

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**İDİYOPATİK ADOLESAN SKOLYOZ CERRAHİSİNDE
VÜCUT SICAKLIĞI DEĞİŞİMİNİN PERİOPERATİF KANAMAYA ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Ezgi Gözübüyük

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mehmet İlke BÜGET

TIPTA UZMANLIK TEZİ
İSTANBUL 2020

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**İDİYOPATİK ADOLESAN SKOLYOZ CERRAHİSİNDE
VÜCUT SICAKLIĞI DEĞİŞİMİNİN PERİOPERATİF KANAMAYA ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Ezgi Gözübüyük

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mehmet İlke BÜGET

TIPTA UZMANLIK TEZİ
İSTANBUL 2020

TEŞEKKÜRLER

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Ana Bilim Dalı'ndaki uzmanlık eğitimim süresince Anesteziyoloji, Yoğun Bakım ve Reanimasyon, Algoloji konusundaki bilgi ve deneyimlerini bana aktaran değerli hocalarım Ana Bilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Kâmil Mehmet Tuğrul, Prof. Dr. Figen Esen, Prof. Dr. Ali Emre Çamcı, Prof. Dr. Gül Köknel Talu, Prof. Dr. Nüzhet Mert Şentürk, Prof. Dr. Perihan Ergin Özcan, Prof. Dr. Zerrin Sungur, Doç. Dr. Ahmet Kemalettin Koltka, Doç. Dr. Mukadder Orhan Sungur, Doç. Dr. Meltem Savran Karadeniz, Doç. Dr. Achmet Ali, Doç. Dr. Demet Altun Bingöl, Yard. Doç. Dr. Hacer Ayşen Yavru, Yard. Doç. Dr. Halil Çetingök, Uzm. Dr. Giray Halil Varansu, Uzm. Dr. Basri Akdoğan, Uzm. Dr. Günseli Orhun, Uzm. Dr. Nükhet Sivriköz, Uzm. Dr. Müşerref Beril Dinçer, Uzm. Dr. Özlem Turhan, Uzm. Dr. Esra Saka Ersin, Uzm. Dr. Nur Canbolat, Uzm. Dr. Ebru Emre Demirel, Uzm. Dr. Özlem Polat, Uzm. Dr. İlkay Anaklı'ya teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim döneminde emekliliğe ayrılan Ana Bilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Lütfü Telci'ye, Prof. Dr. Kâmil Pembeci'ye ve Dr. Öğretim Üyesi Süleyman Küçükay'a teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca beni sabırla dinleyen ve destek olan danışman hocam Prof. Dr. Tülay Özkan Seyhan ve yetişmemde sonsuz emeği olan tez danışman hocam Doç. Dr. Mehmet İlke Büget'e ayrıca çok teşekkür ederim.

Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Hayati Durmaz ve Doç. Dr. Turgut Akgül başta olmak üzere tezime verdikleri destek için teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezde emeği geçen Dr. Elif Aygün, Dr. Evren Aygün, Dr. Binnur Cavdaroğlu, Dr. Ceren Gökdoğan, Dr. Şahin Karalar, Tkn. Burak Çopur ve uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalıştığım eşkıdemlerim başta olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma, teknikerlere, hemşirelere, tüm hastane çalışanlarına teşekkür ederim.

Son olarak da iyiliğini, şefkatini hiçbir zaman esirgemeyen, beni yetiştiren canım annem Seher Gözübüyük ve benimle her zaman gurur duyacak olan rahmetli babam Kemal Gözübüyük'e sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Ezgi GÖZÜBÜYÜK

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER

KISALTMALAR DİZİNİ

ŞEKİLLER DİZİNİ

TABLolar DİZİNİ

ÖZET

ABSTRACT

I. GİRİŞ

II. GENEL BİLGİLER

A. İDİYOpatİK ADOLESAN SKOLYOZ

- a. Tanım
- b. Tarihçe
- c. Epidemiyoloji
- d. Skolyoz Tipleri
- e. Fizik Muayene ve Tanı
- f. Klinik
- g. Tedavi

B. SKOLYOZ CERRAHİSİ VE ANESTEZİ

- a. Preoperatif Değerlendirme
- b. Hipotermi
- c. Kanama
 - i. Perioperatif Kan Yönetimi
 - ii. Preoperatif Dönem
 - iii. İntraoperatif Dönem
 - iv. Masif Transfüzyon
- d. Perioperatif Sıvı Yönetimi
- e. Prone pozisyon
- f. Monitörizasyon
- g. Nöromonitörizasyon
 - i. Somatosensöriyel Uyarılmış Potansiyeller (SSEP)
 - ii. Motor Uyarılmış Potansiyeller (MEP)
 - iii. Nöromonitörizasyon ve Anestezi
 - iv. Nöromonitörizasyon ve Hipotermi

h. Ameliyat Sonrası Hızlandırılmış İyileşme (ERAS)

- i. Preoperatif Dönem
- ii. İntraoperatif Dönem
- iii. Postoperatif Dönem

III. AMAÇ

IV. GEREÇ VE YÖNTEM

V. İSTATİSTİK

VI. BULGULAR

VII. TARTIŞMA

VIII. SONUÇ

IX. KAYNAKLAR



KISALTMALAR

ml: Mililitre (Milliliter)

ICU: Intensive Care Unit (Yoğun Bakım Ünitesi)

CBC: Complete Blood Count (Tam Kan Sayımı – Hemogram)

ABG: Arterial Blood Gas (Arter Kan Gazı)

AİS: Adolesan İdiyopatik Skolyoz

C: Santigrat

kg: Kilogram

sa: Saat

g: Gram

dL: Desilitre

MEP: Motor Uyarılmış Potansiyeller (Motor Evoked Potentials)

SSEP: Somatosensöriyel Uyarılmış Potansiyeller (Somatosensory Evoked Potentials)

ERAS: Ameliyat Sonrası Hızlandırılmış İyileşme (Enhanced Recovery After Surgery)

MÖ: Milattan Önce

MS: Milattan Sonra

PUMC: Peking Union Medical College (Peking Union Üniversitesi Tıp Fakültesi)

cm: Santimetre (Centimeter)

aPTT: Aktive Parsiyel Tromboplastin Zamanı (Activated Partial Thromboplastin Time)

PT: Protrombin Zamanı (Prothrombin Time)

INR: Uluslararası Normalleştirilmiş Oran (International Normalized Ratio)

WHO: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

hrEPO: İnsan Rekombinant Eritropoetin (human recombinant Erythropoietin)

FVIII: Faktör 8

ASA: Amerikan Anestezi Topluluğu (American Society of Anesthesiologists)

mmHg: Milimetre Cıva (Millimeter of Mercury)

TEG: Tromboelastografi

HIV: İnsan İmmün Yetmezlik Virüsü (Human Immunodeficiency Virus)

TRALI: Transfüzyon İlişkili Akciğer Hasarı (Transfusion Related Acute Lung Injury)

mm: Milimetre

dk: Dakika

SV: Atım Hacmi (Stroke Volume)

CI: Kardiyak İndeks (Cardiac Index)

DO₂: Dokuya Oksijen Sunumu

SVV: Atım Hacmi Varyasyonu (Stroke Volume Variation)

L: Litre

m: Metre

POVL: Post Operatif Görme Kaybı (Postoperative Visual Loss)

EtCO₂: Soluk Sonu Karbondioksit Ölçümü (End-tidal CO₂)

NICE: İngiliz Ulusal Sağlık ve Klinik Mükemmellik Enstitüsü (National Institute for Health and Care Excellence)

EKG: Elektrokardiyografi

CO₂: Karbondioksit

CMAP: Birleşik Kas Aksiyon Potansiyeli (Compound Muscle Action Potential)

OAB: Ortalama Arter Basıncı

TOF: Dörtlü Uyarı Dizisi (Train of Four)

TIVA: Total İntravenöz Anestezi

N₂O: Nitroz Oksit (Azot Protoksit)

MAC: Minimum Alveoler Konsantrasyon (Minimum Alveolar Concentration)

mcg: Mikrogram

NMDA: N-Metil D-Aspartat

BMI: Beden Kitle İndeksi (Body Mass Index)

Hgb: Hemoglobin

Hct: Hematokrit

Plt: Platelet

SAB: Sistolik Arter Basıncı

DAB: Diyastolik Arter Basıncı

KTA: Kalp Tepe Atımı

IV: İntravenöz

TV: Tidal Volüm

FiO₂: İnspire Edilen Oksijen Fraksiyonu (Fraction of Inspired Oxygen)

PEEP: Ekspirasyon Sonu Pozitif Basıncı (Positive End Expiratory Pressure)

cmH₂O: Santimetre Su (Centimeter of Water)

PaCO₂: Parsiyel Arteriyel Karbondioksit Basıncı

SpO₂: Oksijen Satürasyonu

PaO₂: Parsiyel Arteriyel Oksijen Basıncı

TVS: Timpanik Vücut Sıcaklığı

ÖVS: Özofageal Vücut Sıcaklığı

AVS: Aksiller Vücut Sıcaklığı

BE: Baz Açığı

Lac: Laktat

mmol: milimol

SvO₂: Miks Venöz Oksijen Satürasyonu

ES: Eritrosit Süspansiyon

TDP: Taze Donmuş Plazma

NCSS: Number Cruncher Statistical System

Min: Minimum

Maks: Maksimum

Ort: Ortalama

Ss: Standart Sapma

İntraop: İntraoperatif

YBÜ: Yoğun Bakım Ünitesi

Postop: Postoperatif

Preop: Preoperatif

NM: Nöromonitörizasyon

GA: Güven Aralığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Çalışmanın akış diyagramı

Şekil 2: Grupların Ateş Ölçümlerinin Dağılımı

Şekil 3: Grupların Zamanlara Göre Özofageal Ateş Ölçümlerinin Dağılımı

Şekil 4: Grupların Zamanlara Göre Aksiller Ateş Ölçümlerinin Dağılımı

Şekil 5: Grupların Zamanlara Göre Timpanik Ateş Ölçümlerinin Dağılımı

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Demografik Özelliklerinin Dağılımı

Tablo 2: Operasyon Sonu ve Taburculukta Toplanan Verilerin Dağılımı

Tablo 3: Gruplara Göre Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi

Tablo 4: Gruplara Göre Operasyon Sonu ve Taburculukta Toplanan Verilerin Değerlendirilmesi

Tablo 5: Gruplara Göre Zamanlarda Hgb Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 6: Gruplara Göre Zamanlarda Hct Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 7: Gruplara Göre Zamanlarda aPTT Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 8: Gruplara Göre Zamanlarda INR Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 9: Gruplara Göre Zamanlarda Plt Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 10: Gruplara Göre İntraop, Postop 24., 48. Saat ES, İntraop, Postop 24. Saat TDP, Postop 24., 48. Saat Dren, Toplam İdrar Çıkışı, Kristalloid Ve Kolloid Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 11: Gruplara Göre Nabız, OAB, Özofageal Ateş, Aksiller Ateş, Timpanik Ateş Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 12: Gruplara Göre Zamanlarda Kan Gazındaki pH Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 13: Gruplara Göre Zamanlarda Kan Gazındaki Lac Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 14: Gruplara Göre Zamanlarda Kan Gazındaki Hgb Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 15: Gruplara Göre Zamanlarda Kan Gazındaki BE Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 16: Gruplara Göre NM (Nöromonitörizasyon) Motor ve Duyu Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Tablo 17: Motor Ve Duyu Ölçümlerinin Değişim Yüzdelerinin Dağılımı

Tablo 18: Lineer Regresyon Analizi

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, intraoperatif dönemde çoklu aktif ısıtma yöntemi ile normoterminin sürdürüldüğü hastalarda, hafif-ılımlı hipotermiye göre intraoperatif kan kaybının azaldığını göstermektir. İkincil amaç ise; hipotermik grupta kan ve kan ürünü ihtiyacının, drenlerden gelen miktarın artacağını, nöromonitörizasyon değerlerinin bozulacağını, yoğun bakım ve hastane kalış süresinin uzayacağını, enfeksiyon ve komplikasyon oranının artacağını, hemogram, koagülasyon ve arter kan gazı değerlerinin bozulacağını göstermektir.

Gereç ve Yöntem: Etik kurul onayı ile hasta ve velilerinin onamlarının alınmasını takiben toplam 39 hasta çalışmaya alındı. Hastalar çalışma grubunda çoklu aktif ısıtma yöntemleriyle (birden çok basınçlı hava üfleyici, ısıtıcı yatak, damar içi sıvı ısıtıcı) ısıtılan ve kontrol grubunda standart tek basınçlı hava üfleyici ile ısıtılanlar olmak üzere iki gruba ayrıldı. Hastaların intraoperatif timpanik, özofageal, aksiller vücut sıcaklıkları, nabız, ortalama arter basıncı, saatlik kan gazı değerleri kaydedildi. Operasyon sonunda total kanama miktarı, kullanılan kan ve kan ürünü, kolloid, kristalloid miktarı, cerrahi süre, posterior enstrümantasyon uygulanan segment sayısı ve bölgesi, ekstübasyon süresi kaydedildi. Postoperatif dönemde drenlerden gelen miktar, kullanılan kan ve kan ürünleri, yoğun bakım kalış günü, hastane kalış günü, enfeksiyon ve komplikasyon gelişimi kaydedildi. Preoperatif ve postoperatif 0., 1., 2. günlerdeki hemogram, koagülasyon sonuçları kaydedildi.

Bulgular: 39 hastadan çoklu ısıtılan grubun ortalama vücut sıcaklığı normotermik ($36,68 \pm 0,18$) seyrederken, standart ısıtılan grupta hafif-ılımlı hipotermi ($35,93 \pm 0,18$) gözlemlendi ($p=0,001$). Normotermik grupta (617 ± 285 ml) intraoperatif kanama miktarı kontrol grubuna (1120 ± 728 ml) göre düşük bulundu ($p=0,027$). Normotermik grubun, hipotermik gruba göre cerrahi ($p=0,025$), ekstübasyon ($p=0,015$), hastanede kalış süresi kısa ($p=0,002$), postoperatif 48. saat drenlerden gelen miktar az ($p=0,014$) olarak bulunmuştur. Yoğun bakım kalış süresi normotermik grupta daha az olmakla birlikte istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p=0,052$). Diğer bakılan parametrelerde gruplar arası fark saptanmamıştır.

Sonuç: İdiyopatik adolesan skolyoz cerrahisinde çoklu aktif ısıtma yöntemleriyle intraoperatif normotermiyi korumanın, hipotermiye göre kan kaybının azalması, cerrahi sürenin kısalması, ekstübasyon süresinin kısalması, postoperatif 48. saat drenlerden gelen miktarın azalması, hastane kalış süresinin kısalmasıyla ilişkili olduğu bulunmuştur. Vücut sıcaklığı değişiminin intraoperatif transfüzyon miktarı, hemogram, koagülasyon, kan gazı ve nöromonitörizasyon değerleriyle ilişkisi bulunamamıştır.

ABSTRACT

Aim: The aim of this study is to show that intraoperative blood loss is reduced compared to mild-moderate hypothermia in patients in whom intraoperative normothermia is maintained with multiple active warming devices. The secondary aim of this study is to show that the need for blood and blood products, the amount of drains, the length of stay in intensive care unit (ICU) and hospital, the rate of infection and complications will increase, the neuromonitoring, complete blood count (CBC), coagulation, arterial blood gas (ABG) values will deteriorate in the hypothermic group.

Material and Method: Following the approval of the ethics committee and the consent of patients and their parents, 39 patients were randomly divided into two group as working group, which was heated by multiple active warming systems (multiple forced air warming, heat mattress, intravenous fluid warmer) and as control group, which was heated by a standard single forced air warming device. Intraoperative tympanic, esophageal, axillary body temperatures, pulse, mean arterial pressure, hourly gas values were recorded. At the end of the operation, the amount of total bleeding, blood and blood product, colloid, crystalloid used, duration of surgery, number and region of posterior instrumentation and extubation time were recorded. In the postoperative period, the amount from de drains, the blood and blood products used, the length of stay in the ICU and hospital, the developement of infection and complications were recorded. CBC and coagulation test results were recorded preoperatively and postoperatively on days 0, 1 and 2.

Results: Among 39 patients, the mean body temperature of the multiple warming group was normothermic ($36,68 \pm 0,18$), whereas mild-moderate hypothermia ($35,93 \pm 0,18$) observed in the standard warming group ($p=0,001$). In the normothermic group ($617 \pm 285\text{ml}$) the amount of intraoperative bleeding was lower than the control group ($1120 \pm 728\text{ml}$, $p=0,027$). In normothermic group, the duration of surgery ($p=0,025$), extubation ($p=0,015$), length of hospital stay ($p=0,002$) was shorter and the amount of drain at postoperative 48th hour was lower ($p=0,014$). Length of stay in ICU is lower in normothermic group but not statistically significant ($p=0,052$). There was no difference between groups in the other parameters.

Conclusion: It was found that maintaining intraoperative normothermia with multiple active warming systems is associated with decreased blood loss, surgical time, extubation time, postoperative 48th hour drains and shortened length of stay in hospital compared to hypothermia. The relationship between body temperature change and intraoperative tranfusion amount, CBC, ABG and neuromonitoring values could not be found.

I. GİRİŞ

Skolyoz vertebranın 3 boyutlu deformitesine denmektedir (1). Adolesan idiyoPATİK skolyoz (AİS) en sık görülen formudur (2). Tanısı radyolojik olarak Cobb açısının $>10^\circ$ den yüksek olması ve diğer skolyoz nedenlerinin dışlanmasıyla konur (3). 40° - 50° 'yi aşan eğriliklerin cerrahi olarak tedavi edilmesi önerilir (1). Cerrahi genelde posterior yaklaşımla vertebraya enstrümantasyon yerleştirilerek yapılır (4).

Hipotermi vücut sıcaklığının 36°C 'nin altına düşmesine denir (5). Vücut merkez sıcaklığının 35 - $35,9^\circ\text{C}$ olması hafif, 34 - $34,9^\circ\text{C}$ orta veya ılımlı, $33,9^\circ\text{C}$ 'den düşük olması şiddetli veya ağır hipotermi olarak rapor edilmiştir (6). Perioperatif hipotermi anestezinin termoregülasyonu baskılaması, vücut boşluklarının soğuk ortama direk maruz kalması, soğuk damar içi sıvı verilmesi gibi pek çok nedenden dolayı gözlemlenmektedir (7). Perioperatif hipotermi skolyoz gibi uzun süren ve kanama ihtimali yüksek bir cerrahilerde önemli bir sorundur (4). Bu nedenle 30 dakikayı geçecek tüm genel anestezi planlanan kişilerde perioperatif vücut sıcaklığı takibi yapılmalıdır (8). Vücut merkez sıcaklığı ölçümü için özofagus ısı ölçüm probu gönderilebilir ya da timpanik membrandan termistör ile aralıklı ölçülebilir (5). Aksiller sıcaklık ölçümü pratiktir ama ortam sıcaklığı gibi pek çok faktörden çabuk etkilenir, bu nedenle güvenilirliği düşüktür (9).

Perioperatif hipotermiyi önlemek için pratikte aktif ısıtma ve pasif yalıtım sistemleri kullanılır (5). Battaniyeler, cerrahi örtüler gibi pasif yalıtım sistemlerinin tek başına yetersiz kaldığı raporlanmıştır (10). Aktif ısıtma sistemlerinde ise en etkili ve en sık kullanılan yöntemlerden biri basınçlı hava üfleyici sistemlerdir (5). Damar içi sıvı ısıtıcılar için erişkinde $>50\text{ml/kg/sa'ten}$, çocukta $>15\text{ml/kg/sa'ten}$ daha hızlı transfüzyon planlanıyorsa kullanımı önerilmektedir (10). Gövdenin açıkta olduğu ameliyatlarda gövde altı ısıtma yatakları kullanılabilir (10).

Adolesan idiyoPATİK skolyozda posterior enstrümantasyon cerrahisinde kanamanın yaklaşık 750 ile 1500ml arasında olduğu rapor edilmiştir (11). Fazla kan kaybının hemodinamik instabileden, kardiyopulmoner disfonksiyon ve ölüme kadar pek çok soruna yol açabildiği; allojenik kan tranfüzyonunun da transfüzyon reaksiyonları, enfeksiyon, koagülopati gelişimi gibi sorunlara yol açabildiği raporlanmıştır (12). Hipoterminin de koagülopatiyi arttıran nedenler arasında olduğu raporlanmıştır (13). Prone pozisyon da abdominal bası gelişmesine bağlı epidural venlerde genişlemeye neden olur ve kanamayı artırır (14). Bu nedenle desteklerin doğru yerleştirilmesi önemlidir (15).

Skolyoz gibi majör kanamalı cerrahilerde allojenik kan transfüzyonunu azaltmak için preoperatif dönemde aneminin düzeltilmesi, hastanın beslenmesinin optimize edilmesi, otolog kan hazırlığı yöntemleri uygulanması önerilir (14,16,17). İntraoperatif dönemde ise antifibrinolitik, epidural blok, lokal hemostatik ürün uygulaması, kontrollü hipotansif anestezi uygulamaları önerilir (15,18). Eritrosit süspansiyonunda transfüzyon sınırı için liberal yerine restriktif transfüzyon stratejilerinin (hemoglobin için sınır değer 7-8g/dL) kullanılması önerilir (16). Taze donmuş plazma bir volüm replasmanı olarak kullanılmamalıdır (19,20). Mümkünse koagülasyon testlerine göre ya da yatak başı tromboelastogram yöntemleriyle kullanılmalıdır (19). Eğer masif transfüzyon durumu geliştirse kan ürünlerinin 1:1:1 (taze donmuş plazma / random trombosit / eritrosit süspansiyonu) şeklinde kullanımı önerilir (21). Masif transfüzyonda hipotermi ve koagülopati riski daha da artmıştır (22,23).

İntraoperatif dönemde hastaya fazla sıvı vermenin pek çok komplikasyona neden olabildiği gibi pıhtılaşmayı da bozduğu rapor edilmiştir (24). Bu nedenle skolyoz cerrahisi gibi kanama riski yüksek cerrahilerde hedefe yönelik sıvı tedavisi uygulanması önerilir (24).

Spinal deformite düzeltme cerrahilerinde majör nörolojik defisit ihtimalinin %0,01 ile %0,05 arasında olduğu rapor edilmiştir (25). Nörolojik hasar tespitinde Stagnara uyandırma testi altın standart olsa da motor ve somatosensöriyel uyarılmış potansiyellerin (MEP ve SSEP) birlikte kullanımıyla oldukça yüksek hasar tespit başarısı elde edilmektedir (26,27). Duyu liflerinin yer aldığı dorsal kolonun bütünlüğü hakkında bilgi veren SSEP'in latensinde %10 uzama olması, motor liflerin bütünlüğü ile ilgili bilgi veren MEP amplitüdünün %50-80 azalması nörolojik hasar açısından tehlikeye işaretir (26,28). Uyarılmış potansiyeller iyatrojenik sinir yaralanması dışında anestezinin etkileri, hipotermi gibi fizyolojik değişkenlerden de etkilenirler (26). Hipotermiye bağlı değişiklikler nöronda akson iletiminin aşamalı yavaşlaması ve artmış sinaptik gecikmeye bağlıdır (25). Hipoterminin nöromonitörizasyona etkisine genelde terapötik hipotermi ile ağır hipoterminin (<34°C) uygulandığı çalışmalarda bakılmıştır (29-33).

ERAS (Ameliyat Sonrası Hızlandırılmış İyileşme) öğretilerine göre ameliyat sırasında aktif ısıtma yöntemleri kullanılarak normoterminin korunması önerilmektedir (34). Ancak intraoperatif ısıtma yöntemlerinin yetersiz kalması durumunda normotermi sağlanamayabilir (7). Ayrıca hipoterminin pek çok olumsuz yan etkisinin yanında nöroprotektif etkileri de olduğundan intraoperatif hafif hipoterminin önerilip önerilmemesine yönelik fikir birliği daha oluşmamıştır (35). Hipoterminin in-vitro testlerde koagülasyonu bozduğu iyi bilinse de hafif hipoterminin kanamayı arttırıp arttırmadığına dair yıllarca farklı sonuçlar bulunmuştur (36-38).

Bu çalışmanın hipotezi idiyopatik adolesan skolyoz deformite düzeltme cerrahisi gibi kanama ve hipotermi açısından yüksek risk oluşturan bir ameliyatta agresif çoklu ısıtma yöntemi uygulayarak normotermik tutulan hasta grubunda, standart tek ısıtıcı kullanarak hafif-ılımlı hipotermiye izin verilen hasta grubuna göre kan kaybının azaldığını test etmektir. İkinci olarak hafif hipotermik grupta allojenik kan transfüzyonu gereksinimlerinde artma, operasyon ve ekstübasyon süresinde uzama, arter kan gazı, koagülasyon, hemogram değerlerinde bozulma, yoğun bakım ve hastane kalış süresinde uzama, enfeksiyon ve komplikasyon gelişiminde artma, nöromonitörizasyon değerlerinde bozulmaların olabileceğini göstermektedir.



II. GENEL BİLGİLER

A. İDİYOPATİK ADOLESAN SKOLYOZ

a. Tanım

Skolyoz vertebranın frontal, sagittal ve aksiyal düzlemlerde 3-boyutlu olarak yapısal deformitesine denir (1). Adolesan idiyopatik skolyoz ise isminden de anlaşılacağı gibi 11-18 yaşındaki başka majör hastalığı olmayan adolesan grubu etkileyen skolyoz tipidir ve etyolojisi bilinmemektedir (39). Adolesan idiyopatik skolyoz yapısal spinal deformitelerin en sık görülen formudur (2). Tanısı diğer skolyoz nedenlerini dışlayarak elde edilir (3).

b. Tarihçe

Skolyozu ilk olarak MÖ 5. yüzyılda tarif eden Hipokrat, omurga deformitesinin kötü duruştan kaynaklandığını ve bir uzatma aparatında aksiyal distraksiyon uygulanarak tedavi edilebileceğine inanmıştır (40). Yaklaşık 500 yıl sonra yaşayan Galen (MS 131-201), Hipokrat ile aynı prensipleri kullanarak skolyoz, lordoz ve kifozu etkin bir şekilde tanımlamış, çalışmaları 1500 yıl sonra bile spinal deformiteler üzerine tıbbi uygulamalara etki etmektedir (41). Skolyozun tedavisi için cerrahi girişimler, sonradan meslektaşları tarafından çok sorgulansa da, 19. yüzyılın sonlarına doğru Jules Guerin'in perkütan miyotomileri ile başlamıştır (4,40). 20. yüzyılın başlarında tüberküloz hastalarında vertebra cerrahisi üzerine pek çok çalışma yapılmıştır ve bu dönemde Russel Hibbs tarafından ilk kez spinal füzyon cerrahisi uygulanmıştır (40). 1955' yılında Harrington distraksiyon enstrümantasyonunu geliştirerek, skolyoz cerrahisinde dünyada ilk kez maksimum deformite düzeltilmesini elde etmiştir (40).

c. Epidemiyoloji

Adolesan nüfusun %2 ile %4'ü adolesan idiyopatik skolyozdan etkilenmektedir (1). Hastaların %0,3 ile %0,5'inde deformite açısının tedavinin genellikle önerildiği açı olan 20°'den daha fazla olduğu rapor edilmiştir (3). Kadın ve erkeklerdeki skolyoz insidansı 10°'den küçük açılarda eşittir; ancak skolyoz açısı arttıkça kadınlarda sıklığı artar (42). 30°'den yüksek açılı skolyozlarda kadın/erkek oranının 10:1 olarak saptandığı raporlarda sunulmuştur (11).

d. Skolyoz Tipleri

Skolyozun başlıca konjenital, idiyopatik ve nöromuskuler (ya da sendromik diye ayrılabilir) skolyoz olarak 3 major tipi vardır (42). Konjenital skolyozda vertebral cismin oluşumunda ve / veya parçalanmasında bir kusur vardır (42). Sendromik skolyozda hastaya metabolik, nöromuskuler, iskelet, bağ dokusu hastalığı eşlik eder ya da nörofibromatozis gibi başka bir sendrom eşlik eder (1).

İdiyopatik skolyoz başlangıç yaşına göre alt gruplarına ayrılır: 0-3 yaş arasında başlayan infantil idiyopatik skolyoz, 4-10 yaş arasında başlayan juvenil idiyopatik skolyoz, 11-18 yaş arasında başlayan adolesan idiyopatik skolyoz, son olarak da 18 yaşından sonra başlayan yetişkin skolyoz (39). Bu alt gruplar arasında en sık görülen idiyopatik adolesan skolyozdur (42). Infantil idiyopatik skolyoz nadir bir hastalıktır ve hastaların %52 ile %90 oranında tedavi gerektirmeden spontan olarak düzeldiği rapor edilmiştir (43). Juvenil idiyopatik skolyozun tedavi olmayan adolesan idiyopatik skolyoza göre daha yüksek morbidite ve mortaliteye sahip olduğu rapor edilmiştir (44). Juvenil idiyopatik skolyozlu hastalar adolesan yaşa kadar beklemeden konservatif tedavilerin sıkı bir şekilde uygulanmasından oldukça fayda görmüşlerdir (44).

