



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

**Sezaryen Operasyonlarında Spinal ve Genel Anestezi
Uygulamalarının Neonatal Serebral Oksijenizasyon
Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi**

UZMANLIK TEZİ

DR. DERYA YAMAN

Antalya, 2023



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

**Sezaryen Operasyonlarında Spinal ve Genel Anestezi
Uygulamalarının Neonatal Serebral Oksijenizasyon
Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi**

UZMANLIK TEZİ

DR. DERYA YAMAN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nurten KAYACAN

“Kaynak gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

Antalya, 2023

TEŞEKKÜR

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda bilgi ve tecrübelerini daima sabır ve güleryüzle paylaşan tez danışmanım Prof. Dr. Nurten KAYACAN'a, tez ve asistanlık sürecinde bilimsel ve manevi destekleriyle yükümüzü hafifleten Prof. Dr. Bilge KARSLI'ya,

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ayşe Gülbin ARICI'ya ve asistanlık eğitimime başladığım dönem Anabilim Dalı Başkanı olan Prof. Dr. Necmiye HADİMİOĞLU başta olmak üzere sabır ve hoşgörüsüyle, bilgi ve deneyimlerini paylaşan tüm anabilim dalı öğretim üyesi hocalarımıza ve uzmanlarımıza,

Hayatımın 5 senesini ve bu dönemdeki tüm zorlukları, mutlulukları, üzüntüleri beraber paylaştığım, desteklerini asla eksik etmeyen araştırma görevlisi arkadaşlarıma, Yoğun Bakım Ünitesi ve Algoloji Kliniği'nde sabırla eğitim veren yan dal uzmanlarımıza, beraber özveriyle çalıştığım tüm anestezi teknikerlerine, hemşirelere, ameliyathane ve yoğun bakım çalışanlarına,

Yardımları ve güleryüzüyle hep yanımda olan anabilim dalı sekreterimiz Saime ÖZCAN'a,

Beraber büyüdüğüm, yüzümü hep güldüren, her düşündüğümde bana güç veren bütün dostlarıma,

Sevgilerini ve değerimi bana hayatımın her anında hissettiren, başarılarım ve başarısızlıklarımda desteklerini hiç esirgemeyen ve en önemlisi; beni mutlu, neşeli ve huzurlu bir insan olarak yetiştiren babam Abidin YAMAN, annem Güner YAMAN, abim Hüseyin Deniz YAMAN ve sevgili Görkem YAMAN'a

En içten saygı ve sevgilerimle...

Dr. Derya Yaman

İçindekiler

1	GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2	GENEL BİLGİLER.....	5
2.1	GEBELİKTE FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER.....	5
2.2	FETAL FİZYOLOJİ.....	17
2.3	UTEROPLASENTAL DOLAŞIM.....	23
2.4	PLASENTAL MADDE GEÇİŞİ.....	26
2.5	SEZARYEN.....	28
2.6	YENİDOĞANIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	34
2.7	NIRS.....	35
3	GEREÇ VE YÖNTEM.....	40
4	BULGULAR.....	45
5	TARTIŞMA.....	57
6	SONUÇLAR.....	67
7	ÖZET.....	68
8	ABSTRACT.....	70
9	KAYNAKÇA.....	72

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASA	Amerikan Anesteziyoloji Derneği
DAB	Diastolik arter basınçları
DK	Dakika
EKG	Elektrokardiyografi
EtCO₂	Endtidal karbondioksit
FiO₂	Fraksiyonel inspire oksijen
cFTOE	Serebral fraksiyone doku oksijen ekstraksiyonu
İV	İntravenöz
KAH	Kalp atım hızı
MAK	Minimum alveolar konsantrasyon
NIRS	Near infrared spektroskopi
OAB	Ortalama arter basıncı
PCO₂	Parsiyel karbondioksit düzeyi
PO₂	Parsiyel oksijen düzeyi
crSO₂	Serebral rejyonel doku oksijen satürasyonu
SAB	Sistolik arter basınçları
SpO₂	Arteriyel oksihemoglobin satürasyonu
VKİ	Vücut kitle indeksi

Tablolar Dizini

Tablo 1: Maternal demografik verilerin karşılaştırılması	45
Tablo 2: Maternal KAH, OAB ve SpO ₂ değerleri	46
Tablo 3: Maternal hemodinamik verilerin grup içi karşılaştırılması	47
Tablo 4: Maternal hemodinamik verilerin gruplararası karşılaştırılması	48
Tablo 5: Gruplararası anestezi başlangıcı, uterin insizyon, bebek çıkım sürelerinin karşılaştırılması	49
Tablo 6: Yenidoğanların APGAR skorları ve ağırlıklarının karşılaştırılması	50
Tablo 7: Yenidoğanların zamana göre KAH, SpO ₂ , crSO ₂ ve cFTOE değerleri	52
Tablo 8: Yenidoğanların KAH, SpO ₂ , crSO ₂ ve cFTOE'nun bazal değerlere göre karşılaştırılması	53
Tablo 9: Yenidoğanların KAH, SpO ₂ , crSO ₂ ve cFTOE 'nün gruplararası karşılaştırılması	54
Tablo 10: Spinal anestezi uygulanan grupta vazopressör gereksinimi olan ve olmayan annelerin yenidoğanlarının KAH, SpO ₂ , crSO ₂ ve cFTOE değerlerinin karşılaştırılması	55
Tablo 11: Yenidoğanların umbilikal kord kan gazı değerlerinin karşılaştırılması	56
Tablo 12: Vazopressör alan ve almayan annelerin yenidoğanlarının umbilikal kord kan gazı değerlerinin karşılaştırılması	56

Şekiller Dizini

Şekil 1: Doğumdan önce fetal dolaşım	19
Şekil 2: $crSO_2$ ölçümü için kullanılan spektrofotometri	37
Şekil 3: Serebral oksimetre sensörünün derin ve yüzeysel fotodedektörleri	38

Grafikler Dizini

Grafik 1: Grup 1 ve Grup 2'deki gebelerin KAH, OAB ve SpO_2 değerlerinin zamana göre dağılımı	46
Grafik 2: Yenidoğanların KAH ve SpO_2 değerleri	51
Grafik 3: Yenidoğanların $crSO_2$ ve cFTOE değerleri	51

1 GİRİŞ VE AMAÇ

Sezaryen operasyonu, dünyada kadınlar arasında en sık yapılan operatif işlemlerden biri olmakla birlikte sıklığı her geçen gün artmaktadır (1). Dünya Sağlık Örgütü, vajinal yolla doğumun yapılamayacağı durumlarda başvurulması gerekirken, dünya çapında giderek yaygınlaşan sezaryen oranının ideal olarak % 10-15 düzeyinde olması gerektiğini belirtmektedir. Ülkemizde canlı doğumlar içinde sezaryen ameliyatının payı 2021 yılında % 60.9'a ulaşmıştır (2).

Sezaryen operasyonu için anestezi seçimi; sezaryen endikasyonu, aciliyeti, hastanın anestezi açısından değerlendirilmesi ve hastanın tercihinine gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Genel anestezi ve rejyonel anestezi, sezaryen operasyonlarında kullanılan başlıca anestezi yöntemleridir. Bu iki anestezi yönteminin her birinin anne için avantaj ve dezavantajları mevcut olup hastanın mevcut klinik durumu göz önünde bulundurularak anestezi teknik seçimine karar verilmelidir.

Genel anestezinin; hızlı ve güvenilir bir başlangıç, rejyonal anestezi ile kıyaslandığında daha iyi hemodinamik stabilite ve hava yolu kontrolünün güvene alınması gibi avantajları olmakla birlikte; genel anestezi alan gebelerdeki başlıca mortalite sebepleri arasında başarısız entübasyon, yetersiz ventilasyon ve oksijenizasyon ve gastrik içeriğin akciğerlere aspirasyonu yer almaktadır (3). Ayrıca genel anestezi uygulamasının yenidoğanlarda artmış resüsitasyon ihtiyacı ve düşük APGAR skorlarına neden olabileceğini gösteren yayınlar mevcuttur (4)(5)(6).

Rejyonal anestezinin; genel anestezi uygulamasının getirdiği havayolu yönetimi ve pulmoner aspirasyon risklerini içermemesi, sezaryen ameliyatlarında kullanımını ön plana çıkarmıştır. Bunun yanında sistemik ilaç kullanımına kıyasla uygulanan anestezi ajanların neonatal etkisinin çok düşük olması rejyonel anestezinin avantajlarından biri olarak gösterilmektedir.

Rejyonel teknikte maternal mortalitenin sebepleri arasında lokal anesteziik sistemik toksisitesi ve yüksek blok seviyesi bulunmaktadır. Rejyonal anestezi sırasında sempatik sistemin blokajı ile oluşan hipotansiyon annede ciddi hemodinamik instabiliteye bağlı morbiditeye, fetüste ise ciddi asidoza sebep olabilir (7).

Yenidoğanın intrauterin dönemden ekstrauterin hayata geçiş dönemi, kompleks fizyolojik değişiklikler nedeni ile oldukça hassas ve kritik bir dönemdir. Bu geçiş döneminde $SpO_2 >80$ için 5 dakika, $SpO_2 >90$ olması için yaklaşık 10 dakika bir zaman gerekmektedir. Bu postnatal geçiş dönemi için en hassas organın beyin olduğu kabul edilmektedir. Serebral perfüzyon ve oksijenasyondaki yetersizlik ve dalgalanmalar, hipoksi ve hiperoksi de yenidoğanda serebral olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Yenidoğan değerlendirilmesinde kullanılan bir skorumla olan APGAR skoru, yenidoğanın doğumdaki fizyolojik durumunu değerlendirmek ve fetalden neonatal geçişi gözlemlemek için standartlaştırılmış bir araç olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, APGAR skorunun kısıtlı bir zaman çerçevesine sahip olması ve subjektif bileşenleri içermesi gibi önemli sınırlamaları vardır (8).

Nabız oksimetresi, yenidoğanda periferik oksijen satürasyon ölçümü için kullanılan standart monitörizasyondur. Oksijenasyonun izlenmesi için mevcut en iyi araç olsa da doğrudan beyin oksijenasyonunu göstermez, dolayısıyla potansiyel sınırlamalarının farkında olunmalıdır. Sınırlamalardan biri, nabız oksimetre değerleri ile gerçek arteriyel oksijen satürasyonu arasındaki uyumazlıktır. Bu sınırlama, ekstrauterin hayata geçiş sırasında yaygın olarak karşılaşılan hipoksemik koşullarda daha belirgindir (9). Pulse oksimetre (nabız oksimetre) arteriyel oksijen satürasyonu (SpO_2) ve kalp atım hızını (KAH) ler ve bu adaptasyon sürecinde rutin olarak kullanılan yararlı bir non invaziv metottur.

Near Infrared Spektroskopisi (NIRS) monitorizasyonu; rejyonal serebral oksijen saturasyonu ($crSO_2$) lmn sağlayan, yan etkileri olmayan, yatak

başında birkaç güne kadar uygulanabilen, non invaziv bir monitorizasyon yöntemidir.

NIRS izlemi, rejyonel doku oksijenasyonundaki değişiklikleri, oksijen sunumu ve tüketimi arasındaki hassas dengeyi yansıtabilir. Bu nedenlerden dolayı yenidoğanda NIRS kullanımının, rejyonel doku oksijenizasyonunu takip etmek amacıyla kullanımı son yıllarda artış göstermiş olup birçok klinikte standart izlem haline gelmiştir (10).

Near-infrared spektroskopi ile $crSO_2$ ölçümleri, oksihemoglobinin total hemoglobine oranının gösteren serebral oksijenasyon ölçümleridir (10)(11). Bölgesel serebral oksimetre, periferik puls oksimetrenin beyindeki oksijenin tam olarak gösterilmesinin yetersiz olduğu durumlarda serebral oksijenin monitorizasyonunda klinisyene yardımcı olur ve ilgili alandaki $crSO_2$ gösterir (12)(13)(14). $CrSO_2$, serebral oksijen sunumu ve gereksinim arasındaki dengeyi yansıtır. Normal $crSO_2$ değerleri %60 civarındadır. Bu ölçümler serebral venöz oksijen saturasyonuna yakın bir değerlendirmedir. Çünkü serebral vasküler volümün yaklaşık %70-80' i venöz, %15-20'i arteriyel ve %5'i kapiller dolaşımdan oluşmaktadır. $crSO_2$ 'deki %5 azalma serebral oksijenasyonun etkilendiğini gösterir, $crSO_2$ 'de %10'a kadar olan azalma serebral disfonksiyonu gösterir (11).

Oksijenasyonun değerlendirilmesinde bir diğer yaklaşım da oksijen sunumu ile tüketimi arasındaki denge ile belirlenir. Bu dengenin önemli belirleyicisi de FTOE'dur. $CrSO_2$ ile sistemik arteriyel oksijen saturasyonu arasındaki fark, kabaca FTOE olarak kullanılmaktadır. Stabil bir oksijen tüketimine rağmen oksijen sunumu azaldığında FTOE'da artış gözlenir. Bu nedenle sürekli ve non invaziv FTOE $((SpO_2 - crSO_2) / SpO_2)$ hesaplanması bu denge için iyi bir belirleyici olabilir (15).

Bu çalışmanın primer amacı, sezaryen operasyonu sırasında anneye uygulanan genel ve spinal anestezi yöntemlerinin, yenidoğana uygulanan NIRS monitorizasyonu ile, intrauterin hayattan ekstrauterin hayata geçiş döneminde yenidoğan $crSO_2$ ve FTOE değerleri üzerine etkisini değerlendirmektir. Çalışmanın sekonder amaçları olarak, yenidoğan periferik

oksijen satürasyonu (SpO_2), kalp atım hızları ve kan gazlarının değerlendirilmesi ve bu parametreler ile $crSO_2$ ve FTOE arasında bir korelasyon olup olmadığının değerlendirilmesidir.



2 GENEL BİLGİLER

2.1 GEBELİKTE FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER

Gebelik ve peripartum dönemde, anne anatomisi ve fizyolojisinde önemli değişiklikler ortaya çıkar. Bu değişiklikler; plasenta ve overler tarafından üretilen hormonal aktivitedeki değişikliklere, büyüyen uterusun mekanik etkilerine ve artan maternal metabolik taleplere sekonder olarak açığa çıkar (16).

Bu farklılıklar, anestezi farmakoloji ve fizyoloji üzerinde önemli değişikliklere yol açarak gebelik sırasında uygulanan özgün anestezi yönetiminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesini önemli kılar (16).

2.1.1 Respiratuar Sistem

Gebelik sırasında; hormonal ve mekanik fizyolojik değişiklikler, respiratuar fonksiyondaki ventilasyon stratejilerinin oluşmasındaki temel nedendir (16).

Toraks, gebelik sırasında hem mekanik hem de hormonal değişikliklere uğrar. Relaksin hormonu, alt kostalara bağlanan bağların gevşemesine neden olur. Kostal altı genişleme gösterir, göğüs duvarının ön-arka ve enine çapları artarak alt göğüs kafesinin çevresinde 5-7 cm'lik bir artışa neden olur. Bu değişiklikler 37. gebelik haftasında en yüksek seviyeye ulaşır (17).

Toraks boşluğunun dikey ölçümü, diyaframın elevasyonu sonucu olarak 4 cm kadar küçülür. Term gebelerde inspirasyonun neredeyse tamamının, sadece diyafragmatik hareket ile gerçekleştiği söylenebilir; bunun nedeni ise halihazırda ön-arka çapı genişlemiş olan torasik kafesin sınırlı ekspansiyonu ve gebelikte eleve olmuş diyaframın daha geniş alçalma aralığıdır (17).

Larinks, nazal ve orofaringeal mukozanın kapiller genişlemesi ilk trimesterde başlar ve gebelik boyunca progresif olarak artar (17). Östrojenin burun mukozası üzerindeki etkisi, rinit semptomlarına ve epistaksis riski artışına neden olabilir. Burundan nefes almak genellikle zorlaşır ve burun tıkanıklığı gebelikte oluşan nefes darlığına katkıda bulunabilir (18). Gebe mukozasındaki bu kapiller dolgunluk, hava yolu girişimlerinde üst hava yolunda travma ve kanamaya yatkınlık yaratır (16).

Gebelik sırasında hem büyük hem de küçük hava yolu fonksiyonunda minimal düzeyde değişiklik görülür. Akış-hacim döngüsü, bir saniyede zorlu ekspirasyon hacmi (FEV_1), FEV_1 'in zorlu vital kapasiteye (FVC) oranı ve kapanma kapasitesi gebelik sırasında değişmez (17).

Term kadar; toplam akciğer kapasitesinde azalma, tidal hacimde ise yaklaşık %45 artma görülür, rezidüel hacim ise vital kapasiteyi muhafaza etmek amacıyla hafifçe azalma eğilimindedir. Üçüncü trimesterde, tidal hacim ve inspirasyon yedek hacmindeki artış nedeniyle inspiratuar kapasitede yaklaşık %15 artış görülür. Ekspiratuar yedek hacimde ise buna karşılık olarak azalma meydana gelir (17).

Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK), gebeliğin beşinci ayında uterus büyümesi ve diyafram yükselmesi ile azalmaya başlar ve term dönemde 400-700 mL kadar azalarak gebelik öncesi değerinin %80'ine düşer. Supin pozisyon, FRK 'nin gebelik öncesi değerin %70'ine kadar düşmesine neden olur (17). Gebenin supin pozisyonundaki FRK'sı, 30 derecelik ters trendelenburg pozisyonuna getirilerek yaklaşık %10 kadar artırılabilir (19). Düşük FRK'ye sekonder olarak azalmış oksijen rezervi ve gebelerdeki yüksek oksijen tüketimi nedeniyle, gebelerde genel anestezi indüksiyonunda hızlı desatürasyon sık görülen bir klinik durumdur. Bu sebeple, gebelerde genel anestezi indüksiyonunda hipoksemiye önlemek için preoksijenizasyon elzemdir (16).

Gebelik sırasında, solunum paternleri nispeten değişmeden kalır. Dakika ventilasyonu, solunum hızı ve tidal hacmin artışı sebebiyle artma gösterir. Dakika ventilasyondaki bu artış, hormonal değişikliklerden ve istirahat halinde

CO₂ üretiminin yaklaşık %30 oranındaki (veya 300 mL/dk'ya kadar) yükselmesinden kaynaklanır. Bu hormonal değişiklikler, doğrudan bir solunum uyarıcı görevi gören progesteron kan düzeyi ile ilişkilidir. Kemosenstivitedeki progesteron kaynaklı bu artış, aynı zamanda CO₂ - ventilasyon yanıt eğrisinde daha dik bir eğim ve sola doğru kaymaya neden olabilir. Bu değişiklik, gebeliğin erken döneminde ortaya çıkar ve doğuma kadar sabit kalır (17).

Dispne, gebelik sırasında kadınların %75'ini etkileyen yaygın bir şikayettir. Artan solunum dürtüsü, azalmış PaCO₂, büyüyen uterus ve fetus nedeniyle artan oksijen tüketimi, daha fazla pulmoner kan hacmi, anemi ve burun tıkanıklığı gebelerde dispneye katkıda bulunan faktörler arasında yer alır. Hipoksik ventilasyon yanıtı, gebelik sırasında östrojen ve progesteron seviyelerindeki yükselmeler nedeniyle normal düzeyin iki katına çıkar (17).

Gebelik sırasında, daha fazla alveolar ventilasyon ve PaCO₂'deki düşüşün bir sonucu olarak PaO₂ 100 ila 105 mm Hg'ye kadar yükselir. Gebelik ilerledikçe, oksijen tüketimi artmaya devam eder ve kalp debisi artışı oksijen tüketimine kıyasla daha az oranda artar, bu da karışık venöz oksijen içeriğinin azalmasına ve arteriyovenöz oksijen farkının artmasına neden olur. Gebeliğin ortasından itibaren, supin pozisyonundaki gebe kadınların PaO₂'si sıklıkla 100 mm Hg'den daha azdır. Bunun nedeni, FRK'nin kapanma kapasitesinin altına düşmesi ve normal tidal hacimle solunum sırasında küçük hava yollarının kapanmasına neden olabilmesidir (20). Gebe bir kadının supin pozisyondan dik veya yan yatar pozisyona alınması arteriyel oksijenasyonu iyileştirir ve alveolar-arteriyel oksijen gradyanını azaltır. Artmış parsiyel oksijen basıncı, oksijenin plasentadan fetüse geçişini kolaylaştırır (17).

PaCO₂, gebeliğin 12. haftasında yaklaşık 30 mm Hg'ye düşer, ancak gebeliğin geri kalanında kayda değer bir değişiklik görülmez. Gebe olmayan kadınlarda end-tidal CO₂ (etCO₂) ile PaCO₂ basınçları arasında fark görülmesine rağmen; bu iki basınç ölçümü erken gebelikte, term gebelikte ve doğum sonrası dönemde eşdeğerdir. Bunun nedeni, gebelik sırasında kalp

debisindeki artış ve baziler atelektazinin artmasından kaynaklanan alveoler ölü boşluktaki azalma olarak gösterilebilir (17).

Gebeliğin respiratuar alkalozu; renal bikarbonat atılımında kompensatuvar bir artışa yol açarken serum bikarbonat konsantrasyonunda, baz fazlalığında ve toplam tampon bazında azalmaya neden olur. Hafif respiratuar alkaloz normalde oksihemoglobin satürasyon eğrisini sola kaydırır, ancak 2,3-bifosfogliserattaki (2,3-BPG) eş zamanlı bir artış eğrinin hafifçe sağa kaymasına neden olur (17).

2.1.2 Kardiyovasküler Sistem

Kardiyovasküler sistem adaptasyonunun temel hedefi annedeki artmış oksijen tüketimine cevap vermek ve doğum sırasında beklenen kan kaybını kompanse etmektir. Değişikliklerin çoğu gebeliğin erken döneminde başlar, ikinci ve erken üçüncü trimesterde tepe noktasına ulaşır ve doğuma kadar bu seviyede seyreder (7).

Büyüyen uterus nedeniyle diyaframın elevasyonu kalbi sol anteriora doğru iter. Kalp odacıkları genişler, sol ventrikül hipertrofisi görülür (16). Mitral, triküspit ve pulmoner kapakların dairesel çapları artar; buna bağlı olarak term gebelerin çoğunda bu kapaklarda regürjitasyon görülür. Aort kapak çevresinde ise, gebeliğin normal fizyolojik değişiklikleri nedeniyle genişleme görülmez (17).

Elektrokardiyogram; özellikle üçüncü trimesterde, tipik olarak değişir. Birinci ve ikinci trimesterde kalp hızı düzenli olarak artar ve hem PR aralığı hem de düzeltilmemiş QT aralığı kısalır. Sol taraflı prekordiyal ve ekstremitelerinde derivasyonlarında deprese ST segmentleri ve izoelektrik düşük voltajlı T dalgaları yaygın olarak görülür (17).

Kalp debisi gebelik boyunca artar; ilk trimesterin sonunda bazal değerin %35-40 kadar üzerine çıkar, ikinci trimester boyunca bazal değerin yarısından fazla bir artış gösterir ve üçüncü trimesterde sabit seyreder. Kalp debisindeki ilk artış, kalp hızındaki artışı kaynaklıdır. Kalp hızı, birinci trimesterin sonunda bazal değerinin %15-25'i üzerine çıkar ve gebeliğin geri kalanında nispeten aynı kalır (17).

