoğan ve çocuklarda etkili bir önleme yöntemi olabilmektedir [61].



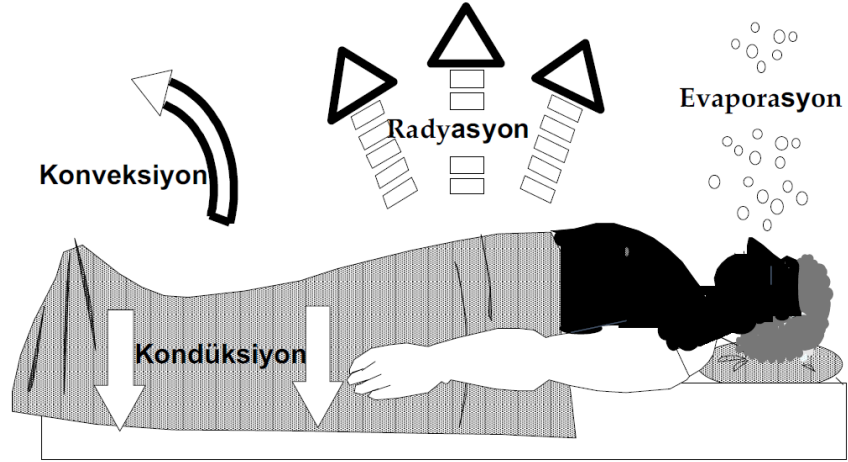
Şekil 7:Redustrübsiyon Fazı [1]

2.3.5.2. Linear Faz

Linear faz redistribüsyon fazını takip eder ve yaklaşık 2 saat sürer. Bu faz boyunca vücuttaki ısının redistribüsyonu devam eder fakat daha az önem taşır hale gelir. Linear fazda ısı kaybının ısı üretiminden çok daha fazla olması temel unsur teşkil etmektedir. Isı üretimi %15-40 oranında azalır [1]. Tersine radyasyon, konveksiyon,

kondüksiyon ve buharlaşma ile olan ısı kaybı artar. (Şekil 8) Radyasyon ve konveksiyonla olan kayıplar özellikle önem taşımaktadır.

Obez hastalarda büyük olasılıkla yağ dokusunun izolasyonuna bağlı olarak lineer fazdaki soğuma oranı daha yavaş gerçekleşmektedir [32]. Çocuklarda ve büyük cerrahilerde ise bu daha hızlı gelişmektedir [1].



Şekil 8: Lineer Faz

2.3.5.3. Plato fazı

Intraoperatif sıcaklık eğrisinin son fazı plato fazıdır. Bu faz, lineer fazdan sonra yaklaşık 3 saatten daha uzun süren cerrahiler sırasında görülebilmektedir. Kor sıcaklık platosu aktif veya pasif olarak oluşabilmektedir. Pasif plato termoregülatuar yolaklar aktive olmadan, ısı kaybının üretime eşit olduğu termal kararlı durumda oluşur. Genel anestezi sırasında ısı üretimi azalması ve anestezi, cerrahiyle ısı kaybının artması aktif ısıtma olmadan böyle bir kararlı durumun nadiren oluşmasına neden olur [1]. Küçük cerrahilerde iyi bir izolasyon ile pasif platoya ulaşılabilir [60]. Büyük cerrahilerde ise sadece aktif ısıtma ile ısı kaybı ısı üretimiyle birlikte ısı kaybına eşitlenerek platoya ulaşılabilir.

Kor sıcaklık termoregülatuar vazokonstrüksiyonu tetikleyecek kadar çok düşüş gösterdiğinde aktif plato oluşmaktadır. Bir kere tetiklendiği vakit termoregülatuar vazokonstrüksiyon soğuma oranını belirgin bir şekilde azaltmaktadır. Bazı vakalarda kor sıcaklık daha fazla düşmemekte hatta yavaşça

artabilmektedir. Sonuç olarak kor periferi göre daha sıcak kalmakta, yeni bir kor-periferel sıcaklık gradiyenti oluşmaktadır. Total ısı kapsamı ve kol ve bacakların sıcaklığı ise hala düşmeye devam eder [62]. Bu demektir ki; aktif kor sıcaklık platosu termal kararlı durum değildir ve ortalama vücut sıcaklığı düşmeye devam etmektedir.

Bazı hastalarda aktif plato fazı görülmeyebilir çünkü anestezi sırasında termoregülatuar vazokonstriktif yanıt gelişmez [63]. Masif transfüzyon alan hastalarda yeterince kan ısıtılması yapılmazsa termoregülatuar vazokonstriksiyon tetiklendiğinde ciddi hipotermi oluşur. Aktif kor sıcaklık platosuna ulaşıldıktan sonra kor sıcaklıkta düşüş olabilecek bir durum da turnike açılmasıdır. Turnike açılmasıyla birlikte ısı kordan daha önceden perfüze olmayan, ısıtılmamış, soğuk ekstremitelere doğru redistribe olur ve takibinde kor sıcaklık düşüşü izlenebilir.

2.3.6. Mekanik Ventilasyon ve Hasta Pozisyonunun Etkileri

Operasyon odasında hastanın pozisyonu vazokonstriksiyon eşiklerini değiştirerek perioperatif hipotermi derinliğini etkileyebilir.

Bacaklar yukarıda hasta pozisyonu, termoregülatuar vazokonstriksiyon eşiğini 1 °C' den daha fazla azaltabilmektedir [64]. Bu durumun venöz dönüşün artması ile birlikte olan sağ atrial transmural basınç artışıyla tetiklenen baroreseptör uyarı neticesinde oluştuğu düşünülmektedir. Bunun sonucu olarak, termoregülatuar vazokonstriksiyon daha düşük kor sıcaklıklarında aktive olmakta bu da operasyon sonunda daha düşük kor sıcaklıklarının oluşmasına yol açmaktadır [65]. Tersine baş yukarı pozisyon baroreseptör aktivitesini azaltarak vazokonstriksiyon eşiğini arttırmaktadır.

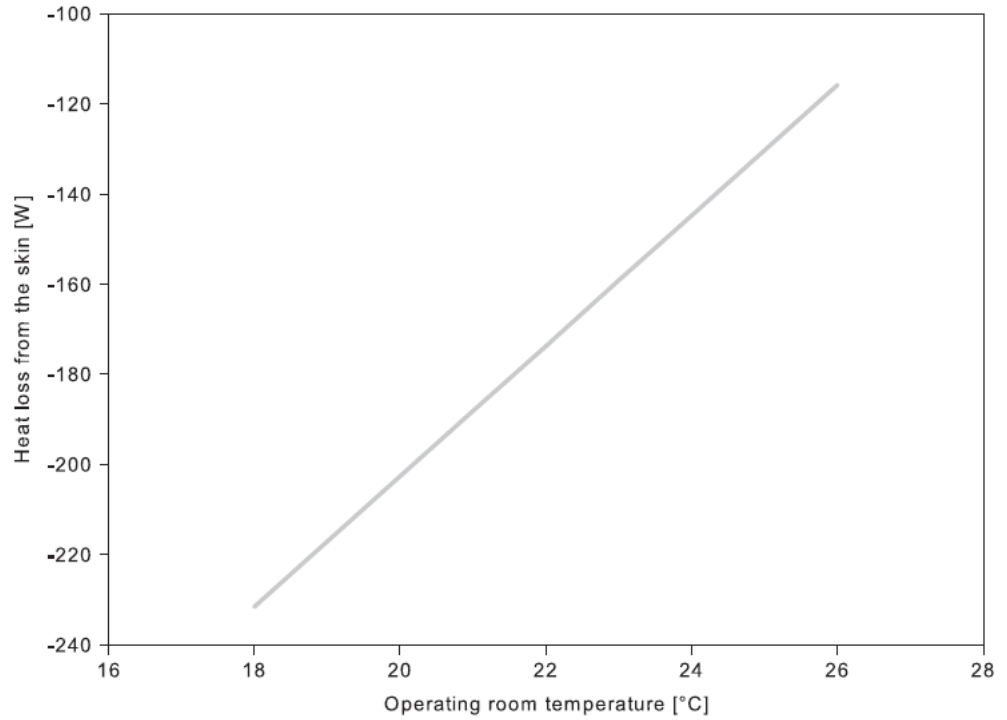
Başka bir klinik çalışmada baroreseptör uyarımının mekanik ventilasyon sırasında PEEP uygulanarak azaltılmasının termoregülatuar vazokonstriksiyon eşiğini arttırdığını göstermektedir [66][67].

2.4. Cerrahi Ortam ve Cerrahinin Etkileri

2.4.1. Cerrahi Ortam

Clark ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada 23.9 °C ve üzerinde operasyon odası sıcaklıkları erişkin cerrahi hastalarında kor sıcaklıklarını belirgin derecede arttırabilmektedir[68]. 1970 lerde Morris ve Kumar sistematik olarak perioperatif hipotermi gelişiminde operasyon odası sıcaklıklarının etkisini çalışmışlardır. Bu çalışmada; operasyon odası sıcaklığı 21 °C altında olduğu zaman , kor sıcaklık 36 °C altına düşebilmektedir [69]. 21 °C ve üzerinde operasyon odası sıcaklıkları, hipotermi insidansını ve büyüklüğünü azaltabilir. Major vasküler cerrahi, artroplastiler ve karaciğer rezeksiyonları sırasında 24 °C civarında operasyon odası sıcaklıkları daha düşük sıcaklıklara göre daha az hipotermi ile ilişkilendirilmiştir. Son zamanlarda yapılan bir çalışmada, 26°C operasyon odası sıcaklığında ortopedik cerrahi geçiren hastaların sadece %10 u hipotermik kalmaktadır [51].

Bu çalışmaların hiçbiri randomize kontrollü çalışma olmamasına rağmen daha yüksek operasyon odası sıcaklıklarının daha düşük perioperatif hipotermi ile ilişkili olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum ısı değişiminin fizyolojisi ve fizikle ilgilidir. Klinik çalışmalardan anestezi altındaki hastalarda ortalama cilt sıcaklığının yaklaşık 34 °C olduğu bilinmektedir [54]. Farklı oda sıcaklıklarında ciltten etrafa ısı kaybının ölçümü; kutanöz ısı kaybı ve oda sıcaklığı arasında lineer bir ilişki göstermektedir. (Şekil 9)



Şekil 9: Operasyon Odası Sıcaklığına Göre Ciltten Isı Kaybının Değişimi [31]

Operasyon odası sıcaklığında yaklaşık 1°C artış olması, kutanöz ısı kaybını %10 azaltır. Bu nedenle operasyon odası sıcaklığını arttırmak, hipotermiye büyük ölçüde azaltmak için etkili bir yöntem olabilir. Perioperatif hipotermi, operasyon odası sıcaklığı $26-30^{\circ}\text{C}$ arasına artırılarak engellenebilir. Bununla birlikte, özellikle de cerrahi önlükler ve tiroid boyunluğu giyildiği zaman yüksek oda sıcaklığı cerrahlar için yeterli termal konforun bozulmasına neden olur. Dolayısıyla operasyon odası sıcaklığının belirlenmesi, cerrahi ekibin konforu ve hipotermi önlenmesi ikilemi arasında kalmaktadır.

British NICE klavuzu, operasyon odası sıcaklığının en az 21°C olmasını önerirken; Alman ve Avusturya klavuzu operasyon odası sıcaklığını 21°C , Amerikan ASPAN klavuzu ise $20-25^{\circ}\text{C}$ arasında olmasını önermektedir [70][71].

2.4.2. Cerrahi Cilt Hazırlığı

Perioperatif hipotermi gelişmesinde bir başka indükleyici faktör dezenfeksiyon solüsyonları ile cerrahi deri hazırlığının yapılmasıdır. Hasta, soğuk ortama maruz kalmakta ve cilt birkaç defa dezenfektanlarla yıkanmaktadır. Cerrahi cilt hazırlık solüsyonu cilt tarafından ısıtılır ve sonrasında buharlaşır. 100 gram suyun

buharlaşması sonucu ortalama vücut sıcaklığı 1 °C azalır. Bununla birlikte cerrahi cilt hazırlığı solüsyonları tipik olarak 100 ml altındadır çünkü temizleme materyalinde kalan solüsyon atılmaktadır. Buharlaşmanın miktarı, solüsyon buharının basıncına , boyama tekniği ve operasyon odası sıcaklığı, nem, hava akımına bağlıdır [72].

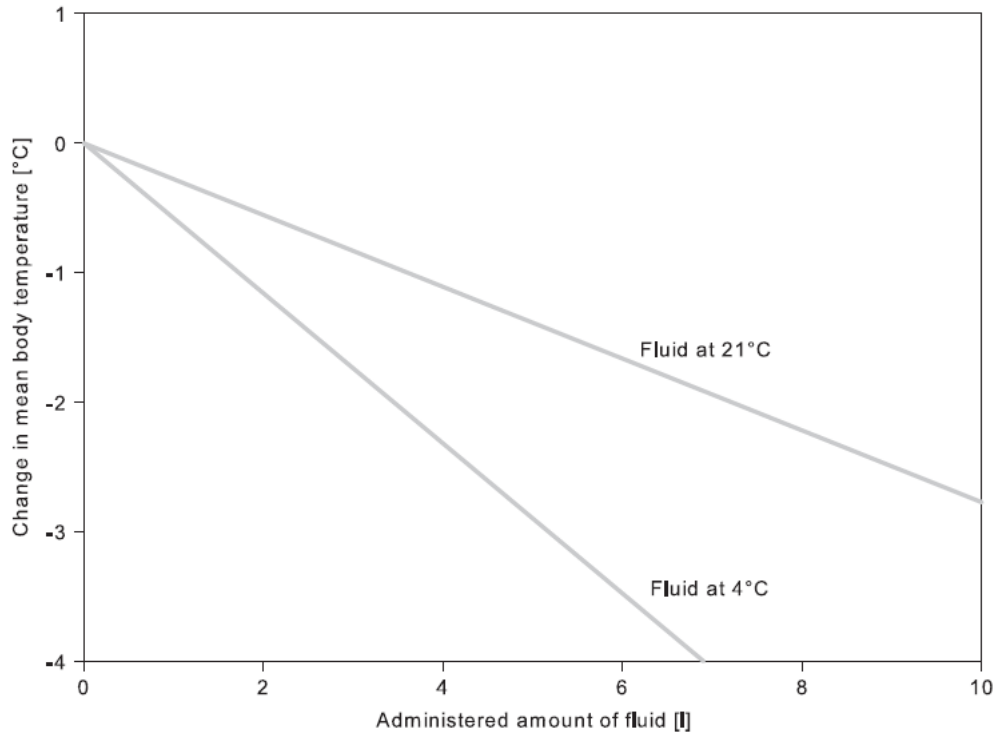
Cerrahi cilt hazırlık solüsyonu, kısa dönem yoğun ısı kaybına neden olmasına rağmen ortalama cilt sıcaklığı ve perioperatif ısı dengesi üzerine total etkisi çoğu cerrahi prosedür için göreceli olarak azdır. Çok geniş alanlarda hazırlık yapıldığı zaman örneğin off pump koroner arter cerrahisi veya yenidoğan ve çocuklarda bu durum farklı olabilir.

2.4.3. Cerrahi İnsizyonlardan Isı Kaybı

Cerrahi sırasında, açık yaralardan olan ısı kaybının total ısı dengesine olan etkisini tahmin etmek oldukça zordur. Cerrahi sahadan ısı kaybı genellikle su buharlaşmasından kaynaklanmaktadır. Cerrahi insizyondan buharlaşan su miktarı cerrahi sahanın büyüklüğü, maruz kalınan yüzey ve operasyon odası sıcaklığı, hava akımı, nemlendirmesine bağlıdır.

2.4.4. Irrigasyon, Kanama, İnfüzyon Tedavisi

Cerrahi tarafından indüklenen ısı kaybı mekanizmalarından sonuncusu, irrigasyon sıvıları ve kanamadır. Transüretal prostat rezeksiyonunda olduğu gibi fazla miktarda yıkama yapılması, hastaların belirgin şekilde soğumalarına neden olmaktadır [73]. Kanamanın kendisi doğrudan soğumaya neden olmaz. Bununla birlikte kan replasmanı ve verilen sıvıların ısıtılmaması, sıvıların mikarına ve sıcaklığına bağlı olarak doğrudan hipotermiye neden olur. (Şekil 10)



Şekil 10: Alınan Sıvı Sıcaklığı İle Ortalama Vucüt Sıcaklığının Değişim Korelasyonu[31]

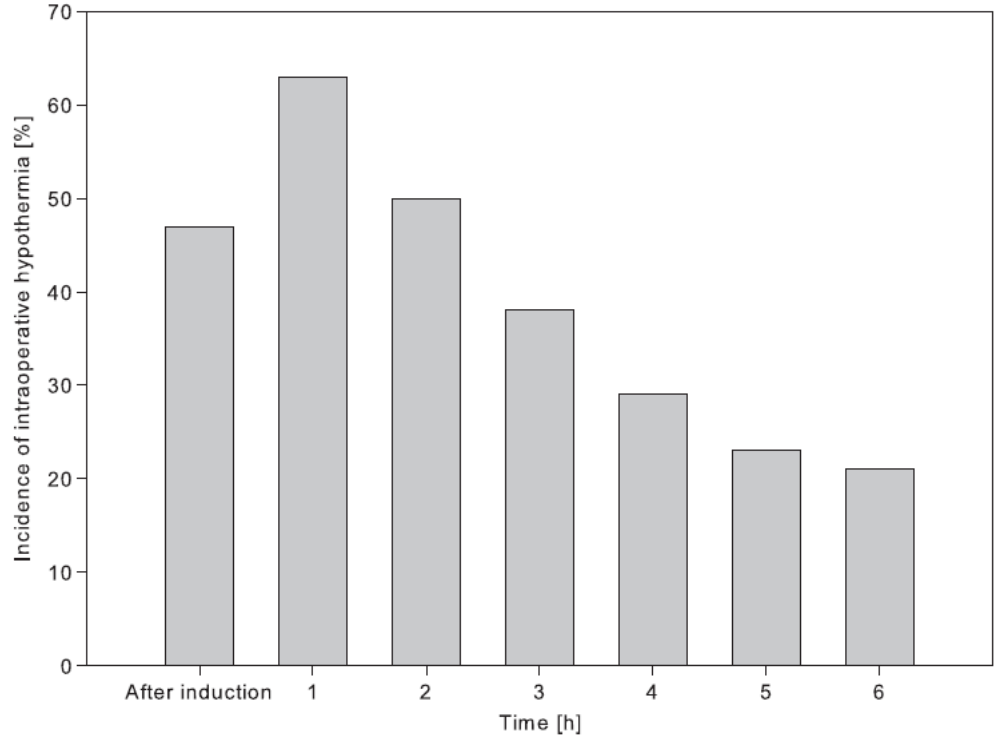
2.5. Perioperatif Hipotermi İnsidansı

Vaughan ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, 198 hastanın %60' ında kor sıcaklığı 36 °C altında tespit edilmiş olup, %13 kadarında derlenme odasında kor sıcaklık 35 °C bulunmuştur [74]. Yaşlı hastalar özellikle perioperatif hipotermi riski altındalardır.

2003 yılında yapılan bir çalışmada, yoğun bakıma kabulden sonra postoperatif hipotermi insidansı %57.1 bulunmuştur [75]. Vaughan ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmanın aksine hastaların %50 si operasyon boyunca basınçlı hava üfleme battaniyeleriyle ısıtılmıştır. 2005 ve 2013 yılları arasında yapılan birkaç başka çalışmada yoğun bakım ünitelerindeki postoperatif hipotermi insidansının %29.6 dan %75'lere varan oranda olduğu bulunmuştur [33][76][77]. Bu güne kadar yapılan en geniş çalışma 50.000 hastadan oluşmaktadır.

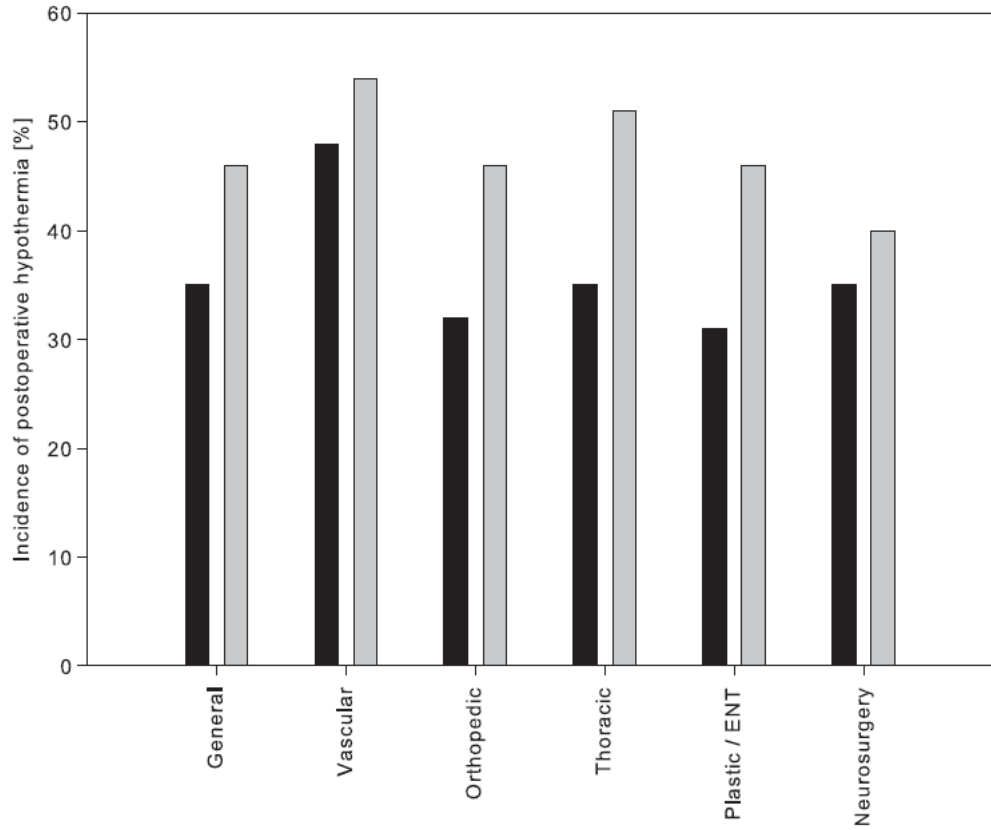
Şimdilerde de hastaların aktif veya pasif olarak ısıtılmalarına rağmen postoperatif hipotermi insidansı oldukça yüksek olup klinik önem arz etmektedir.

Intraoperatif hipotermi insidansı postoperatif hipotermi insidansından yüksektir [78]. (Şekil 11)



Şekil 11: Basınçlı Hava Üfleme Battaniye Kullanımıyla İntraoperatif Hipotermi İnsidansı [78]

Standart klinik uygulamalarda cerrahi tipi ile postoperatif hipotermi oranı arasında anlamlı bir ilişki yoktur [79][78]. (Şekil 12)



Şekil 12: Değişik Cerrahi Türlerine Göre Hipotermi İnsidansı[77]

2.6. Perioperatif Hipoterminin Farmakokinetik ve Farmakodinami Üzerine Etkisi

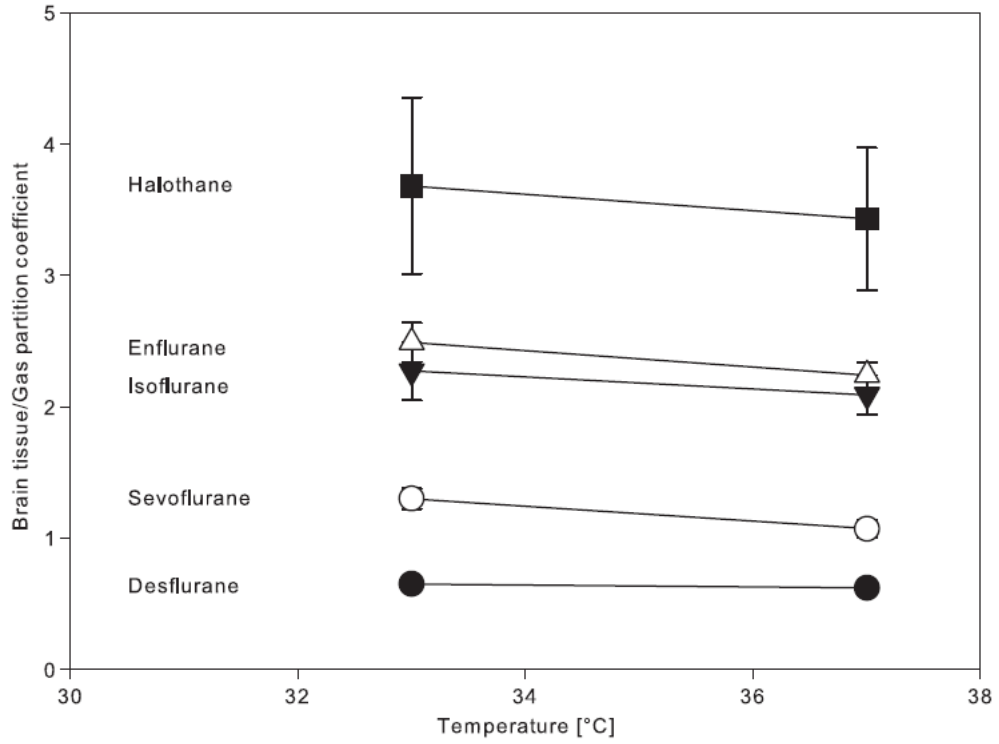
Perioperatif hipotermi pek çok ilacın farmakokinetiğini etkiler çünkü bu ilaçları metabolize eden enzimler yüksek oranda sıcaklık duyarlıdır [48].

Genel olarak, perioperatif hipotermi ilaçların proteine bağlanmalarını önemli oranda değiştirmez [80]. Bununla birlikte ilaçların metabolizma ve eliminasyonunu azaltarak verilen yanıtın uzamasına neden olabilirler. Anestezik maddelerin çoğu karaciğerde sitokrom P450 enzim sistemi ve faz 2 enzimleriyle metabolize olurlar ve böbrekten atılırlar. Sitokrom P450 enzim sistemi çoğu ilacın aktivasyonu ve detoksifikasyonundan sorumludur.

Hipotermi'nin ilaç metabolizması üzerindeki etkisinin mekanizmaları aşağıda sıralanmıştır:

- 1- Hipotermi, enzimin proteine bağlanma bölgesinin konfigürasyonunu değiştirir. Bu şekilde belirli ilaçlara sitokrom P450 afinitesi azalır.
- 2- Hipotermi, sitokrom P450 enzim sisteminde hem grubundaki demir iyonunun oksijen afinitesini azaltır.
- 3- Hipotermi, enzim sistemlerinde redox reaksiyonlarını azaltır.
- 4- Hipotermi, sitokrom P450 ile ilişkili iki enzimin aktivitesini değiştirir:
- 5- NADP 450 Redüktaz ve Sitokrom b5
- 6- Hipotermi, sitokrom P450 enzim kompleksinin gömüldüğü lipid membranın akışkanlığını değiştirebilir.
- 7- Hipotermi faz 2 enzimlerinin aktivitesini azaltır; örneğin: UDP-Glukroniltransferaz. Faz 2 enzimler küçük hidrofobik moleküllerin glukronidasyonundan sorumludur; bu şekilde kanda çözünürlüğü artırılarak böbrekten atılımları sağlanır [80].
- 8- Böbrek glomerüllerinden maddelerin pasif filtrasyonu hipotermi ile değişmemekle birlikte, enerji gereken tübüler sekresyon azalır [80].

Hipotermi; volatil ajanların kan ve doku çözünürlüklerini dolayısıyla farmakokinetiklerini değiştirir. (Şekil 13)



Şekil 13: İnhalasyon Anesteziklerinin Farklı Sıcaklıklarda Belirlenen Beyin-Gaz Partisyon Katsayısı [31]

Verilen belirli bir end-tidal volatil anestezik konsantrasyonunda, kan ve doku anestezik içeriği hipotermik hastalarda normotermik olanlara göre daha fazladır. Anesteziden derlenme, daha geniş miktarda ajanın ekspiryumla atılmasını gerektirdiğinden yavaş seyredecektir [48]. Ek olarak halotan, enfluran, izofluran, sevofluran ve desfluran sitokrom P450 enzim sistemi ile değişen oranda metabolize olurlar. Bu metabolizma da hipotermi ile azalır.

Bu etkilerin klinik yansıması, özellikle sevofluran ve desfluran gibi yeni nesil ajanlarla minimal hatta ihmal edilebilir düzeydedir.

Volatil ajanların farmakodinamikleri de hipotermi ile kısmen değişir; örneğin, kor sıcaklığın düştüğü her 1 °C için izofluran MAC değeri %5 azalır. Bununla birlikte, bu durum klinik olarak anlamlı değildir.

Propofol total intravenöz anestezinin hipnotik ajanı olarak genellikle kullanılmakta ve CYP2B6 izoformu tarafından metabolize edilmekte olup UDP-Glukroniltransferazla konjuge olur.

Perioperatif hipotermi propofolün plazma konsantrasyonunu artırır. Bununla birlikte hipotermimin propofol anestezisi verildiğinde ekstubasyonu uzattığına dair çalışma yoktur. Bu nedenle; bu etkinin klinik yansımalarının oldukça az olduğu söylenebilir. Bu nedenle orta dereceli hipotermik olan hastalarda propofol infüzyon dozlarında ayarlama yapılmasına gerek yoktur [81].

Perioperatif hipotermi, premedikasyon amaçlı verilen midazolamın farmakokinetiğini değiştirip derlenmede uzamaya neden olmaz.

Bazı hayvan ve insan çalışmalarında, fentanilin plazma konsantrasyonu hipotermik hastalarda yüksek bulunmuştur [82]. Büyük olasılıkla azalmış distribüsyon ve klirensle bağlıdır. Bununla birlikte bu verilerin bir kısmı deneysel olarak çok yüksek fentanil dozları ve çok düşük kor sıcaklıklarında yapılmıştır. Muhtemelen bu durum normal fentanil dozu ve orta dereceli hipotermik hastalarda görülmeyecektir.

Kardiyopulmoner bypass geçiren hastalarda; hipotermimin remifentanilin farmakokinetiğine etkisini ortaya koyan birkaç veri mevcuttur. Remifentanil non-spesifik doku ve esterazları ile hidrolize olduğu için kısa yarı ömre sahiptir. Bir çalışmada kardiyopulmoner bypass sırasındaki hipotermimin her bir derece kor sıcaklık düşüşü için remifentanil klirensini yaklaşık %6 azalttığını bulmuştur [25]1.

Volatil ajanlar ve midazolamın aksine perioperatif hipotermi, kas gevşeticilerin farmakokinetiğini belirgin derecede değiştirir. Perioperatif hipotermimin vekuronyum, rokuronyum, atrakuryum üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak çalışılmıştır [83][84].

