

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

ULTRASONOGRAFİ EŞLİĞİNDE YAPILAN
İNFRACLAVİKULAR BLOK İLE İNTERSKALEN BLOĞUN
ÖNKOL DOKU OKSİJENASYONUNA ETKİSİ: RANDOMİZE
KONTROLLÜ ÇALIŞMA

Dr. Eren AÇIKGÖZ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Özcan PİŞKİN

ZONGULDAK 2020

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

ULTRASONOGRAFİ EŞLİĞİNDE YAPILAN
İNFRACLAVİKULAR BLOK İLE İNTERSKALEN BLOĞUN
ÖNKOL DOKU OKSİJENASYONUNA ETKİSİ: RANDOMİZE
KONTROLLÜ ÇALIŞMA

Dr. Eren AÇIKGÖZ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Özcan PİŞKİN

ZONGULDAK 2020

TEZ ONAY TUTANAĞI

Tezin Teslim Edildiği Üniversite/Fakülte: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi

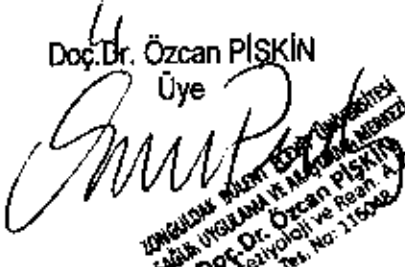
Tez Başlığı : Ultrasonografi Eşliğinde Yapılan İnfraklavikular Blok ile Interskalen Bloğun Önkoi
Doku Oksijenasyonuna Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma

Tez Yazarı : Arş. Gör. Dr. Eren AÇIKGÖZ

Tez Savunma Tarihi : 16/01/2020

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Özcan PIŞKIN


ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
Prof. Dr. Mehmet AYDOLU
Anesteziyoloji ve Rean. A.D.
Dip. No: 24245
Jüri Başkanı

Doç.Dr. Özcan PIŞKIN
Üye

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
Doç. Dr. Özcan PIŞKIN
Anesteziyoloji ve Rean. A.D.
Dip. No: 115009

Doç.Dr. Alcan AKKAYA
Üye
T.C. Sağlık Bakanlığı
Albül Belal Sağlık Bilimleri ve Araştırma Enstitüsü
Doç. Dr. Alcan AKKAYA
Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.
Dip. No: 65404/174

UYGUNDUR


16/01/2020
Prof. Dr. Alınrat GAN
Bakan V.

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince yardımını esirgemeyen, deneyimleri, bilgi birikimi ve anlayışıyla en iyi şekilde yetişmemiz için çabalayan değerli hocam Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Hilal Peri Ayoğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Rejyonal anesteziye olan ilgimi göz önünde bulundurarak, sunmuş olduğum tez konusunu seçmemi sağlayan, tezimin her aşamasında bilgi ve tecrübelerini bana aktaran, yardımını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Özcan Pişkin'e,

Asistanlığım süresince eğitimime katkıda bulunan, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Rahşan Dilek Okyay'a, Dr. Öğr. Üyesi Gamze Küçükosman'a, Dr. Öğr. Üyesi Bengü Aydın'a,

Uzmanlık eğitimi sürecinde, her an desteklerini ve dostluklarını hissettiğim ve beraber çalışmaktan büyük keyif aldığım asistan arkadaşlarıma,

Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD'de, özverili ve iyi niyetli bir şekilde çalışan, zorlu çalışma şartlarımızı kolaylaştıran tüm anestezi teknisyenlerine, ameliyathane ve yoğun bakım hemşirelerine,

Hayatımın her döneminde sevgi, sabır ve destekleri ile daima yanımda olan, varlıkları ile bana güç veren annem, babam ve abime

Hayatımın her anını paylaşarak güzelleştiren, hayat arkadaşım, çok değerli eşim Op. Dr. Rabia BAŞER AÇIKGÖZ'e sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Zonguldak, 2020

Dr. Eren AÇIKGÖZ

ÖZET

Eren Açıkgöz, Ultrasonografi Eşliğinde Yapılan İnfraklavikular Blok ile İnterskalen Bloğun Ön Kol Doku Oksijenasyonuna Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Zonguldak 2020.

Amaç: Çalışmamızda infraklavikular blok ve interskalen bloğun ön kol doku oksijenasyonu üzerine etkisini USG ile ölçülen akım hacmi (AH), perfüzyon indeksi (PI) ve near infrared spektroskopisi (NIRS) ile ölçülen rejyonal oksijen saturasyonu (rSO₂) değerlerini karşılaştırarak araştırmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya elektif veya acil kol, dirsek ve önkol cerrahisi geçirecek 18-65 yaş arası, ASA I-III risk grubunda 104 hasta dahil edildi.

Amerikan anesteziyologlar derneği (ASA) rutin monitorizasyonu takiben (ortalama arter basıncı (OAB), EKG, pulse oksimetre) PI ve rSO₂ ölçümü için işlemin yapılacağı taraf 2. parmağa pulse oksimetre sensörü, ön kol 1/3 proksimal lateral kısma rSO₂ (tissue oxygen saturation) sensörü yapıştırıldı. Dopler USG kullanılarak ve antekubital fossanın 2-4 cm proksimalinden brakial arter görüntülenerek ölçümler yapıldı. Time Average Velocity (TAV), Brakial Arter Çapı (BAÇ), Brakial Arter Alanı (BAA), (AH), PI ve rSO₂ değerleri işleme başlamadan önce kayıt altına alındı. Lokal anestezi olarak 10ml %2'lik lidokain ve 10ml %0.05'lik markain hazırlandı. Hastaların işlem öncesi değerleri kaydedildikten sonra her iki grup için de USG eşliğinde sinir stimülatörü de kullanılarak Grup I'e infraklavikular blok, Grup II'ye interskalen blok uygulandı. Blok işlemi tamamlandıktan sonra 10., 20. ve 30. dakikalarda OAB, kalp atım hızı (KAH) ve TAV, BAÇ, BAA, AH, PI ve rSO₂ değerleri tekrar ölçülerek kayıt edildi.

Bulgular: Çalışmaya alınan hastaların her iki grup için ayrı ayrı olmak üzere 10.dk, 20.dk ve 30.dk'daki AH, TAV, BAÇ, BAA, PI ve rSO₂ değerleri 0.dk ile karşılaştırıldığında tüm parametrelerde artış olduğu saptandı (p<0.05). Hastaların PI, rSO₂ değerlerinin artış yüzdelerinin gruplar arası karşılaştırılmasında Grup I'de daha fazla artış olduğu saptandı (p<0.05). Grup I'de AH'nin artışının daha fazla olduğu ancak istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü. Hastaların 10.dk, 20dk ve 30dk'daki PI, rSO₂, AH değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında ise PI ve AH

değerlerinin Grup I'de yüksek olduğu bulunurken ($p < 0.05$), rSO₂ değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında anlamlı fark görülmemiştir.

Sonuç: Ön kol doku oksijenasyonuna infraklavikular blok ile interskalen pleksus bloğunun etkisini karşılaştırdığımız çalışmamızda TAV, PI ve AH değerlerinin başlangıç değerlerine oranla infraklavikular blok uygulanan grupta daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle infraklavikular blok uygulanan grupta başlangıç değerlerine oranla PI ve rSO₂'deki artış oranlarının interskalen blok uygulanan gruptan daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu çalışma ile her iki blok uygulamasının da ön kol doku oksijenasyonunu artırdığı ancak infraklavikular bloğun ön kol doku oksijenasyonunu daha fazla artırdığı sonucuna ulaştık.

Anahtar Kelimeler: *Near infrared spectroscopy, kan akım hacmi, perfüzyon indeksi*

ABSTRACT

Açıkgöz E. Effect of Infraclavicular and Interscalen Block on Oxygenation of the Forearm :Randomized Controlled Study. Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Medicine, Anesthesiology and Reanimation Department Thesis. Zonguldak 2020.

Background: In this study, we aimed to research the oxygenation effects of infraclavicular and interscalen blocks on the forearm by comparing the blood flow (BF) values using the USG, Perfusion index (PI) and regional oxygen saturation (rSO₂) values using Near infrared spectroscopy (NIRS) monitorization.

Methods: 104 patients, aged between 18-65, with ASA Score I-III, undergoing elective or emergency arm, elbow and forearm surgery were included in the study.

In addition to American Society of Anesthesiologists (ASA) routine monitorization, in order to measure the PI and NIRS values, pulse oxymetre sensor was put at the 2nd finger, and rSO₂ to 1/3 proximal and lateral part of the forearm on the side that the procedure will be done. For the other parameters doppler USG was used. Brachial artery was viewed from 2 to 4 cm proximal of the antecubital fossa and values were measured.

Time average velocity (TAV), brachial artery diameter (BAD), brachial arterial area (BAA), blood flow (BF), PI and tissue oxygen saturation (rSO₂) values were recorded before the procedure. After recording the values before the procedure; Group I received USG and neurostimulator guided infraclavicular block, and Group II received interscalen block. Both groups received 10 ml 2% lidocain and 10 ml 0.05% marcaine for local anetshesia. After the block was administered MAP, HR, TAV, BAD, BAA, BF, PI and rSO₂ values were measured and recorded at the 10th, 20th, and 30th minutes.

Discussion : In both groups, regional hemodynamic parameters were higher at the 10th, 20th and 30th minutes than the first values, and the increase at the values were statistically significant. When the increase percentage in PI and rSO₂ values between the groups were compared; the increase in group I was found to be higher and statistically significant. When BF values were compared between the groups, it was found that the increase was higher in Group I, however it was statistically insignificant. When, the patients' 10th, 20th, and 30th minutes PI, rSO₂ and BF values

were compared between the groups, it is found that PI and BF values were higher in group I ($p < 0.05$), however there is no statistically significant difference in between the rSO₂ values in between the groups.

Results: In this study that we aimed to compare the effects of infraclavicular and interscalen block on the oxygenation of the forearm, PI, BF and rSO₂ values were measured and all of the parameters were found higher at the infraclavicular block group. PI and rSO₂ values were found to be higher according to the initial values especially in the infraclavicular block group. With this study we reached the conclusion that infraclavicular block is more effective than interscalen block on the oxygenation of the forearm.

Key Words: *Blood flow volume, Near infrared spectroscopy, perfusion index, tissue oxygen saturation*

İÇİNDEKİLER

| İçindekiler | Sayfa |
|--|-------|
| ÖNSÖZ | iii |
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | vi |
| İÇİNDEKİLER | viii |
| KISALTMALAR VE SİMGELER | x |
| TABLO DİZİNİ | xii |
| ŞEKİL DİZİNİ | xiii |
| RESİM DİZİNİ | xiv |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 2 |
| 2.1. Rejyonel Anestezi | 2 |
| 2.2. Lokal Anestezikler | 3 |
| 2.2.1. Lokal anesteziklerin tanımı ve tarihçesi | 3 |
| 2.2.2. Lokal anesteziklerin kimyasal yapısı | 4 |
| 2.2.3. Lokal anesteziklerin etki mekanizması | 5 |
| 2.2.4. Lokal anesteziklerin fizikokimyasal özellikleri | 5 |
| 2.2.5. Lokal anesteziklerin farmakokinetiği | 7 |
| 2.2.6. Lokal anesteziklerin sınıflandırılması | 8 |
| 2.2.6.1. Lokal Anesteziklerin Etki Sürelerine Göre Sınıflandırılması | 8 |
| 2.2.6.2. Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması | 8 |
| 2.2.7. Lokal anestezik toksisitesi | 10 |
| 2.2.7.1. Lokal Toksikite | 10 |
| 2.2.7.2. Sistemik Toksikite | 11 |
| 2.2.8. Kullanılan lokal anestezikler | 13 |
| 2.2.8.1. Lidokain | 13 |
| 2.2.8.2. Bupivakain | 14 |
| 2.3. Brakial Pleksus | 15 |
| 2.3.1. Brakial pleksus anatomi | 15 |
| 2.4. Brakial Pleksus Blokları | 22 |
| 2.4.1. Brakial pleksus identifikasyon yöntemleri | 23 |

| | |
|---|----|
| 2.4.1.1. Parestezi tekniği | 23 |
| 2.4.1.2. Transarteriyel teknik | 23 |
| 2.4.1.3. Direnç kaybı (loss of resistance) ve delme hissi tekniği | 24 |
| 2.4.1.4. Sinir stimülatörü kullanımı | 24 |
| 2.4.1.5. Ultrasonografi | 25 |
| 2.4.2. İnfraklavikular blok | 26 |
| 2.4.2.1. Tarihçe | 26 |
| 2.4.2.2. Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar | 27 |
| 2.4.2.3. İnfraklavikular Blok Teknikleri | 28 |
| 2.4.2.4. İnfraklavikular Blok Komplikasyonları | 32 |
| 2.4.3. İnterskalen Blok (İSB) | 33 |
| 2.4.3.1. Endikasyonları | 33 |
| 2.4.3.2. Kontrendikasyonları | 34 |
| 2.4.3.3. İnterskalen Blok Tekniği | 34 |
| 2.4.3.4. İnterskalen Bloкта Komplikasyonlar | 37 |
| 2.5. Perfüzyon İndeksi | 38 |
| 2.6. Near İnfrared Spektroskopi (NIRS) | 40 |
| 2.7. Rejyonel Anestezi de Ultrasonografi | 41 |
| 2.7.1. Ultrasonografide temel prensipler | 43 |
| 2.7.2. Ultrasonografide görüntü optimizasyonu | 44 |
| 2.7.3. Prob hazırlığı ve sterilizasyonu | 45 |
| 2.7.4. Doppler USG | 45 |
| 2.7.4.1. Puls Dalga Formu Doppler (Pulsed Wave Doppler: PWD) | 46 |
| 2.7.4.2. Spektral Doppler USG Tekniği | 46 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM | 49 |
| 4. BULGULAR | 54 |
| 5. TARTIŞMA | 59 |
| 6. SONUÇLAR | 67 |
| 7. KAYNAKLAR | 68 |
| 8. EKLER | 89 |
| Ek 1. Etik Kurul Onayı | 89 |

KISALTMALAR VE SİMGELER

| Simge/ Kısaltmalar | Açıklamalar |
|-----------------------|---------------------------------------|
| AH | Akım hacmi |
| ASA | American Society of Anesthesiologists |
| BAA | Brakial arter alanı |
| BAÇ | Brakial arter çapı |
| BOS | Beyin omurilik sıvısı |
| °C | Santigrad derece |
| cm | Santimetre |
| dk | Dakika |
| DKB | Diyastolik kan |
| EDV | End diastolic velocity |
| g | Gram |
| Hz | Hertz |
| i.v | İntravenöz |
| KAH | Kalp atım hızı |
| kg | Kilogram |
| kg m ⁻² | Kilogram metrekare ⁻¹ |
| LA | Lokal anestezi |
| LAST | Lokal anestezi sistemik toksitesi |
| mA | Miliamper |
| mHz | Megahertz |
| mg | Miligram |
| mg mL ⁻¹ : | Miligram mililitre ⁻¹ |
| mL kg ⁻¹ : | Mililitre kilogram ⁻¹ |
| mm | Milimetre |
| MR | Manyetik rezonans |
| ms | Milisaniye |
| NIRS | Near Infrared Spectroscopy |
| OAB | Ortalama arteriyel basınç |
| PI | Perfüzyon indeksi |

| | |
|------------------------|--|
| PSV | Peak sistolye velocity |
| PWD | Puls Dalga Formu Doppler |
| RI | Rezistans indeksi |
| rSO ₂ | Doku oksijen saturasyonu |
| SKB | Sistolik kan basıncı |
| sn | Saniye |
| SpO ₂ | Periferik oksijen saturasyonu |
| SS | Solunum sayısı |
| TAV | Time average velocity (ortalama akım hızı) |
| USG | Ultrasonografi |
| VKİ | Vücut kitle indeksi |
| Meg kg ⁻¹ : | mikrogram kilogram ⁻¹ |

TABLO DİZİNİ

| Tablonun Numarası | Tablonun Başlığı | Sayfa No: |
|-------------------|--|-----------|
| 1 | Lokal Anesteziklerin Fizyokimyasal Özellikleri | 6 |
| 2 | Lokal anesteziklerin sınıflandırılması | 9 |
| 3 | Ester ve amid grubu lokal anesteziklerin aralarındaki farklar | 9 |
| 4 | Kordlardan ayrılan dallar ve sinir kökleri | 18 |
| 5 | Hollmenn Skalası | 53 |
| 6 | Çalışmaya alınan bireylerin demografik verileri | 54 |
| 7 | Gruplar arası demografik verilerin karşılaştırılması | 54 |
| 8 | Hastaların hemodinamik verilerinin karşılaştırılması | 55 |
| 9 | Gruplar arası rejyonal hemodinamik verilerin karşılaştırılması (ort±ss) | 57 |
| 10 | Gruplar arası rejyonal hemodinamik parametrelerdeki değişimlerin yüzdelerinin karşılaştırılması (ort±ss) | 58 |

ŞEKİL DİZİNİ

| Şekil Numarası | Şekil Başlığı | Sayfa No: |
|----------------|--|-----------|
| 1 | Lokal anesteziyelerin genel formülü | 5 |
| 2 | Lidokainin moleküler yapısı | 13 |
| 3 | Bupivakainin moleküler yapısı | 14 |
| 4 | Brakial pleksusun şematik görünümü | 17 |
| 5 | Brakial pleksusun cilt inervasyonları | 17 |
| 6 | Modifiye Raj Tekniği | 28 |
| 7 | Korakoid Blok Tekniği | 28 |
| 8 | Vertikal Blok Tekniği 1) juguler fossa, 2) akromiyonun ventral bölgesi, 3) iğne giriş yeri | 29 |
| 9 | Sauter'in yaptığı MR çalışmasında kordların artere göre dağılımları | 31 |
| 10 | Hastaların hemodinamik verilerinin karşılaştırılması | 56 |

RESİM DİZİNİ

| Resim Numarası | Resim Başlığı | Sayfa No: |
|----------------|---|-----------|
| 1 | Periferik sinir stimülatörü | 25 |
| 2 | İnfraklavikular Blok Ultrasonografi Tekniği ve USG Görüntüsü | 30 |
| 3 | İnterskalen Brakiyal Pleksus Bloğu Sinir Stimülatör Tekniği İğne Giriş Noktası | 35 |
| 4 | İnterskalen Brakiyal Pleksus Bloğu USG tekniği ve USG Görüntüsü | 36 |
| 5 | Perfüzyon İndeksi Ölçümünü Sağlayan Cihaz | 38 |
| 6 | NIRS cihazı ve ölçüm sensörü | 40 |
| 7 | Spektral Doppler USG Ölçümleri A: PSV (S) ve EDV (D) B: TAV | 47 |
| 8 | Spektral doppler dalga formları A: Trifazik dalga formu, B: bifazik dalga formu, C: monofazik dalga formu | 48 |

1. GİRİŞ

Günümüzde üst ekstremitte cerrahilerinde brakial pleksus bloğu tekniklerinin kullanımı giderek artmaktadır (1). Postoperatif aneljezi ve antiemetik ihtiyacının daha az olması, derlenme odasında ve serviste kalış sürelerinin kısa olması, üst ekstremitte kan akımının artışı ve hastanın bilincinin açık olması pleksus bloğunun genel anesteziye oranla avantajları olarak kabul görmektedir (2). Ultrasonografinin (USG)periferik bloklarda kullanımının artması ile blok uygulama süreleri kısalmış ve başarı oranları artmıştır (3-5).