Gebelik boyunca artan kalp debisi dolayısıyla uterus, böbrekler ve ekstremitelerde artan perfüzyon görülür. Uterin kan akışı, gelişmekte olan fetüsün taleplerini karşılamak için yaklaşık 50 mL/dk olan bazal değerinden term dönemde 700 - 900 mL/dk düzeyine kadar yükselir (17). Gebeliğin ikinci yarısında, kalp debisinin uterus dolaşımına dağıtılan miktarı %5 değerinden %12'ye yükselir (21).

Artan maternal ve fetal metabolik gereksinimleri karşılamak için toplam kan hacmi, plazma hacmi ve eritrosit hacminde gebelik sırasında ciddi artışlar gözlenir. Maternal eritropoetin yapımı normal gebelikte artmıştır, plasental laktojen de eritropoetin eritropoez üzerindeki etkilerini artırır. Term bir gebede toplam kan hacmi artışı, gebelik öncesi seviyenin ortalama %45 fazlasıdır, eritrosit hacim artışı ise ancak %20 civarındadır. Meydana gelen eritrosite görece plazma hacim artışı hemodilüsyona bağlı 'gebeliğin fizyolojik anemisi' ile sonuçlanır ve sağlıklı bir gebede 11 g/dL hemoglobin seviyesi bile fizyolojik sınırlar içerisinde kabul edilir. Ayrıca kan viskozitesini de azaltır ve koagülasyon faktörlerindeki artışa bağlı hiperkoagülasyonunun önlenmesine yardımcı olur (7).

Kardiyovasküler sistem üzerinde gebeliğe bağlı en temel değişiklikler kardiyak debi ve kan hacminin artışına karşı, sistemik vasküler yapıda ve maternal böbreklerde vazodilatasyon gerçekleşmesidir. Sistemik vazodilatasyon gebelikte çok erken dönemde (5. hafta) başlar ve uteroplental dolaşımın tamamlanmasından önce gözlenir (7). Sistemik vasküler direnç ise gebeliğin 20. haftasında en düşük düzeyine ulaşır ve sonrasında artış gösterir ancak yine de, term dönemde bazal değerinin yaklaşık %20 kadar altında kalır. Azalmış sistemik vasküler direnç için kabul gören bir açıklama, düşük dirençli

uteroplasental vasküler yatağın yanı sıra prostasiklin, östrojen ve progesteron hormonlarının artışı nedenli oluşan maternal hipotansiyon olarak gösterilebilir (17).

Arteriyel basınçlarda gebelik boyunca bir azalma gözlenir. Diyastolik ve ortalama arter basınçlarındaki azalma sistolik basınçtaki azalmadan daha fazladır. Arteriyel basınçlardaki en büyük düşme ikinci trimesterde gözlenir. Kan basıncı değerleri üçüncü trimesterde tekrar yükselişe geçer ve postpartum dönemde gebelik öncesi hale döner. Santral venöz basınç (CVP) ve pulmoner kapiller kama basıncı (PCWP) ise gebelikte değişmez (7).

Supin pozisyonda olan term gebelerde inferior vena kavaya belirgin ve bazen tam bası görülür. Kan; alt ekstremitelerden intraosseöz, vertebral, paravertebral ve epidural venler yoluyla geri döner. Ancak bu kollateral venöz dönüş, inferior vena kavadan olan normal venöz dönüşle kıyasla daha az olduğu için sağ atriyal basınçta bir düşüş görülmesine neden olabilir. Inferior vena kavaya kompresyon gestasyonun 13-16. haftaları kadar erken başlar (17).

Termde, sol lateral dekübit pozisyonu, supin veya sağ lateral dekübit pozisyonuna ile karşılaştırıldığında, kardiyak sempatik sinir sistem aktivasyonunda daha az artış ve kardiyak vagal aktivitede daha az baskılanma ile ilişkilidir. Uterusun perfüzyonu alt ekstremitelere kıyasla daha az etkilenir, bunun nedeni kaval kompresyonun ovaryan venlerin yolu ile olan venöz çıkışı engellememesidir (17).

Term gebelerin %15 kadarında supin hipotansiyon sendromu adı verilen; supin pozisyonda, bradikardi ve kan basıncında önemli bir düşüşle seyreden klinik bir tablo açığa çıkar. Bradikardi ve hipotansiyonun gelişmesi birkaç dakika alabilir ve bradikardiden önce genellikle bir taşikardi dönemi görülür. Sendrom, kardiyovasküler sistemin kompanse edemediği venöz dönüşle ve preloada ciddi bir azalmadan kaynaklanır (17). Venöz dönüşteki bu azalma

kalp debisini düşürür ve maternal hipotansiyon, baş dönmesi, bulantı, taşikardi ve muhtemelen fetal distres oluşturur (7).

Rejyonel anestezinin bu kompensatuar yanıtları bozarak supin hipotansiyonu daha çok belirginleştirebileceğinin bilinmesi önemlidir. Bu nedenle, kadının gebeliğin 20. haftasından sonra, özellikle rejyonel anestezi sonrası lateral pozisyona döndürülmesi çok önemlidir. Geleneksel olarak bu en kolay, sağ kalçanın altına katlanmış bir yükselti ile kalçayı 10-15 cm yükseltip 15 derecelik sol lateral dönüş sağlanarak yapılır (7).

2.1.3 Hematolojik Sistem

Gebelik dönemi koagülasyon sisteminde, plasental ayrışma esnasında pıhtılaşmaya yatkın bir durum oluşturma ve bu sayede doğum sırasında kanamayı sınırlama amacıyla koagülasyon faktörlerinde (faktör 11 ve 13 hariç) artış gözlenir. Doğal antikoagülanlarda ve fibrinolitik sistem bileşenlerinde de azalma izlenir. Bunun sonucunda venöz tromboembolik olaylar gebelikte 10 kat, doğum sonrası 25 kat artmış olarak bulunmuştur. Hem trombosit ömrünün kısalması hem hemodilüsyon özellikle üçüncü trimesterde trombosit sayısının hafifçe düşmesine neden olabilir. Trombosit düşüklüğü çoğu gebede normal sınırlar içinde kalır. Lökosit sayısı genelde gebelikte hafifçe artmıştır. Bu östrojen nedeniyle nötrofil sayısındaki artışa bağlıdır (7).

Plazma albümin konsantrasyonu, gebelik boyunca azalma göstererek term dönemde 2,3–4,2 g/dL seviyelerine düşer. Buna bağlı olarak maternal kolloid ozmotik basınç gebelik sırasında yaklaşık 5 mm Hg azalabilir. Plazma kolinesteraz konsantrasyonu ise ilk trimesterde yaklaşık %25 oranında düşer ve gebeliğin sonuna kadar bu seviyede kalır (17).

2.1.4 Gastrointestinal Sistem

Gebelik sırasında mide, diyaframın sol ve yukarı tarafına doğru yer değiştirir. Bu değişen pozisyon, çoğu gebede özofagusun intraabdominal bölümünü toraksa doğru kaydırır ve normalde mide içeriğinin geri akışını önleyen alt özofagus yüksek basınç bölgesinin (LEHPZ) tonusunda azalmaya neden olur. Ayrıca progestinler, LEHPZ'nde gevşemeye katkıda bulunabilir (17).

Kadınların yaklaşık %30-50'si gebelik sırasında gastroözofageal reflü hastalığı (GÖRH) yaşar. Gebelikte GÖRH için risk faktörleri, gebelik yaşı, gebelik öncesi mide yanması şikayetlerinin olması ve multipariteyi içerir (17). Opioidler ve antikolinergikler de alt özofagus sfinkterinin basıncını azaltır ve gastroözofageal reflüyü kolaylaştırabilir (16).

Sağlıklı gebede, gebelik boyunca gastrik boşalma normal bulunmuştur. İntestinal geçiş zamanı ise uzamıştır, dolayısıyla gebe kadınlarda konstipasyon şikayetine daha sık rastlanabilir (7). Bu durum, progesteron tarafından oluşan gastrointestinal kontraktile aktivasyon inhibisyonuna atfedilir (17).

Gebe kadınların yaklaşık %80'i gebelikleri sırasında mide bulantısı ve kusma yaşamaktadır. Semptomlar tipik olarak 4 - 9. gebelik haftaları arasında başlar ve 12 - 16. gebelik haftalarına kadar sürebilir. Bu kadınların %1 - 5 'inde bu semptomlar gebelik boyunca devam edebilir; bu sendrom hiperemesis gravidarum olarak adlandırılır (17).

Genel anestezi verilecekse önerilen aspirasyon profilaksisi farmakolojik önlemleri arasında intravenöz yolla verilen H₂ blokör, proton pompa inhibitörleri, oral yolla verilen sodyum sitrat çözeltisi verilmesi önerilir (7).

Sezaryen öncesi iki saate kadar berrak sıvı alımı ve altı saate kadar katı gıda alımının izin verilmesi Avrupa Anestezi Derneği kılavuzunda önerilmektedir (22).

Ancak genel anestezi beklentisi altında travaydaki tüm kadınların sıvı ve yemek alımını kısıtlamak günümüzde kabul görmemektedir. Böyle bir uygulama; uzamış travayda artmış yağ metabolizması sonucu, anne ve fetüste, serbest yağ asitleri ve keton cisimlerinin artışına neden olur. Bu da doğumun gecikmesine veya müdahale gerektiren doğuma yol açabilir (7).

2.1.5 Santral Sinir Sistemi

Gebede sinir sisteminde hem genel anesteziye hem de lokal anesteziye duyarlılık artar (7). Gebelik sırasında bütün genel anesteziye minimal alveolar konsantrasyonu (MAK) progresif olarak – termde %40 kadar – azalır ve MAK doğumdan sonra üçüncü günde normale döner. Maternal hormonal ve endojen opioid düzeyindeki değişiklikler bu durumla ilişkili bulunmuştur (16).

Benzer şekilde, lokal anesteziye uygulandığında da, uygulama yolundan bağımsız olarak daha uzun ve derin bir blokla karşılaşılır. Nöroaksiyel anestezi uygulamalarında, epidural venlerdeki genişlemeye bağlı epidural hacim azalması nedeniyle lokal anestezi hacmi %25-30 oranında azaltılmalıdır. Aksi halde istenmeyen yüksek bloklarla karşılaşılabilir. Lokal anestezi gereksinimindeki bu azalma, gebeliğin erken dönemlerinde de görülebilir (7).

2.1.6 Genitoüriner Sistem

Toplam intravasküler hacimdeki artışa bağlı olarak, gebelik sırasında hem renal vasküler hem de interstisyel hacim artar. Bu değişiklikler sonucu, böbrek

kaliksleri-pelvis ve üreterleri içeren toplayıcı sistem genişler ve klinik tabloda artmış böbrek boyutu olarak görülür. Hidronefroz, gebelerin %80 'inde ortaya çıkabilir (17).

Renal kan akımı ve buna bağlı glomerüler filtrasyon hızı, kalp debisindeki artış ve renal vasküler direncin azalmasına nedeniyle artmıştır (7). Bu renal hemodinamik değişiklikler, gebelikte gerçekleşen en erken ve en dramatik fizyolojik adaptasyonlar arasındadır. Birinci trimesterin sonunda GFR bazal değerden %50 daha fazladır ve gebeliğin sonuna kadar bu değerde devam eder. Renin ve aldosteron hormon seviyelerinde de artış görülür (17).

Serum kan üre azotu (BUN) ve kreatinin değerleri gebe olmayan döneme göre %40 azalır (7). Gebelikte, iskelet kasında kreatinin üretimi nispeten sabit kalır, ancak GFR artar, bu da serum kreatinin konsantrasyonunun düşmesine neden olur (17).

Gebede su ve tuz tutulumu artmıştır, ancak protein ve glukoz gibi moleküllerin absorpsiyonunun, glomerüler filtrasyon artışına yetişememesi nedeniyle idrardaki düzeyleri artar. Benzer şekilde artmış bikarbonat kaybı, artan dakika solunum nedeniyle oluşan solunumsal alkalozun kompensasyonuna katkıda bulunur (7).

2.1.7 Hepatik Sistem

Karaciğer boyutu, morfolojisi ve kan akışı gebelik sırasında değişmez. Gebelik sırasında bilirubin, alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST) ve laktat dehidrogenaz (LDH) serum seviyeleri normal aralığın üst sınırına yükselir (17). Serum alkalen fosfatazda hafif yükselmeler, plasentadan salgılanması nedeniyle görülür. Yüksek progesteron düzeyleri kolesistokinin salınımını inhibe ederek safra kesesinin tam olarak boşalmamasına yol açar. Bu etkiyle birlikte safra asidi kompozisyonunun değişmesi gebelik sırasında kolesterol safra taşı oluşumunu kolaylaştırır (16).

2.1.8 Endokrin Sistem

Gebelik, karmaşık metabolik ve hormonal değişikliklerin gerçekleştiği bir süreçtir. Fetal büyüme ve gelişimi desteklemek amacıyla karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmalarında değişiklik gözlenir (16). Gebelikte plasental laktojen (HPL) salgılanması sonucu insülin direnci ve buna bağlı gestasyonel diyabet gözlenebilir. Maternal glukoz plasentayı rahatlıkla geçebilirken insülin geçemez ve fetüs kendi insülinini üretmek zorundadır. Buna bağlı olarak, diyabetik anne bebekleri daha iridir (makrozomi) ve doğumdan hemen sonra bu bebeklerde hipoglisemi gözlenebilir (7).

Kortikosteroid bağlayıcı globulin (CBG) konsantrasyonu, östrojenle indüklenen hepatik sentez artışının bir sonucu olarak gebelik sırasında iki katına çıkar (17). Serbest kortizoldeki artış, hem insülin direncine hem de ciltte hiperpigmentasyona katkıda bulunur (7).

Gebede tiroid bezinin boyutlarında %20 kadar artış gerçekleşebilir. Placenta tarafından salgılanan insan koryonik gonadotropin hormonu, ön hipofizdeki TSH reseptörlerini benzer yapıları nedeniyle uyardıkları için total serum tiroksin düzeyi artabilir. Bu önceden guatrı bulunan gebelerde geçici hipertiroidi ve hiperemesis gravidaruma neden olabilir (7).

Doğurganlık çağındaki kadınların yaklaşık %4-7'si ya hipotiroidi mevcuttur ya da gebelik sırasında ortaya çıkabilecek hipotiroidizm riski altındadır (23). Hipotiroidisi olan gebelerin yalnızca %20-30'u klinik belirtileri gösterir, bunun nedeninin hipotiroidizm semptomlarının gebelik özelliklerini taklit etmesi olduğu düşünülmektedir (24).

2.1.9 Kas-İskelet Sistemi

Gebelik sırasında sırt ağrısı yaygındır ve etiyolojisi çok faktörlüdür. Genişleyen uterusun lomber lordozu arttırarak belin alt kısmına mekanik baskı uygulaması ve hormonal değişiklikler sırt ağrısında rol oynayabilir (17).

Bir polipeptit hormon olan relaksin, kollajen liflerinin ve pelvik bağ dokusunun yeniden şekillenmesi ile ilişkili bulunmuş ve gebelik sırasında artan lomber lordozu zemin hazırladığı düşünülmektedir. Dolaşımdaki relaksin hormonunun birincil kaynağı korpus luteum, ikincil kaynağı ise plasentadır (17).

Gebelik sırasında lomber lordozun artması, alt ekstremiteler üzerindeki ağırlık merkezini değiştirir ve başka mekanik sorunlara yol açabilir. Artan lomber lordoz, lateral femoral kutanöz siniri germeye eğilimindedir ve çoğu zaman anterolateral uyluk bölgesinde parestezi ile kendini gösteren ‘meraljia parestetika’ ile sonuçlanır. Boynun anterior fleksiyonu ve omuzların düşmesi de artan lordozu eşlik edebilir ve bu durum brakial pleksus nöropatisine yol açabilir (17).

2.2 FETAL FİZYOLOJİ

2.2.1 Respiratuar Sistemi

Akciğer gelişimi, büyüme ve olgunlaşma olarak iki aşamada gerçekleşir. Akciğer tomurcuğu ilk trimesterde ön bağırsaktan ayrılır ve hava yolunun gaz alışverişi yapan bölümleri, ikinci trimesterde meydana gelen kanaliküler faz sırasında oluşur (25). Alveoler duktal gelişim ise 24. gebelik haftasında başlar ve hava keselerinin septasyonu 36. gebelik haftasında başlar. Gelişimin her iki fazında da distal pulmoner epitel hücreleri aktif olarak bronş ağacına klorürden zengin bir sıvı salgılar. Bu, fetal hava yollarında sıvı birikimine neden olur (26).

Doğumdan önce; fetal akciğer sıvısının içeriği, üçüncü trimesterin sonunda artan kortizol seviyelerine yanıt olarak tip II pnömositlerin sürfaktan lipoproteinlerinin artan ekspresyonu nedeniyle değişir. Bu lipoproteinler, akciğerlerdeki yüzey gerilimini düşürme işlevi görerek daha düşük basınçlarda ekspanse olmasına izin verir. Pulmoner dolaşımın gelişimi ise insan fetüsünde, gebeliğin 34. gününde başlar. Fetal hava yolları ve akciğer parankimi geliştikçe pulmoner damarlar da gelişir (25).

Deoksijenize kanın sağ ventriküle şantı nedeniyle, intrauterin pulmoner dolaşıma ulaşan kanın oksijenasyon saturasyonu yaklaşık %55'tir. Fetal hipoksemi pulmoner kan akışını azaltır, bu da nitrik oksit ve prostaglandin I₂ üretimini baskılar. Bu, başlangıçta pulmoner vasküler direncin artmasına neden olur (27).

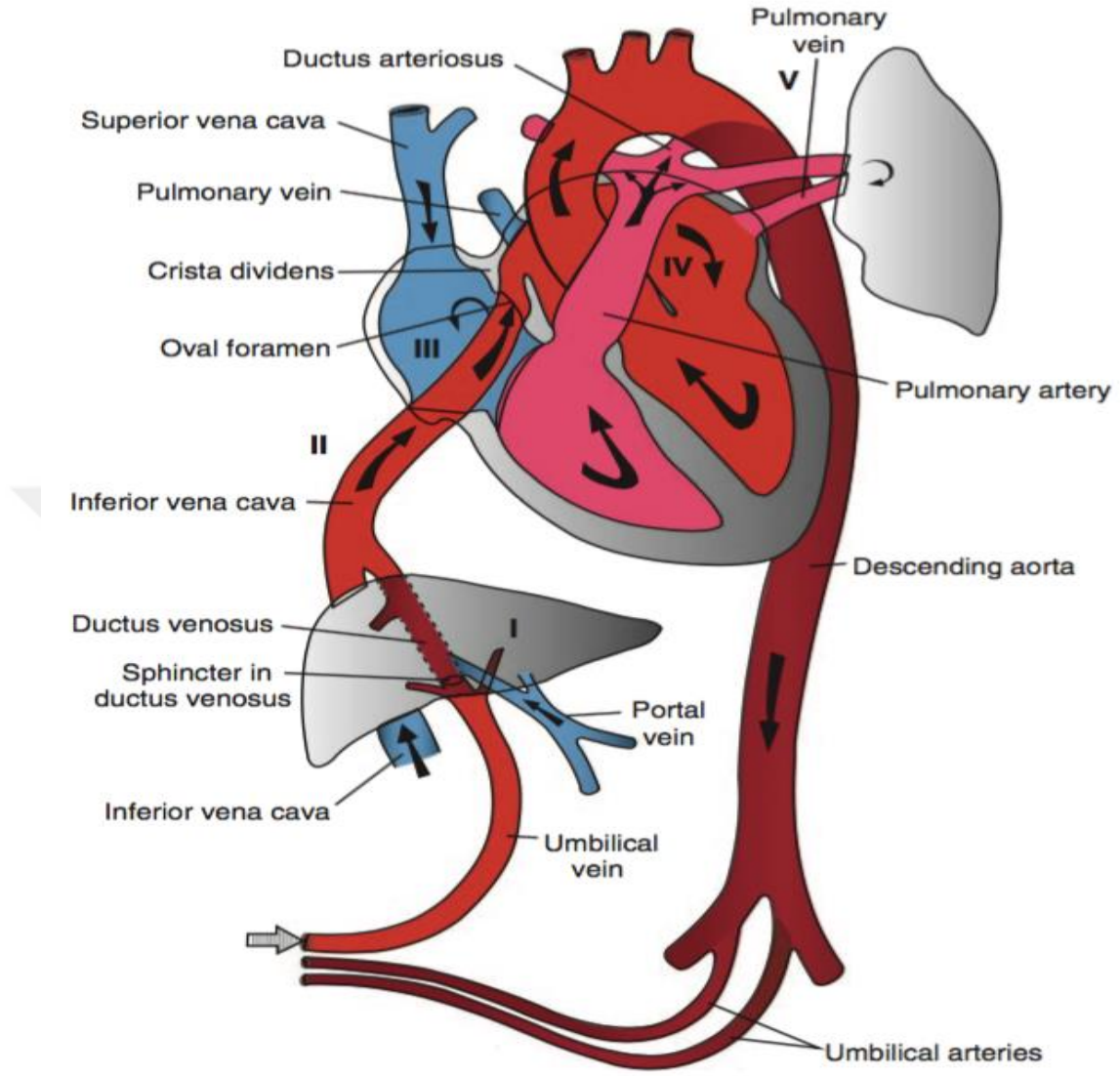
Doğumda, solunumun başlamasıyla birlikte, pulmoner vasküler dirençe önemli bir azalma meydana gelir ve pulmoner kan akımı ihtiyacı, akciğerde gaz değişimini sağlamak için kalp debisinin %21'inden %100'üne çıkar. Özellikle vajinal doğumda akciğer sıvısının dışarı atılması, muhtemelen pulmoner damar sistemi üzerindeki ekstraluminal basıncı azaltır ve pulmoner

vasküler direncin azalmasına yol açar. Solunum hareketleri, pulmoner kan akışındaki ani artışın yarattığı kayma gerilimi ve alveoler yüzey geriliminin gelişimi, pulmoner vasküler direnci azaltabilen diğer mekanik faktörlerdir (17).

2.2.2 Kardiyovasküler Sistem

Fetal sirkülasyonda plasentadan gaz değişimi gestasyonun 10. haftasında başlar. Oksijenize maternal kan, plasental alanda serbestçe dolaşan az oksijenize kanla karıştığı için fetüse ulaştırılan kandaki oksijen miktarının, maternal uterin arteriyel kana oranla çok daha az olmasına yol açar; bu da fetüsün göreceli olarak hipoksemik bir ortamda gelişmesine neden olur. Fetal akciğerler intrauterin oksijenizasyona katkı sağlamadığı için kanı fetal akciğerlerden uzaklaştıracak çeşitli intrauterin şantlar mevcuttur (25).

Maternal uterin arterden gelen iyi oksijenlenmiş kan plasental boşluğa akar. Sonrasında oksijen konsantrasyon gradienti aracılığıyla plasental boşluktan plasentanın fetal kısmını oluşturan multipl villilere aktarılır. Bu villi, umblikal veni oluşturan kapillerleri kapsar. Umblikal venöz kan, fetal sirkülasyonundaki en yüksek seviye olan % 70-80 seviyesindeki oksijen saturasyonuna sahiptir (28). Umblikal ven fetusa ulaştığında karaciğer seviyesinde ikiye ayrılır; bir kısım kan hepatik sirkülasyona katılır, kalanı ise duktus venosus olarak devam eder (25).