Vekuronyumun etki süresi artar, derlenme süresi uzar. Bunun nedeni; her 1 derece kor sıcaklık düşüşü için vekuronyum plazma klirensinin %11 azalmasıdır.

Rokuronyum da hipotermik hastalarda uzamış etki süresi ve geç derlenme etkisi gösterir [85]. Bu durum hipotermi sırasında temel olarak rokuronyum plazma klirensinin azalmasına bağlıdır. Distribe olan volüm değişmez.

Hipotermi nöromusküler blokerlerin etki süresini uzatarak ve derlenmeyi geciktirerek rezidüel etki riskini arttırlar. Ek olarak; hipotermimin kendisi de kas kuvvetini azaltarak disfonksiyonu agra ve edebilir. Nöromusküler blokajın neostigmin ile terine çevrilmesi hipotermik hastalarda belirgin derecede uzamamıştır [83].

Hipotermik durumlarda, neostigminin redistribüsyon volümü azalmış olup maksimum etkinin görülme zamanı hafif olarak uzamıştır. Bunun nedeni muhtemelen hipotermik kaslara gelen kan akımının azalmasıdır [86]. Hipotermik durumlarda neostigminin klerensi, etki süresi, maksimum etkisi değişmez.

Hipotermik hastalarda, rokuronyumla indüklenen derin nöromuskuler blokajın sugammadeks verilmesinden sonra TOF değerinin %90 a kadar ulaşacak şekilde derlenme gözlenme süresi belirgin derecede uzamıştır.

Bachmann ve arkadaşları, prilokainin plazma proteinlerine bağlanma oranının hipotermi ile değişimi üzerine çalışma düzenlemiştir [87]. Çalışma sonucunda, kan sıcaklığı azaldıkça serbest ilaç konsantrasyonunun anlamlı şekilde arttığı bulunmuş olup özellikle rejyonel anestezi altında yapılan cerrahi süresi uzamış operasyonlarda perioperatif hipotermiden kaçınmanın lokal anestezik toksisitesini azaltabileceği yönünde vurgulama yapılmıştır.

2.7. Perioperatif Hipoterminin Koagülasyon ve Kan Kaybı Üzerine Etkisi

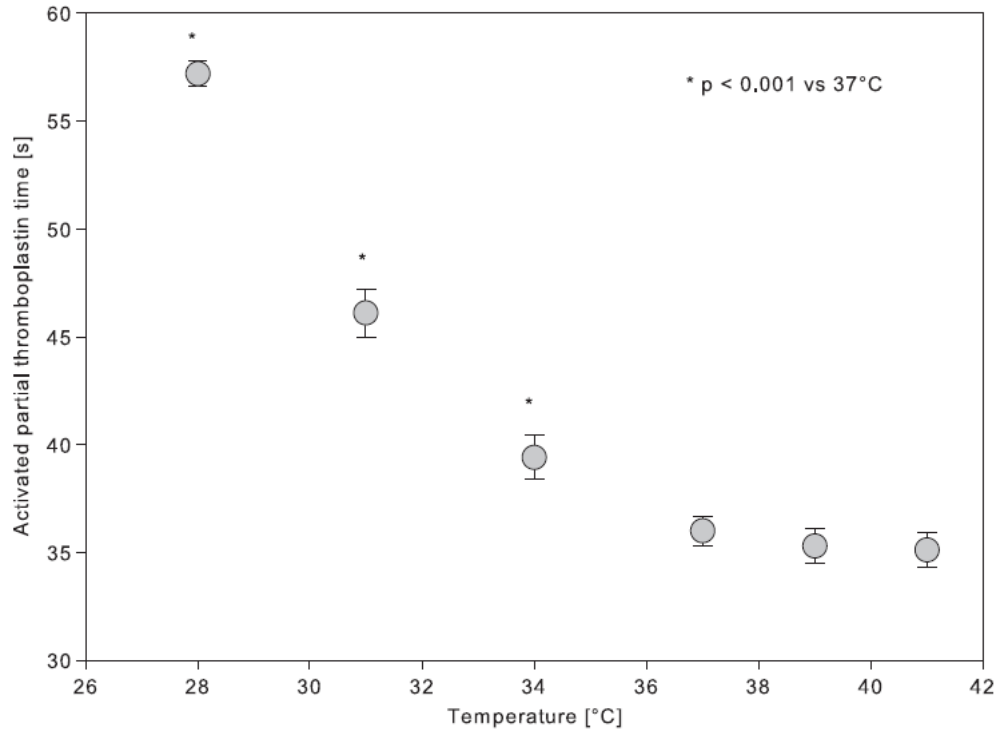
Perioperatif hipotermi, trombosit fonksiyonlarını azaltır ve plazma koagülasyon kaskadını bozar. Bu durum artmış kan kaybına ve transfüzyon gereksiniminde artışa neden olur [88].

Hücrel fonksiyon ve koagülasyon faktörleri düşük sıcaklıktan etkilenirler. Hipotermi primer olarak koagülasyonun başlangıç fazını etkiler.

Endotel hücreleri düşük sıcaklıkta daha az von Willebrandt Faktör salgılar ve daha yavaş fonksiyon görürler [89].

Hipotermi trombosit fonksiyonlarını birkaç yolla bozar. Trombositlerin hem adezyon hem de agregasyonu bozulur [90]. Aynı zamanda von Willebrandt Faktör aracılı trombosit aktivasyonunun düşük sıcaklık nedeniyle azalmasıyla tromboksan A2 üretimi de azalır. Tromboksan A2 üretimi pıhtılaşmanın oluşmasında başlangıç aşamasında önemli bir yer teşkil etmektedir. Trombosit aktivasyonunun diğer yolları olan ADP veya trombinle ilişkili yollar orta dereceli hipotermiden etkilenmemektedir. Trombosit fonksiyonlarında meydana gelen bu değişimin sonucu olarak, kanama zamanı uzar.

Hipotermi aynı zamanda plazma koagülasyon kaskadını bozar. Biyokimyasal reaksiyonlar sıcaklık bağımlıdır ve düşük sıcaklıkta azalır. Bu aynı zamanda trombositlerin yüzeyindeki koagülasyon faktörleri ile olan biyokimyasal reaksiyonlar için de geçerlidir. Trombin oluşumu bariz bir şekilde sıcaklık bağımlıdır [90]. Bilgisayar modellemeleri, trombin oluşumunun düşük sıcaklıklarda ilerleyici bir şekilde geciktiğini, bazı koagülasyon testlerinde bu düşük sıcaklıklarda çalışıldığında pıhtılaşma zamanında uzamaya neden olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bu etki klinikte genellikle gözden kaçırılır çünkü bütün laboratuvar koagülasyon testleri; hastanın güncel sıcaklığı göz önüne alınmaksızın 37 °C de çalışılmaktadır. PT,aPTT gibi koagülasyon testleri düşük sıcaklıkta çalışıldığında bozulma daha bariz bir şekilde gözlemlenebilmektedir[48]. Pıhtılaşma zamanı uzarken pıhtı sağlamlığı azalmaktadır [91][92]. (Şekil14)



Şekil 14:aPTT'nin Farklı Sıcaklık Değerlerine Göre Değişimi[91]

Koagülasyon bozukluğunda; kor sıcaklıktan çok yara yeri sıcaklığı etkili olmaktadır. Çünkü kan kaybı ve koagülasyon kaskadının oluşum yeri bu bölgedir ve daimi olarak yara yeri sıcaklığı kor sıcaklıktan daha düşüktür. Sternotomi sonrası torasik yara yeri sıcaklığı 32.5⁰C dir [93]. Hayvanlarda benzer yara yeri sıcaklıkları abdominal cerrahilerde ölçülmüştür [94]. Yeterli önısıtma [45][95] veya intraoperatif ısıtma periferel cilt ve doku sıcaklıklarını arttırmakta, bu şekilde yara yeri sıcaklıkları artmaktadır. Bununla birlikte kor sıcaklık ve yara yeri sıcaklıkları arasında belirli bir ilişki yoktur [96].

2.7.1. Perioperatif Hipoterminin Kanama Miktarı ve Transfüzyon Gereksinimi Üzerine Etkisi

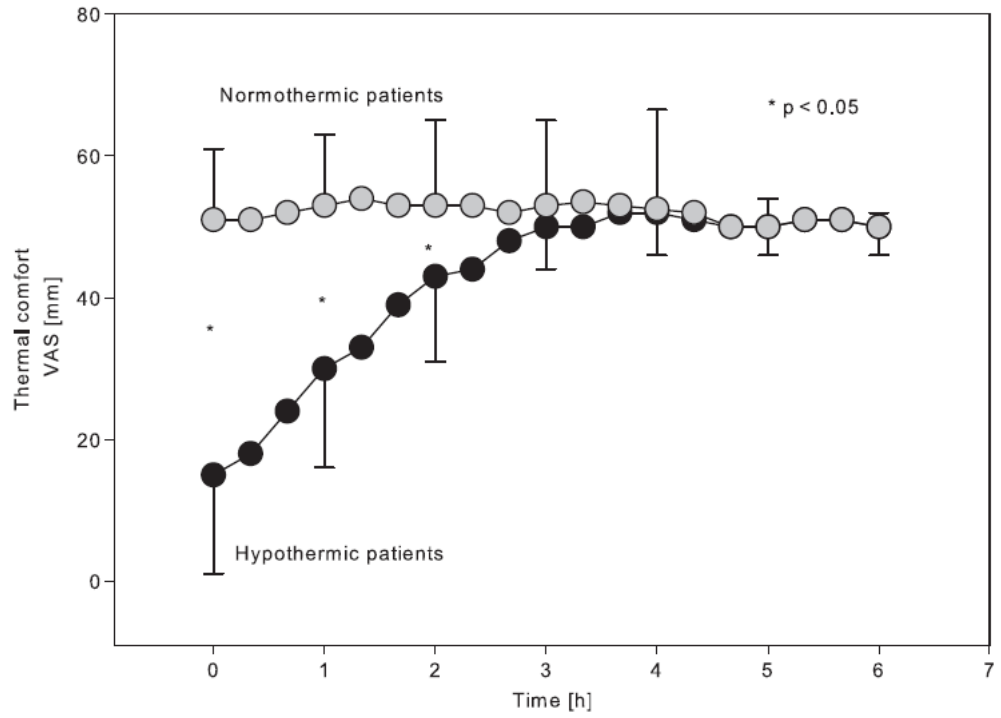
Orta dereceli hipoterminin dahi intraoperatif ve postoperatif kanama miktarı ve transfüzyon gereksinimini etkilediğine dair pek çok çalışma mevcuttur[88]. Çalışmaların çoğu hipoterminin kanama miktarını arttırdığını göstermektedir [97][98]. Randomize kontrollü çalışmaların incelendiği bir metaanalizde, hipotermik hastalarda ortalama kan kaybının %16 arttığı belirlenmiştir [88]. Aynı meta-analizde transfüzyon gereksinimi açısından rölatif risk %22 hipotermik hastalarda daha fazla bulunmuştur [88].

Intraoperatif kan transfüzyonu, pulmoner, septik, yara yeriyle ilişkili, tromboembolik komplikasyonlar ve artmış ölüm riski ile birliktedir. Dolayısıyla hipotermiden kaçınmak modern kan transfüzyonu yönetim stratejilerinden biridir.

2.7.2. Soğuk Hissi Ve Titreme

Perioperatif hipotermi, postoperatif termal huzursuzluk hissine neden olur. Hastaların yaklaşık %50 kadarı anestezi dönemlerinde, en kötü hatıra olarak bu titreme ve hoş olmayan soğuk hissini hatırlarlar.

Hastalar eğer aktif ısıtma yöntemlerinden biriyle ısıtılmazlarsa bu soğuk hissi 1 saat ve üzerinde sürebilmektedir [99]. (Şekil 15)



Şekil 15: Kolon Cerrahisi Geçiren Hipotermik Hastalarda Normotermik Gruba Göre Termal Konforun Değişimi [99]

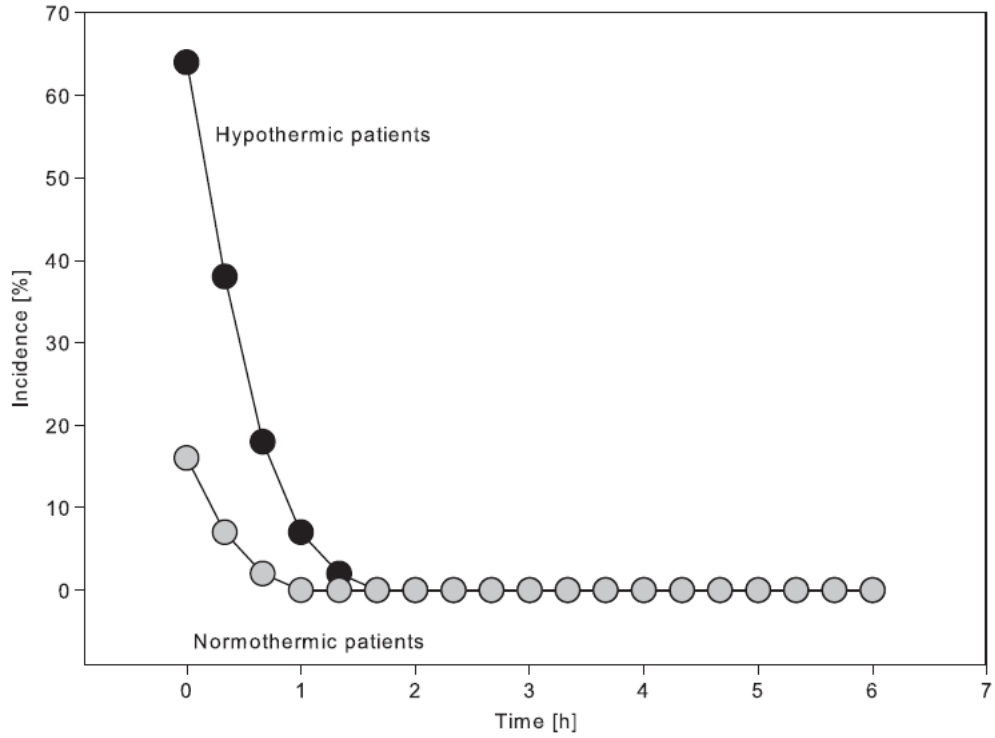
2.7.3. Titreme

Titreme, erken postoperatif dönemde yaygın olarak gözlenmektedir. Bu durum sıklıkla, perioperatif hipotermimin bir sonucudur ancak muhtemel tek nedeni hipotermi değildir. Genel olarak titreme, termoregülatuvar titreme ve non-termoregülatuvar titreme olarak ayrılır.

Postanestezi bakım ünitelerinde titreme %60 gibi yüksek oranlarda görülmektedir. Aktif ısıtma yapılmamışsa postoperatif 1 saat içinde titreme yanıtı gözlemlenebilir.

2.7.3.1. Termoregülatuvar Titreme

Postoperatif titremelerin çoğu termoregülatuvar titremedir [23][100]. Bu durum, anestezi tarafından indüklenen termoregülatuvar inhibisyon ortadan kalkıp titreme eşiği normal değerine döndüğü zaman oluşur. (Şekil 16)



Şekil 16: Kolon Cerrahisi Sonrası Hipotermik Ve Normotermik Gruplar Arasında Titreme İnsidansı Değişimi [99]

2.7.3.2. Non-termoregülatuvar Titreme

Bu tip titreme aynı zamanda tremor gibi titreme olarak adlandırılır. Etyolojisi tam olarak anlaşılamamıştır. Volatil anestezipler sonrası veya remifentanil sonrası oluşabilmektedir. Aynı zamanda postoperatif ağrı, genç yaş, endoprotetik cerrahi ile ilişkilidir.

Titreme, aktif bir ısınma yöntemi değildir çünkü kendisi de ısı kaybına neden olur. Titreme, iskelet kaslarının oksijen ihtiyacını ve iş yükünü artırır [23][101]. Roe ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışma, düşük intraoperatif kor sıcaklığına sahip olan hastaların cerrahi sonrası oksijen tüketiminin arttığını göstermiştir. Kor sıcaklıkta minimal düşüklük olan hastaların oksijen tüketimi yaklaşık %5 artarken daha fazla bir kor düşüklüğü olan hastalarda bu oran %92 ye ulaşır. İlginç olarak kor sıcaklıkta en fazla düşüklük olan grup yaşlı hastalardır ancak bu grupta oksijen tüketimi yalnızca yaklaşık %40 artmıştır [102].

Çoğu anesteziist bu verilere dayanarak postoperatif titremenin total vücut oksijen tüketimini dramatik bir şekilde bazalden %730 lara varan oranda arttıracığına inanmaktadır. Oksijen tüketiminde bu dercede yüksek bir artışın, myokardiyal iskemi ve aritmiler gibi pek çok kardiyak komplikasyonlara yol açabileceğinden endişe etmektedirler. Bununla birlikte, oksijen tüketimi yüksek oranda artan hasta toplulukları genellikle genç ve sağlıklı hastalar olup bu değerler kısa süreli titremelerde ölçülmüş bulunmaktadır. Roe ve arkadaşlarının yapmış olduğu daha yaşlı hasta gruplarının olduğu çalışmada, titremenin oksijen tüketimini yaklaşık %40 oranında arttırdığı görülmüştür [103]. Son yıllarda perioperatif hipoterminin aksine titremenin postoperatif kardiyak komplikasyonlarla ilişkisiz olduğu görülmüştür [104][103][105]. Bununla birlikte postoperatif titreme orta dereceli hipoksemi ile birlikte olabilir.

Titreme, hareketler ve cerrahi yara yerlerinin gerilmesi sonucunda postoperatif ağrıyı arttırabilir [23]. Bununla birlikte postoperatif ağrı titreyen ve titremeyen hasta gruplarında benzerdir [103].

Yoğun titreme olduğu zaman EKG sinyalleri bozular. Titremenin neden olduğu artefaktlar, pulse oksimetri ile oksijen saturasyonu ölçümünü bozar ve doğru olmayan saturasyon ve kap hızı değerlerinin görülmesine neden olur. Teknoloji ilerlemiş olmasına rağmen, bu durum halan görülebilmekte ve önem taşımaktadır çünkü titreme sırasında orta düzeyde oksijen desaturasyonu görülebilmektedir. Titreme, aynı zamanda non-invaziv ve invaziv kan basıncı görüntülenmelerini de bozmaktadır.

Ciddi titreme intraserebral ve intraokuler basıncı arttırır. Aşırı titreme aynı zamanda yara yeri ayrışmasına neden olabilmektedir. Bununla birlikte, bu yan etkiler anektod olarak kaydedilmiştir ve klinik olarak anlamlı bir rol oynamazlar.

Genel olarak titreme bir ısınma yöntemidir ancak sayılan birkaç önemli ve istenmeyen etkileri mevcuttur. Bu nedenle postoperatif titreme tedavi edilmelidir.

2.8. Hipoterminin Postoperatif Ağrı, Pulmoner Komplikasyonlar, Hastanede Kalış Süresi Üzerine Etkileri

2.8.1. Postoperatif Ağrı

Termoregülatuvar titreme, hareketle ve cerrahi yara gerilimine neden olmakla postoperatif ağrıyı egreve eder [23]. Birkaç çalışma, perioperatif hipotermi gelişen hastalarda titremenin ötesinde postoperatif ağrının artıp artmadığını araştırmıştır. Ortopedik cerrahi yapılan hastalarda yapılan çalışmalarda aktif ısıtılan hastalarla kontrol grupları arasında postoperatif ağrı skorları açısından anlamlı fark bulunamamıştır. Sadece bir çalışmada hipotermik hastaların daha fazla opioid gereksinimi olduğu gösterilmiştir. Abdominal cerrahi veya vasküler cerrahi geçiren hastalarda postoperatif analjezik gereksinimleri açısından anlamlı fark bulunamamıştır [104][106][107]. Dolayısıyla normal klinik uygulamalarda, orta dereceli hipotermi postoperatif ağrı ve analjezik gereksinimini değiştirmemektedir.

2.8.2. Pulmoner Komplikasyonlar

Orta dereceli perioperatif hipotermi, postanestezi bakım ünitelerinde destek oksijen tedavisi alan hastalarda dahi daha yüksek oranda hipoksemiye neden olmaktadır [105]. Bu özellikle hastalarda titreme gerçekleştiğinde gözlenmekte ancak sadece titreme ile ilişkili olmayıp titremenin neden olduğu oksijen tüketimi artışının yanı sıra pulmoner şantlaşmada artış olmasına bağlı olarak gözlenmektedir. Hayvan deneylerinde hipoterminin hipoksik pulmoner vazokonstrüksiyonu belirgin düzeyde inhibe ettiği gösterilmiştir. Intraoperatif hipotermiden çıkan hastaların da hipotermi sırasında alveoloarteryal oksijen farkı (AaDO₂) fazla olmaktadır. Kas gevşeticilerin reziduel etki ihtimali hipotermik hastalarda arttığı için planlı bir ekstübasyon sonrası reentübasyon ihtimali de artmaktadır [46].

2.8.3. Postanestezi Bakım Ünitesinde Kalış Süresinde Uzama

Major abdominal cerrahi geçiren erişkin hastalarla yapılan prospektif randomize bir çalışmada, hipotermik hastaların Modifiye Aldrete Skorumuna göre taburculuk açısından daha uzun süre ayılma ünitesinde kaldıklarını göstermiştir. Normotermik hastalar 53 +/-36 dakikaya ihtiyaç duyarken hipotermik hastalar 94 +/-65 dakikaya ihtiyaç duymaktadırlar. Ek kriter olarak kor sıcaklığın 36 °C ve üzerinde

olması şartı konulduğu zaman süreler sırasıyla 66+/46 ve 159+/-57 dakika olmaktadır [107]. Abdominal cerrahi geçiren hastalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur.[108]. Bununla birlikte başka grup çalışmalarda ısıtılan ve ısıtılmayan hasta grupları arasında derlenme süreleri açısından fark bulunamamıştır. Şaşırtıcı biçimde orta düzeyde perioperatif hipotermi infantlarda ve çocuklarda postanestezi bakım ünitesinde kalış sürelerini uzatmamaktadır [109][110].Bu farklı sonuçlar hasta grupları ve metodoloji arasındaki farklara bağlanabilir. Klinik uygulamalarda, bilinç, solunumsal ve dolaşım sal fonksiyonlar, renal fonksiyonlar, bulantı ve kusma tek taburculuk kriteri değildir. Hasta taburculuğunda postoperatif ağrının yeterince kontrol altına alınması da oldukça önemlidir. Bu nedenle hastalar Modifiye Aldrete Skorumasına göre taburculuk kriterlerini karşılasalar dahi taburcu edilmeyebilirler.

Sonuç olarak major cerrahi geçiren hipotermik hastalar normotermik hastalara göre daha uzun derlenme süresine sahiptirler.

2.9. Kardiyovasküler Sonuçlar

Perioperatif hipotermimin; myokardiyal iskemi, morbid kardiyak olaylar (unstable angina, myokardiyal iskemi, kardiyak arrest), koroner arter hastalığı olan hastalarda ventriküler disritmi riskini arttırdığı bilinmektedir. Bu olaylar genellikle cerrahiden 6 saat sonra oluşmakta dolayısıyla anestezi doktorları tarafından doğrudan gözlemlenememektedirler [111][104][105].

Bu olayların patofizyolojisi başlangıçta düşünülen den oldukça komplekstir. Başlangıçta postoperatif titremenin masif olarak oksijen tüketimini arttırmasının bu durumlardan sorumlu olduğu düşünülmüştür. Son 15 yılda bunun doğru olmadığı anlaşılmıştır. Çünkü termoregülatuvar titreme eşiği yaşlı hastalarda oldukça düşüktür; dolayısıyla bu yüksek risk grubunda olan hasta popülasyonu nadiren titremektedir. Perioperatif myokardiyal iskemi titremeden bağımsız gerçekleşir. Titreme, doğrudan myokardiyal iskemi ve enfarktüse neden olmaz [48]. Bu durum daha çok hipotermi tarafından tetiklenen adrenerjik cevapla ilişkilidir [35][103][104][48].

Termoregülatuvar vazokonstriksiyon, vücut soğuk ortama maruz kaldığında oluşmaktadır ve arteriyovenöz şant bölgelerindeki sempatik sinirlerin uçlarından noradrenalin salınımını arttırarak akr al bölgelerde cilt perfüzyonunun azalmasına neden olmaktadır. Gönüllülerde, orta dereceli hipotermi dahi termoregülatuvar

vazokonstrüksiyonla plazma noradrenalin düzeyini %200 kadar arttırabilmektedir. [35][112][113]. Hipotermi aynı zamanda kor sıcaklık bazal değerinden 1 °C ve üzerinde düştüğü zaman adrenomedüller aktivite artışı ile adrenalin salınımına neden olur.

Orta düzeyde hipotermi kalp hızını arttırmadan periferik vazokonstrüksiyon ile kan basıncını %15-20 arttırır. Bazal değerinden 1 dereceden daha fazla kor sıcaklık düşüşü olması durumunda epinefrin salınıp kalp hızı ve kardiyak outputu arttırır.

Perioperatif hipotermi, hemodinamik değişiklikler sırasında, kardiyovasküler stabiliteyi sağlamada kısa dönem etkili bir sistem olan barorefleks yanıtı azaltır. Bu sistem zaten anestezi maddeleriyle inhibe olmaktadır ancak hipotermi anestezi sırasında ve sonrasında daha fazla bir bozulmaya neden olacaktır. Bununla birlikte perioperatif hipotermiyle indüklenen kardiyak olaylar üzerinde klinik olarak bir anlam teşkil edip etmediği bilinmemektedir.

Hipotermi kan viskozitesini de arttırmaktadır. Sıcaklıkta 1 derece azalış; plazma viskozitesini %2-3 arttırır. Bununla birlikte perioperatif fibrinojen ve hematokrit düzeylerindeki değişiklik hipotermimin etkileriyle kıyaslandığında daha fazla klinik önem taşımaktadır.

Hipotermik cerrahi geçiren hastalar normotermik olanlara göre daha yüksek plazma noradrenalin düzeyi gösterirler [114]. Sonuç olarak hipotermik hastalarda postoperatif kan basıncı daha yüksek seyrederek [104][114]. Bununla birlikte koroner arter hastalığı olan hasta grubunda perioperatif hipotermi, miyokardiyal iskemi ve morbid kardiyak olaylarla ilişkilendirilmiştir. Frank ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada, kor sıcaklığı 35 °C ve altında olan perioperatif hipotermi gelişen hastalarda cerrahi sırasında ve sonrasında daha yüksek miyokardiyal iskemi oranı olduğu görülmüştür [105]. 1997 yılında yapılan daha geniş çaplı randomize kontrollü bir çalışmayla perioperatif hipotermimin sadece EKG değişiklikleri ile ilişkili olmayıp morbid kardiyak olayları da tetiklediği gösterilmiştir [104]. Geniş retrospektif çalışmalarla hipotermik hastalarda daha fazla miyokardiyal enfarktüs ve kardiyovasküler komplikasyonlar gözlemlendiği gösterilmiştir [115][116].

Perioperatif miyokardiyal enfarktüs gelişiminde sempatik aktivite dolayısıyla artmış plazma katekolamin düzeyleri önemli rol oynamaktadır. Bunun perioperatif

hipotermi ve morbid kardiyak olaylar ve myokardiyal iskemi arasındaki bağlantı olduğu düşünülmektedir [48][104].

Perioperatif hipoterminin kardiyovasküler komplikasyonları arttırdığına dair kuvvetli kanıtlar bulunmaktadır. Birkaç kılavuz bu nedenle kardiyak komorbiditesi olan hastalarda perioperatif normoterminin idame ettirilmesi gerektiğini söylemektedir [117][118]. Büyük retrospektif çalışmalar kardiyak riski arttırmanın yanısıra hipoterminin, geçici transient iskemik atak veya stroke riskini de arttırdığını göstermektedir [115][116].

2.10. Yara İyileşmesi ve Yara Yeri Enfeksiyonu Üzerine Hipotermi Etkileri

Ciddi aseptik koşullar sağlanmasına rağmen, postoperatif yara yeri enfeksiyonu hastanede yatış süresi ve maliyeti arttıran ciddi ve yaygın bir komplikasyondur. Perioperatif normotermiyi idame ettirmek, postoperatif yara yeri enfeksiyonlarını belirgin şekilde azaltmaktadır [106][119]. Yara yeri enfeksiyonları, cerrahiden 5-9 gün sonra görülebilmekte dolayısıyla anesteziyologlar tarafından erken dönemde takip edilememektedir.

Yara iyileşmesi, kan hücreleri, parankimal hücreler, ekstraselüler matrix, bazı mediatörler ve sitokinlerin işin içine girdiği kompleks bir işlemdir. Hasar oluşumundan hemen sonra, kan damarları konstrükte olur ve koagülasyon başlar. Plateletler adezyona ve agregasyona başlar ve granüllerindeki içeriği boşaltarak koagülasyon faktörleri ile beraber pıhtı oluşumunu sağlarlar. Salınan bazı sitokin ve mediatörler inflamasyon oluşumuna neden olurlar. Büyüme faktörleri nötrofil, monosit ve fibroblastların kemotaksisine neden olur ve bu hücreler de ayrıca sitokin salarlar. Hasardan birkaç saat sonra yaranın re-epitelizasyonu başlar ve granülasyon dokusu oluşumu gerçekleşir. Birkaç gün sonra, yara iyileşmesinin son fazı olan yara kontraksiyonu ve ekstraselüler matriks reorganizasyonu başlar.

Yara iyileşmesi prosedürü enfeksiyonla engellenir. Cerrahi sırasında bütün yaralar bakterilerle kontamine olur. Bakteriyel kontaminasyondan sonraki ilk 1 saat yara yeri enfeksiyonunun olup olmayacağını belirlemede oldukça önemlidir [11]. Bu karar aşamasında, antibiyotik profilaksisi, hipotermi ve hipoperfüzyon özellikle önem teşkil eder.

Hipotermi, yara yeri iyileşmesi ve immün fonksiyonu birkaç yol üzerinden bozar. Perioperatif hipotermi termoregülatuar vazokonstriksiyonu aktive eder ve böylece subkütan doku perfüzyonunu azaltır bu da dokunun oksijenasyonunu bozar [11]. Azalmış doku oksijenasyonu belirgin bir şekilde yara yeri enfeksiyonlarını arttırır. [72]. Termoregülatuar vazokonstriksiyonun doku oksijenasyonu üzerindeki etkisi lokal ısıtma veya soğutma ile değiştirilebilir [11]. Bu demek olmaktadır ki lokal ısıtma hipotermik olgularda doku oksijenasyonunu arttırmaktadır.