USG eşliğinde yapılan infraklavikular blok ve interskalen blok üst ekstremitte cerrahilerinde oldukça sık kullanılan brakial pleksus blok teknikleridir (6).

Pleksus bloğu sonrası sempatik blokaj oluşmakta ve blokaj sonucu oluşan vazodilatasyon nedeniyle kan akımının arttığı bilinmektedir (7). Dopler USG ile ölçümü yapılan brakial arter atım hacmi (AH)'nin brakial pleksus bloğu sonrası artış gösterdiği çalışmalarda gösterilmiştir (8, 9).

Perfüzyon İndeksi (PI); pulse oksimetre teknolojisi ile ışığın pulsatil komponentinin non pulsatil komponentine oranı olarak ifade edilen, non invaziv ve sürekli olarak doku perfüzyonunu gösteren bir değerdir (10-12). Periferik sinir bloğu sonrası oluşan vazodilatasyona bağlı artan doku perfüzyonunu gösterme amacıyla kullanılabilir (13).

Near infrared spektroskopi (NIRS), doku oksijen tüketimindeki veya oksijen dağıtımındaki değişikliklerden kaynaklanan oksijen saturasyonundaki farklılıkları tespit eden bir tekniktir (14). Bu özelliğinden dolayı periferik sinir bloğu sonrası perfüzyon artışına bağlı dokulardaki oksijen saturasyon değişikliklerini göstermek amacıyla kullanılabilir (15).

Bu bilgilerden yola çıkarak çalışmamızda, USG eşliğinde yapılan infraklavikular blok ile interskalen bloğun ön kol doku oksijenasyonu üzerine etkisini rSO₂, PI ve AH değerlerindeki artışı karşılaştırarak araştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Rejyonal Anestezi

Rejyonal anestezi, bilinç kaybına yol açmadan vücudun belirli bir bölgesindeki sinir iletiminin ve ağrı duyusunun lokal anestezikleri (LA) kullanarak selektif blokajı olarak tanımlanmaktadır (16).

1884 yılında konjonktiva cerrahisinde kokaini kullanan Viyanalı oftalmolojist Karl Koller'in uygulaması rejyonal anestezinin başlangıcı kabul edilmektedir. Aynı yıl, Halsted Amerika Birleşik Devletleri'nde bir hastaya brakial pleksus bloğu uygulamış ve böylece LA kullanılarak rejyonal anestezi uygulanmaya başlanmıştır (6, 17).

Rejyonal anestezinin avantajları:

1) Hastanın bilinci korunur ve solunumu etkilenmez, trakeal entübasyon ve yapay solunum gereğini ortadan kalkar, hasta gastrik içerik aspirasyonu gibi risklere maruz kalmaz.

2) Hastanın ayılma odasında uzun süre kalması gerekmez. Lokal anestezi etki süresi genellikle cerrahi süresinden daha uzun olduğundan, erken postoperatif dönemde hastanın ağrısı olmaz.

3) Kateter yardımıyla sinir bloğunun süresini uzatmak mümkün olur ve sistemik analjezik gereksinimi azalır.

4) Hasta operasyon bölgesinden ağrı duymayacağı için, cerrahi girişim sonrası ağrı ve strese bağlı görülen metabolik ve endokrin değişiklikler azalmış olur.

5) Üroloji cerrahileri, kalça ve pelvis cerrahisinde kan kaybı, genel anesteziye göre önemli derecede azalır.

6) Özellikle alt ekstremitede kan akımını artıran, koagülasyon ve trombosit agregasyonunu azaltan ve bozulmuş vasküler endotelde lenfosit infiltrasyonunu önleyen devamlı epidural blok gibi bazı tekniklerle, postoperatif tromboembolizm riski azalır.

7) Günübürlük cerrahi girişimlerde hastanın daha erken taburcu olması sağlanır (18).

Rejyonel anestezinin dezavantajları:

1) Hasta rejyonel blok altında opere olurken ağrı duymamasına rağmen rahatsız olabilir ve uyumak isteyebilir. Blok uygulaması sırasında ve operasyonda sedasyon uygulamak gerekebilir. Rejyonel anestezinin başarılı olması için hekimin deneyimli ve yetenekli olması gerekir.

2) Bazı blokların etkin olabilmesi için 30 dakika veya daha fazla zaman gerekir.

3) Analjezi her zaman yeterli olmayabileceğinden beraberinde ek analjezik veya yüzeysel genel anestezi gerekebilir.

4) LA miktarı maksimum dozu aşar veya damar içine verilirse sistemik toksisiteye neden olabilir.

5) Bazı operasyonlar rejyonel anestezi altında yapılamaz. Ancak bu operasyonlarda da rejyonel anestezi yöntemlerinin postoperatif analjeziye katkısı olur.

6) Santral bloklar yaygın sempatik blokaj sonucu hipotansiyona neden olabilir. Bu nedenle hipovolemik ve septik şoktaki hastalarda uygulanmaz.

7) Blok sonucu gelişebilen sinir yaralanmasına bağlı ağrı olasılığı az da olsa vardır.

8) Kanama diyatezi olan hastalarda uygulanmaz.

9) Girişim bölgesinde deri enfeksiyonu olan hastalarda uygulanması sakıncalıdır (18).

2.2. Lokal Anestezikler

2.2.1. Lokal anesteziklerin tanımı ve tarihçesi

Sinirdeki depolarizasyon dalgasının oluşumunu ve ilerlemesini engelleyerek geçici duyu, motor ve otonomik fonksiyon kaybına yol açan ilaçlara lokal anestezikler denir (19, 20).

LA'lar, analjezi ve anestezi sağlamak amacıyla birçok farklı işlemde kullanılmaktadır (21).

Rejyonel anestezinin gelişiminde LA'ların keşfedilmesinin rolü büyüktür (22). Koka yaprağının çiğnenmesi sonucunda dil ve dudaklarda uyuşukluk ortaya çıktığı

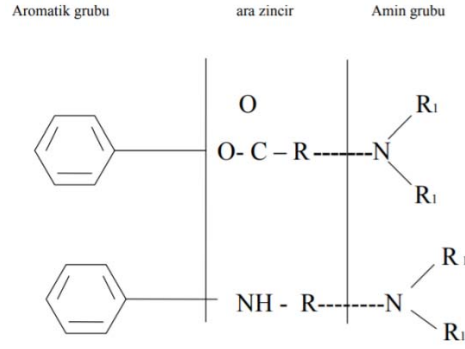
yüzyıllardır bilinen bir gerçektir. Gaedcke 1855 yılında koka yaprağından aktif kısmını elde etmiş ve “Eritroksilon” olarak adlandırmıştır. Koka bitkisinin Güney Amerika’dan Avrupa’ya İspanyollar tarafından taşınması, LA’lar için milat olmuştur. Almanya'daki Göttingen Üniversitesi’nde Dr.Wohler ve yardımcısı Niemann koka yaprağının kristal ekstraktını elde etmiş, alkaloid kokain olarak adlandırmışlardır (23, 24). Kokainin bağımlılık yapıcı etkisi ve toksik etkilerinden dolayı ölümlere neden olması nedeniyle yapılan araştırmalar sonucu 1904 yılında ilk sentetik LA olan prokain sentezlenmiştir (25). 1946 'da lidokainin bulunuşu önemli bir aşama oluşturmuş ve bundan sonra birçok yeni ajan klinik uygulamaya girmiştir.

İdeal bir lokal anesteziğin sahip olması gereken özellikler (26);

- Geri dönüşümlü blokaj oluşturmali
- Motor nöronları üzerinde herhangi bir etkisi olmadan duyuşal nöronlar için seçici olmalı
- Hızlı başlangıçlı olmalı
- Yeterli etki süresine sahip olmalı
- Steril edildiklerinde kimyasal olarak stabil kalmalı
- Sistemik toksisite olmamalı
- Güvenlik sınırı geniş olmalı
- Birlikte uygulanan ilaçlarla uyumlu olmalı
- Yan etki olmamalı
- Ucuz olmalı

2.2.2. Lokal anesteziklerin kimyasal yapısı

LA’lar hidroklorür tuzu olarak formüle edilerek suda çözünür hale getirilirler (27). LA molekülü 3 ana yapıdan oluşur ve aşağıdaki formülü taşır (Şekil 1) (28).



Şekil 1: Lokal anesteziklerin genel formülü (14)

1. Ansatüre aromatik lipofilik grup: Moleküle lipofilik karakter verir.
2. Ara zincir: Ester -CO- veya amid -CNH- bağı içerir. Lokal anestezikler bu kimyasal yapılarına göre ester veya amid bileşikler olarak sınıflandırılır. Amid veya ester bağlanması anestezik potansiyeli verir ve bağı kaldırılmasından sonra aktivitede bir azalma oluşur.
3. Tersiyer veya sekonder aminden oluşan hidrofilik grup: Amin grubu hidrofilik özellik gösteren zayıf bir bazdır (proton alıcısıdır), fizyolojik pH'da kısmen yüklenerek (proton alarak) yüklü grubu (iyonize şekli) oluşturur (29).

2.2.3. Lokal anesteziklerin etki mekanizması

LA'lar, membran zar depolarizasyonu ile gerçekleşen uyarılabilir zarların Na^+ iyonuna karşı seçici geçirgenliği azaltarak veya engelleyerek iletimi durdururlar. Bir sinirde anestezik etki giderek arttıkça, elektriksel uyarılabilirlik eşiği aşamalı olarak yükselir, aksiyon potansiyelinin yükselme hızı azalır, uyarı iletimi yavaşlar ve sinir iletimi zayıflar. LA'lar K^+ kanallarını da bloke edebilirler, ancak bu etki yüksek dozlarda meydana gelir. Dolayısı ile dinlenme zar potansiyelinde büyük bir değişim olmaz (30).

2.2.4. Lokal anesteziklerin fizikokimyasal özellikleri

LA'ların potensi, etki başlangıcı ve etki süresi; primer olarak ilacın fizikokimyasal özellikleri ve vazodilatör aktivite tarafından belirlenir (Tablo 1) (27, 31, 32).

- Lipid çözünürlükleri lokal anesteziğin primer belirleyicisidir. Lipid/su partiyon katsayısı ile gösterilir. Anesteziğin lipitte çözünürlüğü arttıkça etkinliği artar.
- Proteinlere bağlanma ilacın etki süresini uzatır. Lokal anesteziğin ajanın proteinlere bağlanma yüzdesi ne kadar fazlaysa etki süresi de o kadar uzun olur.
- pKa (iyonizasyon sabiti) lokal anesteziğin etki başlangıç hızını belirler. Lokal anesteziğin pKa'sı fizyolojik pH'ya ne kadar yakınsa, o kadar çok dissosiyasyon olur.
- Lokal anesteziğin genelde düşük dozlarda vazodilatasyon (prilokain > lidokain > bupivakain > ropivakain), yüksek dozlarda ise vazokonstriksiyon oluştururlar. Bununla birlikte kokain, katekolaminlerin nöral tutulumunu ve monoamin oksidaz (MAO) enzimini inhibe ederek yalnızca vazokonstriktör etkiye sahiptir. Dolayısı ile total doz ve konsantrasyonun da klinik durumun oluşmasında önemli bir yeri vardır
- Lokal anesteziğin enfekte dokuyu uyuşturmak için kullanıldığında genellikle etkisizdirler. Asidik ortam ilacın diffüze edilmesi ve sinir blokajı için mevcut olan toplam fraksiyonunu daha da azaltır. Burada lokal olarak artmış olan vaskülerite de ilacın ortamdaki uzaklaştırılmasında rol oynamaktadır.

Tablo 1: Lokal Anesteziğin Fizyokimyasal Özellikleri

| | Poten | Etki başlangıcı | Etki süresi | Toksik plazma konsantrasyonu ($\mu\text{g ml}^{-1}$) | pKa | Plazma proteinine bağlanma (%) | Lipid çözünürlüğü | Eliminasyon yarı ömrü (dk) |
|-------------------|-------|-----------------|-------------|--|-----|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Kokain | | Orta | Kısa | >0.5 | 8.6 | 95 | | 100 |
| Lidokain | 2 | Hızlı | Orta | >5 | 7.9 | 70 | 150 | 100 |
| Prilokain | 2 | Hızlı | Orta | >5 | 7.7 | 55 | 50 | 100 |
| Bupivakain | 8 | Orta | Uzun | >1.5 | 8.1 | 95 | 1000 | 160 |
| Ropivakain | 8 | Orta | Uzun | >4 | 8.1 | 94 | 300 | 120 |

2.2.5. Lokal anesteziyelerin farmakokinetiği

Emilim: Lokal anesteziyelerin uygulanma alanından emilerek sistemik dolaşıma geçişlerini; ilacın fizikokimyasal ve farmakolojik özellikleri, enjeksiyon yeri, dozu, ilacın pH'sı, yağda çözünlüğü ve vazokonstriktör maddenin eklenmesi belirler. Lokal anesteziyelerin uygulama bölgesine göre emilim sırası interkostal > kaudal > epidural > brakial pleksus > subkutan doku şeklindedir (27).

Dağılım: Lokal anesteziyelerin büyük bir kısmı plazmada proteinlere (α -1 asit glikoprotein ve albümin) bağlanır. Amid grubu lokal anesteziyeler, plazma proteinlerine ester grubu lokal anesteziyelerden daha fazla bağlanırlar. Lokal anesteziyeler plasenta ve kan-beyin engelini kolaylıkla aşar ve mideden absorbe olmazlar. Proteinlere bağlanma derecesi arttıkça plasentadan geçiş azalacaktır (27, 33). Amid grubu lokal anesteziyeler vücutta yaygın olarak dağılırken, ester grubu lokal anesteziyeler plazma kolinesterazları tarafından hızla yıkılırlar ve yarı ömürleri kısadır (33, 34).

Metabolizma ve atılım: Ester grubu lokal anesteziyeler, plazma kolinesterazı ile hidrolize olur, son ürünleri allerjik reaksiyonlara neden olur. Atipik plazma kolinesterazı olan homozigot hastalar, ester grubu ajanları çok yavaş metabolize ederler. Kan seviyesi kolaylıkla yükselen bu hastalarda sistemik toksik reaksiyon ihtimali yüksektir (33). Omurilik sıvısının esteraz içermemesi ya da çok az içermesi sebebiyle, intratekal enjeksiyon ile sağlanan anestezi, lokal anesteziğin tamamının sistemik dolaşıma geçinceye kadar devam etmesine neden olur (30).