Şekil 1: Doğumdan önce fetal dolaşım (29)

İntrauterin sirkülasyon akışının yönü, gelişmekte olan beyin ve kalbe giden oksijen sunumunun maksimize olmasını sağlar. İnferior vena kavadan gelen az oksijenize kan superior vena kavadan gelen kana katılarak sağ atriya girer ve öncelikli olarak sağ ventriküle yönelir. Sağ ventrikül outputunun küçük bir kısmı pulmoner arterler aracılığıyla akciğerlere iletilir, kalan kan hacmi ise duktus arteriosus aracılığı ile desendan aortaya aktarılır. Desendan aortadaki - oksijen saturasyon değeri yaklaşık %60 olan- bu kan hacmi, abdominal

organları ve vücudun alt kısmını perfüze ettikten sonra düşük dirençli plasentaya geri döner. Tersine, duktus venozusdan gelen iyi oksijenlenmiş kan öncelikli olarak sağ atriumdan foramen ovale aracılığıyla sol atriya iletilir. Bu şantlaşmış kan hacmi, pulmoner venlerden gelen küçük bir kan hacmi ile birleşip asendan aortaya iletilir ve karotis ve koroner arterleri besler. Bu kan hacminin çoğu daha iyi oksijenlenmiş duktal venöz kandan köken aldığı için; postduktal bölgede %60 olan kan oksijenizasyonunun aksine, kalp ve beyin, oksijen saturasyonu ortalama %65 olan kan ile beslenir (25).

Parasempatik ve sempatik sistem doğum sonrası yaşamda önemli derecede gelişir ve vagal yanıtın tam olgunlaşması doğumdan 1-2 ay sonrasına kadar gözlenmez. Benzer şekilde, fetal vasküler sistemin konstriktör yanıtı erişkin yanıtından daha az işlevsel olsa da, bir alfa-adrenerjik reseptör agonistinin fetal uygulaması kan akışının böbreklerden, deriden ve iç organlardan; kalp, beyin, plasenta ve adrenal bezlere doğru yeniden dağıtılmasına neden olabilir. Doğumdaki otonom sinir sistemi; kalp atış hızı ve periferik vasküler dirençteki değişiklikler ve kan akımının yeniden dağılımı dahil olmak üzere bir dizi hemodinamik ayarlamaya aracılık edebilir (17).

2.2.3 Santral Sinir Sistemi

Erişkin beyine benzer şekilde, gelişmekte olan beyin; enerji üretimi için çoğunlukla oksidatif metabolizmayı kullanır. Ancak intrauterin dönemde gözlemlenen kısıtlı mitokondriyal oksidatif fosforilasyon ve düşük oksijen basınçları nedeniyle, anaerobik glikolizis bu dönemde daha büyük bir rol oynar (17).

Her ne kadar glukoz, serebral enerjinin primer ve predominant kaynağı olarak görülse de, perinatal beyin benzeri olmayan bir şekilde laktik asit ve keton cisimciğini metabolize ederek enerji kaynağı olarak kullanabilir. Peripartum dönemdeki laktik asit konsantrasyonları önemli ölçüde artmış olarak görülür ve hipoglisemi-hipoksi gibi durumlarda serebral oksidatif metabolizmayı %50'sinden fazla olacak şekilde destekleyebilir (17). Hipoksik

durumlarda; fetal beyin, enerji tüketimini ciddi ölçüde azaltabilme özelliğine sahiptir (30).

Nöral tüp gelişimi, gestasyonun 10. haftasında, endotelyum kaplı vasküler kanalların oluşmasıyla başlar. Fetal sistemik sirkülasyon, öncelikli olarak beyin ve kalbe iyi oksijenize kanın ulaştırılmasını sağlayacak şekilde gelişmiştir. Hipoksi; fetal ve plasental vasküler dirençte akut değişikliklere yol açar, bu da ciddi periferik vazokonstriksiyona yol açarak umbilikal vendeki kanın duktus venosusa şantlaşmasını artırabilir (17).

Kan akımının beynin en aktif olarak gelişmekte olan bölgelerine redistribüsyonu kısmen adenosin aracılı mekanizmaya bağlıdır. ATP'nin bir yıkım ürünü olan adenosin; ATP resentezinin eksikliğinde birikir, vazodilatasyona ve nöronal aktivite baskılanmasına neden olabilir (30).

2.2.4 Hematolojik Sistem

Gestasyonun 2. ve 3. haftalarında, yolk sak fetal eritropoezisi başlatır. 5. haftadan 6. aya kadar karaciğer, eritropoezin primer yeri haline gelir, sonrasında ise kemik iliği karaciğerin yerini alır. Rölatif hipoksemi, hipoksiyle indüklenen faktör-1'ü indükler, bu da fetal böbrekleri eritropoetini üretmesi için uyarır; eritrosit üretimini ve oksijen taşıma kapasitesini arttırarak fetal oksijenizasyonu iyileştirir. Fetüsün rölatif hipoksemik ortamı kompanse etmek için kullandığı diğer bir mekanizma fetal hemoglobindir. Bu hemoglobin yüksek oksijen afinitesine sahiptir, oksihemoglobin eğrisinde sola kayma yaratarak plasental vasküler yataktan oksijen alımını arttırır (25).

2.2.5 Glukoz-laktat metabolizması

Glukoz, fetüste enerji üretimi için primer substrattır. Normal şartlar altında memeli fetüste glukoneogenez yoktur, glukozun tek kaynağı plasentadan transferle gelen glukozdur (17).

Fetal dokularda glukoz alımı glukoz transporterlar ile gerçekleşir (GLUT), bu transporterların üretimi fetal glukoz konsantrasyonlardaki akut ve kronik değişikliklere bağlı olarak azalma veya artma gösterir (31). Fetal glukoz konsantrasyonu, 54-90 mg/dL aralığında değişiklik gösterir ve maternal konsantrasyonla doğrusal olarak ilişkilidir (17).

Plasenta; oksidasyon, glikojen depolaması ve laktata dönüşüm için uterusu iletilen glikozun çoğunu kullanır, geri kalan glukoz ise kolaylaştırılmış, taşıyıcı aracılı difüzyonla umbilikal venöz kanına transfer edilir (17). Fetal oksidatif metabolizmayı desteklemek için glukoz dışındaki substratların kullanıldığı varsayılmakta ve fetal enerji gereksinimlerinin yaklaşık %25'inin laktat ve amino asitler tarafından sağlandığı düşünülmektedir (32).

Fetal laktatın üretim kaynağı belirsiz olmasına rağmen, iskelet kasları ve kemikler laktat üretiminin kaynakları olarak düşünülmektedir (17). Akut hipoksemi atakları sırasında laktat üretimi artar, ancak bu yanıt daha önce oksidatif strese maruz kalmış fetüslerde duyarsızlaşabilir (33).

2.3 UTEROPLASENTAL DOLAŞIM

2.3.1 Anatomi

Uteroplasental dolaşım, fetüs ve plasentanın büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan kan akımını, oksijen ve besin maddelerinin dağıtımını sağlamak için gelişir. Uteroplasental kan akımı sirkadiyen değişiklikler, hastalık, doğum, anestezi teknikleri ve ilaçlardan etkilenebilir ve bu kan akımındaki akut azalma, fetüsün yaşamını hızla tehdit edebilir (17).

Uterusun dolaşımı, esas olarak uterin arterlerden sağlanır. Uterin arter bilateral olarak internal iliak (hipogastrik) arterin anterior dalından çıkarken; ovaryan arter, renal arterlerin altında anterolateral abdominal aorttan çıkar. Uterin arter, medial olarak uterusun yan tarafına geçer, burada serviks ve vajinaya dallar sağlar (17).

Oksijenize anne kanı, spiral arterlerden, intervillöz boşluğa girer. Koryonik plağa doğru hareket eden kan, villusları besleyerek anne ve fetüs kanı arasında oksijen, besin ve atık alışverişine izin verir. Anne kanı daha sonra bazal plağa geri döner ve toplayıcı damarlara drene olur. Uterusun venöz drenajı; uterin venler yoluyla internal iliak venlere ve ovaryen venler yoluyla sağda inferior vena kavaya, solda renal vene olur (17).

2.3.2 Uteroplasental Kan Akımı

Doku ağırlığı başına uterus akımı özellikle erken gebelikte yüksektir ve bu oran gebelik ilerledikçe azalır. Umblikal kan akımı ise gebeliğin çoğu boyunca sabittir ve 110-120 mL/dk/kg civarında seyrederek (17). Gebelik sırasında uteroplasental kan akımındaki ilerleyici artış, fetoplasental kan akımı ile korele bir artışla eşleşir (34).

Uterin kan akımında azalma, belirli mekanizmalar sonucu ortaya çıkar; ilk olarak, uterin arteriyel basıncın düşmesi nedeniyle (örn. kanamaya bağlı sistemik hipotansiyon, aortokaval kompresyon veya nöroaksiyel anestezi

sırasında sempatik blokaj sırasında) perfüzyon basıncındaki azalmayla birlikte uterin kan akımı azalabilir. İkinci olarak, uterus kan akımı, artan uterus venöz basıncının neden olduğu perfüzyon basıncındaki düşüşlerle azalabilir (örn., vena kava basısından, uterus kasılmaları sırasında artan intrauterin basınç, oksitosin ve kokain gibi ilaçların etkileri). Üçüncüsü, artan uterin vasküler direnç nedeniyle uterin kan akımı azalabilir (örneğin, strese yanıt olarak salınan endojen vazokonstriktörler, ekzojen vazokonstriktörler ve uterus kasılmalarıyla birlikte endometriyal spiral arteriyollerin sıkışması) (17).

2.3.3 Hormonal Regülasyon

Östrojen, sistemik etkilerden bağımsız olarak uterin vazodilatasyona ve uterin kan akımında belirgin bir artışa neden olur (17). Progesteron, östrojenin uterus kan akımı üzerindeki etkisini modüle eder; östrojen reseptörlerinin ekspresyonunu azaltır (35). Gebelik sırasında plazma kortizol seviyeleri yaklaşık iki katına çıkar. Kortizolün uterus kan akımı üzerinde hem sistemik hem de lokal etkileri vardır. Sistemik olarak kortizol, plazma hacmini artırarak uterus kan akımının düzenlenmesine katkıda bulunur. Anjiyotensin II, vazopressin ve norepinefrin dahil olmak üzere vazokonstriktör ajanlara yanıtı güçlendirir (17).

Gebelikte, endojen ve eksojen vazokonstriktörlere oluşan yanıtta genel bir azalma görülür. Sistemik ve uterin dolaşımların görece yanıtsızlığı farklı ajanlar için değişiklik gösterir, bu uteroplental kan akımının düzenlenmesi ve sürdürülmesinde önemli farklılıklar yaratabilir (17).

2.3.4 Vazopressör Ajanların Etkisi

Epinefrin, norepinefrin ve fenilefrin gibi vazokonstriktörlere duyarlılık da gebelik sırasında azalır. Bu, sezaryen doğum için spinal anestezi sırasında kan basıncını korumak için neden nispeten yüksek dozlarda vazokonstriktörlere ihtiyaç duyulduğunu açıklayabilir (36). Anjiotensin II'ye verilen yanıtın aksine, uterin dolaşım bu ajanlara sistemik dolaşımdan daha duyarlıdır. Bu nedenle, büyük katekolamin salınımıyla sonuçlanan kanama veya diğer büyük stresler sırasında; esansiyel maternal perfüzyonun, uteroplental perfüzyona göre daha ön planda korunmasına neden olabilir (17).

2.3.5 Anestezik Yöntemin Etkisi

2.3.5.1 Nöroaksiyel Anestezi

Nöroaksiyal anestezinin uteroplental kan akımı üzerindeki etkisi, birçok faktörün etkileşimine bağlıdır. Doğum sırasındaki ağrı ve stres; sempatik stimülasyon ve dolaşımdaki katekolaminlerin salınımı yoluyla uteroplental kan akımını azaltabilir. Nöroaksiyal analjezi ile etkili ağrı giderme, dolaşımdaki katekolamin konsantrasyonlarını ve hiperventilasyonu azaltır, bu nedenle uteroplental kan akımının korunmasına yardımcı olabilir (37).

2.3.5.2 Genel anestezi

Yaygın olarak kullanılan indüksiyon ajanlarının uteroplental kan akımı üzerinde çok az veya hiç doğrudan olumsuz etkisi yoktur. Genel anestezinin intravenöz indüksiyonu sırasında uteroplental perfüzyon; kan basıncı değişiklikleri, laringoskopi ve endotrakeal entübasyona sempatik yanıt gibi dolaylı mekanizmalardan etkilenebilir (17). Genel anestezi indüksiyonu sırasında hızlı etkili bir opioid (örn., alfentanil, remifentanil) eklenmesi, laringoskopi ve endotrakeal entübasyondan sonra oluşan dolaşımdaki katekolaminlerdeki artışı en aza indirebilir (38)(39). Bu tür opioidlerin

kullanımı uterus kan akımındaki herhangi bir düşüşü hafifletebilse de, neonatal solunum depresyonu ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır (17).

İzofluran, desfluran ve sevofluran dahil olmak üzere inhaler anestezi ajanların normal klinik dozlarının (MAC: 0.5-1.5), uterus kan akımı üzerinde çok az veya hiç etkisi yoktur. Ancak daha derin bir anestezi uygulaması; anne kalp debisi, kan basıncı ve uterus kan akımında azalmalarla ilişkili bulunmuştur. Genel olarak, inhaler ajanların, uterus kan akımı üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında, birbirine üstünlüğü açısından fark bulunamamıştır (17).

2.4 PLASENTAL MADDE GEÇİŞİ

Plasenta, obstetrik anestezi için büyük önem taşıyan kritik bir organdır. Maternal ve fetal kan arasında önemli bir değiş tokuş olmaksızın, gazların, besinlerin ve atıkların fizyolojik transferi için maternal ve fetal dolaşımı birbirine yakın hale getirir.

2.4.1 Oksijen ve Karbondioksit

Maternal kanın uterusu iletimi, fetal oksijen transferini kontrol eden baskın faktördür. Yüksek fetal hemoglobin konsantrasyonu nedeniyle (17 mg/dL), büyük miktarlarda oksijenin fetüse iletimi gerçekleşir. Fetal hemoglobinin oksijen afinitesi daha yüksektir ve bu nedenle, maternal hemoglobine göre daha düşük oksijen kısmi basıncına sahiptir. Bu fark, fetal eritrositler tarafından oksijen alımını artıran, fetal PO_2 'yi düşük tutan ve plasenta boyunca ek oksijen transferini destekleyen bir etki yaratır (17).

CO_2 transferi, çözülmüş CO_2 , karbonik asit (H_2CO_3), bikarbonat iyonu (HCO_3^-), karbonat iyonu (CO_3^{2-}) ve karbaminohemoglobin dahil olmak üzere bir dizi farklı form aracılığıyla gerçekleşir. Fetal ve maternal kan arasındaki PCO_2 farkı fetomaternal transferi şekillendirir. Karbondioksit, oksijenden 20 kat daha fazla diffüze olabilir ve plasentayı kolayca geçer. Fetomaternal

karbondioksit transferi, anne kanını daha asidik ve fetal kanı daha alkali hale getirir. Bu pH değışiklikleri, annenin fetüse oksijen transferini daha da artırarak, maternal ve fetal oksihemoglobin disosiasyon eğrilerinde kaymalara neden olur (17).

Plasental ve fetal glukoz ihtiyacı, GLUT1 ve GLUT3 gibi glukoz taşıyıcıları olan bir difüzyon sistemi tarafından karşılanır. Bu sistem insülin, bir sodyum gradiyentinden veya hücrel enerjiyden bağımsızdır (40).

2.4.2 Anestezik İlaçlar

Plasental geçirgenlik ve farmakokinetik, maternal ilaçlara olan fetal maruziyeti belirler. İlaçların plasentadan taşınmasını değerlendirmek için hayvan modelleri kullanılmıştır; ancak plasental anatomi ve fizyolojideki türler arası farklılıklar bu verilerin insanlara uygulanmasını sınırlar (17).

Maddelerin plasental değışimleri esas olarak maternal dolaşımdan fetüse difüzyon yoluyla olur. Plasentadan fetüse maddelerin difüzyonu maternal-fetal konsantrasyon gradiyentine, maternal proteinlerin bağlanmasına, moleköl ağırlıklarına, yağda çözünürlüklerine ve o maddenin iyonizasyon derecesine bağlıdır. Bir ilacın anne kanındaki konsantrasyonunu en aza indirmek, fetüse ulaşan miktarı sınırlamak için en önemli yöntemdir (41).

Fetal dolaşıma özgü karakteristikler ilaçların fetüste dağılımını da etkiler ve fetüsün hayati organlarının umblikal venöz kanda bulunan kadar yüksek konsantrasyonda ilaca maruz kalmasını önler. Örneğin, umblikal venöz kanın %75'i karaciğerden geçer ve bu sayede ilaçların belli kısmı kalp ve beyne gönderilmek üzere fetal arteriyel dolaşıma ulaşmadan önce metabolize edilir. Ayrıca, inferior vena kavaya duktus venosus aracılığıyla gelen umblikal venöz kandaki ilaç, alt ekstremiteler ve fetüsün pelvik iç organlarından gelen ilaçsız kanla karışır ve bu sayede ilaç miktarı seyrelir (41).

2.5 SEZARYEN

Sezaryen ile doğum, laparotomi ile uterusu ulaşarak, histerotomi insizyonundan fetusun doğurtulması işlemidir. Dünya Sağlık Örgütü, vajinal yolla doğumun yapılamayacağı durumlarda başvurulması gerekirken, dünya çapında giderek yaygınlaşan sezaryen oranının ideal olarak % 10-15 düzeyinde olması gerektiğini belirtmektedir. Ülkemizde canlı doğumlar içinde sezaryen ameliyatının payı 2021 yılında % 60.9'a ulaşmıştır (2).

Vajinal doğuma göre sezaryen ile doğumun mortalite ve morbiditesi daha yüksektir. Komplikasyonları arasında uterin laserasyonlar ve atoniye bağlı kanama, endometrit veya yara yeri enfeksiyonları, mesane ve üreter yaralanmaları, postoperatif dönemde artmış tromboemboli riski, kronik ağrı, ileus, batın içi yapışıklıklar, sonraki gebeliklerde artmış plasental invazyon anomalisine bağlı histerektomi ile uterin rüptür riski bulunmaktadır (42).

Anestezi şekli de sezaryen ameliyatlarında anesteziye bağlı komplikasyon oranını etkilemektedir; rejyonel anesteziye oranla genel anesteziye mortalite ve morbidite oranı daha yüksek bulunmuştur (43).

2.5.1 Sezaryen ile doğumun endikasyonları

Doğumun vajinal yol yerine sezaryen ile gerçekleştirilmesi aşağıda sıralanan çeşitli faktörlere bağlıdır: Maternal nedenler arasında; distosi, doğumun ilerlememesi, plasenta yerleşim anomalileri (önr. plasenta previa), plasental invazyon anomalileri (örn. plasenta akreata veya penkreata), geçirilmiş sezaryen veya uterus ameliyatları, kanama, plasenta dekolmanı, annenin durumunun kötüleşmesi (örn. ağır preeklampsi), genital herpes, çoğul gebelik, annenin sezaryen operasyonu istemesi, uterin rüptür gibi nedenler vardır. Fetal nedenler arasında ise makat geliş veya malprezantasyon, makrozomi, fetal durumun risk altında olması, kordon sarkması, prematürite bulunmaktadır (17).

2.5.2 Preoperatif Hazırlık

Sezaryen ile doğumda tercih edilecek yöntem, kontrendikasyon olmadığı sürece nöraksiyel anestezi'dir. Başarısız anestezi , yetersiz analjezi ve acil durumlarda genel anesteziye geçiş gerekebileceği dikkate alınarak, gebelerde preoperatif hazırlık her iki anestezi yöntemini de kapsamalıdır (7). 'American Society of Anesthesiologists'in 2014 yılında yeniden düzenlediği fiziksel durum sınıflamasına göre, gebeler ASA II sınıfında kabul edilmektedir (44).

ASA standartlarına göre gebelerde rutin temel monitörizasyon maternal pulsoksimetri, EKG, noninvaziv kan basıncı ve fetal kalp hızını kapsar. Nöraksiyel anestezi uygulaması sırasında sürekli monitorizasyon mümkün olmamakla beraber, anestezi öncesi ve sonrası fetal kalp hızı trasesinin değerlendirilmesi yararlıdır (45).

Endikasyona göre invaziv kan basıncı, santral venöz basınç takibi, puls kontür analizi ile nabız basınç varyasyonu, atım volüm varyasyonu, kalp debisi gibi ek monitör takipleri hasta bazında uygulanabilmektedir. Tüm sezaryenlerde idrar sonrası takılmalı ve idrar çıkışı izlenmelidir. Özellikle nöraksiyel opioid kullanılan vakalarda idrar sondası mesane distansiyonu ve atonisini önlemek açısından önem taşır (7).

Nöroaksiyel anestezi ve genel anestezi için gereken ekipman; temel anestezi uygulaması, hava yolu yönetimi ve komplikasyonları yönetmek için gerekli olanları içermelidir. Anestezi komplikasyonlarının sıklığı ve aciliyeti göz önüne alındığında, bu kaynakların hemen ulaşılabilir olması özellikle önemlidir. Ekipman ve sarf malzemelerinin bir kısmının tek bir yerde veya bir arabada olması, özellikle doğum ve doğum ünitesine yerleştirilmesi dikkate alınmalıdır (17).

2.5.3 Nöralaksiyel ve Genel Anestezi

Genel olarak nöralaksiyel (epidural, spinal, CSE) teknikler, sezaryen doğum anestezi için tercih edilen yöntemdir; her tekniğin belirli yararları ve riskleri nihai seçimi belirler.

2.5.3.1 Genel Anestezi

Sezaryen doğum anestezi için tipik olarak nöralaksiyel teknikler tercih edilse de, genel anestezi uygulamasının en uygun seçenek olarak kabul edildiği bazı klinik durumlar mevcuttur. Bunlar; annenin nöralaksiyel teknik için iş birliği yapmayı reddetmesi, nöralaksiyel tekniğin kontrendike olduğu komorbid durumların varlığı, acil doğum nedeniyle nöralaksiyel anestezi için yetersiz zaman olması, intrauterin fetal ölüm, nöralaksiyel uygulama başarısızlığı şeklinde örneklendirilebilir (17).

Hastada zor maske ventilasyonu veya entübasyonu şüphelendiren hava yolu özellikleri varsa, uyanık trakeal entübasyon yapılması düşünülmelidir. Uyanık entübasyon için hazırlıklar arasında antisialagog, sedoanaljezi ve topikal hava yolu anestezi uygulanması yer alır.

Apne sırasında hipokseminin gelişmesini geciktirmek için %100 oksijen ile preoksijenasyon yapılmalıdır; bu apne hipoksemisi, gebeliğin neden olduğu fonksiyonel rezidüel kapasitedeki azalma ve oksijen tüketimindeki artış nedeniyle daha hızlı oluşur. Preoksijenasyon ile hızlı seri indüksiyon başlatılır. Maske ventilasyonu çoğu zaman yapılmaz, çünkü krikoid basınç uygulamaması ve 20 cm H₂O'dan daha yüksek ventilasyon basıncı uygulanması midenin insuflasyonuna neden olabilir. Küçük çaplı kafı bir endotrakeal tüp (6,5 veya 7,0 mm) tercih edilmelidir; endotrakeal tüp içinde esnek bir stile, trakeal entübasyonda "ilk ve en iyi" denemeyi sağlar. Tekrarlanan entübasyon denemelerinde doku travması ve hava yolu ödemi oluşabilir. Zor entübasyon senaryosunda izlenecek yollar arasında hastanın uyanmasına izin vermek, endotrakeal tüp yerleştirmek için alternatif teknikler kullanmak ve alternatif hava yolu cihazları kullanmak mevcuttur (17).