Bakterilere karşı başlangıç savunma mekanizması lokal olarak lökositlerin recruitment ve fonksiyonuna bağlıdır. Düşük sıcaklıklarda nötrofillerin bakteriye kemotaksisi , fagositozu ve bakterilerin oksidatif öldürülmesi bariz bir şekilde azalmaktadır [120][121].

Perioperatif hipotermi, değişik lenfositlerin subpopulasyonlarını baskılar ve interlökin-2 gibi birtakım immün cevapta önemli rol oynayan ürünlerin üretimini azaltır. IL-2 T-lenfositler için büyüme faktörüdür ve gama interferon, tümör nekrozis faktör, IL-4, IL-5 ve IL-6 gibi inflamasyonda yer alan maddelerin üretimini arttırmaktadır. Hipotermi IL-1 beta oluşumunu azaltır bu yolla anjiogenez, fibroblast aktivasyonu, monosit fonksiyonları inhibe olur. Bu da cerrahi sonrası enfeksiyon oluşumunda önem taşımaktadır [122]. Ek olarak, yara iyileşmesi hipotermik dokuda yavaş gerçekleşmektedir. Hipotermik hastalarda yara yerine yakın bölgelerde kollajen depoları azalmakta; bu da bakterilerin yayılımını arttırmaktadır [106].

Hayvan çalışmalarında, perioperatif hipotermimin kolonik anastomozlar üzerinde zararlı etkileri olduğunu göstermiş olup anestezi sonrası normotermimin idame ettirilmesinin sepsis survivalını arttırdığını göstermektedir. Bununla birlikte, bu etkiler insanlarda gösterilememiştir.

Hipotermimin yara yeri enfeksiyonu üzerine olan etkisini araştıran ilk ve en önemli çalışma 1996 yılında Kurtz ve arkadaşları tarafından yapılmıştır [106]. Bu çalışmada kolorektal cerrahi geçirecek hastalar randomize olarak rutin intraoperatif termal bakım alanlar ve basınçlı hava üfleli battaniyelerle aktif ısıtma yapılanlar olarak iki ayrı kategoriye ayrılmışlardır. Başlangıçta 400 hastayla yapılması planlanan çalışma 200 hastada durdurulmuştur çünkü yara yeri enfeksiyonu insidansı iki grup arasında klinik olarak anlamlı ölçüde farklı bulunmuştur. Rutin termal tedavi alan

grupta intraoperatif kor sıcaklık belirgin düşük ($34,6 \pm 0,6$ °C) izlenmiş olup aktif ısıtılan grupta kor sıcaklıklar $36,6 \pm 0,5$ °C bulunmuştur. Rutin intraoperatif termal bakım alan hasta grubunda, intraoperatif vazokonstrüksiyon oldukça sık (%74) gözlemlenmiş olup aktif ısıtma yapılan grupta bu oran %6 da kalmıştır. Aynıısı postoperatif vazokonstrüksiyon için de geçerlidir. (%78-%22)

Rutin termal bakımla, yara yeri enfeksiyonu oranı 96 hastada 18 (%19) olarak bulunmuştur fakat 104 hastanın sadece 6 sına(%6) aktif ısıtma yapılmıştır. Bu demek olmaktadır ki; aktif ısıtma ile yara yeri enfeksiyonu oranı 1/3 oranında azaltılabilir ki klinik olarak bu oldukça yüksek bir değerdir. Ek olarak; sütürlar rutin intraoperatif termal bakım alanlarda aktif ısıtma yapılanlarla kıyaslandığında bir gün daha geç alınmıştır. Aynı zamanda yara yerinin yakınındaki kollagen depositleri standart bakım alan hastalarda daha az oluşmuştur. Bütün bu sonuçlar yara iyileşmesinin yukarıda anlatılan patofizyolojisi ile oldukça korelasyon göstermektedir.

1999 yılında yapılan bir retrospektif çalışmanın sonuçları önceki sonuçları teyit etmediği için karışıklığa neden olmuştur. 2001 yılında Melling ve arkadaşları tarafından yapılan prospektif randomize çalışmada, 421 temiz cerrahi geçiren hasta ısıtma yapılmayan standart termal bakım alan grup, iki aktif ısıtma yönteminden birisi uygulanan grup olarak randomize edilmiştir. Bir grup 30 dakika cerrahi öncesi lokal ısıtılmış, diğer grup 30 dakika basınçlı hava üfleli battaniye ile sistemik ısıtılmış. Tek kör bir gözlemci, hastaları ikinci ve altıncı haftalarda değerlendirmiş ve yaralarını doğrudan gözlemlemiştir. Hastaların operasyona geldikleri gün kor sıcaklıkları normal olup lokal ısıtma sonrası $0,13 \pm 0,57$ °C artmış olup sistemik ısıtma yapılanlarda artış $0,35 \pm 0,58$ °C olmuştur. Hiç ısıtılmayan grupta yara yeri enfeksiyonu oranı %14, lokal veya sistemik ön ısıtma yapılan grupta ise sadece %5 bulunmuştur. Ek olarak hiç ısıtma yapılmayan grupta postoperatif antibiyotik %16 oranında yazılırken, ısıtma yapılan grubun sadece %7 sine antibiyotik yazılmıştır. Bu çalışmanın sonucu doğrudan lokal veya sistemik ısıtmanın doku oksijenasyonunu artırması etkisi ile açıklanabilmektedir [119][123].

Bir başka randomize kontrollü prospektif çalışmada lokal ısıtmanın yara yeri enfeksiyonu üzerindeki etkisine bakılmıştır. Fıtık operasyonu olan 45 hastada ASEPSIS yara skorlarına bakılmış; kontrol grubuna göre ısıtılan grupta düşük

bulunmuştur. Bununla birlikte bu sonuçlarla direkt bir yargıya varmak doğru olmaz çünkü bu çalışma hasta sayısı az olan bir ön çalışmadır ASEPSIS yara skorundaki farklılık kontrol grubunda bir hastada enfeksiyon görülmesi nedeniyle oluşmuştur [124].

Bir kaç prospektif ve retrospektif çalışmada, gastrik bypass cerrahisi, kolesistektomi, laparotomi ve plastik cerrahi vakasında artmış yara yeri enfeksiyonu riski bulunmuştur [125][126][127][128]. Birkaç retrospektif çalışmada perioperatif hipotermi ile yara yeri enfeksiyonu ilişkisiz bulunmuştur.

Bununla birlikte, patofizyoloji ile birlikte tüm klinik çalışmalar göz önüne alınırsa, perioperatif hipotermi'nin yara yeri enfeksiyonunu arttırdığına dair güçlü kanıtlar mevcuttur [70][129]. Aynı zamanda perioperatif hipotermi, pnömoni ve sepsis gibi diğer enfeksiyonlarla da ilişkilidir [115][116].

2.11. Perioperatif Hipotermi'nin Postoperatif Protein Katabolizması, Hastanede Kalış Süresi, Mortalite ve Maliyet Üzerine Etkileri

2.11.1. Postoperatif Protein Katabolizması

Cerrahi; stres cevap olarak adlandırılan bir takım olayları tetikler. Stres cevabı; katekolaminler, kortizol gibi birtakım hormonların salınımı ve sitokinlerle immün sistem aktivasyonu ile karakterizedir. Bu durum insülin rezistansı ve protein katabolizmasına neden olur. Protein yıkımı, aminoasit oksidasyonu ve özellikle iskelet kaslarından net protein kaybı ortaya çıkar. Perioperatif hipotermisi olan hastaların; cerrahi sırasında ve sonrasında plazma katekolamin düzeyleri yükselir ve sonuç olarak yüksek protein yıkımı ve aminoasit oksidasyonu ile birlikte idrarda artmış üriner nitrojen atılımı gerçekleşir. Perioperatif hipotermi gelişen hastalarda postoperatif iki ile dört gün sonra bu yükseliş gerçekleşir [130][131]. Kas yıkımının bir indikatörü olan 3- metilhistidinaminoasiti özellikle artış gösterir. Postoperatif katabolizma ve kas yıkımı belirgin kas güçsüzlüğüne yol açıp hastaların mobilizasyonunun gecikmesine neden olabilir.

2.11.2. Kanser Rekürrensi ve Tümör Metastazı Oluşum

Kanser cerrahisi her zaman tümör hücrelerinin dolaşıma girmesine neden olur ve bu dolaşan tümör hücreleri; alıcının immün sistemine bağlı olarak tümör metastazlarının oluşumuna yol açabilir [132]. Perioperatif hipotermi immün fonksiyon üzerinde değişikliklere neden olabilir [120][133]. Hayvan çalışmalarında, anestezi ve hipotermi; natural killer hücrelerin aktivitesini azaltır ve akciğerlerde tümör hücrelerinin yüksek oranda tutulumunu arttırmıştır. Hipotermik hayvanlarda bu durum daha fazla akciğer metastazlarına neden olmaktadır [134].

Kurz ve arkadaşlarının yapmış olduğu dönüm noktası niteliğindeki bir çalışmada, hipotermi yara yeri enfeksiyonu üzerindeki etkisine bakılmıştır [106]. 5-9 yıl sonra Yücel ve arkadaşları normotermik gruba göre hipotermik grupta kolonik kanser metastazlarının daha fazla olup olmadığını araştırmıştır. Her iki grupta da kanser ve sağ kalım oranları benzer bulunmuştur [132].

Orta dereceli perioperatif hipotermi, tümör nüksünü veya kanser ölümlerini arttırmamaktadır.

Over kanseri olan hastalarla yapılan geniş bir retrospektif çalışmada, perioperatif hipotermi'nin bazı tromboembolik, enfeksiyöz ve transfüzyon gibi perioperatif komplikasyonlarla ilişkili olduğu bulunmuştur. 5 yıllık sağ kalım aynı zamanda azalmıştır [98].

2.11.3. Yoğun Bakımda Kalış Süresi

Hipotermik hastalar bazen operasyon odasında ekstübe edilememekte; bu nedenle yoğun bakıma çıkarılmaktadır. Almanya'da bu durum; anestezi ile ilişkili beklenmedik yoğun bakıma transferin en sık nedenlerinden biri olmaktadır [108]. Açık abdominal aort anevrizması cerrahisi geçiren hastalarda; kor sıcaklığın 34.5 °C altında olması yoğun bakıma kabulünden sonra uzun süre kalması açısından risk faktörü teşkil etmektedir [135]. Bununla birlikte, iki başka çalışmada perioperatif hipotermi ve yoğun bakımda kalış süresi arasında ilişki bulunamamıştır [33][104].

2.11.4. Hastanede Kalış Süresi

Perioperatif hipotermi istenmeyen bir takım etkilere sahiptir. Azalmış trombosit fonksiyonu ve bozulmuş koagülasyon kaskadı kan kaybı ve transfüzyon

riskini arttırmaktadır [88]. Aynı zamanda pulmoner komplikasyon riski artmakta [105] ve bazı kardiyovasküler komplikasyonları tetiklemektedir [104]. Aynı zamanda, yara enfeksiyonu, pnömoni gibi başka enfeksiyöz komplikasyonlar [115] ve sepsis [116] riski daha fazla olmaktadır [106][119]. Bu faktörlerin hepsi hastanede kalış süresini uzatmaktadır [78][106][116][135]. Aynı zamanda bazı çalışmalarda bu etki görülmemiştir [33][77][96][104].

2008 yılında yapılan çalışmalara göre; NICE klavuzu, hipotermi hastanede kalış süresinin uzamasına neden olduğunu belirtmiştir [70].

2.11.5. Maliyet

Birkaç yazar, perioperatif hipotermi ile ilişkili maliyeti hesaplamaya çalışmıştır. Hipotermi ile ilişkili yan etkilerin hastane ve topluma ek maliyete neden olduğu bilinen bir gerçektir. Bununla birlikte, farklı sağlık sistemleri ayrı yapılanmaları nedeniyle fiyat ve maliyetlerin karşılaştırılmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Perioperatif hipotermi ile ilişkili en kısa maliyet hesaplarından birisi NICE tarafından kompleks bir ekonomik model kullanılarak yapılmıştır. [70]

Farklı sağlık sistemlerinde farklı ekonomik yapılanma nedeniyle maliyetler farklı olacaktır. Bununla birlikte, major cerrahi sonrası yara yeri enfeksiyonu veya kardiyak olaylar sonrası maliyetler oldukça yüksek olmakta ve bu durum büyük bir ekonomik önem taşımaktadır.

Sonuç olarak; NICE klavuzuna göre perioperatif hipotermi sağlık sistemine ek maliyete neden olmaktadır. Bu nedenle perioperatif hipotermiden korunmak; risk düşük, anestezi süresi kısa, kardiyak komplikasyon riski göz ardı edilebilir olsa maliyet etkin bir yöntemdir.

2.11.6. Mortalite

İleri derece intraoperatif hipotermiye bağlı doğrudan hipotermi ilişkili ölümler 1950'li yıllarda yaşanmıştır [111]. Bu durum günümüzde operasyon odalarında yaşanmamaktadır. Bununla birlikte 1980'lerde dahi persistan postoperatif hipotermi mortalite ile ilişkili bulunmuştur. Birkaç çalışmada postoperatif hipotermi yüksek mortalite ile ilişkilendirilmiştir [79][136][137]. Bu durum bazı tek varyanslı analizlerde anlamlı bulunmuşken; çok varyanslı analizlerde bulunmamıştır.

450000'den fazla hastada yapılan geniş bir retrospektif çalışmada, hipotermi hastane içi mortalite ile oldukça ilişkili bulunmuştur [116].

Perioperatif hipotermimin bağımsız bir etmen olarak ölümlle ilişkili olup olmadığına dair veriler hala belirli değildir. Bazı geniş kapsamlı çalışmalarda perioperatif hipotermi ve mortalite ilişkili bulunmuştur.

2.12. Kor Sıcaklık Ölçümünde Kullanılan Cihazlar

Kor sıcaklık ölçümünde kullanılan birkaç teknoloji mevcuttur. Bu teknolojiler aşağıdakileri kapsamaktadır:

- Termistörler
- Termokupllar
- Infrared termometreler
- Zero-heat-flux termometreler
- Double-sensor termometreler

2.12.1. Termistörler

Kor sıcaklık ölçümünde termistörler yaygın olarak kullanılmaktadır. Teknoloji, bir metal oksit sensörde elektriksel direncin sıcaklıkta artışla birlikte hızla azalması prensibine dayanmaktadır. Yeni termistörler kompleks materyalden oluşmuş küreciklerden oluşmaktadır [138]. Elektriksel dirençteki geniş değişiklikler termistörleri hassas bir sıcaklık ölçüm aleti yapmaktadır [139]. Genellikle termistörün direnci, artan sıcaklıkla birlikte katlanarak düşmektedir.

Termistörler direnci ölçmek ve ölçülen direnci kaydedilen kalibrasyon verilerine göre okunabilen bir sıcaklık verisine çevirebilmek için elektrik devresi kullanırlar [138]. Bu teknoloji sebebiyle termistörler oldukça güncel bilgiler verirler ve lineariteleri iyidir.

Elektronik termometreler (örneğin oral sıcaklığın ölçümünde kullanılanlar) prediktif bilgi sağlarlar. Bunuda, ölçüm sırasındaki sıcaklık değişimlerini kaydederek termal sıcaklığın dış dokunun sıcaklığına eşitlendiği değeri son ölçüm olarak sunarak yaparlar. Bu mod birkaç saniyede bir ölçüm yapma avantajı yanında düşük doğruluk oranına sahiptir [138].

2.12.2. Termokupllar

Termokupllar sıcaklık ölçümünde yaygın olarak kullanılırlar. Teknoloji; iki benzer olmayan metalin bağlantı yerinin sıcaklığına bağlı olarak üretilen az miktardaki elektriksel potansiyel farkı mekanizmasıyla çalışır. Bununla birlikte, termokupllardan gelen sinyaller aynı zamanda non-lineerdir ve kalibre edilmiş kompensasyon üniteleri ile lineer hale getirilmesi gerekmektedir [21]. Termokupllar sıcaklığın güncel olarak ölçülmesini sağlayan metodlardır.

2.12.3. Infrared Termometreler

Infrared termometreler uyanık hastalarda sıcaklık ölçümünde kullanılmaktadır. Bu amaç için özel optik sensörler geliştirilmiştir. Bunlar görüntüleme sahasındaki yüzeylerden infrared emisyonların oranını ölçebilmektedir. Bu alınan infrared enerji okunabilen bir sıcaklık değerine çevrilmelidir. Infrared termometrelerin kalibrasyonu black-body radyatörlerle yapılır. Genel olarak güncel sıcaklık ölçümü yapabilirler. Ancak ,cihazlar timpanik sıcaklık ölçümü yapmak amaçlı kullanıldıklarında sadece timpanik sıcaklığı değil etraf kulak yolunun sıcaklığını da ölçerler [140]. Bu durum sıcaklığın yaklaşık 1 dereceye varan oranda soğumasına neden olmaktadır. Bu nedenle ölçülen değerler üretici tarafından verilen güven algoritmalarına dayanır [138].

2.12.4. Zero-Heat-Flux Termometreler

Kor sıcaklık ölçümünde kullanılan bu yeni metod 40 yıl ve daha öncesinde icat edilmiştir. Bu termometreler kor sıcaklığı; hastanın alınının lateral bölgesindeki yüzeyden okurlar[141]. Normal koşullar altında cildin sıcaklığı etraf koşulların sıcaklığına bağlıdır. Bu sistem bir servo-kontrolör ısıtıcı ve heat-flux transducerden oluşur. Bu şekilde ciltten perifere ısı akışı ölçülür. Termometre açıldığı zaman, ölçülen ısı akışı sıfır olana kadar ısıtıcı cildi ısıtır. Bu noktada cilt sıcaklığı ve heat-fluxtransducerin altındaki dokuların sıcaklığı eşitlenmiş olur [9]. Bu termometreler böylece etrafa ısı akışının neredeyse olmadığı dokuda küçük izotermal bir zon yaratırlar. Kan kaynaklı ısının lateral konveksiyonel kaybını minimize etmek için uygun boyutlarda cihaz kullanılmalıdır. Birkaç dakika olan kalibrasyon süresinden sonra kor sıcaklık ölçümü yapılmaktadır. Günümüzde bu termometreler oldukça yağın olarak kullanılmaktadır ve sonuçlar umut vericidir [141][142].

2.12.5. Double-Sensor Termometreler

Kor sıcaklık ölçümünde kullanılan yeni yöntemlerden biridir [143][144]. Metod, hastanın alnına heat-flux transducer konularak kor sıcaklık ölçümü prensipine dayanır. Bu transducer, bilinen bir termal direnci olan insulatorla ayrılmış iki sıcaklık probundan oluşmaktadır. Kor sıcaklık formüle göre hesaplanmaktadır:

Günümüzde bu termometreler de yaygın kullanılmakta, umut vaat eden sonuçlar oluşturmaktadır [143][144].

2.13. Kor Sıcaklık Ölçümü

Vücudun kor sıcaklığı önemli bir vital parametredir ve aktif metabolizmayla birlikte fonksiyonel bir termoregülasyon sistemi olduğunu gösteren bir indikatördür. Bu nedenle, perioperatif monitörizasyonun önemli bir parçası kor sıcaklık ölçümüdür [145]. Perioperatif hipotermiyi tespit etmek, ısıtma sisteminin etkinliğini kontrol etmek [145], aşırı ısıtmayı engellemek, malign hiperterminin tespit edilmesini sağlamak [140] açısından oldukça önemlidir. Kor sıcaklık; vücudun ısı kapsamını ve distribüsyonunu tam olarak yansıtmamakla birlikte insan vücudundaki termal durumun en iyi indikatörüdür [140].

Hipotermiye karşı koruyucu faktörlerden birisi, sıcaklık monitorizasyonu yapmaktır [33][75]. Bu nedenle 30 dakikadan daha fazla genel anestezi alacak olan veya cerrahisi bir saatten daha uzun süren hastalarda perioperatif kor sıcaklık monitorizasyonu yapılması önerilmektedir [70][146][147][140].

Vücudun termal kor bölgesi, birbirleriyle ilişkisi dolaşımsal ayarlamalarla veya çevreye ısı kaybıyla değişmeyen vücudun iç dokularını tanımlamak için kullanılır [19].

Normal koşullarda, intraabdominal organların sıcaklığı, birbirleriyle olan ilişkileriyle dolaşımsal ayarlamalarla değişmez. Bu nedenle bunlar vücudun termal kor bölgesine dahildir. Abdominal cerrahi sırasında bu organlar çevre ortama maruz kalırlar ve bu nedenle çevreye ısı vermeye dolayısıyla soğumaya başlarlar. Bu durumda intraabdominal organlar artık termal korun bir parçası değildir.

Kor sıcaklık ölçümünde hatalı ölçümü engellemek adına cerrahi sahadan uzakta ölçüm yapmak önemlidir.

Kor sıcaklık ölçümünde ideal sistem; küçük, rahat, hızlı, devamlı, güncel, non-invaziv, düşük enerji tüketen, maliyeti düşük olmalıdır [145]. Bu zamana kadar olan hiçbir sistem ve ölçüm bölgesi bu kriterlerin tamamını karşılamamaktadır.

En iyi ölçüm bölgesi, sıcaklıkları uniform ve vücudun kalanına oranla yüksek olan iyi perfüze olan dokulardan yapılan ölçümlere dayanmalıdır [140]. Bu sebeple sıcaklık; pulmoner veya iliak arter, distal özofagus, direkt timpanik membran veya nazofarenksten ölçülmektedir [145]. Bu sıcaklık ölçüm bölgeleri kor sıcaklıkta çok değişiklik olsa da güvenilir kalmaktadır [140]. Bununla birlikte bu ölçüm bölgeleri bilinçli hastalarda sıklıkla kullanılmaz hatta anestezide hastalarda dahi yanlış ölçümlere neden olabilir.

Kor Sıcaklık Ölçümü İçin Gold Standartlar:

- Pulmoner arter sıcaklığı
- İliak arter sıcaklığı
- Özofageal sıcaklık
- Timpanik Membran sıcaklığı

Pulmoner arterden sıcaklık ölçümü, kor sıcaklık ölçümünde gold standartlardan biridir. Ancak bu nadiren mümkün olabilmekte bu nedenle bu yolla sıcaklık ölçümü klinik önem taşımamaktadır. Aynı durum iliak arterden sıcaklık ölçümleri için de geçerlidir.

2.13.1. Özofageal Sıcaklık

Distal özofagustan sıcaklık ölçümü, basit bir prob, özofageal stetoskop, sıcaklık sensörü içeren gastrik tüple yapılabilir. Distal özofagus vücudun gövde kısmında derinde yer almaktadır. Çok ileri derecede perfüze olmamasına rağmen kalbin sol atriumuna ve descenden aortayla komşuluk yapmaktadır.

Avantajları;

Özofageal sıcaklık, kor sıcaklık ölçümünde gold standartlardan biridir [140][145].

Prob pozisyonu;

Sağlıklı ölçüm yapabilmek için prob, distal özofagusa sol atriumun arkasına yerleştirilmelidir. Bu pozisyon, probun ucunun direkt laryngoskopi sırasında kornikulat kıkırdaktan 24-28 cm aşağısına yerleştirilmesiyle sağlanabilir. Diğer yöntemde ise laryngoskopi yapılmadan erişkinlerde probun ucu burun deliğinden 36-41 cm aşağıya ilerletilir. Mesafe Mekjavic ve Rempel formülüyle tam olarak hesaplanabilir [148].

Özofageal probu, distal özofagusa yerleştirmenin başka bir yolu özofageal stetoskop kullanımınıdır. Probu kalbin arkasına yerleştirmek önemlidir çünkü özofagusta 6 dereceye varan sıcaklık değişimleri görülebilir. Özofagusun orta ve yukarı bölgelerinde trakeanın içindeki görece soğuk olan havanın etkisiyle sıcaklık düşmektedir [149][150]. Bu etki ısıtma ve nemlendirme yapan exchangerların kullanımı ve minimal akımlı anestezi ile azaltılabilir.

Potansiyel Problemler;

- Bazı nazal, oral, laryngeal cerrahilerle birlikte özofageal cerrahilerin tamamında kullanılamazlar.
- Torasik cerrahi sırasında yanlış düşük sıcaklık ölçümleri, üst abdomendeki operasyonlardan etkilenir.
- Abdominal cerrahiler sırasında sürekli gastrik aspirasyon, özofageal sıcaklıklarda 1 dereceden daha fazla hatalı düşüş gösterir.
- Monitör ve prob arasına giren oral sekresyonlardan etkilenebilir. Bu prone veya oturur pozisyonda mümkündür. Bu şekilde elektriksel direnç azalır ve 4.8 °C varan yanlış yüksek sıcaklık ölçümleri görülebilir.
- Yanlışlıkla trakeaya yerleşim durumunda yanlış düşük ölçümler gösterebilir.

2.13.2. Timpanik Membran Sıcaklığı

Timpanik membran sıcaklığı yumuşak ve katlanabilir problarla ölçülebilir. Timpanik membran, kafatasından birkaç santimetre içeride hipotalamusa kan akımı sağlayan internal karotid arter komşuluğunda bulunur. İnternal karotid arterden yaklaşık 1 santim uzaklıkla orta kulak boşluğu ve oldukça ince bir kemik yapı ile ayrılır.

Avantajları

Timpanik membrandan doğrudan sıcaklık ölçümleri, kor sıcaklık ölçümünde gold standart yöntemlerden biridir [140][145].

Diğer gold standart olan yöntemlerin aksine, timpanik membran sıcaklığı bilinçli hastalarda tolere edilebilmektedir.

Prob pozisyonu

Geçerli sonuçlar alabilmek için prob doğrudan timpanik membrana yerleştirilmelidir. Timpanik membran probunu yerleştirmek bahsedildiği kadar kolay gerçekleşmemektedir [140]. Çünkü dış kulak yolu birkaç santimetre uzunlukta olmakta ve yaş arttıkça daha dar ve kıvrımlı hale gelen sigmoid bir yapılanma göstermektedir. Kanal önce anterior, sonra posterior son olarak da tekrar anteriora uzanmaktadır. Ek olarak aynı zamanda yol yukarı ve aşağı yönde de hareket etmektedir. Dış kulak yolunun kıkırdak kısmını düzleştirmek için, kulak yukarı ve posteriora doğru nazikçe çekilir bu probun rahatlıkla ilerlemesini sağlar. Bazen kanalın kıvrılması yanlışlıkla timpanik membran olarak algılanabilir ve prob bu durumda membrana yerleşmemiş olabilir [140]. Doğru yerleşimden emin olmak adına bilinçli hastalarda bağlı olan telin hafifçe hareket ettirilmesi ile kulakta çizilme sesi işitilir [151]. Probun uygun bir şekilde yetiştirilmesi ardından kulak kanalı pamuk ile kapatılmalı ve dış etmenlerden korunmalıdır.

Potansiyel Problemler

- Kafada yapılan bazı cerrahi prosedürlerde kullanılamaz
- Probu düzgün bir şekilde yerleştirmek zor olabilir
- Bazen prob, membranın kendisine temas etmeyebilir
- Cerrahi sırasında probun yer değiştirmesi olasıdır ve kolaylıkla tespit edilemez
- İşitme kanalındaki kulak kiri veya kurumuş kan yavaş yanıtların alınmasına neden olabilir.

- Etraf cildin sıcaklığından etkilenebilir. Kafatası derisi özellikle beyin cerrahisi vakalarında tepe lambalarıyla ısıtılırsa, belirgin hatalı ölçümlere yol açabilir.
- Vücudun ve kafanın pozisyonundan ölçümler etkilenir. Lateral pozisyonda altta kalan kısımda sıcaklık artarken üstte kalanda düşüklük görülebilir.
- Mastoid kemik veya serebellopontin köşenin açıldığı cerrahilerde timpanik membran sıcaklığı hatalı olarak düşük kaydedilebilir.
- Timpanik membran perforasyonu olasıdır. Bu nedenle klinisyenler probu yeterince derine itirmezler ve dolayısıyla timpanik membran sıcaklığı ölçülmemiş olur.

2.13.2.1. Timpanik Membran Sıcaklığının Infrared Termometre İle Ölçümü

İşitme kanalı boyunca yer alan yapıların ve timpanik membranın infrared ışınları emisyon oranının okunabilir bir sıcaklık değerine çevrilmesi prensibiyle çalışır [138]. Çünkü işitme kanalı timpanik membrana göre bir derece daha soğuk olmaktadır ölçülen değerler üretici tarafından belirlenen güvenlik algoritmeleri ile ayarlanmaktadır.

Avantajları

Hızlı, güvenli, noninvaziv bir methoddur.

Prob pozisyonu

Doğrudan timpanik membrana cihaz temas etmelidir. Bu durum işitme kanalının yapısına bağlı olarak zor olabilir. Kulak yukarı ve posteriora doğru çekilerek dış kulak yolunun kıkırdak parçasının düzleştirilmesi sağlanabilir.

Potansiyel Problemler

- Bu termometre ile ölçüm sırasında işitme kanalının geniş bir kısmı alınır. Bu nedenle çoğu çalışmada hatalı bulunmuştur [140][152]. Ancak bazı çalışmalar kabul edilebilir bir doğruluk göstermektedir.
- Doğruluk payı kulak kanalının morfolojisine ve timpanik membranın görülebilir olmasına bağlıdır.

- Aletin kullanımına bağılı olarak ölçümlerin doğruluğı önemli oranda değışmektedir. Aşağıdaki kullanım problemleri doğruluk sonucunu azaltmaktadır;
- Kısa süreler içinde tekrar eden ölçümler [152][153]
- Sıcaklığı okumadan önce cihazın işitme kanalı içerisinde pozisyonunun ayarlanması [152][153]
- Cihazın standart pozisyonun aksine döndürülmesi [152][153]
- Cihaz tecrübesi azlığı [152]
- Bir miktar kulak kiri cihazın doğruluğunu azaltmaz ancak işitme kanalının tamamen kulak kiri ile tıkanması sıcaklığın 0.5°C daha az ölçülmesine neden olur.
- Major kulak cerrahisi ölçümleri büyük oranda etkiler
- Spot kontroller için kullanılabilir sürekli ısı takibinde kullanılmaz
- Perioperatif kullanımda infrared timpanik termometre ile yapılan ölçümlerin doğruluk payı düşüktür.

2.13.3. Kor Sıcaklığın Farklı Bölgelerden Ölçümünün Karşılaştırılması

Teorik olarak; kor sıcaklık ölçümlerinin gold standartları benzer sonuçlar verir ve birbirinin yerine geçebilir. Farklı bölgelerden yapılan sıcaklık ölçümleri karşılaştırıldığında, genellikle Blant ve Altman tarafından geliştirilen metodlar kullanılmıştır. Blant-Altman metodu, iki ölçüm arasındaki farklılıklara karşı iki ölçümün ortalamasının karşılaştırılmasına yarayan bir dağılım grafisi belirler.