2014 yılında William ve arkadaşları erken başlangıçlı skolyozları 10 yaş altı, 10 ile 20 yaş arası, 20 yaş üstü olmak üzere hastanın yaşına, skolyozun etyolojisine, majör Cobb açısının derecesine ve kifoz olup olmamasına göre sınıflandırmıştır (45).

e. Fizik Muayene ve Tanı

Skolyoz hastalarının fizik muayenesinde Adams öne eğilme testi (öne eğilmekle torasik ya da lomber hörgücün ortaya çıkması) ya da skolyometre ile gövdedeki asimetri ölçümü yapılabilir ancak kesin tanı radyolojik olarak Cobb açısı ölçülerek konur (1). Cobb açısı, koronal düzlemdeki standart bir arka-ön radyografide skolyotik eğriye dahil edilen üst omurun üst uç plakasına paralel olarak çizilen çizgi ile skolyotik eğriye dahil edilen alt omurun alt uç plakasına paralel çizilen iki çizginin arasındaki açıya denir (2). İdiyopatik adolesan skolyozun radyolojik görüntülemelerinde omurga eğriliğinin açısı (Cobb) en az 10° olmalıdır ama vertebranın yapısında herhangi bir anormallik bulunmamalıdır (3). İdiyopatik diyebilmek için posterior serebral çukur ve spinal kanalın nöroanatomik anormalliklerinin dışlanmış olması gerekmektedir (1).

f. Klinik

Adolesan idiyopatik skolyoz hastalarında açılışla birlikte bozulmuş postür, yürümede sapmalar, kaslarda orantısızlık, fonksiyonel sınırlamalar, sırt ağrısı, beden imajının negatif psikolojik ve sosyal etkileri gibi kozmetik kaygılar daha çok ortaya çıkmaktadır (46). Çoğu hasta ortopediye skolyozun semptomlarından asimetrik gövde nedeniyle gelirler (3). Ayrıca ilerleyen eğri ile birlikte toraks kavitesinin yapısının bozulmasıyla akciğer problemleri görülmeye başlar, sakatlıklar görülebilir ve hastaların yaşam kalitesi gittikçe düşer (47). Bu nedenle erken tanı ve tedavi uygulanması gerekir, böylece iskelet olgunluğundan önce vertebra eğriliğinin ilerlemesi yavaşlatılarak uzun vadeli sonuçlar iyileştirilebilir (47).

Adolesan idiyopatik skolyozu değerlendirmede kullanılan temel sınıflandırma sistemleri başlıca King, Coonrad, Lenke, PUMC (Peking Union Medical College) sınıflandırma sistemleridir (48). Bu sınıflandırma sistemleri cerrahi tedaviyi ve skolyozu düzeltmek için gerekli artrodezin derecesini belirlemede kullanılırlar (39). King 1983'te yayınlanan ilk sınıflama sistemidir, idiyopatik skolyoz eğrinin vertebradaki lokasyonuna göre 5 alt gruba ayrılmıştır (48). Günümüzdeki en popüler sınıflandırma biçimlerinden biri olan Lenke sınıflaması vertebra eğriliğini lokasyonuna göre, lomber vertebraları ne kadar kapsadığına göre ve torakal kifozun derecesine göre değerlendiren sınıflama biçimidir (49).

Vertebral kemik büyümesi durduğu zaman omurga eğriliğinin ilerlemesinin de duracağı düşünüldüğü için iliak apofizin ossifikasyonunu derecelendiren, iskelet matüritesini radyolojik olarak saptayan Risser evrelemesi kullanılmaktadır (2). Risser evrelerinde evre 0: kemikleşme olmadan önceki dönemi, evre 1: %25, evre 2: %50, evre 3: %75 evre 4: %100 kemikleşmeyi ifade eder (1). Risser evresi düşük olan yani iskeleti olgunlaşmamış hastalarda ve yüksek eğri açılırlarına sahip olanlarda (olgunluktan sonra bile) eğrinin ilerleme ihtimali daha yüksektir (2). İskelet olgunluğu ile ilgili şüphe varsa hastanın kemik yaşı radyografisi değerlendirilmelidir (1).

g. Tedavi

Adolesan idiyopatik skolyozun tedavisi omurga eğriliğinin derecesi ve daha fazla büyüme potansiyeli ile belirlenir (47). Konservatif tedaviler başlıca gözlem, skolyoz spesifik egzersizler ve skolyoz desteklerinden (korselerinden) oluşmaktadır (47). Genelde 20°'nin altındaki spinal deformitelere gözlem önerilir (3). 25° ile 40° arası eğriliklere tam zamanlı (20-22saat/gün) veya yarı zamanlı (16-18saat/gün) korse kullanılması önerilir (1). Risser evresi düşük (0-1) olan hastalarda korse kullanılmasının amacı vertebra ve toraksın büyümesi tamamlanana kadar cerrahiye ertelemektir, eğriyi geriletmek değildir (39). Vertebrada kemik

büyümesi tamamlanmadan 40°'yi aşan, iskeleti olgunlaşmış hastalarda ise 50°'yi aşan eğriliklerde tedavi olarak spinal deformite düzeltme cerrahisi yapılması önerilir (1). 45°den fazla açısı olan ama hiç ağrı ya da dengesizlik gibi, hatta eğrinin ilerlemesi gibi problemleri olmayan, hasta grubu da sıktır ancak; 50°'yi geçen eğriliklerin her yıl 1°C daha ilerleme eğiliminde olduğu geniş kapsamlı bir derlemede sunulmuştur (50).

İdiyopatik adolesan skolyoz cerrahisi genelde posterior yaklaşımla yapılırken, özellikle torakal bölgedeki ameliyatlar anterior yaklaşımla da uygulanabilir, bazen de kombine yaklaşımlar uygulanabilir (4). Eğriliğin kısmi düzleştirilmesini, omurganın stabilizasyonunu ve skolyozun daha fazla ilerlemesinin durdurulmasını amaçlayan skolyoz deformite düzeltme cerrahisinde; enstrümantasyon vertebral pediküllere segmental olarak sabitlenir, ardından daha düşük derecede eğrilik elde etmek için sert çubuklarla manipüle edilerek distraksiyon işlemi uygulanır (51). Skolyozda füzyon cerrahilerinde ilk Paul Harrington tarafından uygulanan enstrümantasyonda konkav tarafta rod kullanarak eğriliklerin düzeltilmeye çalışıldığı rapor edilmiştir (48). Daha sonraki yıllarda Cortel ve arkadaşlarının rod rotasyon manevralarını kullandığı sunulmuştur (48). Daha sonra da etkinliği benzer saptanan pedikül vidalarının ve pedikül vidalarıyla kancaların birlikte kullanıldığı hibrit sistemlerin geliştirildiği raporlanmıştır (48). Anterior yaklaşımda ise torakal bölgede tek akciğer ventilasyonu için çift lümenli tüp ya da bronşial blokerin kullanılması gerekir ve mevcut anatomik eğri nedenli genelde akciğer ve kalp sorunları ile de karşı karşıya olduğundan anesteziistler için zorlu olabilecek bir yaklaşımdır (4). Anterior ve posterior yaklaşımın karşılaştırılarak posterior yaklaşımın daha iyi düzeltme sağladığı yapılan bir derlemede raporlanmıştır (48). Füzyon dışı cerrahilerde ise eğrinin konveks tarafına enstrümanlı ya da enstrümansız epifizyodez uygulanmasıyla eğrinin ilerlemesi önlenmeye çalışılır (48).

B. SKOLYOZ CERRAHİSİ VE ANESTEZİ

a. Preoperatif değerlendirme

Preoperatif havayolu muayenesinde zor entübasyon öyküsü, boyun hareketleri, servikal omurganın stabilitesi ayrıntılı değerlendirilmelidir (52). Cerrahiye aday hastalarda pulmoner sistem ameliyat öncesi etkilenmiş olabilir, bu nedenle pulmoner sistemin preoperatif ayrıntılı muayenesi çok önemlidir (52). Skolyoz hastalarında total akciğer kapasitesinin, fonksiyonel rezidüel kapasitenin ve vital kapasitenin düşük olduğu restriktif paternde solunum fonksiyon testi beklenir (4). Ameliyat öncesi zorlu vital kapasitenin prediktif değerinin %30-35'ten az olması durumunda, ameliyat sonrası ventilasyonun gerekli olabileceğinden bir derlemede

bahsedilmiştir (52). Skolyoz adayı hastalarda pulmoner sorunlar kadar sık olamasa da, doğumsal kalp sorunları mevcut olabilir, bu nedenle kardiyovasküler sistem muayenesinin, elektrokardiyogram ile ekokardiyografi sonuçlarıyla değerlendirilmesi gerekir (4,52). Ölmez ve arkadaşlarının yaptığı retrospektif çalışmada skolyozlu hastalarda en çok kapak anomalisi %25 oranıyla mitral kapak prolapsusu olarak tespit edilmiştir (53). Preoperatif kapsamlı nörolojik muayene yapılması da çok önemlidir çünkü ameliyat sırasında prone pozisyona bağlı oluşabilecek nörolojik hasarlardan kaçınmak anesteziistin sorumluluğundadır (52). Tam kan sayımı, koagülasyon testleri, temel metabolik paneller, kan grubu klinisyenin takdirine ya da kliniğin rutin standartlarına göre istenmektedir (54). Preoperatif testlerde koagülopati saptanan hastalar için hematoloji konsültasyonu istenmelidir (18).

b. Hipotermi

Perioperatif hipotermi anestezide sık karşılaşılan ciddi bir komplikasyondur ve anestezide kullanılan bir sürü ilacın etkisini uzatması gibi pek çok istenmeyen perioperatif etkiden sorumludur (55). İnsanda normal vücut sıcaklığı 36°C ile 37,3°C arasındadır (10). Perioperatif hipotermi vücut iç ısısının 36°C'nin altına düşmesi olarak tanımlanır (5). Vücut iç (çekirdek) sıcaklığının 35°C ile 35,9°C arası olmasının hafif hipotermi, 34°C ile 34,9°C arası olmasının orta veya ılımlı hipotermi, 33,9°C'den düşük olmasının şiddetli veya ağır hipotermi olarak tanımlandığı raporlanmıştır (6).

Sıcakkanlı canlılar olan insanlarda termoregülatör sistem sıcak ve soğuğa karşı vücut iç ısını kısıtlı bir aralıkla devam ettirmek için çalışır, böylece normal fizyolojik ve metabolik fonksiyonların en uygun halde işlemesi sağlanır (10). Vücutta termoregülasyon mekanizmasını hipotalamus kontrol eder (56). Vücutta solunum, kalp atımı, hücre membran potansiyellerinin korunması ve kas aktivitesiyle bağlantılı olan metabolizmanın bir ürünü olarak ısı kazanılır; deriden konveksiyon, radyasyon, kondüksiyon yoluyla, terleme ve hava yollarından evaporasyon yoluyla ısı kaybedilir (57). En çok ısı kaybına radyasyon ve konveksiyon neden olur (10). Bir nesnenin yüzeyinden başka bir nesnenin yüzeyine temas etmeden ısı transferi olduğunda radyasyon yoluyla ısı kaybı meydana gelmiş olur (58). Battaniyesi olmayan bir hastanın örtülü hastadan daha fazla ısı yaydığı, ayakta duran birinin cenin pozisyonunda yatan birinden daha fazla ısı yaydığı örnek olarak bahsedilmiştir (58). Konveksiyon cildin yüzeyi boyunca bir gaz veya sıvının hareketi ile ısı transferini içerir, havayı cildin yanına hapseden giysilerle en aza indirgenir (57). Buz torbasına dokununca oluşan kondüksiyon yoluyla ısı kaybı, temas yoluyla olan ısı kaybıdır (58).

Tüm ameliyatlara giren hastaların %70'inde hipotermi gözlemlendiği raporlanmıştır (6). Perioperatif hipotermi ameliyathanedeki düşük ortam sıcaklığı, anestezinin neden olduğu termoregülasyonun inhibisyonu, hastanın vücut boşluklarının soğuk ortama maruz kalması, enjekte edilen sıvıların önceden ısıtılmaması gibi pek çok faktörden kaynaklanabildiği bir meta-analizde sunulmuştur (7). Hipotermi anestezik ilaçların etkilerini uzatmasının yanı sıra, pıhtılaşma ve trombosit fonksiyonunu bozduğu, kan kaybını ve transfüzyon gereksinimini arttırdığı, yara enfeksiyonunu arttırdığı, hastanede kalış süresini uzattığı, postoperatif titreme ve rahatsızlığa neden olarak kalp atış hızını, kan basıncını, plazma katekolamin düzeylerini arttırdığı yapılan bir derlemede sunulmuştur (10). Perioperatif hipotermiden kaçınılması için uygulanan ameliyat öncesi, esnası ve sonrasında hipotermi tanınması, hipotermi önemi ve ısıtma yöntemleri için hemşire ve yardımcı personellerin eğitimini de içeren multidisipliner bir yaklaşım gereklidir (6).

Primer otonom termoregülatör savunmalarımız olan arteriovenöz şantta vazokonstriksiyon ve titreme için eşikler sırasıyla 36,5°C ve 36°C derece iken genel anestezi doza bağımlı olarak bu eşiği 2°C ile 3°C düşürerek mevcut termoregülasyonun bozulmasına neden olur (10). İzofluran, sevofluran gibi volatil anestezikler, nitroz oksit, propofol gibi intravenöz anestezikler, opioidler termoregülasyonun bozulmasından sorumlu ajanlar arasında yer alırlar (59). Hipotermi başlıca abdomen, toraks bölgesi ve santral sinir sisteminden oluşan iç (çekirdek) ısıнын çoğunlukla kol ve bacaklardan oluşan periferik dokulara yeniden dağılımıyla başlar, ısı kaybının metabolik ısı üretimini aşmasıyla devam eder (59). Genel anestezi altındaki hastada hipotermi 3 evresi vardır (10). Redistribüsyon fazı olarak bilinen ilk evre, ilk 1 saati ifade eder, bu dönemde vücut iç sıcaklığı merkezden periferik doğru redistribüsyon ile 1-1,5°C hızlı bir şekilde düşer (7,60). Redistribüsyonun vücut çekirdek sıcaklığını azaltma derecesi termoregülatör vazokonstriksiyonun anestezi kaynaklı inhibisyonuna ve merkezle periferik dokular arasındaki sıcaklık değişiminin büyüklüğüne bağlıdır (61). Isı kaybı fazı olarak da bilinen perioperatif hipotermi 2. evresinde (anestezinin 2-3. saatinde) metabolik hızın ısı kaybına yetişememesi nedeniyle daha yavaş bir düşüş olur (7,60). Plato fazı olarak bilinen hipotermi 3. evresinde anestezi süresi daha da uzamış demektir, bu dönemde periferik vazokonstriksiyon oluşarak merkez sıcaklık sabitlenir, bir plato dönemi görülür (7,60).

30 dakikayı geçmesi planlanan genel anestezi altındaki tüm hastalarda perioperatif vücut sıcaklığı ölçülmelidir ancak genelde non-invaziv yöntemlerle yapılan ölçümler o bölgedeki dokunun sıcaklığından etkilendiğinden güvenilirliği düşüktür (8). Her ölçüm yönteminin farklı

avantaj ve dezavantajları vardır (62). Bireylerin yaş, cinsiyet ile termoregülasyon yanıtları farklı olabileceğinden her ölçüm, ölçüm yöntemine ve bireye özel olarak değerlendirilmelidir (62).

Vücut çekirdek sıcaklığı periferik dokuların sıcaklığından yaklaşık 5-6°C daha yüksektir (57). Vücut çekirdek sıcaklığı Swan-Ganz kateteri ile pulmoner arterden, distal özofagustan, ısı ölçüm probunu 10-20cm ilerleterek nazofarenksten, termistör ile timpanik membrandan ölçülebilir (5). Vücut çekirdek sıcaklığı ölçümünde altın standart disritmi, kalp kapak hasarı, kanama, pulmoner arter rüptürü gibi ölümcül komplikasyonlara neden olabilen invaziv bir yöntem olan Swan-Ganz kateteri yerleştirilerek elde edilen pulmoner arter sıcaklığı ölçümüdür (63). Genelde ölçümü amaçlanan gerçek iç vücut sıcaklığı olsa da pulmoner arterdeki gibi direk ölçüm yöntemlerinin rutin ameliyata giren çocuklar için pratik olmadığı belirtilmektedir (64).

Timpanik membrandan sıcaklık ölçüm yöntemi vücut merkez sıcaklığının 2-5 saniye içinde ölçümüne imkân sağlar ancak kulak kiri birikiminden etkilenir ve ölçüm yapan cihazlar küçük çocuklarda dış kulak deliği çapı küçük geleceği için kullanıma uygun değildir (58). Özofagusa gönderilen ısı probu ile bakılan sürekli sıcaklık ölçümü de anestezi altındaki bilinci kapalı hastalarda iç sıcaklığı görmek için pratik bir yöntemdir ancak özofagusun trakeaya yakınlığı nedeniyle havayollarından geçen soğuk havadan etkilenebilir (57). Aksiller sıcaklık ölçümü de uygulaması basit, hasta konforu yüksek bir yöntem olsa da ortam sıcaklığından, bölgesel kan akımından, terlemeden etkilenir ve çekirdek sıcaklığı tahmin etmede güvenilir değildir (9).

Perioperatif dönemde pek çok ısıtma yöntemi kullanılır, yapılan bir derlemede bu yöntemlerin etkili olmadığı durumlarda genel anestezi alan bir hastada vücut merkez sıcaklığının 2°C ile 6°C derece düşmesinin olağan olduğundan bahsedilmiştir (7). Hipotermiyi önlemek için ameliyathane ortamının 21°C'nin üzerinde olmasına özen gösterilmelidir (56). Klinik pratikte perioperatif hipotermiyi önlemek için pasif yalıtım sistemleri ve aktif ısıtıcı sistemler kullanılır (5). Deriden ısı kaybını engellemek için kullanılan en kolay ısınma yöntemi olan pasif yalıtım sistemleri, ısı kaybını örttüğü vücut alanı ile orantılı olarak önleyen battaniyeler, cerrahi örtüler, plastik tabakalar, uyku tulumlarından oluşmaktadır, ancak tek başına bu yöntemlerin yetersiz kaldığı raporlanmaktadır (10). Aktif ısıtma yöntemlerinin başlıca sıcak hava üflemleri sistemler, rezistif ısıtıcı sistemler, radyant ısıtıcılar, intravenöz sıvı ve kan ürünü ısıtıcılar, ısı nem değiştirici filtreler, negatif basınçlı ısıtmalardan oluştuğu bildirilmiştir (7).

Aktif ısıtma yöntemleri arasında basınçlı havalı üflemleri sistemler konveksiyon yolunu kullanarak en etkili ısıtma yöntemlerinden olmakla birlikte kullanımı kolay ve görece ucuz olduğundan tercih edilen bir yöntemdir (5). Vücut yüzeyi anestezi indüksiyonundan yaklaşık

30 dakika önce ısıtılırsa ameliyatın ilk bir saatindeki redistribüsyon hipotermisini önlediği raporlanmıştır, bu amaçla preopretif ısıtma için genelde basınçlı sıcak hava üfleyici sistemler kullanılmaktadır (10). Uygun battaniye ile birlikte kullanılması önerilen basınçlı hava üfleyiciler intraoperatif dönemde vücut sıcaklığını 0,75°C/saat arttırabilirler; çünkü hem radyasyon aracılığıyla olan ısı kaybını azaltırlar hem de konveksiyon yoluyla sıcaklık artışı sağlamış olurlar (56). Dünya sağlık örgütünün yönergelerine göre hastayı sıcak tutmak kan ısıtmaktan daha önemlidir ve kan, sıvı ısıtıcılar eğer erişkin hastaya >50ml/kg/sa'ten, çocuk hastaya >15ml/kg/sa'ten daha hızlı transfüzyon planlanıyorsa kullanılmalıdır (10). Basınçlı havalı üfleyici sistemler ile damar içi sıvı ısıtıcılar arasında hangisinin en etkin olduğu tartışmalıdır, bu alanda meta-analizlerin yapılmasına ihtiyaç vardır (7). Hava yolu ısıtma ve nemlendirme cihazlarının da çok etkisi bulunmadığı rapor edilmiştir; çünkü düşük akım hızlarının kullanılmasıyla solunum sisteminden buharlaşma ve ısı kaybı zaten en aza indirgenmiştir (10). Battaniyenin efektif kullanılmadığı, geniş vücut yüzeyinin açıkta olduğu ameliyatlarda gövde altı ısıtma yatakları kullanılabilir (10). Vasküler ısı değişim kateterleri ise yüzey sistemlerinden çok daha fazla ısı aktarabilen ancak pahalı ve invaziv bir yöntem olduğundan kullanımları kontrollü hipotermiye hızlı başlamasının önemli olduğu terapötik hipotermi ile sınırlıdır (5,59).

c. Kanama

İdiyopatik adolesan skolyoz hastalarında çok düzeyli spinal füzyon cerrahisi ile posterior düzeltmede intraoperatif kan kaybının 750 ile 1500ml arasında değişebileceği raporlanmıştır (11). Kılavuzlara göre (en az 35kg olan hastalar için) hastanın total kan volümü kadınlara 65ml/kg, erkeklerde 70ml/kg olarak hesaplanmaktadır ve bu 35kg bir hasta için yaklaşık %50 total kan volümü demektir (19,65). Aşırı perioperatif kan kaybının hastaları enfeksiyon, hemodinamik instabilite, kardiyopulmoner disfonksiyon, böbrek yetmezliği ve olası ölüm riskine sokmakta olduğu raporlanmıştır (12). Adolesan idiyopatik skolyoz hastalarında erkek cinsiyetin, yüksek Cobb açısının, vertebrada kaynaşmış seviye sayısının fazla olmasının, yüksek Risser evresinin, yüksek aktive parsiyel tromboplastin zamanının (aPTT), yüksek preoperatif fibrinojen konsantrasyonunun, preoperatif kifoz varlığının, operasyon süresinin uzunluğunun ve kadınlarda premenstürasyon fazının kanama riskinin daha fazla olduğu saptanmıştır. (11,14)

Allojenik kan transfüzyonu uygulamasının hastalarda potansiyel kan yoluyla bulaşan enfeksiyon, transfüzyon reaksiyonu, elektrolit dengesizliği, koagülopati ve cerrahi alan enfeksiyonu riskini arttırdığı raporlanmıştır (12). Metabolik olarak transfüzyon nedenli

hiperkalemi, hipokalsemi, hipokloremi, hipomagnezemi gelişebileceği belirtilmiştir (13). Transfüzyon nedenli hipotermi ve koagülasyon faktörlerinin dilüsyonunun gelişebileceği ve hipotermi de koagülopatiye katkıda bulunarak kanamayı arttıracak raporlanmıştır (13). Vücut sıcaklığındaki her 1° düşüşte, koagülasyon faktörlerinin aktivitesinde %10 düşüş gözlemlendiği raporlanmıştır (23). Başlıca transfüzyon reaksiyonları ise; akut hemolitik, geç hemolitik reaksiyonlar, hemolitik olmayan febril reaksiyonlar, alerjik, septik reaksiyonlar, transfüzyon sonrası purpura, transfüzyona bağlı dolaşım yüklenmesi, nekrotizan enterokolit, akut akciğer hasarı olarak sıralanabilir (22). Allojenik kan transfüzyonunun doğasında var bu olan bu riskler, skolyoz ameliyatı olacak pediyatrik ve / veya erişkin popülasyonda kan kaybını en aza indirmek için pek çok çalışma yapılmasına olanak sağlamıştır (14,17,65-68).

i. Perioperatif Kan Yönetimi

Spinal deformite cerrahisinde perioperatif kanamanın yönetimi, ameliyat öncesi planlama ve hazırlık aşaması, ameliyat sırasında kaybın en aza indirilip kontrol altına alınması veya ameliyat sırasında ve sonrasındaki iyileşme dönemi için kullanılabilir kan ve kan ürünü transfüzyon rejimleri, adjuvan tedavi ve tekniklerini kapsar (19).

ii. Preoperatif Dönem

Preoperatif dönemde hastalardan perioperatif kanamayı öngörebilmek, anormal geldiği takdirde düzeltebilmek için rutin laboratuvar testleri protombin zamanı (PT), aktive parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT), uluslararası normalleştirilmiş oran (INR) bakılması eskiden beri olan bir uygulamadır (69). Ancak unutulmamalıdır ki preoperatif rutin koagülasyon testleri çok küçük oranda bir hasta grubunun kanama açısından yüksek riskini tespit edebilir, asıl preoperatif vizitte hastada veya ailesinde kanama öyküsü olup olmadığını sorgulamak %60 oranında koagülasyon anormalliklerinin tespit edilmesini sağlar (69).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından kadınlar için hemoglobin değerinin <12g/dL, erkekler için <13g/dL olması olarak tanımlanan aneminin preoperatif dönemde farkına varılıp düzeltilmesinin mortaliteyi azalttığı görülmüştür (16). Preoperatif anemisi olan hastaların perioperatif kan transfüzyon ihtiyaçlarının da daha fazla olduğu raporlanmıştır (18). Bu nedenlerle transfüzyon ihtiyacını azaltmak için elektif cerrahi geçiren demir eksikliği anemisi olan erişkin hastalarda preoperatif demir takviyesi kullanılması önerilir (16). Van Popta idiyopatik adolesan skolyoz cerrahisinde kanamayla ilgili yaptığı çalışmada, hastada preoperatif hemoglobin değeri için, ameliyat sırasında transfüzyon için belirlenen sınır değerin 5g/dL üstünün hedeflenmesi gerektiğini belirtmiştir (67). Skolyoz cerrahisinde perioperatif kan

transfüzyonunu arttıran non-idiyopatik skolyoz ya da cerrahi sürenin uzunluğu gibi nedenler dışında hastanın beslenme durumunun da kanamaya etkili olduğu, yani preoperatif beden kitle indeksinin en az >3 persantilin üstüne çıkarılmasının da allojenik kan transfüzyonunu azaltacağı Dupius ve arkadaşları tarafından gösterilmiştir (17). Bir diğeri de preoperatif insan rekombinan eritropoetini (hrEPO) kullanımıdır ve pediyatrik skolyoz cerrahisinde kanamayı azalttığı gösterilmiştir (66). Desmopressin'in FVIII (Faktör 8) ve von Willebrand faktör düzeyini arttırarak faktör değerleri normal olan hastalarda bile kanama zamanını kısalttığı, ancak vertebra cerrahisinde rutin kullanımı için sınırlı sayıda veri olduğu incelenerek rapor edilmiştir (18).

Preoperatif dönemde otolog kan hazırlığının allojenik kan transfüzyonunu azaltmada en etkili metotlardan olduğu raporlanmıştır (66). Otolog kan transfüzyonu, allojenik kan transfüzyonu ihtiyacından kaçınmanın en etkili yollarından biridir ve hastaya 3 yöntemle uygulanabileceğinden bahsedilmektedir (14). Bu yöntemler:

1. Preoperatif otolog kan bağışı: Hastalar planlanan ameliyattan en az 3-5 hafta önce intaoperatif kullanmak için kan bağışı yaparlar (14). Operasyona kadar eritropoezi desteklemek için kısa etkili eritropoetin ve demir preparatları gibi yardımcı tedaviler kullanılabilir (16).
2. Akut normovolemik hemodilüsyon: Anestezi indüksiyonundan hemen önce veya sonra hastadan kan alınır ve çıkan kanın yerine azalmış hematokrit ile normovolemiyi sağlamak için kolloid veya kristalloid verilir (65). Hem ameliyat sırasında hematokrit değeri düşük olan kan azalmış viskozite nedeniyle kardiyak output ile sirkülasyonu iyileştirir, hem de hastadan alınan kan hemostaz sağlandıktan sonra allojenik transfüzyon riskleri olmadan hastaya tekrar geri verilebilir (18). Amerikan Anestezi Topluluğu'nun (ASA) kılavuzuna göre kanama açısından yüksek riskli olan ortopedik operasyonlarda akut normovolemik hemodilüsyonun kullanılması önerilir (19). Ancak allojenik kan transfüzyonunu azaltmada etkin olmadığını bir gösteren çalışma da mevcuttur (65).
3. İntraoperatif hücre kurtama (cell-saver, cell-salvage): Skolyoz ameliyatlarında oldukça popüler olan bu sistemde ameliyat sırasında kaybedilen kan, ticari olarak temin edilebilen bir makine ile toplanır, antikoagüle edilir içindeki pıhtı ve debrisler filtrelendir ve salin içinde yeniden süspanse edilip hastaya geri verilir (12,68). Hücre kurtarma (cell-saver) makinalarının özellikle 6 saatten uzun süren ve kanama miktarının kan hacmine göre >30%'dan fazla olduğu idiopatik adolesan skolyoz cerrahilerinde allojenik transfüzyon ihtiyacını büyük ölçüde azalttığı yapılan çalışmalarda

gösterilmiştir (12). Cell-saver yönteminin skolyoz cerrahisinde allojenik tranfüzyonu azaltmadığı başka bir çalışma da raporlandığından rutin kullanımı klinik imkân ve deneyime göre değişmektedir (12). Yapılan bir çalışmada skolyoz cerrahisinde hedefe yönelik sıvı tedavisi uygulaması, cell-saver kullanımı ve traneksamik asit uygulamasını içeren bir protokol oluşturulan hastalar, protokol uygulanmayan hasta gruplarına göre perioperatif dönemde daha az kristalloid kullanımı, daha az eritrosit süspansiyonu replasmanı ve daha iyi diürez ile ilişkilendirilmiştir (14).

iii. İntraoperatif Dönem

Perioperatif dönemde antifibrinolitik ilaçların (aprotinin, traneksamik asit, aminokaproik asit) pediatrik skolyoz cerrahisinde profilaktik uygulanmasının kan kaybını azalttığı raporlanmıştır (17). Ancak aprotinin kardiyak bypass cerrahisinde tromboembolik olayları ve mortaliteyi arttığı için daha sonra piyasadan toplatıldığı yapılan bir derlemede bahsedilmektedir (18). Traneksamik asitin plazminojen üzerindeki lizin bağlama bölgelerini geri dönüşümlü bir şekilde bloke ederek plazminojen aktivasyonunu önleyen sentetik lizin analogu olduğu raporlanmıştır (12). Anestezi indüksiyonundan sonra 10mg/kg, ardından 1mg/kg/saat infüzyon olarak traneksamik asit verilmesi en yaygın kullanımlarından biridir ve kan ürünü transfüzyon ihtiyacını azalttığı raporlanmıştır (15,18). Spinal cerrahilerde traneksamik asitin kullanımının kan kaybını azaltmak için ucuz, efektif, güvenli bir metot olduğunun randomize, çift-kör çalışmalarla incelendiği bir derlemede rapor edilmiştir (12).