Çoğu cerrahi prosedürün aksine, fetüsün genel anesteziye maruz kalmasını en aza indirmek için cerrahi alan genel anestezi indüksiyonundan önce hazırlanır ve örtülür. İlk cerrahi insizyon; cerrahi örtüler uygulandıktan, ameliyat personeli masa başında hazır olduktan sonra ve anestezi, endotrakeal tüpün doğru yerleştirildiğini onaylayıp operasyon başlangıcı için talimat verdikten sonra yapılmalıdır. Anestezi idamesinin hedefleri arasında; yeterli maternal ve fetal oksijenasyonu sağlamak, uygun anestezi derinliğini devam ettirmek, doğumdan sonra uterin tonus ve yenidoğan üzerinde minimum yan etki gerçekleşmesini sağlamak yer alır. Bu hedeflere inhalasyon anestezisi veya daha az sıklıkla total intravenöz anestezi kullanılarak ulaşılabilir. Neonatal solunum depresyonu ihtimalini en aza indirmek için intravenöz opioidler genellikle doğum sonrasına kadar uygulanmaz; ancak, maternal hemodinamik stabilitenin sağlanmasının veya hava yolu manipülasyonuna ve cerrahi stimülasyona verilen yanıtların körelmesinin istendiği durumlarda, genel anestezi indüksiyonu sırasında opioidlerin uygulanmasının gerekli olduğu durumlar da göz ardı edilmemelidir (17).

Genel anestezik ajanların, yenidoğan yağ dokusundan merkezi dolaşıma yeniden dağıtımı gerçekleşebilir, bu da yenidoğanın solunum çabasında sekonder depresyona yol açabilir. Bu nedenle, normal bir solunum paterni gözlemlenene kadar bir pediatri doktorunun ameliyathane salonunda bulunması tavsiye edilir (17).

2.5.3.2 *Spinal Anestezi*

Spinal anestezi, doğru iğne yerleşiminin görsel olarak doğrulanmasına (BOS'un göz ile görülmesiyle) izin veren basit ve güvenilir bir teknik olmakla birlikte epidural tekniğe göre uygulanması daha kolaydır. Spinal anestezi, tipik olarak bir epidural teknikle sağlanandan daha derin olan hızlı bir nöroblokaj başlangıcı sağlar, bu da ilave intravenöz analjeziklere olan ihtiyacın veya genel anesteziye geçiş ihtimalinin azalmasına neden olur (46). Fonksiyonel spinal blokaj oluşturmak için sadece az miktarda lokal anestezik gerekir; bu nedenle, spinal anestezi, sistemik lokal anestezik toksisitesi için düşük maternal risk ve

fetüse minimum ilaç transferi oluşturmaktadır. Bu avantajlar göz önüne alındığında spinal anestezi, sezaryen doğum için en yaygın kullanılan anestezi tekniğidir (47).

Spinal anestezi genellikle 24 gauge veya daha küçük, kesici olmayan, kalem uçlu bir iğne ile tek enjeksiyon prosedürü ("tek atış" tekniği) olarak uygulanır. Spinal kord çoğu yetişkinde L1'de bitmesine rağmen, küçük bir azınlıkta L2-L3 aralığına kadar uzanır. Bu nedenle spinal teknik, omurilik travması olasılığını önlemek için L3-L4 aralığında veya altında yapılmalıdır (17).

Geleneksel olarak, sezaryen doğum için nöraksiyal anestezi sırasında hipotansiyonun insidansını ve şiddetini azaltmak için intravenöz olarak ("önyükleme" şeklinde) yaklaşık 1 litre kristaloid solüsyon uygulanmıştır. Bununla birlikte, büyük hacimlerde (30 mL/kg) prehidrasyon bile nöraksiyal anestezinin neden olduğu hipotansiyonu önlemede minimal düzeyde etkili olduğu görülmüştür. İntratekal enjeksiyon öncesinde veya sırasında uygulanan kolloid, hipotansiyonu önlemede kristaloitten daha etkilidir (48). İntratekal enjeksiyondan önce uygulanan kolloid (preload), enjeksiyon anında uygulamaya başlamakla (co-load) eşit derecede etkilidir (49). Sıvı verilmesine rağmen devam eden hipotansiyon vazopresörlerle tedavi edilir.

Sezaryen için hedeflenen T4 seviyesine dek ulaşan nöroaksiyel blok sırasında SpO2 takibinin yanı sıra solunum hızı ve derinliğinin klinik gözlemi önem taşır. Gebede fonksiyonel kapasitenin düşmesi, supin pozisyonda gebelerin %50 kadarında kapanma kapasitesinin fonksiyonel rezidüel kapasitenin altına düşmesi, interkostal ve abdominal kaslarının blokajı; vital kapasiteyi ve etkin öksürebilme gücünü azaltır. Gebelerin bir kısmı bunu hava açlığı olarak ifade eder ve dispne görülebilir. Fetüsün çıkartılması, duyuşal ve motor bloğun seviyesinin gerilemesi ile semptomlar kısa sürede geriler. Nöroaksiyel bloğun sempatik lifleri bloke etmesine bağlı olarak sağ atriya ve venöz dönüşün azalması refleks bradikardiye neden olabilir. Sezaryende T4 seviyesinin üzerine çıkan bloklarda ise kardiyak akselaran liflerin blokajına bağlı olarak bradikardi görülür. Özellikle spinal anestezi sırasında bloğun etkisinin hızla oturmasına paralel olarak ciddi hipotansiyon ve kompensatuvar

taşikardi gelişebilir. Bu nedenle nöroaksiyel anestezi sırasında EKG ve kan basıncının yakın takibi gereklidir. Lokal anestezi enjeksiyonunu takiben ilk 20 dakikada kan basıncının 1-3 dakika arayla izlenmesi ile, kan basıncına göre sıvı infüzyon hızının ayarlanması ve gerekirse vazopressörlerin titre edilmesi mümkün olur (7).

Nöroaksiyel bloklar oturur ya da yan yatar pozisyonda uygulanabilir. Gebe blok yapıldıktan sonra 15 kadar sola eğik pozisyonda veya sağ kalça altına kama şeklinde yükselti konurak yatırılmalı, böylece aortakaval kompresyonun bloğa bağlı hipotansiyonu olumsuz etkilemesi engellenmelidir (7).

Nöroaksiyel anestezi altında yapılan sezaryen ameliyatları sırasında gebeye oksijen verilmesi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Eskiden rutin olarak önerilse de, nazal kanül ve maske ile verilen oksijenin oda havasına kıyasla, fetal oksijenizasyonu önemli ölçüde değiştirmedeği hatta zararlı olabileceği yönünde sonuçlar bildirilmiştir (7). Rejyonel anestezi ile yapılmış elektif sezaryenleri kapsayan bir meta analizde fetal umblikal arteriyal oksijenin düşük riskli vakalarda değişmediği, ancak yüksek riskli vakalarda yarar sağladığı saptanmıştır. Sonuçlar toplu olarak ele alındığında term gebelerde ek oksijen kullanımının maternal veya neonatal yarar ve zararı olmadığı, ancak maternal ve neonatal kan gazı değerleri ve serbest oksijen radikallerini arttırdığı belirtilmiştir (50).

2.6 YENİDOĞANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

2.6.1 APGAR ve ilk değerlendirme

İntrauterin hayattan ekstrauterin hayata geçiş, yenidoğan için en önemli dönemlerden biridir. Bu geçiş çoğu zaman sorunsuz gerçekleşir, bebeğin anatomik ve fizyolojik durumuna, doğumun kolaylığına veya zorluğuna ve dış çevre koşullarına bağlıdır. Bu dönemde hızlı bir değerlendirme ve destekleyici bakım başlatılmalıdır (17).

Apgar skoru, doğumdan 1 ve 5 dakika sonra değerlendirilen beş parametreye dayanır. İlk puanlar düşükse, 5 veya 10 dakikalık aralıklarla daha fazla puanlama yapılabilir. Puanlama; kalp atış hızı, solunum çabası, kas tonusu, refleks ve renk olmak üzere beş parametreden oluşmaktadır ve her bir parametre için 0, 1 veya 2 puan verilir. Toplam 8 - 10 puan normaldir, 4 - 7 puan orta düzeyde durumu ve 0 - 3 puan acil resüsitasyon ihtiyacını gösterir (51).

Apgar skrolama sistemi, yenidoğan popülasyonunda mortalite ve nörolojik morbiditeyi değerlendirmeye yardımcı olur. Preterm doğum, konjenital anomaliler, nöromüsküler hastalıklar, antenatal ilaca maruz kalma, doğumda manipülasyon Apgar skorunu etkileyebilir (17).

Yenidoğanın ilk değerlendirmesinde, resüsitasyonun ABC 'sine (hava yolu, solunum, dolaşım) derhal dikkat etmelidir.

Normal yenidoğan solunum hızı dakikada 30 - 60 nefes arasındadır. Solunum 30. saniyede başlamalı ve 90. saniyede düzenli olmalıdır. Solunum fonksiyonunun yeterliliğinin değerlendirilmesi, yenidoğan solunum sıkıntısı belirtileri için kapsamlı gözlem gerektirir ve SpO₂ tahmini ile de değerlendirilebilir. Nabız oksimetresi, yenidoğanın klinik olarak stabil dönemlerinde doğru SpO₂ tahminleri sağlar, ancak hızlı desatürasyon sırasında değerleri olduğundan yüksek olarak gösterebilir. Ek olarak, doğumhanede SpO₂ ölçümleri dalgalı seyredebilir ve sağlıklı bir yenidoğanda preduktal SpO₂'nin %95'in üzerinde olması 10 dakikadan fazla sürebilir (17).

Siyanoz 5 - 10 dakikanın üzerinde devam ettiğinde veya oksijen desteği gerektiğinde, nabız oksimetre sensörü yenidoğanın preduktal kan akımını alan sağ üst ekstremitesine uygulanmalıdır; çünkü SSS kan akımı da preduktal olduğundan, sağ üst ekstremiteden yapılan SpO₂ ölçümleri SSS oksijenasyonunun daha doğru bir şekilde değerlendirilmesini sağlar (52).

2.6.2 Kan gazları

Umbilikal kord kan gazı ve pH ölçümleri, doğum sırasında fetüsün durumunu yansıtır ve doğumdan sonra rutin olarak bakılabilir veya yalnızca neonatal depresyon tablolarında izlenebilir. Umbilikal kord kan gazı analizinin ölçülen bileşenleri pH, PCO₂, PO₂ ve bikarbonattır (HCO₃⁻). İdeal olarak, hem umbilikal arterden hem de venden kan örnekleri alınır. Umbilikal arter kan gazı ölçümleri fetal durumu temsil ederken, umbilikal ven ölçümleri maternal durumu ve uteroplental gaz değişimini yansıtır (17).

Kan gazı örnekleme sürecinin doğru yapılması önemlidir. Umbilikal kord doğumdan hemen sonra çift klemplenir, doğum sonrası 15 dakika içinde alınan numuneler uygun miktarda heparin içeren bir şırıngaya çekilir ve 30-60 dakika içinde analiz edilir (53)(54)(55).

2.7 NIRS

Transillüminasyon veya ışığın vücuttan geçişi 1800'lerin başından beri incelenmektedir. İlk olarak 1831'de Richard Bright tarafından tanımlanan başın transillüminasyonu, sonunda hidrosefali tanımlamak için ilk ışık bazlı teşhis tekniği olarak kabul edilecektir (56). 1977'de Jobsis, dokunun ışığı absorbe ettiğini (dalga boyu 700–1.000 nm) ve 5-6 cm çapında hayati doku ölçümü için kullanılabileceğini bildirdi (57). 1986'da preterm bebeklerde serebral oksijenasyonun izlenmesi için NIRS (near-infrared spektroskopi) kullanılarak pediatrik uygulamanın ilk raporundan bu yana, NIRS izlemi seçenekleri önemli ölçüde artmıştır (58).

NIRS, NIR (near-infrared) ışığının dokulardan geçerken kromofor moleküllerinin [oksihemoglobin (O₂Hb) ve deoksihemoglobin (HHb), sitokrom-c oksidaz (CCO), miyoglobin gibi] absorbe ettiği miktar ile yapılan bir ölçüm tekniğidir (59). Işığın dokular tarafından tutulumu ışığın dalga boyu ile ilişkilidir. Ultraviyole ışık (100 - 400nm dalga boyu) DNA ve proteinler tarafından, gözle görülür ışık (400 – 700nm dalga boyu) hemoglobin tarafından, infrared (750 - 1000nm dalga boyu) ışık ise su tarafından absorbe edilir. Bahsi geçen bu ışık dalga boyları dokulara penetre olamaz. NIR ışık ise protein veya su tarafından absorbe edilmediği için daha derin dokulara penetrasyon gösterebilirler (60). Kromofor konsantrasyonu ise direkt olarak dokular tarafından absorbe edilen ışık miktarını belirler (59).

Bir optik fizik yasası olan Beer-Lambert kanunu, NIRS çalışma prensip temelini oluşturmaktadır. Bu yasaya göre ışığın soğurulma miktarı içinden geçtiği dokunun özelliğine bağlıdır. Fotonlar dokularda kırılma, yansıma ve saçılım gösterdiğinden ışık kaynağı ile prob arasındaki uzaklık doğrudan ölçülemez. Bu sebeple rScO₂ ile ilgili tahmini değerler ölçülebilmektedir (59).

Yenidoğan serebral dokusuna, ince deri ve kafatası katmanları nedeniyle NIR ışığı (700–1.000 nm) kolayca nüfuz edebilir. Bir verici, yaklaşık 2-3 cm derinliğindeki serebral dokudan yansıyarak, yakın kızılötesi spektrumunki ışığını bir detektöre gönderir (61). Oksijenize (O₂Hb) ve non-oksijenize (HHb) hemoglobin, NIR ışığını farklı dalga boylarında absorbe toplam Hb'yi (THb = O₂Hb + HHb) oluşturur. NIR ışık absorpsiyonundaki farklılıklar sensör tarafından algılanır, O₂Hb ve HHb konsantrasyonlarını hesaplamak için kullanılır. O₂Hb ve HHb arasındaki oran, rScO₂ olarak ifade edilir. NIR ışığı, hem arteriyel hem de venöz damarlarda HHb ve O₂Hb tarafından %25:75 oranında emilir ve bu nedenle NIRS, esas olarak serebral venöz oksijen saturasyonunu yansıtır (62).

NIRS yöntemi INVOS (Covidien, Somanetics, Troy, MI.) cihazı ile serebral rejyonel oksijen saturasyonu ölçmede, yansıtılan infrared ışığın 1-1,5 cm derinlikte, 1/3 arter, 2/3 ven kanı karışımından oluşan, 'watershed zone' diye adlandırılan bölgenin saturasyonunu gösterdiği ifade edilmektedir. NIRS

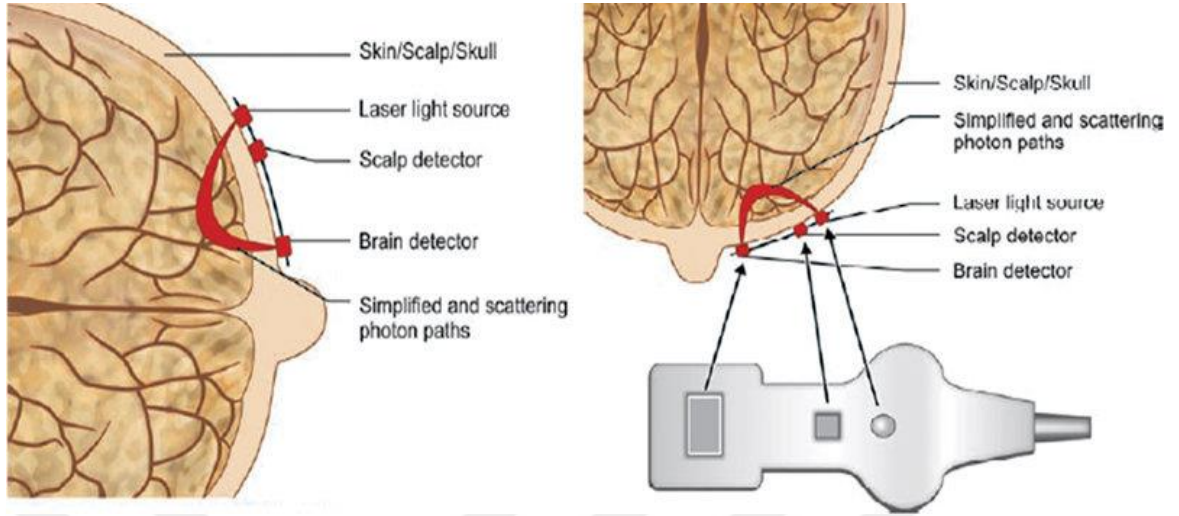
yönteminin, serebral rejyonel oksijen satürasyonu izleminde trend monitörü olarak kullanımı FDA tarafından onaylanmıştır. Ayrıca NIRS'ın pediatrik hastalarda somatik (karaciğer, böbrek, mezenter) kullanımı da mevcuttur. Bir trend monitörü olduğu için bazal değeri ile kıyaslanarak izlem yapılması gerekmektedir (63).



Şekil 2: $crSO_2$ ölçümü için kullanılan spektrofotometri (Masimo) (64)

NIRS, birden fazla organda rSO_2 'yi izlemek için kullanılabilir. Serebral bölgesel doku oksijen satürasyonu ($crSO_2$), renal bölgesel doku oksijen satürasyonu ($rrSO_2$) ve splanknik bölgesel doku oksijen satürasyonu ($srSO_2$), şu anda bebeklerde kullanılan en yaygın izlemlerdendir (65).

Problar frontal bölge, tenar kas, ön kol, pektoral kas, deltoid kas, lateral vastus kası ve paravertebral alana yerleştirilebilir. Probların yerleştirileceği alanın kuru ve temiz olması önemlidir. NIRS yöntemi ile doku perfüzyon ölçümü, sarılık, ciddi serebral sinüs problemleri, ödem ve yağ dokusunun fazla oluşundan etkilenebilir (66).



Şekil 3: Serebral oksimetre sensörünün derin ve yüzeysel fotodedektörleri (67)

Term bebeklerde, doğumda beynin rejyonel SO_2 'si ($crSO_2$) 3. dakikada %44 ve 7. dakikada %76 ile ekstrauterin yaşama hızla uyum sağlar ve ardından sabit kalır. Serebral rSO_2 'un doğum şekline etkilenmediği gösterilmiştir, bu da beyne giden kan akımının muhtemelen doğum şekline bağımsız olarak otoregülasyon ile belirlendiğini göstermektedir. Ayrıca, doku tarafından tüketilen oksijen miktarının bir ölçüsü olan fraksiyonel oksijen ekstraksiyonu (FTOE), NIRS kullanılarak belirlenebilir. Doğumdan sonraki ilk 5 dakikada fraksiyonel oksijen ekstraksiyonu önemli ölçüde artar, sonrasında stabil hale ulaşır. Serebral metabolizmanın sabit kaldığı varsayıldığı durumlarda, fraksiyonel oksijen ekstraksiyonu serebral kan akımı için dolaylı bir parametre olarak kullanılmıştır (68).

Near-infrared spektroskopi ile $crSO_2$ ölçümleri, oksihemoglobinin total hemoglobine oranının gösteren serebral oksijenasyon ölçümleridir (10)(11).

Bölgesel serebral oksimetre, periferik puls oksimetrenin beyindeki oksijenin tam olarak gösterilmesinin yetersiz olduğu durumlarda serebral oksijenin monitorizasyonunda klinisyene yardımcı olur ve ilgili alandaki $crSO_2$ gösterir (12)(13)(14). $CrSO_2$, serebral oksijen sunumu ve gereksinim arasındaki

dengeyi yansıtır. Normal crSO₂ değerleri %60 civarındadır. Bu ölçümler serebral venöz oksijen satürasyonuna yakın bir değerlendirmedir. Çünkü serebral vasküler volümün yaklaşık %70-80' i venöz, %15-20'i arteriyel ve %5'i kapiller dolaşımdan oluşmaktadır. crSO₂'deki %5 azalma serebral oksijenasyonun etkilendiğini gösterir, crSO₂'de %10'a kadar olan azalma serebral disfonksiyonu gösterir (11).

Oksijenasyonun değerlendirilmesinde bir diğer yaklaşım da oksijen sunumu ile tüketimi arasındaki denge ile belirlenir. Bu dengeğin önemli belirleyicisi de FTOE'dur. CrSO₂ ile sistemik arteriyel oksijen satürasyonu arasındaki fark, kabaca FTOE olarak kullanılmaktadır. Stabil bir oksijen tüketimine rağmen oksijen sunumu azaldığında FTOE'da artış gözlenir. Bu nedenle sürekli ve non invaziv FTOE ((SpO₂-crSO₂)/SpO₂) hesaplanması bu denge için iyi bir belirleyici olabilir (15).

3 GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız prospektif, gözlemsel, klinik araştırma olup, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun onayı (193 karar nolu) alınarak Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi. Ocak 2020 – Ocak 2023 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği tarafından elektif sezaryen ile doğum yapan gebelerde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya toplam 49 gebe dahil edilmiştir ve tüm gebelere Helsinki Bildirgesi'ne uygun şekilde çalışma ile ilgili bilgi verilip yazılı ve sözlü onamları alınmıştır.

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği'nde elektif sezaryen endikasyonu konulan 18 yaş üstü, Amerikan Anesteziyoloji Derneği (ASA) II grubu, gestasyonel yaşı 36-41 hafta arasında olan sağlıklı ve tek bebek bekleyen 40 yaş altı gebeler üzerinde gerçekleştirildi. Elektif olmayan olgular, 18 yaşından küçük, çalışmaya katılmayı kabul etmeyen, ASA skoru III ve üzerinde olan, sigara - alkol kullanımı olan, diyabet, hipertansiyon, böbrek yetmezliği, karaciğer yetmezliği, konjestif kalp yetmezliği, kalp kapak hastalığı, astım, kronik obstruktif akciğer hastalığı tanısı olan, preeklampsi, eklampsi ya da gebeliğe bağlı başka bir rahatsızlığı olan gebeler, preterm ve postterm gebelikler, çoğul gebelikler, fetal anomali beklenen, mekonyum aspirasyonu riski olan gebelikler, plasenta yerleşim veya plasenta adezyon anomalisi olan gebeler ve resüsitasyon ve doğum sonrası oksijen ihtiyacı olan yenidoğanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm gebeler 6-8 saatlik açlık süresinden sonra ameliyata alındı. Premedikasyon odasında gebelerin yaş, vücut kitle indeksi (VKİ), gestasyon yaşı, ASA skoru, ek hastalıkları, multipar veya primipar oluşu kaydedildi. Tüm gebelerde rutin uygulamamızda 18 ve/veya 20 G damar yolu açılıp kristaloid ve kolloid sıvı infüzyonu uygulandı. Gebelerin hiçbirine farmakolojik premedikasyon yapılmadı. Gebeler operasyon masasına alındıktan sonra

uterusun vena cavaya basısını engellemek amacı ile operasyon masasına 10-15 derece sola deviasyon ve sağ kalça altına yükseklik konularak uterin deviasyon sağlandı. Tüm gebelerde EKG, kalp atım hızı (KAH), sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB), periferik oksijen saturasyonu (SpO₂) monitörize edilerek ölçülen değerler bazal değer olarak kaydedildi. Ayrıca tüm gebelerde anestezi başlangıcından cilt insizyonuna, anestezi başlangıcından uterin insizyona ve anestezi başlangıcından bebek çıkımına kadar olan süreler kaydedildi.