Her iki bölgeden de aynı sonuçlar alındığında bias ve karar limitleri sıfır olmalıdır. Bununla birlikte bu sadece teorik olarak mümkündür ve hiçbir çalışma bunu göstermemiştir. Örneğin, yoğun bakım hastalarında ölçümlerin yapılmasında cerrahi hiçbir interferans olmadığı kabul edilirse pulmoner arter kateteri ve özofageal ölçüm arasındaki bias 0.1 °C ve karar limitleri +/- 0.6 °C dir [154]. Gerçekte verilerde istenmeyen dağılımlar olabilmektedir. Bu dağılımlar, probun yanlış yerleştirilmesine bağılı hatalı ölçümler veya vücudun kor kısmında geçici termal imbalansa bağılı olabilir. Bu mutlaka diğere ölçümler gold standart metodlarla kıyaslandığında akılda tutulmalıdır. Klinik olarak kabul edilebilir güncellikte olabilmesi için tek taraflı ölçüm

yapan termometrelerin kombine güncellik kaybı (bias, tek standart deviasyon) 0.5 °C yi geçmemelidir [140]. Bunu yapmak da oldukça zordur.

Diğer Kor Sıcaklık Ölçüm Bölgeleri:

- Nazofarengal
- Oral veya sublingual
- Zero-heat-flux/Duble-sensor termometre ile alından ölçüm
- Mesane
- Rektal
- Temporal arter
- Cilt yüzeyi ve axilla
- Cilt Sıcaklık Ölçümü

Cilt sıcaklıkları kor sıcaklıktan belirgin derece düşüktür ve cilde gelen ısı transportu ve ciltten periferde ısı kaybı arasındaki dengeye bağlıdır. Bu nedenle cilt sıcaklığı ölçümü iyi bir kor sıcaklık ölçüm metodu değildir [140].

2.14. Isıtma Cihazları

2.14.1. Basınçlı Hava Üflemeli Cihazlar (Forced Air Warmers)

Basınçlı hava üflemeli cihazlar aynı zamanda konvektif hava ısıtıcıları olarak adlandırılır. Bu cihazlar cerrahi hastalarda hipotermiden korunmak için kabul edilen yöntemlerden biridir. Kanıtlanmış etkinliği, düşük maliyeti ve kolay kullanımı da bunu desteklemektedir [155].

Basınçlı hava üflemeli cihazlar bir güç ünitesi (kontrol ünitesi) ve bir battaniyeden oluşurlar. Bu üniteler, ısıtılmış havayı hastanın vücudunu kaplayan battaniye aracılığı ile dağıtırlar. Güç ünitesinin ısıtma sıcaklığı, birkaç sıcaklık değerinden biri seçilebilir.

Preoperatif ısıtma için, basınçlı hava üflemeli cihazlar genellikle tüm vücut battanileri [156][157], üst vücut battanileri veya ısıtıcı kıyafetlerle [158][159] birlikte kullanılırlar. Intraoperatif olarak üst vücut battanileri genellikle tercih edilir [160]. Postoperatif yeniden ısıtılma için basınçlı hava üflemeli cihazlar genellikle tüm vücut battanileri ile kombine edilerek kullanılmaktadır [161]. Bununla birlikte son

zamanlarda, özellikle intraoperatif kullanım için cerrahi sırasında mümkün olan en fazla yüzey alanını ısıtma amacıyla farklı battaniyeler üretilmiştir.

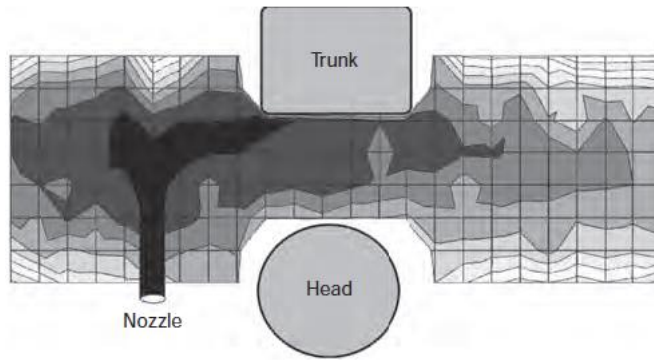
Battaniyeler tek kullanımlık veya tekrar kullanılabilir özellikte olabilir. Battaniyelerin hastayla temas eden kısımları havaya geçirgendir. Geçirgenlik, yarıklar veya hava geçirgen kumaşlarla sağlanır [160].

Suyla kıyaslandığında havanın ısı kapasitesi 4 kat daha düşüktür. Bu durum basınçlı hava üfleme cihazlarının temel çekincelerinden biridir çünkü düşük spesifik ısı kapasitesi düşük ısı transferine neden olur. Güç ünitesi kullanılarak hava sıcaklığının artırılması battaniyeye ısı akışını artırır.

Güç üniteleri tarafından üretilen hava akımı, tüm vücut battaniyeleri tarafından vücudun yüzeyine verilen ısı transferini etkiler [161]. Fakat güç kaynağından çıkan hortumlardaki hava akımı ve üst vücut battaniyeleri ile ısı transfer oranı arasında bağlantı bulunmamaktadır [155]. İlk bakışta, üst vücut battaniyeleri ve tüm vücut battaniyeleri içinden geçen hava sıcaklığı ve hava akımı konusundaki farklı etkiler karmaşık görünmektedir. Üst vücut battaniyeleri ve tüm vücut battaniyeleri arasındaki boyut farklılıkları muhtemelen bu gözlenen farklılıkların nedenini teşkil etmektedir. Geniş tüm vücut battaniyelerinde ve muhtemelen geniş alt vücut battaniyelerinde, ısının hortumlardan battaniyelerin uzak kısımlarına kadar dağılımı için yüksek hava akım hızı gereklidir. Daha yüksek hava akımı battaniyelerin içine ısıtılmış havanın dağılımını sağlamaktadır [160]. Tersine daha küçük üst vücut battaniyeleri ve muhtemelen pediatrik battaniyeler, yüksek hava akımı ısının battaniyeler içerisinde daha iyi dağılımına yardım etmemektedir. Bu durum yapılan bir klinik çalışmada, üst vücut battaniyelerinin kullanıldığı farklı hava üfleme cihazlarla yapılan bir klinik çalışmada cihazlardan birinin güç ünitesi daha yüksek hava akımıyla çalıştırılmasına rağmen fark bulunamamasını açıklamaktadır [162].

Basınçlı hava üfleme battaniyeler, güç ünitesinden çıkan hortumlara bağlanırlar. Bunlar ısıtılmış havanın kaplanmış oldukları vücut yüzeyine distribüsyonlarını sağlarlar. Hastayla temas eden yüzey alanları havaya geçirgendir ve ısıtılmış hava battaniyeden çıkarak hastanın cildine doğru hareket eder. Bu sırada ısı transferi konveksiyon aracılığıyla olur. Ek olarak ısının bir kısmı radyasyon ve kondüksiyon aracılığıyla transfer edilir [160].

İlginç olarak bazı çalışmalar ısının dağınık bir şekilde distirube olduğunu göstermektedir. (Şekil 17) Hortumların çıkış bölgesinde hava sıcaklığı yüksek olmaktadır ve bu durum bu bölgedeki yüzey sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Tersine, battaniyenin uzak bölgelerinde hava sıcaklığı düşer. Çünkü, havanın ısı kapasitesi düşük olduğu için ısı buraya ulaşana kadar yüzey alanından veya çevreye aktarıma bağlı kaybedilir. Basınçlı hava üfleme cihazlarındaki hava sıcaklığının homojen olmadığı en iyi üst vücut battaniyelerinde gözlenmektedir.



Şekil 17: Basınçlı Hava Üfleme Cihazlarında Sıcaklık Gradyenti[31]

Basınçlı hava üfleme cihazlarından ısı transferini belirleyen üç temel faktör mevcuttur:

- Isı değişim katsayısı
- Battaniye ve vücut yüzeyi arasındaki ortalama sıcaklık gradyenti
- Battaniye ile kaplanabilen vücut yüzey alanı

Isı değişim katsayısı battaniyenin dizaynına bağlıdır. Belirli bir ortalama sıcaklık gradyentinde, ısı değişim katsayısı arttıkça battanieden yüzeye aktarılan ısı miktarı da artmaktadır.

Battaniyeler ve vücut yüzeyi arasındaki sıcaklık gradyenti arttıkça ısı transferi de artmaktadır.

Basınçlı hava üfleme cihazlarında ısı transferinden sorumlu olan bir başka parametre kaplanan vücut yüzey alanıdır. Daha fazla alan kaplandıkça, basınçlı hava üfleme cihazının sağladığı yarar artar. Bunun nedeni basınçlı hava üfleme

battaniyelerin sadece ısı transferi yapmaması aynı zamanda kaplanan vücut yüzeyinden ısı kaybını neredeyse sıfıra indirmesidir.

Battaniyelerin kendi içerisindeki sıcaklık distribüsyonunun homojenitesi de oldukça önem taşımaktadır. Hortumlara yakın bölgede sıcaklık yüksek gözlenirken uzaklaştıkça sıcaklık düşmektedir. Battanilerin en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri arasındaki fark ölçülerek ısı distrubsiyonunun homojenitesine dair parametre elde edilir. Sıcaklık farkı azaldıkça battaniyelerin performansı artar [155]. Blanketlerin dizaynına göre de bu fark oldukça değişmekte ve battaniyelerin performansını değiştirmektedir [160].

Normalde basınçlı hava üfleme cihazı kullanılmadan anestezi altındaki insanlarda ortalama cilt sıcaklığı 32-34 °C'dir. Güç ünitesinde hava sıcaklığı 43 °C'ye ayarlandığı zaman, battaniye içerisindeki sıcaklık gradiyenti 9 °C'den fazlaysa cilt soğumaktadır. Bu nedenle 9 °C den fazla battaniye içerisindeki sıcaklık gradiyenti kabul edilemez ve basınçlı hava üfleme cihazının uygun olarak üretilmediğini gösterir.

Basınçlı hava üfleme cihazının yararlılığı temel olarak battaniye ile kaplanan yüzey alanına bağlıdır. Bu nedenle planlanan cerrahi prosedür için uygun olan en geniş battaniyeleri kullanmak önemlidir.

Blanketin dizaynı performansında özellikle belirleyicidir. Bu da en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri arasındaki farkla belirlenir. Isının homejen dağılımı için bu fark minimal olmalıdır.

Geniş battaniyelerde güç ünitesinin hava akımının yüksek olması önemliyken küçük battaniyelerde bu akım miktarı minimal önem taşır.

Basınçlı Hava Üfleme Cihazlarının Dezavantajları

- Bazı durumlarda yetersiz ısıtma gücü
- Aşırı ısıtma
- Yanık riski
- Bası ülseri
- Cerrahi saha enfeksiyon riski
- Cihazların kontaminasyonu
- Laminar hava akımıyla etkileşim

- Etraf sıcaklıkta yükselme
- BIS değerinde yanlış yükselme
- Trakeal tüplerin ısıyla yumuşaması
- Transdermal ilaçlarla overdoz
- Ses
- Elektromagnetik bölgeler

Basınçlı hava üflemleri cihazların sıvı ısıtılması yapılmadan faydasız olacağını gösteren çalışmalar mevcuttur [163]. Bazı çalışmalar ön ısıtma yapılmadan basınçlı hava üflemleri cihazların kullanımının yetersiz kalacağını göstermektedir. [78][156][158]. Genel olarak basınçlı hava üflemleri cihazlar intraoperatif olarak tek başlarına kullanıldığında yetersiz kalırlar. Hastalara mutlaka ön ısıtma yapılmalıdır [158] ve operasyon süresince mümkün olan en geniş battaniye kullanılmalıdır [164][165]. Cerrahi sırasında fazla miktarda sıvı kullanılacaksa, basınçlı hava üflemleri cihazlar mutlaka sıvı ısıtılması ile birlikte kullanılmalıdır çünkü basınçlı hava üflemleri cihazlar tek başlarına, fazla miktarda sıvı infüzyonuna bağlı ısı kaybını kompanse etmede yetersiz kalmaktadırlar [31]. Sırt tarafından destek olarak yapılan konduktif ısıtılma da yardımcı olabilmektedir.

Uzun süren cerrahi operasyonlar [78] ve pediatrik operasyonların bir kısmında [61][166] güç ünitesinin sıcaklığı azaltılmazsa basınçlı hava üflemleri cihazlar istenmeyen fazla ısınma durumuna neden olabilmektedir. Kor sıcaklık 37.2 °C üzerine yükseldiği zaman güç ünitesinin sıcaklığını 34 °C e düşürmek anlamlı olabilir.

Basınçlı hava üflemleri cihazlar uygun kullanılmaları durumunda oldukça güvenli cihazlardır. Yılda 15-25 milyon kullanıma rağmen yalnızca bir yanık vakası bildirilmiştir [160]. Yanık riski oldukça düşüktür. Normal koşullar altında 43 °C den az cilt sıcaklığı güvenlidir. Doğru çalışan bir güç ünitesi uygun battaniye ile eşleştirilip kullanıldığı vakit cilt sıcaklığı 43 °C üzerine çıkmayacaktır [160].

Intraoperatif tam kat bası ülseri gelişimine transapikal aotik valv implantasyonu geçiren basınçlı hava üflemleri cihazın alt vücut battaniyesi ile birlikte kullanıldığı bir case reportta rastlanmıştır [167]. Ancak genel olarak basınçlı hava üflemleri battaniyelerin bası ülseri yaratma insidansı oldukça düşüktür.

Cerrahlar bazen basınçlı hava üflemleri cihazların cerrahi yara yeri enfeksiyonu riskini arttıracaklarını düşünmektedirler. Basınçlı hava üflemleri cihazların kullanımında iki önemli nokta vardır. Birincisi, cihaz mikrobiyal patojenlerle kontamine olabilir. İkincisi ise basınçlı hava üflemleri cihazlar operasyon odasındaki laminar akımla etkileşebilir.

Genel olarak operasyon odasında kullanılan her cihaz hastadan veya çalışan personelden gelen patojenlerle kontamine olabilir. Bu nedenle bazı yazarların basınçlı hava üflemleri cihazlarda kontaminasyon olabileceğini bulması şaşırtıcı değildir [168][169]. Bu durum özellikle imalatçı tarafından önerilen şekilde düzenli filtre değişimi olmadığı zaman görülmektedir. Mikrobiyolojik patojenler özellikle hortum kısmında bulunmaktadır [170][169]. Aynı zamanda filtreler [168][170] ve güç initesindeki diğer bölgeler [170] de kontamine olabilmektedir. Bu durumda hava akımı içinden patojenler filtreye rağmen battaniyeye ulaşmaktadırlar. Basınçlı hava üflemleri battaniyeler genellikle temizdir ancak steril değildir. Bu nedenle kullanımdan önce bakteri bulaşı olabilir. Battaniye kullanımı sonrası bakterilerle kontaminasyonu artar. Bu nedenle tek kullanımlık battaniyeler başka hastalarda tekrar kullanılmamalıdır.

Basınçlı hava üflemleri cihazlarla enfeksiyon oranının arttığını kanıtlayan çalışma mevcut değildir. Ayrıca normotermiyi sağlamak amacıyla kullanılan basınçlı hava üflemleri cihazların cerrahi yara yeri enfeksiyonunu azalttığı kanıtlanmıştır [106][119].

Laminar hava akımı, operasyon odasında ve cerrahi bölgede bakteri üremesini azaltmak amacıyla kullanılır. Bu yüksek hava akımı istenmeyen bir yan etki olarak konveksiyonel ısı kaybını arttırmaktadır [171]. Perioperatif hipotermi riski bu yolla artış gösterir [13]. Bazı çalışmalar basınçlı hava üflemleri battaniyelerle laminar hava akımının etkileştiğini göstermektedir. Çünkü cihaz tarafından üretilen hava akımı ve ısı transferi havanın yukarıya doğru hareketine neden olmaktadır [172][173][174]. Ancak Sessler ve arkadaşlarının yapmış olduğu oldukça geniş bir çalışmada, basınçlı hava üflemleri cihazlar kullanıldığında operasyon odalarında laminar hava akımı kalitesinin değişmediği dolayısıyla basınçlı hava üflemleri cihaz kullanımının uygun olduğu gösterilmiştir. Günlük pratikte operasyon odasında pek çok insan

bulunmaktadır ve özellikle ortopedik cerrahiler olmak üzere cerrahi aktivitenin kendisi dahi laminar hava akımını daha fazla bozmaktadır.

Basınçlı hava üflemeli cihazlar ekstra temiz hava ventilasyonunu kontamine edebilirler ancak bu güne kadar cerrahi saha enfeksiyonunu arttırdıklarına dair kanıtlanmış veri yoktur [175].

Basınçlı hava üflemeli cihazlar, hastaya yakın bölgede cerrah ve anestezi uzmanlarının çalışma alanındaki etraf sıcaklığı arttırırlar [173][176]. Bazı çalışan personel bunu komfursuz bulabilmektedir.

Bazı olgu sunumlarında, basınçlı hava üflemeli cihazların yanlış olarak BIS değerlerinde artış gösterdiği gözlenmiştir. Bunun nedeni net değildir. Bunun muhtemel olabilecek nedeni, battaniyenin hastanın yüzüne teması nedeniyle oluşan titreşimin, cihaz tarafından muscüler veya elektroensefalografik hareket olarak algılanmasıdır. Bir raporda plastik ayırıcı ile yüzün kaplandığı durumlarda bu fenomenin görülmediği bulunmuştur [31].

Basınçlı hava üflemeli cihaz kullanımı sırasında, polivinil trakeal tüplerin belirgin şekilde büküldüğü ve yumuşadığı saptanmıştır [31]. Bu durum fark edilmezse ventilasyon problemlerine neden olabilir.

Birkaç olgu sunumunda, transdermal uygulanan ilaçların üst kısmına yerleştirilen basınçlı hava üflemeli battaniyelerin, ilaç doz aşımına neden olduğu gözlenmiştir.

Basınçlı hava üflemeli cihazlar operasyon odasında çalışan personelin dikkatini dağıtacak, ekip arasındaki iletişimi bozacak şekilde gürültü oluşmasına neden olabilmektedir [162]. Güç ünitesi tarafından üretilen gürültü 51-58 Desibel arasında değişmektedir.

Elektronik cihazlar elektromagnetik dalgalar üretirler. Bazı yazarlar tıbbi personel ve hastanın güvenlik açısından cihazdan yeterince uzakta kalmalarını önermektedir.

2.14.2. Kondüktif Isıtıcılar

Basınçlı hava üfleme battaniyelere alternatif yöntemlerden birisi de vücut yüzeyinin kondüktif ısıtılmasıdır. Her iki yöntemde de etkinlik ağırlıklı olarak ısıtılan yüzey alanına bağlıdır [155].

Kondüktif ısıtıcılar:

- Dirençli ısıtma sistemleri [177][178]
- Su dolaşımli kıyafetler [179][180]
- Su dolaşımli battaniyeler [181]

Kondüktif ısıtıcılar perioperatif hipotermiden korunmada kullanışlı cihazlardır. Bu cihazların avantajı, basınçlı hava üfleme cihazlara göre daha sessiz olmalarıdır. Bununla birlikte klasik su dolaşımli battaniyelerin etkinlikleri basınçlı hava üfleme cihazlara göre daha azdır [182][177][178]. Diğer taraftan dirençli ısıtma sistemleri ise eş değer etkinlik göstermektedir [177][178]. Su dolaşımli kıyafetler [180] veya adeziv su yatakları basınçlı hava üfleme cihazlardan daha fazla etkinlik göstermektedir [31].

Su dolaşımli battaniyeler

Bu cihazlar bir ısıtma ve soğutma ünitesi ve bir battaniye içermektedir. Battaniye üniteye hortumlar aracılığıyla tutturulmuştur ve battaniyenin içerisinde ısıtılan veya soğutulan su dolaşır. Battaniye hastanın temas eden cilt yüzeyine ısı transferi yapar ve genellikle hastanın altına yerleştirilir [182][171].

Dirençli ısıtma sistemleri

Bu cihazlar düşük voltajlı akım üreten bir kontrol panelinden oluşur. Battaniye veya battaniyeler kablolar aracılığı ile kontrol paneline bağlanır ve yarı iletken teller [60] karbon fiber kumaş[177][178][183] veya karbon polimer materyal(299,307) aracılığı ile ısı üretirler. Bu battaniyeler hastanın altına [60][5] veya üstüne [177][178][183][3] veya her ikisine de yerleştirilebilir.

Su dolaşımli kıyafetler ve Adeziv Su Yataklı Battaniyeler

Bu cihazlar da bir soğutma ısıtma ünitesi ve battaniyelerden oluşurlar. Isıtma ve soğutma ünitesi kor sıcaklığı ölçen bir termometre içerir. Bu cihazlar, ölçülen sıcaklığı kullanarak ısıtma veya soğutma gerçekleştirirler.

Kondüktif ısıtıcılarda ısı değişim katsayısı, basınçlı hava üfleme cihazlarına göre oldukça fazladır. Bununla birlikte, bu durum esasen vücudun battaniyelerle temas eden yüzey alanına bağlıdır. Isı değişim katsayısının yüksek oluşu daha fazla ısı transferi yaptırdıklarını düşündürse de bu her zaman mümkün olmamaktadır çünkü cildin hızla ısınması sıcaklık gradientini azaltmaktadır ve bu da ısı transferini sınırlandırır [29][171]. Bir diğer önemli faktör de battaniye, pad ve kıyafetlerin yüzey sıcaklığının ısıtma ve soğutma ünitesi tarafından verilen sıcaklıktan düşük olmasıdır. Hastanın termal kor bölgesine ısı transferini gerçekleştirebilmek için bu battaniye, pad ve kıyafetlerin yüzey sıcaklığının kor sıcaklığın üstünde olması gerekir. Çünkü termodinamiğin ikinci yasasına göre ısı sadece yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğru hareket etmektedir.

Basınçlı hava üfleme cihazlardan farklı olarak ısıtıcı cihazla direkt temas eden vücut yüzey alanı önem taşımaktadır. Bu saha özellikle sert materyal kullanıldığında beklenenden oldukça az olmaktadır.

Kondüktif ısıtma, kullanılan materyalin ciltle teması iyi ve yüksek ısı değişimine izin verdiği müddetçe eş yararlılıkta olmaktadır. Bir diğer önemli nokta cihazla doğrudan temas eden yüzey alanı olmaktadır. Ek olarak; ısıtılma yapılmadan büyük bir ısı kaybının meydana geldiği bir saha ısıtılırsa oluşan etki; sırt gibi ısı kaybının olmadığı bir sahanın ısıtılmasının yarattığı etkiden oldukça iyi olacaktır çünkü ısı dengesi üzerine etkisi minimaldir.

Isı transferine yönelik bu fiziksel gerçeklik nedeniyle sırta konulan sert su dolaşımli battaniyelerin çok yararlı olması beklenmez çünkü temas çok iyi değil, ısıtılan saha göreceli olarak dar ve cihaz normalde çok fazla ısı kaybının olmadığı bir sahayı ısıtmaktadır. Jel kaplı su yatakları ile cilde temas daha fazla olduğu ve ısı değişim katsayıları yüksek olduğu için ısı kazanımı daha fazla olmaktadır. Bu cihazlarla ısı dengesi kurulamamakta bu da basınçlı hava üfleme cihazlardan daha az yararlı olmalarını açıklamaktadır [30][108][182][177][178][184].

Tersine yine fizik temellerine göre vücudun ön kısmına yerleştirilen kondüktif ısıtıcı cihazlar aynı boyuttaki basınçlı hava üfleme cihazlarla karşılaştırılabilir bir yararlılık gösterirler. Çalışmaların çoğu, kondüktif ısıtmanın aynı bölgelerde ısıtılma

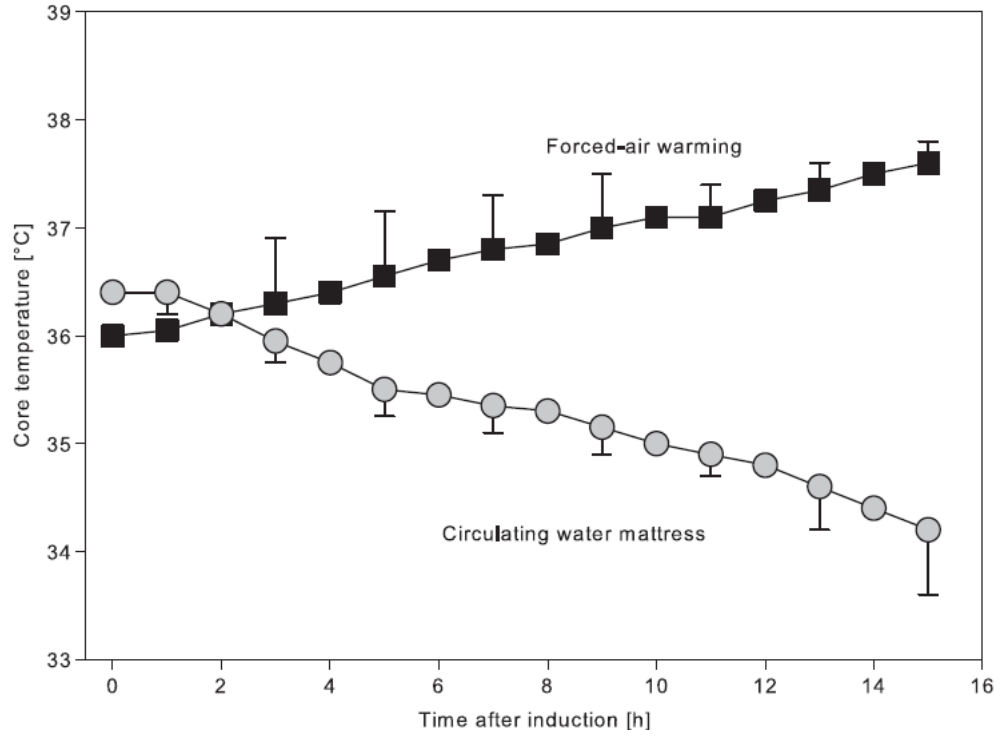
yapılması durumunda basınçlı hava üflemeli battaniler kadar etkili olduklarını göstermektedir [176][177][178][185][186].

Su dolaşımli kıyafetler ve adeziv su dolaşımli battaniler cilde yakın temas etmeleri ve daha geniş alan kaplamaları sebebiyle yüksek ısı değişim katsayısına sahip olmaktadır. Dolayısıyla bu cihazların daha etkili olduğu birkaç çalışma tarafından gösterilmiştir [181][179][180][187][188][189]. Bununla birlikte bu cihazlar oldukça pahalı olmakta ve seçilmiş vakalarda maliyet etkin olarak kullanılabilirler [181].

Kondüktif Isıtıcı Cihazların Dezavantajları

- Yetersiz ısıtma gücü
- Yanık riski
- Basınç ülserleri
- Cerrahi saha enfeksiyonu riski
- Laminar hava akımıyla etkileşim

Hastanın sırt kısmına yerleştirilen kondüktif ısıtma metodlarıyla ısı dengesi sağlanamaz bu nedenle tek başına bir yöntem olarak kullanılması yeterli değildir. (Şekil 18) Ön ısıtma amaçlı olarak [60][5] veya düşük riskli hastalarda iyi bir izolasyonla birlikte kullanıldıkları zaman yarar gösterebilirler.



Şekil 18: Uzamış Maksillofasiyal Cerrahi Geçiren Hastalarda Basınçlı Hava üflemleri Battaniye ve Su Dolaşım Yatak Cihazlarının Kor Sıcaklık Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması [182]

Basınçlı hava üflemleri cihazlarla birlikte sırt kısmında su dolaşım yatakları birlikte kullanmak faydalı olacaktır çünkü kondüktif ısıtma sistemi ısı dengesini iyileştirecektir [110].

Kondüktif ısıtıcılarla yanık riski geniş bir şekilde çalışılmıştır ve birkaç faktöre bağlıdır:

- Isıtıcı materyalin spesifik ısısı[190]
- Isıtıcı materyalin sıcaklığı [31]
- Cildin ısı kapasitesi veya ısıyı absorbe etme yeteneği [31]
- Cildin termal iletim kapasitesi veya ısıyı transfer etme yeteneği[190]
- Epidermis,dermis,yağ ve kas kalınlığı[190]
- Cildin farklı katmanlarındaki kan akımı[190]
- Ödem sıvısı görünümü[190]
- Isı maruziyetine kalma süresi [10]

Basınçla birlikte ısı, yanık riskini arttırmaktadır [48]. Su dolaşımli battanilerle olan yanıklar ilk 1960 yıllarında yayımlanmış olup oldukça korkunç vakalarla karşılaşlmıştır. Bu durum özellikle cihazların yanlış kullanımı ile ilişkilidir [191][192][193]. Su dolaşımli kıyafetle olan bir olgu sunum da mevcuttur [194].

Her cihaz bir bakteriyel kontaminasyon riski taşır ve bu risk tekrar kullanılabilen battanilerle artmış gibi görünebilir; ancak bunun ciddi bir problem oluşturduğuna dair veri yoktur.

Basınçlı hava üflemeli cihazların aksine, kondüktif cihazlarla laminar hava akımıyla daha az etkileşim görölmektedir [172][173][174]. Bunun klinik bir öneminin olup olmadığı belirsizdir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışma, prospektif randomize klinik çalışma olarak dizayn edilmiş olup; Hacettepe Üniversitesi Ameliyathanesi Genel Cerrahi Bölümü operasyon odalarında gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 27.09.18 tarihinde 2018/16-26 (KA-180037) numaralı karar ile etik olarak uygun bulunmuş olup; Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan 20.11.18 tarihli yazı ile araştırma izni alınmıştır.