Epidural blok uygulanmasının kan kaybını azaltması, uygulanan seviyelerin altında sempatik blok yaparak kanın pelvis ve alt ekstremitelerde göllenmesine, üstünde kalan seviyelerde ise sistemik kan basıncını korumak için vücutta reaktif vazokonstriksiyon gelişmesine dayanır (18). Pediatrik popülasyona kaudal olarak yapılan bu bloğun erişkin normotansif hastalarda bile kanamayı azalttığı raporlanmıştır (18).

İntraoperatif epidural venlerin ve kemiğin kanaması cerrah için zorluk oluşturmaktadır, epidural venler kanamadan koagüle edilmeli, kemik kanaması için de kemik mumu gibi ürünler kullanılmalıdır (70). Operasyon sahasına uygulanan jelatin, kollajen, selüloz tipi hemostatik süngerler, fibrin macunları da kanamayı durdurmak için kullanılan ürünlerdir (15). Ponte osteomi tekniğinin radyolojik olarak daha iyi sonuçlar verdiği bilinse de yapılan bir çalışmada sadece fasetektomi uygulanan operasyonlara göre operasyon sonunda radyolojik açıdan bir fark yaratmamakla birlikte, uygulanan seviye sayısı ile orantılı olarak perioperatif kanamayı arttırdığı ve operasyon süresini uzattığı bir derlemede raporlanmıştır (18). Omurga

rezeksiyonun yapıldığı ameliyatlarda başarılı radyolojik sonuçlar elde edilse de ortalama kanama miktarının total kan volümünün %65'i gibi yüksek bulunduğu raporlanmıştır (18).

Kontrollü hipotansif anestezi ortalama arter basıncının; başlangıcın %30 altına kadar düşürüldüğü, yaklaşık 50mmHg ile 65mmHg arasına denk gelecek şekilde takip edildiği bir yöntemdir (18). İnsizyondan sonra ortalama arter basıncını 65mmHg altında tutmanın hipotansiyona bağlı herhangi bir komplikasyon riskini arttırmadan kan kaybını %33 azalttığı ve cerrahi alanın görşelliği arttığından cerrahi süreyi kısalttığı raporlanmıştır (12). Kontrollü hipotansif anestezi her ne kadar hala önerilse de, posterior spinal füzyon cerrahisinde dekortikasyon nedenli kemik kanaması, kanamaya en çok katkıda bulunan faktördür ve bu kanama başlıca venöz bir kanama olduğu için sistemik arter basıncını düşürmenin kanama kaybını azaltmada çok etkili olamayacağı raporlanmıştır (18). Dikkat edilmelidir ki ortalama arter basıncının 60mmHg altına düşmesinin somatosensöriyel uyarılmış potansiyel (SSEP) monitörizasyonunda değişikliklere neden olduğu, dolayısıyla spinal kordun iskemi riskinin arttığı raporlanmıştır (12). Hipotansiyon ile sadece spinal kord değil tüm organların iskemi riski artmıştır, iskemik optik nöropati her ne kadar nadir de olsa yıkıcı bir komplikasyondur ve pediatrik vertebra cerrahisinde görme kaybıyla ilişkili vaka olgusu bulunduğu raporlanmıştır (18). Ayrıca "hipotermi" başlığı altında anlatılan aktif ısıtma yöntemleriyle hipotermiden kaçınmak da kanamayı azaltıcı protokollerin arasında yer almaktadır (67).

Eskiden olan liberal transfüzyon stratejilerinde kan ürünü vermek için sınır değer hemoglobin için 10g/dL, hematokrit için 30% olarak önerilmekteydi (71). Artık liberal transfüzyona kıyasla, artan mortalite ile ilişkili olmadığını gösteren yüksek kaliteli pek çok kanıtın olması nedeniyle kılavuzlarda restriktif kan transfüzyon stratejileri önerilmektedir ve hemoglobin değeri için sınır değer 7 ile 8g/dL'nin altı olarak kabul edilir (16,19). Amerikan Kan Bankaları Birliği'nin (AABB) kılavuzunda kardiyak veya ortopedik cerrahi geçirecek hastalar için sınır değer 8g/dL olduğu ayrıca belirtilmiştir (72). Liberal sıvı rejiminin hematokriti düşürerek hemodilüsyon sağlamasıyla transfüzyon eşiğine daha çabuk ulaşıldığından aslında kan transfüzyon miktarını azaltmadığı, hatta vertebral venlerde konjesyona neden olarak kanamayı arttırdığı raporlanmıştır, bu nedenle fizyolojik parametrelerin kullanıldığı hedefe yönelik sıvı tedavisi önerilir (14). Taşikardi gelişimi, hipotansiyon, <0,5ml/kg/saat idrar çıkışı, asidoz gelişimi gibi fizyolojik parametreler uç-organlara perfüzyonun azaldığını ve oksijen sunumunun iyileştirilmesi gerektiğini daha net bir şekilde gösterirler (18). Pediatrik kan transfüzyonu kılavuzlarına göre eşik değerin altındaki kan değerlerini yükseltmek için hastanın tolere ettiği ölçüde 10-15ml/kg eritrosit süspansiyonu kullanılır, ancak tam gerekli miktarı hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır (20):

Gereken kan volümü = total kan volümü X istenilen hematokrit artışı / verilecek eritrosit süspansiyonunun hematokrit değeri (koruyucu solüsyonlarla genelde %60 kabul edilir)

Günümüzde hemoglobin ölçümü invaziv kan örneği alarak laboratuvar Co-Oksimetresi veya yatak başı olarak HemoCue yoluyla analiz edilebilirken, son zamanlarda yeni bir non-invaziv yöntemle sürekli spektrofotometrik sensörlerin ortaya çıkması ve labotatuvar değerlerine yakın sonuçlar vermesi kanama açısından yüksek riskli hastalar için kullanımında umut vadetmektedir (73). Pıhtı gücü ve trombosit fonksiyonu gibi standart laboratuvar testleri tarafından yakalanamayan parametreleri değerlendirebilen yatak başı kullanılan tromboelastografi (TEG) cihazlarının nöromusküler skolyozların idiyopatik adolesan skolyoza göre daha zayıf pıhtı yapısı oluşturduğu raporlanmıştır (18). Ohrt-Nissen ve arkadaşları yaptıkları çalışmada skolyoz cerrahisinde uyguladıkları protokolle perioperatif dönemde kan ürünü ihtiyacının azaldığını göstermişlerdir, bu protokol kısaca; profilaktik traneksamik asit kullanılması, intraoperatif permisif hipotansiyon uygulanması, sentetik kolloid kullanımından kaçınılan restriktif sıvı tedavisi, eritrosit süspansiyonu transfüzyonu için eşik değerin aşağı çekilmesi, cell-saver kullanımı, hedefe yönelik tromboelastografi kullanılması şeklindedir. (74).

Taze donmuş plazma, çocuklarda ve erişkinlerde asla basit bir volüm replasmanı ya da albümin yükseltmek amacıyla kullanılmamalıdır (19,20). Mümkünse standart koagülasyon testleri ya da yatak başı tromboelastogram gibi yöntemlerle kontrol edilerek kullanılması önerilir (19). Perioperatif aktif kanama, sızdırma durumundaki beklenen koagülopatiyi düzeltmek için hastanın tolere ettiği ölçünde 10-15ml/kg kullanılır, bu değer plazmadaki pıhtılaşma faktörlerinin %15 ile %20 arasında artmasını sağlar (20). Plazma transfüzyonuna bağlı HIV (insan immün yetmezlik virüsü), hepatit c virüsü geçişi gibi milyonda bir ihtimali olan riskler daha çok bilinmesine karşın, şiddetli alerjik reaksiyonlar, transfüzyon ilişkili dolaşım yüklenmesi, transfüzyon ilişkili akut akciğer hasarının (TRALI) da aynı morbidite ve mortaliteye neden olabilen ve daha yaygın görülen reaksiyonlar olduğu raporlanmıştır (75). Kontrol edilemeyen kanama varsa ve pıhtı formasyonu oluşumuna dair herhangi bir kanıt yoksa, taze donmuş plazma ve eritrosit süspansiyonuna ek olarak kriyopresipitat (fibrinojen konsantrasyonu <100mg/dl ise), trombosit süspansiyonu ($<50 \times 10^3/\text{mm}^3$) kullanılabileceği raporlanmıştır (76).

iv. Masif Transfüzyon

Erişkinlerde masif transfüzyon 24 saat içerisinde >10 ünitenden fazla ya da 1 saat içerisinde >4 ünitenden fazla eritrosit süspansiyonu kullanımı ya da 3 saat içerisinde total kan

hacminin %50'si kadar replasman uygulanması olarak tanımlandığı raporlanmıştır (21). Allojenik kan transfüzyonuna bağlı gelişen komplikasyonlar yukarıda sıralananlarla birlikte, daha çok masif transfüzyonla ilişkilendirilenler ise sitrat, potasyum ve soğuk toksisitesi olarak özetlenebilir (22). Özellikle hipotermi sitrat metabolizmasını, hepatik metabolizmayı, ilaç klirensini, akut faz reaktanlarının sentezini, pıhtılaşma faktörlerinin üretimini azaltarak koagülopatiye katkıda bulunur (23). Koagülopati gelişiminin standart koagülasyon testlerinin normalin 1,5 katına çıkması olarak tanımlandığı raporlanmıştır (75). Yetişkin masif transfüzyonda 1:1:1 (taze dolmuş plazma / random trombosit / eritrosit süspansiyonu) oranında dengeli bir resüsitasyon stratejisinin kullanımının mortaliteyi azalttığı incelenerek rapor edilmiştir (21). Ancak pediatrik popülasyonun oldukça heterojen olması (3 aylık bebek ile 15 yaş adolesanın farkı gibi) pediatrik popülasyonda transfüzyon stratejisi geliştirmeyi zor kılmaktadır (21). Pediatrik popülasyonda yapılan geniş bir çalışmada 24 saat içerisinde 40ml/kg'dan daha fazla herhangi bir kan ürününün kullanımı artmış mortaliteyle ilişkili olduğundan masif transfüzyon için sınır değer kabul edilebileceği raporlanmıştır (21).

d. Perioperatif Sıvı Yönetimi

19. yüzyılın başlarında, Fransız fizyolog Claude Bernard (1813-1878) iç çevre ('milieu interieur') terimini oluşturarak bir organizmanın bağımsız ve özgür olarak var olmasının bu iç çevrenin istikrarını koruyarak mümkün olabileceğini belirtmiştir (77,78). Amerikalı bir fizyolog olan Walter Cannon (1871-1945) 50 yıl sonra "homeostaz" terimini ortaya atmıştır ve bu terimde, bir organizmadaki ilgili mekanizmaların pasif (kılcal damarlarla interstisyum arasındaki hidrostatik ve osmotik kuvvetler arasındaki dengeyi yansıtan su hareketi) veya aktif (hücre içi glikozun depolanması ve salınması) olup olmadığına bakılmaksızın sabit bir durumun korunması olduğuna odaklanmıştır (77,78). Amerikalı fizyolog olan Arthur Guyton (1919-2003) ise ilk büyük fizyoloji ders kitabının yazarıdır, kitabına kontrol sistemleri teorisini ekleyerek iç çevredeki rahatsızlıkları en aza indirgeyen aktif bir düzenleyici mekanizma olan homeostaz kavramını kitlelere tanıtmıştır (77).

Adolesan grubun dahil olduğu pediatrik popülasyonda perioperatif sıvı yönetiminin amacının normal fizyolojik durumu korumak (normal ekstrasellüler sıvı volümü ve normal kan volümü, normal doku perfüzyonu, normal metabolik fonksiyon, normal elektrolit ve asit-baz durumu) veya bozulmuşsa yeniden sağlamak olduğu raporlanmıştır (78). Bir pediatrik anesteziist altta yatan fizyolojik ve biyokimyasal sistemleri iyi anlamalı ve hastanın homeostazisini perioperatif dönemde sürdürmeye yarayan uygun teknik, ilaç ve sıvıları bilmelidir (78).

Sıvı tedavisi majör elektif cerrahi geçiren hastaların hemodinamik yönetiminin temel taşıdır ve her hasta için optimize edilmesi postoperatif dönemde derlenmeyi hızlandırır, perioperatif komplikasyonları azaltır ve hastane yatış süresinin kısılmasını sağlar (79). Perioperatif dönemde hem aşırı sıvı yüklenmesi hem de hipovolemi hastaya zarar verir (79). Yetersiz sıvı verilmesi hipovolemi kaynaklı hipotansiyona, hipotansiyon da doku perfüzyonunda bozulma ve yetersiz oksijenasyona neden olur (80). Fazla sıvı alımının da pulmoner ödeme neden olarak solunum fonksiyon testlerinde bozulmaya neden olduğu ve hastanede kalış süresini arttırdığı raporlanmıştır (24). Ayrıca fazla sıvı tedavisinin postoperatif barsak motilitesini geciktirdiği, interstisyel ödem oluşturduğu, yara iyileşmesini geciktirdiği, pıhtılaşmayı bozduğu ve kardiyopulmoner komplikasyonlara yol açtığı da incelenerek rapor edilmiştir (24). Sıvı tedavisi sadece ve sadece hastanın kan akışının artması gerektiğinde ve buna sıvı yanıtı varsa faydalıdır, bu nedenle intravenöz sıvı tedavisi bir ilaç olarak düşünülmemeli ve diğer ilaçlar kadar dikkatli bir şekilde uygulanmalıdır (81).

Eskiden hastalara perioperatif dönemde yüksek sıvı volümlerini ifade eden “liberal sıvı tedavisi” sık uygulanırken, artık daha hastanın fizyolojisine odaklanan restriktif veya hedefe yönelik sıvı tedavileri uygulanmaktadır (80). Liberal sıvı tedavisi hastalarda ml/kg/saat formülüne göre hesaplanan, cerrahi travmanın büyüklüğüne göre modifiye edilen ve fizyolojik yöntemlerle desteklenmeyen bir metottur (81). Postoperatif yara iyileşmesi için dokuya oksijen sunumunun iyi olması gerektiği, liberal sıvı rejimi sonucu vücutta oluşan ödemin doku oksijenasyonunu bozarak yara yerinin iyileşmesini geciktirdiği raporlanmıştır (82). Bu nedenle daha sonraki yıllarda restriktif sıvı rejimleri ortaya atılmış ve bu rejimlerle liberal sıvı rejimini karşılaştıran ancak farklı restriktif tanımlar ve farklı cerrahi popülasyonlarda yapılan çalışmaların doğal olarak çelişkili sonuçlar verdiği bir derlemede belirtilmiştir (82).

Liberal sıvı rejiminde 3. boşluklara kaybın yüksek olduğu düşünülürken daha sonra yapılan çalışmalarda aslında sıvı kaymasının vasküler bariyer olan “endotelial glikokaliks” tabakasının inflamasyon ve iyatrojenik hipervolemiye bağlı tahribatı sonucu interstisyel alana doğru olduğu tespit edilmiştir (80,83). Endotelial glikokaliksin proteoglikan ve glikoproteinlerden oluşan, lökosit adezyonu ve platelet aggregasyonunu önleyen, inflamasyon ve doku ödemi azaltan vasküler bir bariyer olduğu raporlanmıştır (83). Liberal rejimde açlık hesaplanarak yerine sıvı konmasının da anlamsız olduğu, kardiyovasküler bir hastalığı olmayan hastalarda ve preoperatif barsak temizliği yapılmayan cerrahilerde 10 saatlik açlıktan sonra bile intravasküler kan hacminin normal aralıkta olduğu rapor edilmiştir (83).

Ciddi derecede restriktif bir sıvı rejimi de liberal sıvı rejimi kadar zararlı olabileceğinden, standart elektif ameliyatlarda “restriktif” veya “sıfır-denge sıvı tedavisi”nin böbrek

fonksiyonlarını koruyarak uygulanması önerilmiştir (24). Sıfır denge sıvı tedavisinde vücut ağırlığının değişmemesi amaçlanır, sadece sıvı tedavisi protokolünü değiştirmenin komplikasyonları liberal rejime göre %50 azaltabildiği rapor edilmiştir (80). Bu rejimde intraoperatif dönemde kristalloidlerin, deriden hissedilmeyen kayıplar ve idrar çıkışına bağlı ekstraselüler kayıpların yerini alması için kullanılması gerektiği belirtilmiştir (83). Vücuttan terleme yoluyla hissedilmeyen bazal sıvı kaybı yaklaşık 0,5ml/kg/saat olup, majör karın ameliyatları sırasında 1ml/kg/saat'e kadar arttığı raporlanmıştır (84). Sadece kayıpların yerine konduğu sıfır denge sıvı idamesinde intraoperatif 1 ile 3ml/kg/saat hızla dengeli kristalloid çözeltisi vermekle sıvı ihtiyacının karşılanabildiği raporlanmıştır (80). Restriktif sıvı tedavisinde stroke volüm ve kalp debisini koruma için titre edilen idame infüzyonuna ek olarak sistolik kan basıncının 90mmHg'nın altına düşmesi (ya da bazal sistolik kan basıncının %20'sinden daha fazla düşmesi), kalp hızının 90/dk'nın üstüne çıkması (ya da bazal ritmin %20'sinden fazla olması), idrar çıkışının son 2 saatte <0,5mg/kg/saat olması gibi parametreleri takip ederek küçük hacimli (yaklaşık 250ml) kristalloid bolus uygulanıp fizyolojik parametrelerde ya da idrar çıkışında değişim beklenir, yanıt alınamazsa 250ml'lik boluslarla 1500ml'ye kadar sıvı verilebilir (76). Sıvı verilmesine de yanıt alınamayan hastalara santral venöz kateter takılarak hastalar; intravenöz kolloid, kardiyovasküler destek ya da diüretik ajan uygulaması açısından değerlendirilmelidir (76).

Skolyoz cerrahisinde olduğu gibi kanama açısından yüksek riskli hasta gruplarında ise “hedefe yönelik sıvı tedavisi” yönteminin hemodinamik yanıtlara göre titre edilerek uygulanması önerilir (24). Hedefe yönelik sıvı tedavisi, atım hacmi (SV), kardiyak indeks (CI) veya dokuya oksijen sunumunda (DO_2) belirli bir hedefe ulaşmak için sıvılar, inotropikler veya vazopressörlere dayalı algoritmalar kullanarak vücutta önyükün optimizasyonuna dayanır (85). İntravasküler hipovolemiden şüpheleniliyorsa önerilen yaklaşım “sıvı yükleme” testi yaparak kardiyovasküler sistemdeki artmış intravasküler hacime karşı duyarlılığı test etmektir (80). Sıvı yanıtı, sıvı yüklemesinden sonra %10 veya daha fazla artan bir stroke volüm ile tanımlanır (24). Sıvı duyarlılığı cerrahi sırasında trendelenburg pozisyonu, laparoskopide peritonun insuflasyonu, düşük tidal hacim ventilasyonu, ekspirasyon sonu pozitif basınç uygulaması gibi değişkenlerle de intraoperatif olarak anlaşılabılır (86). Hasta riskine göre 250ml yerine 100ml boluslar kullanılarak “mini sıvı yükleme testi” yapılabilir (87). Göz önünde bulundurulması gereken bir nokta, intraoperatif hemodinamik instabilitenin her zaman hipovolemiye atfedilmemesi gerektiğidir; çünkü intraoperatif dönemde hemodinamisi stabil olmayan hastaların sadece %50'sinin sıvı yükleme testine yanıtı olduğu raporlanmıştır (80). Eğer monitörize etmişsek atım hacmi varyasyonunun (SVV) >10-15% olması volüm açığını gösterir

ve hastaya sıvı verilerek yanıtına bakılır (24). Eğer SVV <10-15% ve ortalama arter basıncını 60mmHg'nın altındaysa kardiyak indekse (CI) bakılır, CI normalse ($>2,5\text{L/dk/m}^2$) vazokonstriktör ajan, CI düşüğe ($<2,5\text{L/dk/m}^2$) inotrop ajan başlanması gerekir (24). Pulmoner arter kateterizasyonu ön yük, kasılma ve doku oksijenasyonunun izlenmesi için altın standart olarak kabul edilmişse de invazivlik ve yüksek komplikasyon oranı nedeni rutin kullanım için uygun değildir (85). Kan basıncının 65mmHg'nın üstünde tutulmasının bazı hemodinamik yönetim protokollerinde ve hedefe yönelik tedavi algoritmalarında mortalite ve morbiditeyi azalttığı için önerildiği bir derlemede raporlanmıştır (81).

Preoperatif ve postoperatif sıvı yönetiminin de hastalarda çok sayıda fayda sağladığı, en az perioperatif sıvı yönetimi kadar kritik olduğu bilinmelidir (80). Hastanın ameliyattan 2 saat öncesine kadar kompleks karbonhidrat içecekleri ile hidrate edilmesinin metabolizmayı arttırdığı, insülin rezistansını azalttığı, anksiyeteyi azalttığı, kusma ve bulantıyı azalttığı raporlanmıştır (82). Ameliyattan 2 saat öncesine kadar peroral hidrasyon uygulamasının gastrik volümü arttırmadığı, aksine mide sıvılarının neden olduğu gastrik asiditeyi azalttığına yönelik kanıtların arttığı sunulmuştur (82). Ameliyat öncesi berrak karbonhidrat meşrubatlarının kullanımının operasyon sırasındaki pulmoner komplikasyonları ya da aspirasyon riskini arttırmadığının meta-analizlerle de gösterildiği raporlanmıştır (82).

Yüksek klorür içeren sıvıların perioperatif dönem ve yoğun bakım ortamında hastaya olumsuz etkileri olduğu raporlanmıştır (88). %0,9 izotonik sodyum klorür gibi klörürden zengin sıvılar hiperkloremik asidoza, renal vazokonstriksiyona ve akut böbrek hasarına neden olarak morbidite ve mortaliteyi arttırmakta, dengeli kristalloidlerin ise istenmeyen böbrek yan etkilerini azaltmakta olduğu bir derlemede raporlanmıştır (24). Pediatrik popülasyonda da klörürden zengin çözeltilerin sepsiste ve kardiyak cerrahi sonrası hiperkloremi ve metabolik asidozise neden olduğu raporlanmıştır (88). Bu nedenle operasyonlarda sıvılar arasında dengeli sıvı-elektrolit solüsyonlarının kullanımı aksini gerektirecek bir durum yoksa ilk tercihtir (24).

Kolloid sıvıların perioperatif dönemde akut kan kaybı durumunda ya da protein açısından zengin sıvının glikokaliks hasarı nedeni intersitsiyel boşluğa kayması nedeniyle plazma eksikliğinin yerini almak için kullanılması önerilmektedir (83,84).

e. Prone Pozisyon

Vertebra cerrahisinde doğru pozisyonlamanın hem cerrahi süreyi hem de kan kaybını azalttığı raporlanmıştır (89). Vertebra cerrahisinde sırttaki anatomik kemik ve sinir yapılarına yeterli görüş ve ulaşımı sağladığından hastalara genellikle prone pozisyon uygulanmaktadır (90). Prone pozisyonda yapılan idiyopatik adolesan skolyoz cerrahilerinde abdominal basının

artmasına bağlı kanın vertebral venlere hücum ederek intraoperatif dönemde kanamayı arttırdığı raporlanmıştır (14). İnferior vena cavanın bası altında olmasının kalbe venöz dönüşü ve kardiyak outputu azaltarak dokuların beslenmesini tehlikeye soktuğu raporlanmıştır (90). Bu nedenle prone pozisyonlamada ince destekler yerine kalın destekler kullanılarak batın ve toraks serbestlenmelidir (15). Prone pozisyonda brakial pleksus hasarını önlemek için hastanın kollarının gövdeden 90°C'den fazla uzaklaştırılmaması, toraks çevresinin desteklenmesi, dirseğin tam ekstansiyonundan kaçınılması ve ulnar sinire SSEP monitörizasyonu uygulanması gerektiği raporlanmıştır (12). Supin olmayan pozisyonlarda basıya bağlı alt ekstremitelerde kompartman sendromu, rabdomiyoliz gelişebileceği için zayıf perfüzyonu tespit etmeye yardımcı olması açısından pulse oksimetrenin ayak parmağına yerleştirilmesi bir öneri olarak sunulmuştur (90). Postoperatif görme kaybı (POVL) uzun süren prone pozisyonda yapılan cerrahilerin nadir ama yıkıcı bir komplikasyonudur (91). En sık etyolojisinin, azalmış oküler perfüzyon basıncı, olası kan kaybı, anemi veya hemodilüsyona bağlı iskemik optik nöropati olduğu raporlanmıştır (91). Görme kaybının diğer olası nedenleri arasında merkezi retinal arter tıkanıklığı, santral retinal ven tıkanıklığı veya kortikal körlüğün yer aldığı rapor edilmiştir (91). Baş yastıkları kullanılırken gözlere ve kulaklara direk basıdan kaçınılması ve operasyon süresince yaklaşık 20 dakikada bir gözlere bası olup olmadığının kontrol edilmesi gerektiği önerilmiştir (90).

f. Monitörizasyon

Ameliyathane koşullarında verilen genel anestezi sırasında uygulanması gereken monitörizasyon kuralları için Amerikan Anestezi Topluluğu'nun (ASA) erişkin ve ASA onaylı pediatrik kılavuzları bulunmaktadır (92,93). ASA'nın standartlarına göre anestezi alacak her hastanın oksijenasyonu, ventilasyonu, dolaşımı ve sıcaklığı sürekli olarak değerlendirilmelidir (92). ASA'nın kılavuzunda genel anestezi alacak hastada başlıca olması gerekenler non-invaziv kan basıncı ölçümü, pulse oksimetre ile periferik oksijen saturasyonu monitörizasyonu, kapnografi ile soluk sonu karbondioksit ölçümü (End-tidal CO₂, EtCO₂), anestezi gaz konsantrasyonu ve inhale edilen oksijen konsantrasyonu ölçümü, elektrokardiyografi ve vücut sıcaklığı ölçümüdür (93).

Hipoterminin ciddi komplikasyonlara neden olduğunu yıllar içinde pek çok kez gösterildiğinden intraoperatif normoterminin korunmasının bir bakım standardı haline geldiği raporlanmıştır (59). İngiliz Ulusal Sağlık ve Klinik Mükemmellik Enstitüsü (NICE) kılavuzlarının anestezi sırasında hasta sıcaklığının 30 dakikalık aralıklarla ölçülmesi gerektiği

ve hastaların aktif olarak 36,5°C hedefine ısıtılması gerektiği raporlanmıştır (59). Vücut sıcaklığı monitörizasyonu “Hipotermi” başlığı altında ayrıntılı anlatılmıştır.

Pulse oksimetre uzun yıllardır mekanik ventilatördeki hastalar için standart olan bir monitörizasyondur (94). Spektrofotometrik özelliğiyle arteriyel hemoglobin saturasyonunu ölçer (94). Daha az dikkat edilen pletismografik dalga kontur analizi hastanın hemodinamik durumu ve kardiyopulmoner etkileşimleri hakkında yararlı, gerçek zamanlı, non-invaziv bilgiler sağlar (94).

Elektrokardiyografi (EKG) başlıca kalbin elektriksel aktivitesini gösterir, azalmış kontraktilite ya da azalmış kardiyak output gibi kalp fonksiyonundaki anormallikleri yansıtamayabilir (95). Miyokard iskemisini gösteren değişiklikler ST-segment depresyonu ya da en az 0,1mm ST segment yüksekliğidir ve en iyi II ve V₅ derivasyonlarında gözlemlenir (96). İskeminin en hassas derivasyonunu görüntülemek için intraoperatif 5 derivasyonlu elektrokardiyogramın V ucu V₅ pozisyonunda yerleştirilmelidir (96).

Vücutta aerobik metabolizmanın bir ürünü olan karbondioksiti (CO₂) ölçen end-tidal CO₂ ventilasyonun etkinliğini değerlendirir, ancak pulmoner sisteme karbondioksit verme ile ilişkili olan kardiyak outputa da bağlıdır (97). Endotrakeal tüpün pozisyonunu doğrulamada altın standart olan end-tidal CO₂'in ölü boşluk, kardiyak output ve havayolu direnci ile ilgili bilgi verdiği raporlanmıştır (97).

Sistemik kan basıncı oksijen ve besin maddelerini hücrelere ve dokulara taşımak için gereken enerji kaynağını sağlar (98). Osilometri kan basıncını ölçmek için standart metottur ancak aralıklı ölçüm yapar ve kan basıncının dalga formu ile ilgili bilgi verememektedir (99). Arteriyel kateterizasyon ise arter dalga formunu tam olarak görüp sol ventriküler atım hacmi, kardiyak output, vasküler resistans hakkında bilgi sahibi olunabilen, atım hacmi varyasyonlarıyla hemodinamik yönetime katkıda bulunabilen ve kan gazı örneği almaya uygun bir yöntem olduğundan idiyopatik adolesan skolyoz gibi majör, kanamalı cerrahilerde rutin uygulanmaktadır (100). Radyal arter kanülasyonu öncesi elin kollateral dolaşımını değerlendirmek için allen testi uygulanır: Ulnar ve radyal arterlere bası uygulanarak hastanın ellerini sıkması istenir, böylece elindeki kan boşalır, sonra sadece ulnar arter üzerindeki basınç bırakılarak elin doğal pembemsi renginin 15 saniyeden önce geri gelmesi beklenir (98). Arteriyel kanülasyonu femoral brakial, ulnar, aksiller, dorsalis pedis, tibialis posterior, temporal ve en çok da radial arterden uygulanabileceği raporlanmıştır (98). Arteriyel kanülasyonun psödoanevrizma, tromboz, hematoma formasyonu, uzuv iskemisi, kompartman sendromu, soğuk ekstremitelere gibi vasküler; parestezi, palsi gibi nörolojik ve enfeksiyöz komplikasyonları olduğu rapor edilmiştir (99).