Her iki grupta da bebek çıkımından sonra uterin kontraksiyonu sağlamak amacı ile tüm gebelere 1000 ml IV sıvıya 30 ünite oksitosin eklendi. Oksitosinin yetersiz kaldığı durumlarda metilergonovin 0,2 mg intramüsküler yoldan uygulandı.

Çalışma kapsamına alınan gebeler Grup 1 (spinal anestezi uygulanan grup) ve Grup 2 (genel anestezi uygulanan grup) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Uygulanacak anestezi yöntemi klinik ve anestezi uygulama kılavuzlarına uygun olacak şekilde her iki anestezi yöntemi hakkında hastaya bilgi verildikten sonra, uygulanacak anestezi yöntemine göre gebeler sınıflandırıldı.

Grup 1'deki gebeler operasyon masasına alındıktan KAH, noninvaziv kan basıncı değerleri ve SpO₂ değerleri bazal değer olarak kaydedildi. Spinal anestezi uygulanmasına karar verilen gebelere en az 18 G geniş bir damar yolu daha açıldı. Sezaryen için T4'e kadar olan dermatomların anestezisinin gerekmesi ve oluşabilecek sempatik blokaj nedeniyle, önceden var olan hipovolemiyi ortadan kaldırmak için gebelere uygun miktarda intravenöz dengeli elektrolit solüsyonu bir kristaloid veya kolloid verildi. Sıvı resüsitasyonuna yanıt vermeyen hipotansiyonu tedavi etmek amacı ile hasta başında vazopressor (adrenalin, noradrenalin, efedrin) ilaçlar hazır olarak bulunduruldu. Gebelere lateral pozisyon verilerek ponksiyon bölgesi povidone-iodine-poly-iyot kompleksi ile silindikten sonra delikli steril örtü ile örtüldü. Post dural ponksiyon baş ağrısını azaltmak amacı ile ince (25-27 G) kalem uçlu ve atravmatik spinal iğneler kullanıldı. Spinal iğne girişim yerleri için L3-L4 veya L4-L5 seviyesi tercih edildi. Cilt ve cilt altı dokuları geçmesi

için spinal iğneler bir kılavuz (introducer) içinden uygulandı. Ligamentum flavum ve dura geçilip subaraknoid alana girildiğinde mandren çıkarıldı, BOS serbest akışı görüldükten sonra gebenin boyu ve kilosu göz önünde bulundurularak uygun dozda (yaklaşık 10-12 mg) hiperbarik bupivakain spinal iğneden uygulandı. Anestezik ilacın enjeksiyonundan sonra gebe, sol uterin deviye olacak şekilde sırtüstü yatırıldı ve kan basıncı stabilize olana kadar her 3 dakikada bir ölçüldü. Olası bradikardi ve hipotansiyon açısından gebelere yakın EKG ve kan basıncı takibi yapıldı. Alkollü pamuk ile duyu blok seviyesi kontrol edildi ve anestezi T4 dermatom düzeyine ulaşınca sezaryen ameliyatına başlandı. Operasyon süresince sistolik arter basıncında (SAB) %25 ve üzerinde azalma olması hipotansiyon olarak kabul edildi ve vazopressor ilaçlar ile tedavi edildi. Bu gruptaki hastalara ek oksijen desteği verilmedi, desatürasyon görülen ve ek oksijen desteği ihtiyacı olan gebeler çalışma dışı bırakıldı. Operasyon sırasında cilt insizyonu, bebek çıkımı ve plasenta çıkımı esnasındaki KAH, SpO₂, OAB değerleri kaydedildi.

Grup 2'deki gebeler operasyon masasına alındıktan sonra EKG, KAH, SAB, DAB, OAB, SpO₂ monitörize edilerek ölçülen değerler preoperatif değer olarak kaydedildi. Preoksijenize edildikten ve hastalar steril olarak örtülüp ekip hazır olduktan sonra indüksiyona başlandı. Entübasyon öncesi gebeye rampa pozisyonu verildi. Eş zamanlı olarak gebeye krikoid bası (Sellick manevrası) yapıldı. Anestezi indüksiyonu tiyopental 4-6 mg/kg ve 0.9-1.2 mg/kg rokuronyum ile yapıldı, 30-60 saniye sonra gebeye uygun seçilen endotrakeal tüp ile entübasyon yapıldı ve mekanik ventilatöre bağlandı. Endotrakeal tüpün konumu doğrulanıp kaf şişirilinceye kadar krikoid basıya devam edildi. Anestezi idamesinde %40 oksijen-%60 hava karışımı ve 0,5-1,0 MAC volatil halojenli ajan (Sevofluran) ile pozitif basınçlı ventilasyon uygulandı. Entübasyon sonrası cerrahi ekip tarafından sezaryen operasyonuna başlandı. Entübasyon doğrulandıktan sonra cerrahi başlatıldı. Olgulara tidal volüm 6-8 ml/kg, solunum frekansı 10-15/dk, PEEP: 5 cmH₂O ve I:E 1:2, endtidal CO₂ değeri 30-35 olacak şekilde kontrollü ventilasyon sağlandı. Bebek çıkartılıp umbilikal kord klemplendikten sonra gebelere analjezik olarak 2 mg/kg intravenöz fentanil yapıldı. Gebelerin anestezi indüksiyonundan sonraki cilt

insizyonu, bebek çıkımı ve plasenta çıkımı esnasındaki KAH, SpO₂, OAB değerleri kaydedildi.

Tüm yenidoğanlar doğumun hemen sonrasında ısıtılmış ameliyathane örtüleri ile kurularak bebek bakım masasına alındı. Sonrasında sağ frontal bölgeye bir adet neonatal NIRS probu yerleştirildi.

NIRS cihazı (O3TM, Masimo, Irvine, CA) ile bebek çıkımı sonrası 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14. ve 16. dakikalardaki rejyonel serebral doku oksijenizasyon değerleri kaydedildi. Kalp hızı ve periferik oksijen saturasyonu ölçümleri için sağ ele bağlanan pulse oksimetre probu (NellcorTM, Medtronic, Minneapolis, MN) kullanıldı.

Yenidoğanların doğum ağırlıkları, 1. ve 5. dk Apgar skorları, umbilikal kord kan gazındaki fetal pH, PO₂, pCO₂, laktat, glukoz değerleri, doğumdan sonra 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14. ve 16. dakikalarda kalp hızı ve SpO₂ değerleri kaydedildi. Serebral fraksiyonel doku oksijen ekstraksiyonu değeri (cFTOE), crSO₂, KAH ve SpO₂ ölçümlerinden hesaplandı ve kayıt altına alındı.

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için SAS 9.4 programı kullanılmıştır. Araştırmanın ölçümle belirlenen nicel değişkenleri için tanımlayıcı istatistikler olarak ortalama ve standart sapma, sayımla belirlenen nitel değişkenler için ise tanımlayıcı istatistikler sayı ve yüzde şeklinde gösterilmiştir. Kullanılan verilerin öncelikle normal dağılıma uygunluk testleri Shapiro-Wilk testi ve çarpıklık katsayılarının incelenmesi ile yapılmıştır. Yapılan testler sonucu ve çarpıklık katsayılarının tüm değişkenler için +3 ve -3 arasında olduğundan, verilerin normal dağılım gösterdiği anlaşılmıştır ve istatistiksel analizde parametrik testler kullanılmıştır (George ve Mallery, 2011). İki kategorili değişkenler arasındaki ikili karşılaştırmalarda bağımsız gruplar arası t testi, üç veya daha fazla kategorili değişkenler arasındaki farklılıkları bulabilmek amacıyla Varyans Analizi (F testi) uygulanmıştır. Nicel tipteki değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Aynı hastalardan alınan birden fazla nicel tipteki değişkenlerin analizinde tek yönlü Tekrarlı ölçüm Varvans Analizi kullanılmıştır. Aynı hastalardan farklı izlemlerde alınan ölçümleri ikili olarak

karşılaştırmak için bağımlı gruplar arası veya eşli gözlem t-testi uygulanmıştır. Çalışmanın tamamında anlamlılık düzeyi olarak 0.05 değeri kabul edilmiştir.



4 BULGULAR

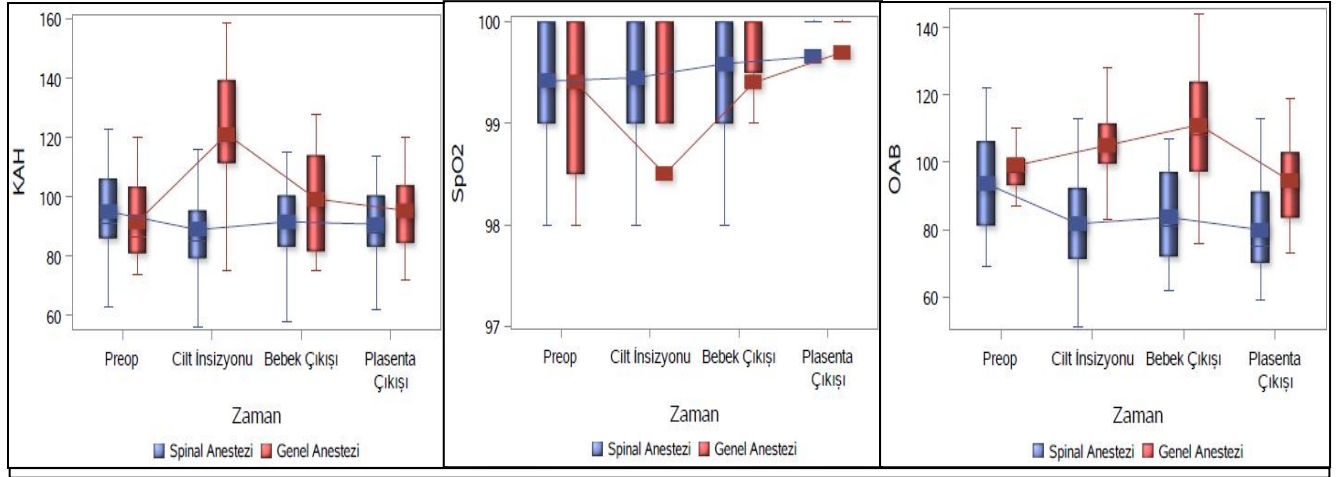
Çalışmamız, Ocak 2020 – Ocak 2023 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği tarafından elektif sezaryen ile doğum yapan 49 olgu üzerinde gerçekleştirildi. Olgular iki gruba ayrılarak, 1.gruptaki olgulara spinal anestezi (n=29), 2. gruptaki olgulara ise genel anestezi (n=20) uygulandı.

Çalışmamızda değerlendirmeye aldığımız gebelerin yaş, ağırlık, boy ve VKİ gibi demografik verilerin değerlendirilmesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 1).

Tablo 1: Maternal demografik verilerin karşılaştırılması

	Grup 1 (Spinal Anestezi)		Grup 2 (Genel Anestezi)			
	ORT	SS	ORT	SS	t	P
Anne yaşı	28.59	6.34	30.65	4.69	1.24	0.2218
Anne ağırlığı (kg)	76.45	11.77	77.00	16.43	0.14	0.8915
Anne boyu (cm)	160.86	5.85	162.45	7.33	0.84	0.4040
VKİ	29.47	3.84	29.06	5.02	-0.32	0.7473

Çalışmamızda değerlendirmeye aldığımız olgulara ait preoperatif maternal KAH, OAB ve SpO₂ değerlerinin cilt insizyonu, bebek çıkımı ve plasenta çıkımı sırasındaki verileri Grafik 1 ve Tablo 2’ de belirtilmiştir:



Grafik 1: Grup 1 ve Grup 2’deki gebelerin KAH, OAB ve SpO₂ değerlerinin zamana göre dağılımı

Tablo 2: Maternal KAH, OAB ve SpO₂ değerleri

	Preoperatif		Cilt İnsizyonu		Bebek Çıkımı		Plasenta Çıkımı	
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS
Grup 1 (Spinal Anestezi)								
KAH(atım/dk)	95.10	17.71	88.97	18.37	91.66	13.37	90.83	12.55
OAB (mmHg)	93.62	15.31	81.76	15.12	83.66	13.96	79.97	14.16
SpO₂	99.41	0.98	99.45	0.91	99.59	0.78	99.66	0.77
Grup 2 (Genel Anestezi)								
KAH(atım/dk)	91.65	13.85	121.25	21.53	99.35	17.64	95.45	12.50
OAB (mmHg)	99.05	9.22	105.05	11.18	111.15	18.73	94.45	12.34
SpO₂	99.40	0.88	98.50	3.68	99.40	1.31	99.70	0.66

Çalışmamızda değerlendirmeye aldığımız olgulara ait preoperatif maternal KAH, OAB ve SpO₂ değerlerinde cilt insizyonu, bebek çıkımı ve plasenta çıkımı sırasındaki değişiklikler hem grup içinde hem de gruplar arasında karşılaştırılmıştır .

Grup 1 içinde KAH’da giriş değerine göre yapılan karşılaştırmalarda, KAH’nın tüm ölçümlerinde bazal değerlere göre anlamlı fark saptanmamıştır. ($p>0.05$). Grup 2 içinde giriş değerine göre yapılan karşılaştırmada, KAH’nın; cilt insizyonu ($p<0.0001$) ve bebek çıkımı ($p=0.041$) anındaki değerinde anlamlı bir yükselme gözlenmiştir (Tablo 3).

Maternal OAB’nın grup içi değerlendirilmesinde; Grup 1’deki olgularda OAB’nın bazal değerlere göre karşılaştırılmasında; cilt insizyonu ($p=0.0001$), bebek çıkımı ($p=0.0018$) ve plasenta çıkımı ($p=0.0002$) anındaki değerinde anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. Grup 2’deki annelerin OAB’nın bazal değerine göre yapılan karşılaştırılmasında, cilt insizyonu ($p=0.037$) ve bebek çıkımı ($p=0.0132$) anındaki değerinde anlamlı bir yükselme gözlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3: Maternal hemodinamik verilerin grup içi karşılaştırılması

	Grup 1 (Spinal Anestezi)						Grup 2 (Genel Anestezi)					
	Preop-Cilt İnsizyonu		Preop-Bebek Çıkımı		Preop-Plasenta Çıkımı		Preop-Cilt İnsizyonu		Preop-Bebek Çıkımı		Preop-Plasenta Çıkımı	
	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
KAH	1.73	0.0950	1.16	0.2569	1.49	0.1467	-6.12	<.0001	-2.19	0.0410	-1.23	0.2350
OAB	4.51	0.0001	3.45	0.0018	4.33	0.0002	-2.24	0.0371	-2.73	0.0132	1.82	0.0847
SpO₂	-0.23	0.8231	-1.09	0.2829	-1.37	0.1824	1.15	0.2635	0.00	1.0000	-2.04	0.0553

Maternal hemodinamik verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında; KAH, OAB, SpO₂ bazal değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Maternal KAH'nın gruplar arası karşılaştırılmasında cilt insizyonunda Grup 2'deki değerleri, Grup 1'e kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.0001$). Maternal OAB'nın gruplar arası karşılaştırılmasında; cilt insizyonu, bebek çıkımı ve plasenta çıkımındaki değerleri Grup 1'de Grup 2'ye kıyasla anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0.0001$) (Tablo 4)

Maternal SpO₂ değerlerinde ise grup içi ve gruplar arasında anlamlı farklılık saptanamamıştır ($p>0.05$). (Tablo 3,4)

Tablo 4: Maternal hemodinamik verilerin gruplararası karşılaştırılması

		Grup 1 (Spinal Anestezi)		Grup 2 (Genel Anestezi)			
		ORT	SS	ORT	SS	t	p
Preoperatif	KAH(atım/dk)	95.10	17.71	91.65	13.85	-0.73	0.4687
	OAB (mmHg)	99.41	0.98	99.40	0.88	-0.05	0.9601
	SpO ₂	93.62	15.31	99.05	9.22	1.42	0.1633
Cilt insizyonu	KAH(atım/dk)	88.97	18.37	121.25	21.53	5.64	<.0001
	OAB (mmHg)	99.45	0.91	98.50	3.68	-0.05	0.9601
	SpO ₂	81.76	15.12	105.05	11.18	5.86	<.0001
Bebek çıkımı	KAH(atım/dk)	91.66	13.37	99.35	17.64	1.74	0.0889
	OAB (mmHg)	99.59	0.78	99.40	1.31	-0.05	0.9601
	SpO ₂	83.66	13.96	111.15	18.73	5.89	<.0001
Plasenta çıkımı	KAH(atım/dk)	90.83	12.55	95.45	12.50	1.27	0.2105
	OAB (mmHg)	99.66	0.77	99.70	0.66	-0.05	0.9601
	SpO ₂	79.97	14.16	94.45	12.34	3.70	0.0006

Anestezi başlangıcı ve bebek çıkımı arasındaki süre iki grup arasında karşılaştırıldığında, Grup 1'deki sürenin, Grup 2'ye kıyasla anlamlı olarak daha uzun olduğu görüldü ($p<0.0001$). Uterin insizyon ve bebek çıkımı arasındaki süre de Grup 1'de, Grup 2'ye göre anlamlı olarak daha uzun bulundu ($p=0.0076$). Cilt insizyonu ve bebek çıkımı arasındaki sürelerde, iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0.05$). (Tablo 5)

Tablo 5: Gruplararası anestezi başlangıcı, uterin insizyon, bebek çıkım sürelerinin karşılaştırılması

	Grup 1 (Spinal Anestezi)		Grup 2 (Genel Anestezi)			
	ORT	SS	ORT	SS	t	P
Anestezi başlangıcı - bebek çıkımı (saniye)	858.93	182.34	299.55	121.13	-12.00	<.0001
Cilt insizyonu - bebek çıkımı (saniye)	294.48	140.18	239.50	121.86	-1.42	0.1618
Uterin insizyon - bebek çıkımı (saniye)	71.00	37.30	44.30	25.08	-2.79	0.0076

Yenidoğanlara ait verilerin incelenmesinde; APGAR skorları ile bebek ağırlıkları, KAH, SpO₂, CRSO₂, FTOE değerleri ile umbilikal korddan alınan kan örneklerinden elde edilen kan gazları analizleri (pH, pCO₂, pO₂, laktat, hemoglobin, glukoz) gruplararası karşılaştırılmıştır.

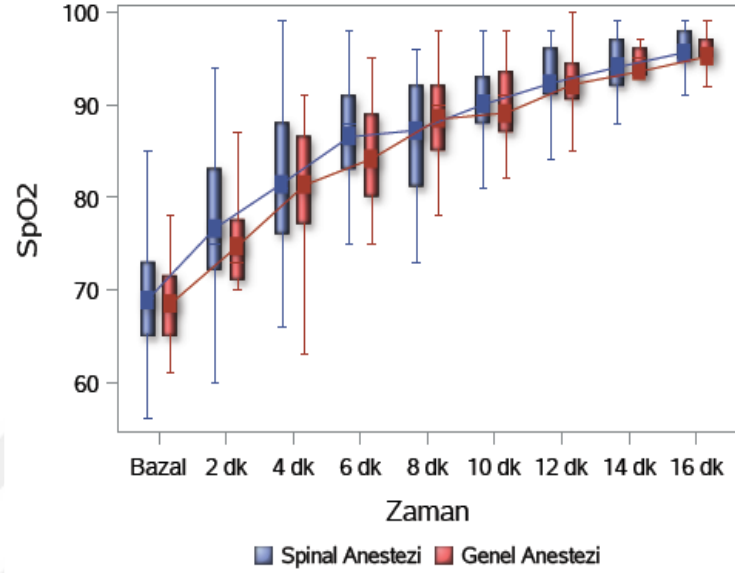
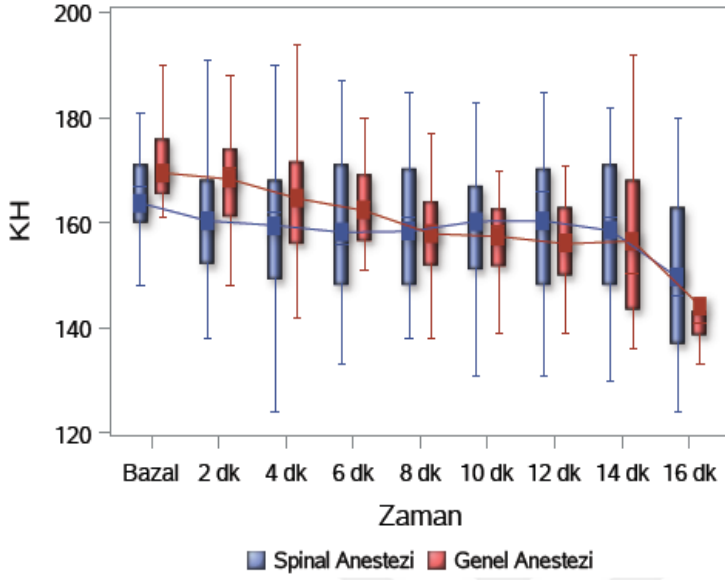
1. ve 5. dakika APGAR skorları ve bebek ağırlıkları karşılaştırıldığında; gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0.05$). (Tablo 6)

Tablo 6: Yenidoğanların APGAR skorları ve ağırlıklarının karşılaştırılması

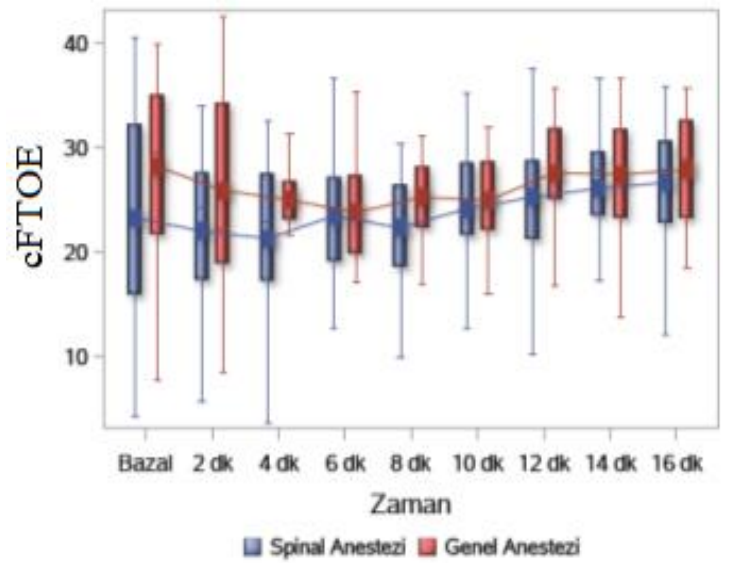
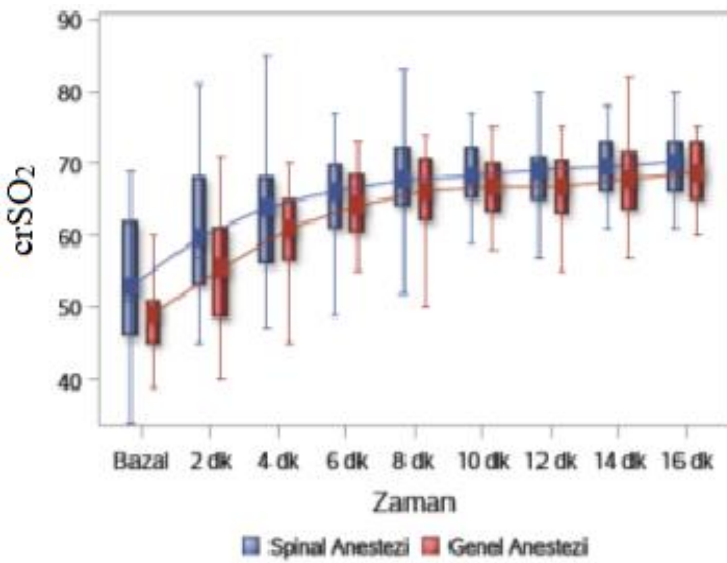
	Grup 1 (Spinal Anestezi)		Grup 2 (Genel Anestezi)			
	ORT	SS	ORT	SS	t	P
Yenidoğan ağırlığı (gram)	3366.00	365.32	3159.25	425.34	-1.82	0.0750
APGAR skoru – 1. dakika	8.17	0.60	8.10	0.55	-0.43	0.6707
APGAR skoru – 5. dakika	9.21	0.49	9.25	0.44	0.31	0.7552