Çalışmamızın, Şubat 2019-Mayıs 2019 ayları arasında Hacettepe Üniversitesi Genel Cerrahi bölümünde litotomi pozisyonunda açık abdominal cerrahi geçirecek hastalarda yapılması planlanmış olup; bilgilendirilmiş gönüllü onamı alınmasını takiben hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Açık abdominal cerrahi geçiren hastalardan belirtilen zaman aralığında operasyon geçirenler arasından; 18-65 yaş aralığında , ASA 1-2 olan , cerrahinin süresinin en az 1 saat ve üzerinde olduğu olgular çalışmaya dahil edilmiş olup; preoperatif vücut sıcaklığı 37.5 °C üstünde veya 36 °C altında olması, yakın zamanda (cerrahi öncesi son 3 gün içerisinde) ateş veya enfeksiyon öyküsünün bulunması, malign hipertermi öyküsü, tiroid bozuklukları, gebelik halinin bulunması durumlarından bir veya daha fazlasına sahip olan hastaların çalışma dışında tutulması planlanmıştır. Örneklem büyüklüğü PS Power and Sample Size Calculation (3.versiyon) kullanılarak hazırlanmış olup klinik anlamlı fark 0.4 °C kor sıcaklık düşüklüğü kabul edilerek en az her bir grup için örneklem büyüklüğünün 14 hastadan oluşması durumunda hipotezin kabul edilebileceği %90 güç ve 0.005 alfa ile belirlenmiştir. Randomizasyon cerrahi işlem sırasındaki olası veri kayıpları göz önüne alınarak totalde 35 hasta ile yapılmıştır. 7 hasta çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılamadığından çalışmaya alınmamıştır. Bilgilendirilmiş gönüllü onam formu alınmasını takiben; M ve M+W olarak kodlanan ısıtma metodu, bilgisayar destekli sistem tarafından random bir şekilde belirlenip zarfların içerisine yerleştirilmiştir. Zarflar operasyon odasında anestezi prosedürü öncesi açılmıştır. Çalışmanın körlüğü; hastanın ve istatistikçinin kullanılan ısıtma metodunu bilmemesi ile sağlanmıştır. Tüm hastalar; Hacettepe Üniversitesi Genel Cerrahi Kliniği/Anestezi

Servisi tarafından rutin prosedüre uygun olarak genel anestezi almışlardır. Buna göre; her hasta entübasyon öncesi 3 dakika preoksijenize edildikten sonra genel anestezi induksiyonu 2 mg/kg iv propofol, 2 ug/kg iv fentanyl ile yapılmış olup 0.6 mg/kg iv rokuronyum ile paralizi sağlanıp entübasyon yapılmıştır. Mekanik ventilasyon; yarı kapalı anestezi sistemi kullanılarak; end tidal CO2 basıncının 40±5 mmHg aralığında tutulacak şekilde yapılmıştır. Anestezi idamesi %2 sevoflurane ile oksijen hava oranı 1:1 olacak şekilde sürdürülmüştür. İdame sırasında analjezik amaçlı remifentanyl infüzyonu kullanılmıştır. Cerrahi bitiminde tüm hastalar sugammadex ile kas paralizisi döndürülerek ekstübe edilmiştir.

Tablo 2: Sıcaklık Ölçüm Zamanları ve Yöntemleri

Preoperatif Dönem	İntraoperatif Dönem	Postoperatif Dönem
Oda Sıcaklığı	Grup 1 ve Grup 2 Oda sıcaklığı	Oda sıcaklığı
Aktif Isıtma Basıncılı Hava Üfleli Battaniye	<i>Grup 1</i> = Basıncılı Hava Üfleli Battaniye(üstten)+Su dolaşimli yatak(sırttan) <i>Grup 2</i> =Basıncılı Hava Üfleli Battaniye(üstten)	Aktif Isıtma Basıncılı Hava Üfleli Battaniye
Timpanik ölçüm	Timpanik + Özofageal + Periferel Ölçüm	Timpanik Ölçüm
30dk ön ısıtma öncesi ve sonrası ölçüm	15dk'da bir ölçüm	10dk'da bir ölçüm

Çalışmamızın yöntemi Tablo 2 de kısaca özetlenmiştir. Bütün hastalar operasyon odasına alınmadan önce, ameliyathanede bulunan ayrı bir odaya alınmıştır. Odanın ortalama sıcaklığı digital termometre ile ölçülmüş olup yaklaşık 21 °C olarak belirlenmiştir. Hastaların odaya giriş timpanik sıcaklıkları ölçülüp kayıt edilmiştir. Bütün hastalara; ilk ölçümlerin alınmasını takiben yarım saat boyunca basınçlı hava üfleme battaniyeleri ile aktif ön ısıtma uygulanmıştır. Aktif ön ısıtma sonrası timpanik sıcaklıklar kayıt edilmesini takiben hasta operasyon odasına transfer edilmiştir. Transport sırasında ise cerrahi yeşil örtülerle pasif izolasyon sağlanmıştır.

Operasyon odasına alındıktan sonra, operasyon masasına alınmadan önce araştırmacı tarafından randomizasyon zarfları açılıp hangi gruba dahil olduğu belirlendi. Grup M+W çıkmış ise cerrahi örtülerin üzerine konulmuş olan su dolaşım yatağın üzerine; eğer Grup M çıkmış ise sadece cerrahi örtülerin üzerine hasta transport edilip araştırmacı tarafından ilk vital parametreleri ile birlikte timpanik sıcaklık ve periferel cilt probu yapıştırılarak periferel vücut sıcaklığı ölçümü yapılmaya başlanmıştır. Her iki grupta da indüksiyona kadar ısıtma metodu basınçlı hava üfleme battaniyeleriyle sağlanmış olup Grup M+W da su dolaşımli battaniye indüksiyon sonrasında çalıştırılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla Grup M (n=14) de standart ısıtma metodu olan sadece üst gövdeye basınçlı hava üfleme battaniye yerleştirilmiş olup; Grup M+W (n=14) da buna ilaveten sırt kısmından su dolaşımli yatak konularak alttan ısıtma da sağlanmıştır. Her iki grupta entübasyon sonrası özofageal ısı probu yerleştirilmiştir. Entübasyon sonrası özofageal prob yerleştirilmesini takip eden ilk 15. dakikada alınan değerler bazal değer olarak kabul edilmiştir. İntraoperatif dönemde her iki grupta da sıcaklık ölçümlerinin timpanik, özofageal, periferel olarak ayrı ayrı her 15 dakikada bir kayıdı alınmıştır. Aynı zamanda yine her 15 dakikada bir vital parametreleri, operasyon odası sıcaklığı da kayıt edilmiştir. Ortalama cerrahi süre, anestezi süresi, kullanılan bütün ilaçlar, total kanama miktarı, ortalama saatlik idrar çıkışı ayrıca kayıt edilmiştir. İntraoperatif verilen tüm sıvılar radyan ısıtıcı cihazlarla ısıtılıp verilmiş olup; cerrahi irrigasyon sıvıları ılık olarak uygulanmıştır. Ekstübasyon sonrası özofageal ısı probu tolere edilemeyeceği için çıkarılıp ölçümler yalnızca timpanik olarak tutulmuştur. Derlenme odasına alınan hastalar her iki grupta da burada kaldıkları süre boyunca basınçlı hava

üflelemeli battanilyelerle ısıtılmış olup her 10 dakikada bir timpanik sıcaklık kayıtları alınmıştır. Araştırmacı tarafından önceden belirlenen bir PAS skoru kriterlerine bakılarak titreme olması durumunda bu titremenin şiddeti belirlenmiş olup kaydı tutulmuştur. Meperidine yapılması durumunda bu olgu takip kağıtlarına not edilmiştir. Derlenme ünitesinin sıcaklığı digital termometre ile bir hafta boyunca takip edilmiş olup yaklaşık 24 °C olarak belirlenmiştir. Hastaların derlenme ünitesinde kaldıkları süre ayrıca kayıt altına alınmıştır.

Çalışmamızın birincil hipotezi; konveksiyonel metod ile birlikte kondüksiyonel metodun kullanıldığı durumlarda kor sıcaklık değişimi standart metod olan konveksiyonel metodun tek başına kullanımına göre kor sıcaklığı regülasyonunda daha etkili olduğudur.

Bu çalışmanın birincil amacı; her iki grup arasında özofageal, timpanik, periferik sıcaklıkların yüzde değişimlerini kıyaslamaktır.

Çalışmanın ikincil amaçları ise;

- Her iki grup için timpanik, özofageal, periferik sıcaklık değişimlerini kıyaslamak,
- Ölçüm metodlarının değişkenliklerini birbiriyle kıyaslamak
- Operasyon odası sıcaklığı ile özofageal sıcaklık değişimi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek,
- Operasyon süresi ile özofageal sıcaklık değişimi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek,
- Operasyon çıkışı ve derlenme ünitesine kabulü arasında timpanik sıcaklıkta ciddi bir fark oluşup oluşmadığını belirlemek
- Kullanılan yöntem ile hastanın derlenme ünitesindeki kalış süresi arasında ilişki olup olmadığını gözlemlemek,
- Kullanılan ısıtma metodu ile derlenmede ölçülen sıcaklık dalgalanması arasında ilişki olup olmadığını belirlemektir.

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapılmıştır. Sürekli sayısal değişkenlerin dağılımının

normale yakın dağılıp dağılmadığı Shapiro-Wilk testiyle varyansların homojenliği ise Levene testiyle araştırılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler; sürekli sayısal değişkenler için ortalama \pm standart sapma veya medyan (minimum - maksimum) biçiminde, kategorik değişkenler için ise olgu sayısı ve (%) şeklinde gösterilmiştir.

Gruplar arasında ortalama değerler yönünden farkın önemliliği Student's t testi ile değerlendirilirken parametrik test istatistiği varsayımlarının sağlanmadığı sürekli sayısal değişkenler yönünden farkın önemliliği ise Mann Whitney U testiyle incelenmiştir. Kategorik değişkenler Fisher'in kesin sonuçlu olasılık testiyle incelenmiştir. Sürekli sayısal değişkenlerin birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olup olmadığı ise Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testiyle araştırılmıştır.

Gruplar içerisinde derlenme odasına giriş ve derlenme odasından çıkıştaki ortalama vücut sıcaklıklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı Bağımlı t-testi ile incelenirken ön ısıtma öncesi ile ön ısıtma sonrası arasında vücut sıcaklıkları yönünden farkın önemliliği ise Wilcoxon İşaret testi ile değerlendirilmiştir.

İzlem zamanlarına göre timpanik, ösofageal ve periferel vücut sıcaklıklarında istatistiksel olarak anlamlı değişimin olup olmadığı Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ile değerlendirilmiştir. Vücut sıcaklıklarında zaman içerisinde meydana gelen değişimin gruplara göre farklılık gösterip göstermediği Greenhouse-Geisser düzeltmeli test istatistiği ile sınanırken gruplar içerisinde izlem zamanları arasındaki farkın önemliliği Wilks'inLambda testi kullanılarak incelenmiştir. Wilks'inLambda test istatistiği sonuçlarının önemli bulunduğu durumlarda ise Bonferroni Düzeltmeli çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farka neden olan izlem zamanları tespit edilmiştir.

Gruplar içerisinde bazale göre diğer izlem zamanlarında timpanik, ösofageal ve periferel vücut sıcaklıklarında meydana gelen yüzdesel değişimler yönünden bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı Friedman testiyle ile

adincelendi. Friedman test sonuçlarının önemli bulunduğu durumlarda da Wilcoxon işaret testi kullanılarak farka neden olan durum(lar) tespit edilmiştir.

Aksi belirtilmedikçe $p < 0,05$ için sonuçlar istatistikel olarak anlamlı kabul edildi. Ancak, olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için mevcut çalışmada Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmaya alınması planlanan 35 hastadan 7 hasta dahil edilme kriterlerini karşılamamış ve çalışmaya alınmamıştır. Çalışma için uygun kriterlere sahip olan 28 hasta kaydedilmiştir. Hastalar Grup 1 (M+W) ve Grup 2 (Grup M) olarak randomize edildi. Her iki grup için 14 hasta çalışmaya dahil edildi ve her biri standart protokole uygun olarak tedavi edildi. Her bir gruptaki hastaların demografik verileri, anestezi süreleri, operasyon odası sıcaklıkları benzerdi. (Tablo 3) Isıtma metoduna ilişkin herhangi bir komplikasyon izlenmemiştir.

Tablo 3:Gruplara göre olguların demografik ve klinik özellikleri

	Grup M+W	Grup M	p-değeri
Yaş (yıl)	58,4±11,6	51,2±11,8	0,115†
Cinsiyet			-
<i>Erkek</i>	6 (%42,9)	6 (%42,9)	
<i>Kadın</i>	8 (%57,1)	8 (%57,1)	
Vücut ağırlığı (kg)	74,3±13,4	73,8±18,2	0,938†
Beden kitle indeksi (kg/m²)	27,0±4,3	25,8±4,4	0,494†
ASA			0,481‡
<i>I</i>	0 (%0,0)	2 (%14,3)	
<i>II</i>	14 (%100,0)	12 (%85,7)	
Anestezi Süresi	224,0±59,7	231,1±42,3	0,718†

† Student's t testi, ‡ Fisher'in kesin sonuçlu olasılık testi.

Tüm hastalara standart olarak uygulanan 30 dakika ön ısıtma öncesine göre ön ısıtma sonrası vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişimler gruplar arasında

istatistiksel olarak benzer olarak hesaplanmıştır. Her iki grupta operasyon odalarının sıcaklıkları arasında anlamlı fark bulunmamaktadır (Tablo 4).

Tablo 4: Gruplara göre olguların ön ısıtma öncesi ve sonrası vücut sıcaklıkları

	Ön ısıtma öncesi	Ön ısıtma sonrası	p-değeri †	Yüzdesel değişim
Grup M+W	36,6 (36,0-37,4)	36,4 (36,0-37,7)	0,030	-0,54 (-1,37 – 0,80)
Grup M	36,5 (36,1-37,3)	36,4 (36,0-37,5)	0,175	-0,81 (-2,44 – 1,66)
p-değeri ‡	0,769	0,804		0,511

Veriler; medyan (minimum - maksimum) biçiminde gösterildi, † Gruplar içerisinde ön ısıtma öncesi ile ön ısıtma sonrası arasında yapılan karşılaştırmalar, Wilcoxon İşaret testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, ‡ Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalar, Mann Whitney U testi, ön ısıtma öncesi ile ön ısıtma sonrasında yapılan karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilirken ön ısıtma öncesine göre ön ısıtma sonrası vücut ısısında meydana gelen yüzdesel değişimler yönünden yapılan karşılaştırmada $p < 0,05$ için sonuç istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

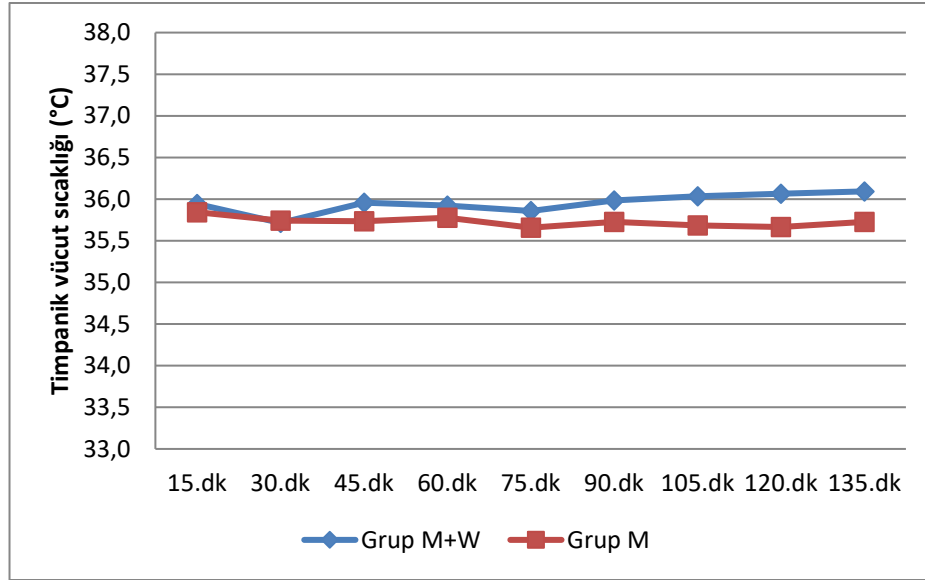
Intraoperatif ortalama özofageal, timpanik, periferel sıcaklık karşılaştırılmasına bakıldığında ise her iki grup arasında özofageal ve periferel sıcaklık ortalamasının benzer olduğu; ancak timpanik sıcaklık ortalamasının Grup 2 (Grup M) de Grup 1 (Grup M+W) e kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olduğu izlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5: Gruplara göre oda sıcaklığı ve ortalama sıcaklıkların değişimi

	Grup M+W	Grup M	p-değeri †
Ortalama oda sıcaklığı	20,1±1,39	19,9±1,41	0,610
Ortalama timpanik vücut sıcaklığı	36,0±0,40	35,7±0,37	0,047
Ortalama özofageal vücut sıcaklığı	36,1±0,41	35,9±0,53	0,139
Ortalama periferel vücut sıcaklığı	35,5±1,13	35,1±1,34	0,391

Veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Student's t testi.

Her iki grupta; izlem zamanları içerisinde ölçüm yapılan bölgelere göre değişim incelenmiştir. Timpanik sıcaklıkta anlamlı fark görülmemiş olup; herhangi iki izlem zamanına göre timpanik sıcaklıkta meydana gelen ortalama değişimler yönünden araştırıldığında Grup 1 (Grup M+W) ile Grup 2 (Grup M) istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. (Şekil 19)



Şekil 19: İzlem zamanlarına göre gruplar arasında timpanik sıcaklık değişimi karşılaştırılması

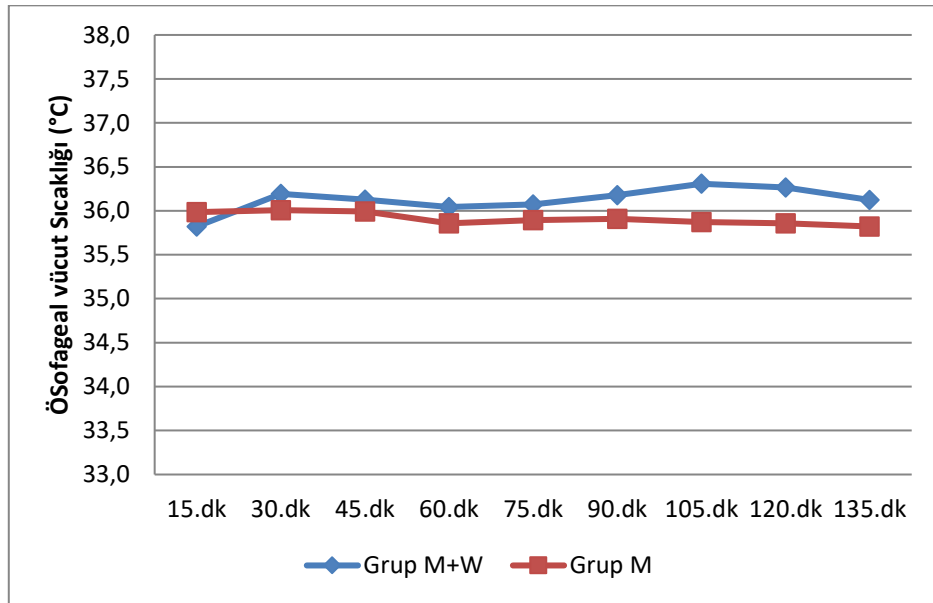
Özofageal sıcaklıkta anlamlı fark görülmemiş olup; herhangi iki izlem zamanına göre özofageal sıcaklıkta meydana gelen ortalama değişimler yönünden karşılaştırıldığında Grup 1 (Grup M+W) ile Grup 2 (Grup M) istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. (Şekil 20) (Tablo 6)

Tablo 6: İzlem zamanlarına göre özofageal vücut ısısı düzeyleri

	Grup M+W	Grup M
15.dk	35,8±0,83	36,0±0,41
30.dk	36,2±0,43	36,0±0,45
45.dk	36,1±0,39	36,0±0,45
60.dk	36,0±0,35	35,9±0,68
75.dk	36,1±0,44	35,9±0,50

90.dk	36,2±0,59	35,9±0,50
105.dk	36,3±0,70	35,9±0,53
120.dk	36,3±0,75	35,9±0,58
135.dk	36,1±0,48	35,8±0,59
p-değeri †	0,643	0,182

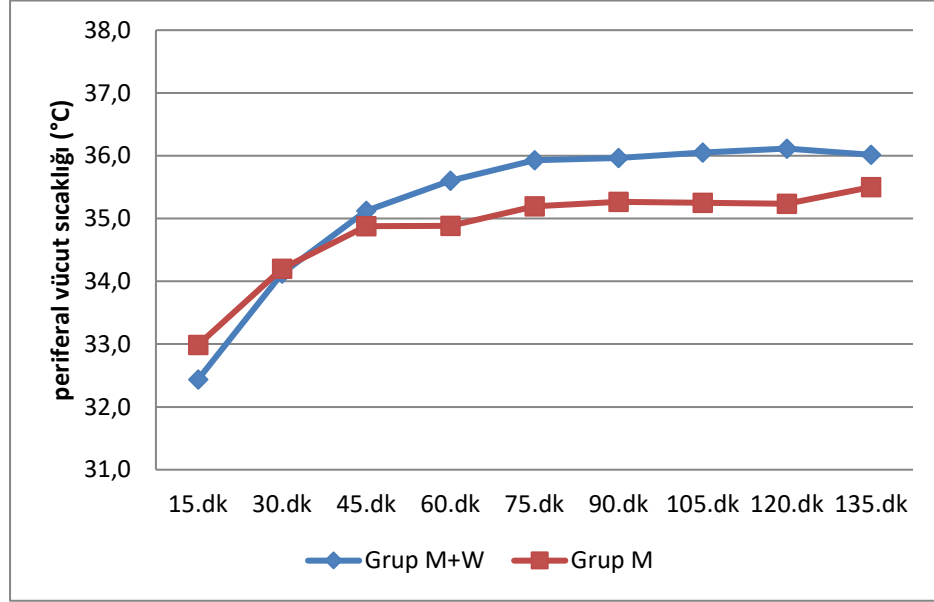
Veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi, Wilks'inLambda testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



Şekil 20: İzlem zamanlarına göre gruplar arasında özofageal sıcaklık değişimi karşılaştırılması

Periferal sıcaklık değişimlerine bakıldığında ise, Grup 1 (Grup M+W) de 15.dk'ya göre (30.dk hariç) diğer izlem zamanlarında periferal vücut sıcaklığı istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Grup 2 (Grup M) de izlem zamanları arasındaki periferal sıcaklığına bakıldığında 15.dk'ya göre 30 ve 45.dk hariç diğer tüm izlem zamanlarında periferal vücut sıcaklığının istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunduğu belirlenmiştir. İzlem zamanlarına göre periferal sıcaklık değişimleri kıyaslandığında her iki grup arasında anlamlı fark ise izlenmemiştir. Grup

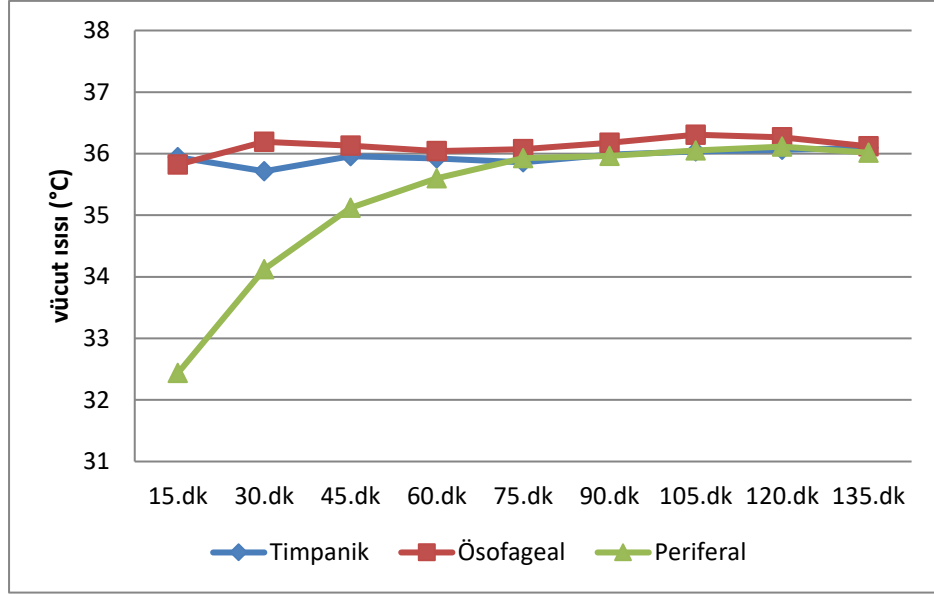
1 de, Grup 2 ye göre daha kısa sürede periferel sıcaklığın dengeye ulaştığı ve sonrasında stabil seyrettiği görülmektedir.



Şekil 21: İzlem zamanlarına göre gruplar arasında periferel sıcaklık değişimi karşılaştırılması

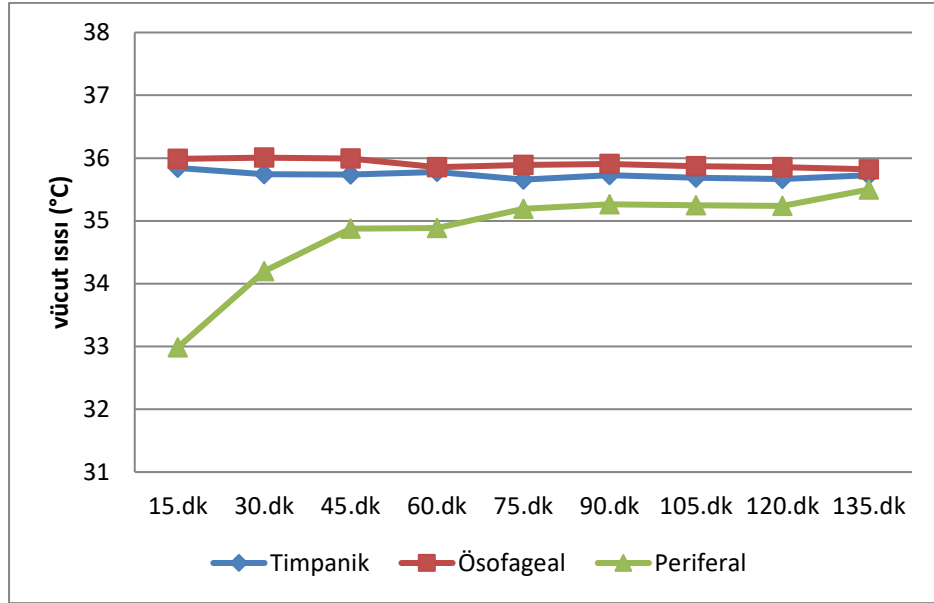
İki grup birbiriyle kıyaslandığında 15.dakikaya göre sırasıyla; 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 ve 135. dakikalarda timpanik, özofageal, periferel sıcaklıklarında meydana gelen yüzdesel değişimler kıyaslandığında anlamlı fark bulunmamıştır.

Grup 1 (Grup M+W) 15.dakikaya göre 60, 75, 90, 105, 120 ve 135. dakikalarda vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişimler yönünden bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p<0,001$), timpanik sıcaklığa kıyasla periferel sıcaklıkta (135.dakika hariç) vücut sıcaklığı yüzdesel olarak daha fazla değişmiş ve artmıştır ($p<0,001$). Ayrıca, 15. dakikaya göre 90, 105, 120 ve 135. dakikalarda özofageal sıcaklığa göre periferel vücut sıcaklığı yüzdesel olarak daha fazla değişmiş ve artmıştır ($p<0,001$). Başka bir ifade ile timpanik ve özofageal vücut sıcaklıkları daha stabil seyrederken periferel vücut ısısı daha fazla değişkenlik göstermiştir. (Şekil 22)



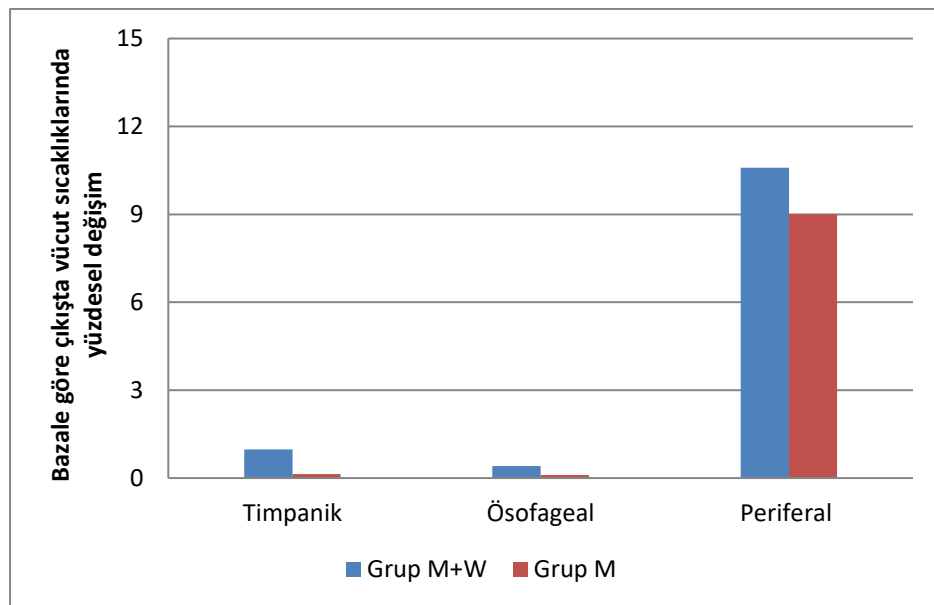
Şekil 22: İzlem zamanlarına göre timpanik, özofageal, periferal sıcaklık değişimlerinin karşılaştırılması- Grup 1 (Grup M+W)

Grup 2 (Grup M) de 15.dakikaya göre 60, 75, 90, 105, 120 ve 135. dakikalarda vücut ısısında meydana gelen yüzdesel değişimler yönünden bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p < 0,001$), timpanik ve özofageal sıcaklıklara göre periferal vücut sıcaklığı yüzdesel olarak daha fazla değişmiş ve artmıştır ($p < 0,001$). Başka bir ifade ile timpanik ve özofageal vücut sıcaklıkları daha stabil seyrederken periferal vücut sıcaklığı daha fazla değişkenlik göstermiştir. (Şekil 23)



Şekil 23: İzlem zamanlarına göre timpanik, ösofageal, periferal sıcaklık değişimlerinin karşılaştırılması -Grup 2 (Grup M)

Grup 1 (Grup M+W) ile Grup 2 (Grup M) arasında bazale (15.dk) göre çıkış sıcaklıklarında sırasıyla; timpanik, ösofageal ve periferal vücut sıcaklıklarında meydana gelen yüzdesel değişim yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$) (Şekil 24)



Şekil 24: Bazale göre çıkış vücut sıcaklıklarında oluşan yüzdesel değişimin farklı ölçüm metotları ve iki grup arasında karşılaştırılması

Grup 1 (Grup M+W) ve Grup 2 (Grup M)' de bazale (15.dk) göre çıkış vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişimler yönünden bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup ($p<0,001$), söz konusu farka neden olan durum timpanik ve ösofageale göre periferalde vücut sıcaklığının yüzdesel olarak daha fazla değişmiş ve artmış olmasıdır. ($p<0,001$) (Şekil 24).