Santral venöz kateterler internal juguler ven, subklavyan ven ya da femoral ven yoluyla yerleştirilirler (101). Sadece santral venöz basınç ölçümü için kullanılmayan santral venöz kateterler ilaç verilmesi (kemoterapi gibi iritan ilaçlar, total parenteral nütrisyon, zor periferik damaryolu, antibiyotik gibi uzun süreli tedavi gerektiren ilaç tedavileri), ekstrakorporeal kan devrelerine erişim (renal replasman tedavisi, plazma değişimi), monitörizasyon veya müdahale (santral venöz basınç, santral venöz oksijen satürasyonu, pulmoner arter basıncı ölçümü, geçici transvenöz pacemaker yerleştirilmesi, hedeflenmiş sıcaklık yönetimi, tekrarlayan kan örneği alımı) amacıyla kullanılırlar (101,102). Santral venöz kateterlerin yararlarına rağmen >15%'ten fazla hastada katetere bağımlı komplikasyon geliştiği raporlanmıştır (102). Bu komplikasyon oranını azaltmak için uluslararası kılavuzlar erişkin ya da çocuklara elektif şartlarda internal juguler vene santral venöz kateter yerleştirilmesinin ultrason yardımıyla olmasını önerirler (101). Santral venöz kateter komplikasyonları başlıca pnömotoraks, arteryel ponksiyon, hemoraji, arteriovenöz fistül gelişimi, kardiyak aritmi, lokal ya da sistemik enfeksiyon, tromboflebit, emboli, tromboz gelişimi olarak sıralanabilir (101,102). Hayatı tehdit eden hava embolisi basınçlı venöz infüzyonlar ya da kateter manipülasyonunun herhangi bir evresinde gelişebilir, şüphe durumunda hastaya hemen yüksek akım oksijen ve sol lateral dekübit ve / veya tendelenburg pozisyonu verilmelidir (103). Takılan kateter ucu perikardiyal yansımanın biraz üstüne vena kava superior içinde olmalıdır, sağ atrium içindekilerin perforasyon riskinin, yansımanın fazla üstündeki kateterlerin de tromboz riskinin fazla olduğu rapor edilmiştir (102). Radyolojik olarak kateter ucunun perikardial kesenin dışında olması için, karina hizasının üstünde yerleşmiş olması gerektiği raporlanmıştır (102).

g. Nöromonitörizasyon

Omurilik hasarı iskemi, kompresyon, ayrılma, sarsıntı nedenli meydana gelebilir (25). Spinal deformite cerrahilerinde majör nörolojik defisit riskinin %0,01 ile %0,05 arasında olduğu raporlanmıştır (104). Nöromonitörizasyon nöral yapıların durumu hakkında gerçek zamanlı kritik bilgiler sağlayarak zamanında müdahale edilmesine olanak sağlar (26). Adolesan idiopatik skolyoz cerrahisinde ortaya çıkabilecek herhangi bir nörolojik hasarı izlemek için intraoperatif nöromonitörizasyon teknikleri kullanmak büyük ölçüde klinik yarar sağladığından standart bir bakım haline gelmiştir; ancak nöromonitörizasyondaki değişimi neyin oluşturduğuna, hangi önlemlerin alınması gerektiğine, hangi faktörlerin hangi değişiklere yol açtığına dair önemli tartışmalar devam etmektedir (105).

1970'lerin ortalarında spinal deformite cerrahisinde omurilik hasarını tespit etmenin tek yöntemi hastanın intraoperatif olarak uyanması ve istemli alt ekstremitte hareketinin

gözlemlenmesinden oluşan Stagnara uyandırma testiydi (27). Artık çok kullanılmasa da hastaya ameliyat sırasında Stagnara uyandırma testi uygulamak iyatrojenik nörolojik defisitinin tespitinde hala altın standarttır (26). Daha sonraki yıllarda ortaya çıkan somatosensöriyel uyarılmış potansiyel (SSEP) ve motor uyarılmış potansiyel (MEP) monitörizasyonunun birlikte kullanımı, omurilik ve sinir köklerindeki intraoperatif nörofizyolojik değişikliklerin tespit edilmesinin duyarlılığını ve sensitivitesini önemli ölçüde arttırmıştır (27). Nöromonitörizasyon sırasında anlamlı bir değişikliğin iyatrojenik yaralanma, anestezinin etkileri, fizyolojik değişkenler, hasta pozisyonu, teknik faktörler veya bunların bir kombinasyonu ile ilişkili olup olmadığının belirlenmesi gerekir (26). İntraoperatif nöromonitörizasyon esnasında bir uyarı ortaya çıktığında cerrahların retraktörleri ayarlaması, anesteziistlerin kan basıncını yükseltmesi gibi eylemlerle hızla yanıt vermesi postoperatif nörolojik defisit riskinin %60 azalmasını sağlar (28).

i. Somatosensöriyel Uyarılmış potansiyeller (SSEP)

Somatosensöriyel uyarılmış potansiyellerin (SSEP) yaklaşık 50 sene önce geliştirildiği raporlanmıştır (26). SEPP alt ekstremitelerde peroneal ya da posterior tibial sinire, üst ekstremitelerde median ya da ulnar sinire periferik sinir stimülasyonları ile ortaya çıkan kortikal yanıtlardır (28). SEPP dorsal kolondaki afferent ileti sisteminin bütünlüğü hakkında bilgi verir (26). Omurilikteki dorsal kolonun iki adet posterior spinal arter ile beslendiği raporlanmıştır (106). Genellikle daha çok kullanılan ve genel anesteziiklerden daha az etkilenen SSEP'in, ön motor nöronların bütünlüğünü monitörize edemediğinden tek uygulandığı takdirde nörolojik defisiti öngöremeyebileceği rapor edilmiştir (104). Operasyon boyunca izlenen SSEP latensinde (gecikme) %10 uzama görülmesi ya da SSEP amplitüdünde (genlik) %50 azalma olması nörolojik hasar açısından anlamlı değişiklik olarak kabul edilir (26,28). Amplitüt azalmasının, latens uzamasından daha belirgin bir hasar göstergesi olduğu; çünkü amplitüt değişiklikleri olmadan hasarın sürdürülmesinin çok nadir olduğu, oysa izole gecikme değişikliklerinin hasar olmadan da sıkça meydana gelebildiği raporlanmıştır (26). İntraoperatif dönemde genellikle cerrahiye değil de pozisyonlamaya bağlı olan üst ekstremitedeki brakial plexus hasarını tespit etmede oldukça etkili olduğu yapılan bir derlemede belirtilmiştir (12).

ii. Motor Uyarılmış Potansiyeller (MEP)

Motor uyarılmış potansiyeller (MEP) insan motor korteksi üzerine transkranyal elektriksel ya da daha az olan manyetik stimülasyon ile periferik kaslarda ortaya çıkan yanıtlardır (26,28). Transkranyal MEP yanıtları aktive olan kaslara iğneler yerleştirilerek

“birleşik kas aksiyon potansiyeli” (CMAP) olarak kaydedilirler (26). MEP spinal kordun ön ve yan kısmındaki desendan motor yolların (anterolateral kortikospinal yol) fonksiyonel bütünlüğü hakkında bilgi verir (28,106). MEP’in anterior spinal arterin beslediği bölgeleri monitörize ettiği raporlanmıştır (106). Önceleri çalışmalarda MEP değerlerinde stimulus sonrası yanıtın bilateral ya da unilateral yokluğu anlamlı kabul edilmiştir (107). Daha sonraki yıllarda ise CMAP olarak elde edilen verilerin amplitüdünde %50 ile %80 arası düşüş görülmesi nörolojik hasar açısından anlamlı kabul edilmiştir (28,106). Amerika nörofizyolojik monitörizasyon topluluğu ise 2013’te çıkardığı kılavuzda omuriliğin intramedüller tümör cerrahisinde amplitüt değişikliği için %50 gibi bir sınır belirlemişken, idiyopatik adolesan skolyoz gibi omurga cerrahilerinde bir sınır kriterin daha belirlenemediğini söylemişlerdir (108). Ön boynuzdaki motor nöronların iskemiye karşı daha savunmasız olması nedeni omurilik kan akışı kesilirse ilk etkilenecek bölge olduğu raporlanmıştır (25). Bu nedenle MEP, SSEP’e göre daha çabuk ve daha kolay bozulur, böylece yaklaşmakta olan omurilik hasarının daha hızlı tanınmasını sağlar (109). MEP’te hızla cerrahi manipülasyona bağlı nörolojik defisit tespit edilebilirken SEPP yanıtlarının ortalama 3 ile 16 dakika arası geriden geldiği raporlanmıştır (106). MEP’in yanlış pozitiflik oranının yüksek olmasının, nörolojik hasar tespitinde yüksek duyarlılıkta olmasına ve anestezinin etkilerine bağlanabileceği raporlanmıştır (27). Transözofageal motor uyarılmış potansiyeller ile ilgili bir yapılan hayvan çalışmasında transkranyal uyarıma göre spinal kord iskemisine karşı daha çabuk yanıt alındığından ümit vadetmektedir (110).

Cerrahi sırasında vertebra açık olacağından epidural elektrotlar yardımıyla da transkranyal stimülasyona yanıt alınabilir (28). Epidural elektrotlarla yanıt omurilik üzerinden “D-dalgaları” olarak kaydedilir (26). D-dalgalarının halojenli inhaler ajanlardan CMAP’a göre daha az etkilendiği ancak D-dalgalarının orta torasik vertebraların alt seviyelerinde kaydedilmesinin zor olması nedeni alt omuriliğin tehlike altında olduğu durumlarda D-dalga monitörizasyonunun kullanımının sınırlandığı raporlanmıştır (51).

Nöromonitörizasyon değişikliklerinin meydana geldiği cerrahi aşamalar ilk rod’un yerleştirilmesinden önceyse erken değişiklik, ilk rod yerleştirme ve düzeltme esnasındaysa orta, ilk rod yerleştirildikten sonra ise geç değişiklik şeklinde tanımlanabilir (107).

Nöromonitörizasyonda operasyon sırasında nedene göre farklı cevaplar beklenir (105). Örneğin: perfüzyon problemlerinde omuriliğin ön dolaşımı daha çok etkileneceğinden MEP yanıtlarında bilateral kayıp gözlenirken SSEP korunur, sublaminar implant yerleştirilmesinde SEPP sinyal kaybı gözlenirken MEP korunur, Kerrison rongeur’u kanalda lateral olarak yerleştirmek Brown-Sequard yaralanmasına neden olarak tek taraflı sinyal kaybına neden olur,

son olarak bir osteotominin kapatılması merkezi kord sendromuna yol açabilir, bu da bilateral MEP ve SSEP değişikliklerine neden olur (105).

iii. Nöromonitörizasyon ve Anestezi

Uyarılmış potansiyeller genel olarak intraoperatif hipotansiyondan (ortalama arter basıncı (OAB) <60mmHg) etkilenir ve özellikle hemodinamik olarak labil olan hastalarda yanlış pozitif sonuç verebilirler (111). MEP'in SEPP'e göre daha duyarlı olmasının onun hem hipotermiden, hem de hipotansiyondan daha çabuk etkilenmesine neden olduğu raporlanmıştır (106). Nöromusküler bloker uygulayarak CMAP kaydı alınmasının mümkün olmadığı, bu nedenle paralitiklerden ya tamamen sakınılması ya da kullanımının kısa etkili ajanlarla kısıtlanması gerektiği raporlanmıştır (51). Kısıtlı nöromusküler blokaj kullanılan bir çalışmada TOF (Dörtlü Uyarı Dizisi) kullanılmış ve 4. TOF değerinin 1. TOF değerine oranının %26 ile %50 arasında ne eksik ne fazla olarak stabil bir değerde tutulması ameliyatta hem hastanın yeterli kas gevşemesinin sağlanmasına, hem de transkranyal MEP monitörizasyonunun yanlış pozitiflik vermeden sürdürülmesine olanak sağlamıştır (112).

Uyarılmış potansiyeller (özellikle MEP) volatil anesteziklerden doza bağımlı olarak etkilendiği için ameliyatlarda total intravenöz anestezi (TIVA) uygulanmaktadır (26). Bunun nedeninin inhaler anesteziklerin kortikal akson sinapsları ve spinal anterior boynuz hücrelerinde yaptığı inhibitör etkiden olduğu bilinmektedir (113). Volatil anesteziklerin depresan etkilerini arttıran nitroz oksitin (N_2O , %60-70 konsantrasyonunda) SSEP amplitüdünü %50 düşürdüğü raporlanmıştır (114). Halojenli inhaler anesteziklerin en fazla 0,5 minimum alveoler konsantrasyonda (MAC) kullanılmasının, nitroz oksitin en fazla %50 olarak ayarlanmasının, intravenöz anesteziklerin ise bolus yerine infüzyon şeklinde kullanılmasının önerildiği raporlanmıştır (26). İnhalasyon anesteziklerinden genel olarak uzak durulsa da 0,5 ile 1.0 minimum alveoler konsantrasyonda inhaler anestezik kullanarak da MEP monitörizasyonunun uygulanabileceğini söyleyen bir çalışma incelenerek rapor edilmiştir (113). Propofolün MEP yanıtında gecikme üzerine etkisi olmadan MEP amplitüdünde yüksek dozlarda, doza bağımlı olarak azalma gösterdiği ancak inhalasyon anesteziklerine göre daha kararlı bir nörofizyolojik ortam ürettiği raporlanmıştır (113). Opioidlerin ise MEP üzerine minimal etkileri vardır, rahatlıkla kullanılabilirler (113). Fentanil 25mcg/kg gibi yüksek dozlarda kullanıldığında bile SSEP değişikliğinin minimal olduğu raporlanmıştır (114). Amerika Nörofizyolojik Monitörizasyon Derneği total intravenöz anestezik seçimi için en uygun ajanların propofol ve opioid birleşimi olduğunu, benzodiazepin, ketamin ve etomidatın da alternatif olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir (108).

Ketaminin uyarılmış potansiyelleri arttırıcı etkileri umut vadetse de deliryum, halüsinasyon gibi yan etkileri nedeniyle ilk tercih ajan değildir ve her zaman kâr zarar oranı değerlendirilerek kullanılmalıdır (115). Benzodiazepinler SSEP yanıtlarının hafif-orta düzeyde deprese ederler (114). Midazolam serebral perfüzyonu önemli ölçüde etkilememekle birlikte miyojenik MEP yanıtlarını da önemli ölçüde baskılamaz (116). Bu nedenle TIVA’da propofol yerine midazolamın kullanılabileceği önerilse de midazolam infüzyon olarak verilirse vücutta birikim etkisi nedeniyle pratikte kullanılmamaktadır (116). Dexmedetomidine’in total intravenöz anestezide propofol dozunu düşürmek için yardımcı ajan olarak kullanıldığı ve uyarılmış potansiyellere herhangi bir zararının gösterilmediği raporlanmıştır (113).

Bunlar dışında MEP monitörizasyonu yapılırken uyarılar sırasında çene de kasılacağı için ısırma bloğu kullanılması, hastanın kalp pili varsa operasyon öncesinde kapatılması, epilepsili hastalarda MEP monitörizasyonundan kaçınılması önerilmektedir (26). MEP monitörizasyonunun kesin kontrendikasyonları ise derin beyin stimülatörleri gibi intrakranyal elektrotları olan hastalar ya da intrakranyal vasküler anevrizma klipleri olan hastalardır (28).

iv. Nöromonitörizasyon ve Hipotermi

Ağır hipotermide SSEP’te latens uzaması, amplitüd düşüklüğü ya da amplitüd kaybı gözlemlenebilir (28). Hipoterminin MEP’te de izlemenin güvenilirliğini azalttığı ve azalan sıcaklıklarla stimülasyon eşiğinde bir artış gerektiğine dair bir görüş vardır (113). Hipotermiye bağlı bu değişiklikler nöronal aktivitedeki akson iletiminin aşamalı yavaşlaması ve artmış sinaptik gecikmeye bağlıdır (25). Hipoterminin nöromonitörizasyona etkisine genelde terapötik hipoterminin nöroproteksiyon amaçlı kullanıldığı kardiyak arrest, travmatik omurilik yaralanması, inme, kardiyak cerrahi, beyin travması çalışmaları üzerinden bakılmıştır (29). Terapötik hipotermide amaçlanan merkez vücut sıcaklığının 32-34°C (ağır hipotermiye dahildir) arasında tutulmasıdır (63). Açık kalp ameliyatında soğutma ve ısıtma esnasında bakılan SEPP komponentlerindeki sıcaklık-latens ilişkisinde soğutma esnasında doğrusal bir ilişki varken, tekrar ısıtma sırasında eğrisel bir ilişki vardır ve latensin normal değerlerine geri gelmesi daha uzun sürmüştür (30). Başka bir çalışmada da yine vücut sıcaklığı düşüşü ile SSEP amplitüd azalması ve latens uzaması paralel seyretmektedir (31). MEP’te düşen sıcaklık derecesiyle doğrusal orantıda latens değerlerinde uzama, amplitüd değerinde ise 30 dereceye kadar artış, ardından dramatik bir düşüş gözlemlenmiştir (32). Hipotermi, uyarıcı nörotransmitterlerin iskemiye bağlı salınımını azalttığı ve metabolik hızı yavaşlattığı için MEP’in omurilikteki iskemiye göstermede gecikeceği düşünülmüştür, ancak yapılan domuz çalışmalarında 28°C’ye kadar MEP değerleri (amplitüdün bazalin %25 altının sınır olarak

alındığı) iskemiyi normotermide olduğu gibi zamanında saptamıştır (32). Jou ve arkadaşları yaptığı çalışmada SSEP amplitüdünün hipotermik gruplarda normotermiklere göre nöronal iske mi açısından daha yüksek yanlış negatifliğe neden olduğunu bulmakla birlikte, %50 amplitüd azalma sınırının normotermik koşulların sağlanmadığı gruplarda iskemiyi gösterme açısından garantisi olmadığı belirtmesi, bu sınırın daha yüksek değerlere çekilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermiştir (31). Asfiksi görülen neonatallerde terapötik hipotermi uygulaması sırasında, SSEP latenslerinde minimal bir uzama görülse de hem normotermik hem de hipotermik koşullarda somatosentöriyel sistem değerlendirilmesinde güvenilir bulunmuştur (33).

h. Ameliyat Sonrası Hızlandırılmış İyileşme (ERAS)

Ameliyat sonrası hızlandırılmış iyileşme (ERAS), cerrahi hastaların bakımında uzmanlık ve prosedüre özgü kanıta dayalı protokoller kullanarak cerrahi sonuçların iyileştirilmesine yönelik multidisipline, multimodal bir yaklaşım olarak sunulmuştur (34). ERAS'ın temelindeki postoperatif fiziksel ve psikolojik stresin azalması sonucu iyileşme sürecinin hızlanıp genel mali yükün azalması fikrinin ilk olarak 1997'de Danimarkalı bir cerrah olan Henrik Kehlet tarafından tanımlandığı rapor edilmiştir (35). 1995 yılında Bardram multimodal yaklaşımla tedavi edilen kolorektal hastaları inceleyen bir çalışmanın sonucu olarak da kolon cerrahisinde postoperatif iyileşmede büyük ilerlemelerin erken ve agresif perioperatif bakım ile sağlanabileceğini raporlanmıştır (35). ERAS protokolü kavramı ise ilk olarak Avrupa'daki bir grup akademik cerrah tarafından 2001 yılında ERAS çalışma grubu oluşturulduğunda geliştirilmiştir (117). Hızlı ameliyat, hızlı derlenme pek çok kurum ve sağlık sisteminde tanımlanmış olsa da ERAS çalışma grubu bu cerrahi sürecin sadece hızdan ziyade iyileşme kalitesi de olduğunu vurgulamak ve hasta deneyimleriyle de ilişkilendirmek istemiştir (118). Daha sonraki yıllarda ise ERAS dernekleri kurulmuş ve bu dernekler pankreatikoduodenektomi, gastrektomi, elektif kolon ve rektal / pelvik cerrahi, anestezi protokolleri gibi karmaşık cerrahi prosedürler için kılavızlar yayınlayarak ERAS'ın uluslararası olarak benimsemesini yaygınlaştırmıştır (117). Geleneksel yöntemlere göre ERAS protokolü uygulanan hasta gruplarında mortalitenin ve komplikasyonların azaldığı, hasta derlenmesinin hızlanıp hastanede kalış süresinin kısaldığı raporlanmıştır (117).

ERAS protokolleri preoperatif dönemde yatış öncesi danışmanlık, fiziki ve medikal optimizasyon, multimodal analjezi, açlık süresi, karbonhidrat yüklemesi, premedikasyon, venöz tromboemboli profilaksisi, antibiyotik profilaksisi ve anestezi protokolünün oluşturulması gibi konulara dikkat çeker (34). İntraoperatif dönemde başlıca cerrahi yaklaşım,

hipotermisinin önlenmesi, sıvı yönetimi, nazogastrik tüpün hasta anestezi sonlanmasından önce alınması, drenlerin erken alınması gibi konulara değinir (117). Postoperatif dönemde de bulantı kusmanın engellenmesi, ileus profilaksisi, erken beslenme, glikoz kontrolü, ağrı yönetimi, erken mobilizasyon ve taburculuk kriterleri üzerine önerileri bulunmaktadır (117). Spinal cerrahilerdeki ERAS protokolüne uygun en büyük derlemelerden biri 2018 yılında Ali ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (119).

i. Preoperatif dönem

Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisine aday hastalarda ERAS programlarına uygun öğretilere bakacak olursak, preoperatif dönemde hastaları hastanede ne kadar kalabilecekleri konusunda bilgilendirmek, ağrı tedavisiyle fizyoterapi sürecini anlatmak, beklentileri yönetmek ve kaygıyı azaltmak gibi ameliyat öncesi danışmanlığın bu uygulamanın en önemli parçalarından biri olduğu raporlanmıştır (120). Hastaların önlerindeki katabolik süreçten korumak için uzun dönemde beslenme alışkanlığının düzenlenmesi, kısa dönemde ameliyattan 2-3 saat önce berrak karbonhidrattan zengin sıvı alması önerilir (119). Açlık süresini kısaltmak için katı gıda alımı 6 saate çekilmiştir (35). Ameliyattan en az 4 hafta önce sigarayı bırakmanın postoperatif enfeksiyonu, yara yeri komplikasyonlarını ve perioperatif solunum problemlerini azalttığı raporlanmıştır (119). Hastaların taburculuk planının preoperatif dönemde yapılması, hastane süreci bittikten sonra yardım için gidebileceği rehabilitasyon ya da yardımcı sağlık merkezlerinin bilgilendirmesini yapmak, hasta ve yakınlarının tedaviye uyumunu arttırdığı, hastaneye yeniden başvuruları oldukça azalttığı için önerilmektedir (119).

Vertebra cerrahisi aday hastalarda preoperatif dönemde kronik narkotik analjezik kullanımı sıktır ve narkotik kullanmayan gruba göre postoperatif ağrı kontrollerinin daha zor olması nedeni preoperatif dönemde bu hastaların ağrı kliniğine konsültasyonu yapılarak tedavi rejimlerinin değiştirilmesi önerilir (119). Multimodal analjezi rejimleri ağrı yönetimini iyileştirmenin ve opioid tüketimini ve yan etkilerini azaltmanın bir yolu olarak geliştirilmiştir (121). Preemptif multimodal analjezi postoperatif ağrı kontrolünü santral otonomik hiperaktiviteyi inhibe ederek sağlamayı amaçlar ve postoperatif narkotik kullanımını azalttığı raporlanmıştır (119,121). Bu ağrı daha oluşmadan önce başlanan preemptif tedaviler preoperatif gabapentin veya pregabalin gibi nöromodülatör ilaçların başlanması, operasyon esnasında yara yerine lokal anestezi uygulanmasını, düzenli parasetamol uygulanması, günlük tedavisine non-steroid anti inflamatuvar ilaç eklenmesi gibi önerileri kapsar (119,121). Preoperatif dönemde perioperatif kan ürünü kullanımı azaltmak için mevcut aneminin düzeltilmesi ve otolog kan transfüzyonu hazırlığı önerilmektedir (35). Preroperatif dönemde,

postoperatif enfeksiyon riskini azaltmak için cerrahi kesi yapılacak vücut yüzeyinin klorheksidin glukonat ile silinmesi önerilir (119).

ii. İntraoperatif Dönem

ERAS öğretilerinde antibiyotik profilaksisi yara yeri enfeksiyonunu önlemek için önerilmekle birlikte ameliyat yeri, ameliyat süresi, alerji ve direnç paternlerini ajan seçiminde ve dozlamasında dikkate almak gerekir (118,122). Cerrahiye başlangıç ve cerrahi bitiminde doldurulacak hasta, cerrahi ve anestezi güvenlik kontrol formlarının oluşturulmasının perioperatif komplikasyonları azalttığı raporlanmıştır (119). Dünyada genel olarak teknolojinin gelişmesi ile minimal invaziv teknikler spinal cerrahide de artmıştır, ancak cerrahi türün etkinliği spinal cerrahiler arasından, spinal stenoz cerrahisinde karşılaştırılmış ve anlamlı bir fark saptanmadığı raporlanmıştır (120). Perioperatif kanama miktarını azaltmak için traneksamik asit kullanımı ve hipotansif anestezi teknikleri önerilmektedir (35,120). Perioperatif hedefe yönelik sıvı yönetimi ve bir sıvı protokolü oluşturulmasının postoperatif komplikasyonlarda azalma sağladığı raporlanmıştır (35). Ameliyat sırasında ısıtma yöntemleri kullanarak normotermi sağlanması için sıcak basınçlı hava üfleyicilerle uyumlu battaniyeler ve damar için sıvı ısıtıcıların kullanılması önerilir (34). Hipotermi'nin nöroprotektif etkileri ilginç bir araştırma alanı olsa da, ERAS'ta hafif hipotermi ile ilgili bir fikir birliği yoktur, bu nedenle komplikasyonları önlemek için hala normotermi önerilmektedir (35).

iii. Postoperatif Dönem

Ameliyat sonrası erken mobilizasyon vertebra cerrahisi hastalarında morbiditeyi azalttığından önerilir, ancak bazı kompleks spinal rekonstrüksiyonu olan hastalar için yararları hakkında tartışma olduğundan, bu nedenle eğer mümkünse uygulanması şeklinde rapor edilmiştir (120). Erken mobilizasyon ağrı korkusunun yenilmesini sağlayarak ileri dönemdeki mobilizasyonu da artırır bu nedenle idrar sondası gibi mobilizasyon kısıtlayan, ağrı arttıran, enfeksiyon riski oluşturan her girişim mümkün olan en kısa zamanda çıkarılmalıdır (119). Operasyon sonrası erken enteral beslenme, prokinetik ajan kullanımı, oral laksatifler, sakız çiğnenmesi tükürük ve pankreatik salgıları uyuyarak ileusu önlemeye yardımcı olduğundan önerilir (122). Postoperatif dönemde akciğer ekspansiyonunu sağlamak için yatağın baş kısmının yükseltilmesi, triflo solunum egzersizi uygulanması önerilir (12). Postoperatif bulantı kusma hasta konforunu azaltan, hastane kalışını uzatan, opioid kullanımıyla bağlantılı bir komplikasyondur, önlemek için deksametazon, ondansetron gibi ajanların profilaktik olarak kullanımı önerilir (122,123). Postoperatif bulantı kusmayı engellemek için opioid kullanımını

azaltacak hasta kontrollü analjezi uygulaması, parasetamol, non-steroid antiinflatuar ilaçlar, gabapentinoidler, ketamin gibi NMDA (N-Metil D-Aspartat) reseptör antagonistleri içeren analjezik rejimlerin tedavide devamı önerilir (123). İdiyopatik adolesan skolyoz cerrahisi sonrası postoperatif ateş yükselmesi sık görülür ve postoperatif enfeksiyonla ilgili değildir; ancak postoperatif 3. veya 4. günde gözlemlenen ateşe dikkat edilmeli, hastaya enfeksiyon açısından ileri inceleme yapılmalı, idrar sondasının odak açısından hala takılı olup olmadığı kontrol edilmelidir ve agresif olarak tedavi edilmelidir (12).

Kompleks spinal cerrahide ERAS öğretilerini uygulayan Angus ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada hastane kalışında belirgin kısalma, dolayısıyla organizasyona genel bir maliyet tasarrufu ile hasta ve personel memnuniyetinde iyileşme sağladığı görülmüştür (124). Omurga cerrahisinde ERAS protokollerinin kullanımını çevreleyen mevcut kanıtların çoğu randomize edilmemiş veri setlerinden ve resmi kontrol gruplarından yoksun ön kohort çalışmalarının geriye dönük incelemeleriyle sınırlıdır bu nedenle daha çok randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç vardır (34).

III. AMAÇ

Anestezi ve Yoğun Bakım pratiğinde hastalarda ağır hipotermiden ($<34^{\circ}\text{C}$) kaçınmak en önemli hedeflerden biridir. İntraoperatif dönemde hasta ısıtılmadığı takdirde görülen hipotermi durumundaki hastalarda perioperatif kanama miktarı, kan ürünü transfüzyon miktarı, kardiyak komplikasyonlar, yara enfeksiyonları artmakta, derlenme gecikmekte, hastane kalışı uzamakta, negatif nitrojen balansı ve titreme görülmektedir. Tüm bu sebeplerle sağkalım olumsuz olarak etkilenmektedir. Normotermiyi ($>36^{\circ}\text{C}$) sağlamak amacıyla aralıklı timpanik veya devamlı aksiller ve özofagus sıcaklığı ölçümü, basınçlı hava üfleme ısıtıcılar, ısıtıcı battaniyeler, damar içi sıvı ısıtıcıları, hava yolu ısıtma ve nemlendirme cihazları klinik pratikte kendilerine yer bulmaktadır. Rutinde uygulanan standart tek havalı ısıtıcı kaynağı ile ısıtılan hastalarda, özellikle idiyopatik adolesan skolyoz cerrahisi gibi ısı kaybının fazla olduğu yüksek riskli cerrahilerde her zaman hedef normoterminin sağlanamadığı görülmüştür. Bu nedenle bu hasta grubu klinik uygulamalarda genelde hafif ve ılımlı hipotermi ($34-36^{\circ}\text{C}$) ile de sıklıkla takip edilmektedir. Hipoterminin platelet fonksiyonlarını ve koagülasyon kaskadındaki enzimlerin fonksiyonlarını bozduğu invitro testlerde gösterilmiştir, ancak hafif hipotermi gözlenen vakalarda kanamada artış olup olmadığı klinik çalışmalarda tam açıklanamamıştır. Standart tek adet havalı ısıtıcı yerine çoklu agresif ısıtma yöntemleri uygulanan hastalarda vücut sıcaklığı düşüşünün daha yavaş olduğu bilinmektedir.