Amid grubu lokal anesteziyeler, karaciğerde mikrozomal P-450 enzimleri tarafından hidrolize edilirler. Amid grubuna ait lokal anesteziyelerin metabolizma hızı prilokain > etidokain > lidokain > mepivakain > levobupivakain > bupivakain şeklinde sıralanabilir. Amid grubundaki lokal anesteziyelerin metabolizması klinikte iki durumda önemlidir; Prilokain metabolizması o-toluidine oluşumuna neden olur, bu da hemoglobini (Hb) ferrik şekle (Hb^{+3}) okside ederek methemoglobinemi oluşturur, karaciğer hastalığı olanlarda amid grubu lokal anesteziyelerin metabolizması azalır ve kan seviyeleri rölatif olarak yükselir (30, 33, 35).

Lokal anesteziğin metabolitlerinin atılımı böbrek yoluyla olur, bununla birlikte %5'ten azı değişmeden idrarla atılır (29, 36).

2.2.6. Lokal anesteziğin sınıflandırılması

Lokal anesteziğin, etki sürelerine ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılabilir.

2.2.6.1. Lokal Anesteziğin Etki Sürelerine Göre Sınıflandırılması

Lokal anesteziğin etkilerinin ortaya çıkış süreleri, ilaçların lipid çözünürlüğü ve proteinlere bağlanma özellikleri ile ilişkilidir. Etki süreleri açısından üç temel kategoride sınıflandırılırlar (33).

- Kısa etki süreli (düşük potans) : Prokain, 2-kloroprokain
- Orta etki süreli (orta potans) : Lidokain, mepivakain, prilokain
- Uzun etki süreli (yüksek potans) : Bupivakain, tetrakain, etidokain, ropivakain, levobupivakain

2.2.6.2. Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması

Aromatik yapıdaki lipofilik kısım ile kuarterner amin yapısındaki hidrofilik kısım arasındaki ara bağ; aminoester ise ester (-COO-) grubu, aminoamid ise amid (-NHCO-) grubu oluşur. Bağlayıcı grubun doğası, lokal anesteziğin farmakolojik özelliklerini belirler (37).

- Ester grubu lokal anesteziğin: Kokain, prokain, kloroprokain, tetrakain, benzokain.
- Amid grubu lokal anesteziğin: Lidokain, bupivakain, etidokain, dibukain, prilokain, mepivakain, ropivakain, levobupivakain.
- Alkoller: Etil alkol, aromatik alkoller.
- Diğerleri: Kompleks sentetik bileşikler, kinolon deriveleri (37)

Klinikte kullanılan lokal anesteziğin ajanlar, ester ya da amid yapısındadırlar (36). Ester ve amid grubu lokal anesteziğin sınıflandırılması ve aralarındaki farklar aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir (Tablo 2) (Tablo 3).

Tablo 2: Lokal anesteziğin sınıflandırılması (28, 36, 38)

| AMİD GRUBU | ESTER GRUBU |
|----------------|-------------|
| Lidokain | Kokain |
| Bupivakain | Prokain |
| Etidokain | Klorprokain |
| Dibukain | Tetrakain |
| Prilokain | Benzokain |
| Mepivakain | |
| Ropivakain | |
| Levobupivakain | |

Tablo 3: Ester ve amid grubu lokal anesteziğin aralarındaki farklar

| | Ester Grubu | Amid Grubu |
|-----------------------------|---|--|
| Metabolizma | Hızlıdır (plazma kolinesteraz enzimi) | Yavaştır (karaciğerde mikrozomal enzimler) |
| Sistemik Toksik Etki | Az | Fazla |
| Alerjik Reaksiyon | Fazla | Nadir |
| Stabilite | Stabil değil Işık, ısı gibi etkenlerle etkilenir | Çok stabil |
| Etki Başlangıcı | Yavaş | Hızlı (orta-çok hızlı) |
| pKa | pH'dan (7,4) yüksektir | pH'dan (7,4) düşüktür |

2.2.7. Lokal anestezi toksisitesi

2.2.7.1. Lokal Toksikite

Lokal anestezi ilacın enjeksiyon veya temas bölgesinde yaptığı sitotoksik etkiye lokal toksisite denir. Lokal toksisite ile geçici nörolojik sendrom, miyotoksisite, kondrotoksisite ve sinir hasarı oluşabilir (29, 33). Periferik sinir blokları sonrasında oluşan lokal toksik etkiler geri dönüşümlüdür ve genellikle günler veya haftalar içinde geriler. İğne travması, sinir kılıfı içine kanama, hematoma ve eşlik eden ödem, sinir içi enjeksiyon, nöronal iskemik ve lokal anestezi toksisitesi gibi çeşitli komplikasyonlar görülebilir. Lokal anestetiklerin nörotoksik etkilerindeki en önemli mekanizma apoptozistir (39). Lokal anestetiklerin toksik etkileri konsantrasyona, temas süresine ve sinirle olan lokalizasyonuna bağlıdır (21). Küçük sinir liflerinin daha hassas olması sebebiyle lokal anestezi toksisitesinde spontan parestezi, ağrı ve ısının algılanmasında sorun oluşur ancak motor, dokunma ve proprioseptik duyu etkilenmez (40). Lokal anestetiklerin etkilerini uzatmak, hızlandırmak ve güçlendirmek için kullanılan adjuvanlarının birçoğunun nörotoksik olduğu kabul edilmektedir. Lidokain, ketamin ve midazolamın apoptozisi uyatarak nöronal ve glial hücrelerde toksik etki oluşturdukları bildirilmiştir (41-43).

İntraoperatif sinir hasarı oluşması durumunda semptomlar hastaların %95'inde 4-6 hafta içinde, % 99'unda ise 1 yıl içinde normale dönmektedir. Kalıcı hasar görülme insidansı ise 1/5000 - 30.000'dir. Nörolojik hasar; damar hasarı, kompresyon hasarı, lokal anestezi etkisi, fasiküler parçalanma, turnike uygulanması, uygunsuz pozisyonlar, postoperatif ödem, cerrahi travma ve önceden var olan demiyelizan hastalıklara bağlı oluşabilir (6, 44).

Sinir hasarının ciddiyeti, nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezis şeklinde derecelendirilir. Etkilenen segmente impuls iletiminin olmaması ile kendini gösteren şekli, nöropraksi'dir. Elektromyogram normaldir; ancak sinir iletim hızı düşmüştür. Endonöriumun korunduğu akson yaralanmalarında ortaya çıkan aksonotmezis, orta dereceli hasarları ifade eder. İyileşme aksonun rejenerasyon hızına bağlıdır (1-3 mm gün⁻¹), nöronal iyileşmenin en ağır formu olan nörotmezis, sinirin enine komplet kesilmesi ya da ezilmesini ifade eder ki genellikle cerrahi tamir gerektirmektedir (6, 44, 45).

2.2.7.2. Sistemik Toksikite

Yüksek kan seviyesi, lokal anestezi ajanlarına karşı gelişen sistemik reaksiyonların % 99 veya daha fazlasının nedenidir. Yüksek kan seviyesi, en sıklıkla büyük volüm ve yüksek konsantrasyonda lokal anestezi gerektiren periferik sinir bloğu, kaudal blok ve epidural blok gibi uygulamalarda oluşur (44, 46).

Yüksek kan seviyesinin nedenleri (47):

- 1- İntravasküler enjeksiyon
- 2- Vasküler yapıdan zengin alan içine enjeksiyon
- 3- İlaç metabolizmasında bozukluk
- 4- Yüksek konsantrasyon veya volüm uygulaması.

2.2.7.2.1. Klinik

Lokal anestezinin yüksek kan seviyesine bağlı olarak gelişen sistemik toksik reaksiyonda belirti ve bulgular esas olarak Santral Sinir Sistemi (SSS)'ne aittir (34). Ancak, lokal anesteziğin miyokard üzerindeki direkt depresif etkileri de bu reaksiyonda önemlidir (28).

Lokal anestezi toksisitesinde gözlenen semptomlar

- Heyecan, oryantasyon bozukluğu, anlamsız konuşma ve konvülsiyonlar
- Kan basıncı ve nabızda yükselme
- Solunum hızında yükselme ve ritm değişiklikleri
- Bulantı ve/veya kusma
- Bilinç kaybı
- Kan basıncında düşme ve taşikardi veya arrest
- Solunumda değişiklikler ve/veya apne
- Bradikardi (myokarda direkt depresan etki)
- Vazodilatasyon (damarlar üzerinde direkt etki)
- Ürtiker
- Anafilaktik şok: Solunum ve dolaşım depresyonu (36)

2.2.7.2.2. Lokal Anestezik Sistemik Toksisitesinde Tedavi

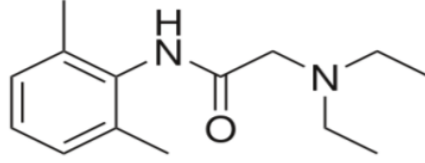
Tedavide öncelikli olan konu intravenöz ve yüksek dozdan kaçınılması ile birlikte toksisite ihtimaline karşı resusitasyonun da dahil olduğu tüm hazırlıkların yapılmış olmasıdır. İstenen klinik etkiyi oluşturacak en düşük dozların kullanılması ve özellikle periferik sinir bloklarında, USG kullanımı önerilmektedir (48-50).

Amerikan Rejyonel Anestezi Derneği tarafından 2010 yılında lokal anestezik sistemik toksisite tedavisi (LAST) ile ilgili bir rehber yayınlanmıştır. Bu rehbere göre LAST geliştiğinde, hızla havayolu güvence altına alınarak, asidoz ve hipoksi gibi toksisitenin etkilerini arttıran durumlar önlenir. Nöbet gelişmesi durumunda, benzodiazepinler ilk seçenek olarak belirtilmiştir. Benzodiazepinlerin olmadığı durumlarda propofol ve tiyopentalin kullanılması; kardiyovasküler kollaps belirtileri varlığında propofolden kaçınılması, kullanılacak ise en düşük dozların tercih edilmesi önerilmiştir. Kardiyak arrest gelişmesi durumunda standart ileri yaşam desteği uygulanır, ancak yüksek oranda aritmojenik olması nedeni ile epinefrin dozunun $<1 \mu\text{g kg}^{-1}$ gibi düşük dozlardan başlanması önerilmektedir. Vazopressin, kalsiyum kanal blokörleri ve β blokörlerden kaçınılması tavsiye edilmektedir. Ventriküler aritmi geliştiğinde lidokain ve prokainamid gibi lokal anestezik özelliği olan ilaçlar yerine amiodoron önerilmektedir (51).

Resusitasyonda, intravenöz lipid tedavisi uygulanmalıdır. Etkisini, plazmayı lipemik hale getirip lipofilik yapıdaki lokal anesteziklerin dokuya geçmesini önleyerek gösterir (lipid sink). Bupivakain karnitin asiltransferazı inhibe eder, bu enzim ise yağ asitlerinin mitokondri membranından geçişi inhibe eder, lipid bu inhibisyonu engeller (metabolik etki). Yağ asitleri miyosit kalsiyum seviyesini artırır (inotropik etki)(52). % 20'lik lipid solüsyonundan 1.5 mL kg^{-1} bolus olarak verilir, ardından $0.25 \text{ mL kg}^{-1} \text{ dk}^{-1}$ dozunda lipid solüsyonu infüzyonuna hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra en az 10 dakika daha devam edilir. Hemodinamik stabilitenin sağlanmadığı durumlarda bolus dozu tekrarlanır ve infüzyon hızı $0.5 \text{ mL kg}^{-1} \text{ dk}^{-1}$ olarak ayarlanır. 30 dakika içinde maksimum doz 10 mL kg^{-1} 'dir. Lipid tedavisi ve vazopressör tedavisine yanıt alınmadığında, lokal anestezik temizlenene kadar kardiyopulmoner bypass düşünülmelidir. Belirgin LAST gelişen hastaların en az 12 saat süreyle gözetim altında tutulması önerilmektedir (52).

2.2.8. Kullanılan lokal anestezikler

2.2.8.1. Lidokain



Şekil 2: Lidokainin moleküler yapısı

Lidokain bir aminoetilamid olup, amid yapıdaki lokal anesteziklerin prototipidir (30). Kimyasal ismi N- dietilaminoasetil-2,6-ksilidin hidroklorürdür. Lidokain ayrıca antiaritmiktir. Yarılanma ömrü 1,5-2 saattir (53). Maksimum doz 4,5 mg kg⁻¹'dir (54). Lidokain aynı derişimdeki prokain'e göre daha hızlı, yoğun, uzun süreli ve derin bir lokal anestezi sağlar. Ester tipi lokal anesteziyelere karşı duyarlılığı olan bireyler için iyi bir alternatiftir. Vazokonstrüktör bir adjuvan kullanıldığında, adrenalin emilim hızını azaltır, böylece toksisite azalır ve etki süresi uzar. Enjeksiyona uygun müstahzarlarına ek olarak, topikal, oftalmik, mukozal ve transdermal kullanım için de formülleri mevcuttur (30).

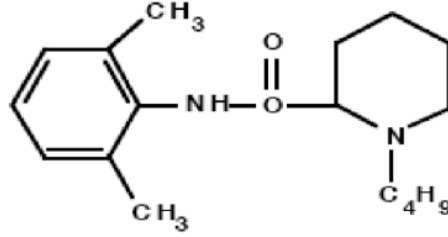
Emilim: Enjeksiyon bölgesi, verilme dozu, konsantrasyonu, vazokonstrüktör madde eklenmiş olması ilacın sistemik dolaşıma emilimini etkiler.

Dağılım: İntravenöz yükleme dozunun ardından, fazla perfüze olan dokularda (böbrek, karaciğer, kalp gibi) konsantrasyonu hızlıca artar. Dağılımı takiben iskelet kasları ve adipoz dokuda redistribüsyon başlar. Kan-beyin bariyerini aşar, plasentaya ve süte geçer. Lidokainin plazma proteinlerine bağlanması doza bağımlıdır.

Eliminasyon: Lidokain 1,5-2 saatlik bir terminal yarılanma ömrüne ve 10-30 dakikalık bir başlangıç süresine sahiptir. Konjestif kalp yetmezliği veya karaciğer fonksiyon bozukluğu olan kişilerde yarılanma ömrü uzayabilir. Lidokainin parenteral dozunun çoğu karaciğerde hızla metabolize olurken az bir kısmı da idrarla atılır. Karaciğer yetmezliği olanlarda, lidokain metabolizması azalabilir. Böbrek yetmezliği olan hastalarda tekrarlayan intravenöz lidokain enjeksiyonu ile ilacın metaboliti birikebilir (55).

Endikasyonları: Lidokain infiltrasyon anesteziinde, periferik sinir bloklarında, santral sinir bloklarında, boğaz, larinks, farinks vb. cerrahisinde topikal analjezi için, korneal ve üretral analjezi için, yüzeysel anestezi için, ventriküler ektopi ve taşikardi tedavisinde kullanılmaktadır.

2.2.8.2. Bupivakain



Şekil 3: Bupivakainin moleküler yapısı (53).

1963 yılında Ekenstum ve arkadaşları tarafından bulunmuş olan amid grubu ikinci jenerasyon uzun etkili bir lokal anesteziiktir (6, 36). Bupivakainin kimyasal ismi 1-n-bütül-DL-piperidin-2-karboksilik asit-2, 6 dimetilanilid hidroklorid'dir. Etki süresi uzundur, derin iletim bloğu yapar, duyu ile motor bloğu belirgin şekilde birbirinden ayırır. Bu özelliklerin tümüne sahip ilk lokal anesteziiktir.

Farmakoloji: Bupivakain, lidokainden hemen hemen dört kat daha güçlü bir lokal anesteziiktir. Lidokaine göre etkisi daha geç başlar. Hücre membranından sodyum iyonlarının geçişini engelleyerek sinir lifleri boyunca impuls iletimini geri dönüşümlü olarak inhibe eder. Etki 5-10 dakikada (dk) başlar. Uzun etki süresine sahiptir. Epidural enjeksiyonda 5-7,5 mg mL⁻¹ konsantrasyonlarında uygulandığında 24 saat, periferik sinir bloğunda 12 saat kadar etkisi devam edebilir. Motor ve duysal blokaj 2-10 saat arasındadır. Tepe plazma seviyesine 35-45 dk sonra ulaşır. Önemli bir kısmı karaciğerde metabolize olur, az bir kısmı böbreklerle atılır. Ayrıca daha düşük konsantrasyonlarda, postoperatif analjezi amaçlı kullanılabilir. Lidokain ile eşit dozlarda daha fazla kardiyotoksiktir (30, 46, 56, 57).

Endikasyonları: Bütün blok tiplerinde kullanılabilir. Uzun etkili olmasının yanı sıra motor bloktan çok duysal blok oluşturma eğilimi ve gebelere uygulandığında fetüsteki miktarı fazla yükselmediği için doğum analjezisinde sıklıkla kullanılır (30).

Kontrendikasyonları: Amid grubu lokal anesteziyelere veya içeriğindeki diğer maddelere karşı aşırı duyarlılığı olanlarda kontrendikedir. Rejyonel intravenöz anestezi bloğunda, turnike gevşemesi veya yanlışlıkla açılmasına bağlı sistemik dolaşıma geçen bupivakain, akut sistemik toksik reaksiyonlara neden olabileceğinden rejyonel intravenöz anesteziye tercih edilen bir lokal anesteziye değildir.