Grup 1 (Grup M+W) ile Grup 2 (Grup M) arasında bazale (15.dk) göre operasyon odasından çıkışta sırasıyla; timpanik, ösofageal ve periferal vücut sıcaklıklarında meydana gelen yüzdesel değişim yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. ($p>0,05$) (Tablo 7)

Tablo 7:Bazale (15.dk) göre çıkışta timpanik, ösofageal ve periferal vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişimler

	Grup M+W	Grup M	p-değeri †
Timpanik	0,98 (-3,05 – 3,38) ^a	0,14 (-3,33 – 2,24) ^a	0,401
Ösofageal	0,41 (-3,30 – 6,57) ^b	-0,001 (-2,77 – 1,68) ^b	0,306
Periferal	10,59 (1,73 – 23,57) ^{a,b}	9,01 (-0,29 – 13,07) ^{a,b}	0,329
p-değeri ‡	<0,001	<0,001	

Veriler; medyan (minimum - maksimum) biçiminde gösterildi,†Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalar, Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,0167$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi,‡Gruplar içerisinde yapılan karşılaştırmalar, Friedman testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, a: Timpanik ile Periferal arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$),b: Ösofageal ile Periferal arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$).

Tüm olgular içerisinde anestezi süresi ile operasyon odasından çıkışa göre derlenme odasına girişte timpanik vücut sıcaklıklarında meydana gelen yüzdesel değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=-0,346$ ve $p=0,071$)

Grup 1 (Grup M+W) ve Grup 2 (Grup M)' de anestezi süresi ile çıkışa göre derlenme odasına girişte timpanik vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. (Grup 1 $r=-0,323$ ve $p=0,259$) . (Grup 2 $r=-0,338$ ve $p=0,236$).

Grup 1 (Grup M+W) ve Grup 2 (Grup M)' de derlenme odasına giriş ve derlenme odasından çıkıştaki vücut sıcaklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. (Grup 1 $p=0,136$) (Grup 2 $p=0,587$).

Grup 1 (Grup M+W) ve Grup 2 (Grup M) arasında ayılma odasına girişe göre ayılma odasından çıkarken vücut ısılarında meydana gelen yüzdesel değişimler yönünden de istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p=0,194$) (Tablo 8)

Tablo 8:Gruplara göre olguların derlenme odasına giriş ve çıkıştaki vücut sıcaklıkları

	Giriş	Çıkış	p-değeri †	Yüzde değişim	p-değeri ‡
Gruplar					0,194
M+W	36,02±0,46	35,81±0,58	0,136	-0,68 (-2,72 – 2,24)	
M	35,65±0,51	35,72±0,59	0,587	0,28 (-1,69 – 2,81)	

Veriler; medyan (minimum - maksimum) biçiminde gösterildi,†Gruplar içerisinde yapılan karşılaştırmalar, Bağımlı t-testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, ‡ Gruplar arasında yapılan karşılaştırma, Mann Whitney U testi, $p<0,05$ için sonuç istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Grup 1 (Grup M+W) ve Grup 2 (Grup M)' de anestezi süresi ile çıkıştaki ösofageal vücut sıcaklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. (Grup 1 $r=-0,421$ ve $p=0,134$) (Grup 2 $r=-0,109$ ve $p=0,711$). Tüm olgular içerisinde anestezi süresi ile çıkıştaki ösofageal vücut sıcaklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=-0,319$ ve $p=0,098$).

Grup1 (Grup M+W) ve Grup 2 (Grup M)' de anestezi süresi ile 15.dakikaya göre çıkışta ösofageal vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. (Grup 1 $r=-0,393$ ve $p=0,165$) (Grup 2 $r=-0,098$ ve $p=0,739$). Tüm olgular içerisinde de anestezi süresi ile 15.dakikaya göre çıkışta ösofageal vücut sıcaklığında meydana yüzdesel değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=-0,298$ ve $p=0,123$)

Tüm olgular içerisinde de anestezi süresi ile 15.dakikaya göre diğer izlem zamanlarında ösofageal vücut sıcaklığında meydana yüzdesel değişimler arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($p>0,00625$) (Tablo 8)

Grup 1 (Grup M+W)' de ortalama oda sıcaklığı ile 15. dakikaya göre diğer izlem zamanlarında ösofageal vücut sıcaklığında meydana yüzdesel değişimler arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($p>0,003125$) **Grup 2 (Grup M)'de ise ortalama oda sıcaklığı azalma ile 15.dakikaya göre 120.dakikadaki ($r=0,783$) ve 135.dakikadaki ($r=0,877$) ösofageal vücut sıcaklığındaki düşüş korelasyon göstermiştir. ($p<0,001$)** Ortalama oda sıcaklığı ile 15.dakikaya göre diğer izlem zamanlarında ösofageal vücut sıcaklığında meydana yüzdesel değişimler arasında ise Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($p>0,003125$) Tüm olgular içerisinde de oda sıcaklığı ile 15.dakikaya göre diğer izlem zamanlarında ösofageal vücut sıcaklığında meydana yüzdesel değişimler arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir ($p>0,00625$) (Tablo 9).

Tablo 9: Gruplar içerisinde ortalama oda sıcaklığı ile 15.dakikaya göre diğer izlem zamanlarında ösofageal vücut ısısında meydana yüzdesel değişimler arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	Grup M+W		Grup M		Toplam	
	<i>r</i>	<i>p</i> ††	<i>r</i>	<i>p</i> ††	<i>r</i>	<i>p</i> †¶
30.dk	-0,363	0,202	0,078	0,791	-0,063	0,749
45.dk	-0,401	0,155	0,051	0,864	-0,133	0,500
60.dk	-0,276	0,340	0,359	0,207	0,052	0,795
75.dk	-0,297	0,302	0,383	0,176	0,101	0,608
90.dk	-0,323	0,260	0,493	0,073	0,104	0,598
105.dk	-0,357	0,210	0,641	0,014	0,152	0,439

120.dk	-0,349	0,221		0,783	<0,001		0,231	0,238
135.dk	-0,343	0,230		0,877	<0,001		0,262	0,179

†Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi, ‡ Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,0031$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, ¶ Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,0062$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Grup 1 (Grup M+W)' de ortalama oda sıcaklığı ile 1. saatte ölçülen ösofageal vücut sıcaklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=0,218$ ve $p=0,454$). Grup 2 (Grup M)'de de ortalama oda sıcaklığı ile 1. saatte ölçülen ösofageal vücut sıcaklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=0,354$ ve $p=0,214$). Tüm olgular içerisinde de ortalama oda sıcaklığı ile 1. saatte ölçülen ösofageal vücut sıcaklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=0,351$ ve $p=0,067$).

Grup 1 (Grup M+W)' de ortalama oda sıcaklığı ile çıkış ösofageal vücut sıcaklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=0,186$ ve $p=0,525$). **Grup 2 (Grup M)' de ise ortalama oda sıcaklığı arttıkça çıkış ösofageal vücut sıcaklığı da istatistiksel anlamlı olarak artmış bulunmuştur. ($r=0,841$ ve $p<0,001$) Tüm olgular içerisinde de ortalama oda sıcaklığı arttıkça çıkış ösofageal vücut sıcaklığı da istatistiksel anlamlı olarak artmış bulunmuştur. ($r=0,569$ ve $p=0,002$)**

Grup 1 (Grup M+W)' de ortalama oda sıcaklığı ile 15.dakikaya göre çıkışta ösofageal vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=-0,323$ ve $p=0,259$) **Grup 2 (Grup M)'de ise ortalama oda sıcaklığı azaldıkça 15. dakikaya göre çıkıştaki ösofageal vücut sıcaklığı da o kadar azalmakta olduğu belirlenmiştir. ($r=0,862$ ve $p<0,001$).** Tüm olgular içerisinde ortalama oda sıcaklığı ile 15. dakikaya göre çıkışta ösofageal vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir. ($r=0,270$ ve $p=0,165$).

Oda sıcaklığı değişimleri ile Grup 2 (Grup M)' deki ösofageal sıcaklık değişimleri açısından anlamlı korelasyon bulunmakla birlikte Grup 1' de böyle bir ilişki görülmemektedir.

Grup 1 (Grup M+W) ile Grup 2 (Grup M) arasında derlenme odasına geçiş süresi ortalamaları yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. ($p=0,186$) **Grup 1 (Grup M+W)' e göre Grup 2 (Grup M)' de derlenme odasındaki ilk timpanik sıcaklık ortalaması daha düşük olmasına karşın gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. ($p=0,052$) Grup 1 (Grup M+W)' e göre Grup 2 (Grup M)' deki olgular istatistiksel anlamlı olarak derlenme odasında daha kısa süre kalmış oldukları belirlenmiştir. ($p=0,016$)** Grup1 (Grup M+W) ile Grup 2 (Grup M) arasında derlenme odasındaki ortalama vücut sıcaklıkları yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmemiştir. ($p=0,284$) (Tablo 10)

Tablo 10: Gruplara göre olguların derlenme odasında ölçülen klinik bulguları

	Grup M+W	Grup M	p-değeri
Derlenme odasına geçiş süresi	13,5±5,5	16,3±5,3	0,186†
Derlenme odasında ilk timpanik sıcaklık	36,0±0,46	35,6±0,51	0,052†
Derlenme odasında kalış süresi	60 (45-60)	45 (30-60)	0,016‡
Derlenme odasında ortalama vücut sıcaklığı	35,8±0,45	35,6±0,51	0,284†

† Student's t testi, ‡ Mann Whitney U testi.

Grup 1 (Grup M+W)' de derlenme odasında kalış süresi ile derlenme odasındaki ortalama vücut sıcaklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır. ($r=-0,108$ ve $p=0,713$). Grup 2 (Grup M)'de de derlenme odasında kalış süresi ile derlenme odasındaki ortalama vücut sıcaklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır. ($r=-0,049$ ve $p=0,867$) Tüm olgular içerisinde de derlenme odasında kalış süresi ile ayılma odasındaki ortalama vücut sıcaklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($r=0,036$; $p=0,855$) (Tablo 11).

Tablo 11:Derlenme odasında kalış süresi ile derlenme odasındaki ortalama vücut sıcaklığı arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	n	Korelasyon katsayısı	p-değeri †
Grup M+W	14	-0,108	0,713‡
Grup M	14	-0,049	0,867‡
Toplam	28	0,036	0,855¶

† Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi, ‡ Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, ¶ $p < 0,05$ için sonuç istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Grup 1 (Grup M+W) ile Grup 2 (Grup M) arasında ölçülen son timpanik vücut sıcaklığına göre derlenme odasında ölçülen ilk timpanik vücut sıcaklığında meydana gelen yüzdesel değişimler yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. ($p=0,874$)

Hastaların kanama miktarları incelendiğinde, medyan değerlerin benzer olduğu (Grup M+W; 100 (20-500) ml ve Grup M; 100 (50-1000) ml) ($p=0.061$) bulunmuştur. Grup M'de 1 hastada 1000 ml kanama gözlenmiş, 2 ünite ES verilmiş, ancak vücut sıcaklığında diğer hastalardan farklılık gösteren bir değişim izlenmemiştir. Bu hasta, grupların kanama miktarları açısından karşılaştırılması sırasında analiz dışında bırakıldığında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

PAS skorları incelendiğinde, Grup M+W'de ayılma odasına ilk geliş skorları 4 hastada 1-2 olarak değerlendirilmiş ve 2 hastaya intravenöz petidine uygulanmış, daha sonraki 1 saatlik izlemleri boyunca titreme gözlenmemiştir. Grup M'de ise, sadece 1 hastada ayılma odasına geldiğinde titreme gözlenmiş ve skoru 4 olarak değerlendirilerek intravenöz petidin uygulanmış, daha sonraki 1 saatlik izleminde titreme gözlenmemiştir. 1 hastada ise titreme, ayılma odasına geldikten sonraki 15. dakikada gözlenmiş, skor 2 olarak değerlendirilmiş, intravenöz petidin uygulanmasına rağmen 30. dakikada da devam etmiş, ancak sonraki izlemlerinde titreme izlenmemiştir. Titreme gözlenen hastaların ameliyattan çıkış ösofageal ve timpanik ölçümleri ile ayılma odasına geliş timpanik ölçümleri arasında fark gözlenmemiştir.

Hemodinamik parametreler, sistolik (Grup M+W; 111 ± 11.7 mmHg ve Grup M; 108.75 ± 7.22 mmHg) ve diyastolik kan basınçları (Grup M+W; 66.8 ± 8.6 mmHg ve

Grup M; 66.8 ± 5.2 mmHg) ile kalp hızları (Grup M+W; 73.1 ± 11.7 ve Grup M; 77.3 ± 10.7 atım/dk) incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel ya da klinik olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

5. TARTIŞMA

Açık abdominal cerrahiler, major ısı kaybının olduğu cerrahilerdendir [195]. Isı kaybının önlenmesi için yapılan çalışmalarda optimum etkinliği sağlayan ısıtma tekniği için yeterli veri bulunmamaktadır [196]. Çalışmamızda, litotomi pozisyonunda alt abdominal cerrahi geçiren hastaların bir kısmı standart konveksiyonel metod (Grup 2) ile diğer kısmı ise konveksiyonel metodla birlikte kondüksiyonel metotla operasyon boyunca ısıtılmıştır. Sonuç olarak, her iki grupta kor sıcaklıklarında anlamlı bir fark olmadığı, sıcaklığın normotermik sınırlarda korunabildiği, bu açıdan benzer etkinlikte oldukları gösterilmiştir.

Ön ısıtma

İstenmeyen hipotermiyi önlemek için kullanılan sistemler; anestezi indüksiyonu sonrasında uygulandıkları zaman redistribüsyon hipotermisini engelleyemezler [197]. Geniş retrospektif çalışmalarda, ön ısıtma yapılarak, perioperatif hipotermi oranlarının %20' nin aşağısına indirilebileceğini göstermektedir [31]. Ön ısıtmanın ne kadar süre yapılması gerektiğine dair pek çok çalışma bulunmakla birlikte yine pek çok çalışmada 15-30 dakikalık bir sürenin yeterli olduğu vurgulanmaktadır [197]. Çalışmamızda, operasyon odasına alınmadan önce bütün hastalara, ameliyathane içinde başka bir ortamda 30 dakika süreyle basınçlı hava üfleli battaniyelerle aktif ısıtma uygulanmıştır. Ön ısıtma öncesi ve sonrasındaki vücut sıcaklıklarında oluşan yüzdesel değişimler kıyaslandığında istatistiksel olarak benzer oldukları belirlenmiştir. Bu durum göstermektedir ki; ısı kapasitesi artmasından çok ısı kaybı engellenmektedir.

Redistribüsyon hipotermisi pek çok çalışmada gözlemlenmiştir. [164] [195] [7] [196]. 15-30 dakika boyunca yapılan ön ısıtmanın redistribüsyon hipotermisini engelleyebileceği çalışmalarda gösterilmiştir [198] [164]. Etkinliği bu derece ortaya konulduğu için çalışmamızda tüm hastalara ön ısıtma uyguladık ve ilk bir saat içerisinde gözlemlenen redistribüsyon hipotermisinin önüne geçilebildiğini gözlemledik.

Isıtma teknikleri

Redistribüsyon fazını takip eden lineer fazda kor sıcaklık düşüşü literatür bilgisi olarak devam etmektedir. Bunun temel nedeni ise ısı kaybının üretimin üzerinde olmasıdır. Kor sıcaklık düşüşünü engelleyen bu periyottaki en önemli unsur kullanılan ısıtıcı cihazdan olan yararlanımdır [164]. Bu fazda ısı kaybı konveksiyon, kondüksiyon, buharlaşma yolu ile olmakta; açık abdominal saha, litotomi pozisyonu, yıkama sıvıları da bu kaybın daha da belirginleşmesine neden olmaktadır

Çok sayıda ve türde ısıtma sistemi mevcuttur. Basınçlı hava üflemlerli cihazlar ve battaniyeleri ucuz ve güvenli olduklarından rutin olarak kullanılmaktadırlar. Read ve arkadaşlarının yapmış oldukları retrospektif çalışmada kolektomi yapılan hastalarda perioperatif hipotermimin basınçlı hava üflemlerli battaniyelerle ilk bir saat olan kor sıcaklık düşüşü haricinde önlenebileceğini göstermekte; kolektomi yapılan hastalarda ısı kaybının özellikle operasyondan önceki dönemde oluştuğuna dikkat çekmektedir [195]. Basınçlı hava üflemlerli cihazlar bölge başına daha az nitelikli hava transfer etmelerine rağmen geniş bir saha kapladıkları takdirde etkili bir ısınma sağlayabilmektedirler [164]. Ihn ve arkadaşlarının yapmış olduğu, total abdominal histerektomi geçiren hastalarda üç aktif ısıtma metodunu karşılaştıran çalışmada basınçlı hava üflemlerli battaniyelerden sadece cerrahi sahanın açık olduğu battaniye tipinin, üst vücut battaniyesi ve su dolaşımli yatağa göre daha az kor sıcaklık düşüşüne neden olduğu görülmüştür. Bu da basınçlı hava üflemlerli cihazlarla kaplanan sahanın önemine işaret etmektedir [164]. Bizim çalışmamızda ise basınçlı hava üflemlerli cihazlar üst vücut battaniyesi ile çalıştırılmış olup litotomi pozisyonuna uygun battaniyeler kullanılmamıştır. Bu da cihazdan olan yararlanımı azaltan bir unsur olarak görülebilir; ancak çalışmamızda vücut sıcaklığı normal sınırlarda korunabilmiştir.

Horosz ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada su dolaşımli battaniyelerin tek başlarına hipotermiden korunmada etkinliğinin oldukça düşük olduğu gözlenmiştir [197]. Bu çalışmada, suyun havadan daha fazla ısı kapasitesine sahip olması nedeniyle geniş vücut alanlarının kaplanabildiği durumlarda ısı transferinin artabileceği üzerinde durulmuştur. Yine Negishi ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada açık abdominal cerrahi geçiren hastalarda su dolaşımli battaniye, basınçlı hava üflemlerli battaniye ve dirençli ısıtma sistemleri karşılaştırılmış, su dolaşımli battaniye grubunda

diğer yöntemlere kıyasla kor sıcaklık düşüklüğünün daha belirgin olduğu izlenmiştir [177]. Matsuzaki ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise, su dolaşımli battaniyelerin basınçlı hava üflemeli battaniyeler ve dirençli ısıtma sistemlerine göre kor sıcaklık dengesini sağlamada daha başarısız olduğunu göstermiştir [178]. Hasegawa ve arkadaşlarının açık abdominal vakalarda üç farklı ısıtma tekniği içerisinde su dolaşımli battaniyeyle birlikte bacak pedlerinin kullanıldığı durumlarda preoperatif değerlere göre kor sıcaklığın daha az düştüğünü belirlemesi, su dolaşımli sistemlerle kaplanan sahanın önemine işaret etmektedir [2]. Bizim çalışmamızda su dolaşımli battaniyenin basınçlı hava üflemeli cihazlara eklenmesi, alt ekstremitayı kaplayan pedlerin olmaması bu sistemden sağlanan yararı azaltabilecek olmasına rağmen, vücut sıcaklıkları normal sınırlarda korunabilmiştir.

Su dolaşımli battaniyelerin basınçlı hava üflemeli battaniyeler ile kombine edildiklerinde de etkili bir ısıtma gerçekleştirebildiklerini gösteren çalışmalar mevcuttur [197][187]. Literatürde doğrudan basınçlı hava üflemeli sistemlerle; basınçlı hava üflemeli sistemler ve su dolaşımli yatakların birlikte kullanıldığı durumlarda kor sıcaklık değişimlerini kıyaslayan çalışma bulunmamaktadır. Ancak Perez ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada major abdominal cerrahi geçiren iki hasta grubunda su dolaşımli battaniye ve basınçlı hava üflemeli battaniyelerin birlikte kullanıldığı ısıtma sistemi, su dolaşımli kıyafetlerle kıyaslanmış olup her iki sistem kor sıcaklık dengesi sağlamada eşdeğer etkinlikte bulunmuştur [187]. Bu çalışma anterior ve posterior ısıtmanın birlikte uygulanmasının önemine vurgu yapmakta olup, bunu sağlayan sistemlerin eş değer faydalanımla kullanılabilceğini ifade etse de bizim çalışmamızda; bu çalışmadan farklı olarak hastaların litotomi pozisyonunda olması nedeniyle ısıtılabilinen vücut yüzey alanı az olmasına rağmen anterior ısıtma anterior ve posterior ısıtma kadar kor sıcaklık dengesinin sağlanmasında eş değer faydalanım göstermiştir. Bu durum bize posterior ısıtmadan olan faydalanımın sınırlı olduğuna işaret edebilir.

Hasta pozisyonu

Genel anestezi indüksiyonu sonrası ısı kaybı özellikle ekstremitelerden olmaktadır; dolayısıyla ekstremitelerin ısıtılması oldukça önem arz etmektedir. Ancak çalışma sırasında elimizdeki battaniye tek tip olduğu için her iki grupta da sadece

gövde ile birlikte üst ekstremiteler ısıtılabilmiştir. Litotomi pozisyonu nedeniyle hastanın sırtından yapılan su dolaşımli battaniye ile ısı aktarımı alt ekstremitelyi içermemektedir. Alt ekstremitelye ısıtılması yapılamamasına rağmen çalışmamızda kor sıcaklık dengesinin sağlanabiliyor olduğu görülmektedir.

Literatürde su dolaşımli battanilyelerle kombine edilen alt ekstremitelye bacakları saran içi su dolu aparatlarla daha başarılı bir şekilde istenmeyen hipotermiyin engellendiği gözlenmiştir [197]. Ancak bizim elimizde böyle aparatlar bulunmadığından sırttan ısıtma tek tip battanilye ile sağlanmıştır.

Litotomi pozisyonu aynı zamanda santral bölgeye olan kan akımını arttırarak kor-sıcaklık gradiyentiyinin belirginleşmesine neden olabilir. Bu durum bir kez daha ön ısıtmanın önemine işaret etmektedir.

Bacaklar yukarıda hasta pozisyonu, termoregülatuvar vazokonstrüksiyon eşliğini 1 °C'den daha fazla azaltabilmektedir [64]. Bu durumun venöz dönüşün artması ile birlikte olan sağ atrial transmural basınç artışıyla tetiklenen baroreseptör uyarı neticesinde oluştuğu düşünölmektedir. Bunun sonucu olarak, termoregülatuvar vazokonstrüksiyon daha düşük kor sıcaklıklarında aktive olmakta bu da operasyon sonunda daha düşük kor sıcaklıklarının oluşmasına yol açmaktadır [65]. Ancak bizim çalışmamızda litotomi pozisyonuna bağı kor sıcaklık düşüşü izlenmemiştir.

Oda sıcaklığı

Lineer fazda ısı kaybını arttıran bir başka unsur, operasyon odası sıcaklığıdır. Operasyon odası sıcaklığında 1 °C artış olmasının, kutanöz ısı kaybını %10 azaltabileceği düşünölebilir. Bu nedenle operasyon odası sıcaklığını arttırmak, hipotermiyin büyüklüğünü azaltmak için etkin bir yöntem olabilir [31].

1970 lerde Morris ve Kumar sistematik olarak perioperatif hipotermiy gelişiminde operasyon odası sıcaklıklarının etkisini çalışmışlardır. Bu çalışmada; operasyon odası sıcaklığı 21 °C altında olduğu zaman, kor sıcaklık 36 °C altına düşebilmektedir [69]. Bizim çalışmamızda oda sıcaklıkları bu çalışmayla benzer olmasına rağmen kor sıcaklıkta düşük izlenmemiştir. Major vasküler cerrahi, artroplastiler ve karaciğer rezeksiyonları sırasında 24 °C civarında operasyon odası sıcaklıkları daha düşük sıcaklıklara göre daha az hipotermiy ile ilişkilendirilmiştir [31]. Bu literatür bilgisi de bizim çalışmamızdaki oda sıcaklıklarının oldukça üzerinde

izlenmektedir. Çalışmamızda ortalama oda sıcaklıkları alt sınıra yakın kalmaktadır. Grup 1 de ($20,1 \pm 1,39$ °C), Grup 2 de ise ($19,9 \pm 1,41$ °C) olarak oda sıcaklıkları ortalaması belirlenmiştir. Bunun nedeni operasyon odası sıcaklığının genellikle cerrahi personelin konforuna göre ayarlanması, bu ekibin kalın cerrahi kıyafetler ve ışıklar altında sıcaklık artışının olması nedeniyle konfor kaybına uğramalarıdır. Ancak NICE kılavuzunun da önerdiği şekilde cerrahi ekibin konforunu sağlamak için oda sıcaklığını azaltmak yerine ek bir takım başka önlemler alınması gerekmektedir. Ancak kılavuzda bu önerilerin ne olduğu net bir şekilde ifade edilmemiştir. Düşük oda sıcaklıklarının perioperatif hipotermi ile doğrudan ilişkili olduğunun bilinmesinin yanısıra çalışmamızda bu durumun gözlenmemesinde, kullanılan ısıtıcı cihazların etkinliğinin yanı sıra ön ısıtmanın da katkısı olduğu düşünülebilir.

Önerilen oda sıcaklıkları; British NICE klavuzuna göre, en az 21 °C iken; Alman ve Avusturya kılavuzu operasyon odası sıcaklığını 21 °C, Amerikan ASPAN kılavuzu ise 20-25 °C arasında olmasını önermektedir [70][71]. Çalışmamızda sabit oda sıcaklığı sağlanamamıştır. Bu nedenle oda sıcaklığı ile özofageal sıcaklık korelasyonu incelenmiştir. Oda sıcaklığı ve kor sıcaklık arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma literatürde sınırlıdır. Grup 1'de anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Grup 2'de ise oda sıcaklığı arttıkça çıkış özofageal sıcaklık artmaktadır. Tüm olgular düzeyinde bakıldığında ise oda sıcaklığı arttıkça çıkış özofageal sıcaklığın arttığı görülmektedir. Grup 2' de görülen bu korelasyonun Grup 1'de izlenmemesinin nedeni; iki ısıtıcı sistemin birlikte kullanıldığı durumlarda olan yararlanımın daha fazla olması ve bu şekilde oda sıcaklığındaki dalgalanmalardan daha az etkilenmesi olabilir.

Oda sıcaklığı azaldıkça özofageal sıcaklığın azalabileceği yönündeki ön hipotezimize göre yapılan istatistiksel incelemede ise sadece Grup 2 'de 120. ve 135. dakikalarda oda sıcaklığı azaldıkça kor sıcaklığın azaldığı tespit edilmiş; ancak istatistiksel düzeltmelerle tekrar inceleme yapıldığında oda sıcaklığı ile özofageal sıcaklık arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon görülmemiştir. Bunda kor sıcaklık regülasyonunda oda sıcaklığının düşük olmasının kısmi bir etkisinin bulunması neden olarak gösterilebilir.

Yıkama Sıvıları/ Sıvı ısıtılması

Cerrahi tarafından indüklenen ısı kaybı mekanizmalarından birisi de irrigasyon sıvıları ve kanamadır. Kanamanın kendisi doğrudan soğumaya neden olmamaktadır ancak kan replasmanı ve verilen sıvıların ısıtılmaması, sıvıların miktarına ve sıcaklığına bağlı olarak doğrudan hipotermiye neden olmaktadır [31].

Laparotomi sırasında yıkama solüsyonları ile ısı kaybı artmakta; açık sahadan buharlaşma ile ciddi ısı kaybı olmaktadır. Fazla miktarda sıvının yer değiştirmesi de ısı kaybını eş zamanlı tetiklemektedir. Biz de çalışmamızda verdiğimiz tüm intravenöz sıvıları radyan sıvı ısıtıcı cihazla ısıtıp vermiş olmamıza rağmen kan ve ürünleri kullanımı olduğu durumda; cihaz bu ürünlerin kullanımına uygun olmadığı için ısıtma yapamadık; ancak buna rağmen vucüt sıcaklıkları normal sınırlarda korunabilmiştir. Grup 1’de bir hasta, 1 ünite eritrosit süspansiyonu almış olup; Grup 2’de bir hasta, 2 ünite eritrosit süspansiyonu almıştır.

Cerrahi sahanın çok sayıda yıkanması; sıvıların saha dışarısına çıkıp hastaların sırt kısımlarında göllenmesine neden olmaktadır. Bu da ısı kaybını arttıran bir başka önemli unsurdur. Konveksiyonel, hastanın üst tarafından yapılan ısıtma biçiminde bu temel bir problem teşkil etmemekle birlikte; hastanın sırtından kondüksiyonel metotla yapılan ısıtma sistemleri için bu önemli bir problem teşkil etmekte; cihazdan hastaya ısı akışı sırasında arada olan bu bariyer ısı transferine engel olmaktadır. Literatüre bakıldığında basınçlı hava üflemleri sistemlerin su dolaşımını yatakla birlikte kullanılmaları durumunda tek başlarına kullanımlarına göre daha fazla etkinlik gösterdikleri bilinmektedir [197] [2]. Bizim çalışmamızda elde edilen bu eş değer etkinliğin doğrudan açık abdominal cerrahi kaynaklı olduğunu; intraoperatif olarak yapılan yıkama solüsyonları ve kanamaların hastaların kondüksiyonel ısıtma metodlarından faydalanımlarını etkileyebileceğini düşünmekteyiz. Hastaların operasyon bitiminde ayılma ünitesine transport edilme amacıyla sedyeye alındıkları zaman; alttaki cerrahi örtülerin yüksek oranda ıslak olması bu temel nedenin varlığını kuvvetle desteklemektedir. Farklı cerrahi tiplerinde yüksek hasta sayısı ile benzer çalışmaların yapılması, oluşan bu ön tanımızın desteklenmesinde faydalı olabilir.

Ölçüm metodları

Özofageal sıcaklık, kor sıcaklık ölçümünde altın standartlardan biridir [140][145]. Timpanik membrandan doğrudan sıcaklık ölçümleri de, kor sıcaklık ölçümünde altın standart yöntemlerden biridir [140][145]. Çalışmamızda timpanik sıcaklığı doğrudan değil infrared termometre ile değerlendirdik. Literatür bilgisi, bu termometreler ile ölçüm sırasında işitme kanalının geniş bir kısmı alınmakta olduğunu; bunun da hata payını arttırmakta olduğunu söylemektedir [140][152]. Çalışmamızda önceki çalışmaların aksine, timpanik ölçümlerin özofageal ölçümlerle benzer oldukları görülmüştür. Non-invaziv olan bu metodun kor sıcaklık tayininde düşük hata payıyla çalıştığı, bilinci açık hastalarda, özofageal ölçümlerle benzer doğruluk payıyla kullanılabilir olduğu söylenebilir. Ancak timpanik sıcaklık, spot kontroller için kullanılabilir sürekli ısı takibinde kullanılmaz [31]. Bu da preoperatif ve postoperatif dönemde kullanımının daha uygun olacağı anlamına gelebilir.