Çalışmanın temel amacı günlük pratikte kullanılan birden çok vücut sıcaklığı takibi, aralıklı kan gazı, nöromonitörizasyon, kanama miktarı takipleriyle birden çok ısıtma yöntemi (2 adet basınçlı havalı ısıtıcı, damar içi sıvı ısıtıcıları, ısıtma yatağı) kullanılıp agresif ısıtma sağlanan çalışma grubundaki hastalarla, standart ısıtma yöntemleri (tek adet basınçlı havalı ısıtıcı) uygulanan kontrol grubundaki hastalar arasında temelde kanama miktarı farkı olup olmadığını incelemektir. İkincil olarak da çalışma ve kontrol grupları arasında intraoperatif ve postoperatif kan ve kan ürünü ihtiyacı, drenlerden gelen miktar, operasyon süresi, nöromonitörizasyon değerlerinin amplitüt ve latensinde değişiklik, kan gazı değerlerinde kötüleşme, perioperatif sıvı kullanım miktarında farklılık, anestezi sonlanma anıyla ekstübasyon süresi arasında geçen süre, postoperatif hemogram, koagülasyon değerlerinde farklılık, postoperatif yoğun bakım ünitesinde kalış süresi, hastane kalış süresinde uzama, enfeksiyon veya komplikasyon gelişimi açısından fark olup olmadığına bakmaktır.

IV. GEREÇ VE YÖNTEM

İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Etik Kurulu onayı (2019/145) alındıktan sonra; Şubat 2019 – Aralık 2019 tarihleri arasında aynı cerrah tarafından elektif idiyopatik adolesan skolyoz deformite düzeltme cerrahisi uygulanacak, 12-18 yaş arasındaki, en az 35kg ağırlığında olan, morbid obezitesi (beden kitle indeksi $>40\text{kg/m}^2$) olmayan, bilinen alerjisi olmayan, bilinen kanama pıhtılaşma hastalığı olmayan, son bir hafta içerisinde kanama pıhtılaşma parametrelerini etkileyecek ilaç kullanmayan, hepatik, renal, hematolojik, romatolojik hastalığı olmayan, sekonder nedene bağlı skolyozu olmayan, anterior spinal füzyon cerrahisi planlanmayan, aksiyal iskelet deformitesi İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı tarafınca adolesan idiyopatik skolyoz olarak değerlendirilmiş ve genel anestezi altında prone pozisyonda posterior enstrumantasyon ile skolyoz cerrahisi planlanmış, hastanın kendisinde veya ailesinde mental veya psikiyatrik rahatsızlık olmayıp kooperasyon kurabilen, prospektif randomize kontrollü çalışmada uygulanacak rejimlerin, takibindeki verilerin ve operasyon öncesi verilerinin kullanılmasına hastanın kendisinin ve velilerinin izin vermiş olduğu hastalar çalışmaya dahil edilmiş ve hastaların verileri toplanıp değerlendirilmiştir.

İdiyopatik adolesan skolyoz tanısı alan deformite cerrahisi olarak genel anestezi altında prone pozisyonda posterior enstrumantasyon uygulanacak olan hastalar çalışma ile ilgili olarak en az bir gün önceden yazılı ve sözlü olarak bilgilendirilerek, hastaların kendisinden ve velilerinden yazılı onamları alınmıştır. Onamları alınan hastaların randomizasyonu operasyon günü bilgisayar programı yardımıyla yapılmıştır.

Hastaların hangi grupta yer aldığı belli olduktan sonra dosyasında bulunan cinsiyet, yaş, kilo, beden kitle indeksi (BMI), ek hastalığı olup olmadığı, Amerikan Anestezi Topluluğu (ASA) sınıflaması, Cobb açısı ve operasyondan önceki gün içerisinde rutin bakılan kanama-pıhtılaşma parametreleri (PT, aPTT, INR), Hemogloblin (Hgb), Hematokrit (Hct), platelet (Plt) değerleri kaydedilmiştir.

Operasyon odasına alınan hastalara standart anestezi monitörizasyonu (elektrokardiyogram, noninvaziv arteriyel kan basıncı, pulse oksimetre ile oksijen satürasyonu, aksiller vücut sıcaklığı) uygulandıktan sonra hastaların anestezi öncesi timpanik ve aksiller bölge sıcaklığı, sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB), kalp tepe atımından (KTA) oluşan ilk sıcaklık ve hemodinamik değerleri kaydedilmiştir. Hastalara intravenöz (İV) damar yolu açıldıktan sonra, yüz maskesi ile %100 oksijen solutularak preoksijenasyon uygulanmıştır. Hastaların hepsi standart genel anestezi

indüksiyonu (0,05mg/kg İV midazolam, 2mcg/kg İV fentanil, 2mg/kg İV propofol, 0,4mg/kg İV rokuronyum) sonrası 2 dakika boyunca ventile edildikten sonra orotrakeal olarak entübe edilmiştir. Orotrakeal entübasyon anestezi makinasında düzenli aralıklarla art arda end-tidal karbondioksit (EtCO_2) değeri görülerek doğrulandıktan sonra hasta mekanik ventilatöre bağlanmıştır. Mekanik ventilatör ayarları tidal volüm (TV) 8ml/kg, solunum frekansı 12-18/dk, inspire edilen oksijen fraksiyonu (FiO_2) %40, ekspirasyon sonu pozitif basınç (PEEP): 4-5cmH₂O, inspiryum/ekspiryum oranı 1:2 olacak şekilde ayarlanmıştır. Operasyon boyunca frekans, normokapniyi (devamlı takip edilebilen EtCO_2 30-35mmHg, aralıklı arteriyel kan gazında parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı (PaCO_2) 35-45mmHg) sürdürebilecek şekilde ayarlanmaktadır. Oksijen saturasyonu (SpO_2) <95%, arter kan gazında parsiyel arteriyel oksijen basıncı PaO_2 <100mmHg görüldüğü takdirde FiO_2 arttırılmıştır.

Hastalara invaziv arter basıncı, atım hacmi varyasyonu ölçümleri (SVV), aralıklı kan gazı takibi amaçlı radial arter kanülasyonu uygulanmıştır. Santral venöz basınç takibi ve olası intraoperatif vazopressör veya inotrop infüzyon ihtiyacına yönelik internal juguler ven yoluyla santral venöz kateterizasyon uygulanmıştır. Özofagus sıcaklığı takibi için anlık vücut sıcaklığı takip probu, saatlik idrar çıkışı takibini sağlamak için mesane sondası uygulanmıştır.

Randomize şekilde 2 gruba ayrılan hastalardan çalışma grubu birden çok basınçlı hava üfleyen ısıtıcı, damar içi sıvı ısıtıcı, ısıtma yatağı ile agresif ısıtılmış, kontrol grubu ise standart tek basınçlı hava üfleyen ısıtıcı uygulanarak takip edilmiştir. Her iki grupta da ameliyathane ortamı sıcaklığı 23°C'de tutulmuştur. Her iki gruba da posterior enstrumantasyon ile yapılan idiopatik adolesan skolyoz deformite düzeltme cerrahisinin rutin anestezi yaklaşımı uygulanmıştır.

Anestezi idamesinde total intravenöz anestezi yöntemi propofol ve remifentanil infüzyonu ile sağlanmıştır. Propofol dozu 100-160mcg/kg/dk (yüksek dozda başlayıp 10 dakikada bir doz düşürülmüştür), remifentanil dozu 0,08-0,25mcg/kg/dk aralığında takip edilmiştir. Kontrollü hipotansiyon yöntemiyle ortalama arter basıncının (OAB) 60-65mmHg arasında tutulması hedeflenen hastada hemodinamik parametrelerde OAB <60mmHg ya da bradikardi (kalp tepe atımı <60/dk) geliştiği takdirde propofol ve remifentanil infüzyon dozları azaltılmıştır.

Hastalardan cerrahi başlangıcı öncesi kalp tepe atımı (KTA), sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB), timpanik vücut sıcaklığı (TVS), özofageal vücut sıcaklığı (ÖVS), aksiller vücut sıcaklığı (AVS) ölçülerek kaydedilmiş ve bu kayıtlar anestezi süresi boyunca 30 dakikalık aralıklarla tutulmaya devam edilmiştir. İntraoperatif dönemde timpanik veya özofagus vücut merkez sıcaklığı ölçüm değerleri

34°C'nin altına düşen (ağır hipotermi) hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Anestezi indüksiyonu sonrası, cerrahi başlangıcı öncesi alınan ilk arteriyel kan gazı analizinde hemogloblin (Hgb), pH, baz açığı (BE), laktat (Lac) değerleri kaydedilmiştir. Arteriyel kan gazı analizi 1 saatlik aralıklarla tekrarlanarak bu parametreler operasyon boyunca kaydedilmiştir. Bütün hastalara anestezi indüksiyonundan sonra cerrahi başlangıcı öncesi traneksamik asit 10mg/kg olarak uygulanıp ardından ameliyat boyunca 1mg/kg/saat infüzyon şeklinde devam ettirilmiştir.

Tüm hastalar prone pozisyonunda opere edilmiştir. Pozisyonlama sırasında toraks ve batin etrafına destekler konulmuş, kollar gövdeden 90°C'yi aşmayacak şekilde yana açılmış, dirsek ve kolların altına yumuşak jel destekler yerleştirilmiş, kalça ve dizlere hafif fleksiyon sağlanmış, aynalı baş yastığı yerleştirilerek ensenin nötral pozisyonu korunmuştur. Gözler, burun ve kulakların operasyon boyunca 20 dakikada bir direk bası altında olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Prone pozisyon verildikten sonra cerrahi başlangıcı öncesi skolyoz cerrahisinde rutin uygulanan motor uyarılmış potansiyel (MEP) ve somatosensöriyel uyarılmış potansiyel (SSEP) monitörizasyonu için skalp ve ekstremitelere elektrotlar yerleştirilmiştir. Bazal ve operasyon boyunca kaydedilen MEP ve SSEP değerleri yüksek lisans düzeyinde elektronörofizyoloji eğitim kurslarını tamamlamış, tüm operasyon boyunca hazır bulunan, ulusal olarak sertifikalı tek bir kişi tarafından kaydedilip yorumlanmıştır. MEP için miliamper biriminde amplitüt, SSEP için milisaniye biriminde latens kaydedilmiştir. Uyarılmış potansiyellerde cerrahinin etkisini minimal, anestezi ajanlar ve hipotermi gibi fizyolojik değişkenlerin etkisini maksimal görebilmek için üst ekstremitenin nöromonitörizasyon değerleri dikkate alınmıştır. SSEP için ulnar sinir uyarımı, MEP için biceps kası yanıtı) Operasyon sonu, operasyon boyunca kaydedilen MEP ve SSEP değerlerinden ilk bakılan bazal değer, son bakılan değer ve arada operasyon boyunca tüm değerlerin aritmetik ortalaması imzalı bir şekilde alınıp kaydedilmiştir.

Ameliyat boyunca dengeli kristalloid sıvılarla hedefe yönelik sıvı tedavisi uygulanmıştır. İnvaziv arter monitörizasyonu ile devamlı takip edilebilen atım hacmi varyasyonu (SVV) >13% üzerindeyse volüm açığı olarak kabul edilip 250ml sıvı yüklenip tekrar değerlendirilmiştir. Sıvı yanıtı, sıvı yükleme sonrası atım hacminin %13 artması olarak kabul edilmiştir. Eğer atım hacim varyasyonu SVV <13% ancak OAB <60mmHg'den düşükse bu sefer kardiyak indekse (CI) bakılıp, CI >2,5L/dk/m² ise vazopressör ajan, CI <2,5L/dk/m² ise inotropik ajan başlanmıştır. Saatlik kan gazındaki laktat yüksekliği (>2,5mmol/l), santral venöz oksijen saturasyonu düşüklüğü (Miks venöz oksijen saturasyonu (SvO₂) <%70) de volüm eksikliği açısından yardımcı parametreler olarak kullanılmıştır.

Ameliyat boyunca restriktif transfüzyon protokolü uygulanmış. Alınan arteriyel kan gazında hemoglobin için kabul edilen 8g/dL eşik değerinin altındaki değerlerde 10-15ml/kg eritrosit süspansiyonu (ES) verilmiştir. “Gereken kan volümü = total kan volümü x istenilen hematokrit (Hct) artışı / verilecek eritrosit süspansiyonunun hematokrit değeri” formülüyle doğrulanmıştır, gereken değerde belirgin farklılık varsa formülün sonucu doğru kabul edilmiştir. Formüldeki total kan volümü kadınlarda 65ml/kg, erkeklerde 70ml/kg olarak, eritrosit süspansiyonunun hematokrit değeri koruyucu solüsyonlarla ortalama %60 olarak kabul edilmiştir. Paketlenmiş kırmızı kan hücrelerinin ortalama 250-300ml olduğu kabul edilerek kan merkezinden isteği yapılmıştır. Taze donmuş plazma (TDP) intraoperatif aktif kontrol edilemeyen kanama ve pıhtı formasyonu oluşumu açısından herhangi bir kanıt yok ise 10-15ml/kg olarak verilmiştir. Bir adet taze donmuş plazma paketinin ortalama 200-250mL olduğu kabul edilerek kan merkezinden isteği yapılmıştır.

Sıvı yönetimi ve transfüzyon protokollerine bağlı kalınarak eritrosit süspansiyonu ve taze donmuş plazma kullanım miktarı mililitre cinsinden vaka boyunca kaydedilmiştir. İntraoperatif dönemde hastaya verilen kristalloid / kolloid sıvı miktarı ve cerrahi sırasında uygulanan irrigasyon sıvılarının miktarı kaydedilmiştir. Operasyon boyunca aspiratörde toplanan toplam sıvı miktarı, kirli gaz ve batin sayısı, toplam idrar çıkışı kaydedilmiştir.

Operasyon sonunda, intraoperatif total kanama miktarı: operasyon sonu aspiratörde birikmiş sıvı miktarı ile operasyon sahasındaki gaz ve batinlardaki kan miktarı mililitre cinsinden toplanarak kullanılan irrigasyon sıvısının bu toplamdan çıkarılmasıyla hesaplanmıştır. Gaz ve batinlar kullanılmadan önce ve sonrasında hassas tartıda tartılmış, artan 1 gram başına 1 mililitre kan olarak hesaplanmıştır. Operasyonda enstrümantasyon uygulanan segment sayısı ve bölgesi (torakal, torakolomber, lomber) kaydedilmiştir. Cerrahi kesinin ilk atıldığı andan son dikişe kadar geçen cerrahi süre hesaplanmıştır. Cerrahi bittikten sonra TIVA infüzyonu stoplanarak preoperatif zorlu vital kapasitesinin prediktif değeri <35% olmayan, intraoperatif dönemde kan gazı değişimde problem olmayan, ventilasyon basınçları yüksek olmayan hastalar ile kooperasyon kurulup kas gücü yumruk sıkma, 10 saniye baş kaldırma, dil çıkarma gibi testlerle değerlendirildikten sonra ekstübe edilmiştir.

Hastalar operasyon sonrası yoğun bakım ünitesine transfer edilmiş orada alınan ilk arteriyel kan gazındaki Hgb, pH, BE, Lac değerleri kaydedilmiştir. Postoperatif 0, 1. ve 2. günlerde rutin bakılan günlük kanama-pıhtılaşma parametreleri (PT, aPTT, INR), Hgb, Hct, Plt değerleri, varsa drenlerden kayıplar, verilen kan ürünü türü ve miktarı kaydedilmiştir. Hastanın yoğun bakım ünitesi ve hastanede kalış günü, varsa postoperatif komplikasyon ve enfeksiyon gelişip gelişmediği kaydedilmiştir.

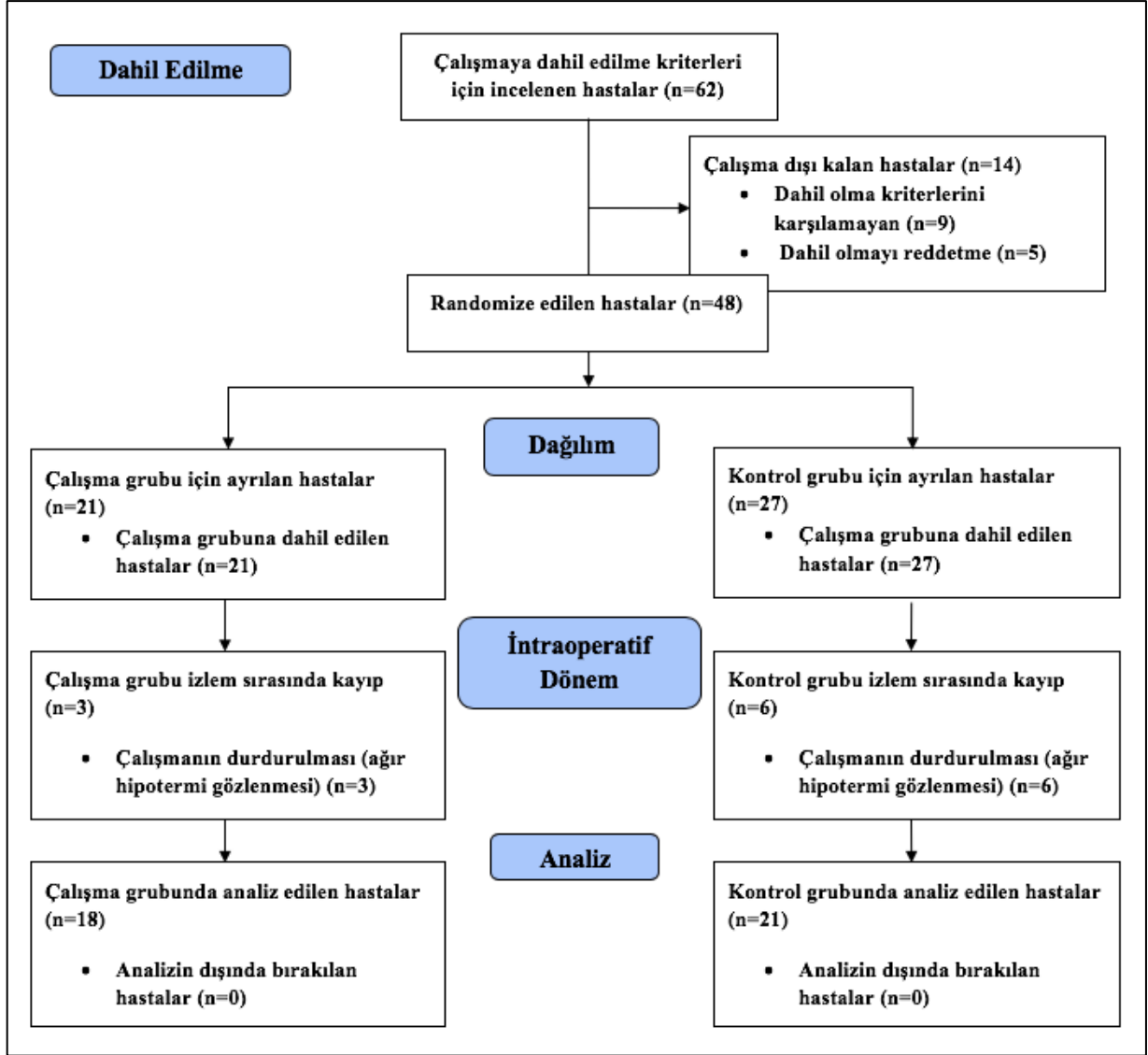
V. İSTATİSTİK

Hasta sayısı analizi için Power and Sample Size Programı (P.S version 3.1.2) kullanıldı. Çalışmada kanama miktarındaki değişikliğin %20 olacağı öngörüldüğünde, önceki datalardaki hastaların verilerine göre eşleşen çiftlerin cevaplarındaki farkın 426,3ml standart sapma ile dağıtıldığı gösterilmiştir. Eşleşen çiftlerin ortalama cevabındaki gerçek fark 212,31ml ise, bu cevap farkı sıfır, olasılık (power)0,8 ve $\alpha=0.05$ olduğu zaman sıfır-hipotezini reddedebilmek için en az 34 hasta gerekmektedir. Çalışmadan hariç bırakılmak zorunda kalınabilecek hastalar %10 olarak hesaplandığında en az 38 hasta gerekmektedir.

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodlar (ortalama, standart sapma, medyan, frekans, yüzde, minimum, maksimum) kullanıldı. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ve grafiksel incelemeler ile sınanmıştır. Normal dağılım gösteren nicel değişkenlerin iki grup arası karşılaştırmalarında Student-t testi, normal dağılım göstermeyen nicel değişkenlerin iki grup arası karşılaştırmalarında Mann-Whitney U test kullanıldı. Normal dağılım gösteren nicel değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında Paired Samples test kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen nicel değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında Wilcoxon signed-ranks test kullanıldı. Nitel verilerin karşılaştırılmasında Pearson ki-kare test, Fisher's exact test ve Fisher-Freeman-Halton exact test kullanıldı. Gruplar arasındaki ısı farklılığının araştırma parametreleri ile korelasyonunda lineer logistic regression analizi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık $p<0.05$ olarak kabul edildi.

VI. BULGULAR

Toplam 62 hasta adayı değerlendirildiğinde 5'i çalışmayı reddetmiş, 9'u kriterleri karşılamadığı için çalışmaya dahil edilmemiştir. 48 hastadan 9'u intraoperatif dönemde çalışmadan çıkarılmış ve 39 hasta ile randomize kontrollü çalışma eksiksiz veri ile tamamlanmıştır. (Şekil 3)



Şekil 1: Çalışmanın Akış Diyagramı

Çalışma Şubat 2019 – Aralık 2019 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi'nde %74,4'ü (n=29) kız, %25,6'sı (n=10) erkek toplam 39 olguyla yapılmıştır. Çalışmaya katılan olguların yaşları 11 ile 18 arasında değişmekte olup, ortalama $14,92 \pm 2,04$ yaş olarak saptanmıştır. (Tablo 1)

Tablo 1: Demografik Özelliklerin Dağılımı

Yaş	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	11-18 (15)
	<i>Ort±Ss</i>	14,92±2,04
Cinsiyet	Kız	29 (74,4)
	Erkek	10 (25,6)
Kilo (kg)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	35-90 (52)
	<i>Ort±Ss</i>	51,33±13,30
BMI (kg/m²)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	14,6-31,2 (21,2)
	<i>Ort±Ss</i>	21,49±4,14
ASA	ASA 1	23 (59,0)
	ASA 2	16 (41,0)
Ek Hastalık	Yok	23 (59,0)
	Var	16 (41,0)

Çalışmaya katılan olguların kiloları 35 ile 90 kg arasında değişmekte olup, ortalama 51,33±13,30 kg olarak, BMI ölçümleri 14,6 ile 31,2 kg/m² arasında değişmekte olup, ortalama 21,49±4,14 kg/m² olarak saptanmıştır. Olguların %59'unun (n=23) ASA skorunun 1, %41'inin (n=16) ASA skorunun 2 olduğu gözlenmiştir. Olguların %41'inde (n=16) ek hastalık olduğu gözlenmiştir. (Tablo 1)

Tablo 2: Operasyon Sonu ve Taburculukta Toplanan Verilerin Dağılımı

Cerrahi Süresi (dk)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	105-390 (230)
	<i>Ort±Ss</i>	222,82±66,95
Cerrahi Segment Sayısı	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	5-16 (11)
	<i>Ort±Ss</i>	10,44±3,24
Cerrahi Bölge	Torakal	7 (17,9)
	Lomber	2 (5,1)
	Torakolomber	30 (76,9)
Cobb Açısı	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	33-110 (54)
	<i>Ort±Ss</i>	59,03±21,80
Anestezi Sonlandırma – Ekstübasyon Arası Süre (Ekstübasyon Süresi) (dk) (n=37)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	10-60 (20)
	<i>Ort±Ss</i>	22,57±11,16
İntraop Total Kanama Miktarı (ml)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	100-3000 (800)
	<i>Ort±Ss</i>	888,21±616,73
Hastanede Kalış Süresi (gün)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	3-31 (5)
	<i>Ort±Ss</i>	7,08±6,00
YBÜ Kalış Süresi (Gün)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	1-4 (1)
	<i>Ort±Ss</i>	1,33±0,77
Postop Enfeksiyon	Yok	32 (82,1)
	Var	7 (17,9)
Postop Komplikasyon	Yok	33 (84,6)
	Var	6 (15,4)

Olguların cerrahi süreleri 105 ile 390 dk arasında değişmekte olup, ortalama $222,82 \pm 66,95$ olarak saptanmıştır. Olguların cerrahi segment sayıları 5 ile 16 arasında değişmekte olup, ortalama $10,44 \pm 3,24$ olarak saptanmıştır. Cerrahi bölgeler incelendiğinde; olguların %17,9'unun (n=7) torakal, %5,1'inin (n=2) lomber, %76,9'unun (n=30) cerrahi bölgesi ise torakolomber olduğu gözlenmiştir. Olguların Cobb açıları 33 ile 110 arasında değişmekte olup, ortalama $59,03 \pm 21,80$ derece olarak saptanmıştır. Anestezi sonlandırma ile ekstübasyon arasında geçen süre (ekstübasyon süresi) 10 ile 60 dakika arasında değişmekte olup, ortalama $22,57 \pm 11,16$ dk olarak saptanmıştır. Olguların intraop total kanama miktarları 100 ile 3000 ml arasında değişmekte olup, ortalama $888,21 \pm 616,73$ ml olarak saptanmıştır. (Tablo 2)

Olguların hastanede kalış süreleri 3 ile 31 gün arasında değişmekte olup, ortalama $7,08 \pm 6,00$ olarak, YBÜ'de kalış süreleri 1 ile 4 gün arasında değişmekte olup, ortalama $1,33 \pm 0,77$ gün olarak saptanmıştır. Olguların %17,9'unda (n=7) postop enfeksiyon, %15,4'ünde (n=6) postop komplikasyon gözlenmiştir. (Tablo 2)

Tablo 3: Gruplara Göre Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi

		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	p
Yaş	Min-Maks (Medyan)	11-18 (15)	11-18 (15)	t:-0,684
	Ort±Ss	14,71±1,98	15,17±2,15	^a 0,498
Cinsiyet	Kız	18 (85,7)	11 (61,1)	χ^2 :3,077
	Erkek	3 (14,3)	7 (38,9)	^b 0,141
Kilo	Min-Maks (Medyan)	31-78 (53)	35-90 (51,5)	t:-0,550
	Ort±Ss	50,24±11,44	52,61±15,44	^a 0,585
BMI	Min-Maks (Medyan)	14,6-29,7 (21,1)	16,4-31,2 (21,6)	t:-1,250
	Ort±Ss	20,72±3,50	22,37±4,72	^a 0,210
ASA Skoru	ASA 1	13 (61,9)	10 (55,6)	χ^2 :0,161
	ASA 2	8 (38,1)	8 (44,4)	^c 0,688
Ek Hastalık	Yok	13 (61,9)	10 (55,6)	χ^2 :0,161
	Var	8 (38,1)	8 (44,4)	^c 0,688

^aStudent-t Test

^bPearson Chi-Square Test

^cFisher's Exact Test

Gruplara göre olguların yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05). Gruplara göre olguların cinsiyet dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05). Gruplara göre olguların kilo ve BMI ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05). Gruplara göre olguların ASA skorlarının dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık

saptanmamıştır ($p>0,05$). Gruplara göre olgularda ek hastalık görülme oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). (Tablo 3)

Tablo 4: Gruplara Göre Operasyon Sonu ve Taburculukta Toplanan Verilerin Değerlendirilmesi

		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
Cerrahi Süresi (dk)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	105-390 (260)	105-280 (202,5)	<i>t</i> :2,337
	<i>Ort±Ss</i>	244,76±71,89	197,22±51,48	^a 0,025*
Cerrahi Segment Sayısı	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	6-16 (11)	5-15 (9,5)	<i>t</i> :1,077
	<i>Ort±Ss</i>	10,95±3,14	9,83±3,35	^a 0,289
Cerrahi Bölge	Torakal	4 (19,0)	3 (16,7)	χ^2 :2,132
	Lomber	0 (0,0)	2 (11,1)	^d 0,430
	Torakolomber	17 (81,0)	13 (72,2)	
Cobb Açısı	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	33-110 (50)	35-100 (63)	<i>t</i> :-0,980
	<i>Ort±Ss</i>	55,86±21,09	62,72±22,64	^a 0,334
Anestezi Sonlandırma – Ekstübasyon Arası Süre (dk) (n=37)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	10-60 (25)	10-30 (15)	<i>Z</i> :-2,464
	<i>Ort±Ss</i>	26,75±13,01	17,65±5,62	^e 0,014*
İntraop Total Kanama Miktarı (ml)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	200-3000 (900)	100-1000 (700)	<i>Z</i> :-2,216
	<i>Ort±Ss</i>	1120,48±728,60	617,22±285,10	^e 0,027*
Hastanede Kalış Süresi (gün)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	3-31 (6)	3-15 (4)	<i>Z</i> :-3,039
	<i>Ort±Ss</i>	8,86±7,32	5,00±3,01	^e 0,002**
YBÜ Kalış Süresi (Gün)	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	1-4 (1)	1-2 (1)	<i>Z</i> :-1,939
	<i>Ort±Ss</i>	1,57±0,98	1,06±0,24	^e 0,052
Postop Enfeksiyon	Yok	16 (76,2)	16 (88,9)	χ^2 :1,061
	Var	5 (23,8)	2 (11,1)	^c 0,418
Postop Komplikasyon	Yok	16 (76,2)	17 (94,4)	χ^2 :2,481
	Var	5 (23,8)	1 (5,6)	^c 0,190