Kullanım şekli ve dozu: Bupivakain enjeksiyonu sırasında belli aralıklarla aspirasyon yapılarak intravasküler enjeksiyon önlenmelidir. Verilecek doz 2 mg kg^{-1} 'ı ve toplamda 200 mg 'ı geçmemelidir (21, 58).

Akut sistemik toksisite: Yanlışlıkla intravenöz verilmesi halinde toksisite 1-3 dakika arası, damar içine uygulanmayan doz aşımalarında ise daha geç ortaya çıkar. Toksik etki, merkezi sinir sistemi ve kardiyovasküler sistemde görülür.

Santral Sinir Sistemi Toksikitesi: Dil ve ağız bölgesinde uyuşma, kulak çınlaması, hiperakuzi, baş dönmesi, görme ve konuşma bozuklukları, bilinç kaybı, konvülsiyon, solunum baskılanması, koma görülebilir.

Kardiyovasküler Sistem Toksikitesi: Kalp kasılmasında azalma, kalp hızında artış ve kardiyak outputta azalma, negatif inotropik etki, aritmojenik etki, daha yüksek dozlarda ventriküler aritmi ve fibrilasyon görülebilir.

Bupivakainin Yan Etkileri: Bradikardi, hipotansiyon, titreme, alerji, konvülsiyondur (55, 59, 60).

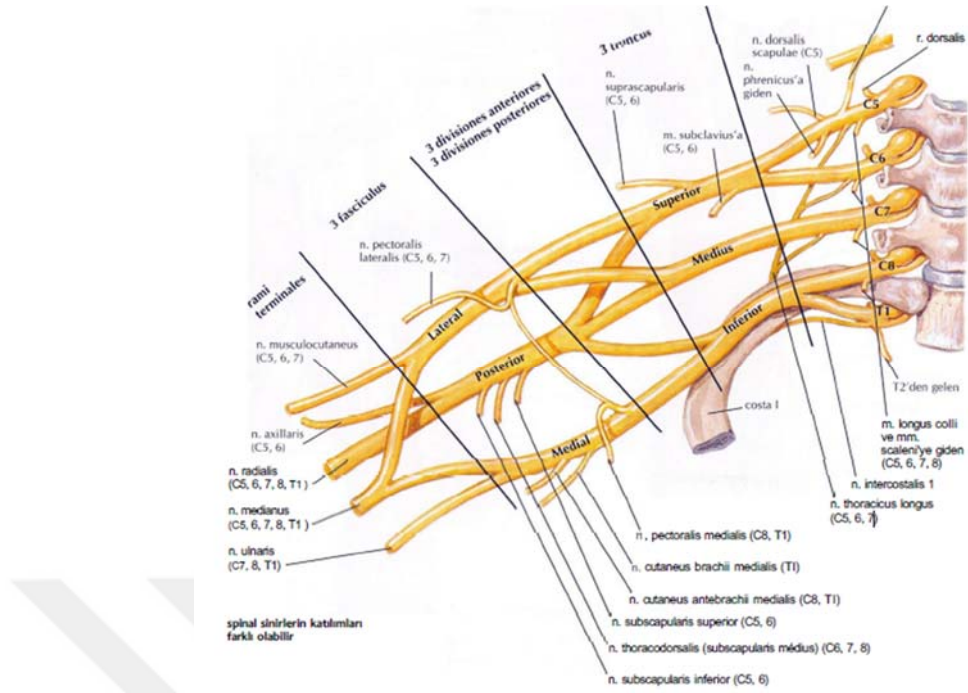
2.3. Brakial Pleksus

2.3.1. Brakial pleksus anatomi (61)

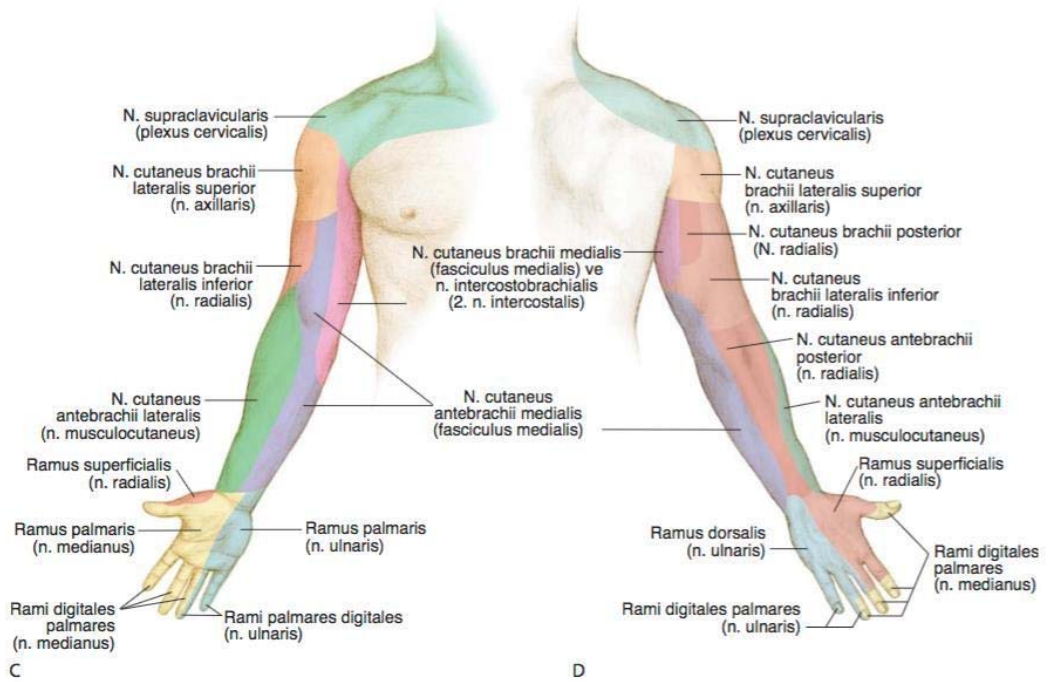
Spinal kordun C5 ve T1 segmentlerinden kaynaklanan sinir kökleri, köken aldıkları seviyedeki vertebraların intervertebral foraminalarından çıkıp, transvers çıkıntılar üzerindeki sulkuslardan kaudale doğru ilerlerler. Transvers çıkıntı üzerindeki sulkusu oluşturan anterior ve posterior tüberküller bu sinirlere uygun kemik desteği sağlar. Yine M. scalenus medius, posterior tüberküle, M. scalenus anterior ise anterior tüberküle bağlanarak, bu sinir köklerini sarar. Transvers çıkıntıdan köken alan M. scalenus anterior'un posterior fasyası sinir köklerinin önünde uzanırken, M. scalenus medius'un anterior fasyası sinir köklerinin arkasında uzanır. Bu kaslar 3. ve 6.

servikal vertebradan köken alıp aşağıda insersiyo yaptıkları 1. kota kadar yan yana uzanırlar. Böylece bu fasiyal kompartman lokal anesteziğin artmış yayılımını sağlar.

Bu sinirler vertebraların yanında seyrederken üstte C5 ve C6 kökleri birleşerek süperior trunkusu, altta C8 ve T1 kökleri birleşerek inferior trunkusu ve C7 kökü tek başına devam ederek middle trunkusu oluşturur (Şekil 4). 1. kota kadar skalen kasları takip eden trunkuslar, 1. kotu geçtikten sonra A. subclavia ile komşuluk ederler. Bu noktada A. Subclavia trunkusların önündedir. Kotun distalinde A. subclavia A. axillaris adını alır ve bu seviyede trunkuslar arterin etrafında dönerek yeniden düzenlenirler. Bu trunkuslar ikiye bölüme (divisyon) ayrılır. Bu bölümler de yeniden birleşerek lateral, posterior ve mediyal kordları oluştururlar ve kordlar da terminal sinirleri oluşturarak sonlanırlar. Posterior kord N. radialis olarak devam ederken median kord N. ulnaris olarak devam eder. Lateral kord N. musculocutaneus olarak devam etmeden önce bir dal göndererek N. medianus'u oluşturmak üzere mediyal kordla birleşir. Bu dört ana terminal dal önkol ve elin duyusunu sağlar. Mediyal kord kaynaklı daha ince sinirler olan N. cutaneus brachii medialis ve N. cutaneus antebrachii medialis yoluyla da kolun ve önkolun mediyal kısmının duyusal innervasyonu sağlanır (Şekil 5). Bu sinirler N. musculocutaneus gibi aksillanın üst seviyesinde nörovasküler kılıftan ayrıлып tek başlarına seyrederler. N. musculocutaneus M. coracobrachialis içinde seyrederken bu kasa ve M. biceps brachii'ye motor lifler verir ve duyusal lifleri de önkolun çeşitli bölgelerine dağılır. Ayrıca aksillada pleksusla ilişkili olmayan interkostal brakial köklerden (T2, T3) kaynaklanan duyusal dallarda vardır (61).



Şekil 4: Brakial pleksusun şematik görünümü (62)



Şekil 5: Brakial pleksusun cilt inervasyonları (62)

Tablo 4: Kordlardan ayrılan dallar ve sinir kökleri

Posterior kord

| | |
|---------------------------|----------------|
| N. axillaris | C5, C6 |
| N. radialis | C5, C6, C7, C8 |
| N. torachodorsalis | C6, C7, C8 |
| N. subscapularis | C5, C6 |

Lateral kord

| | |
|---------------------------------|------------|
| N. pectoralis lateralis | C5, C6, C7 |
| N. musculocutaneus | C5, C6, C7 |
| N. medianus lateral kökü | C5, C6, C7 |

Mediyal kord

| | |
|-------------------------------------|--------|
| N. medianus mediyal kökü | C8, T1 |
| N. pectoralis medialis | C8, T1 |
| N. ulnaris | C8, T1 |
| N. cutaneus brachii medialis | C8, T1 |
| N. cutaneus antebrachii | C8, T1 |

medialis

N. axillaris (C5, C6)

Posterior kordan çıkan sinir A. circumflexa humeri posterior ile foramen quadrilaterale'den (Velpéau aralığı ya da humerotricipital aralık) geçerek, M. deltoideus ve M. teres minor'u innerve eder (Rami musculares). Bu musküler dalları yanında, M. deltoideus'un üzerinde bulunan derinin duyusunu sağlayan dalı da (N. cutaneus brachii lateralis superior) vardır.

N. musculocutaneus (C5, C6, C7)

N. musculocutaneus lateral kordun majör terminal dalıdır. Lateral kord N. medianus'a lateral başlangıç verdikten kısa bir süre sonra, N. musculocutaneus olarak plexus brachialis'i terk eder ve M. coracobrachialis'e girer. Bu sinir, bu kas içinde aksillaya doğru seyreder ve daha sonra M. biceps brachii ve M. brachialis'in arasından oblik ve lateral olarak iner; duyusal devamı olan N. cutaneus antebrachii lateralis (C5,

6) olarak ön kolda sonlanmadan önce, güçlü ön kol fleksörlerine (M. coracobrachialis, M. biceps brachii ve M. brachialis) motor lifler gönderir.

N. radialis (C5-T1)

Tüm plexus brachialis'in en geniş dalı olan N. radialis, posterior kordun devamıdır.

Kolda aşağı inerken, humerusun arkasında ve çevresinde, muskulospiral oluğun içinde A. profunda brachii'ye eşlik eder; daha sonra terminal dalların ortaya çıktığı, ön kolun alt anterior bölümüne ulaşır. Koldaki motor dallar; M. triceps brachii, M. anconeus ve ön kol kaslarının ekstensör ve supinatör grubunun üst bölümüne gider. Ön koldaki motor dallar; kasların ekstensör ve supinatör grubunun geri kalanına giden derin N. radialis tarafından sağlanır. Bu sinir; sadece bileğe kadar ön kolun posterior tarafını değil, aynı zamanda üst kolun posterolateral tarafının çoğunu da innerve eder. Bu nedenle bazı otoriteler; kolun dorsal tarafının innervasyonunu yapan duyu dallardan, N. cutaneus brachii dorsalis (veya posterior) olarak ve ön kolun dorsal tarafına gidenlerden, N. cutaneus antebrachii dorsalis (veya posterior) olarak söz ederler. Buna ek olarak bu sinir, elin radial yarısının dorsal tarafını innerve eder. Daha açık olarak; başparmağın tüm dorsal tarafını, işaret, orta parmakların dorsal tarafını distal interfalangeal ekleme kadar, yüzük parmağının lateral yarısının dorsal tarafını yine distal interfalangeal ekleme kadar innerve eder.

N. medianus (C5-T1)

Nadiren de olsa N. medianus C5'den başlangıcını alan lifleri de kapsar, daha sık olarak motor lifler C6-T1'den ve duyu lifler C6-C8'den başlangıcını alır. N. Musculocutaneus olarak sonlanmadan hemen önce lateral kord, N. medianus'un lateral başlangıcını mediyal kord ise mediyal başlangıcını verir. Bu kökler birleşerek N. medianus'u oluşturur. İki korddan gelen katılımlar; A. axillaris'in ventral yüzeyinin üzerinde birleşmeden önce, arterin üçüncü kısmında çatal yaparak yerleşirler. Daha sonra bu sinir; A. brachialis'in seyri boyunca iner ve ön kola motor dallar verirken ele de motor ve duyu dalları verir. N. medianus, ön kolun pek çok fleksör ve pronator kaslarına motor dallar sağlar; M. flexor carpi ulnaris dışında tüm yüzeysel volar kaslara ve M. flexor digitorum profundus'un ulnar yarısı dışında tüm derin volar kaslara gider. El içindeki motor dallar, ilk iki Mm. lumbricales ve tenar kaslara gider.

Duyusal dallar, başparmağın palmar yönündeki, lateral iki buçuk parmaktaki ve aynı parmakların dorsal yönünün distal ucundaki deriye gider.

N. ulnaris (C8, T1)

Mediyal kord N. medianus'un mediyal başlangıcı olarak devam etmeden hemen önce unlar sinir mediyal korddan ayrılır. Bu sinir, arterin mediyalinde kolun ortasına kadar aşağı doğru iner; N. medianus ve N. cutaneus antebrachii medialis'e paralel ve onların arasında seyreder. Kolun ortasında, M. triceps brachii'nin mediyal başlangıcı üzerindeki oluk içinde inişine devam ederek, dorsal ve lateral olarak kıvrılır. Buradan humerusun mediyal epikondilinin arkasına ilerler ve daha sonra ön kolun ulnar bölgesinden elin içine doğru iner. Ön kolda motor dalları; M. flexor carpi ulnaris ile M. flexor digitorum profundus'un ulnar başlangıçlarına ve el içindeki tüm küçük kaslara, başparmağın uzun fleksör tendonunun derinine ve mediyaline, ilk ikisi haricindeki Mm lumbricales'e gider. N. ulnaris ön kolda duyusal dallar vermez; fakat elde küçük parmağın tamamı ve yüzük parmağının lateral yarısının dorsal ve ventral yüzünün duyusal innervasyonunu sağlar.

N. cutaneus antebrachii medialis (C8, T1)

Mediyal kordun üçüncü dalı N. cutaneus antebrachii medialis'dir. Bu sinir, A. axillaris'in tam mediyalinden mediyal korddan ayrılır. Bu sinir; A. brachialis'in mediyalinden kolda aşağı doğru ilerleyerek, bileğe kadar ön kolun mediyal kısmındaki tüm deriye gider. Bununla birlikte aksillanın yanında, dirseğe kadar M. biceps brachii üzerindeki deriye giden bir lif verir ve buranın duyusunu alır.

N. cutaneus brachii medialis (C8, T1)

Mediyal kordun ikinci kollateral dalıdır. Distal olarak mediyal epikondile kadar, üst kolun mediyal bölümüne gider. N. cutaneus brachii medialis, aksiller kılıfı proksimalden terk eder. Burada, büyüklük ve dağılım bakımından karşılıklı ilişkiye sahip olan N. intercostobrachialis ile halka oluşturur. Bazı durumlarda N. intercostobrachialis (T1, T2), aksillanın apeksinden mediyal kondile kadar üst kolun mediyal tarafının tümünü innerve ederken; bazı durumlarda bu alanın tümü, N.

cutaneus brachii medialis tarafından innerve edilir. Bununla birlikte daha sıklıkla bu alanın daha aşağı bölümün innervasyonu N. Cutaneus brachii medialis ve daha üst bölümün innervasyonu N. intercostobrachialis tarafından olmak üzere, iki sinir tarafından birlikte innerve edilir.

Ek Dallar

Yukarıda tarif edilen 5 terminal dala ek olarak, çok sayıda ön veya yan dallar, uzunluğu boyunca çeşitli noktalarda pleksustan ayrılır.

Dorsalis skapula siniri

Dorsalis skapula siniri, intervertebral foramenden çıktıktan hemen sonra C5 kökünden çıkar. Romboid majör ve minör kaslarının motor innervasyonunu sağlar.

Torasikus longus siniri

Torasikus longus siniri, intervertebral foramenden çıktıktan hemen sonra C5, C6 ve C7 sinir köklerinden köken alır. Torasikus longus siniri, ilk kostadan geçer ve daha sonra pleksusun ana dallarının arkasındaki aksilladan iner. Serratus anterior kasını inerve eder.