Yenidoğanların KAH, SpO₂, crSO₂ ve FTOE verileri Grafik 2 ve 3, Tablo 7’de gösterilmiştir:

Grafik 2: Yenidoğanların KAH ve SpO₂ değerleri



Grafik 3: Yenidoğanların crSO₂ ve cFTOE değerleri



Tablo 7: Yenidoğanların zamana göre KAH, SpO₂, crSO₂ ve cFTOE değerleri

		GRUP 1				GRUP 2			
		KAH	SpO ₂	crSO ₂	cFTOE	KAH	SpO ₂	crSO ₂	cFTOE
Bazal	ORT	163.79	68.97	53.00	23.17	169.55	68.45	49.10	28.09
	SS	16.44	8.09	9.64	10.74	10.05	5.23	6.00	8.55
2. dk	ORT	160.41	76.66	59.76	21.92	168.35	74.70	55.45	25.79
	SS	15.10	9.81	9.26	8.24	10.00	6.11	8.04	8.88
4. dk	ORT	159.55	81.48	63.97	21.21	164.70	81.30	61.00	24.89
	SS	14.96	10.26	8.72	7.85	12.53	6.82	5.82	4.99
6. dk	ORT	158.24	86.52	66.21	23.37	162.35	84.15	64.15	23.69
	SS	16.99	6.81	7.61	7.59	11.94	7.60	6.38	5.01
8. dk	ORT	158.41	87.24	67.72	22.22	157.95	88.45	66.20	25.15
	SS	16.76	6.62	6.02	6.23	8.75	6.63	6.06	4.26
10. dk	ORT	160.31	90.03	68.31	24.07	157.45	89.10	66.80	24.85
	SS	13.17	5.16	5.60	5.48	8.15	7.81	5.68	4.81
12. dk	ORT	160.41	92.31	69.10	25.15	156.05	92.20	66.80	27.48
	SS	14.59	4.74	7.10	6.46	9.01	4.66	5.22	5.48
14. dk	ORT	158.55	94.07	69.55	26.02	156.55	93.60	67.95	27.34
	SS	13.82	3.62	5.45	5.62	16.23	4.12	5.61	5.97
16. dk	ORT	149.59	95.66	70.24	26.55	144.20	95.20	68.70	27.75
	SS	15.31	2.70	5.57	5.77	12.36	3.86	4.55	5.24

Yenidoğanların KAH, SpO₂, crSO₂ ve FTOE ölçümlerinin bazal değerlerine göre karşılaştırılmasında; Grup 1'deki yenidoğanların KAH'larında, sadece 16.dakikada bazal değere göre anlamlı bir düşüş bulundu. SpO₂ ve crSO₂ değerlerinde yapılan tüm ölçümlerde bazal değerlere göre anlamlı yükselme saptanmıştır. FTOE değerlerinde ise yapılan tüm ölçümlerde bazal değere göre anlamlı fark bulunmadı. Grup 2'deki yenidoğanların KAH'larında, 2. dakika hariç tüm ölçümlerde bazal değere göre anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. SpO₂ ve crSO₂ değerlerinde yapılan tüm ölçümlerde bazal

değerlere göre anlamlı yükselme saptanmıştır. FTOE değerlerinde ise sadece 6. dakikada anlamlı bir azalma gözlemlendi. (Tablo 8).

Tablo 8: Yenidoğanların KAH, SpO₂, crSO₂ ve cFTOE'nun bazal değerlere göre karşılaştırılması

		GRUP 1				GRUP 2			
		KAH	SpO ₂	crSO ₂	cFTOE	KAH	SpO ₂	crSO ₂	cFTOE
Bazal -2. dk	t	1.29	-6.90	-5.91	0.99	0.66	-6.12	-4.22	1.48
	p	0.2082	<.0001	<.0001	0.3310	0.5160	<.0001	0.0005	0.1548
Bazal -4. dk	t	1.64	-7.74	-6.65	1.12	2.12	-11.43	-8.54	1.72
	p	0.1114	<.0001	<.0001	0.2715	0.0470	<.0001	<.0001	0.1021
Bazal -6. dk	t	1.63	-12.01	-7.18	-0.10	2.93	-12.29	-10.24	2.40
	p	0.1151	<.0001	<.0001	0.9216	0.0087	<.0001	<.0001	0.0270
Bazal -8. dk	t	1.70	-11.41	-10.13	0.46	4.27	-17.65	-13.89	1.59
	p	0.1011	<.0001	<.0001	0.6460	0.0004	<.0001	<.0001	0.1284
Bazal -10. dk	t	1.02	-14.76	-10.59	-0.51	3.93	-13.28	-13.99	1.55
	p	0.3160	<.0001	<.0001	0.6161	0.0009	<.0001	<.0001	0.1383
Bazal -12. dk	t	1.16	-18.01	-10.29	-1.00	3.99	-21.88	-12.84	0.29
	p	0.2552	<.0001	<.0001	0.3277	0.0008	<.0001	<.0001	0.7741
Bazal -14. dk	t	1.52	-19.02	-11.02	-1.60	2.83	-20.42	-14.82	0.38
	p	0.1392	<.0001	<.0001	0.1205	0.0108	<.0001	<.0001	0.7071
Bazal -16. dk	t	4.57	-20.25	-12.23	-2.01	6.85	-20.55	-15.16	0.16
	p	<.0001	<.0001	<.0001	0.0542	<.0001	<.0001	<.0001	0.8716

Yenidoğanlarının KAH, SpO₂, CRSO₂ ve FTOE ölçümlerinin gruplar arasındaki değerleri karşılaştırıldığında, KAH'nın yalnızca 2. dakikadaki değeri; Grup 1'de, Grup 2'ye kıyasla daha düşük bulundu (p=0.045). Gruplar arası SpO₂, CRSO₂ ve FTOE değerlerinin karşılaştırılmasında anlamlı bir fark bulunmadı (p>0.05) (Tablo 9).

		GRUP 1(ORT±SS)		GRUP 2(ORT±SS)		t	p
Bazal	KAH (atım/dk)	163.79	16.44	169.55	10.05	1.39	0.1699
	SpO ₂	68.97	8.09	68.45	5.23	-0.25	0.8030
	crSO ₂	53.00	9.64	49.10	6.00	-1.60	0.1154
	cFTOE	23.17	10.74	28.09	8.55	1.71	0.0940
2. dk	KAH (atım/dk)	160.41	15.10	168.35	10.00	2.06	0.0453
	SpO ₂	76.66	9.81	74.70	6.11	-0.25	0.8030
	crSO ₂	59.76	9.26	55.45	8.04	-1.69	0.0983
	cFTOE	21.92	8.24	25.79	8.88	1.57	0.1241
4. dk	KAH (atım/dk)	159.55	14.96	164.70	12.53	1.26	0.2130
	SpO ₂	81.48	10.26	81.30	6.82	-0.25	0.8030
	crSO ₂	63.97	8.72	61.00	5.82	-1.33	0.1905
	cFTOE	21.21	7.85	24.89	4.99	1.85	0.0700
6. dk	KAH (atım/dk)	158.24	16.99	162.35	11.94	0.93	0.3556
	SpO ₂	86.52	6.81	84.15	7.60	-0.25	0.8030
	crSO ₂	66.21	7.61	64.15	6.38	-0.99	0.3266
	cFTOE	23.37	7.59	23.69	5.01	0.16	0.8734
8. dk	KAH (atım/dk)	158.41	16.76	157.95	8.75	-0.11	0.9103
	SpO ₂	87.24	6.62	88.45	6.63	-0.25	0.8030
	crSO ₂	67.72	6.02	66.20	6.06	-0.87	0.3895
	cFTOE	22.22	6.23	25.15	4.26	1.82	0.0748
10. dk	KAH (atım/dk)	160.31	13.17	157.45	8.15	-0.86	0.3928
	SpO ₂	90.03	5.16	89.10	7.81	-0.25	0.8030
	crSO ₂	68.31	5.60	66.80	5.68	-0.92	0.3610
	cFTOE	24.07	5.48	24.85	4.81	0.52	0.6089
12. dk	KAH (atım/dk)	156.05	9.01	160.41	14.59	-1.19	0.2406
	SpO ₂	92.20	4.66	92.31	4.74	-0.25	0.8030
	crSO ₂	66.80	5.22	69.10	7.10	-1.24	0.2223
	cFTOE	27.48	5.48	25.15	6.46	1.32	0.1933
14. dk	KAH (atım/dk)	156.55	16.23	158.55	13.82	-0.46	0.6447
	SpO ₂	93.60	4.12	94.07	3.62	-0.25	0.8030
	crSO ₂	67.95	5.61	69.55	5.45	-1.00	0.3226
	cFTOE	27.34	5.97	26.02	5.62	0.78	0.4367
16. dk	KAH (atım/dk)	144.20	12.36	149.59	15.31	-1.31	0.1979
	SpO ₂	95.20	3.86	95.66	2.70	-0.25	0.8030
	crSO ₂	68.70	4.55	70.24	5.57	-1.02	0.3113
	cFTOE	27.75	5.24	26.55	5.77	0.74	0.4606

Tablo 9 Yenidoğanların KAH, SpO₂, crSO₂ ve cFTOE ‘nın gruplararası karşılaştırılması

Spinal anestezi uygulanan gebelerde vazopressör gereksinimi olan olgu sayısı 11 (%37.93) dir. Vazopressör ihtiyacı olan ve olmayan annelerin değerleri karşılaştırıldığında; iki grup arasında, KAH ve SpO₂ değerleri için anlamlı bir fark görülmemiştir (p>0.05). Orta arter basıncı değerleri, vazopressör almış annede (80.70 ± 15.45), vazopressör almamış olan anne grubuna (87.22 ± 14.94) kıyasla anlamlı olarak daha düşük bulundu (p=0.026).

Vazopressör ihtiyacı olan ve olmayan annelerin yenidoğanlarının değerleri karşılaştırıldığında ise; vazopressör ihtiyacı olan anne bebeklerinde KAH, vazopressör ihtiyacı olmayan anne bebeklerine göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu (p<0.0045). CRSO₂ değeri; vazopressör ihtiyacı olan anne bebeklerinde, vazopressör ihtiyacı olmayan anne bebeklerine göre anlamlı olarak daha düşük (p<0.0001), FTOE değeri ise anlamlı olarak daha yüksek bulundu (p<0.0001). Her iki grup arasında, yenidoğan SpO₂ değerleri için anlamlı bir fark görülemedi (p>0.05). (Tablo 10)

Tablo 10: Spinal anestezi uygulanan grupta vazopressör gereksinimi olan ve olmayan annelerin yenidoğanlarının KAH, SpO₂, crSO₂ ve cFTOE değerlerinin karşılaştırılması

	Vazopressor (+)		Vazopressor (-)			
	ORT	SS	ORT	SS	t	p
KAH (atım/dk)	162.27	14.40	156.69	15.78	2.86	0.0045
SpO₂	69.82	8.11	68.44	7.85	1.35	0.1767
crSO₂	62.53	8.41	67.02	8.99	-4.02	<.0001
cFTOE	26.19	5.92	22.24	7.80	4.33	<.0001

Umbilikal kord kan gazı değerleri gruplararası karşılaştırıldığında; laktat ve pH değerleri Grup 1'deki değer, Grup 2'ye kıyasla anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü (pH için p= 0.042, laktat için p=0.0014). PCO₂ değeri gruplar arasında karşılaştırıldığında ise Grup 2'deki ortalama değer, Grup 1'e kıyasla daha yüksek bulundu (p=0.008). PO₂, glukoz ve hemoglobin değerleri için ise iki grup arasında anlamlı fark bulunamadı (p>0.05). (Tablo 11)

Tablo 11: Yenidoğanların umbilikal kord kan gazı değerlerinin karşılaştırılması

	Grup 1 (Spinal Anestezi)		Grup 2 (Genel Anestezi)			
	ORT	SS	ORT	SS	t	p
pH	7.37	0.03	7.35	0.03	-2.09	0.0420
pO₂ (mmHg)	26.57	8.79	31.25	7.05	1.98	0.0538
pCO₂ (mmHg)	39.28	3.58	42.85	5.55	2.74	0.0086
Glukoz (mg/dL)	65.10	8.91	62.55	8.89	-0.99	0.3287
Laktat (mmol/L)	1.50	0.31	1.19	0.30	-3.40	0.0014
Hemoglobin (g/dL)	14.28	1.87	13.92	0.96	-0.80	0.4286

Grup 1 içerisindeki vazopressör alan ve almayan annelerin yenidoğanlarının umbilikal kord kan gazı değerleri karşılaştırıldığında; pH, pCO₂, pO₂, laktat, hemoglobin ve glukoz değerleri için iki grup arasında anlamlı bir fark görülemedi ($p > 0.05$) (Tablo 12)

Tablo 12: Vazopressör alan ve almayan annelerin yenidoğanlarının umbilikal kord kan gazı değerlerinin karşılaştırılması

	Vazopressor (+)		Vazopressor (-)			
	ORT	SS	ORT	SS	t	P
pH	7.36	0.03	7.37	0.02	-0.49	0.630
pO₂ (mmHg)	24.89	10.0	27.5	8.08	-0.75	0.459
pCO₂ (mmHg)	39.03	3.16	39.4	3.88	-0.29	0.770
Glukoz (mg/dL)	66.50	8.50	64.2	9.27	0.69	0.497
Laktat (mmol/L)	1.63	0.26	1.41	0.32	1.97	0.060
Hemoglobin (g/dL)	14.26	1.63	14.2	2.05	-0.03	0.971

5 TARTIŞMA

Yenidoğanın intrauterin dönemden ekstrauterin hayata geçiş dönemi, umbilikal kordun klemplenmesini takiben pulmoner dolaşımın başlaması ile serebral doku oksijenasyonunuda değişiklikler gösteren ciddi ve kritik bir süreçtir (69). Bu sürecin monitorizasyonu, hipoksinin özellikle immatur neonatal sinir sisteminin metabolik fonksiyonlarını tehdit etmesi nedeni ile önemlidir. Eğer zamanında düzeltilmezse hipoksi sinir hasarına neden olabilir ve serebral hipoksi uzun ve kısa vadede beyin hasarı, paralizi gibi kötü klinik sonuçlara neden olabilir (70)(71). Aşırı oksijen maruziyeti de yenidoğanda bronkopulmoner displazi, retinopati ve nörolojik hasar neden olabilir (72)(73).

Yenidoğanın intrauterin dönemden ekstrauterin hayata geçiş dönemi, kompleks fizyolojik değişiklikler nedeni ile oldukça hassas ve kritik bir dönemdir. Pulse oksimetre, arteriyel oksijen satürasyonu (SpO₂) ve kalp atım hızını (KAH) ölçer ve bu adaptasyon sürecinde rutin olarak kullanılan yararlı bir non invaziv metoddur. Ancak doğrudan beyin oksijenizasyonunu değerlendirmez. Bu geçiş döneminde SpO₂ >80 için 5 dakika, SpO₂ >90 olması için yaklaşık 10 dakikalık bir zaman gerekmektedir. Bu postnatal geçiş dönemi için en hassas organın beyin olduğu kabul edilmektedir. Serebral perfüzyon ve oksijenasyondaki yetersizlik ve dalgalanmalar, hipoksi ve hiperoksi de yenidoğanda serebral olumsuz etkilere neden olmaktadır. Pulse oximetre doğrudan beyin oksijenizasyonunu değerlendirmez, oksijen satürasyonunun neonatal resusitasyonda kullanımı ile ilgili uzun ve kısa vadeli sonuçlarda tartışmalar mevcut (74)(72)(75).

Near-infrared spektroskopisi (NIRS), rejyonal serebral doku oksijen satürasyonu monitorizasyonu (crSO₂) ile yeterli serebral perfüzyonu gösteren, serebral hipoperfüzyonun belirlenmesi ve önlenmesinde oldukça yararlı bir monitörizasyondur. Near-infrared spektroskopisi ile crSO₂ ölçümleri, oksihemoglobinin total hemoglobine oranının gösteren serebral oksijenasyon ölçümleridir (11)(10). Bölgesel serebral oksimetre, periferik puls oksimetrenin beyindeki oksijenin tam olarak gösterilmesinin yetersiz olduğu durumlarda

serebral oksijenin monitorizasyonunda klinisyene yardımcı olur ve ilgili alandaki $crSO_2$ gösterir (12)(13)(14). $crSO_2$, serebral oksijen sunumu ve tüketimi arasındaki dengeyi yansıtır ve arteriyel oksijen satürasyonu ve kalp hızından daha belirleyicidir (69).

Normal $crSO_2$ değerleri %60 civarındadır. Bu ölçümler serebral venöz oksijen satürasyonuna yakın bir değerlendirmedir. Çünkü serebral vasküler volümün yaklaşık %70-80' i venöz, %15-20'i arteriyel ve %5'i kapiller dolaşımdan oluşmaktadır. $crSO_2$ 'deki %5 azalma serebral oksijenasyonun etkilendiğini gösterir, $crSO_2$ 'de %10'a kadar olan azalma serebral disfonksiyonu gösterir (11).

Oksijenasyonun değerlendirilmesinde bir diğer yaklaşım da oksijen sunumu ile tüketimi arasındaki denge ile belirlenir. Bu dengenin önemli belirleyicisi de FTOE'dur. $crSO_2$ ile sistemik arteriyel oksijen satürasyonu arasındaki fark, kabaca serebral FTOE olarak kullanılmaktadır. Stabil bir oksijen tüketimine rağmen oksijen sunumu azaldığında FTOE'da artış gözlenir. Bu nedenle sürekli ve non invaziv FTOE hesaplanması bu denge için iyi bir belirleyici olabilir (15).

Neonatal hayata geçişte beyin hipoksi ve iskemiye en hassas organ olduğu için son zamanlarda NIRS monitorizasyonu kullanılarak $crSO_2$ ve serebral FTOE monitorizasyonuna giderek artan bir ilgi mevcut (76).

Genel anestezi ve rejyonel anestezi, sezaryen operasyonlarında kullanılan başlıca anestezi yöntemleridir. Bu iki anestezi yönteminin her birinin anne için avantaj ve dezavantajları mevcut olup tercih edilecek anestezi yöntemi hala tartışmalı bir konudur. Sezaryen operasyonu için tercih edilen anestezi tekniğinin bu geçiş döneminde, yenidoğan üzerindeki etkileri hala tartışma konusudur. Bu çalışmamızda, uygulanan anestezi yönteminin serebral doku oksijenizasyonu üzerine etkilerini araştırdık.

Çalışmamızda spinal anestezi ve genel anestezi altında sezaryen operasyonu uygulanan gebelerde yenidoğanların serebral oksijenasyonunu NIRS monitorizasyonu ile değerlendirdik. Tüm gebelerde standart anestezi yöntemi

uygulanırken, spinal anestezi alan gebelere operasyon süresince hiçbir şekilde nazal oksijen inhalasyonu uygulanmadı. Spinal anesteziye bağlı hipotansiyon gelişen ve vazopressör gereksinimi olan gebeler kayıt altına alındı. Yenidoğanların rutin olarak ısıtıcı altına alınıp, hızlı bir şekilde ilk yardım yapılarak NIRS ile monitorize edildi ve 2 dakika ara ile toplam 16 dakikalık süredeki KAH, SpO₂ ve crSO₂ verileri ve serebral FTOE değerleri hesaplanarak kayıt altına alındı.

Serebral oksijenasyonun izlenmesinde hem spinal hem de genel anestezi uygulanan gebelerde 16 dakikalık gözlem süresince hem SpO₂ hem de crSO₂ değerlerinin giderek yükseldiğini ve bu yükselmenin bazal değerlere göre anlamlı olduğunu gözledik. Ancak, genel anestezi grubundaki gebelerin yenidoğanlarında bazal crSO₂ değerleri bir miktar daha düşük olsa da bu istatistiksel olarak anlamlı değildi ve bu genel anestezinin yenidoğan solunum depresyonu etkisi ile olabileceğini düşünmekteyiz. Yenidoğanın uyarılması ile genel anestezi grubundaki yenidoğan bebeklerin crSO₂ değerleri hızlı bir şekilde yükselmeye başlamıştır. Spinal anestezi uygulanan gebelerin yenidoğanları 2.dakikada %59.7 ile normal değere çok yaklaşmışken, hem genel hem de spinal anestezi grubundaki yenidoğanların crSO₂ değerleri 4.dakikada %60'ın üzerine çıkmıştır.

Sezaryen ile doğumdan hemen sonraki birkaç dakika içinde neonatal crSO₂ değişikliklerini gösteren bazı çalışmalar mevcut (77)(78)(79)(80). Bir grup araştırmacılar elektif sezaryen sonrası ve vajinal doğum sonrası 15 dakika içindeki crSO₂ ve serebral FTOE değişikliklerini kaydetmişlerdir (81)(82)(83).

Pichler G ve arkadaşları (84), sezaryen ve vajinal doğum sonrası 15 dakika içinde hiçbir medikasyon almayan yenidoğanların crSO₂ ve serebral FTOE değişikliklerini NIRS monitorizasyonu ile izledikleri çalışmalarında; tüm yenidoğanların 2. dakika crSO₂ değeri %41, 5. dakika crSO₂ değeri %68, 10. dakika değeri %79, 15. dakika değeri ise %77 olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca serebral FTOE değerlerini 2. dakikada %33, 5. dakikada %21, 10. dakikada %15, 15. dakikada %18 olarak saptamışlardır. Yazarlar, neonatal yaşama geçişte bu oranların kullanımının oksijen sunumu, serebral

oksijenasyonun değerlendirilmesi ve serebral hipoksi- hiperoksiden kaçınmada yol gösterici olabileceğini bildirmektedirler. Bizim çalışmamızdaki sonuçlarımız da Pichler G ve arkadaşları ile benzerlik göstermekte ve 4. dakikadan itibaren normal $crSO_2$ değerlerine ulaşılmıştır.