^aStudent-t Test

^cFisher's Exact Test

^dFisher Freeman Halton Test

^eMann Whitney U Test

* $p<0,05$

** $p<0,01$

Çalışma grubu olguların cerrahi süreleri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,025$; $p<0,05$). Gruplara göre olguların cerrahi segment sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Gruplara göre olguların cerrahi bölgelerinin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Gruplara göre olguların Cobb açıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Çalışma grubu olguların anestezi sonlandırma ile ekstübasyon arası geçen süresi, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,014$; $p<0,05$). Çalışma grubu olguların intraop total kanama miktarı, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,027$; $p<0,05$). (Tablo 4)

Çalışma grubu olguların hastanedeki kalış süreleri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,002$; $p<0,01$). Çalışma grubu olguların yoğun bakımda kalma süreleri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte dikkat çekici düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,052$; $p>0,05$). Gruplara göre olgularda postop enfeksiyon ve postop komplikasyon görülme oranları, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). (Tablo 4)

Tablo 5: Gruplara Göre Zamanlarda Hgb Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Hgb		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
Preop	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	9,6-15,8 (12,9)	11,8-16,2 (13)	t:-1,134
	<i>Ort±Ss</i>	12,91±1,3	13,37±1,19	<i>^a0,264</i>
Postop 0. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,09-12,2 (10,3)	7,8-12,6 (10,55)	t:-0,956
	<i>Ort±Ss</i>	10,09±1,55	10,53±1,27	<i>^a0,345</i>
Postop 24. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,5-13,5 (9,7)	8,09-12,1 (9,99)	t:-1,097
	<i>Ort±Ss</i>	9,72±1,2	10,12±1,1	<i>^a0,280</i>
Postop 48. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	8,1-13,7 (9,5)	9-12,6 (9,85)	t:-1,595
	<i>Ort±Ss</i>	9,7±1,24	10,29±1,04	<i>^a0,119</i>
Preop – Postop 48 saat	Fark	-3,21±1,88	-3,08±1,57	Z:-0,733
	<i>p</i>	<i>^f0,001**</i>	<i>^f0,001**</i>	<i>^e0,464</i>

^aStudent-t Test

^eMann Whitney U Test

^fPaired Samples Test

^{} $p<0,01$**

Gruplara göre olguların preop, postop 0. saat, 24. saat ve 48. saat Hgb ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Kontrol grubu olguların preopa göre postop 48. saat Hgb değerindeki ortalama $3,21\pm1,88$ birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$). Çalışma grubu olguların preopa göre postop 48. saat Hgb değerindeki ortalama $3,08\pm1,57$ birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$). Gruplara göre olguların preopa göre postop 48. saat Hgb değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). (Tablo 5)

Tablo 6: Gruplara Göre Zamanlarda Hct Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Hct		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	p
Preop	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	30,7-47,6 (38,8)	34,4-48,6 (38,6)	t:-0,841
	<i>Ort±Ss</i>	38,88±3,56	39,88±3,85	^a 0,406
Postop 0. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	20,5-35,8 (31,7)	23,3-37,4 (31,75)	t:-1,002
	<i>Ort±Ss</i>	30,11±4,51	31,45±3,72	^a 0,323
Postop 24. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	22,6-39,5 (28,8)	25,1-36,1 (29,5)	t:-1,184
	<i>Ort±Ss</i>	28,98±3,52	30,27±3,28	^a 0,244
Postop 48. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	23,5-39,8 (28,2)	27-37,4 (30,15)	t:-1,673
	<i>Ort±Ss</i>	28,94±3,78	30,82±3,12	^a 0,103
Preop – Postop 48 saat	Fark	-9,95±5,57	-9,07±4,98	Z:-0,324
	p	^f 0,001**	^f 0,001**	^e 0,746

^aStudent-t Test^eMann Whitney U Test^fPaired Samples Test^{**}p<0,01

Gruplara göre olguların preop, postop 0. saat, 24. saat ve 48. saat Hct ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05). Kontrol grubu olguların preopa göre postop 48. saat Hct değerindeki ortalama 9,95±5,57 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01). Çalışma grubu olguların preopa göre postop 48. saat Hct değerindeki ortalama 9,07±4,98 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01). Gruplara göre olguların preopa göre postop 48. saat Hct değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05). (Tablo 6)

Tablo 7: Gruplara Göre Zamanlarda aPTT Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

aPTT		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	p
Preop	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	24,1-36,4 (28,1)	13,4-35 (28,05)	Z:-0,296
	<i>Ort±Ss</i>	28,77±3,41	27,76±4,49	^e 0,767
Postop 0. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	22,7-59,3 (28)	1,42-40 (25,9)	Z:-0,817
	<i>Ort±Ss</i>	29,36±7,65	26,78±8,29	^e 0,414
Postop 24. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	22,6-47,1 (28,4)	23,5-34,3 (27,25)	Z:-1,113
	<i>Ort±Ss</i>	29,7±5,79	27,5±2,93	^e 0,266
Postop 48. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	21,6-37,2 (27,2)	25-34,5 (26,9)	Z:-0,592
	<i>Ort±Ss</i>	28,8±4,4	27,72±2,38	^e 0,554
Preop – Postop 48 saat	Fark	0,03±3,29	-0,04±3,48	Z:-0,352
	p	^g 0,808	^g 0,433	^e 0,725

^eMann Whitney U Test^gWilcoxon Signed Ranks Test

Gruplara göre olguların preop, postop 0. saat, 24. saat ve 48. saat aPTT ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05). Kontrol grubu olguların preopa göre postop 48. saat aPTT değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır

($p>0,05$). Çalışma grubu olguların preopa göre postop 48. saat aPTT değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Gruplara göre olguların preopa göre postop 48. saat aPTT değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). (Tablo 7)

Tablo 8: Gruplara Göre Zamanlarda INR Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

INR		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
Preop	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	0,92-1,17 (1)	0,92-1,23 (1,05)	t:-2,329
	<i>Ort±Ss</i>	1,01±0,07	1,02±0,08	<i>^a0,250</i>
Postop 0. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	0,98-1,62 (1,27)	0,9-1,79 (1,31)	t:-0,658
	<i>Ort±Ss</i>	1,28±0,16	1,32±0,21	<i>^a0,515</i>
Postop 24. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	1-1,4 (1,18)	0,98-1,55 (1,21)	t:-0,365
	<i>Ort±Ss</i>	1,18±0,12	1,2±0,15	<i>^a0,718</i>
Postop 48. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	1-1,66 (1,1)	0,95-1,35 (1,12)	t:-0,370
	<i>Ort±Ss</i>	1,12±0,14	1,13±0,11	<i>^a0,713</i>
Preop – Postop 48 saat	Fark <i>p</i>	0,11±0,11 <i>^f0,001**</i>	0,07±0,08 <i>^f0,001**</i>	Z:-0,875 <i>^e0,382</i>

^aStudent-t Test

^eMann Whitney U Test

^fPaired Samples Test

^{} $p<0,01$**

Gruplara göre olguların preop, postop 0. saat, 24. saat ve 48. saat INR ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Kontrol grubu olguların preopa göre postop 48. saat INR değerindeki ortalama 0,11±0,11 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$). Çalışma grubu olguların preopa göre postop 48. saat INR değerindeki ortalama 0,07±0,08 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$). Gruplara göre olguların preopa göre postop 48. saat INR değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). (Tablo 8)

Tablo 9: Gruplara Göre Zamanlarda Plt Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Plt		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
Preop	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	146000-469000 (303000)	120000-401000 (307500)	t:0,196
	<i>Ort±Ss</i>	295247,62±69393,17	290777,78±73001,66	<i>^a0,846</i>
Postop 0. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	127000-354000 (226600)	108800-575000 (248500)	t:-0,882
	<i>Ort±Ss</i>	237828,57±60736,14	262372,22±109540,3	<i>^a0,384</i>
Postop 24. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	92000-265000 (188500)	84000-396000 (216500)	t:-2,264
	<i>Ort±Ss</i>	178071,43±39888,67	220650±74773,95	<i>^a0,030*</i>
Postop 48. saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	95000-350900 (187000)	69800-380000 (203100)	t:-1,313
	<i>Ort±Ss</i>	187000±53076,91	214411,11±76692,82	<i>^a0,197</i>
Preop – Postop 48 saat	Fark <i>p</i>	-50828,57±52079,86 <i>^f0,001**</i>	-47961,11±53440,47 <i>^f0,001**</i>	Z:-1,197 <i>^e0,231</i>

^aStudent-t Test^eMann Whitney U Test^fPaired Samples Test***p*<0,01

Gruplara göre olguların preop, postop 0. saat ve 48. saat Plt ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (*p*>0,05). Çalışma grubu olguların postop 24. saat Plt değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır (*p*=0,030; *p*<0,05). Kontrol grubu olguların preopa göre postop 48. saat Plt değerindeki ortalama 50828,57±52079,86 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (*p*=0,001; *p*<0,01). Çalışma grubu olguların preopa göre postop 48. saat Plt değerindeki ortalama 47961,11±53400,47 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (*p*=0,001; *p*<0,01). Gruplara göre olguların preopa göre postop 48. saat Plt değerindeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05). (Tablo 9)

Tablo 10: Gruplara Göre İntraop, Postop 24., 48. Saat ES, İntraop, Postop 24. Saat TDP, Postop 24., 48. Saat Dren, Toplam İdrar Çıkışı, Kristalloid ve Kolloid Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
İntraop ES	<i>n</i>	17	7	Z:-0,832
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	300-1200 (600)	300-600 (300)	^e 0,405
	<i>Ort±Ss</i>	564,71±316,11	428,57±160,36	
Postop 24. Saat ES	<i>n</i>	15	7	Z:-1,241
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	300-900 (300)	300-300 (300)	^e 0,215
	<i>Ort±Ss</i>	400±217,12	300±0	
Postop 48. Saat ES	<i>n</i>	4	4	Z:0,00
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	300-300 (300)	300-300 (300)	^e 1,000
	<i>Ort±Ss</i>	300±0	300±0	
İntraop TDP	<i>n</i>	9	3	Z:-0,422
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	220-880 (220)	220-440 (220)	^e 0,673
	<i>Ort±Ss</i>	366,67±220	293,33±127,02	
Postop 24. Saat TDP	<i>n</i>	13	3	Z:-0,593
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	220-660 (220)	220-440 (220)	^e 0,553
	<i>Ort±Ss</i>	270,77±131,81	293,33±127,02	
Postop 24. Saat Dren	<i>n</i>	21	18	t:0,726
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	150-850 (550)	50-950 (500)	^a 0,473
	<i>Ort±Ss</i>	526,19±222,83	472,22±241,46	
Postop 48. Saat Dren	<i>n</i>	16	11	Z:-2,463
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	50-500 (125)	50-150 (50)	^e 0,014*
	<i>Ort±Ss</i>	171,88±122,43	77,27±34,38	
Toplam İdrar Çıkışı	<i>n</i>	21	18	Z:-1,763
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	200-2550 (600)	130-2100 (375)	^e 0,078
	<i>Ort±Ss</i>	881,9±710,54	581,94±557,23	
Kristalloid	<i>n</i>	21	18	t:0,415
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	2000-7000 (3600)	500-5800 (4000)	^a 0,680
	<i>Ort±Ss</i>	3828,57±1262,99	3650±1421,78	
Kolloid	<i>n</i>	14	7	Z:-0,354
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	500-1000 (500)	500-1000 (500)	^e 0,724
	<i>Ort±Ss</i>	607,14±212,91	642,86±243,98	

^aStudent-t Test

^eMann Whitney U Test

**p*<0,05

Gruplara göre olguların intraop, postop 24. saat ve postop 48. saat ES ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (*p*>0,05). Gruplara göre olguların intraop ve postop 24. saat TDP ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (*p*>0,05). Gruplara göre olguların postop 24. saat Dren ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05). Çalışma grubu olguların postop 48. saat Dren değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır (*p*=0,014; *p*<0,05). Gruplara göre olguların toplam idrar çıkışı, kristalloid ve kolloid ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (*p*>0,05). (Tablo 10)

Tablo 11: Gruplara Göre Nabız, OAB, Özofageal Ateş, Aksiller Ateş ve Timpanik Ateş Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
Preop Nabız	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	57-125 (84)	60-135 (90)	t:-1,282
	<i>Ort±Ss</i>	85,62±18,99	93,17±17,52	<i>^a0,208</i>
Ortalama Nabız	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	46,89-86,64 (67)	61,3-105,83 (68,21)	t:-1,508
	<i>Ort±Ss</i>	68,64±10,9	74,33±12,68	<i>^a0,140</i>
Preop OAB	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	57-96 (78)	62-139 (79)	Z:-0,649
	<i>Ort±Ss</i>	77,05±9,82	82±17,2	<i>^e0,517</i>
Ortalama OAB	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	60-84,6 (68,89)	60,78-84 (67,15)	t:0,085
	<i>Ort±Ss</i>	68,4±5,73	68,25±5,08	<i>^a0,932</i>
Özofageal Ateş	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	36-37,3 (36,6)	36-37,3 (36,85)	t:-1,185
	<i>Ort±Ss</i>	36,69±0,44	36,84±0,35	<i>^a0,243</i>
0. Saat	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	35,54-36,39 (35,9)	36,46-36,94 (36,64)	Z:-5,327
	<i>Ort±Ss</i>	35,92±0,20	36,67±0,14	<i>^e0,001**</i>
Preop Aksiller Ateş	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	33,7-36,8 (35,7)	35-37 (36,05)	t:-1,748
	<i>Ort±Ss</i>	35,6±0,88	36,04±0,66	<i>^a0,089</i>
Ortalama Aksiller Ateş	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	34,65-35,87 (35,26)	34,92-37,11 (35,7)	t:-3,493
	<i>Ort±Ss</i>	35,27±0,32	35,79±0,59	<i>^a0,001**</i>
Preop Timpanik Ateş	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	36-37,2 (36,8)	36,1-37,5 (36,85)	t:-1,302
	<i>Ort±Ss</i>	36,63±0,41	36,81±0,42	<i>^a0,201</i>
Ortalama Timpanik Ateş	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	35,54-36,2 (35,96)	36,22-36,96 (36,69)	Z:-5,326
	<i>Ort±Ss</i>	35,93±0,18	36,68±0,18	<i>^e0,001**</i>

^aStudent-t Test

^eMann Whitney U Test

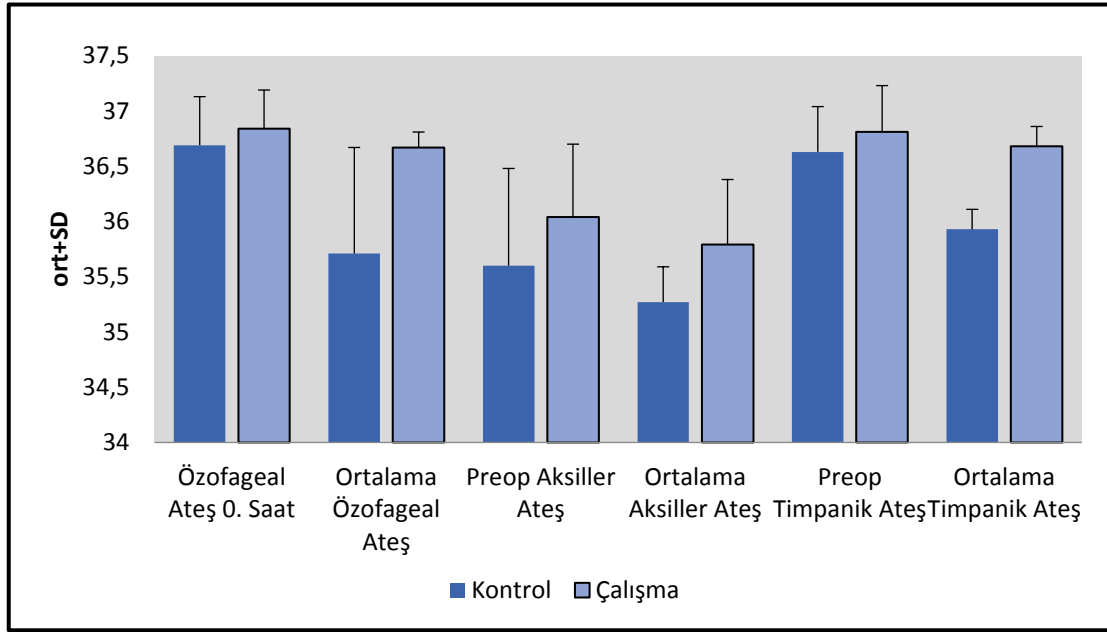
*****p*<0,01**

Gruplara göre olguların preop ve ortalama Nabız ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Gruplara göre olguların preop ve ortalama OAB ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). (Tablo 11)

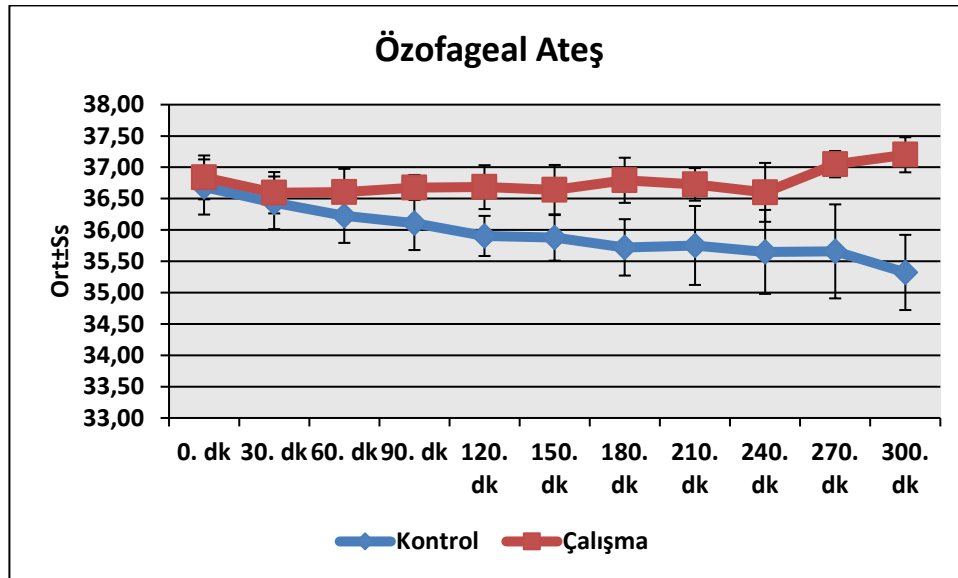
Gruplara göre olguların 0. saat Özofageal ateş ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Çalışma grubu olguların ortalama özofageal ateş değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Gruplara göre olguların preop aksiller ateş ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Çalışma grubu olguların ortalama aksiller ateş değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır

($p=0,001$; $p<0,01$). Gruplara göre olguların preop timpanik ateş ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Çalışma grubu olguların ortalama timpanik ateş değeri, kontrol grubu olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). (Tablo 11)

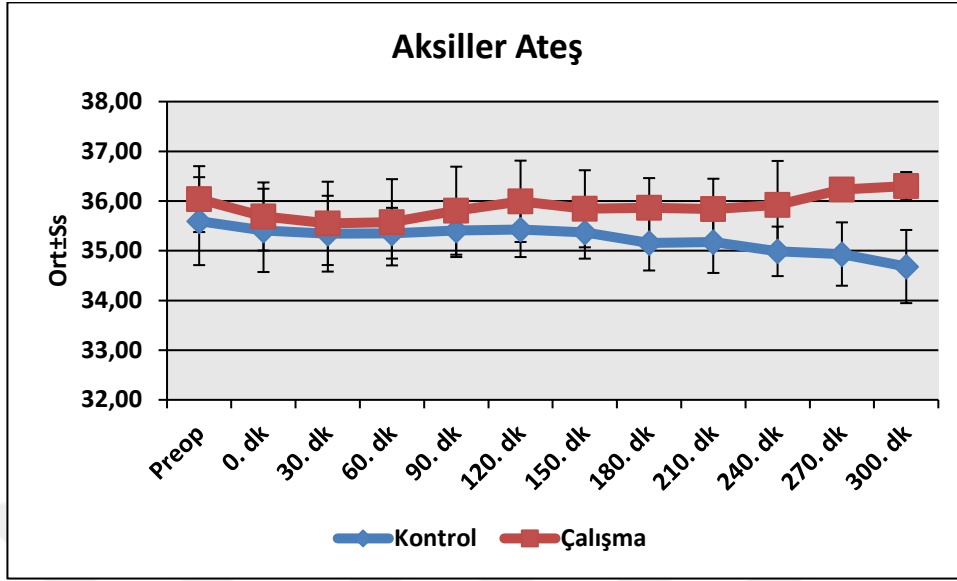
Şekil 3'te grupların ateş ölçümlerinin dağılımı gösterilmiştir. Şekil 4'te grupların zamanlara göre özofageal ateş ölçümlerinin dağılımı gösterilmiştir. Şekil 5'te grupların zamanlara göre aksiller ateş ölçümlerinin dağılımı gösterilmiştir. Şekil 6'da grupların zamanlara göre timpanik ateş ölçümlerinin dağılımı gösterilmiştir.



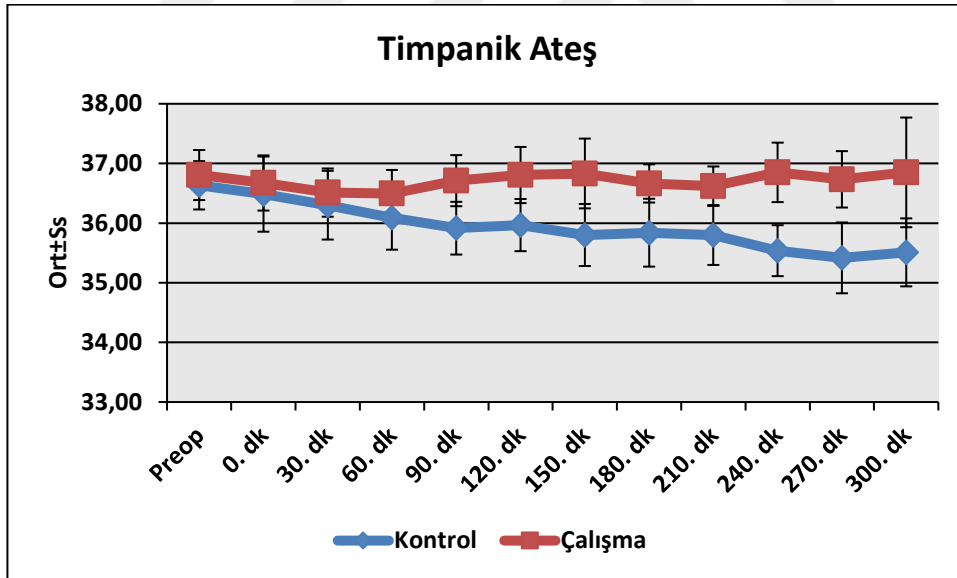
Şekil 2: Grupların ateş ölçümlerinin dağılımı



Şekil 3: Grupların Zamanlara Göre Özofageal Ateş Ölçümlerinin Dağılımı



Şekil 4: Grupların Zamanlara Göre Aksiller Ateş Ölçümlerinin Dağılımı



Şekil 5: Grupların Zamanlara Göre Timpanik Ateş Ölçümlerinin Dağılımı

Tablo 12: Gruplara Göre Zamanlarda Kan Gazındaki pH Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

pH		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
Preop	<i>n</i>	21	18	t:1,400
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,37-7,52 (7,43)	7,35-7,48 (7,42)	^a 0,170
	<i>Ort±Ss</i>	7,44±0,03	7,42±0,04	
1. saat	<i>n</i>	21	18	t:1,051
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,35-7,47 (7,42)	7,34-7,47 (7,41)	^a 0,300
	<i>Ort±Ss</i>	7,42±0,03	7,41±0,04	
2. saat	<i>n</i>	19	16	t:0,562
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,33-7,5 (7,41)	7,31-7,5 (7,41)	^a 0,578
	<i>Ort±Ss</i>	7,41±0,04	7,4±0,05	
3. saat	<i>n</i>	17	8	Z:-0,852
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,27-7,47 (7,41)	7,34-7,41 (7,39)	^e 0,394
	<i>Ort±Ss</i>	7,39±0,06	7,38±0,03	
4. Saat	<i>n</i>	8	1	
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,27-7,46 (7,41)	7,43-7,43 (7,43)	
	<i>Ort±Ss</i>	7,39±0,07	7,43±0	
Postop	<i>n</i>	21	18	t:-0,114
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,17-7,42 (7,33)	7,24-7,39 (7,32)	^a 0,910
	<i>Ort±Ss</i>	7,32±0,07	7,32±0,04	
Preop – Postop	Fark	-0,12±0,06	-0,10±0,06	Z:-0,818
	<i>p</i>	^f 0,001**	^f 0,001**	^e 0,413

^aStudent-t Test

^eMann Whitney U Test

^fPaired Samples Test

^{**}*p*<0,01

Gruplara göre olguların preop, 1. saat, 2. saat, 3. saat ve postop pH ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (*p*>0,05). Kontrol grubu olguların preopa göre postop pH ölçümündeki ortalama 0,12±0,06 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (*p*=0,001; *p*<0,01). Çalışma grubu olguların preopa göre postop pH ölçümündeki ortalama 0,10±0,06 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (*p*=0,001; *p*<0,01). Gruplara göre olguların preopa göre postop pH ölçümündeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05). (Tablo 12)

Tablo 13: Gruplara Göre Zamanlarda Kan Gazındaki Lac Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Lac		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	p
Preop	<i>n</i>	21	18	Z:-0,439
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	0,6-2,2 (1,1)	0,5-4 (1)	^e 0,661
	<i>Ort±Ss</i>	1,13±0,41	1,24±0,83	
1. saat	<i>n</i>	21	18	Z:-0,396
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	0,7-2,8 (1,1)	0,7-4,1 (1,45)	^e 0,692
	<i>Ort±Ss</i>	1,3±0,59	1,46±0,83	
2. saat	<i>n</i>	19	16	Z:-0,882
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	0,4-2,7 (1)	0,5-4,1 (1,3)	^e 0,378
	<i>Ort±Ss</i>	1,28±0,63	1,56±1,02	
3. saat	<i>n</i>	17	8	Z:-0,497
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	0,4-2,5 (1,2)	0,6-5 (1,3)	^e 0,620
	<i>Ort±Ss</i>	1,31±0,59	1,8±1,49	
4. Saat	<i>n</i>	8	1	
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	0,5-2,2 (1,05)	7,3-7,3 (7,3)	
	<i>Ort±Ss</i>	1,28±0,62	7,3±0	
Postop	<i>n</i>	21	18	Z:-0,748
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	0,8-4,9 (2)	0,7-3,6 (1,65)	^e 0,455
	<i>Ort±Ss</i>	2,21±1,09	1,9±0,75	
Preop – Postop	Fark	1,08±0,99	0,66±0,53	Z:-1,101
	p	^s 0,001**	^s 0,001**	^e 0,271

^aStudent-t Test^eMann Whitney U Test^sWilcoxon Signed Ranks Test^{**}p<0,01

Gruplara göre olguların preop, 1. saat, 2. saat, 3. saat ve postop Lac ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05). Kontrol grubu olguların preopa göre postop Lac ölçümündeki ortalama 1,08±0,99 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01). Çalışma grubu olguların preopa göre postop Lac ölçümündeki ortalama 0,66±0,53 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01). Gruplara göre olguların preopa göre postop Lac ölçümündeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05). (Tablo13)

Tablo 14: Gruplara Göre Zamanlarda Kan Gazındaki Hgb Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Hgb		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
Preop	<i>n</i>	21	18	t:-1,434
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,7-14 (11,8)	10,8-14,6 (11,85)	<i>^a0,160</i>
	<i>Ort±Ss</i>	11,53±1,29	12,06±0,95	
1. saat	<i>n</i>	21	18	t:-1,122
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,7-12 (10,7)	9,6-12,7 (10,85)	<i>^a0,269</i>
	<i>Ort±Ss</i>	10,47±1,17	10,86±0,96	
2. saat	<i>n</i>	19	16	t:-0,645
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	6,1-11,3 (9,7)	8,3-12,3 (9,45)	<i>^a0,523</i>
	<i>Ort±Ss</i>	9,44±1,42	9,73±1,11	
3. saat	<i>n</i>	17	8	Z:-0,700
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	6,7-11,7 (8,5)	7,6-11,8 (8,85)	<i>^e0,484</i>
	<i>Ort±Ss</i>	9,01±1,6	9,34±1,44	
4. Saat	<i>n</i>	8	1	
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	6,9-92 (9,75)	10-10 (10)	
	<i>Ort±Ss</i>	19,3±29,42	10±0	
Postop	<i>n</i>	21	18	t:-0,943
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	7,1-12,2 (10,2)	7,7-12,3 (10,6)	<i>^a0,352</i>
	<i>Ort±Ss</i>	9,96±1,46	10,37±1,25	
Preop – Postop	Fark	-1,58±1,93	-1,69±1,22	Z:-0,254
	<i>p</i>	<i>^f0,001**</i>	<i>^f0,001**</i>	<i>^e0,800</i>