Frenik Sinir

C3 sinir kökü başta olmak üzere, C3, C4 ve C5 kök seviyelerinden köken alır. Anterior skalen kasını lateralden mediyale çaprazlar, subklaviyen ven ve arter arasından toraks içine uzanır

Subklavius kası siniri

Subklavius kası siniri, trunkustan çıkan küçük bir filamenttir. Subklavyen arterin önündeki subklavius kasına ve pleksusun alt trunkusuna iner.

Supraskapular sinir

Supraskapular sinir üst trunkustan köken alır. Supraspinatus ve infraspinatus kaslarını inerve eder. Trapezus ve omohiyoid'in altında lateral olarak ilerler ve supraskapular fossaya supraskapular çentikten, transverse skapular ligamanın altında girer. Daha sonra supraspinatus'un altından geçer ve spina skapulanın lateral sınırının etrafında infraspinat fossaya doğru kıvrılır.

Pektoralis lateralis siniri

Pektoralis lateralis siniri brakial pleksusun lateral kordundan, beşinci, altıncı ve yedinci servikal sinirlerden köken alır. Aksiller arter ve venden geçerek,

korakoklaviküler fasyayı delmekte ve pektoralis majör kasının derin yüzeyine yayılmaktadır. Bu sinir pektoralis majör kasının klaviküler başını inerve eder.

Pektoralis mediyalis siniri

Pektoralis mediyalis siniri mediyal korddan sekizinci servikal ve birinci torakal sinirden köken alır. Aksiller arterin ilk kısmını, aksiller arter ile ven arasında ileriye doğru kıvrılarak geçer. Daha sonra, pektoralis minör kasının derin yüzeyine girer ve burada kasları besleyen birkaç dala ayrılır. Pektoralis mediyalis ve lateralis sinirleri bir araya gelir ve genellikle pektoralis majör ve minör kaslarını inerve eden tek bir sinir gibi davranır.

2.4. Brakial Pleksus Blokları

1884 yılında Halsted tarafından, kokainin brakial pleksus köklerine cerrahi olarak enjekte edilmesiyle ilk brakial pleksus bloğu gerçekleştirilmiştir (17). Hirschel'in 1911'de ilk perkütan aksiller brakial pleksus bloğunu gerçekleştirmesinden bağımsız olarak Kulenkampff yine 1911'de ilk perkütan supraklaviküler brakial pleksus bloğu tanımlamıştır (63, 64). 1917'de Bazy ilk infraklaviküler bloğu klavikulanın hemen altında korokoid çıkıntından, Chassaignac tüberkülüne uzanan hattın medialinden uygulanan bir enjeksiyon olarak tariflemiştir (65). İlk interskalen blok ise 1925 yılında Etienne tarafından yapılmıştır (66).

Tüm brakial pleksus bloklarının dayanağı, transvers çıkıntından aksillaya kadar olan trasede, sinir pleksusunun damar-sinir paketi içinde seyredip, bu boşluğun epidural boşlukta olduğu gibi lokal anesteziğin yayılımını sınırlaması ve çeşitli trunkus, bölüm ve kordlara yönlendirmesidir (67). Brakial pleksus blokları, bloğun uygulandığı anatomik bölgeye göre adlandırılırlar (68).

- İnterskalen (paravertebral) blok
- Supraklavikular blok
- İnfra-klavikular blok
- Aksiller blok
- Mid-humeral blok
- Terminal sinir blokları

2.4.1. Brakial pleksus identifikasyon yöntemleri

2.4.1.1. Parestezi tekniği

Geleneksel yöntem terminal sinirlerde parestezi oluşturmaktır. Eğer bu teknik seçilecekse, ilk olarak aranacak sinirin genellikle cerrahi sahaya göre belirlenmesi gerekir. Bir başka değişle N. medianus anestezisi gerekiyorsa öncelikli yaklaşım damarların üst kısmına yapılmalıdır. Parestezi tekniği ile ilgili en önemli kaygı, genellikle teorik olarak da olsa iğneden ya da intranöral enjeksiyondan kaynaklanan sinir hasarıdır (69, 70). Aksiller blok süresince transarteriyel teknik ile parestezi tekniğini karşılaştırılmış ve parestezi grubunda, postoperatif nöropraksilerde belirgin olmayan bir artış bulunmuştur (69, 71, 72). Parestezi arandığında intranöral enjeksiyondan ve/veya sinir hasarından kaçınmanın yolları vardır (73);

- 1- Kısa uç açılı iğnelerin kullanımı; periferik sinir blokları için yıllardır sağlanabilir, ancak sinir ya da sinir pleksuslarına uzun uç açılı iğnelere daha az hasar yapabileceğini kanıtlayan belirgin klinik veriler bildirilmemiştir.
- 2- İğnenin uç açısının sinir liflerine paralel olarak sokulması.
- 3- İğnenin yavaş bir şekilde hareket ettirilmesi (1 mm sn^{-1}); iğneyi sinirlere geçirmeksizin elde edilen paresteziye izin vermektedir.
- 4- Parestezi oluştuğunda iğnenin ileri doğru olan hareketinin hemen durdurulması.
- 5- Önerilen lokal anestetik konsantrasyonunun aşılmaması.
- 6- 150 ünite bulanıklık azaltıcı etkisi olan hiyalüronidaz eklenmesi; vasküler ponksiyon olduğunda hematoma oluşmasına izin vermemektedir.
- 7- 0.5-1 ml lokal anestetik enjeksiyonu yapılırken hasta kramp bezeri hislerden şikayet ederse, enjeksiyonun durdurulması ve iğnenin 1-2 mm geri çekilmesi gerekmektedir.

2.4.1.2. Transarteriyel teknik

Nörovasküler kılıfı bulmak için kullanılan diğer bir yaklaşım ise iğneyi direkt olarak artere doğru yönlendirmektir. Artere girildiği, iğneyi ilerletme sırasında aspirasyonla kanın geldiğini görerek tespit edilir. İğne artık kan gelmediği tespit edilene kadar aspirasyonla ilerletilmeye devam edilir ki bu noktada iğne nörovasküler kılıf içerisinde

ve arterin arkasındadır. Bu noktaya tek enjeksiyon yapılabilir ya da lokal anesteziik solüsyonun yarısı enjekte edilir. Daha sonra iğne tekrar aspire edilerek geri çekilir. Kan aspirasyonunun bittiği yere kalan lokal anesteziik verilir. Enjeksiyon sırasında sabit basıncı devam ettirebilmek için artere parmaklarla “straddle” biçimde (iki parmağı açarak ata biner gibi) bası uygulanır. Bu bası anesteziik solüsyonun kılıf içinde proksimale doğru yayılımını arttırarak N. musculocutaneus’un orijinine yayılma ihtimalini oluşturacaktır (70, 74, 75). Alternatif olarak bloğa başlamadan kolun üst kısmına önce turnike uygulanarak lokal anesteziğin proksimal yayılımı sağlanır (75, 76). Transarteriyel yaklaşım ile aksiller hematoma oluşumu riski mevcuttur ve bu hematoma sinir kompresyonuna ve kolda venöz yetmezliğe neden olabilir (71, 74, 77-80). Hem parestezi hem transarteriyel teknikte tek enjeksiyon kullanılıyorsa fasiyal kılıfın intakt olması gerekir.

2.4.1.3. Direnç kaybı (loss of resistance) ve delme hissi tekniği

Plexus brachialis bloğu yapılırken fasiyadan geçildiğinde hissedilen delme hissi veya fasiyal klik hissi, özellikle kısa uç açılı iğne ile uygulanabilmektedir. Yapılan kadavra çalışmalarında yöntem başarılı bulunmamıştır ve bu kliği taklit edebilecek başka anatomik yapılar da olduğundan, bu teknik önerilmemiştir (81, 82). Direnç kaybı tekniğiyle kateter yerleştirme ve kateter akışının serbestliği basit bir teknik değildir ve sıklıkla tam başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir. Ancak test dozlarının kullanımı başarı oranını geliştirebilir (82).

2.4.1.4. Sinir stimülatörü kullanımı

1912’de Perthes (83), elektrik uyarısı ile periferik siniri lokalize etme tekniğini tarif etmiş, ardından 1962’de Greenblatt ve Densan (84), 1969’da ise Wright sinir stimülatörünü tanıtmışlardır (85). Bir sinirin uyarılabilmesi uygulanan akım şiddeti ve akım süresine bağlı olarak değişmektedir. İğne sinire ne kadar yakın ise kas kontraksiyonu da o kadar artar. Sinir stimülasyonu için başlangıç amplitüdü, uygulama bölgesindeki tecrübeye ve öngörülen sinirin derinliğine bağlıdır. Yüzeysel sinirlerde başlangıç için çoğu vakada, 0,1 milisaniye (ms) uyarı süresinde 1 miliamper (mA) amplitüd ayarlanır. Sinir

stimülatörünün negatif elektrodu kanüle, pozitif elektrodu ise girişim bölgesinden uzağa bağlanır. Yüzeysel elektrodu yerleştirilirken akımın miyokard içinden geçmemesine dikkat edilmelidir. Elektrod kuru ve tüysüz cilde iyi temas etmeli ve ara bağlantılar gevşek olmamalıdır. Hedeflenen sinire ulaşmak için iğne ciltten yavaşça girilerek ilerletilir. İstenen kas cevabı alındıktan sonra, akım amplitüdü kademeli olarak azaltılır ve iğne yavaşça ilerletilir. İğnenin ilerletilmesine ve akımın azaltılmasına 0.1 ms uyarı süresinde 0.2-0.5 mA’de motor cevap alınıncaya kadar devam edilir. Unutulmamalıdır ki 1.5 mA’ye kadar olan akımlarda bile motor cevabının olmaması intranöral enjeksiyon riskini ekarte ettirmez iken, düşük akımlarda (<0.2-0.3 mA) motor hareketin olması sadece intranöral iğne yerleşiminde olur. 0.3-0.5 mA’de kas kontraksiyonları alınıyorsa önce aspirasyon testi yapılır, kan gelmediği görülür, küçük bir test dozu ve ardından istenen uygun lokal anestezi miktarı verilir (35).



Resim 1: Periferik sinir stimülatörü

2.4.1.5. Ultrasonografi

Tıpta kullanımı 1950’lerde başlamış ve anestezide ilk kullanımı ise 1978’de supraklavikular blok uygulaması ile olmuştur (86). USG rehberliğinde periferik sinir bloğu uygulamalarının; sinirlerin lokalizasyonu, iğnenin görüntülenebilmesi, lokal anestezi dağılımının izlenebilmesi ve vasküler yapıların ayırt edilebilmesini sağlaması gibi çeşitli avantajları vardır. Ayrıca USG kullanımı ile birlikte kullanılan lokal anestezi miktarı da önemli ölçüde azalmıştır (87).

2.4.2. İnfraklavikular blok

İnfraklavikular blok üst ekstremitte cerrahilerinde USG rehberliğinde uygulanması kolay olan ve günübürlük cerrahilerde kullanılabilen bir brakial pleksus bloğu tekniğidir (88). Temel brakial pleksus teknikleriyle deneyim ve infraklavikular fossa ve aksilla anatomisini anlamak, bloğun etkin ve güvenli uygulanması için gereklidir. Bu blok el, el bileği, dirsek ve distal kol cerrahisi için uygundur; ayrıca kol turnikesi için de ideal analjezi sağlar. Bu bloğun supraklavikular blok ile benzerliği, her iki tekniğin hastaya ve hastanın anatomisine uygun olana göre dönüşümlü uygulanmasına olanak sağlar (35). Ancak supraklavikular blok ile kıyaslandığında pulmoner fonksiyonlar üzerine olumsuz etkileri daha azdır (89). İnfraklavikular blok endikasyonlarından olan el cerrahilerinde C8,T1 sinir köklerinin bloke edilememesinden dolayı interskalen blok önerilmemektedir (35). Vertikal infraklaviküler blok dışındaki infraklaviküler yaklaşımlarda, N. axillaris’de blok oluşmaz. Ayrıca omuz eklemine innerve eden N. suprascapularis de brakial pleksusun superior trunkusundan ayrıldığı için bloke olmaz. Bu sebepler dolayısıyla infraklaviküler blok interskalen bloğun bir alternatifi değildir (18). İşaret noktaları olan korakoid çıkıntı ve klavikula, obez hastalarda bile kolaylıkla palpe edilebilir ve infraklavikular bölge pektoral kaslar sayesinde katater yerleştirilmesi ve tespiti için ideal bir yerdir (6).

2.4.2.1. Tarihçe

İnfraklavikular blok ilk kez Bazy tarafından klavikulanın hemen altında korakoid çıkıntından, Chassaignac tüberkülüne uzanan hattın medialinden uygulanan bir enjeksiyon olarak 1914 yılında tariflenmiştir (65). Labat 1922 yılında Bazy’ye benzer şekilde klavikulanın orta noktasından 1. veya 2. spinöz çıkıntıya doğru subfasial bir enjeksiyon tarif etmiştir (90). 1973’te Raj ilk kez sinir stimülatörü kullanarak Bazy tekniğini geliştirmiş ve iğneyi klavikulanın orta noktasından aksillaya doğru yönlendirmiştir (91). 1977’de Sims, Raj tekniğini modifiye ederek iğne giriş noktasını korakoid çıkıntının 1 santimetre (cm) mediyalinde, klavikulanın altında olarak uygulamış ve iğneyi 80° açı ile aksillaya doğru yönlendirmiştir (92). Whiffler 1981’de

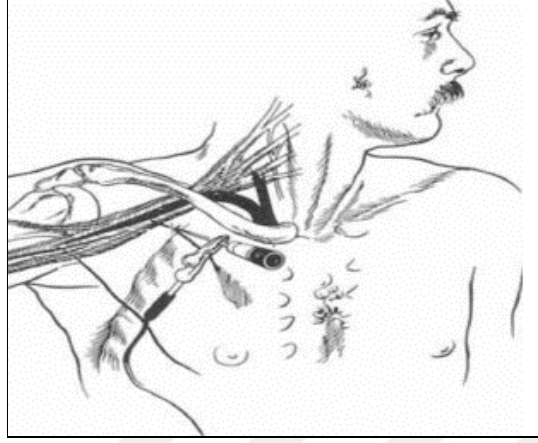
korokoid blok olarak bilinen yaklaşımı tarif etmiştir. Bu yaklaşımda Whiffler hastanın başını blok yapılacak tarafın aksi yönüne çevirmiş, blok yapılacak kolu 45° abdüksiyonla gövdenin üzerine koydurmuş, böylece brakial pleksusun korakoid çıkıntıya yaklaşacağını belirtmiştir. Klavikulanın orta noktası (subklavyen nabız) ve aksiller arter pulsasyonunun kesiştiği noktada, iğne korakoid çıkıntıdan inferomediyale yönlendirilmiştir (93). 1995 yılında Kilka ve arkadaşları tarafından tanımlanan vertikal blokta, iğne giriş yeri juguler çentik ve akromionun ön yüzünü birleştiren hattın orta noktasıdır (94). İğnenin korakoid çıkıntı ile klavikula arasındaki kesişme noktasına yerleştirilerek, posteriora doğru sagittal düzlemde ilerletilmesi olarak tanımlanan lateral sagittal yaklaşım 2004 yılında Klaastad ve arkadaşlarının yaptığı manyetik rezonans (MR) çalışmasıyla ortaya çıkmıştır (95).

2.4.2.2. Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar

İnfraklavikular blok ile humerus distalinden parmaklara kadar tam anestezi veya analjezi oluşturulabilir. Omuz cerrahisi dışında üst ekstremitenin tümündeki cerrahi yaklaşımlar ve ortopedik manüplasyonlar için uygulanabilir. İnfraklaviküler yaklaşımların gerçekleştirildiği bölgede kateter tespitinin kolaylığı ve kateter çıkma riskinin daha az olması diğer tüm brakial pleksus blok yaklaşımlarına göre önemli bir avantaj oluşturmaktadır. Kontrendikasyonları ise blok uygulanacak bölgede cilt enfeksiyonu, kontrateral hemidiafragmatik paralizi veya pnömotoraks, kontrateral frenik veya rekürren laringeal sinir felci olarak sıralanabilir. Blok uygulanacak bölgede, anatomik bütünlüğün bozulması durumunda uygulanamayabilir. Arter yaralanması olduğunda bu bölgede kompresyon zordur, bu nedenle koagülopatisi olan hastalarda önerilmemektedir (6, 54). Aynı tarafta pacemaker'ı bulunan veya subklavikular bölgede damar katateri olan hastalarda bu yaklaşımdan kaçınılması gerekmektedir (54).