Kenichi Isobe ve arkadaşları (80), 26 term sezaryen ve vajinal doğum olgusunda neonatal NIRS monitorizasyonu ile $crSO_2$ 'yi SpO_2 ile değerlendirdikleri çalışmalarında; SpO_2 de gruplararası bir değişiklik olmazken, $crSO_2$ değeri vajinal doğum grubunda 2 dakikada %29'dan 8.5 dakika hızla %68 'e yükseldi ve 15. dakikada %66'da stabil seviyeyi korudu. Sezaryen grubunda ise 8. dakikaya kadar hızla yükseldi ancak bu zaman diliminden sonra 15 dakikaya kadar olan süreçte %57'ye geriledi ve yazarlar doğumun modunun serebral oksijenizasyonda önemli olabileceğini bildirmektedirler. Yazarlar aynı zamanda serebral oksijenasyonun sadece SpO_2 ile belirlenemeyeceğini, beyin tarafından oksijen sunumu ve/veya tüketimine de bağlı olduğunu belirtmektedirler. Oksijen sunumu başlıca kardiyak output ve vasküler direğin belirlediği serebral kan akımı tarafından etkilenir.

Fetal dönemden neonatal döneme geçiş periyodu çok hızlı gelişir ve komplikedir. Çoğu term yenidoğanlar, doğum sonrası 10 dakika içinde duktus arteriozusa karşı bir akıma sahiptirler, ve sistemik vasküler rezistans hızla artar. Bu süreçte bu faktörler ve diğerleri serebral dokuda hızlı oksijen değişikliklerine neden olur ve beyindeki oksijen değişiklikleri diğer dokulardan daha hızlıdır (85).

Düşük serebral oksijenasyonlu yenidoğanlar uzun ve kısa vadeli nörolojik sekellere neden olan hipoksik iskemik beyin hasarına maruz kalırlar (86). Klinik araştırmalar, resusitasyon sırasında aşırı oksijen uygulamasının ilave oksidatif strese bağlı olarak mortalitede artışa neden olabileceğini bildirmektedir (87).

Hang ve arkadaşları (88), yenidoğanın neonatal döneme geçişinde 1 saatlik süredeki $crSO_2$ takiplerinde yenidoğanların 2. dakika da ortalama % 49 olan $crSO_2$ değerlerinin 7.dakikada %55.7, 8.dakikada ise %81 değerlerine ulaştığını gözlemişlerdir. Bizim çalışmamızda 4. dakikada her iki gruptaki

yenidoğanların $crSO_2$ değerleri %60'ın üzerine çıkmıştır. Hang ve arkadaşlarının çalışmalarında düşük $crSO_2$ oranını oksijen inhalasyonu uygulanan intratekal anestezi grubunda % 4.9, uygulanmayan grupta % 9 olarak belirtmektedirler. Yüksek $crSO_2$ oranını ise %6.1 ve %5.5 olarak belirtmektedirler. Yazarlar oksijen inhalasyonu ve anormal $crSO_2$ arasında zayıf bir korelasyon bulduklarını belirtmektedirler. Bizim çalışmamızda spinal anestezi uyguladığımız gruptaki olguların hiçbirine ilave oksijen uygulanmadı.

Berndt Urlesberger ve arkadaşları, sezaryen ve vaginal doğumda NIRS ve SpO_2 ile $crSO_2$ yi değerlendirdikleri çalışmalarında 4-8 dakikada sezaryen doğumlarda SpO_2 ve kalp atım hızları anlamlı derecede düşük olup, $crSO_2$ değerlerinde bir farklılık saptamadıklarını ancak serebral FTOE değerlerinde 10.dakikada anlamlı fark belirtmektedirler. Genel ve spinal anestezi ile sezaryen anestezisini karşılaştırdığımız çalışmamızda, genel anestezi grubunun yenidoğanlarında 6 dakikada serebral FTOE değerleri bazal değerlere göre daha düşük olarak saptandı. Bu sırada KAH bazal değerine göre anlamlı olarak düşüktü.

Düşük $crSO_2$ düzeylerinin ASA III gibi maternal komorbiditeleri içeren çeşitli faktörler ile birlikte olabileceğini, yüksek $crSO_2$ düzeylerinin ise intratekal anestezi sonrası maternal sistolik basıncın 143mmg üzerinde, diastolik basıncın 90 mmHg üzerinde olması gibi maternal komorbiditeler ile ilişkili bulmuşlardır. Düşük $crSO_2$ için risk faktörü olan maternal komorbiditeler primer dolaşım sistemi ve gestasyonel diabetes gibi metabolik hastalıklardır. Gebede hiperglisemi, fetal hiperglisemiye neden olarak hipoksi riskini artırır. Bu durum gestasyonel diyabet ve düşük $crSO_2$ ilişkisini açıklar. Ancak yazarlar hiperglisemi ile düşük $crSO_2$ değerleri arasında ve kan gazları ile $crSO_2$ arasında bir korelasyon bulmadıklarını belirtmektedirler.

Kratky E ve arkadaşları, komplike olmayan vajinal doğum sonrası yenidoğanların ilk 15 dakika süre ile $crSO_2$ düzeylerini ve bunun preduktal SpO_2 ile korelasyonunu değerlendirmişlerdir. $crSO_2$, NIRS ile, SpO_2 ve kalp hızı sağ el bileğinden pulse oksimetre ile monitorize edildi ve veriler ilk 15 dakika süre ile kaydedildi. Aynı zamanda serebral FTOE değerleri de

hesaplanarak kaydedildi. $crSO_2$, hızlı bir şekilde 2. dakika da %39, 5 dakika da %69 değerlerine ulaştı. SpO_2 , 2. dakikada %72'den 14. dakikada %96 ya ulaştı. Serebral FTOE'da 2. dakikadan 4. dakikaya kadar anlamlı bir azalma ve 8. dakikadan 13. dakikaya kadar anlamlı bir artış gösterdi. SpO_2 , ilk 14 dakika süresince artmasına rağmen $crSO_2$ 5. dakikadan sonra değişiklik göstermediğini belirtmektedirler. Serebral FTOE ilk 4 dakika da azaldı, daha sonra standart değerlerde seyretti.

Rejyonel anestezi yönteminin istenmeyen yan etkileri arasında ciddi maternal hipotansiyon ve bradikardi mevcuttur. Bu yan etki annede uteroplental akımı ve dolayısıyla bebeğin oksijenizasyonunu ve fetal asit-baz dengesini etkileyebilir. Tercih edilen anestezi yöntemlerinin APGAR skoru üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda sonuçlar farklılık göstermektedir. Bazı çalışmalarda spinal anestezi grubunda 5. dakika APGAR skorunun genel anestezi grubuna göre daha düşük bulunduğunu gösterse de (89), bunun tam tersini gösteren çalışmalar da mevcuttur (90). Bununla birlikte spinal veya genel anestezi tekniklerinin 1. ve 5. dakika APGAR skoru üzerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık yaratmadığı çalışmalarda gösterilmiştir (91)(92)(93). Bizim çalışmamızda benzer olarak 1. ve 5. dakika APGAR skorlarında gruplar arasında anlamlı bir fark gösterilemedi.

Doğum sonrası geçiş sürecindeki sağlıklı bir yenidoğanın arteriyel oksijen saturasyonunun $>80\%$ 'e ulaşması için en az 5 dakikaya ve 90% 'a ulaşması için yaklaşık 10 dakikaya ihtiyacı olduğu bilinmektedir (74). Ozgen ve ark.'nın yenidoğan serebral oksijenizasyon üzerine yaptığı bir çalışmada kombine spinal-epidural anestezi (CSEA) ve genel anestezi alan annelerin yenidoğanlarının sezaryen ile doğum sonrası SpO_2 ve $crSO_2$ değerleri karşılaştırılmış, her iki değer için genel anesteziye kıyasla CSEA grubundaki değerler daha yüksek bulunmuştur(94). Ancak bu çalışmada kaydedilen değerler, doğum sonrası sadece ilk 2.5 dakika içerisindeki verileri içermektedir. Willfurth ve ark.'nın genel ve spinal anestezinin yenidoğanın serebral oksijenizasyon üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada 3. ve 15. dakikalar arasında her dakika için preduktal SpO_2 , KAH, $crSO_2$ ve cFTOE ölçümleri gruplar arasında karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, $crSO_2$ ve cFTOE

ölçümleri her iki grupta benzer olarak bulunmuş, SpO₂ (5., 6. ve 10. dakikalarda) ve KAH (7., 10., 11., 12. ve 15. dakikalarda) değerleri ise belirtilen zaman ölçümlerinde genel anestezi grubunda spinal anestezi grubuna göre anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur (95). Bizim çalışmamızda ise yenidoğanların doğum sonrası ısıtıcı altına getirildikten sonraki ilk dakika içerisinde kurutulup ısıtılması beklendi, sonrasında alınan ilk değerler bazal değerler olarak kaydedilip ikişer dakika aralıklarla 16 dakika boyunca ölçümleri kaydedildi. Yapılan ölçümlerde iki grup arasındaki crSO₂, cFTOE ve SpO₂ değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamadı, KAH için ise sadece 2. dakikadaki değerlerde genel anestezi grubunda spinal anestezi grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu gözlemlendi.

Çalışmamızda anestezi başlangıcı, cilt insizyonu, uterin insizyon ve bebek çıkımı arasındaki süreler her iki grup arasında karşılaştırılmıştır. Grup 1'deki anestezi başlangıcı-bebek çıkımı ve uterin insizyon-bebek çıkımı arasındaki süreler Grup 2'ye kıyasla daha uzun bulunmuştur. Cilt insizyonu-bebek çıkımı arasındaki süre için her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da Grup 1'deki ortalama değerin, Grup 2'ye kıyasla daha uzun olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin; genel anestezi indüksiyonunun cerrahi hazırlık sonrası yapılması, dolayısıyla bunun da bahsi geçen cerrahi süreleri en aza indirmiş olmasıdır.

Grup 1 annelerin hemodinamik parametreleri; grup içinde bazal değere göre karşılaştırıldığında, cilt insizyonu ve plasenta çıkımı sırasındaki orta arter basıncının bazal değere göre anlamlı olarak daha düşük olduğu görüldü. Bunun nedeninin spinal anestezinin yarattığı sempatik blokaj nedeniyle orta arter basıncında azalmaya bağlı olduğu düşünüldü. Bebek çıkımı sırasında ise bazal değere göre bir fark bulunamadı, bunun nedeninin ise annenin bebek çıkımı esnasındaki hissettiği rahatsızlık ve stres kaynaklı olabileceği düşünüldü.

Grup 2'deki annelerin hemodinamik parametreleri grup içerisinde karşılaştırıldığında; KAH ve OAB değerleri cilt insizyonu ve bebek çıkımı esnasında bazal değere göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuş olup plasenta çıkımı esnasında bazal değere göre bir anlamlı bir fark görülmemiştir.

Bu veriler, genel anestezi uygulanan gebelerde indüksiyon sırasında analjezik bir ajan kullanılmaması, dolayısıyla annenin entübasyon ve cerrahi uyarılara karşı artmış sempatik yanıt oluşması ile açıklanabilir. Bebek çıkımı sonrası anneye analjezik ajan uygulanmış olup plasenta çıkımı esnasındaki değerlerde bazal değerlere göre anlamlı bir fark bulunmaması yine aynı nedenle açıklanabileceği düşünülmüştür. Aynı şekilde genel ve spinal anestezi grupları karşılaştırıldığında; KAH ve OAB arasındaki anlamlı farklar, bahsedilen nedenlere atfedilebilir.

Sezaryen operasyonlarındaki anestezi seçimlerinin umblikal kord kan gazı üzerine etkileri birçok çalışma ile araştırılmış ve çeşitli sonuçlar bulunmuştur. Genel anestezi ve spinal anestezinin, umblikal kord kan gazı üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; genel anestezinin daha yüksek oksijenizasyon ile, spinal anestezinin ise daha düşük pH ve daha yüksek pCO_2 değerleri ile ilişkilendirildiğini gösteren çalışmalar olduğu görülmüştür (96)(97). Evans ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada, genel anestezinin fetal oksijenizasyonu iyileştirdiği gösterilse bile yenidoğan APGAR skorlarının genel anestezi grubunda rejyonal anestezi gruplarına göre daha düşük bulunduğu gösterilmiş, ancak gruplar arasında respiratuar depresyon açısından bir fark gösterilememiştir ve bu APGAR skor farkının nedeni olarak plasental anestetik madde geçişi sorumlu tutulmuştur (98).

Fowjdar ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada spinal ve genel anestezi grupları arasında umblikal kord kan gazı değerleri karşılaştırılmış, spinal grubundaki pH değerinin genel anestezi grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (99). Yi-chen ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada ise genel ve spinal anestezi alan grupların umblikal kord kan gazı karşılaştırmasında iki grup arasında pH, pCO_2 ve pO_2 değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (93). Bizim çalışmamızda gruplar arasında karşılaştırma yapıldığında ise pH ve laktat değeri spinal anestezi grubunda, pCO_2 değeri ise genel anestezi grubunda anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda spinal anestezi grubu içerisinde vazopressör alan ve almayan annelerin yenidoğan hemodinamik parametreleri karşılaştırılmıştır.

Vazopressör alan anne grubundaki yenidoğanlarda almayanlara göre, yenidoğan KAH ve cFTOE değerleri anlamlı olarak daha yüksek, crSO₂ değerleri ise anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. Bu veriler, anneye verilen vazopressör tedavisinin plasental akımı ve yenidoğanın ekstrauterin hayata geçiş sürecindeki serebral oksijenizasyon, serebral doku oksijen kullanımını ve vital değerlerini etkilediğini gösterebilir. Bu iki grupta SpO₂ değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çalışmamızın bazı kısıtlamaları bulunmaktadır. Öncelikle; ölçülen crSO₂, KAH ve SpO₂ değerleri yenidoğanın ekstrauterin hayata geçişinin ilk 18 dakikası içerisinde ölçülmüştür. Bu ölçümler; çocuk veya yenidoğan doktorları tarafından yapılan ilk bakımı sırasında alınmış olup, değerler yenidoğanın aralıklı uyarılması nedeniyle farklılık göstermiş olabilir. İkinci olarak; çalışmamızda alınan umbilikal kord kan gazı örneklerinde arteriyel veya venöz kan örneği ayrımı yapılmamıştır. Bu ayrımın yapılmaması, gruplar arasındaki pH, pCO₂ ve laktat farkının, sadece anestezi yöntemine atfedilmesini engelleyebilir. Son olarak; çalışmamızdaki vital değerler ekstrauterin hayata geçişin ilk 18 dakikasında alınmış olup daha uzun sürede yapılan izlemler, anestezik yöntemlerin serebral oksijenizasyon üzerine olan farkını değerlendirmek için daha faydalı olacaktır. Aynı zamanda, serebral kan akımının bu değerler yanında incelenmesi de sonuçların daha iyi değerlendirilmesine neden olabilir.

Serebral doku oksijenasyonu sadece SpO₂ tarafından belirlenmez. Aynı zamanda beyin oksijen sunumu ve tüketimi arasındaki dengeye bağlı olarak belirlenir. Oksijen sunumu başlıca kardiyak output ve vasküler rezistans tarafından belirlenen serebral kan akımından etkilenir (100).

Serebral FTOE beyin oksijen alımı ve/veya tüketimini belirler. Serebral FTOE, preterm infantlarda yaşamın ilk 2 gününde oksijen sunumu ile ters orantılıdır (101). Ancak Gerhard ve arkadaşları ise preterm ve term yenidoğanları değerlendirdikleri çalışmalarında, serebral FTOE değerlerinde iki grup arasında anlamlı farklılık gözlememişlerdir. Ancak sezaryen preterm

grubunda vajinal doğum preterm grubuna göre serebral FTOE’de düşük bir trend olduğunu belirtmektedirler (84).

Berndt Urlesberger ve arkadaşları (85), elektif term sezaryenlerde doğumdan hemen sonraki 10 dakika lık süreçte NIRS monitorizasyonu ile crSO₂ ve preduktal ve postduktal periferel doku oksijenasyonunun değerlendirilmesi ve preductal ve postductal doku oksijenasyonu ile korelasyonunu değerlendirdikleri çalışmalarında serebral FTOE da değerlendirdiler. crSO₂’nin hızla 3. dakikada %44’ e, 7. dakikada %76’a yükseldiği, daha sonra anlamlı bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. periferel preduktal ve postduktal doku oksijenasyonunun değerlendirilmesinde ise, 3.dakika için 36% (preduktal)/27% (postduktal) ve 10 dakika için 66%(preduktal)/58%(postduktal) şeklinde artış gösterdiğini belirtmektedirler. Yazarlar, FTOE’nunun her 3 bölgede de yaşamın ilk dakikalarda azaldığını, serebral FTOE’nun 5. dakika dan sonra anlamlı değişmediği, preduktal ve postduktal FTOE’nunun 8. dakika dan sonra anlamlı değişmediğini gözlemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda neonatal yaşama geçişte beyin en yüksek oksijen saturasyonu düzeylerine sahip olduğu, FTOE’nunun ise diğer dokulardan daha erken plato düzeyine ulaştığını bildirmişlerdir.

6 SONUÇLAR

Elektif sezaryenlerde genel ve spinal anestezi uygulamasının neonatal yaşama geçiş döneminde yenidoğan $crSO_2$ ve cFTOE üzerine etkilerini NIRS monitorizasyonu ile değerlendirdiğimiz çalışmamızda, her iki anestezi yönteminin benzer etkilere sahip olduğunu, her iki grupta da $crSO_2$ değerlerinin ve cFTOE değişikliklerinin literatürdeki çalışmalarla uyumlu şekilde ve kabul edilebilir limitlerde olduğu gösterilmiştir.

Ancak çalışmamızdan çıkan bir diğer sonuç ise; spinal anestezi grubunda maternal hipotansiyon nedeni ile vazopressör kullanılan gebelerin yenidoğanlarında $crSO_2$ değerleri daha düşük, cFTOE değerleri ise daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu durum, anneye uygulanan vazopressör tedavinin uteroplental perfüzyonu etkileyerek yenidoğan $crSO_2$ üzerine olumsuz bir etki oluşturabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle yenidoğan $crSO_2$ 'yi değerlendirmek için maternal faktörlerin daha net olarak kategorize edildiği çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısındayız.

7 ÖZET

Amaç: Çalışmamızda sezaryen operasyonlarında uygulanan spinal ve genel anestezi yöntemlerinin yenidoğanın ekstrauterin hayata geçişin ilk 16 dakikasındaki serebral rejyonel oksijen satürasyonu ve vital değerleri kayıt altına alınarak, bu yöntemlerin yenidoğan beyin oksijenizasyon üzerindeki etkilerini karşılaştırmak ve değerlendirmek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya Ocak 2020-Ocak 2023 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde elektif sezaryen ile doğum yaptırılan 49 gebe dahil edildi. Tüm gebelerin demografik verileri ve uygulanan anestezi teknikleri kayıt altına alındı. Tüm olgulara rutin hemodinamik monitörizasyon uygulandı ve belirlenen zaman dilimlerindeki KAH, OAB ve SpO₂ ölçümleri kaydedildi. Ayrıca, anestezi başlangıcı, cilt insizyonu, uterin insizyon ve bebek çıkımı arasındaki süreler, intraoperatif hipotansiyon, bradikardi, gebelerin ihtiyaç halinde vazopressör kullanımları olup olmadığı kaydedildi. Umblikal kord kan gazları, yenidoğanların doğum ağırlıkları, 1. ve 5. dakika APGAR skorları kaydedildi. Yenidoğanların KAH, SpO₂, crSO₂ ve cFTOE değerleri belirlenen zaman dilimlerinde (16 dakika boyunca) kayıt altına alındı.

Bulgular: Maternal KAH'nın gruplar arası karşılaştırılmasında cilt insizyonunda Grup 2'deki değerleri, Grup 1'e kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Maternal OAB'nın gruplar arası karşılaştırılmasında; cilt insizyonu, bebek çıkımı ve plasenta çıkımındaki değerleri Grup 1'de Grup 2'ye kıyasla anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0.05$).

Spinal ve genel anestezi alan annelerin yenidoğanları arasında oksijenizasyon parametreleri (SpO₂, crSO₂ ve cFTOE) açısından anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0.05$). KAH değeri için sadece 2. dakikada Grup 1'de, Grup 2'ye kıyasla daha düşük bulundu ($p=0.045$).

Vazopressör ihtiyacı olan ve olmayan annelerin yenidoğanlarının değerleri karşılaştırıldığında ise; vazopressör ihtiyacı olan anne bebeklerinde KAH,

vazopressör ihtiyacı olmayan anne bebeklerine göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p<0.0045$). NIRS değeri; vazopressör ihtiyacı olan anne bebeklerinde, vazopressör ihtiyacı olmayan anne bebeklerine göre anlamlı olarak daha düşük ($p<0.0001$), FTOE değeri ise anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p<0.0001$). Her iki grup arasında, yenidoğan SpO2 değerleri için anlamlı bir fark görülememiştir ($p>0.05$).

Umbilikal kord kan gazı değerleri gruplararası karşılaştırıldığında; laktat ve pH değerleri için Grup 1'deki değerlerin, Grup 2'ye kıyasla anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü (pH için $p=0.042$, laktat için $p=0.0014$). PCO2 değeri gruplar arasında karşılaştırıldığında ise Grup 2'deki ortalama değer, Grup 1'e kıyasla daha yüksek bulundu ($p=0.008$). PO2, glukoz ve hemoglobin değerleri için ise iki grup arasında anlamlı fark bulunamadı ($p>0.05$).

Sonuç: Elektif sezaryenlerde genel ve spinal anestezi uygulamasının neonatal yaşama geçiş döneminde yenidoğan crSO2 ve cFTOE üzerine etkilerinin, benzer etkilere sahip olduğunu, her iki grupta da crSO2 değerlerinin ve cFTOE değişikliklerinin literatürdeki çalışmalarla uyumlu şekilde ve kabul edilebilir limitlerde olduğu gösterilmiştir.

Elde ettiğimiz başka bir sonuç ise; spinal anestezi grubunda maternal hipotansiyon nedeni ile vazopressör kullanılan gebelerin yenidoğanlarında crSO2 değerleri daha düşük, cFTOE değerleri ise daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu durum, anneye uygulanan vazopressör tedavinin uteroplasental perfüzyonu etkileyerek yenidoğan crSO2 üzerine olumsuz bir etki oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: sezaryen, serebral oksijenizasyon, genel anestezi, spinal anestezi

8 ABSTRACT

Objective: In our study, it was aimed to compare and evaluate the effects of spinal and general anesthesia methods applied in cesarean section operations on neonatal brain oxygenation by recording cerebral regional oxygen saturation and vital values in the first 16 minutes of the newborn's transition to extrauterine life.

Materials and Methods: 49 pregnant women who had elective cesarean delivery at Akdeniz University Medical Faculty Hospital between January 2020 and January 2023 were included in the study. Demographic data of all pregnant women and anesthesia techniques applied were recorded. Routine hemodynamic monitoring was applied to all cases and HR, MAP and SpO₂ measurements were recorded at the specified time intervals. In addition, the periods between the onset of anesthesia, skin incision, uterine incision and delivery of the baby, intraoperative hypotension, bradycardia, and whether the pregnant women used vasopressors when needed were recorded. Umbilical cord blood gases, newborn birth weights, 1st and 5th minute APGAR scores were recorded. HR, SpO₂, crSO₂ and cFTOE values of the newborns were recorded at the specified time intervals (for 16 minutes).

Results: In the comparison of maternal HR between groups, the values in Group 2 at skin incision were found to be significantly higher than Group 1 ($p<0.05$). In the comparison of maternal MAP between groups; skin incision, newborn delivery and placental expulsion values were found to be significantly lower in Group 1 compared to Group 2 ($p<0.05$).