^aStudent-t Test

^eMann Whitney U Test

^fPaired Samples Test ***p*<0,01

Gruplara göre olguların preop, 1. saat, 2. saat, 3. saat ve postop Hgb ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (*p*>0,05). Kontrol grubu olguların preopa göre postop Hgb ölçümündeki ortalama 1,58±1,93 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (*p*=0,001; *p*<0,01). Çalışma grubu olguların preopa göre postop Hgb ölçümündeki ortalama 1,69±1,22 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (*p*=0,001; *p*<0,01). Gruplara göre olguların preopa göre postop Hgb ölçümündeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05). (Tablo14)

Tablo 15: Gruplara Göre Zamanlarda Kan Gazındaki BE Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

BE		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
Preop	<i>n</i>	21	18	Z:-0,494
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	-10-2 (-1,2)	-4,1-0,7 (-1,45)	^e 0,622
	<i>Ort±Ss</i>	-1,49±2,52	-1,5±1,29	
1. saat	<i>n</i>	21	18	t:0,477
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	-6,2-3 (-2)	-5-0 (-2,05)	^e 0,636
	<i>Ort±Ss</i>	-1,97±2,51	-2,29±1,5	
2. saat	<i>n</i>	19	16	t:0,535
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	-8,4-2 (-1,6)	-6,9-1,2 (-3,65)	^e 0,596
	<i>Ort±Ss</i>	-2,16±2,69	-2,64±2,52	
3. saat	<i>n</i>	17	8	Z:-0,087
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	-10,1-2 (-2,6)	-6,9-1,5 (-3,3)	^e 0,930
	<i>Ort±Ss</i>	-3,11±3,14	-2,61±2,78	
4. Saat	<i>n</i>	8	1	
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	-11,3-2,6 (-1,25)	-0,3--0,3 (-0,3)	
	<i>Ort±Ss</i>	-2,01±4,1	-0,3±0	
Postop	<i>n</i>	21	18	t:0,724
	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	-10-1,2 (-2,5)	-7,3-1,3 (-3,95)	^e 0,474
	<i>Ort±Ss</i>	-2,87±3,11	-3,51±2,25	
Preop – Postop	Fark	-1,38±3,34	-2,01±1,80	Z:-0,437
	<i>p</i>	^g 0,003**	^g 0,001**	^e 0,662

^aStudent-t Test

^eMann Whitney U Test

^fPaired Samples Test ***p*<0,01

Gruplara göre olguların preop, 1. saat, 2. saat, 3. saat ve postop BE ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (*p*>0,05). Kontrol grubu olguların preopa göre postop BE ölçümündeki ortalama 1,38±3,34 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (*p*=0,003; *p*<0,01). Çalışma grubu olguların preopa göre postop BE ölçümündeki ortalama 2,01±1,80 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (*p*=0,001; *p*<0,01). Gruplara göre olguların preopa göre postop BE ölçümündeki değişimler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*>0,05). (Tablo 15)

Tablo 16: Gruplara Göre NM (Nöromonitörizasyon) Motor ve Duyu Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

		Grup		Test Değeri
		Kontrol	Çalışma	<i>p</i>
NM Motor	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	124-820 (200)	114-892 (235)	Z:-0,099
Başlangıç	<i>Ort±Ss</i>	306,48±192	326,06±219,34	^e 0,921
Motor Son	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	100-666 (239)	86-744 (262,5)	Z:-0,282
	<i>Ort±Ss</i>	290±148,09	325,94±195,6	^e 0,778
Motor Ortalama	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	115-488,8 (304,7)	114-761 (234,05)	Z:-0,563
	<i>Ort±Ss</i>	290,82±120,58	291,87±181,06	^e 0,573
Motor Değişim	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	-42,85-128,15 (2,39)	-67,73-99,59 (-10,04)	Z:-0,592
Yüzdesi	<i>Ort±Ss</i>	11,39±48,83	2,01±44,69	^e 0,554
NM Duyu	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	38-58 (42)	36-60 (40,5)	Z:-1,638
Başlangıç	<i>Ort±Ss</i>	44,48±5,71	42,39±6,07	^e 0,101
Duyu Son	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	40-59 (41)	38-50 (40,5)	Z:-1,245
	<i>Ort±Ss</i>	43,43±4,75	41,61±2,83	^e 0,213
Duyu Ortalama	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	40,5-57,3 (41,7)	36,7-47 (41,05)	Z:-1,569
	<i>Ort±Ss</i>	43,58±4,23	41,84±2,3	^e 0,117
Duyu Değişim	<i>Min-Maks (Medyan)</i>	-11,2-9,21 (-1,21)	-21,67-12,78 (1,97)	Z:-1,058
Yüzdesi	<i>Ort±Ss</i>	-1,53±5,79	-0,24±8,47	^e 0,290

^eMann Whitney U Test

Gruplara göre olguların başlangıç NM motor, son motor, ortalama motor ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Gruplara göre olguların motor ölçümlerindeki değişim yüzdeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Gruplara göre olguların başlangıç NM duyu, son duyu, ortalama duyu ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Gruplara göre olguların duyu ölçümlerindeki değişim yüzdeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). (Tablo 16)

Tablo 17: Motor ve Duyu Ölçümlerinin Değişim Yüzdelerinin Dağılımı

		Toplam	Kontrol	Çalışma
		n (%)	n (%)	n (%)
Motor Değişim	≥%10 azalma	17 (43,6)	8 (38,1)	9 (50,0)
Yüzdesi	≥%30 azalma	8 (20,5)	4 (19,0)	4 (22,2)
	≥%50 azalma	1 (2,6)	0 (0,0)	1 (5,6)
Duyu Değişim Yüzdesi	≥%10 uzama	2 (5,1)	0 (0,0)	2 (11,1)

Kontrol grubu olguların %38,1'inde (n=8) motor değişim yüzdesinin %10'dan fazla azaldığı, çalışma grubu olguların ise %50'sinde (n=9) %10'dan fazla azaldığı gözlenmiştir. Aynı şekilde kontrol grubu olguların %19'unda (n=4) motor değişim yüzdesinin %30'dan fazla azaldığı, çalışma grubu olguların ise %22,2'sinde (n=4) %30'dan fazla azaldığı gözlenmiştir. Kontrol grubu olgularda motor değişim yüzdesinin %50'den fazla azaldığı gözlenmezken, çalışma grubu olguların %5,6'sında (n=1) %50'den fazla azaldığı gözlenmiştir. Kontrol grubu olgularda duyu değişim yüzdesinin %10'dan fazla uzadığı gözlenmezken, çalışma grubu olguların ise %11,1'inde (n=2) %10'dan fazla uzadığı gözlenmiştir. (Tablo 17)

Tablo 18: Lineer regresyon analizi

				B için %95 CI	
	Beta	R	Significance	Lower	Upper
Kanama	0,0001	0,422	0,009*	0,0001	0,001
Operasyon Süresi	0,003	0,387	0,015*	0,001	0,005
Hastane Yatış Süresi	0,027	0,325	0,044*	0,001	0,054
Ekstübasyon Süresi	0,019	0,412	0,011*	0,005	0,033
Ortalama özofageal ateş	-1,143	0,886	0,001*	-1,342	-0,944
Ortalama aksiller ateş	-0,521	0,536	0,001*	-0,803	-0,240
Ortalama timpanik ateş	-1,144	0,899	0,001*	-1,335	-0,953

P<0,05 istatistiki olarak anlamlı kabul edilmiştir. CI=Güven Aralığı Significance=Anlamlılık*

Tablo 18'de lineer regresyon modelinin katsayıları ve anlamlılık değeri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Vücut sıcaklığı azaldıkça intraoperative kanama miktarı, operasyon süresi, hastanede yatış süresi ve ekstübasyon süreleri korelasyon göstererek artmıştır. Bu bulgularımızı grupların ortalama ateşler ile gösterdiği negatif yönlü ilişki ile desteklenmektedir.

VII. TARTIŞMA

İdiyopatik adolesan skolyoz deformite düzeltme cerrahisi ile posterior enstrümantasyon uygulanacak hastaları çoklu aktif ısıtma yöntemleriyle ısıtılanlar ve standart tek havalı ısıtıcı ile ısıtılanlar olarak ikiye ayırdıktan sonra toplanan veriler değerlendirildi ve her iki grubun yaş, cinsiyet, kilo, beden kitle indeksi, ASA skoru, ek hastalık varlığı gibi demografik özelliklerinde fark saptanmadı. Bu çalışmada ek hastalık ve ASA skor artışı astım, sigara içiciliği ve obezite nedeni olmuştur. Her iki grup arasında enstrümantasyon uygulanan segment sayısı, çalışılan cerrahi bölge arasında farklılık bulunmadı. Çalışma grubunda cerrahi sürenin kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde kısa olduğu saptandı. ($p=0,025$; $p<0,05$). İntraoperatif total kanama miktarı 100-3000ml arasında değişen hastalarda çalışma grubunda intraoperatif total kanama miktarı, kontrol grubu olgularına göre anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p=0,027$; $p<0,05$). Çalışma grubunda anestezi sonlandırma ile ekstübasyon arası geçen süre, kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük saptandı ($p=0,014$; $p<0,05$). Her iki grup arasındaki hastaların hastane kalış süresi çalışma grubunda daha az olmak üzere anlamlı ölçüde düşük saptandı ($p=0,002$, $p<0,01$). Yoğun bakım kalış süresi de istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da dikkat çekici düzeyde düşük saptandı ($p=0,052$; $p>0,05$). Gruplar arası postoperatif enfeksiyon veya komplikasyon gelişimi arasında fark saptanmadı. Preoperatif ve postoperatif 48. saatte alınan laboratuvar değerlerinde genel olarak hemoglobin, hematokrit, platelet değerlerinde düşme, INR’de yükselme gözlemlense de gruplar arası anlamlı fark bulunamadı. İntraoperatif ve postoperatif kullanılan eritrosit süspansiyonu, taze donmuş plazma gibi kan ürünleri, kristalloid ve kolloid miktarında, idrar çıkışında gruplar arası anlamlı farklılık bulunmadı. Postoperatif 48. saat dren takibi çalışma grubunda anlamlı düzeyde düşük saptandı ki hastanın mobilizasyon ve hastaneden erken taburculuğunda etkili bir parametre olduğu düşünülmektedir. Gruplar arası intraoperatif ortalama arter basıncı, nabız takibi değerlerinde fark olmamakla birlikte çalışma grubunda timpanik, özofageal, aksiller sıcaklıkların ortalaması çalışma grubunda 3 yöntemle de $p=0,001$; $p<0,01$ olmak üzere anlamlı ölçüde yüksek bulundu, çoklu aktif ısıtma yöntemi kullanmanın etkinliğini gösteren bir bulgu olduğu düşünülmektedir. Her iki grupta ilk ve ameliyat sonu alınan kan gazı değerlerinde pH, Hgb, BE, Lac değerlerinde anlamlı farklılık gözlemlense de gruplar arası fark bulunmadı. Her iki grupta bakılan SSEP’te %10 latens uzaması, MEP’te %10, %30, %50 amplitüd değişimi varlığında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadı. Bu çalışmada elde edilen verilerin gruplar arasındaki korelasyonu regresyon analizi ile değerlendirildi. Oluşan regresyon modelinden 3’ü gruplar arası ortalama özofageal ($B=-1,143$ $p=0,001$), aksiller ($B=-0,521$, $p=0,001$), timpanik sıcaklık ($B=-1,144$, $p=0,001$) ölçümlerinin

istatistiksel farklılığı gruplar arası lineer regresyon analizi ile de anlamlı bulunmuştur. Diğer parametreler ise gruplar arasındaki kanama miktarı ($B=0,0001$, $p=0,009$), operasyon süresi ($B=0,003$, $p=0,015$), hastanede yatış süresi ($B=0,027$, $p=0,044$) ve ekstübasyon sürelerindeki ($B=0,019$, $p=0,011$) gruplar arası farklılık lineer regresyon analizi ile incelenip anlamlı bulunmuştur.

Anesteziye bağlı hipotermi platelet fonksiyonlarını ve koagülasyon kaskadındaki enzimleri bozduğu bilinmektedir (37). Perioperatif normotermiyi sürdürmenin ve intraoperatif ısı kaybını önlemenin hastalarda enfeksiyon, koagülopati gelişimini, kan transfüzyonu hızını, kardiyovasküler komplikasyonları azaltmasıyla ilişkili olduğu raporlanmaktadır (35). Uzun süren majör operasyonlara giren hastalar hipotermiye ve kan kaybına minör işlemlere göre daha yatkınlardır (38). Perioperatif dönemde normotermiyi sürdürmek multidisipliner, kanıta dayalı yaklaşımlar sunan ERAS protokollerinde de önerilmektedir (34). Ancak hipotermi olumlu nöroptorektif etkileri de bir çalışma alanı olduğundan perioperatif hafif hipotermi ile vaka takibinin uygunluğu açısından ortak bir karara varılamamıştır (35). Daha önceleri intraoperatif hipotermi özellikle kanamaya etkilerine yönelik pek çok çalışma yapılmış olsa da uzun ve kanama riski yüksek olan adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisinde ılımlı hipotermi etkilerini karşılaştıran randomize kontrollü bir çalışma bulunmamaktadır (36,37,125-129).

Öncelikle bu çalışmada çoklu aktif ısıtma yöntemlerini etkin kullanılarak çalışma grubundaki ortalama vücut sıcaklığı değerlerinde normotermi sağlanabildiği görüldü. Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre intraoperatif ortalama özofagus ($36,6 \pm 0,14$; $p=0,001$) ve ortalama timpanik ($36,6 \pm 0,18$; $p=0,001$), ortalama aksiller sıcaklık ($35,7 \pm 0,59$; $p=0,001$) değerleri kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde yüksek bulundu. Smith ve arkadaşları majör cerrahilerde bir grubu konvektif ısıtarak, çalışma grubunu hem konvektif hem de damar içi sıvı ısıtıcı ile ısıtarak hastalarda perioperatif hipotermi ($<36^{\circ}\text{C}$) gelişimine bakmışlardır ve çoklu ısıtma sistemleri ile ısıtılan grupta hastalar ameliyathaneden daha az hipotermik çıkmışlardır, ancak ortalama sıcaklık değerleri her iki grupta da 36°C 'nin üzerinde bulunmuştur ve gruplar arası farklılık az olarak değerlendirilmiştir (125). Bir başka çalışmada ortopedik cerrahilerde hastaları birden çok basınçlı havalı ısıtıcı, damar içi sıvı ısıtıcı gibi çoklu ısıtma yöntemi kullanarak agresif ısıttıkları hasta grubunda konvansiyonel ısıtılan hasta grubuna göre ortalama merkez sıcaklık değerleri sırasıyla $36,5^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ ve $36,1^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, $p<0,001$ bulunmuştur, ancak çalışmalarında bizden farklı olarak her iki grup da normotermik kalmış ve merkez vücut sıcaklığı timpanik membran ve mesaneden ölçülmüştür (126).

Bu çalışmada, çalışma grubunda intraoperatif kan kaybı 617 ± 285 ml, kontrol grubunda 1120 ± 728 ml olmak üzere $p=0,0027$ hesaplanarak hipotermimin kanama miktarını arttırdığı gösterilmiştir. Yi ve arkadaşları da 2018 yılında toplamda 62 hastada yaptıkları prospektif randomize kontrollü çalışmada aktif ısıtarak normotermimin korunduğu grupta, pasif yalıtım sistemleri kullanarak hafif hipotermi gözlemlenen gruba göre intraoperatif kan kaybının daha az olduğunu (Aktif ısıtma 464 ± 324 ml, pasif yalıtım 628 ± 423 ml, $p = 0,0207$) tespit etmişlerdir (127). Rajagopalan ve arkadaşlarının normotermik $>36^{\circ}\text{C}$ ve hafif-ılımlı hipotermik $34-36^{\circ}\text{C}$ olarak ikiye ayrılan çalışmaları inceleyip kanama miktarı ve transfüzyon ihtiyacını araştırdıkları meta-analizde intraoperatif $<1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık düşüşünde bile (hafif hipotermi) kan kaybının 16% ($4\% -26\%$) arttığı gösterilmiştir (37). Schimd ve arkadaşları total kalça artroplastisi olacak 60 hastayı normotermik ($>36^{\circ}\text{C}$) ve hafif hipotermik ($35-36^{\circ}\text{C}$) olarak ayırarak hastalarda operasyon süresince ve postoperatif 1. günün sabahına kadar kan kaybını hesaplamışlar ve kanama miktarını normotermik grupta daha az (hipotermik $1,7 \pm 0,3$ L, normotermik $2,2 \pm 0,5$ L, $p<0,001$) olarak saptamışlardır (36). Winkler ve arkadaşları kalça artroplastisi olan 150 hastayı agresif ısıtılan (timpanik ısı hedefi $36,5^{\circ}\text{C}$) ve konvansiyonel ısıtılan (hedef 36°C) hastalar olarak ayırmış, intraoperatif ped, gaz ve aspiratördeki, postoperatif de drenlerdeki kanama miktarını karşılaştırdıklarında agresif ısıtılan grupta (ortalama 488mL , $p=002$) ve konvansiyonel grupta (ortalama 618mL) intraoperatif kan kaybı farkı bulmuşlardır; ancak postoperatif kanama miktarında gruplar arası fark bulmamışlardır, ayrıca grup ayrımlarında hipotermik bir grup bulmamakta aslında sadece $0,5^{\circ}\text{C}$ ortalama farkla takip ettikleri normotermik hasta gruplarını incelemişlerdir (126). Schur ve arkadaşları, pediatrik posterior spinal füzyon cerrahisi uygulanan hastaları retrospektif olarak incelediklerinde hipotermiyi $<35^{\circ}\text{C}$ kabul ederek hastaları hipotermi gelişen ve gelişmeyen olarak ayırarak, gruplar arasında perioperatif kanama miktarına baktıklarında anlamlı farklılık bulamamışlardır, ancak tanımlanan hasta gruplarına sekonder nedene bağlı skolyozları da dahil etmişlerdir (128). Johansson ve arkadaşları da kalça protezi olacak 50 hastayı aktif havalı ısıtıcı kullanılan ve kullanılmayan hastalar olarak randomize etmişler ve gruplar arası total kanama miktarında fark bulamamışlardır, ancak yaptıkları çalışmada operasyonlar spinal anestezi ile uygulanmış ve kayıp hemoglobin formülüyle kanama miktarını hesaplamışlardır (129). Hipotermik hastaların kanama risklerini inceleyen bir derlemede sonuç olarak hipotermimin bilinen olumsuz başka etkileri de olduğu için hastaları ısıtmak gerektiği önerilse de hipotermimin $>33^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar kanama riskini arttırmadığı belirtilmiştir, ancak çalışmalarına intraoperatif hipotermi dışında travma ve indüklenen terapötik hipotermi hastalarını da dahil etmişlerdir (38).

Restriktif transfüzyon stratejisi uygulanan bu çalışmada intraoperatif allojenik kan transfüzyonu miktarı ve transfüzyon uygulanan hasta sayısı kontrol grubunda daha fazla olmakla birlikte gruplar arası anlamlı farklılık saptanmamıştır (Gruplar arası ES için $p=0,405$, TDP için $p=0,673$). Başka bir çalışmada pediatrik posterior skolyoz cerrahisinde retrospektif, 15 dakikada bir özofagus sıcaklık ölçümüne göre hipotermik olan ve olmayan olarak ayırdıkları hasta gruplarında kullanılan paketlenmiş eritrosit süspansiyonu miktarında gruplar arası anlamlı farklılık bulunamamıştır, ancak çalışmada hipotermi sınırı $<35^{\circ}\text{C}$ olarak kabul edilmiştir (128). Önceki çalışmalardan birinde majör cerrahilerde aktif ısıtılan normotermik grup ile pasif yalıtım uygulanan hafif hipotermik grupta perioperatif total kan transfüzyonu miktarını (normotermik 137 ± 294 ml, hipotermik $223 + 351$ ml) benzer bulmuşlardır (127). Pan ve arkadaşlarının retrospektif olarak genel anestezi uygulanan kalça ve diz artroplastilerinde özofagustan 5 dakikada bir yaptıkları ölçümlerin kaydedildiği 616 hastalı çalışmada regresyon analizleri ile de kontrol ettirerek intraoperatif hipotermi ($<36^{\circ}\text{C}$ kabul edilmiştir) gelişen hastalarda ($p < 0,001$) gelişmeyenlere göre transfüzyon miktarının arttığını tespit etmişlerdir (130). Normotermi ve hafif-ılımlı hipotermik hastaların araştırıldığı bir metanalizde normotermiye göre hafif hipotermisinin bile kan transfüzyon ihtiyacını 22% (3%-37%) oranında arttırdığı gösterilmiştir (37). Hipotermi ve normotermik hastaların allojenik kan transfüzyon miktarının karşılaştırıldığı bir çalışmada hipotermik grupta miktar olarak daha fazla kan transfüzyonu uygulandığı ($p < 0,05$) saptanmıştır, ancak çalışmalarında bu çalışmada kullanılmayan akut normovolemik hemodilüsyon ve cell saver yöntemlerini kullanmışlardır (36). Çalışmalarda adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisine göre cerrahi süre ve insizyon büyüklükleri değişebileceğinden farklı sonuçlar bulunmuş olabilir (36,37,130). Bu çalışmada kan ve kan ürünü transfüzyon miktarında fark bulunmamasının nedeni örnek sayısının azlığı da olabilir.

Bu çalışmada hastalarda preoperatif ve postoperatif 48. saatteki Hgb, Hct, Plt değerlerinde anlamlı düşüş, INR değerlerinde anlamlı yükseliş olmakla birlikte gruplararası anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Yine bu çalışmada intraoperatif ilk kan gazı ile postoperatif ilk kan gazı arasındaki pH, Hgb, BE, Lac değerlerinde grup içi farklılıklar gözlemlense de, gruplar arası anlamlı farklılık bulunmamıştır. Skolyoz hastalarında retrospektif yapılan bir çalışmada da hipotermik ve normotermik olarak ayrılan hasta gruplarının ilk postoperatif Htc değerlerinde farklılık bulunmamıştır, ancak bu çalışmada farklı cerrahi ekiplerle çalışıldığından transfüzyon protokollerinde farklılıklar olabildiği bildirilmiştir (128). Kanama açısından riskli ve uzun süren bir cerrahide grupları randomize edip ısıtılmış irrigasyon sıvısı kullanmanın etkilerine baktıkları bir çalışmada preoperatif ve postoperatif Hgb ve Lac değerlerine bakmışlar

ve gruplararası anlamlı farklılık bulamamışlardır, ancak çalışmada normotermimin korunmasını temel olarak hedeflemediklerinden rastlantısal hipotermi her iki grupta da gözlemlenmiştir (131). Kalça ve açık toraks operasyonlarındaki preoperatif postoperatif hemogloblin düşüşüne baktıkları bir çalışmada perioperatif normotermik takip edilen hasta grubunda, hafif hipotermik gruba göre daha az düşüş olduğu (aktif ısıtma $2,1 \pm 0,99$ g/dL, pasif yalıtım $2,86 \pm 1,75$ g/dL, $p = 0,0452$) tespit edilmiştir (127). Aynı çalışmada normotermik grupla, hafif hipotermik grup arasındaki preoperatif postoperatif platelet sayımı, protrombin zamanı ve INR'yi karşılaştırıp gruplar arasında belirgin fark gözlemlenmemişlerdir (127).

Bu çalışmada normotermik çalışma grubunda (ortalama $5,00 \pm 3,01$) hastane kalış süresi minimum 3 gün olmakla birlikte kontrol grubuna (ortalama $8,86 \pm 7,32$) göre anlamlı olarak kısa bulunmuştur ($p=0,002$). Bu sonucun çalışma grubundaki postop 48. saatteki drenlerden gelen miktarın anlamlı düzeyde az olması nedeni drenlerin çekilmesiye ve mobilizasyonla bağlantılı olduğu düşünülmektedir ($p=0,014$). Çalışma grubunda yoğun bakım kalış süresinde görülen kısalma istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Postoperatif enfeksiyon gelişimi olarak yara yeri enfeksiyonu ve pnömoniler gözlemlenmiş, komplikasyon gelişimi olarak postoperatif 48. saatten sonra devam eden elektrolit imbalansı, akciğer ekspansiyon kusurları gözlemlenmiş, ancak gruplararası anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Yakın dönemde yapılan bir çalışmada intraoperatif normotermik ve hafif hipotermik takip edilen hasta grubunda toplam yoğun bakım ve hastane kalış süresinde, komplikasyon gelişiminde fark saptanmamıştır, ancak yaptıkları çalışmaya farklı cerrahi türlerini dahil etmişlerdir (127). Guest ve arkadaşlarının vertebra cerrahilerinde özofagustan yapılan ölçümleri değerlendirerek yaptıkları retrospektif kohort analizinde yara yeri enfeksiyonunun riskinin uzun süre ılımlı hipotermik kalan vakalarda arttığı, kısa süreli ılımlı hipotermi gelişmesiyle bir bağlantısı olmadığını tespit etmişlerdir, ancak ılımlı hipotermi için $32,5-35,5^{\circ}\text{C}$ aralığını kabul etmişlerdir (132). Bu ve arkadaşlarının yaptığı bir meta-analizde perioperatif hipotermi ile yara yeri enfeksiyonu gelişimi arasındaki bağlantıyı araştıran çalışmalar değerlendirilerek aralarında bir ilişki bulunmadığı saptanmıştır, ancak inceledikleri çalışmaların genelde kohort çalışması olduğunu, daha çok randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir (133).

Aynı cerrah tarafından deformite düzeltme cerrahisi yapılan bu çalışmada posterior enstrümantasyon uygulanan segment sayısında gruplar arası bir farklılık gözlenmemekle birlikte, çalışma grubunun dakika cinsinden cerrahi süreleri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde kısalmıştır ($p=0,025$). Başka bir çalışmada hafif hipotermi ile takip edilen gruplarda, normotermik gruba göre açık toraks ve kalça operasyonlarında cerrahi sürenin yaklaşık 1 saat daha uzun olduğunu saptamışlardır (127). Tedesco ve arkadaşlarının vertebra cerrahilerinde

retrospektif yaptıkları çalışmada intraoperatif sıcaklık değerlerinin aralığıyla total kanama miktarı arasında regresyon analizi uygulayarak bir ilişki bulamamış, ancak kanama miktarıyla cerrahi tipin ($p<0,001$) ve operasyon süresinin uzunluğu ($p<0,001$) arasında anlamlı bir farklılık bulmuştur (134). Kalça protezi operasyonu esnasında hastaları aktif ısıtma ile ısıtılan, ısıtılmayan olarak ayırdıkları ve kanama miktarlarına baktıkları çalışmada kanama ile operasyon süresi arasında bir ilişki saptayamamışlardır ancak çalışmadaki hasta sayısı düşüktür (129). Pediyatrik skolyoz cerrahisinde retrospektif olarak vücut sıcaklığının transfüzyona etkisine bakılan bir çalışmada, bu çalışmada bulunanın aksine, normotermik grupta hipotermik gruba göre cerrahi sürenin daha uzun olduğu bulunmuştur, ki incelediği 510 hasta sayısı ile pediyatrik skolyoz cerrahisinde yapılan en fazla örnekli çalışmalardan biridir, bu da cerrahi süreyi etkileyen hipotermi dışında başka faktörlerin de olduğunu düşündürmektedir (128).

Bu çalışmada anestezi sonlaması ile ekstübasyon arası geçen süre çalışma grubunda kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde kısa bulundu ($p=0,014$). Kanaya ve arkadaşları 2017 yılında retrospektif olarak 148 hastada yaptıkları çalışmada cerrahi sonlanması ile ekstübasyon arasında geçen süreyi (ekstübasyon süresi) hastaların demografik ve intraoperatif monitörizasyon değerleriyle kıyaslamışlar ve regresyon analizleriyle de hesaplayarak ortalama vücut sıcaklığının düşük olmasının ekstübasyon süresini uzatan ($p<0,01$) bağımsız bir faktör olarak bulmuşlardır, ancak çalışmalarında 2 saatten az süren vakalar üzerinde çalışmışlar ve operasyonda hiçbir hastanın ortalama vücut sıcaklığı $<36^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmemiştir (135). Tekgul ve arkadaşlarının perkütan nefrolitotomi uygulanacak 60 hastada yaptığı randomize kontrollü çift kör çalışmada çalışma grubunda irrigasyon sıvıları ısıtılmış, kontrol grubunda oda sıcaklığında kullanılmış ve hastaların ekstübasyon sürelerinde çalışma grubunda, kontrol grubuna göre anlamlı kısalma (çalışma $4.4 \pm 2.2\text{dk}$, kontrol $5.9 \pm 3\text{dk}$, $p=0,032$) saptanmıştır, ancak intraoperatif hipotermi çalışma grubunda daha az da olsa her iki grupta da gözlemlenmiştir (131). Pezawas ve arkadaşlarının 40 hastada yaptığı prospektif çalışmada, çalışma grubuna normotermik, kontrol grubuna hipotermik kardiyopulmoner baypas uygulamışlar ve postoperatif yoğun bakımda ekstübasyon sürelerine bakmışlardır, normotermik grupta postoperatif merkez sıcaklığı daha yüksek ve periferik vazodilatasyon gelişme süresi daha kısa bulunmuştur, ancak sonuç olarak ekstübasyon süresinin periferik vazokonstriksiyondan vazodilatasyona geçişle bağlantılı olduğu, intraoperatif vücut sıcaklığı yönetiminden bağımsız olduğu şeklinde değerlendirilmiştir (136).