2.4.2.3. İnfraklavikular Blok Teknikleri

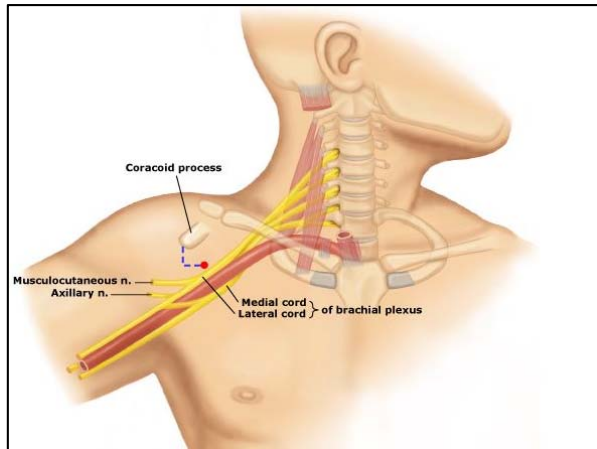
2.4.2.3.1. Modifiye Raj Tekniği



Şekil 6: Modifiye Raj Tekniği (91)

Juguler çentik ile akromioklavikular eklem birleştiiğı çizginin orta noktasından 2.5-3 cm aşağıya doğru çizilen nokta girişim noktasıdır. 80-100 mm'lik iğne gereklidir. 45⁰-65⁰'lik açıyla girilir ve iğne aksillaya doğru yönlendirilir. Hasta sırt üstü yatar pozisyonda, baş blok yapılan tarafın tersine çevrilmiş durumdadır. İğne hiçbir zaman posteriora ve mediale yönlendirilmez. Blok uygulanacak kol mümkünse 90⁰ abduksiyona gelecek şekilde yan tarafa doğru açılır (Şekil 6) (91).

2.4.2.3.2. Korakoid Blok Tekniği



Şekil 7: Korakoid Blok Tekniği (96)

1981’de Whiffler tarafından kolay ve emniyetli olması nedeniyle tariflenmiştir. İğne giriş yeri olarak korakoid çıkıntının kaudali ve mediyalinden, iğne dik olacak şekilde subklavyen arterden aksiller artere bir hat boyunca yönlendirilmiştir (96).

Wilson’ın 1998’de yaptığı MR çalışması ile bu teknik modifiye edilmiştir. Wilson korakoid çıkıntının 2 cm mediyali ve 2 cm kaudalinden iğneyi geçirerek başarılı blok ve katater uygulamaları gerçekleştirmiştir (Şekil 7). Bu blokta hasta sırtüstü yatar pozisyonundadır. İğne cilde 90⁰ açı ile dik olarak uygulanır. Blok uygulanacak kol tercihen adduksiyonda iken önkol dirsekten fleksiyon uygulanarak hastanın göğsü üzerine yerleştirilir (97).

2.4.2.3.3. Vertikal Blok Tekniği



Şekil 8: Vertikal Blok Tekniği 1) juguler fossa, 2) akromiyonun ventral bölgesi, 3) iğne giriş yeri (98)

1995 yılında Kilka ve ark. tarafından tanımlanmıştır. Hasta sırt üstü yatar durumda, ön kol rahat bir şekilde göğsün üstünde, baş hafifçe yana çevrilmiştir. Juguler çentik ve akromionun ön yüzünü birleştiren hattın orta noktasından girilir (Şekil 10). 50 mm’lik iğne kullanılır. 90⁰ açı ile girilir. İğne mediale yönlendirilmemelidir (96).

2.4.2.3.4. Lateral Sagittal Blok Tekniği

Bu yaklaşım 2004 yılında Klaastad’ın yaptığı MR çalışmasıyla tanımlanmıştır. Hasta sırt üstü yatar pozisyonda, baş blok yapılacak yönün tersine çevrilir. Blok uygulayan kişi hastanın omzunun arkasına, baş tarafına yerleşir. İğne korakoid çıkıntı ve

klavikula arasındaki kesişme noktasına yerleştirilir, 0° açı ile girildikten sonra iğne posterioara doğru sagittal düzlemde ilerletilir, uygun motor yanıt bulunana kadar iğne açısı 10° ar derece artırılarak yönlendirilir. Amaç kordları koronal planda lokalize etmektir. İğne yönü sagittal planda korokoid çıkıntıya doğrudur. Bu metodla posterior ve medial kordlara lateral korddan daha sık ulaşılmıştır. İğne 6.5cm'den daha derine ilerletilmemelidir. Tüm kordlar MR çalışmasında aksiller arter ve venden daha önce bulunmuştur, bununla beraber damarlarda ve sefalik vende yaralanma riski vardır (95).

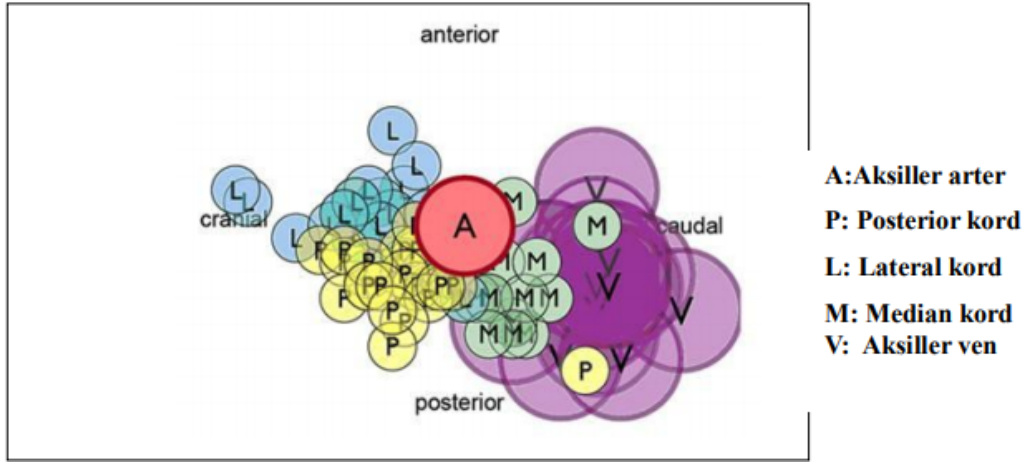


MK: medial kord, LK: lateral kord, PK: posterior kord

Resim 2: İnfraklavikular Blok Ultrasonografi Tekniği ve USG Görüntüsü

2.4.2.3.5. Ultrasonografi Tekniği

USG rehberliğinde lateral sagittal infraklavikular blok uygulaması sırasında hasta supin pozisyonundadır. Lineer USG probu korakoid çıkıntının 1 cm anterioruna sagittal planda, iğne ise korakoid çıkıntı ile klavikula arasındaki kesişme noktasına in-plane teknikle yerleştirilir. Lateral kord en yüzeysel yerleşimli kord olduğu için genellikle ilk karşılaşılan nöral yapıdır. Lateral kordun yakınında ve biraz derininde posterior kord bulunur. Medial kord ise aksiller arterin altında ve kaudalindedir. Bu dağılımın dışında pek çok anatomik varyasyon olabilir (6).



Şekil 9: Sauter'in yaptığı MR çalışmasında kordların artere göre dağılımları (99)

Sauter'in, brakial pleksus ve aksiller artere göre kordların konumunu göstermek için lateral sagittal infraklaviküler teknikte yaptığı MR çalışmasında; kordların saat 3 ve 11 arasında dağıldığını göstermiştir. En uygun enjeksiyon noktası olarak kranioposterior kadranda, artere yakın saat 8 hizasında bulunmuştur ve buraya yapılan enjeksiyonla tüm kordlara yayılan etkin lokal anesteziğin dağılımı olacağını belirtmiştir (99). USG rehberliğinde lateral sagittal infraklaviküler blok uygulamasında tekli ve ikili enjeksiyonu karşılaştıran bir çalışma da ikili enjeksiyon grubunda blok başarısı tekli enjeksiyon grubuna göre daha yüksek, blok başlama süresi ise daha kısadır. Ancak çoklu enjeksiyonlarda iğne yönlendirme sayısı ve buna bağlı olarak vasküler ponksiyon vb. komplikasyon oranlarının da artacağı akılda tutulmalıdır (100).

Klinik anatominin ve kordlar ile damarsal yapıların ve plevranın konumlarının bilinmesi komplikasyon riskini azalttığı gibi uygulanan bloğun başarı şansının da artmasını sağlamaktadır. Ultrason tekniğinde en önemli nokta iğnenin sürekli olarak görüntülenmesi ve işlem sırasında pnömotoraks riskinden kaçınmak için iğnenin sagittal ve lateral planda ilerletilmesidir (6).

2.4.2.3.6. Sinir Stimülatör Tekniği

Hasta monitorize edildikten sonra sinir stimülatörünün toprak elektrodu bir EKG paleti ile hastaya bağlanır. Nazal kanül ile hastaya oksijen verilir. Hafif düzeyde bir sedasyon uygulanabilir. Hasta supin pozisyonda başı blok yapılacak tarafın karşı tarafına bakacak şekilde yatar. Anestezist de blok uygulaması esnasında blok yapılacak tarafın karşısında durur. Hastanın kolunu abduksiyonda ve dirsek fleksiyonunda tutmak brakiyal pleksus ile işaret noktalarının ilişkisini sabitlemek için yararlıdır. İnfraklavikular blok için işaret noktaları: korakoid çıkıntı, klavikula medial başı ve bu iki noktanın birleşim yerinin orta noktasıdır. İğne giriş yeri olarak iki işaret noktasının birleşim yerinin yaklaşık 3cm kaudali işaretlenir. İğne girşi yeri 25g iğne kullanılarak lokal anestezikle infiltre edilir. İğnenin kas tabakalarından geçişine bağlı rahatsızlığı azaltmak için lokal anestezik daha derine pektoralis kasma da uygulanmalıdır.

Sinir stimülatörüne bağlanmış 21G 8cm iğne ile cilde 45° açıyla girilir ve klavikulanın medial başı ile korakoid çıkıntıyı birleştiren çizgiye paralel ilerletilir. Sinir stimülatörü önce 1.5mA'ye ayarlanır. İğne cilt altı dokuya doğru ilerletilirken tipik olarak pektoralis kasında lokal kontraksiyonlar görülür. Bu kontraksiyonlar kaybolunca hasta brakiyal pleksus motor yanıtı için gözlemlenirken iğne yavaş ve düzenli olarak ilerletilmelidir. Amaç, 0.2-0.5mA akım kullanarak elde kontraksiyon elde etmektir. İstenen yanıt bulunduğu anda, iğne stabilize edilir ve lokal anestezik madde enjekte edilir. Tüm sinir bloklarında olduğu gibi, enjeksiyon yavaş, kademeli ve sık aspirasyonla olmalıdır. Eğer eşik akımı 0.2 mA veya daha düşük ise, enjeksiyon basıncı yüksekse, iğne yerleştirme veya enjeksiyon sırasında hastanın parestezisi varsa, intranöral yerleşim ihtimali düşünülerek iğne hafifçe geri çekilir (35).

2.4.2.4. İnfraklavikular Blok Komplikasyonları

- Pnömotoraks: En ciddi komplikasyondur. Supraklavikular bloğa göre daha düşük insidansa sahiptir (101).
- Horner Sendromu: İlacın yukarı doğru migrasyonunun sebep olduğu düşünülmektedir. İnterskalen bloğa göre çok daha az sıklıkta oluşmaktadır (102).

- Frenik Sinir Bloğu: İnterskalen blok uygulamasında beklenen bir sonuç iken infraklavikular blok uygulanmalarında beklenen bir sonuç değildir. %3 oranında görülür (103).
- Damar Ponksiyonu ve İntravasküler Enjeksiyon: Brakial pleksusun vasküler yapılara yakınlığı nedeni ile dikkat edilmesi gerekmektedir.
- Nöropati
- Hematom
- Larengeal sinir paralizi
- Konvülsiyon ve Sistemik Toksikite: Günübürlük cerrahi işlemlerde sıklıkla kullanılan periferik sinir blokları uygulamasında mortaliteye en çok neden olan komplikasyon lokal anestetik toksisitesidir (104).

2.4.3. İnterskalen Blok (İSB)

İSB, anterior ve middle skalen kasları arasındaki brakiyal pleksusun trunkuslarını bloke etme tekniğidir (105). Prosedür ilk olarak 1970 yılında Alon Winnie tarafından tanımlanmış ve popüler hale getirilmiştir (106). İSB, tipik olarak, omzun ve kolun üst kısmının ameliyatı için anestezi veya analjezi sağlamak amacıyla uygulanır (107). İSB C8-T1 sinir köklerini (ulnar sinir dağılımı) içeren cerrahi için etkili değildir. Tek başına İSB ile omuz cerrahisi yapmak mümkündür.

2.4.3.1. Endikasyonları

- Rotator kaf onarımı
- Akromiyoplasti
- Hemiartroplasti
- Total omuz replasmanı
- Humerus kırığı
- Diğer omuz cerrahileri
- Ön kolun veya elin mediyal kısmını içermeyen diğer kol cerrahileri

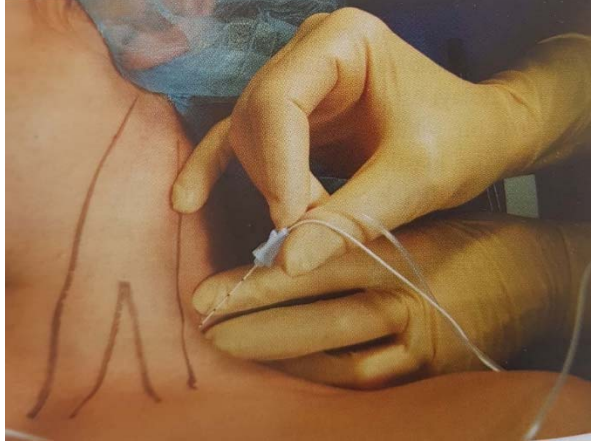
2.4.3.2. Kontrendikasyonları

- Hasta reddi
- Planlanan enjeksiyon bölgesinde enfeksiyon
- Önceden nörolojik defekt varlığı
- Lokal anestezi madde alerjisi
- Koagülopati
- Kontralateral frenik sinir disfonksiyonu
- Ağır kronik obstrüktif akciğer hastalığı

2.4.3.3. İnterskalen Blok Tekniği

İSB öncesinde hastayı incelerken, belirli yer işaretlerini palpe etmek faydalıdır. İlk önce baş karşı tarafa doğru çevrilmelidir. SKM kası skalen kasların üstünü örtmekte olup, kolaylıkla görülür ve palpe edilir. Hastanın kafasını kaldırması SKM'nin lateral sınırını belirlemede yardımcı olacaktır. Anterior skalen kas SKM'nin altından çıkar ve ilk kostaya doğru inferior ve lateral olarak ilerler. Muayene eden kişi, parmaklarını SKM'nin altına ve eksternal juguler venden daha aşağıya doğru yerleştirmeli, anterior skalen kası bulmak için lateral olarak kaydırmalıdır. İnterskalen oluk anterior ve middle skalen kaslar arasındadır. Bu oluk bazen palpasyon sırasında çok belirgindir, ancak sıklıkla ince ve yarı gibidir. Oluk genellikle eksternal juguler ven ile SKM kasının kesişiminde başlar ve klavikulanın orta noktasına doğru inferior ve lateral olarak aşağı doğru iner.

Kısa ve kalın boyunlu hastalarda, bu sebeple palpasyon öncesi oluğun nerede bulunacağını öngörmek yararlı olacaktır (108, 109).



Resim 3: İnterskalen Brakiyal Pleksus Bloğu Sinir Stimülatör Tekniği İğne Giriş Noktası (108)

2.4.3.3.1. Sinir Stimülatör Tekniği

Hasta monitorize edildikten sonra hastaya uygun şekilde pozisyon verilir. Sinir stimülatörünün toprak elektrodu bir EKG paleti ile hastaya bağlanır. Nazal kanül ile hastaya oksijen verilir. Hafif düzeyde bir sedasyon, küçük miktarlarda midazolam ve fentanil ile sağlanabilir. Steril bir alan kullanılır. Tipik olarak bir blok tablası açılır, blok iğnesi buna eklenir. Hasta hazırlanır ve örtülür. Blok iğnesi uzatma hattı, lokal anestezi karışımını bağlayan ve iğneyi açan bir yardımcıya verilir. Blok iğnesine sinir stimülatörü bağlanır. İnterskalen oluk, daha önce tartışıldığı gibi palpe edilir. Blok iğnesi tüm düzlemlere dik ve hafif kaudal yerleştirilir. İğne kılıf içinden ilerletilir, bu sırada bir "pop" hissi hissedilebilir. Pleksusun köklerinden birine yaklaşıldığında, bu kökle beslenen kaslar kontraksiyonla uyarılır. Pleksusu aramaya başlamak için genellikle 1-1.5 mA'lık bir akım yeterlidir. Uygun bir kas kasılması görüldüğünde, eşik (stimülasyonun devam ettiği en düşük akım) belirlemek için akım yavaşça azaltılır. İğne sinire ne kadar yakınsa, eşik o kadar düşük olur. Bazı uygulayıcılar genellikle 0.5 mA'dan daha düşük bir akım ararlar. Elde edilen eşik akımı istenenden daha yüksekse, iğne yeniden konumlandırılır. İstenen yanıt bulunduğunda, iğne stabilize edilir ve lokal anestezi madde enjekte edilir. Tüm sinir bloklarında olduğu gibi, enjeksiyon yavaş, kademeli ve sık aspirasyonla olmalıdır. Eğer eşik akımı 0.2 mA veya daha düşük ise, enjeksiyon basıncı yüksekse, iğne yerleştirme veya enjeksiyon sırasında hastanın parestezisi varsa, intranöral yerleşim ihtimali düşünülerek iğne hafifçe geri

çekilir. Kabul edilebilir bir motor yanıt, deltoid kas veya kol veya eldeki herhangi bir kasla ilgili olabilir. İğneyle middle skalen kasın lateral ve posterior kısmına temas edilirse, sırasıyla trapezus, romboid ve serratus anterior kaslarının stimülasyonu ile sonuçlanan aksesuar, dorsal skapular ve torasikus longus sinirlerini uyarmak mümkündür. Eğer iğneyle anterior skalen kas ile SKM kası arasında (yani çok ön kısım) temas edilirse, sıklıkla frenik sinir kasılır ve bu da diyafragmanın kasılmasına neden olur (yani, hıçkırma oluşur). Böylece, bu istenmeyen seğirmeler, iğnenin yeniden konumlandırılmasında uygulayıcıya rehberlik etmeye yardımcı olabilir (108).