No significant difference was found in terms of oxygenation parameters (SpO₂, crSO₂ and cFTOE) between newborns in groups (Group 1 and 2). HR values was found to be lower only in Group 1 at 2 minutes compared to Group 2 ($p=0.045$).

When the values of newborns of mothers who need and do not need vasopressors are compared; HR was found to be significantly higher in infants of mothers who needed vasopressors compared to infants of mothers who did not need vasopressors ($p<0.0045$). Considering NIRS values; the newborns of mothers who needed vasopressors were significantly lower ($p<0.0001$) and the FTOE values were significantly higher ($p<0.0001$) compared to newborns of mothers who did not need vasopressors. There was no significant difference between the two groups for newborn SpO₂ values ($p>0.05$).

When the umbilical cord blood gas values were compared between the groups; values in Group 1 for lactate and pH were found to be significantly higher than those in Group 2 ($p=0.042$ for pH, $p=0.0014$ for lactate). When pCO₂ value was compared between the groups, the mean value in Group 2 was found to be higher than in Group 1 ($p=0.008$). There was no significant difference between the two groups for pO₂, glucose and hemoglobin values ($p>0.05$).

Conclusions: It has been shown that the effects of general and spinal anesthesia in elective cesarean sections on neonatal crSO₂ and cFTOE during the transition to neonatal life have similar effects, crSO₂ and cFTOE changes in both groups are in acceptable limits in line with the studies in the literature.

Another result we obtained is; in the spinal anesthesia group, crSO₂ values were found to be lower and cFTOE values to be higher in the newborns of the pregnant women who used vasopressors due to maternal hypotension. This suggests that vasopressor therapy applied to the mother may have a negative effect on neonatal crSO₂ by affecting uteroplacental perfusion.

Keywords: cesarean section, cerebral oxygenation, general anesthesia, spinal anesthesia

9 KAYNAKÇA

1. Wang LH, Seow KM, Chen LR, Chen KH. The health impact of surgical techniques and assistive methods used in cesarean deliveries: A systemic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(18):1–16.
2. T.C. Sağlık Bakanlığı. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2021. Ankara; 2023.
3. Ross BK. ASA closed claims in obstetrics: Lessons learned. *Anesthesiol Clin North America*. 2003;21(1):183–97.
4. Atherton N, Parsons SJ, Mansfield P. Attendance of paediatricians at elective Caesarean sections performed under regional anaesthesia: is it warranted? *J Paediatr Child Health*. 2006 Jun;42(6):332–6.
5. Algert CS, Bowen JR, Giles WB, Knoblanche GE, Lain SJ, Roberts CL. Regional block versus general anaesthesia for caesarean section and neonatal outcomes: a population-based study. *BMC Med*. 2009 Apr;7:20.
6. Gordon A, McKechnie EJ, Jeffery H. Pediatric presence at cesarean section: justified or not? *Am J Obstet Gynecol*. 2005 Sep;193(3 Pt 1):599–605.
7. Şahin Ş, Owen MD. Doğumda Analjezi Sezaryende Anestezi. 2. Baskı. 2019.
8. Chauhan S, Singh PK, Gahalaut P, Prasad PL. Correlation of pulse oximetry and apgar scoring in the normal newborns. *J Clin Neonatol*. 2013 Jan;2(1):20–4.
9. Jain D, Bancalari E. Neonatal monitoring during delivery room emergencies. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2019 Dec;24(6):101040.
10. Scheeren TWL, Schober P, Schwarte LA. Monitoring tissue oxygenation by near infrared spectroscopy (NIRS): background and current applications. *J Clin Monit Comput*. 2012 Aug;26(4):279–87.
11. Madsen PL, Secher NH. Near-infrared oximetry of the brain. *Prog Neurobiol*. 1999 Aug;58(6):541–60.
12. Scholkmann F, Klein SD, Gerber U, Wolf M, Wolf U. Cerebral hemodynamic and oxygenation changes induced by inner and heard speech: a study combining functional near-infrared spectroscopy and capnography.

- J Biomed Opt. 2014 Jan;19(1):17002.
13. Karen T, Wolf M, Nef R, Haensse D, Bucher HU, Schulz G, et al. Changes in cerebral oxygenation during early postnatal adaptation in newborns delivered by vacuum extraction measured by near-infrared spectroscopy. BMC Pediatr. 2014 Jan;14:21.
 14. Weatherall A, Skowno J, Lansdown A, Lupton T, Garner A. Feasibility of cerebral near-infrared spectroscopy monitoring in the pre-hospital environment. Acta Anaesthesiol Scand. 2012 Feb;56(2):172–7.
 15. Naulaers G, Meyns B, Miserez M, Leunens V, Van Huffel S, Casaer P, et al. Use of tissue oxygenation index and fractional tissue oxygen extraction as non-invasive parameters for cerebral oxygenation. A validation study in piglets. Neonatology. 2007;92(2):120–6.
 16. John F. Butterworth et al. Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology. 5. Baski. McGraw Hill; 2013. 825–876 p.
 17. David Chestnut, Cynthia Wong, MD, Lawrence Tsen M. Chestnut's Obstetric Anesthesia: Principles and Practice. 6. Baski. 2019.
 18. Wise RA, Polito AJ, Krishnan V. Respiratory physiologic changes in pregnancy. Vol. 26, Immunology and Allergy Clinics of North America. 2006. p. 1–12.
 19. Hignett R, Fernando R, McGlennan A, McDonald S, Stewart A, Columb M, et al. A randomized crossover study to determine the effect of a 30° head-up versus a supine position on the functional residual capacity of term parturients. Anesth Analg. 2011;113(5):1098–102.
 20. Templeton A, Kelman GR. Maternal blood-gases, (PAO₂-PaO₂), physiological shunt and vd/vt in normal pregnancy. Br J Anaesth. 1976;48:1001–1004.
 21. Flo K, Wilsgaard T, Vårtun Å, Acharya G. A longitudinal study of the relationship between maternal cardiac output measured by impedance cardiography and uterine artery blood flow in the second half of pregnancy. BJOG An Int J Obstet Gynaecol. 2010;117(7):837–44.
 22. Smith I, Kranke P, Murat I, Smith A, O'Sullivan G, Søreide E, et al. Perioperative fasting in adults and children: Guidelines from the european

- society of anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol*. 2011;28(8):556–69.
23. Dichtel LE, Alexander EK. Preventing and treating maternal hypothyroidism during pregnancy. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2011;18(6):389–94.
 24. Negro R, Schwartz A, Gismondi R, Tinelli A, Mangieri T, Stagnaro-Green A. Universal screening versus case finding for detection and treatment of thyroid hormonal dysfunction during pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95(4):1699–707.
 25. Morton SU, Brodsky D. Fetal Physiology and the Transition to Extrauterine Life. *Clin Perinatol*. 2016;43(3):395–407.
 26. Elias N, O’Brodovich H. Clearance of Fluid From Airspaces of Newborns and Infants. *Neoreviews*. 2006;7(2):88–94.
 27. Gao Y, Raj JU. Regulation of the pulmonary circulation in the fetus and newborn. *Physiol Rev*. 2010;90(4):1291–335.
 28. Finnemore A, Groves A. Physiology of the fetal and transitional circulation. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2015;20(4):210–6.
 29. Sadler TW. *Langman’s Medical Embryology*. 9th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
 30. Lutz PL. Mechanisms for anoxic survival in the vertebrate brain. *Annu Rev Physiol*. 1992;54(97):601–18.
 31. Jr WWH. Placental-fetal glucose exchange and fetal glucose metabolism. *Trans Am Clin Climatol Assoc*. 2006;117:321–39.
 32. Burd LI, Jones MD Jr, Simmons MA et al. Placental production and foetal utilisation of lactate and pyruvate. 1975;254:710–711.
 33. Gardner DS, Giussani DA, Fowden AL. Hindlimb glucose and lactate metabolism during umbilical cord compression and acute hypoxemia in the late-gestation ovine fetus. *Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol*. 2003;284(4 53-4).
 34. Flo K, Wilsgaard T, Acharya G. Relation between utero-placental and feto-placental circulations: A longitudinal study. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2010;89(10):1270–5.
 35. Chen JZJ, Sheehan PM, Brennecke SP, Keogh RJ. Vessel remodelling,

- pregnancy hormones and extravillous trophoblast function. *Mol Cell Endocrinol.* 2012;349(2):138–44.
36. Ngan Kee WD, Khaw KS, Ng FF. Comparison of phenylephrine infusion regimens for maintaining maternal blood pressure during spinal anaesthesia for Caesarean section. *Br J Anaesth.* 2004;92(4):469–74.
 37. Shnider SM, Abboud TK, Artal R, Henriksen EH, Stefani SJ, Levinson G. Maternal catecholamines decrease during labor after lumbar epidural anesthesia. *Am J Obstet Gynecol.* 1983;147(1):13–5.
 38. Gin T, Ngan-Kee WD, Siu YK, Stuart JC, Tan PE, Lam KK. Alfentanil given immediately before the induction of anesthesia for elective cesarean delivery. *Anesth Analg.* 2000;90(5):1167–72.
 39. Ngan Kee WD, Khaw KS, Ma KC, Wong ASY, Lee BB, Ng FF. Maternal and neonatal effects of remifentanyl at induction of general anesthesia for cesarean delivery: A randomized, double-blind, controlled trial. *Anesthesiology.* 2006;104(1):14–20.
 40. Novakovic B, Gordon L, Robinson WP, Desoye G, Saffery R. Glucose as a fetal nutrient : dynamic regulation of several glucose transporter genes by DNA methylation in the human placenta across gestation. *J Nutr Biochem.* 2013;24(1):282–8.
 41. Young WL, Wiener-Kronish JP, Fleisher LA. Miller’s Anesthesia. In: 9. Baski. 2019. p. 2006–38.
 42. Clark SL, Belfort MA, Dildy GA, Herbst MA, Meyers JA, Hankins GD. Maternal death in the 21st century: causes, prevention, and relationship to cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol.* 2008 Jul;199(1):36.e1-5; discussion 91-2. e7-11.
 43. Abe H, Sumitani M, Uchida K, Ikeda T, Matsui H, Fushimi K, et al. Association between mode of anaesthesia and severe maternal morbidity during admission for scheduled Caesarean delivery: a nationwide population-based study in Japan, 2010–2013. *Br J Anaesth.* 2018;120(4):779–89.
 44. Priestnall SL, Okumbe N OL. ASA Physical Status Classification System. 2020;

45. Practice Guidelines for Obstetric Anesthesia: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia and the Society for Obstetric Anesthesia and Perinatology. *Anesthesiology*. 2016 Feb;124(2):270–300.
46. Garry M, Davies S. Failure of regional blockade for caesarean section. *Int J Obstet Anesth*. 2002 Jan;11(1):9–12.
47. Traynor AJ, Aragon M, Ghosh D, Choi RS, Dingmann C, Vu Tran Z, et al. Obstetric Anesthesia Workforce Survey: A 30-Year Update. *Anesth Analg*. 2016 Jun;122(6):1939–46.
48. Morgan PJ, Halpern SH, Tarshis J. The effects of an increase of central blood volume before spinal anesthesia for cesarean delivery: a qualitative systematic review. *Anesth Analg*. 2001 Apr;92(4):997–1005.
49. Banerjee A, Stocche RM, Angle P, Halpern SH. Preload or coload for spinal anesthesia for elective Cesarean delivery: a meta-analysis. *Can J Anaesth*. 2010 Jan;57(1):24–31.
50. Chatmongkolchart S, Prathep S. Supplemental oxygen for caesarean section during regional anaesthesia. *Cochrane database Syst Rev*. 2016 Mar;3(3):CD006161.
51. Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg*. 1953;32:260–267.
52. Dimich I, Singh PP, Adell A, Hendler M, Sonnenklar N, Jhaveri M. Evaluation of oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in neonates in the delivery system. *Can J Anaesth*. 1991 Nov;38(8):985–8.
53. Kirshon B, Moise KJJ. Effect of heparin on umbilical arterial blood gases. *J Reprod Med*. 1989 Apr;34(4):267–9.
54. Ackerman BD, Sosna MM, Ullrich JR. A Technique for Serial Sampling of Umbilical Artery Blood at Birth. *Biol Neonatorum*. 2009 Sep 16;20(5–6):458–65.
55. White CRH, Mok T, Doherty DA, Henderson JJ, Newnham JP, Pennell CE. The effect of time, temperature and storage device on umbilical cord blood gas and lactate measurement: a randomized controlled trial. *J Matern neonatal Med Off J Eur Assoc Perinat Med Fed Asia Ocean Perinat Soc Int*

- Soc Perinat Obstet. 2012 Jun;25(6):587–94.
56. Hintz SR. Near-infrared Spectroscopy: Neonatal and Perinatal Applications. *Neoreviews*. 2001;2(1):e22–8.
 57. Jöbsis FF. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science*. 1977 Dec;198(4323):1264–7.
 58. Brazy JE, Lewis D V. Changes in cerebral blood volume and cytochrome aa3 during hypertensive peaks in preterm infants. *J Pediatr*. 1986 Jun;108(6):983–7.
 59. Steppan J, Hogue CWJ. Cerebral and tissue oximetry. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2014 Dec;28(4):429–39.
 60. Sakudo A. Near-infrared spectroscopy for medical applications: Current status and future perspectives. *Clin Chim Acta*. 2016 Apr;455:181–8.
 61. Brown DW, Picot PA, Naeini JG, Springett R, Delpy DT, Lee T-Y. Quantitative near infrared spectroscopy measurement of cerebral hemodynamics in newborn piglets. *Pediatr Res*. 2002 May;51(5):564–70.
 62. Watzman HM, Kurth CD, Montenegro LM, Rome J, Steven JM, Nicolson SC. Arterial and venous contributions to near-infrared cerebral oximetry. *Anesthesiology*. 2000 Oct;93(4):947–53.
 63. Akpek EA. Kalp cerrahisinde serebral monitörizasyon. *Anestezi Derg*. 2008;16(3):117–24.
 64. O3 Rejyonel Oksimetri. Available from: <https://www.masimo.com/technology/brain-monitoring/cerebral-oximetry>
 65. Bailey SM, Hendricks-Munoz KD, Mally P. Cerebral, renal, and splanchnic tissue oxygen saturation values in healthy term newborns. *Am J Perinatol*. 2014 Apr;31(4):339–44.
 66. ORMANOĞLU Ö. Diyabetik ve non-diyabetik hastalarda NIRS'ın ısı, akım ve hemoglobin ile ilişkisi. 2020
 67. Shastri N. Role of Cerebral Oximetry in Extracorporeal Membrane Oxygenation. *J Card Crit Care TSS*. 2022 Sep 21;06:151–4.
 68. Van Vonderen JJ, Roest AAW, Siew ML, Walther FJ, Hooper SB, Te Pas AB. Measuring physiological changes during the transition to life after birth.

- Neonatology. 2014;105(3):230–42.
69. Pichler G, Schmölzer GM, Urlesberger B. Cerebral tissue oxygenation during immediate neonatal transition and resuscitation. *Front Pediatr*. 2017;5(February):1–5.
 70. Kurinczuk JJ, White-Koning M, Badawi N. Epidemiology of neonatal encephalopathy and hypoxic-ischaemic encephalopathy. *Early Hum Dev*. 2010 Jun;86(6):329–38.
 71. Zhao P, Ji G, Xue H, Yu W, Zhao X, Ding M, et al. Isoflurane postconditioning improved long-term neurological outcome possibly via inhibiting the mitochondrial permeability transition pore in neonatal rats after brain hypoxia–ischemia. *Neuroscience* [Internet]. 2014 Nov 7;280:193–203. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2014.09.006>
 72. Rabi Y, Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr* [Internet]. 2006;148(5):590–4. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022347605012096>
 73. Volpe JJ. Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances. *Lancet Neurol*. 2009 Jan;8(1):110–24.
 74. Kamlin COF, O'Donnell CPF, Davis PG, Morley CJ. Oxygen saturation in healthy infants immediately after birth. *J Pediatr*. 2006 May;148(5):585–9.
 75. Dawson JA, Davis PG, O'Donnell CPF, Kamlin COF, Morley CJ. Pulse oximetry for monitoring infants in the delivery room: a review. *Arch Dis Child - Fetal Neonatal Ed* [Internet]. 2007 Jan 1;92(1):F4 LP-F7. Available from: <http://fn.bmj.com/content/92/1/F4.abstract>
 76. Chang T, du Plessis A. Neurodiagnostic Techniques in Neonatal Critical Care. *Curr Neurol Neurosci Rep* [Internet]. 2012;12(2):145–52. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11910-012-0254-y>
 77. Fauchère JC, Schulz G, Haensse D, Keller E, Ersch J, Bucher HU, et al. Near-Infrared Spectroscopy Measurements of Cerebral Oxygenation in Newborns during Immediate Postnatal Adaptation. *J Pediatr*. 2010;156(3):372–6.

78. Fuchs H, Mendler MR, Scharnbeck D, Ebsen M, Hummler HD. Very Low Tidal Volume Ventilation with Associated Hypercapnia - Effects on Lung Injury in a Model for Acute Respiratory Distress Syndrome. PLoS One [Internet]. 2011 Aug 19;6(8):e23816. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023816>
79. Fuchs H, Lindner W, Buschko A, Almazam M, Hummler HD, Schmid MB. Brain oxygenation monitoring during neonatal resuscitation of very low birth weight infants. J Perinatol [Internet]. 2012;32(5):356–62. Available from: <https://doi.org/10.1038/jp.2011.110>
80. Isobe K, Kusaka T, Fujikawa Y, Okubo K, Nagano K, Yasuda S, et al. Measurement of cerebral oxygenation in neonates after vaginal delivery and cesarean section using full-spectrum near infrared spectroscopy. Comp Biochem Physiol Part A Mol Integr Physiol [Internet]. 2002;132(1):133–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643301005396>
81. Kratky E, Pichler G, Rehak T, Avian A, Pocivalnik M, Müller W, et al. Regional cerebral oxygen saturation in newborn infants in the first 15 min of life after vaginal delivery. Physiol Meas [Internet]. 2012;33(1):95. Available from: <https://dx.doi.org/10.1088/0967-3334/33/1/95>
82. Urlesberger B, Grossauer K, Pocivalnik M, Avian A, Müller W, Pichler G. Regional Oxygen Saturation of the Brain and Peripheral Tissue during Birth Transition of Term Infants. J Pediatr [Internet]. 2010 Nov 1;157(5):740–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.05.013>
83. Urlesberger B, Kratky E, Rehak T, Pocivalnik M, Avian A, Czihak J, et al. Regional Oxygen Saturation of the Brain during Birth Transition of Term Infants: Comparison between Elective Cesarean and Vaginal Deliveries. J Pediatr [Internet]. 2011;159(3):404–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022347611002332>
84. Pichler G, Binder C, Avian A, Beckenbach E, Schmölzer GM, Urlesberger B. Reference ranges for regional cerebral tissue oxygen saturation and fractional oxygen extraction in neonates during immediate transition after birth. J Pediatr. 2013;163(6):1558–63.

85. Urlesberger B, Grossauer K, Pocivalnik M, Avian A, Müller W, Pichler G. Regional oxygen saturation of the brain and peripheral tissue during birth transition of term infants. *J Pediatr*. 2010;157(5):740–4.
86. Yıldız EP, Ekici B, Tatlı B. Neonatal hypoxic ischemic encephalopathy: an update on disease pathogenesis and treatment. *Expert Rev Neurother* [Internet]. 2017 May 4;17(5):449–59. Available from: <https://doi.org/10.1080/14737175.2017.1259567>
87. Torres-Cuevas I, Parra-Llorca A, Sánchez-Illana A, Nuñez-Ramiro A, Kuligowski J, Cháfer-Pericás C, et al. Oxygen and oxidative stress in the perinatal period. *Redox Biol* [Internet]. 2017;12:674–81. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213231717300575>
88. Xue H, Wu Z, Yao J, Zhao A, Zheng L, Yin X, et al. Cerebral oxygen changes in neonates during immediate transition after birth and early life: An observational study. *Drug Des Devel Ther*. 2020;14:4703–15.
89. Sung T-Y, Jee YS, You H-J, Cho C-K. Comparison of the effect of general and spinal anesthesia for elective cesarean section on maternal and fetal outcomes: a retrospective cohort study. *Anesth Pain Med*. 2021;16(1):49–55.
90. Mueller MD, Brühwiler H, Schüpfer GK, Lüscher KP. Higher rate of fetal acidemia after regional anesthesia for elective cesarean delivery. *Obstet Gynecol*. 1997;90(1):131–4.
91. Petropoulos G, Siristatidis C, Salamalekis E, Creatsas G. Spinal and epidural versus general anesthesia for elective Cesarean section at term: Effect on the acid-base status of the mother and newborn. *J Matern Neonatal Med*. 2003;13(4):260–6.
92. Hashemi S, Jabalameli M, Mokhtary F. Effects of different anesthetic techniques on neurologic and adaptation capacity in newborn with elective cesarean section. *Adv Biomed Res*. 2015;4(1):249.
93. Chen Y, Liu W, Gong X, Cheng Q. Comparison of effects of general anesthesia and combined spinal/epidural anesthesia for cesarean delivery on umbilical cord blood gas values: A double-blind, randomized, controlled study. *Med Sci Monit*. 2019;25:5272–9.

94. Ozgen ZSU, Toraman F, Erkek E, Sungur T, Guclu P, Durmaz S, et al. Cesarean under general or epidural anesthesia: Does it differ in terms of regional cerebral oxygenation? *Acta Anaesthesiol Taiwanica*. 2014;52(4):159–62.
95. Willfurth I, Baik-Schneditz N, Schwabegger B, Mileder L, Schober L, Urlesberger B, et al. Cerebral Oxygenation in Neonates Immediately after Cesarean Section and Mode of Maternal Anesthesia. *Neonatology*. 2019;116(2):132–9.
96. Tonni G, Ferrari B, De Felice C, Ventura A. Fetal acid-base and neonatal status after general and neuraxial anesthesia for elective cesarean section. *Int J Gynecol Obstet*. 2007;97(2):143–6.
97. Staikou C, Tsaroucha A, Vakas P, Salakos N, Hasiakos D, Panoulis K, et al. Maternal and umbilical cord oxygen content and acid-base balance in relation to general, epidural or subarachnoid anesthesia for term elective cesarean section. *Clin Exp Obstet Gynecol*. 2013;40(3):367–71.
98. Evans CM, Murphy JF, Gray OP, Rosen M. Epidural versus general anaesthesia for elective caesarean section. Effect on Apgar score and acid-base status of the newborn. *Anaesthesia*. 1989 Sep;44(9):778–82.
99. Fowjdar DBK, Haque DAKMT, Ehsan DMA, Chowdhury DMA, Rahman DMM, Sanyel DI, et al. Consequences of General Anesthesia vs. Spinal Anesthesia on Newborn Outcome: A Prospective Study on Tertiary Hospital in Bangladesh. *SAS J Med*. 2021;7(10):579–83.
100. Noori S, Wlodaver A, Gottipati V, McCoy M, Schultz D, Escobedo M. Transitional Changes in Cardiac and Cerebral Hemodynamics in Term Neonates at Birth. *J Pediatr* [Internet]. 2012;160(6):943–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022347611012583>
101. Kissack CM, Garr R, Wardle SP, Weindling AM. Cerebral Fractional Oxygen Extraction is Inversely Correlated with Oxygen Delivery in the Sick, Newborn, Preterm Infant. *J Cereb Blood Flow Metab* [Internet]. 2005 May 1;25(5):545–53. Available from: <https://doi.org/10.1038/sj.jcbfm.9600046>