Bu çalışmada nöromonitörizasyon değerlerinde gruplar arası anlamlı farklılık bulunmamıştır. Daha önceleri hipotermi ile SEPP latens veya MEP amplitüd değerlerindeki anlamlı değişikliklerin genelde vücut sıcaklığının en az $32-34^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşürüldüğü

terapötik hipotermi ile ilgili çalışmalardan olduğu raporlanmıştır (29-33,63). Vücut sıcaklığının 28°C'ye kadar bölgesel olarak düşürüldüğü bir domuz çalışmasında MEP amplitüdünde nöroprotektif etkiden dolayı 30°C'ye kadar artış gözlemlenmekle birlikte MEP iskemiye saptamada gecikmemiştir (32). Terapötik hipotermi asfiksik neonatallerde çalışılmış ve SSEP değerlerinde uzama görülmekle birlikte, hipoterminin SSEP güvenilirliğini azaltmadığı gözlemlenmiştir (33). Bu çalışmada hastada merkez vücut sıcaklığı değerlerinde ağır hipotermiye (<34°C) düşüş gözlemlenirse takip sonlandırıldığından eldeki verilerle MEP, SSEP farklılıkları anlamlı çıkmamış olabilir.

Çalışmanın birtakım kısıtlamaları mevcuttur. Öncelikle kanama açısından yüksek riskli ve uzun süren bir cerrahi olmasına rağmen örnek sayısı diğer majör cerrahilerde yapılan çalışmalara göre azdır, ancak idiyopatik adolesan skolyoz cerrahisi toplumda çok sık yapılan bir ameliyat olmadığından prospektif randomize kontrollü bir çalışmada görece az hasta ile çalışılacağını hesaba katmak gerekir. İkincisi sıcaklık değerlerine 30 dakika yerine daha sık bakılması daha farklı sonuçlara neden olabilir. Üçüncüsü ülkemizde her hastanenin farklı imkân ve anestezi protokolleri olabileceğinden, aynı cerrah ile çalışmanın sonuçlarını görmek amaçlandığından çalışma tek merkezli bir çalışmadır. Dördüncüsü çalışma grubunda kullanılan ısıtma aparatları ameliyat odasındaki anesteziist, cerrah, hemşire, personel tarafından görülebilir halde olduğundan çift kör bir çalışma olamamıştır.

VIII. SONUÇ

Bu çalışmada idiyopatik adolesan skolyoz cerrahisinde intraoperatif dönemde çoklu aktif ısıtma yöntemleri kullanılarak normoterminin korunduğu ve tekli basınçlı hava üflemleri ile takip edilip hafif-ılımlı hipotermiye izin verilen hasta grupları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda çoklu ısıtılan grup ile normoterminin korunduğu, kontrol grubuna göre sıcaklık derecelerinde anlamlı farklılık gösterdiği saptanmış ve regresyon analizi ile de doğrulanmıştır. Örnek sayısı görece az olsa da normoterminin sağlanmasının kan kaybını azalttığı, cerrahi süreyi kısalttığı, ekstübasyon süresini kısalttığı, postop 48. saatte drenlerden gelen miktarı azalttığı ve hastane kalış süresini kısalttığı bulunmuş ve bulgu regresyon analizi ile doğrulanmıştır. İntraoperatif normoterminin allojenik kan transfüzyon miktarıyla, preoperatif ve postoperatif hemogram, koagülasyon, arter kan gazı değerleriyle, enfeksiyon, komplikasyon gelişimiyle ve nöromonitörizasyon kayıtlarıyla ilişkisi bulunamamıştır.

IX. KAYNAKLAR

1. Ruggiero CS, Severini A, Pasqualini DD, Reviriego J, Medicina C De, Villa AA, et al. Consenso de escoliosis idiopática del adolescente. Arch Argent Pediatr. 2016;114(6):585–94.
2. Cheng JC, Castelein RM, Chu WC, Danielsson AJ, Dobbs MB, Grivas TB, et al. Adolescent idiopathic scoliosis. Nat Rev Dis Primers. 2015;1:15030.
3. Weinstein SL. The Natural History of Adolescent Idiopathic Scoliosis. J Pediatr Orthop. 2019;39(6):S44-S46.
4. Gürkan Y, Eroğlu A, Kelsaka E, Kürşad H, Yılmazlar A. Anaesthesia for Scoliosis Surgery. Turk J Anaesth Reanim. 2013;41:88-97.
5. Ruetzler K, Kurz A. Consequences of Perioperative Hypothermia. Handb Clin Neurol. 2018;157:687-97.
6. Giuliano KK, Hendricks J. Inadvertent Perioperative Hypothermia: Current Nursing Knowledge. AORN J. 2017;105(5):453-63.
7. Nieh HC, Su SF. Meta-analysis: Effectiveness of Forced-Air Warming for Prevention of Perioperative Hypothermia in Surgical Patients. J Adv Nurs. 2016;72(10):2294-314.
8. Sessler DI. Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation. Anesthesiology. 2008;109(2):318-38.
9. Sund-Levander M, Grodzinsky E. Assessment of Body Temperature Measurement Options. Br J Nurs. 2013;22(16):942, 944-50.
10. Bindu B, Bindra A, Rath G. Temperature Management Under General Anesthesia: Compulsion or Option. J Anaesthesiol Clin Pharmacol. 2017;33(3):306-16.
11. Li C, Yang M, Wang C, Wang C, Fan J, Chen Z, et al. Preoperative Factors Predicting Intraoperative Blood Loss in Female Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis. Medicine (Baltimore). 2015;94(1):e359.

12. Borden TC, Bellaire LL, Fletcher ND. Improving Perioperative Care for Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients: The Impact of a Multidisciplinary Care Approach. *J Multidiscip Healthc*. 2016;9:435-45.
13. Grant JA, Howard J, Luntley J, Harder J, Aleissa S, Parsons D. Perioperative Blood Transfusion Requirements in Pediatric Scoliosis Surgery: The Efficacy of Tranexamic Acid. *J Pediatr Orthop*. 2009;29(3):300-4.
14. Koraki E, Stachtari C, Stergiouda Z, Stamatopoulou M, Gkiouliava A, Sifaki F, et al. Blood and Fluid Management During Scoliosis Surgery: A Single-Center Retrospective Analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30(5):809-14.
15. Bible JE, Mirza M, Knaub MA. Blood-loss Management in Spine Surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018;26(2):35-44.
16. Mueller MM, Remoortel HV, Meybohm P, Aranko K, Aubron C, Burger R, et al. Patient Blood Management: Recommendations From the 2018 Frankfurt Consensus Conference. 2019;321(10):983-97.
17. Dupuis C, Michelet D, Hilly J, Diallo T, Vidal C, Delivet H, et al. Predictive Factors for Homologous Transfusion During Paediatric Scoliosis Surgery. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2015;34(6):327-32.
18. Oetgen ME, Litrenta J. Perioperative Blood Management in Pediatric Spine Surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017;25(7):480-8.
19. American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Blood Management. Practice Guidelines for Perioperative Blood Management: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Blood Management. *Anesthesiology*. 2015;122(2):241-75.
20. GUIDELINES FOR TRANSFUSION OF PEDIATRIC PATIENTS, 2016. <https://www.wadsworth.org/>. Erişim tarihi: 15.06.2020
21. Maw G, Furyk C. Pediatric Massive Transfusion: A Systematic Review. *Pediatr Emerg Care*. 2018;34(8):594-8.

22. Delaney M, Wendel S, Bercovitz RS, Cid J, Cohn C, Dunbar NM, et al. Transfusion Reactions: Prevention, Diagnosis, and Treatment. *Lancet*. 2016;388(10061):2825-36.
23. Sihler KC, Napolitano LM. Complications of Massive Transfusion. *Chest*. 2010;137(1):209-20.
24. Heming N, Moine P, Coscas R, Annane D. Perioperative fluid management for major elective surgery. *Br J Surg*. 2020;107(2):e56-e62.
25. de Haan P, Kalkman CJ. Spinal Cord Monitoring: Somatosensory- And Motor-Evoked Potentials. *Anesthesiol Clin North Am*. 2001;19(4):923-45.
26. Strike SA, Hassanzadeh H, Jain A, Kebaish KM, Njoku DB, Becker D, et al. Intraoperative Neuromonitoring in Pediatric and Adult Spine Deformity Surgery. *Clin Spine Surg*. 2017;30(9):E1174-E1181.
27. Ferguson J, Hwang SW, Tatarzyn Z, Samdani AF. Neuromonitoring Changes in Pediatric Spinal Deformity Surgery: A Single-Institution Experience. *J Neurosurg Pediatr*. 2014;13(3):247-54.
28. Nuwer MR, Schrader LM. Spinal cord monitoring. *Handb Clin Neurol*. 2019;160:329-44.
29. Madhok J, Wu D, Xiong W, Geocadin RG, Jia X. Hypothermia Amplifies Somatosensory-Evoked Potentials in Uninjured Rats. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2012;24(3):197-202.
30. Markand ON, Warren C, Mallik GS, Williams CJ. Temperature-dependent hysteresis in somatosensory and auditory evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1990;77(6):425-35.
31. Jou IM. Effects of core body temperature on changes in spinal somatosensory-evoked potential in acute spinal cord compression injury: an experimental study in the rat. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(15):1878-85.
32. Meylaerts SA, De Haan P, Kalkman CJ, Lips J, De Mol BA, Jacobs MJ. The influence of regional spinal cord hypothermia on transcranial myogenic motor-evoked potential

- monitoring and the efficacy of spinal cord ischemia detection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;118(6):1038-45.
33. Nevalainen P, Lauronen L, Metsäranta M, Lönnqvist T, Ahtola E, Vanhatalo S. Neonatal somatosensory evoked potentials persist during hypothermia. *Acta Paediatr.* 2017;106(6):912-7.
 34. Elsarrag M, Soldozy S, Patel P, Norat P, Sokolowski JD, Park MS, et al. Enhanced Recovery After Spine Surgery: A Systematic Review. *Neurosurg Focus.* 2019;46(4):E3.
 35. Kaye AD, Urman RD, Cornett EM, Hart BM, Chami A, Gayle JA, et al. Enhanced recovery pathways in orthopedic surgery. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2019;35(1):35-9.
 36. Schmied H, Kurz A, Sessler DI, Kozek S, Reiter A. Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *Lancet.* 1996;347(8997):289-92.
 37. Rajagopalan S, Mascha E, Na J, Sessler DI. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology.* 2008;108(1):71-7.
 38. Kander T, Schött U. Effect of hypothermia on haemostasis and bleeding risk: a narrative review. *J Int Med Res.* 2019;47(8):3559-68.
 39. Jada A, Mackel CE, Hwang SW, Samdani AF, Stephen JH, Bennett JT, et al. Evaluation and management of adolescent idiopathic scoliosis: a review. *Neurosurg Focus.* 2017;43(4):E2.
 40. Moen KY, Nachemson AL. Treatment of scoliosis. An historical perspective. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24(24):2570-5.
 41. Vasiliadis ES, Grivas TB, Kaspiris A. Historical overview of spinal deformities in ancient Greece. *Scoliosis.* 2009;4:6.
 42. El-Hawary R, Chukwunyeremwa C. Update on evaluation and treatment of scoliosis. *Pediatr Clin North Am.* 2014;61(6):1223-41.

43. Welborn MC, D'Astous J, Bratton S, Heflin J. Infantile Idiopathic Scoliosis: Factors Affecting EDF Casting Success. *Spine Deform.* 2018;6(5):614-20.
44. Harshavardhana NS, Lonstein JE. Results of Bracing for Juvenile Idiopathic Scoliosis. *Spine Deform.* 2018;6(3):201-6.
45. Williams BA, Matsumoto H, McCalla DJ, Akbarnia BA, Blakemore LC, Betz RR, et al. Development and initial validation of the Classification of Early-Onset Scoliosis (C-EOS). *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(16):1359-67.
46. Yagci G, Ayhan C, Yakut Y. Effectiveness of basic body awareness therapy in adolescents with idiopathic scoliosis: A randomized controlled study1. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2018;31(4):693-701.
47. Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, Barry MJ, Davidson KW, Doubeni CA, et al. Screening for Adolescent Idiopathic Scoliosis: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA.* 2018;319(2):165-72.
48. Yaman O, Dalbayrak S. Idiopathic scoliosis. *Turk Neurosurg.* 2014;24(5):646-57.
49. Oğuz E, Ekinçi Ş, Erşen Ö. Ergen idiyatik skolyozda radyolojik değerlendirme ve sınıflama sistemlerinin incelenmesi. *TOTBİD Dergisi* 2013;12(1):73-82.
50. Agabegi SS, Kazemi N, Sturm PF, Mehlman CT. Natural History of Adolescent Idiopathic Scoliosis in Skeletally Mature Patients: A Critical Review. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23(12):714-23.
51. Mendiratta A, Emerson RG. Neurophysiologic intraoperative monitoring of scoliosis surgery. *J Clin Neurophysiol.* 2009;26(2):62-9.
52. Raw DA, Beattie JK, Hunter JM. Anaesthesia for spinal surgery in adults. *Br J Anaesth.* 2003;91(6):886-904.
53. Ölmez D, Babayigit A, Kir M, Alaygut D, Uzuner N, Karaman O, et al. Retrospective evaluation of 113 children with scoliosis. *Tuberk Toraks.* 2009;57(1):56-61.

54. Adams AJ, Cahill PJ, Flynn JM, Sankar WN. Utility of Perioperative Laboratory Tests in Pediatric Patients Undergoing Spinal Fusion for Scoliosis. *Spine Deform.* 2019;7(6):875-82.
55. Reynolds L, Beckmann J, Kurz A. Perioperative complications of hypothermia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2008;22(4):645–57.
56. İSTENMEYEN PERİOPERATİF HİPOTERMİNİN ÖNLENMESİ REHBERİ. TÜRK ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON DERNEĞİ (TARD), 2013. <https://tard.org.tr/assets/kilavuz/yeni.pdf>. Erişim tarihi: 15.06.2020
57. Campbell I. Body temperature and its regulation. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine.* 2011;12(6):240-4.
58. Robertson M, Hill B. Monitoring Temperature. *Br J Nurs.* 2019;28(6):344-7.
59. Sessler DI. Perioperative Thermoregulation and Heat Balance. *Lancet.* 2016;387(10038):2655-64.
60. Kumar S, Wong PF, Melling AC, Leaper DJ. Effects of Perioperative Hypothermia and Warming in Surgical Practice. *Int Wound J.* 2005;2(3):193-204.
61. Witte JLD, Demeyer C, Vandemaele E. Resistive-heating or Forced-Air Warming for the Prevention of Redistribution Hypothermia. *Anesth Analg.* 2010;110(3):829-33.
62. Sund-Levander M, Grodzinsky E. Time for a Change to Assess and Evaluate Body Temperature in Clinical Practice. *Int J Nurs Pract.* 2009;15(4):241-9.
63. Shin J, Kim J, Song K, Kwak Y. Core Temperature Measurement in Therapeutic Hypothermia According to Different Phases: Comparison of Bladder, Rectal, and Tympanic Versus Pulmonary Artery Methods. *Resuscitation.* 2013;84(6):810-7.
64. Drake-Brockman TFE, Hegarty M, Chambers NA, von Ungern-Sternberg BS. Monitoring Temperature in Children Undergoing Anaesthesia: A Comparison of Methods. *Anaesth Intensive Care.* 2014;42(3):315-20.

65. Batista MFS, Costa CO, Vialle EN, Guasque JBRC, Fiorentin JZ, Souza CS. Acute Normovolemic Hemodilution in Spinal Deformity Surgery. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2019;54(5):516-23.
66. Vitale MG, Roye BD, Ruchelsman DE, Roye Jr DP. Preoperative Use of Recombinant Human Erythropoietin in Pediatric Orthopedics: A Decision Model for Long-Term Outcomes. *Spine J*. 2007;7(3):292-300.
67. Popta DV, Stephenson J, Patel D, Verma R. The Pattern of Blood Loss in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine J*. 2014;14(12):2938-45.
68. Liu JM, Fu BQ, Chen WZ, Chen JW, Huang SH, Liu ZL. Cell Salvage Used in Scoliosis Surgery: Is It Really Effective?. *World Neurosurg*. 2017;101:568-76.
69. Bhasin N, Parker RI. Diagnostic Outcome of Preoperative Coagulation Testing in Children. *Pediatr Hematol Oncol*. 2014;31(5):458-66.
70. Bullmann V, Granitzka M. Blood Management in Complex Reconstructive Spine Surgery in ASD Patients : Do Effective Measures to Reduce Bleeding Exist?. *Orthopade*. 2018;47(4):296-300.
71. Franchini M, Marano G, Mengoli C, Pupella S, Vaglio S, Muñoz M, et al. Red Blood Cell Transfusion Policy: A Critical Literature Review. *Blood Transfus*. 2017;15(4):307-17.
72. Carson JL, Guyatt G, Heddle NM, Grossman BJ, Cohn CS, Fung MK, et al. Clinical Practice Guidelines From the AABB: Red Blood Cell Transfusion Thresholds and Storage. *JAMA*. 2016;316(19):2025-35.
73. Miller RD, Ward TA, Shiboski SC, Cohen NH. A Comparison of Three Methods of Hemoglobin Monitoring in Patients Undergoing Spine Surgery. *Anesth Analg*. 2011;112(4):858-63.
74. Nissen SO, Bukhari N, Dragsted C, Gehrchen M, Johansson PI, Dirks J, et al. Blood transfusion in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis - a single center experience of patient blood management in 210 cases. 2017;57:1808–17.

75. Holland LL, Brooks JP. Toward Rational Fresh Frozen Plasma Transfusion: The Effect of Plasma Transfusion on Coagulation Test Results. *Am J Clin Pathol*. 2006;126(1):133-9.
76. Nisanevich V, Felsenstein I, Almogy G, Weissman C, Einav S, Matot I. Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery. *Anesthesiology*. 2005;103(1):25-32.
77. Modell H, Cliff W, Michael J, McFarland J, Wenderoth MP, Wright A. A physiologist's view of homeostasis. *Adv Physiol Educ*. 2015;39(4):259-66.
78. Sümpelmann R, Becke K, Zander R, Witt L. Perioperative fluid management in children: can we sum it all up now?. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2019;32(3):384-91.
79. Wellge BE, Trepte CJ, Zöllner C, Izbicki JR, Bockhorn M. Perioperatives Volumenmanagement. *Springer Nature*. 2020;91:121–7.
80. Simmons JW, Dobyns JB, Paiste J. Enhanced Recovery After Surgery: Intraoperative Fluid Management Strategies. *Surg Clin North Am*. 2018;98(6):1185-200.
81. Manning MW, Dunkman WJ, Miller TE. Perioperative fluid and hemodynamic management within an enhanced recovery pathway. *J Surg Oncol*. 2017;116(5):592-600.
82. Makaryus R, Miller TE, Gan TJ. Current concepts of fluid management in enhanced recovery pathways. *Br J Anaesth*. 2018;120(2):376-83.
83. Jacob M, Chappell D, Rehm M. The 'third space'--fact or fiction?. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2009;23(2):145-57.
84. Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M. A rational approach to perioperative fluid management. *Anesthesiology*. 2008;109(4):723-40.
85. Ripollés J, Espinosa A, Martínez-Hurtado E, Abad-Gurumeta A, Casans-Francés R, Fernández-Pérez C, et al. Intraoperative goal directed hemodynamic therapy in noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Braz J Anesthesiol*. 2016;66(5):513-28.

86. Thiele RH, Raghunathan K, Brudney CS, Lobo DN, Martin D, Senagore A, Cannesson M, et al. American Society for Enhanced Recovery (ASER) and Perioperative Quality Initiative (POQI) joint consensus statement on perioperative fluid management within an enhanced recovery pathway for colorectal surgery. *Perioper Med (Lond)*. 2016;5:24.
87. Biais M, de Courson H, Lanchon R, Pereira B, Bardonneau G, Griton M, et al. Mini-fluid Challenge of 100 ml of Crystalloid Predicts Fluid Responsiveness in the Operating Room. *Anesthesiology*. 2017;127(3):450-6.
88. Friedman S, Zac L, Cattan A, Ovadia D, Lebel DE, Matot I. Hyperchloremia and Diuresis in Children Undergoing Scoliosis Surgery: A Retrospective Cohort Study. *Isr Med Assoc J*. 2019;21(2):94-9.
89. Akinci IO, Tunali U, Kyzy AA, Guresti E, Sencer A, Karasu A, et al. Effects of prone and jackknife positioning on lumbar disc herniation surgery. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2011;23(4):318-22.
90. Kwee MM, Ho YH, Rozen WM. The prone position during surgery and its complications: a systematic review and evidence-based guidelines. *Int Surg*. 2015;100(2):292-303.
91. Leibovitch I, Casson R, Laforest C, Selva D. Ischemic orbital compartment syndrome as a complication of spinal surgery in the prone position. *Ophthalmology*. 2006;113(1):105-8.
92. STANDARDS FOR BASIC ANESTHETIC MONITORING, Committee of Origin: Standards and Practice Parameters, 2015. <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/standards-for-basic-anesthetic-monitoring>. Erişim tarihi. 15.06.2020
93. Statement on Practice Recommendations for Pediatric Anesthesia Committee of Origin: Pediatric Anesthesia, 2016. <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/statement-on-practice-recommendations-for-pediatric-anesthesia>. Erişim tarihi. 15.06.2020
94. Tusman G, Bohm SH, Suarez-Sipmann F. Advanced Uses of Pulse Oximetry for Monitoring Mechanically Ventilated Patients. *Anesth Analg*. 2017;124(1):62-71.
95. Flegal MC, Fox LK, Kuhlman SM. Principles of Anesthesia Monitoring and Electrocardiogram. *J Invest Surg*. 2009;22(4):316-7.

96. Fleisher LA. Real-time Intraoperative Monitoring of Myocardial Ischemia in Noncardiac Surgery. *Anesthesiology*. 2000;92(4):1183-8.
97. Selby ST, Abramo T, Hobart-Porter N. An Update on End-Tidal CO₂ Monitoring. *Pediatr Emerg Care*. 2018;34(12):888-92.
98. Bartels K, Esper SA, Thiele RH. Blood Pressure Monitoring for the Anesthesiologist: A Practical Review. *Anesth Analg*. 2016;122(6):1866-79.
99. Roach JK, Thiele RH. Perioperative Blood Pressure Monitoring. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2019;33(2):127-38.
100. Esper SA, Pinsky MR. Arterial Waveform Analysis. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2014;28(4):363-80.
101. Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. *Natl Inst Heal Care Excell*. 2002;49:1-32.
102. Smith RN, Nolan JP. Central Venous Catheters. *BMJ*. 2013;347:f6570.
103. Malik N, Claus PL, Illman JE, Kligerman SJ, Moynagh MR, Levin DL, et al. Air Embolism: Diagnosis and Management. *Future Cardiol*. 2017;13(4):365-78.
104. Vitale MG, Moore DW, Matsumoto H, Emerson RG, Booker WA, Gomez JA, et al. Risk factors for spinal cord injury during surgery for spinal deformity. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(1):64-71.
105. Lewis SJ, Wong IHY, Strantzas S, Holmes LM, Vreugdenhil I, Bensky H, et al. Responding to Intraoperative Neuromonitoring Changes During Pediatric Coronal Spinal Deformity Surgery. *Global Spine J*. 2019;9(1):15S-21S.
106. Zuccaro M, Zuccaro J, Samdani AF, Pahys JM, Hwang SW. Intraoperative neuromonitoring alerts in a pediatric deformity center. *Neurosurg Focus*. 2017;43(4):E8.
107. Kamerlink JR, Errico T, Xavier S, Patel A, Patel A, Cohen A, et al. Major Intraoperative Neurologic Monitoring Deficits in Consecutive Pediatric and Adult Spinal Deformity Patients at One Institution. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(2):240-5.

108. Macdonald DB, Skinner S, Shils J, Yingling C. Intraoperative Motor Evoked Potential Monitoring - A Position Statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring. *Clin Neurophysiol.* 2013;124(12):2291-316.
109. Schwartz DM, Auerbach JD, Dormans JP, Flynn J, Drummond DS, Bowe JA, et al. Neurophysiological detection of impending spinal cord injury during scoliosis surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(11):2440-9.
110. Tsuda K, Shiiya N, Takahashi D, Ohkura K, Yamashita K, Kando Y, et al. Transesophageal versus transcranial motor evoked potentials to monitor spinal cord ischemia. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;151(2):509-17.
111. Noonan KJ, Walker T, Feinberg JR, Nagel M, Didelot W, Lindseth R. Factors related to false - versus true - positive neuromonitoring changes in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(8):825-30.
112. Liu HY, Xia TJ, Zhu ZZ, Zhao X, Qian Y, Ma ZL, et al. Effect of Neuromuscular Blockade on Transcranial Electric Motor Evoked Potentials During Surgical Correction for Idiopathic Scoliosis Under Total Intravenous Anesthesia. *J Clin Monit Comput.* 2019;33(3):471-9.
113. Wang AC, Than KD, Etame AB, La Marca F, Park P. Impact of anesthesia on transcranial electric motor evoked potential monitoring during spine surgery: a review of the literature. *Neurosurg Focus.* 2009;27(4):E7.
114. Banoub M, Tetzlaff JE, Schubert A. Pharmacologic and Physiologic Influences Affecting Sensory Evoked Potentials: Implications for Perioperative Monitoring. *Anesthesiology.* 2003;99(3):716-37.
115. Stoicea N, Versteeg G, Florescu D, Joseph N, Fiorda-Diaz J, Navarrete V, et al. Ketamine-Based Anesthetic Protocols and Evoked Potential Monitoring: A Risk/Benefit Overview. *Front Neurosci.* 2016;10:37.
116. Scheufler KM, Zentner J. Total intravenous anesthesia for intraoperative monitoring of the motor pathways: an integral view combining clinical and experimental data. *J Neurosurg.* 2002;96(3):571-9.

117. Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced Recovery After Surgery: A Review. *JAMA Surg.* 2017;152(3):292-8.
118. Moffatt-Bruce SD, Hilligoss B, Gonsenhauser I. ERAS: Safety Checklists, Antibiotics, and VTE Prophylaxis. *J Surg Oncol.* 2017;116(5):601-7.
119. Ali ZS, Ma TS, Ozturk AK, Malhotra NR, Schuster JM, Marcotte PJ, et al. Pre-optimization of Spinal Surgery Patients: Development of a Neurosurgical Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Protocol. *Clin Neurol Neurosurg.* 2018;164:142-53.
120. Wainwright TW, Immins T, Middleton RG. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) and Its Applicability for Major Spine Surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2016;30(1):91-102.
121. Kurd MF, Kreitz T, Schroeder G, Vaccaro AR. The Role of Multimodal Analgesia in Spine Surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017;25(4):260-8.
122. Azhar RA, Bochner B, Catto J, Goh AC, Kelly J, Patel HD, et al. Enhanced Recovery After Urological Surgery: A Contemporary Systematic Review of Outcomes, Key Elements, and Research Needs. *Eur Urol.* 2016;70(1):176-87.
123. Simpson JC, Bao X, Agarwala A. Pain Management in Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Protocols. *Clin Colon Rectal Surg.* 2019;32(2):121-8.
124. Angus M, Jackson K, Smurthwaite G, Carrasco R, Mohammad S, Verma R, et al. The implementation of enhanced recovery after surgery (ERAS) in complex spinal surgery. *J Spine Surg.* 2019;5(1):116–23.
125. Smith CE, Desai R, Glorioso V, Cooper A, Pinchak AC, Hagen KF. Preventing hypothermia: convective and intravenous fluid warming versus convective warming alone. *J Clin Anesth.* 1998;10(5):380-5.
126. Winkler M, Akça O, Birkenberg B, Hetz H, Scheck T, Arkiliç CF, et al. Aggressive warming reduces blood loss during hip arthroplasty. *Anesth Analg.* 2000;91(4):978-84.

127. Yi J, Liang H, Song R, Xia H, Huang Y. Maintaining intraoperative normothermia reduces blood loss in patients undergoing major operations: a pilot randomized controlled clinical trial. *BMC Anesthesiol.* 2018;18(1):126.
128. Schur MD, Blumstein GW, Seehausen DA, Ross PA, Andras LM, Skaggs DL. Intraoperative Hypothermia is Common, but not Associated With Blood Loss or Transfusion in Pediatric Posterior Spinal Fusion. *J Pediatr Orthop.* 2018;38(9):450-4.
129. Johansson T, Lisander B, Ivarsson I. Mild hypothermia does not increase blood loss during total hip arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1999;43(10):1005-10.
130. Pan P, Song K, Yao Y, Jiang T, Jiang Q. The Impact of Intraoperative Hypothermia on Blood Loss and Allogenic Blood Transfusion in Total Knee and Hip Arthroplasty: A Retrospective Study. *Biomed Res Int.* 2020;2020:1096743.
131. Tekgul ZT, Pektas S, Yildirim U, Karaman Y, Cakmak M, Ozkarakas H, et al. A prospective randomized double-blind study on the effects of the temperature of irrigation solutions on thermoregulation and postoperative complications in percutaneous nephrolithotomy. *J Anesth.* 2015;29(2):165-9.
132. Guest JD, Vanni S, Silbert L. Mild hypothermia, blood loss and complications in elective spinal surgery. *Spine J.* 2004;4(2):130-7.
133. Bu N, Zhao E, Gao Y, Zhao S, Bo W, Kong Z, Wang Q, Gao W. Association between perioperative hypothermia and surgical site infection: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(6):e14392.
134. Tedesco NS, Korpi FP, Pazdernik VK, Cochran JM. Relationship between hypothermia and blood loss in adult patients undergoing open lumbar spine surgery. *J Am Osteopath Assoc.* 2014;114(11):828-38.
135. Kanaya A, Kuratani N, Nakata Y, Yamauchi M. Factors affecting extubation time following pediatric ambulatory surgery: an analysis using electronic anesthesia records from an academic university hospital. Version 2. *JA Clin Rep.* 2017;3(1):38.

136. Pezawas T, Rajek A, Plöchl W. Core and skin surface temperature course after normothermic and hypothermic cardiopulmonary bypass and its impact on extubation time. *Eur J Anaesthesiol.* 2007;24(1):20-5.