Resim 4: İnterskalen Brakiyal Pleksus Bloğu USG tekniği ve USG Görüntüsü

2.4.3.3.2. Ultrasonografi Tekniği

Blok için USG kullanımı, özellikle obez hastalarda brakiyal pleksusun yerini daha kolay hale getirebilir. Ayrıca, lokal anesteziğin maddenin amaçlanan yere yayıldığını görmeyi sağlar. Örneğin, sadece sinir stimülatörü kullanılan teknikte, fasiyal bölme dışındayken pleksusun uyarılması mümkündür, böylece, lokal anesteziğin madde enjeksiyonu pleksusu uygun şekilde çevrelemez. USG tekniğinde, yeterli yayılım görülürse enjekte edilen toplam lokal anesteziğin hacmini azaltmak veya yetersiz yayılma görülürse iğneyi yeniden yönlendirmek mümkündür.

Ultrason probu steril bir kılıf içine yerleştirilir. Ultrason probu, subklaviyan arter ve brakiyal pleksusun bir görüntüsünü bulmak için klavikulaya paralel ve yukarı

yerleştirilir. Pleksus yukarı doğru, skalen kasları arasında görülebilen bir noktaya kadar, subklavyen arter ve akciğerin uzağında izlenir. İn-plane yaklaşımla, iğne deriden geçirilir ve ultrason düzlemi içinde brakial pleksusa doğru yönlendirilir. Ultrason probunun pleksus üzerinde odaklanması ve iğnenin pleksusa doğru ilerletilmesiyle out-of-plane bir yaklaşımın yapılması da mümkündür. Bu yöntem ile, iğne aslında görselleştirilmez, ancak doku hareketi, iğnenin bulunduğu yeri saptamaya yardımcı olur. USG ve sinir stimülasyonu birlikte kullanılabilir. USG kullanımı sayesinde, yeterli ve efektif blokaj için, daha düşük hacimde lokal anestezi madde yeterlidir. Lokal anestezi yayılımının yeterliliğinin görselleştirilmesi, kullanılan hacmin belirlenmesine yardımcı olur (110).

2.4.3.4. İnterskalen Bloкта Komplikasyonlar (67, 111, 112)

- Sistemik toksik reaksiyon (i.v. enjeksiyon): Boyun vücudun diğer bölgelerinden çok daha fazla vasküler bir yapıya sahiptir. Bu bölgeye verilen lokal anestezi solüsyon büyük oranda dolaşıma absorbe olarak yüksek bir kan seviyesi oluşturur. Bu nedenle diğer blok uygulamalarından daha yüksek oranda toksik reaksiyon görülür. Vertebral arter hasarı diğer bir ciddi komplikasyondur.

- Total spinal veya servikal epidural blok: Tüm paravertebral tekniklerde olduğu gibi ciddi bir durum olan epidural ya da spinal anestezi meydana gelebilir.

- Frenik sinir blokajı: %100 oluşur. Hastaya bu durum anlatılmalı ve solunum fonksiyonu dikkatle izlenmelidir.

- *Ses Kısıklığı* : Ses kısıklığı hastaların yaklaşık %30'unda görülür (113). Larinkse kan akışının vazodilatasyonu veya lokal anestezi maddenin rekürren laringeal sinire yayılmasından dolayı ortaya çıkabilir.

- Vagus sinir bloğu

- Horner sendromu: Brakial pleksusun lokalizasyonu nedeniyle ilacın yayılımı veya iğne ucunun hatalı yerleşimine bağlı olarak stellat gangliyon ve rekürren laringeal sinirler bloke olabilir. Bu hastalar Horner sendromu bulguları (ptozis, miyozis, anhidrozis), dispne ve ses kısıklığı belirtileri sergileyebilirler. Stellat ganglionun bloke edilmesine bağlıdır. İstenmeyen sinir bloğu olduğunda hasta işlem öncesi

bilgilendirilmiş olsa bile ajitasyon gösterebilir. Hastaya bu durum anlatılmalı ve solunum fonksiyonları dikkatle izlenmelidir.

2.5. Perfüzyon İndeksi



Resim 5: Perfüzyon İndeksi Ölçümünü Sağlayan Cihaz

Pulse oksimetreten türetilen perfüzyon indeksi (PI), el veya ayak parmağı gibi belli bir yerde, pulse oksimetredeki pulsatil (arterial kan) ve pulsatil olmayan (venöz veya doku kanı) ışık arasındaki ilişkiyi hesaplayarak, doku perfüzyonunun kuvvetini yansıtan bir parametredir (114-116). Pulsatil sinyalin pulsatil olmayan sinyale olan yüzde değeri olarak ifade edilir. Her iki sinyalde emilen kızıl ve kızıl ötesi ışık miktarından (940 nm, 960 nm) türetilmiş olup, pletismografik dalga amplitüdlerinin ilişkisini yansıtmaktadır (117).

PI, periferik damar tonusundaki değişiklikler nedeniyle oluşan periferik perfüzyon dinamiklerini değerlendirmek için kullanılmaktadır (115). Perfüzyondaki değişiklikler aynı anda pulse oksimetreye yansıtacak ve oranı da değiştirecektir. Atım hacmi, vazomotor tonus ile birlikte cilt ısısı PI'yı etkileyen başlıca faktörler olup, monitörize edilen alandaki kan akımı PI ölçümlerini etkilemektedir (118).

Doku perfüzyonu klinikte, subjektif, kesin olmayan dolaylı bulgularla değerlendirilmektedir. Yeni gelişen teknikler doku perfüzyonu hakkında daha objektif bilgiler sağlamaktadır (119). Dolaşım şoku gibi hayatı tehdit eden unsurların varlığında ilk olarak periferik dokular etkilendiğinden, kan periferden hayati organlara yönlendirilir. Reperfüzyonda ise en son kurtarılan yerlerdir. Bu nedenler ile periferik perfüzyonun değerlendirilmesi ve PI ölçümleri klinik pratikte popüler hale gelmişlerdir (120-122).

Düşük PI değerleri düşük perfüzyonu göstermektedir (118). Pulsatil komponentin periferik vazokonstriksiyondan etkilenmesinden dolayı PI azalmaktadır (122). Bu özellikleri PI'nın periferik hipoperfüzyonu ve dolaylı yoldan santral kan hacmindeki düşüşleri erken tespitine olanak sağlamaktadır. Ameliyathane, acil servis ve yoğun bakım ünitelerinde bu nedenlerle kullanımı her geçen gün artmaktadır (123).

Santral ve periferik bloklar sonrasında sempatik blokaja bağlı vazodilatasyon ile kan akımında ve cilt sıcaklığında artış meydana gelir (124). Bu değişiklikler ile periferik perfüzyon ve dolayısı ile PI'da artış meydana gelir (13). Uygulanan bloğun başarısını değerlendirmede PI'nın en erken ve doğru göstergelerden biri olduğu bildirilmiştir (125). Blok uygulandıktan 10 dk sonra PI değerlerinde %120 artış olduğu ve bu artışın blok başarısını değerlendirmede anlamlı olduğu bildirilmiştir (114). Ayrıca sempatik blokaja bağlı oluşan PI artışının cilt sıcaklığı artışına göre daha erken oluştuğu ve bu artışın oran olarak daha yüksek olduğu da bildirilmiştir (126).

2.6. Near İnfrared Spektroskopi (NIRS)



Resim 6: NIRS cihazı ve ölçüm sensörü

Standart monitorizasyon sırasında kullanılan parametrelerin doku oksijenasyonunu göstermede her zaman yeterli olmadığı bilinmektedir (127). Monitorizasyondaki bu eksikliğin giderilmesi amacı ile yapılan çalışmalar sonucunda, Near İnfrared Spektroskopisi (NIRS) yöntemi ile doku oksijenasyonu (rSO_2 =oksihemoglobin / total hemoglobin) geliştirilmiştir. Normal rSO_2 değerleri %60 civarındadır. NIRS yöntemi serebral rejyonal oksijen saturasyonu ölçümünde, gönderilen infrared ışığın 1-1.5 cm derinlikte 1/3 arter, 2/3 ven kanı karışımından oluşan, water sheed zone denilen bölgenin saturasyonunu gösterdiği ifade edilmektedir. Frontotemporal bölgeye yerleştirilen prob üzerinde bir ışık kaynağı ve iki sensör bulunmaktadır. Üç cm uzaklıktaki sensör ile ekstrakraniyel dokulardan ve 4 cm uzaklıktaki sensör ile bu dokulara ek olarak beyin dokusundan veri alınır ve ikisi arasındaki fark hesaplanarak değer elde edilir (128). NIRS, NIR (Near İnfrared - yakın kızılötesi; dalga boyu 650 – 1100 nm) ışığının dokulardan geçerken kromofor molekülleri [oksihemoglobin (O_2Hb) ve deoksihemoglobin (HHb), sitokrom-c oksidaz (CCO), miyoglobin gibi] tarafından uğradıkları absorpsiyon miktarının ölçüldüğü bir tekniktir (129). Işığın dokular tarafından tutulumu ışığın dalga boyu ile ilişkilidir. Ultraviyole ışık (100 – 400 nm dalga boyu) DNA ve proteinler tarafından, görünen ışık (400 – 700nm dalga boyu)

hemoglobin tarafından, infrared (750 - 1000nm dalga boyu) ışık ise su tarafından absorbe edilir. Ancak bu ışık dalga boylarındaki fotonlardan hiç biri dokulara penetre olamaz. Bu sebeple bu spekturumu kullanarak vücutta ölçüm yapmak mümkün değildir. NIR ışık ise su ya da proteinler tarafından absorbe edilmezler. Böylece daha derin dokulara penetre olabilirler. Bu nedenle rSO₂ ölçümlerinde NIR dalga boyundaki ışık kullanılmıştır (130). Ayrıca dokularda NIR ışığı absorbe edebilen kromofor adı verilen moleküller bulunmaktadır. Bu moleküller dokudaki oksijen konsantrasyonuna göre değişiklik gösteren spesifik absorpsiyon oranlarına sahiptirler (131). Dokular tarafından absorbe edilen ışık miktarı direkt olarak kromofor konsantrasyonuna bağlıdır (129). NIRS ölçümlerinde kromofor konsantrasyon karşılaştırması yapılabilmesi için en az iki farklı dalga boyunun kullanılması gerekir (132). Ölçümlerde kullanılan O₂Hb ve HHb en fazla absorpsiyon farklılığını 700 ile 850nm dalga boyundaki ışıkta gösterdiğinden ölçümlerde yaygın olarak bu iki dalga boyu kullanılmaktadır (133). İlk üretilen cihazlarda iki dalga boyu kullanılırken günümüzde kullanılan cihazlarda çoklu dalga boyları kullanılarak ölçümlerdeki doğruluk oranı artırılmıştır (134). NIRS yöntemi ile ölçülen serebral rejyonel oksijen saturasyonu ile ilgili eleştirilerin olmasına rağmen trend monitörü olarak kullanımı FDA tarafından onaylanmıştır. NIRS'ın pediatrik hastalarda somatik (karaciğer, böbrek, mezenter) kullanımı da vardır (135). Ayrıca periferik dokularda da doku oksijenasyonunu başarılı şekilde gösterdiği çalışmalarda gösterilmiştir (136-139). Periferik dokularda flap operasyonlarının postoperatif takibi için de NIRS'ın başarılı şekilde kullanıldığı çalışmalar vardır (140).

2.7. Rejyonel Anesteziye Ultrasonografi

Rejyonel anesteziye amaç LA ajanın sinirin etrafına ve sinire zarar vermeden uygulanmasıdır. USG haricindeki tekniklerin tümü, en uygun koşullarda dahi yapılsa, kör uygulamalardır. USG bize, hem sinir lokalizasyonunu, hem de verilen LA ajanın yayılımını göstermesi bakımından diğer tüm tekniklere göre önemli avantajlar sağlamaktadır (125, 141, 142). İlk kez 1978 yılında La Grange ve ark. tarafından periferik sinir bloklarında kullanılmaya başlanmıştır (86). Günümüzde yaygın olarak kullanılan bu yöntemin, blok başarısı arttırdığı, hem LA dozunu hem de

komplasyonları önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (5, 88, 143). Sinir stimülasyonuna bağlı oluşan ağrı ve hastalarda oluşturduğu rahatsızlık hissi nedeniyle birçok klinisyen günümüzde sinir stimülatörü olmadan tek başına USG kullanımını tercih etmektedir (144, 145).

Ayrıca USG rehberliğinde rejyonel anestezinin avantajları arasında (9, 143, 146-154):

- Hedef sinirlerin, kendisini çevreleyen yapılarla beraber görüntülenebilmesi ve tanımlanabilmesi,
- Sinir stimülasyonu sırasında ağrılı kas kontraksiyonlarının önlenmesi
- Lokal anestezi dozunun azaltılması ve buna bağlı olarak sistemik lokal anestezi toksisitesi riskinde azalma,
- Hastalar arasındaki anatomik farklılıklardan etkilenmemesi,
- İğne hedefe yaklaştırılırken, eşzamanlı olarak görüntülenebilmesi ve yönünün değiştirilebilmesi,
- Lokal anestezinin sinirin çevresine dağılımının ve yerleştirilen kateterin görüntülenebilmesi,
- Genel anestezi uygulanan hastalarda işlemin güvenle uygulanabilmesi,
- Taşınabilirlik ve emniyet
- Hızlı etki başlangıç zamanı,
- Blok kalitesinde artma sayılmaktadır.

USG'nin anestezisi pratiğine girmesiyle birlikte bir çok yeni alanda kullanımına başlanmıştır. Son yapılan çalışmalarda periferik blok uygulamaları için güvenilir bir yöntem oluşturmasının yanında, blok başarısını değerlendirmek için USG kullanımını ile ilgili umut verici gelişmeler yaşanmaktadır. Pleksus bloklarına bağlı oluşan sempatik blokaj ve bu blokaja bağlı vazodilatasyon sonucu ekstremitelerde kan akımının arttığı ve bu artışın blok başarısını değerlendirmede kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu değerlendirmeleri yapabilmek için temel USG bilgisinin dışında, Doppler USG temel bilgilerine sahip olunması önem kazanmaktadır (9).

2.7.1. Ultrasonografide temel prensipler

İnsan kulağı 20-20.000 Hz arasındaki frekansa sahip ses dalgalarını duyabilir. İşitilebilir bu limitin üstündeki frekansta ses dalgalarına ultrasonik, altındakilere ise infrasonik ses dalgaları adı verilir. Ultrasonografide kullanılan ses dalgalarının frekansı 1-20 MHz arasındadır. Ultrasonografide ses dalgalarının hızı tüm dokularda 1540 m sn^{-1} ve doğrusal yönlü kabul edilmekte ve cihazlar bu varsayıma göre görüntü sağlamaktadırlar (155, 156).

USG probları, elektrik enerjisi uygulandığında titreşimle yanıt verirler ve ses dalgası oluştururlar. Buna piezoelektrik etki denilmektedir. USG piezoelektrik özelliklere sahip kurşun zirkonat titanat kristal yapısındaki proplar ile ses dalgası oluşturup, görüntünün elde edilmesini sağlamaktadır. Ses dalgasının gönderilmesi ve yansıyan ses dalgasından alınan verinin işlenmesi ilkesine dayanan bu görüntü oluşumu için iki temel parametre vardır, bunlar; zaman ve yansıyan dalganın şiddetidir. Zaman, gönderilen ve alınan ses dalgası arasında geçen süre baz alınarak hesaplanır. Doku içerisindeki hız sabit ve 1540 m sn^{-1} olarak kabul edildiğinden dolayı, gönderilen ve dönen eko arasındaki süre hesaplanarak ekonun hangi derinlikten geldiği belirlenir. Yansıyan dalganın şiddeti (amplitüdü) ise, yüksek yansıtıcı arayüzlerden yüksek yansıma, düşük arayüzlerden ise düşük yansıma ya ait ses dalgalarını alması prensibine dayanır. Yansıma sonucu elde edilen yansıyan dalganın şiddeti elektronik olarak sinyale dönüştürülür ve şiddetine göre derecelendirilir. Elde edilen sinyaller derecesine göre farklı şekillerde görüntüye dönüştürülür. Arter ve ven gibi yüksek miktarda su içeren dokular çok az yansımaya neden olur, siyah veya koyu renkte (hipoekoik) izlenir. Oysa tendon ve kemik gibi su içeriği az olan yapılar, tüm ses dalgalarını yansıtırlar, beyaz veya parlak beyaz (hiperdens veya hiperekoik) olarak gözlenirler. Karaciğer gibi gri izlenen dokularda ise yansıma orta şiddettedir (5, 155, 157, 158).