Cilt sıcaklıkları kor sıcaklıktan belirgin derece düşüktür ve cilde gelen ısı transportu ve ciltten perifere ısı kaybı arasındaki dengeye bağlıdır. Bu nedenle cilt sıcaklığı ölçümü iyi bir kor sıcaklık ölçüm metodu değildir [148] [31]. Bizim çalışmamızda da periferal sıcaklık ölçümündeki dalgalanmalar, bu çalışmaların sonucunu desteklemektedir. Cork ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada, ortalama cilt sıcaklığının, ortalama timpanik sıcaklıktan 2.4-3.6 °C az olduğunu, timpanik sıcaklıkla anestezi süresinden bağımsız olarak zayıf korelasyon gösterdiğini bulmuştur [199]. Bizim çalışmamızda da Grup 1 de 0.5 °C, Grup 2 de 0.6 °C ortalama fark olduğu, periferal sıcaklığın daha düşük izlendiği görülmektedir. Bu Cork ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmaya göre oldukça düşük bir fark teşkil etmektedir.

Patel ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada periferal sıcaklık ile intraoperatif kor sıcaklık değişimi arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır [200]. Periferal sıcaklık özofageal sıcaklıktan 0.3 °C daha düşük bulunmuştur. Çalışmamızda ise bu fark Grup 1 de 0.6 °C , Grup 2' de 0.8 °C olarak izlenmekte, gruplar arasında anlamlı fark gözlenmemekle birlikte periferal sıcaklığın özofageal sıcaklığa göre önceki çalışmaya göre en az iki kat daha fazla düşük olduğu dikkat çekmektedir. Aynı çalışmada kor-periferal sıcaklık gradiyenti 2-4 °C arasında değişirken bizim

çalışmamızda bu fark Grup 1 de 0.5 °C, Grup 2 de ise 0.7 °C izlenmektedir. Bu da çalışmamızda kor-periferel sıcaklık gradiyentinin düşük olduğunu ifade eder.

Çalışmamızda, izlem zamanlarına göre ölçüm metodları kıyaslandığında, timpanik ve özofageal ölçüm dalgalanmalarının daha az olduğu, her iki grup ısıtma sisteminde de periferel sıcaklık değişiminin dalgalı olduğu görülmektedir. Her iki grup periferel sıcaklık değişimleri açısından karşılaştırıldığında ise anlamlı bir fark izlenmemektedir. Çalışmamızda probun yerini gözlemleyebilmek; intraoperatif yanlışlıkla probun çıkışını engelleyebilmek adına hastanın gövde kısmına probu yerleştirdik. Basınçlı hava üflemleri battaniye, hastanın gövde kısmını örttüğü için periferel prob battaniyenin altında kalmaktaydı. Probu sağ veya sol gövde kısmına yerleşimi belirlenirken ise; basınçlı hava üflemleri cihazın hortumların olduğu kısmın aksi tarafındaki uzak bölge seçilmiştir. Bunun amacı; basınçlı hava üflemleri battaniyelerin kendi içerisindeki heterojen ısı dağılımı sebebiyle prob ölçümlerinde oluşabilecek artefaktları minimize indirmektir. Periferel sıcaklıktaki bu dalgalanmanın sebebi olarak temelde; basınçlı hava üflemleri battaniyelerin kendi içerisinde olan ısı distribüsyonunun mekaniğinin etkili olduğunu düşünmekteyiz. Battaniye içerisindeki heterojen ısı dağılımı nedeniyle periferel probun yer aldığı bölgenin sıcaklığı geç yükselmekte bu da esasen ısı dağılımının heterojenitesini yansıtmaktadır. Daha homojen ısı dağılımına neden olan su dolaşımına battaniye ile bu heterojenitenin devam etmesinin nedeni; muhtemelen bu battaniyenin hastanın üst gövdesinde kapladığı alanın basınçlı hava üflemleri battaniyeye kıyasla sınırlı olmasıdır. Sonuç olarak periferel sıcaklıkta her iki grupta görülen dalgalanma ölçüm metodunun güvenilir olmaması ile birlikte basınçlı hava üflemleri cihazların battaniyeleri içerisindeki ısı dağılımındaki heterojeniteye bağlanabilir. Farklı vücut bölgelerine yerleştirilen periferel sıcaklık problemleriyle ölçümler karşılaştırılarak ortalama bir değere göre analiz yapılmasının daha güvenilir olabileceği düşünülmüştür.

Periferel sıcaklığın özellikle ilk 30 dakika içerisinde özofageal ve timpanik sıcaklığa göre daha fazla dalgalanmasının ikincil sebebi de genel anestezi induksiyonu ile oluşan redistribüsyondur. Hasta soğuk operasyon odasına alındığında periferleri vazokonstrikte olmakta; genel anestezi induksiyonu ile kordan periferel ısı kaçışı meydana gelmektedir. Her ne kadar ön ısıtma ile bu durum sınırlandırılabilir da perifer dokularda oluşacak bu değişimin tamamen önüne geçmek mümkün olmayacaktır.

Bunun yanısıra ön ısıtma kordaki sıcaklık değişiminin önüne geçmektedir; bunu da kor-periferel gradiyenti azaltarak yapar. Periferel sıcaklık artırılarak genel anestezinin etkileriyle oluşan kordan perifere kaçış böylece sınırlandırılır ancak tamamen geri çevrilemez. Periferel sıcaklık uyanık operasyon odasına alınan hastada akrall kuvvetli vazokonstriksiyon nedeniyle her türlü ileri döneme göre düşük olacaktır. Aktif ön ısıtma bunun miktarını sınırlar ancak tamamen engellemez. Perifer kora sıcaklık olarak ne kadar yaklaşırsa anestezi indüksiyonu ile perifer ve korda oluşan dalgalanma o kadar kısa sürede dengeye kavuşacaktır. Dolayısıyla; operasyonun ilk 30 dakikası içerisindeki periferel sıcaklığın düşük seyretmesi ve sonraki zaman dilimlerinde tedrici yükselişini açıklayabilecek olan bir başka neden uyanık dönemde oluşan kor-periferel sıcaklık gradiyentinin varolmasıdır. Ön ısıtma ve intraoperatif aktif ısıtma bu gradiyenti azaltmakta ve indüksiyon sonrası belli bir zaman geçtikten sonra termal kararlı duruma ulaşılmasını sağlamaktadır. Burada ise kanaatimizce önemli olan bu dengeye ulaşana kadar geçen süre olmaktadır. Redistribüsyon hipotermisi olmamasına rağmen; periferelde oluşan bu gradiyent, sadece ölçüm cihazı malfonksiyonu ve basınçlı hava üfleli battaniyenin içindeki ısı akımı heterojenitesi ile ilişkili olabileceği gibi aynı zamanda anestezinin termoregülatuar sistem üzerindeki etkileri de fizik kanunu olarak bu sonuçların oluşmasına neden olabilir. Ancak net bir ayırım yapılarak nedene gidilmesi için daha fazla sayıda hastayla daha çok randomize çalışma yapılmasıyla mümkün olacaktır.

Sonuç olarak; her üç ölçüm cihazı gruplar arasında kıyaslandığında anlamlı fark görülmemiştir. Bu da özofageal prob ile timpanik cihaz aracılığıyla alınan ölçümlerin benzer doğruluk taşıdıklarını göstermektedir. Önceki çalışmalarda timpanik ölçümlerin, özofageal ölçümlere göre daha fazla hata payı içerdiği sonucu çıksa da bizim çalışmamızda eş ölçüm değerleri izlenmiştir. Çalışmamızda, entübasyon sonrası özofageal prob yerleştirilmesini takiben her 15 dakikada bir hem timpanik hem özofageal sıcaklık kayıtlarının alınması, diğer çalışmalarda olan korelasyon bozukluğunun önüne geçmiştir.

Anestezi Süresi

Perioperatif hipotermi gelişiminde önemli olan ilk basamak ‘redistribüsyon fazı’ olarak adlandırılır ve yaklaşık 1 saat civarında sürer. Redistribüsyon fazını ‘lineer

faz' takip eder, bu aşamada ise kor sıcaklık düşüşü daha yavaş olarak devam eder. İntraoperatif sıcaklık eğrisinin son fazı plato fazıdır. Bu faz, lineer fazdan sonra yaklaşık 3 saatten daha uzun süren cerrahiler sırasında görülebilmektedir. Kor sıcaklık platosu aktif veya pasif olarak oluşabilmektedir. Genel anestezi sırasında ısı üretimi azalması ve anestezi, cerrahiyle ısı kaybının artması aktif ısıtma olmadan böyle bir kararlı durumun nadiren oluşmasına neden olur [1] [31]. Dolayısıyla 3 saatten daha uzun süren cerrahilerde aktif ısıtma yapılmazsa kor sıcaklık düşüşü devam edecek ve hasta belirgin hipotermik olunca periferik vazokonstriksiyon tetiklenecektir ancak bu durum termal kararlı duruma ulaşmayı sağlamayıp sadece daha fazla hipotermiyi engellemektedir. Bu aşamaya gelene kadar hasta belirgin hipotermik kalacaktır.

Literatüre göre; anestezi süresi uzadıkça cerrahi sahadan ısı kaybı artacak; daha fazla irrigasyon sıvısına maruziyet, hipotermimin derinleşmesine yol açabilecektir. Ancak; çalışmamızda her iki grupta da anestezi süresi ile ayılma odasına kabuldeki timpanik sıcaklıkta meydana gelen yüzdesel değişim arasında anlamlı korelasyon bulunmamıştır. Bunun nedeni; aktif intraoperatif ısıtma yapılması sebebiyle aktif plato fazının oluşmasıdır. Aynı zamanda sadece ayılma ünitesine transfer sırasında aktif ısınmanın sekteye uğraması; ayılma ünitesinde de basınçlı hava üfleme sistemi ile aktif ısıtmaya en kısa sürede başlanması bu durumda etkili olabilir. İntraoperatif özofageal sıcaklığın da anestezi süresi ile her iki grupta anlamlı olarak değişkenlik göstermemesi kullanılan her iki ısıtma metodunun da kor sıcaklığın stabilizasyonunu sağlamakta başarılı olduğunu göstermekte; birbirlerine üstün olmadıklarını ifade etmektedir.

Ayılma odası sıcaklığı

NICE kılavuzu ayılma ünitesinde her 15 dakikada bir sıcaklık ölçümü yapılmasını ve 36 °C altındaki sıcaklıklarda basınçlı hava üfleme sistemiyle aktif ısıtılma sağlanmasını önermektedir [70]. ASPAN kılavuzunda ise, eğer hasta normotermikse saat başı, hipotermikse 15 dakikada bir sıcaklık ölçümü önermekte, normotermik hastalarda pasif izolasyon ve etraf sıcaklığının 24 °C ve üzerinde ayarlanmasını önermektedir. Hasta hipotermik ise NICE ile benzer şekilde basınçlı hava üfleme sistemiyle aktif ısıtılmasını önermektedir [71]. Biz de çalışmamızda bütün hastaları normotermik ve hipotermik ayrımı yapmaksızın basınçlı hava üfleme cihazlarıyla aktif

olarak ısıttık. Ayılma odası sıcaklığına müdahale etmedik ve ortalama sıcaklığın 24 °C civarında olduğunu tespit ettik. Bu sıcaklık ASPAN'ın önerilerine uygunluk göstermektedir. Literatürde yaptığımız inceleme sonucunda, öğrenebildiğimiz kadarıyla ayılma odası sıcaklıklarını karşılaştıran çalışma bulunmamaktadır.

6. SONUÇ

İki grup arasında demografik özellikler ve anestezi süreleri arasında fark bulunmamaktadır.

Preoperatif Dönemde ;

Gruplar arasında ön ısıtma öncesi ve sonrasında kor sıcaklıkları arasında anlamlı fark gözlenmemiştir.

İntraoperatif Dönemde;

- Timpanik ve özofageal sıcaklıklar izlem zamanlarına göre benzer bulunmuş olup periferal sıcaklıkta ise daha fazla dalgalanma gözlenmiştir.
- Her iki grupta da ilk 1 saat içerisinde gözlenebilen redistribüsyon hipotermisi gözlenmemiştir.
- Oda sıcaklığı değişiminden, özofageal sıcaklık değişimi etkilenmemiştir.
- Grup 1'de periferal sıcaklık Grup 2'den daha kısa sürede dengeye ulaşmıştır.
- Anestezi süresi ile sıcaklık değişimi arasında korelasyon bulunmamıştır. Önemli olarak vurgulanması gereken nokta, etkili bir ısıtma metodu kullanıldığında anestezi süresinden bağımsız olarak kor sıcaklığının normotermik düzeyde stabilizasyonunun sağlanmasının mümkün olduğudur.

Postoperatif Dönemde;

- Operasyon odasından çıkıldıktan sonra derlenme ünitesine kabul sırasında timpanik sıcaklık değişiminde gruplar arasında anlamlı fark gözlenmemiştir.
- Derlenme odasında kalış süresi ile kor sıcaklık değişimi arasında korelasyon bulunmamaktadır.

Litotomi pozisyonunda açık abdominal cerrahiye alınan hastalarda intraoperatif dönemde hem tek başına konveksiyonel metod, hem konveksiyonel ile

birlikte kondüksiyonel metod benzer kor sıcaklık değişimine neden olmaktadır. Ancak periferel sıcaklığın daha erken denge noktasına ulaşması, oda sıcaklığından kor sıcaklığın etkilenmemesi Grup 1' in Grup 2'ye göre üstün olduğunu gösterebilir.

7. KAYNAKLAR

- [1] D. I. Sessler ve M. M. Todd, “Perioperative Heat Balance”, *Anesthesiology*, c. 92, s. 578, 2000.
- [2] K. Hasegawa, C. Negishi, F. Nakagawa, ve M. Ozaki, “Core temperatures during major abdominal surgery in patients warmed with new circulating-water garment, forced-air warming, or carbon-fiber resistive-heating system”, *J. Anesth.*, c. 26, sayı 2, ss. 168–173, 2011.
- [3] G. Röder, D. I. Sessler, G. Roth, C. Schopper, E. J. Mascha, ve O. Plattner, “Intra-operative rewarming with Hot Dog® resistive heating and forced-air heating: a trial of lower-body warming”, *Anesthesia*, c. 66, ss. 667–674, 2011.
- [4] M. Nicholson, “A Comparison of Warming Interventions on the Temperatures of Inpatients Undergoing Colorectal Surgery”, *AORN*, c. 97, sayı 3, ss. 310–322, Mar. 2013.
- [5] C. Egan *vd.*, “A Randomized Comparison of Intraoperative PerfectTemp and Forced-Air Warming During Open Abdominal Surgery”, *Anesth. Analg.*, c. 113, ss. 1076–1081, 2011.
- [6] K. Ruetzler *vd.*, “Forced-Air and a Novel Patient-Warming System ({vitalHEAT} {vH}2) Comparably Maintain Normothermia During Open Abdominal Surgery”, *Anesth. Analg.*, c. 112, sayı 3, ss. 608–614, Mar. 2011.
- [7] W. M. S. Wan Fadzlina, W. H. Wan Mohd Nazaruddin, ve M. Z. Rhendra Hardy, “Passive Warming using a Heat-Band versus a Resistive Heating Blanket for the Prevention of Inadvertent Perioperative Hypothermia during Laparotomy for Gynaecological Surgery”, *Malays. J. Med. Sci.*, c. 23, sayı 27547112, ss. 28–37, 2016.
- [8] J. Vriens, B. Nilius, ve T. Voets, “Peripheral thermosensation in mammals”, *Nat. Rev. Neurosci.*, c. 15, s. 573, Tem. 2014.
- [9] R. J. Schepers ve M. Ringkamp, “Thermoreceptors and thermosensitive afferents”, *Neurosci. Biobehav. Rev.*, c. 33, sayı 3, ss. 205–212, Mar. 2009.
- [10] A. R. Moritz ve F. C. Henriques, “Studies of Thermal Injury: II. The Relative Importance of Time and Surface Temperature in the Causation of Cutaneous

- Burns”, *Am. J. Pathol.*, c. 23, sayı 19970955, ss. 695–720, 1947.
- [11] D. I. Sessler, “Non-pharmacologic Prevention of Surgical Wound Infection”, *Anesth. Clin.*, c. 24, ss. 279–297, 2006.
- [12] A. Patapoutian, A. M. Peier, G. M. Story, ve V. Viswanath, “{ThermoTRP} channels and beyond: mechanisms of temperature sensation”, *Nat. Rev. Neurosci.*, c. 4, sayı 7, ss. 529–539, 2003.
- [13] L. Yang *vd.*, “Risk factors for hypothermia in patients under general anesthesia: Is there a drawback of laminar airflow operating rooms? A prospective cohort study”, *Int. J. Surg.*, c. 21, ss. 14–17, 2015.
- [14] A. Blomqvist, “Cytoarchitectonic and immunohistochemical characterization of a specific pain and temperature relay, the posterior portion of the ventral medial nucleus, in the human thalamus”, *Brain*, c. 123, sayı 3, ss. 601–619, Mar. 2000.
- [15] A. D. Craig, “How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body”, *Nat. Rev. Neurosci.*, c. 3, sayı 8, ss. 655–666, 2002.
- [16] A. D. (Bud) Craig, “Interoception: the sense of the physiological condition of the body”, *Curr. Opin. Neurobiol.*, c. 13, sayı 4, ss. 500–505, 2003.
- [17] J. D. Griffin, C. B. Saper, ve J. A. Boulant, “Synaptic and morphological characteristics of temperature-sensitive and -insensitive rat hypothalamic neurones”, *J. Physiol.*, c. 537, sayı 2, ss. 521–535, 2001.
- [18] A. D. Flouris, “Functional architecture of behavioural thermoregulation”, *Eur. J. Appl. Physiol.*, c. 111, sayı 1, ss. 1–8, 2010.
- [19] , IUPS, “Glossary of terms for thermal physiology”, *Jpn. J. Physiol.*, c. 51, ss. 245–280, 2001.
- [20] D. I. Sessler, “Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation”, *Anesthesiology*, c. 109, ss. 318–338, 2008.
- [21] A. A. Romanovsky, “Thermoregulation: some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulatory system”, *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comparative Physiol.*, c. 292, ss. R37–R46, 2007.

- [22] T. Kushikata, K. Hirota, N. Kotani, H. Yoshida, M. Kudo, ve A. Matsuki, “Isoflurane increases norepinephrine release in the rat preoptic area and the posterior hypothalamus in vivo and in vitro: Relevance to thermoregulation during anesthesia”, *Neuroscience*, c. 131, ss. 79–86, 2005.
- [23] J. De Witte ve D. I. Sessler, “Perioperative Shivering”, *Anesthesiology*, c. 96, ss. 467–484, 2002.
- [24] S. M. Frank, N. El-Gamal, S. N. Raja, P. K. Wu, ve O. Afifi, “Role of α -Adrenoceptors in the Maintenance of Core Temperature in Humans”, *Clin. Sci.*, c. 89, ss. 219–225, 1995.
- [25] B. Cannon ve J. Nedergaard, “Brown Adipose Tissue: Function and Physiological Significance”, *Physiol. Rev.*, c. 84, ss. 277–359, 2004.
- [26] O. Plattner, M. Semsroth, D. I. Sessler, A. Papousek, C. Klasen, ve O. Wagner, “Lack of Nonshivering Thermogenesis in Infants Anesthetized with Fentanyl and Propofol”, *Anesthesiology*, c. 86, ss. 772–777, 1997.
- [27] M. J. English ve T. M. Hemmerling, “Heat transfer coefficient”, *Eur. J. Anaesthesiol.*, c. 25, ss. 531–537, 2008.
- [28] V. R. Kadam, D. Moyes, ve J. L. Moran, “Relative Efficiency of Two Warming Devices during Laparoscopic Cholecystectomy”, *Anaesth. Intensive Care*, c. 37, sayı 3, ss. 464–468, May. 2009.
- [29] A. Brauer, L. Pacholik, T. Perl, M. J. M. English, W. Weyland, ve U. Braun, “Conductive Heat Exchange with a Gel-Coated Circulating Water Mattress”, *Anesth. Analg.*, ss. 1742–1746, 2004.
- [30] J. M. Hynson ve D. I. Sessler, “Intraoperative warming therapies: a comparison of three devices”, *J. Clin. Anesth.*, c. 4, ss. 194–199, 1992.
- [31] A. Brauer, *Perioperative Temperature Management*. Cambridge University Press, 2017.
- [32] A. Kurz, D. I. Sessler, E. Narzt, R. Lenhardt, ve F. Lackner, “Morphometric Influences on Intraoperative Core Temperature Changes”, *Surv. Anesthesiol.*, c. 40, sayı 3, s. 173, 1996.

- [33] F. J. Abelha, M. A. Castro, A. M. Neves, N. M. Landeiro, ve C. C. Santos, “Hypothermia in a surgical intensive care unit”, *BMC Anesthesiol.*, c. 5, 2005.
- [34] O. H. Mehta ve K. L. Barclay, “Perioperative hypothermia in patients undergoing major colorectal surgery”, *ANZ J. Surg.*, c. 84, ss. 550–555, 2014.
- [35] S. M. Frank, S. N. Raja, C. Bulcao, ve D. S. Goldstein, “Age-related thermoregulatory differences during core cooling in humans”, *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comperative Physiol.*, c. 279, ss. R349–R354, 2000.
- [36] A. Kurz, O. Plattner, D. I. Sessler, G. Huemer, G. Redl, ve F. Lackner, “The Threshold for Thermoregulatory Vasoconstriction during Nitrous Oxide/Isoflurane Anesthesia Is Lower in Elderly Than in Young Patients”, *Anesthesiology*, c. 79, ss. 465–469, 1993.
- [37] J. M. Jonas, J. Ehrenkranz, ve M. S. Gold, “Urinary basal body temperature in anorexia nervosa”, *Biol. Psychiatry*, c. 26, ss. 289–296, 1989.
- [38] P. Luck ve A. Wakeling, “Altered thresholds for thermoregulatory sweating and vasodilatation in anorexia nervosa.”, *Br. Med. J.*, c. 281, ss. 906–908, 1980.
- [39] A. Kudoh, H. Takase, ve T. Takazawa, “Chronic Treatment with Antidepressants Decreases Intraoperative Core Hypothermia”, *Anesth. Analg.*, ss. 275–279, 2003.
- [40] A. Kudoh, H. Takase, ve T. Takazawa, “Chronic Treatment with Antipsychotics Enhances Intraoperative Core Hypothermia”, *Anesth. Analg.*, ss. 111–115, 2004.
- [41] A. Honarmand ve M. R. Safavi, “Comparison of prophylactic use of midazolam, ketamine, and ketamine plus midazolam for prevention of shivering during regional anaesthesia: a randomized double-blind placebo controlled trial”, *Brazilian J. Anesthesiol.*, c. 101, ss. 557–562, 2008.
- [42] T. Matsukawa, K. Hanagata, M. Ozaki, H. Iwashita, M. Koshimizu, ve T. Kumazawa, “I.m. midazolam as premedication produces a concentration-dependent decrease in core temperature in male volunteers”, *Br. J. Anaesth.*, c. 78, ss. 396–399, 1997.

- [43] A. Kurz, J. C. Go, D. I. Sessler, K. Kaer, M. D. Larson, ve A. R. Bjorksten, “Alfentanil Slightly Increases the Sweating Threshold and Markedly Reduces the Vasoconstriction and Shivering Thresholds”, *Anesthesiology*, c. 83, ss. 293–299, 1995.
- [44] J. L. De Witte, J.-S. Kim, D. I. Sessler, H. Bastanmehr, ve A. R. Bjorksten, “Tramadol Reduces the Sweating, Vasoconstriction, and Shivering Thresholds”, *Anesth. Analg.*, c. 87, ss. 173–179, 1998.
- [45] D. I. Sessler, M. Schroeder, B. Merrifield, T. Matsukawa, ve C. Cheng, “Optimal Duration and Temperature of Prewarming”, *Anesthesia*, c. 82, ss. 674–681, 1995.
- [46] T. Matsukawa, D. I. Sessler, R. Christensen, M. Ozaki, ve M. Schroeder, “Heat Flow and Distribution during Epidural Anesthesia”, c. 83, ss. 961–967, 1995.
- [47] T. Matsukawa *vd.*, “Heat Flow and Distribution during Induction of General Anesthesia”, *Anesthesiology*, c. 82, ss. 662–673, 1995.
- [48] D. I. Sessler, “Complications and Treatment of Mild Hypothermia”, *Acta bio-medica Atenei Parm.*, c. 95, ss. 531–543, 2001.
- [49] L. D. E. MD, D. L. Brown, M. F. Newman, ve W. M. Z. MD, *Anesthesiology, Second Edition*. McGraw-Hill Education / Medical, 2012.
- [50] D. I. Sessler, “Mild Perioperative Hypothermia”, *N. Engl. J. Med.*, c. 336, ss. 1730–1737, 1997.
- [51] N. El-Gamal *vd.*, “Age-Related Thermoregulatory Differences in a Warm Operating Room Environment (Approximately 26°C)”, *Anesth. Analg.*, c. 90, ss. 694–698, 2000.
- [52] B. Bissonnette ve D. I. Sessler, “Thermoregulatory Thresholds for Vasoconstriction in Pediatric Patients Anesthetized with Halothane or”, *Anesthesia*, c. 76, ss. 387–392, 1992.
- [53] D. Smith, M. Wood, J. Pearson, R. L. Mehta, ve F. Carlı, “Effects of Enflurane And Isoflurane In Air-Oxygen On Changes In Thermal Balance

- During And After Surgery”, *Br. J. Anaesth.*, c. 65, ss. 754–759, 1990.
- [54] J. Xiong *vd.*, “Isoflurane Produces Marked and Nonlinear Decreases in the Vasoconstriction and Shivering Thresholds”, *Anesthesiology*, c. 85, ss. 240–245, 1996.
- [55] M. Ozaki, D. I. Sessler, H. Suzuki, K. Ozaki, C. Tsunoda, ve K. Atarashi, “Nitrous Oxide Decreases the Threshold for Vasoconstriction Less Than Sevoflurane or Isoflurane”, *Anesth. Analg.*, c. 80, ss. 1212–1216, 1995.
- [56] R. Annadata, D. I. Sessler, F. Tayefeh, A. Kurz, ve M. Dechert, “Desflurane Slightly Increases the Sweating Threshold but Produces Marked, Nonlinear Decreases in the Vasoconstriction and Shivering Thresholds”, *Anesthesiology*, c. 83, ss. 1205–1211, 1995.
- [57] A. Kurz *vd.*, “Meperidine Decreases the Shivering Threshold Twice as Much as the Vasoconstriction Threshold”, *Anesthesiology*, c. 86, ss. 1046–1054, 1997.
- [58] T. Ikeda *vd.*, “Induction of Anesthesia with Ketamine Reduces the Magnitude of Redistribution Hypothermia”, *Anesth. Analg.*, c. 93, ss. 934–938, 2001.
- [59] T. Ikeda, M. Ozaki, D. I. Sessler, T. Kazama, K. Ikeda, ve S. Sato, “Intraoperative Phenylephrine Infusion Decreases the Magnitude of Redistribution Hypothermia”, *Anesth. Analg.*, c. 89, ss. 462–465, 1999.
- [60] T. Perl, A. Rhenius, C. Eich, M. Quintel, D. Heise, ve A. Bräuer, “Conductive warming and insulation reduces perioperative hypothermia”, *Cent. Eur. J. Med.*, c. 7, 2012.
- [61] L. Witt *vd.*, “Prevention of intraoperative hypothermia in neonates and infants: results of a prospective multicenter observational study with a new forced-air warming system with increased warm air flow”, *Pediatr. Anesth.*, c. 23, ss. 469–474, 2013.
- [62] A. Kurz, D. I. Sessler, R. Christensen, ve M. Dechert, “Heat Balance and Distribution during the Core-Temperature Plateau in Anesthetized Humans”, *Anesthesiology*, c. 83, ss. 491–499, 1995.

- [63] D. I. Sessler, C. I. Olofsson, ve E. H. Rubinstein, “The Thermoregulatory Threshold in Humans during Nitrous Oxide-Fentanyl Anesthesia”, *Anesthesiology*, c. 69, ss. 357–364, 1988.
- [64] Y. Nakajima, T. Mizobe, T. Matsukawa, D. I. Sessler, Y. Kitamura, ve Y. Tanaka, “Thermoregulatory Response to Intraoperative Head-Down Tilt”, *Anesth. Analg.*, c. 94, ss. 221–226, 2002.
- [65] Y. Nakajima, T. Mizobe, A. Takamata, ve Y. Tanaka, “Baroreflex modulation of peripheral vasoconstriction during progressive hypothermia in anesthetized humans”, *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comperative Physiol.*, c. 279, ss. R1430–R1436, 2000.
- [66] T.-H. An ve J.-W. Yang, “Effects of PEEP on the thermoregulatory responses during TIVA in patients undergoing tympanoplasty”, *Korean J. Anesthesiol.*, c. 61, s. 302, 2011.
- [67] T. Mizobe, Y. Nakajima, M. Sunaguchi, H. Ueno, ve D. I. Sessler, “Clonidine produces a dose-dependent impairment of baroreflex-mediated thermoregulatory responses to positive end-expiratory pressure in anaesthetized humans”, *Br. J. Anaesth.*, c. 94, ss. 536–541, 2005.
- [68] R. E. Clark, “Body Temperature Studies in Anesthetized Man: effect of environmental temperature, humidity, and anesthesia system”, *Am. Med. Assoc.*, c. 154, s. 311, 1954.
- [69] R. H. Morris ve A. Kumar, “The Effect of Warming Blankets on Maintenance of Body Temperature of the Anesthetized, Paralyzed Adult Patient”, *Anesthesiology*, c. 36, ss. 408–411, 1972.
- [70] London: Royal College of Nursing, “The Management of Inadvertent Perioperative Hypothermia in Adults”. 2008.
- [71] V. D. Hooper *vd.*, “ASPAN’s Evidence-Based Clinical Practice Guideline for the Promotion of Perioperative Normothermia: Second Edition”, *J. PeriAnesthesia Nurs.*, c. 25, sayı 6, ss. 346–365, 2010.
- [72] H. W. Hopf, “Wound Tissue Oxygen Tension Predicts the Risk of Wound Infection in Surgical Patients”, *Arcives Surg.*, c. 132, s. 997, 1997.

- [73] M. J. Pit, R. J. Tegelaar, ve P. L. Venema, “Isothermic irrigation during transurethral resection of the prostate: effects on peri-operative hypothermia, blood loss, resection time and patient satisfaction”, *Br. J. Urol.*, c. 78, ss. 99–103, 1996.
- [74] M. S. Vaughan, R. W. Vaughan, ve R. C. Cork, “Postoperative Hypothermia in Adults”, *Anesth. Analg.*, c. 60, s. 746–751, 1981.
- [75] S. Kongsayreepong *vd.*, “Predictor of Core Hypothermia and the Surgical Intensive Care Unit”, *Anesth. Analg.*, ss. 826–833, 2003.
- [76] B. Leijtens, M. Koëter, K. Kremers, ve S. Koëter, “High Incidence of Postoperative Hypothermia in Total Knee and Total Hip Arthroplasty”, *J. Arthroplasty*, c. 28, ss. 895–898, 2013.
- [77] D. Karalapillai *vd.*, “Postoperative hypothermia and patient outcomes after major elective non-cardiac surgery”, *Anesthesia*, c. 68, ss. 605–611, 2013.
- [78] Z. Sun *vd.*, “Intraoperative Core Temperature Patterns, Transfusion Requirement, and Hospital Duration in Patients Warmed with Forced Air”, *Anesthesiology*, c. 122, ss. 276–285, 2015.
- [79] D. Karalapillai, D. A. Story, P. Calzavacca, E. Licari, Y. L. Liu, ve G. K. Hart, “Inadvertent hypothermia and mortality in postoperative intensive care patients: retrospective audit of 5050 patients”, *Anesthesia*, c. 64, ss. 968–972, 2009.
- [80] J. Zhou ve S. M. Poloyac, “The effect of therapeutic hypothermia on drug metabolism and response: cellular mechanisms to organ function”, *Expert Opin. Drug Methabolism*, c. 7, ss. 803–816, 2011.
- [81] K. Leslie, A. R. Bjorksten, A. Ugoni, ve P. Mitchell, “Mild Core Hypothermia and Anesthetic Requirement for Loss of Responsiveness During Propofol Anesthesia for Craniotomy”, *Anesth. Analg.*, c. 94, ss. 1298–1303, 2002.
- [82] T. W. Bjelland, P. Klepstad, B. O. Haugen, T. Nilsen, ve O. Dale, “Effects of Hypothermia on the Disposition of Morphine, Midazolam, Fentanyl, and Propofol in Intensive Care Unit Patients”, *Drug Methabolism Dispos. Biol. Fate Chem.*, c. 41, ss. 214–223, 2013.

- [83] T. Heier, J. E. Caldwell, D. I. Sessler, ve R. D. Miller, “Mild Intraoperative Hypothermia Increases Duration of Action and Spontaneous Recovery of Vecuronium Blockade during Nitrous Oxide-Isoflurane Anesthesia in Humans”, *Anesthesiology*, c. 74, ss. 815–819, 1991.
- [84] K. Leslie, D. I. Sessler, A. R. Bjorksten, ve A. Moayeri, “Mild Hypothermia Alters Propofol Pharmacokinetics and Increases the Duration of Action of Atracurium”, *Anesth. Analg.*, c. 80, ss. 1007–1014, 1995.
- [85] A. M. Beaufort, J. Wierda, M. Belopavlovic, P. J. Nederveen, U. W. Kleef, ve S. Agoston, “The Influence Of Hypothermia (Surface Cooling) On The Time-Course Of Action And On The Pharmacokinetics Of Rocuronium In Humans”, *Eur. J. Anaesthesiol.*, c. 12, ss. 95–106, 1995.
- [86] T. Heier, D. Clough, P. M. C. Wright, M. L. Sharma, D. I. Sessler, ve J. E. Caldwell, “The Influence of Mild Hypothermia on the Pharmacokinetics and Time Course of Action of Neostigmine in Anesthetized Volunteers”, *Anesthesiology*, c. 97, ss. 90–95, 2002.
- [87] B. Bachmann, J. Biscgping, E. Sinning, ve G. Hempelmann, “Protein binding of prilocaine in human plasma: influence of concentration, pH and temperature”, *Acta Anesth. Scand.*, c. 34, ss. 311–314, 1990.
- [88] S. Rajagopalan, E. Mascha, J. Na, ve D. I. Sessler, “The Effects of Mild Perioperative Hypothermia on Blood Loss and Transfusion Requirement”, *Anesthesiology*, c. 108, ss. 71–77, 2008.
- [89] L. Hewlett *vd.*, “Temperature-Dependence of Weibel-Palade Body Exocytosis and Cell Surface Dispersal of von Willebrand Factor and Its Propolypeptide”, *PLoS One*, c. 6, sayı 11, s. e27314, 2011.
- [90] A. S. Wolberg, Z. H. Meng, D. M. Monroe, ve M. Hoffman, “A Systematic Evaluation of the Effect of Temperature on Coagulation Enzyme Activity and Platelet Function”, *J. Trauma Inj. Infect. Crit. Care*, c. 56, ss. 1221–1228, 2004.
- [91] M. Rohrer ve A. Natale, “Effect of hypothermia on the coagulation cascade”, *Crit. Care Med.*, c. 20, ss. 1402–1405, 1992.

- [92] D. Dirkmann, A. A. Hanke, K. Görlinger, ve J. Peters, “Hypothermia and Acidosis Synergistically Impair Coagulation in Human Whole Blood”, *Anesth. Analg.*, c. 106, sayı 6, ss. 1627–1632, 2008.
- [93] J. M. Frey, H. K. Sveiby, P. K. Svenarud, ve J. A. Van Der Linden, “CO₂ insufflation influences the temperature of the open surgical wound”, *Wound Repair Regen.*, c. 18, ss. 378–382.
- [94] M. English, R. Papenberg, E. Farias, Scott, ve J. Hinchey, “Heat Loss in an Animal Experimental Model”, *J. Trauma Inj. Infect. Crit. Care*, c. 31, ss. 36–38, 1991.
- [95] B. Just, V. Trévien, E. Delva, ve A. Lienhart, “Prevention of Intraoperative Hypothermia by Preoperative Skin-Surface Warming”, *Anesthesiology*, c. 79, ss. 214–218, 1993.
- [96] J. M. Frey, M. Janson, M. Svanfeldt, P. K. Svenarud, ve J. A. van der Linden, “Local Insufflation of Warm Humidified CO₂ Increases Open Wound and Core Temperature During Open Colon Surgery”, *Anesth. Analg.*, c. 115, ss. 1204–1211, 2012.
- [97] H. Schmied, A. Reiter, A. Kurz, D. I. Sessler, ve S. Kozek, “Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty”, *Lancet*, c. 347, ss. 289–292, 1996.
- [98] M. Moslemi-Kebria, S. A. El-Nashar, G. D. Aletti, ve W. A. Cliby, “Intraoperative Hypothermia During Cytoreductive Surgery for Ovarian Cancer and Perioperative Morbidity”, *Br. J. Anaesth.*, c. 119, ss. 590–596, 2012.
- [99] A. Kurz *vd.*, “Postoperative hemodynamic and thermoregulatory consequences of intraoperative core hypothermia”, *J. Clin. Anesth.*, c. 7, ss. 359–366, 1995.
- [100] E.-P. Horn, “Postoperative shivering: aetiology and treatment”, *Curr. Opin. Anesthesiol.*, c. 12, ss. 449–453, 1999.
- [101] A. Guffin, D. Girard, ve J. A. Kaplan, “Shivering following cardiac surgery: Hemodynamic changes and reversal”, *J. Cardiothorac. Anesth.*, c. 1, ss. 24–

28, 1987.

- [102] C. F. Roe, M. J. Goldberg, C. S. Blair, ve J. M. Kinney, “The influence of body temperature on early postoperative oxygen consumption”, *Surgery*, c. 60, sayı 1, ss. 85–92, 2019.
- [103] S. M. Frank *vd.*, “Multivariate Determinants of Early Postoperative Oxygen Consumption in Elderly Patients”, *Anes*, c. 83, ss. 241–249, 1995.
- [104] S. M. Frank, “Perioperative Maintenance of Normothermia Reduces the Incidence of Morbid Cardiac Events”, *JAMA*, c. 277, s. 1127, 1997.
- [105] S. M. Frank *vd.*, “Unintentional Hypothermia Is Associated with Postoperative Myocardial Ischemia”, *Anesthesiology*, c. 78, ss. 468–476, 1993.
- [106] A. Kurz, D. I. Sessler, ve R. Lenhardt, “Perioperative Normothermia to Reduce the Incidence of Surgical-Wound Infection and Shorten Hospitalization”, *N. Engl. J. Med.*, c. 334, ss. 1209–1216, 1996.
- [107] R. Lenhardt *vd.*, “Mild Intraoperative Hypothermia Prolongs Postanesthetic Recovery”, *Anesthesiology*, c. 87, ss. 1318–1323, 1997.
- [108] M. Bock, J. Müller, A. Bach, H. Böhrer, E. Martin, ve J. Motsch, “Effects of preinduction and intraoperative warming during major laparotomy”, *Br. J. Anaesth.*, c. 80, ss. 159–163, 1998.
- [109] B. Bissonnette, D. I. Sessler, ve P. LaFlamme, “Passive and Active Inspired Gas Humidification in Infants and Children”, *Anesthesiology*, c. 71, ss. 350–354, 1989.
- [110] M. L. Pagnocca, E. J. Tai, ve J. L. Dwan, “Temperature Control in Conventional Abdominal Surgery: Comparison between Conductive and the Association of Conductive and Convective Warming”, *Brazilian J. Anesthesiol.*, c. 59, ss. 56–66, 2009.
- [111] W. S. Howland, C. P. Boyan, ve O. Schweizer, “Ventricular fibrillation during massive blood replacement”, *Am. J. Surg.*, c. 92, ss. 356–360, 1956.
- [112] D. Goldstein ve S. Frank, “The wisdom of the body revisited: The adrenomedullary response to mild core hypothermia in humans”, *Endocr.*

Regul., c. 35, ss. 3–7, 2001.

- [113] S. M. Frank, P. Satitpunwaycha, S. R. Bruce, P. Herscovitch, ve D. S. Goldstein, “Increased myocardial perfusion and sympathoadrenal activation during mild core hypothermia in awake humans”, *Clin. Sci.*, c. 104, ss. 503–508, 2003.
- [114] S. M. Frank *vd.*, “The Catecholamine, Cortisol, and Hemodynamic Responses to Mild Perioperative Hypothermia”, *Anesthesiology*, c. 82, ss. 83–93, 1995.
- [115] A. T. Billeter, S. F. Hohmann, D. Druen, R. Cannon, ve H. C. Polk, “Unintentional perioperative hypothermia is associated with severe complications and high mortality in elective operations”, *Surgery*, c. 156, ss. 1245–1252, 2014.
- [116] A. V Scott *vd.*, “Compliance with Surgical Care Improvement Project for Body Temperature Management (SCIP Inf-10) Is Associated with Improved Clinical Outcomes”, *Anesthesiology*, c. 123, ss. 116–125, 2015.
- [117] D. I. Sessler, “The Thermoregulation Story”, *Anesthesiology*, c. 118, ss. 181–186, 2013.
- [118] L. A. Fleisher *vd.*, “ACC/AHA 2007 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Care for Noncardiac Surgery: Executive Summary”, c. 50, ss. 1707–1732, 2007.
- [119] A. C. Melling, B. Ali, E. M. Scott, ve D. J. Leaper, “Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomised controlled trial”, *Lancet*, c. 358, ss. 876–880, 2001.
- [120] C. van Oss, D. R Absolom, L. L Moore, B. H Park, ve J. R Humbert, “Effect of temperature on the chemotaxis, phagocytic engulfment, digestion and O₂ consumption of human polymorphonuclear leukocytes”, *J. Reticuloendothel. Soc.*, c. 27, ss. 561–565, 1980.
- [121] C. F. Roe, M. J. Goldberg, C. S. Blair, ve J. M. Kinney, “The influence of body temperature on early postoperative oxygen consumption”, *Surgery*, c. 60, sayı 1, ss. 85–92, 2019.

- [122] M. Qadan, S. A. Gardner, D. S. Vitale, D. Lominadze, I. G. Joshua, ve H. C. Polk, “Hypothermia and Surgery”, *Natl. Inst. Heal.*, c. 250, ss. 134–140, 2009.
- [123] C. W. Sheffield *vd.*, “Centrally and locally mediated thermoregulatory responses alter subcutaneous oxygen tension”, *Wound Repair Regen.*, c. 4, ss. 339–345, 1996.
- [124] A. C. Melling ve D. J. Leaper, “The impact of warming on pain and wound healing after hernia surgery: a preliminary study”, *J. Wound Care*, c. 15, ss. 104–108, 2006.
- [125] P. J. Shabino *vd.*, “Reduction of surgical site infections after laparoscopic gastric bypass with circular stapled gastrojejunostomy”, *Surg. Obes. Relat. Dis.*, c. 12, ss. 4–9, 2016.
- [126] A. Flores-Maldonado, C. E. Medina-Escobedo, H. M. G. Ríos-Rodríguez, ve R. Fernández-Domínguez, “Mild Perioperative Hypothermia and the Risk of Wound Infection”, *Arch. Med. Res.*, c. 32, ss. 227–231, 2001.
- [127] M. J. Seamon, J. Wobb, J. P. Gaughan, H. Kulp, I. Kamel, ve D. T. Dempsey, “The Effects of Intraoperative Hypothermia on Surgical Site Infection”, *Ann. Surg.*, c. 255, ss. 789–795, 2012.
- [128] J. B. Hill *vd.*, “The Clinical Role of Intraoperative Core Temperature in Free Tissue Transfer”, *Ann. Plast. Surg.*, c. 75, ss. 620–624, 2015.
- [129] J. E. Barone *vd.*, “Hypothermia does not result in more complications after colon surgery”, *Am. Surg.*, c. 65, sayı 4, s. 356—359, 1999.
- [130] F. Carli ve K. Itiaba, “Effect Of Heat Conservation During And After Major Abdominal Surgery On Muscle Protein Breakdown In Elderly Patients”, c. 58, ss. 502–507, 1986.
- [131] F. Carli, P. Emery, ve C. Freemantle, “Effect Of Perioperative Normothermia On Postoperative Protein Metabolism In Elderly Patients Undergoing Hip Arthroplasty”, c. 63, ss. 276–282, 1989.
- [132] Y. Yücel, M. Barlan, R. Lenhardt, A. Kurz, ve D. I. Sessler, “Perioperative hypothermia does not enhance the risk of cancer dissemination”, *Am. J. Surg.*,

- c. 189, ss. 651–655, 2005.
- [133] B. Beilin, Y. Shavit, J. Razumovsky, Y. Wolloch, A. Zeidel, ve H. Bessler, “Effects of Mild Perioperative Hypothermia on Cellular Immune Responses”, *Anesthesiology*, c. 89, ss. 1133–1140, 1998.
- [134] S. Ben-Eliyahu, G. Shakhar, E. Rosenne, Y. Levinson, ve B. Beilin, “Hypothermia in Barbiturate-anesthetized Rats Suppresses Natural Killer Cell Activity and Compromises Resistance to Tumor Metastasis”, *Anesthesiology*, c. 91, s. 732, 1999.
- [135] H. L. Bush, L. J. Hydo, E. Fischer, G. A. Fantini, M. F. Silane, ve P. S. Barie, “Hypothermia during elective abdominal aortic aneurysm repair: The high price of avoidable morbidity”, *J. Vasc. Surg.*, c. 21, ss. 392–402, 1995.
- [136] E. Quiroga, N. T. Tran, T. Hatsukami, ve B. W. Starnes, “Hypothermia Is Associated With Increased Mortality in Patients Undergoing Repair of Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm”, *J. Endovascular Ther.*, c. 17, ss. 434–438, 2010.
- [137] R. J. Janczyk, G. A. Howells, H. A. Bair, R. Huang, P. J. Bendick, ve G. B. Zelenock, “Hypothermia is an Independent Predictor of Mortality in Ruptured Abdominal Aortic Aneurysms”, *Vasc. Endovascular Surg.*, c. 38, ss. 37–42, 2004.
- [138] D. C. Crawford, B. Hicks, ve M. J. Thompson, “Which thermometer? Factors influencing best choice for intermittent clinical temperature assessment”, *J. Med. Eng. Technol.*, c. 30, ss. 199–211, 2006.
- [139] F. Cari, M. Gabrielczyk, M. Clark, ve V. R. Aber, “An investigation of factors affecting postoperative rewarming of adult patients”, *Anesthesia*, c. 41, ss. 363–369, 1986.
- [140] A. Bräuer, T. Perl, ve M. Quintel, “Perioperatives Wärmemanagement”, *Der Anaesthesia*, c. 55, ss. 1321–1340, 2006.
- [141] I. F. Brandes, T. Perl, M. Bauer, ve A. Bräuer, “Evaluation of a novel noninvasive continuous core temperature measurement system with a zero heat flux sensor using a manikin of the human body”, *Biomed. Tech.*, c. 60, ss.

- 1–9, 2015.
- [142] T. Iden, E.-P. Horn, B. Bein, R. Böhm, J. Beese, ve J. Höcker, “Intraoperative temperature monitoring with zero heat flux technology (3M SpotOn sensor) in comparison with sublingual and nasopharyngeal temperature”, *Eur. J. Anaesthesiol.*, c. 32, ss. 387–391, 2015.
- [143] O. Kimberger, R. Thell, M. Schuh, J. Koch, D. I. Sessler, ve A. Kurz, “Accuracy and precision of a novel non-invasive core thermometer”, *Br. J. Anaesth.*, c. 103, ss. 226–231, 2009.
- [144] O. Kimberger *vd.*, “The accuracy of a disposable noninvasive core thermometer”, *Can. J. Anaesth.*, c. 60, ss. 1190–1196, 2013.
- [145] T. Wartzek, J. Mühlsteff, ve M. Imhoff, “Temperature measurement”, *Biomed. Tech.*, c. 56, ss. 241–257, 2011.
- [146] S. S. Forbes *vd.*, “Evidence-Based Guidelines for Prevention of Perioperative Hypothermia”, *J. Am. Collage Surg.*, c. 209, s. 492–503.e1, 2009.
- [147] A. Torossian, A. Bräuer, J. Höcker, B. Bein, H. Wulf, ve E.-P. Horn, “Preventing Inadvertent Perioperative Hypothermia”, *Clin. Pract. Guidel.*, c. 112, sayı 10, ss. 166–172, 2015.
- [148] I. B. Mekjavic ve M. E. Rempel, “Determination of esophageal probe insertion length based on standing and sitting height”, *J. Appl. Physiol.*, c. 69, ss. 376–379, 1990.
- [149] J. D. Whitby ve L. J. Dunin, “Temperature Differences In The Oesophagus: The Effects Of Intubation And Ventilation”, *Br. J. Anaesth.*, c. 41, ss. 615–618, 1969.
- [150] J. D. Whitby ve L. J. Dunkin, “Oesophageal Temperature Differences In Children”, *Br. J. Anaesth.*, c. 42, ss. 1013–1015, 1970.
- [151] M. Lopez, D. I. Sessler, K. Walter, T. Emerick, ve M. Ozaki, “Rate and Gender Dependence of the Sweating, Vasoconstriction, and Shivering Thresholds in Humans”, *Anesthesiology*, c. 80, ss. 780–788, 1994.
- [152] U. Fritz, M. Rohrberg, C. Lange, W. Weyland, A. Bräuer, ve U. Braun,

- “Infrarot-Temperaturmessung im Gehörgang mit dem DIATEK 9000 Instatemp und dem DIATEK 9000 Thermoguide Einflußgrößen und Vergleich mit anderen Methoden der Temperaturmessung des Körperkerns (Infrared thermometry in the auditory canal: evaluation on the Dia”, *Optris*, c. 45, ss. 1059–1066, 1996.
- [153] M. Rohrberg, U. Fritz, W. Weyland, ve U. Braun, “Temperaturmessung im Gehörgang: Vergleich eines Infrarot-Thermometers mit konventionellen Temperatursonden und Evaluation klinischer Einflußgrößen auf die Infrarot-Messung”, *AINS*, c. 32, ss. 409–413, 1997.
- [154] J.-Y. Lefrant *vd.*, “Temperature measurement in intensive care patients: comparison of urinary bladder, oesophageal, rectal, axillary, and inguinal methods versus pulmonary artery core method”, *Intensive Care Med.*, c. 29, ss. 414–418, 2003.
- [155] A. Bräuer, H. Bovenschulte, T. Perl, W. Zink, M. J. M. English, ve M. Quintel, “What Determines the Efficacy of Forced-Air Warming Systems? A Manikin Evaluation with Upper Body Blankets”, *Anesth. Analg.*, c. 108, ss. 192–198, 2009.
- [156] S. M. D. Vanni, J. R. C. Braz, N. S. P. Módolo, R. B. Amorim, ve G. R. Rodrigues, “Preoperative combined with intraoperative skin-surface warming avoids hypothermia caused by general anesthesia and surgery”, *J. Clin. Anesth.*, c. 15, ss. 119–125, 2003.
- [157] S. M. D. Vanni *vd.*, “Preoperative warming combined with intraoperative skin-surface warming does not avoid hypothermia caused by spinal anesthesia in patients with midazolam premedication”, *Sao Paulo Med. J.*, c. 125, ss. 144–149, 2007.
- [158] J. Andrzejowski, J. Hoyle, G. Eapen, ve D. Turnbull, “Effect of prewarming on post-induction core temperature and the incidence of inadvertent perioperative hypothermia in patients undergoing general anaesthesia”, *Anesthesia*, c. 101, ss. 627–631, 2008.
- [159] “Minerva Anesthesiologica”. 2014.

- [160] A. Bräuer ve M. Quintel, “Forced-air warming: technology, physical background and practical aspects”, *Curr. Opin. Anesthesiol.*, c. 22, ss. 769–774, 2009.
- [161] A. Bräuer *vd.*, “Efficacy of forced-air warming systems with full body blankets”, *Can. J. Anaesth.*, c. 54, ss. 34–41, 2007.
- [162] K. Wagner, E. Swanson, C. J. Raymond, ve C. E. Smith, “Comparison of two convective warming systems during major abdominal and orthopedic surgery”, c. 55, ss. 358–363, 2008.
- [163] J. Leben ve M. Tryba, “Prevention of Hypothermia during Surgery.”, c. 813, ss. 807–811, 1997.
- [164] C. H. Ihn *vd.*, “Comparison of Three Warming Devices for the Prevention of Core Hypothermia and Post-Anaesthesia Shivering”, *J. Int. Med. Res.*, c. 36, ss. 923–931, 2008.
- [165] C. Motamed, T. Labaille, O. Leon, J. P. Panzani, P. H. Duvaldestin, ve D. Benhamou, “Core and thenar skin temperature variation during prolonged abdominal surgery: comparison of two sites of active forced air warming”, *Acta bio-medica Atenei Parm.*, c. 44, ss. 249–254, 2000.
- [166] L. Triffterer *vd.*, “Forced-Air Warming During Pediatric Surgery”, *Anesth. Analg.*, c. 122, ss. 219–225, 2016.
- [167] A. Bräuer, T. Perl, D. Heise, M. Quintel, ve R. Seipelt, “Intraoperative full-thickness pressure ulcer in a patient after transapical aortic valve replacement using a novel underbody forced-air warming blanket”, *J. Clin. Anesth.*, c. 22, ss. 573–574, 2010.
- [168] M. Albrecht, R. L. Gauthier, K. Belani, M. Litchy, ve D. Leaper, “Forced-air warming blowers: An evaluation of filtration adequacy and airborne contamination emissions in the operating room”, *Am. J. Infect. Control*, c. 39, ss. 321–328, 2011.
- [169] N. Baker, D. King, ve E. G. Smith, “Infection control hazards of intraoperative forced air warming”, *J. Hosp. Infect.*, c. 51, ss. 153–154, 2002.

- [170] M. S. Avidan, N. Jones, R. Ing, M. Khoosal, C. Lundgren, ve D. F. Morrell, “Convection warmers - not just hot air”, *Anesthesia*, c. 52, ss. 1073–1076, 1997.
- [171] M. English, C. Farmer, ve W. Scott, “Heat Loss in Exposed Volunteers”, *J. Trauma Inj. Infect. Crit. Care*, c. 30, ss. 422–425, 1990.
- [172] P. D. McGovern *vd.*, “Forced-air warming and ultra-clean ventilation do not mix”, *J. Bone Jt. Surg.*, c. 93–B, ss. 1537–1544, 2011.
- [173] K. B. Dasari, M. Albrecht, ve M. Harper, “Effect of forced-air warming on the performance of operating theatre laminar flow ventilation*”, *Anesthesia*, c. 67, ss. 244–249, 2012.
- [174] K. G. Belani, M. Albrecht, P. D. McGovern, M. Reed, ve C. Nachtsheim, “Patient Warming Excess Heat: The effects on orthopedic operating room ventilation performance”, *Anesth. Analg.*, c. 117, ss. 406–411, 2013.
- [175] A. Paul, “The information age and hot air”, *AANA*, c. 83, sayı 4, s. 237–239.
- [176] S. Brandt *vd.*, “Resistive-Polymer Versus Forced-Air Warming: Comparable Efficacy in Orthopedic Patients”, *Anesth. Analg.*, c. 110, ss. 834–838, 2010.
- [177] C. Negishi, K. Hasegawa, S. Mukai, F. Nakagawa, M. Ozaki, ve D. I. Sessler, “Resistive-Heating and Forced-Air Warming Are Comparably Effective”, *Anesth. Analg.*, ss. 1683–1687, 2003.
- [178] Y. Matsuzaki, T. Matsukawa, K. Ohki, Y. Yamamoto, M. Nakamura, ve T. Oshibuchi, “Warming by resistive heating maintains perioperative normothermia as well as forced air heating”, *Brazilian J. Anesthesiol.*, c. 90, ss. 689–691, 2003.
- [179] N. Neshar *vd.*, “A novel thermoregulatory system maintains perioperative normothermia in children undergoing elective surgery”, *Pediatr. Anesth.*, c. 11, ss. 555–560, 2001.
- [180] P. K. Janicki, M. S. Higgins, J. Janssen, R. F. Johnson, ve C. Beattie, “Comparison of Two Different Temperature Maintenance Strategies during Open Abdominal Surgery”, *Anesthesiology*, c. 95, ss. 868–874, 2001.

- [181] C. K. Hofer *vd.*, “Influence of body core temperature on blood loss and transfusion requirements during off-pump coronary artery bypass grafting: A comparison of 3 warming systems”, *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*, c. 129, ss. 838–843, 2005.
- [182] A. Kurz, M. Kurz, G. Poeschl, B. Faryniak, G. Redl, ve W. Hackl, “Forced-Air Warming Maintains Intraoperative Normothermia Better Than Circulating-Water Mattresses”, *Anesth. Analg.*, c. 77, s. 89–95, 1993.
- [183] B. A. Perl, Flöther L., Weyland W., Quintel, “Comparison of forced-air warming and resistive heating.”, *Minerva Anesthesiol*, c. 74, sayı 12, ss. 687–690, 2008.
- [184] K. K. Leung, A. Lai, ve A. Wu, “A randomised controlled trial of the electric heating pad vs forced-air warming for preventing hypothermia during laparotomy”, *Anesthesia*, c. 62, ss. 605–608, 2007.
- [185] O. Kimberger *vd.*, “Resistive Polymer Versus Forced-Air Warming: Comparable Heat Transfer and Core Rewarming Rates in Volunteers”, *Anesth. Analg.*, c. 107, ss. 1621–1626, 2008.
- [186] J. L. De Witte, C. Demeyer, ve E. Vandemaele, “Resistive-Heating or Forced-Air Warming for the Prevention of Redistribution Hypothermia”, *Anesthesia*, c. 110, ss. 829–833, 2010.
- [187] S. Perez-Protto *vd.*, “Circulating-water garment or the combination of a circulating-water mattress and forced-air cover to maintain core temperature during major upper-abdominal surgery”, *Br. J. Anaesth.*, c. 105, ss. 466–470, 2010.
- [188] M. R. J. Sury ve S. Scuplak, “Water-filled garment warming of infants undergoing open abdominal or thoracic surgery”, *Pediatr. Surg. Int.*, c. 22, ss. 182–185, 2006.
- [189] C. M. Galvão, Y. Liang, ve A. M. Clark, “Effectiveness of cutaneous warming systems on temperature control: meta-analysis”, *J. Adv. Nurs.*, c. 66, ss. 1196–1206.
- [190] F. C. Henriques ve A. R. Moritz, “Studies of Thermal Injury: I. The

- Conduction of Heat to and through Skin and the Temperatures Attained Therein. A Theoretical and an Experimental Investigation”, *Am. J. Pathol.*, c. 23, sayı 19970945, ss. 530–549, 1947.
- [191] M. H. Crino ve E. L. Nagel, “Thermal Burns Caused by Warming Blankets in the Operating Room”, *Anesthesiology*, c. 29, s. 149, 1968.
- [192] R. C. Sadove ve T. G. Furgasen, “Major Thermal Burn as a Result of Intraoperative Heating Blanket Use”, *J. Burn Care Rehabil.*, c. 13, ss. 443–445, 1992.
- [193] C. Acikel, B. Kale, ve B. Celikoz, “Major thermal burn due to intraoperative heating blanket malfunction”, *Burn J. Int. Soc. Burn Inj.*, c. 28, ss. 283–284, 2002.
- [194] B. Gali, J. Y. Findlay, ve D. J. Plevak, “Skin Injury with the Use of a Water Warming Device”, *Anesthesiology*, c. 98, ss. 1509–1510, 2003.
- [195] T. E. Read, M. Brozovich, ve P. F. Caushaj, “Perioperative hypothermia during colectomy: when do patients get cold?”, *Tech. Coloproctol.*, c. 22, sayı 5, ss. 343–346, May. 2018.
- [196] R. M. da Silva Feu Santos, I. de Fatima Santana Ferreira Boin, C. A. A. Caruy, E. de Araújo Cintra, N. A. Torres, ve H. N. Duarte, “Randomized clinical study comparing active heating methods for prevention of intraoperative hypothermia in gastroenterology”, *Rev. Lat. Am. Enfermagem*, c. 27, sayı 0, 2019.
- [197] B. Horosz ve M. Malec-Milewska, “Metody przeciwdziałania śródoperacyjnej hipotermii”, *Anestezjol. Intens. Ter.*, c. 46, ss. 96–100.
- [198] M. John, D. Crook, K. Dasari, F. Eljelani, A. El-Haboby, ve C. M. Harper, “Comparison of resistive heating and forced-air warming to prevent inadvertent perioperative hypothermia”, *Br. J. Anaesth.*, c. 116, sayı 2, ss. 249–254, 2016.
- [199] R. C. Cork, R. W. Vaughan, L. S. Humphrey, ve D. S. Thompson, “Precision and Accuracy of Intraoperative Temperature Monitoring”, *Surv. Anesthesiol.*, c. 27, sayı 5, s. 276, 1983.

- [200] N. Patel, C. E. Smith, A. C. Pinchak, ve J. F. Hagen, “Comparison of esophageal, tympanic, and forehead skin temperatures in adult patients”, *J. Clin. Anesth.*, c. 8, sayı 6, ss. 462–468, 1996.