Dalga frekansı arttıkça (yüksek frekanslı dalgalar: 5-12 veya 8-14 MHz) dokunun derin noktalara ulaşımı (penetrasyon) azalır, dalga frekansı azaldıkça (düşük frekanslı dalgalar: 2-5 MHz) dokuya penetrasyon artar. Yüksek frekanslı proplarda daha yüzeysel alanlar (penetrasyon derinliği: 1-5 cm) görüntülenir ve daha iyi çözünürlük elde edilir. En çok kullanılan yüksek frekanslı prob (6-11 MHz) lineer

probdur. Düşük frekanslı problemler ise daha derine penetre olan (penetrasyon derinliği: 5-10 cm), çözünürlükleri daha düşük konveks problemlerdir. Genel olarak klinik kullanımda, incelenen dokuya en uygun, en iyi görüntünün elde edilebileceği, en yüksek frekanstaki problemler tercih edilmelidir (156-158).

Ultrasonografi sırasında klinikte sık görülen bazı yapıların ekojeniteleri (155, 156):

- Ven: Anekoik(siyah ve kompresyona uğrayabilir)
- Arter: Anekoik (pulsatil)
- Yağ: Hipoekoik
- Kas: Heterojen
- Tendon: Hiperekoik/hipoekoik
- Kemik: Hiperekoik
- Sinir: Hiperekoik/hipoekoik

USG'de farklı görüntü modları mevcuttur. Bunlar:

- A- Mod: Ultrasonografinin ilk bulunan yöntemidir. Sinyaller şiddet grafiği olarak gösterilir. Sanayide kullanılmıştır.
- B- Mod: Görüntülemeyi sağlayan esas moddur. Sinyaller amplitüdlerine göre derecelendirilir. Her dereceye bir parlaklık tonu tanımlanır. Genellikle en yüksek yansıma beyaz, en düşük yansıma siyah olacak şekilde gri tonlarında görüntü elde edilir.
- M- Mod: Eski bir yöntemdir. Ekokardiyografide kullanılmaktadır.

2.7.2. Ultrasonografide görüntü optimizasyonu

USG sırasında görüntünün iyileştirilmesi amacı ile dört temel hareket kullanılabilir. Bunlar (156);

- Dizilim (Alignment): Bir yapının trase boyunca takibi, bir dokunun sinir veya tendon olup olmadığını ayırt edilmesinde yararlıdır
- Rotasyon: Kesit halindeki yapının uzunlamasına görüntülenmesine olanak sağlar.
- Eğim vermek (Tilt): En iyi görüntü, ultrason dokularına 90° açıda elde edilir.

- Basınç uygulaması: Dokuya basınç uygulaması görüntü kalitesinin artırılmasına, aynı zamanda arter ile ven ayrımının yapılabilmesini sağlar.

USG’de optimum görüntü elde edilebilmesi için bazı ayarlamalar yapılmalıdır.

Tüm bu ayarlar için özel düğmeler vardır (156).

- Fokus (Odak): Çözünürlüğünün en yüksek olduğu alandır.
- Kazanç (Gain): Ses sinyali gücünün ölçümüdür.
- Derinlik: Hedef dokudan en azından 1 cm daha derine ayarlanmalıdır.
- Frekans: İncelenen dokunun görüntülenebildiği en yüksek frekanstaki prob tercih edilmelidir.
- Derinlik kazanç ayarı: Dokularda seyreden ses dalgasının zayıflamasını azaltma yeteneğidir.

USG’de Blok Uygulamaları Sırasında İğne Yönlendirme Teknikleri (155):

- In-Plane Teknik: Bu teknikte iğne tüm yol boyunca izlenebilir. İğne derinliği iyi kontrol edilir.
- Out-Of Plane Teknik: Bu teknikte iğne sadece noktasal bir kesit olarak görüntülenir. İzlenen kesitteki noktanın, iğnenin uç kısmı mı yoksa ortası mı olduğunu bilmek mümkün değildir. İğne derinliği zor kontrol edilir. İğne girişi genellikle probun merkezinden yapılır.

2.7.3. Prob hazırlığı ve sterilizasyonu

USG probu işlem sırasında steril olarak hazırlanmalıdır. Steril kılıf sistemlerinde prob ile kılıf arasında yeterli miktarda steril jel bulunmalıdır. Ses iletiminde kesinti olmaması için prob ile kılıf arasında hava kabarcığı, steril kılıflarda kırışıklık ya da katlanma olmamalıdır (155).

2.7.4. Doppler USG

Gri skala ultrasonografide görüntü oluşturulurken ekonun yansıma şiddeti ve probdan gönderilen ile alınan ses arasındaki süre hesaplanmakta, dönen dalga farklı gri tonlarında kodlanmaktadır. B-Mod USG’de dikkate alınmayan faz, dalga boyu ve frekans bilgileri kullanılarak Doppler USG görüntüsü oluşturulmaktadır. Gönderilen ses

dalgasının boyu, eritrosit gibi küçük yapılardan çok daha büyüktür. Bu durumlarda ortaya çıkan temel fiziksel olay saçılmadır ve bunun miktarı ses frekansının 4. dereceden üssü ile doğru orantılıdır (155, 159).

2.7.4.1. Puls Dalga Formu Doppler (Pulsed Wave Doppler: PWD)

Doppler bilgisinin gerçek zamanlı gri-skala görüntüsü ile birleştirilmesi ile dupleks doppler görüntü elde edilir. Proba dönen ses dalgaları gerçek zamanlıdır ve doppler dalga formunun işlenmesi için kullanılır (155).

2.7.4.2. Spektral Doppler USG Tekniği

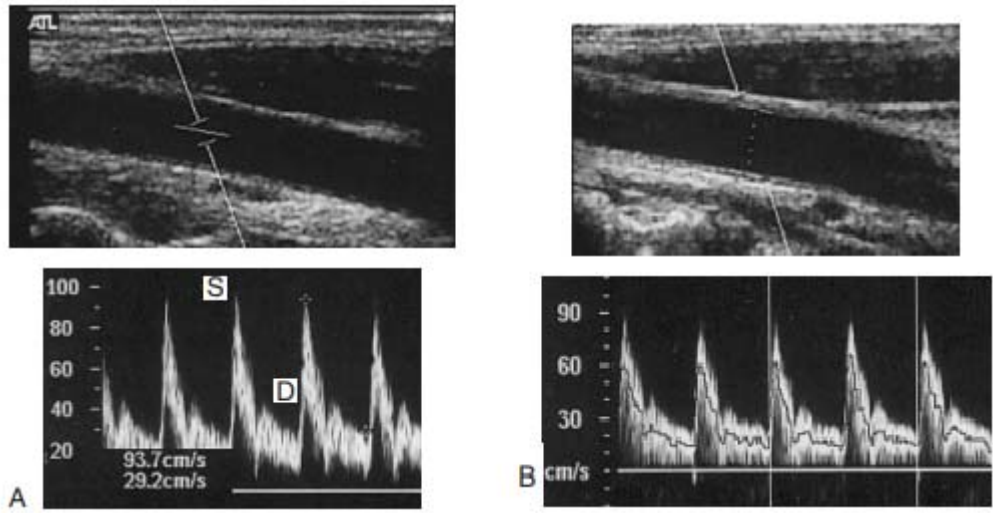
Akım örnekleme longitudinal, duvardan uzak ve lümen merkezine yerleştirilen spektral örnekleme penceresi ile yapılır. Doppler açısı duvara paralel, 60°'nin altında olmalıdır. Açının düzeltilmesi, hız ölçümlerini doğrudan etkilediği için çok önemlidir. En uygun aralık 30°-60° arasındadır. Örnekleme pencere genişliğinin ise damar lümeninin en az üçte ikisini kapsayacak genişlikte olması önerilmektedir. Damar lümenini aşan genişliklerde, birbirine yakın damarlar aynı spektrum içinde kodlanır ve kirli bir spektrum oluşur (155, 159).

Hız: Spektrumun düşey bileşenini oluşturur. Belirli bir zaman aralığı seçilerek ortalama hız hesaplanabilir.

- Zaman: Spektrumun yatay bileşenini oluşturur.
- Akım Hacmi: Lümenin kesit alanı ile lümeden geçen sıvının hızının çarpımı ile hesaplanır.
- Rejistik indeks: Hız ölçümleri açığa bağımlı ve uygulayıcı hatasına açık olduğundan dolayı geliştirilmiştir. Sistolün tepe yaptığı nokta ile diyastol sonu hız değerleri temel alınır. (PSV-EDV) / PSV formülü ile hesaplanır.

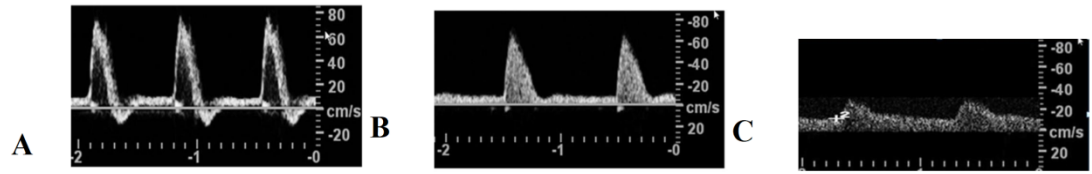
Kan akım hızı, kalbin pompalama hareketi nedeniyle zamanla değişir. Bu, kan akım hızının aslında tek bir değer olmadığı anlamına gelir. Hangi değer kullanılacağı konusunda bir seçim yapılmalıdır. Vasküler ultrasonografide en sık kullanılan değer tepe sistolik hız (Peak systolic velocity: PSV)'dir ve Resim 7'deki sonogramda gösterildiği

gibi, zirve sistolik akışı temsil eden zaman noktasındaki spektrumda kaydedilen maksimum hızdır. Bu hız, ölçüm yapılan alandaki en hızlı hareket eden kanı temsil eder. Kan akım hızı benzer şekilde diyastol sonunda da ölçülebilir ve buda EDV olarak belirtilen değeri temsil eder. Kan akım hızını ölçmek için kullanılacak bir diğer yöntem ise, zaman içindeki herhangi bir noktadaki ortalama hızı ölçmektir. PSV'de olduğu gibi ortalama hızda kardiyak döngünün hangi aşamasında ölçüldüğüne göre değişiklik gösterir. Ancak, kardiyak döngünün tamamı bu ölçüm için kullanılırsa ortalama akım hızı (time average velocity: TAV) olarak bilinen değer elde edilir. Damarın kesit alanı ve damardaki kan akış hızı biliniyorsa akım hacmi (AH) tahmini yapılabilir. USG tarayıcılar ile sonografik görüntüden çap veya kesit alanı ölçülerek doppler spektrumundan elde edilen TAV ile AH değeri elde edilir (Resim 7)(160, 161).



Resim 7: Spektral Doppler USG Ölçümleri A: PSV (S) ve EDV (D) B: TAV

Spektral dalga formu trifaziktir. Sistol sırasında hızlı bir ileri akış ve bunu takiben erken diastol sırasında kısa bir geri akım (protodiastolik akım) ve diastol sırasında değişken bir period için ileri akışın devamı şeklindeki trifazik dalga, ekstremite gibi yüksek periferik vasküler rezistansın olduğu yerlerin tipik dolaşımıdır. Yaşlı veya zayıf kalp debisine sahip hastalar ile vazodilatasyon durumlarında dalga formu bifazik veya monofazik olabilir (Resim 8) (160, 161).



Resim 8: Spektral doppler dalga formları A: Trifazik dalga formu, B: bifazik dalga formu, C: monofazik dalga formu



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda, Fakülte Etik Kurul izni (Toplantı tarihi: 06/12/2017, Protokol no: 2017-116-06/12) alındıktan ve hastalara çalışma ile ilgili gerekli bilgiler verilerek yazılı onayları alındıktan sonra 15.06.2018 – 15.06.2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya elektif veya acil kol, dirsek ve önkol cerrahisi geçirecek 18-65 yaş arası, ASA I-III risk grubunda 104 hasta dahil edildi.

Prospektif, randomize ve tek kör olarak planlanan çalışmamızda randomizasyon kapalı zarf yöntemi ile yapıldı. Hastalar iki gruba ayrıldı. Grup I infraklavikular blok, Grup II interskalen blok uygulanacak hastalar olarak ayrıldı. Blok uygulamaları aynı anesteziist tarafından gerçekleştirildi, USG ölçümleri farklı bir anesteziist tarafından ölçülerek kayıt edildi.

Çalışma dışı bırakma kriterleri;

- Hastanın brakiyal pleksus blokajını kabul etmemesi
- Üst ekstremitede duyu bloğu değerlendirilmesini engelleyen herhangi bir nörolojik sekeli olanlar
- İnfraklavikular yada interskalen blok yapılacak bölgede enfeksiyon olması
- Hasta ile kooperasyon kurulamaması
- Koagülopatisi olan hastalar
- Morbid obez hastalar
- Diabetes Mellitus (DM) olan hastalar
- Hipertansiyon ve periferik arter hastalığı olanlar
- Uygulanacak ilaçlara allerjisi olan hastalar
- Blok uygulanacak bölgede travma, yada geçirilmiş cerrahi nedeniyle anatomik bütünlüğün bozulması
- Gebeler
- Bloğu başarısız olan hastalar
- Hastaların demografik verileri (yaş, boy, kilo, cinsiyet) ve ASA risk grupları kaydedildi.

Hastalar 21-24 °C ısıya sahip odalara alındı. Hastanın opere edilmeyecek koluna 20 G kanülle venöz damar yolu açıldı. Açılan damar yolundan 5 ml kg⁻¹saat⁻¹ hızında serum fizyolojik verilmeye başlandı. EKG, noninvaziv kan basıncı ve periferik oksijen satürasyonu için monitörizasyon yapıp, girişim başlanmadan önce kalp atım hızı (KAH), sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB) ve periferik oksijen satürasyonu (SpO2) kontrol değerleri ölçülerek kaydedildi.

Çalışmamıza katılan bütün hastalara blok uygulamasından 10 dakika önce 0.01mgkg⁻¹ midozolam ve 1 µgkg⁻¹ fentanil intravenöz (i.v.) uygulanarak premedikasyon sağlandı. Hastalara blok işlemi süresince yüz maskesi ile 2-4 L dk⁻¹ oksijen verildi.

Rutin hemodinamik ölçümlere ek olarak PI ve NIRS ölçümü yapabilmek için işlemin yapılacağı taraf üst ekstremitte 2.parmağa pulse oksimetre sensörü (RZ-25 yetişkin yapışkan sensörleri Masimo SET® Radical™ pulse oximeters; Masimo Corp, Irvine, CA USA) takıldı ve ön kol 1/3 proksimal lateral kısma rSO₂ (Tissue oxygen saturation) sensörü yapıştırıldı. PI ve rSO₂ sensörleri Rad-7™ Pulse CO-Oximetre ve 03 moc-9 modul cihazına bağlandı. Hastaların Doppler USG ölçümleri için Esaote MyLab™30 USG cihazının lineer probu kullanıldı.

Hastaların işlem öncesi bazal hemodinamik verileri, PI ve rSO₂ değerleri kaydedildi. Doppler USG ölçümleri; işlem yapılacak taraftaki antekubital fossanın 2-4 cm proksimalinden brakial arterin sagittal taraması ile yapıldı. B Mod USG görüntüsü optimize edilip, Doppler USG moduna geçildi. Ölçüm hatalarını en aza indirmek için 5 ardışık kardiak döngü tespit edildi. Time average velocity (TAV, cm sn⁻¹) değeri kaydedildi. B mod USG görüntüsünde diyastol sonu brakial arter çapı (BAÇ) vertikal olarak damarın iki lümeni arasındaki mesafe çizilerek ölçüldü ve kaydedildi. USG cihazı tarafından otomatik olarak hesaplanan brakial arter alanı (BAA) ve alan ile TAV değerleri kullanılarak hesaplanan akım hacmi (AH) değeri kaydedildi. İşlem sonrasında yapılacak olan ölçümlerin standardizasyonu için brakial arter doppler USG ölçümlerinin yapıldığı ilk yer cilt işaretleme kalemi ile işaretlendi. Hastaların başlangıç duyu muayenesi, pin-prick testi ile yapıp, kaydedildi.

Hastaların işlem öncesi değerleri kaydedildikten sonra Grup I'deki hastalar için infraklavikular blok uygulamasına geçildi. Hastalar supin pozisyonda yatarken, başları blok yapılacak tarafın karşı tarafına çevrildi. Blok işlemi için hastanın baş tarafına geçildi. Enjeksiyon yapılacak bölgenin temizliği povidin iyot ile yapıldı. Blok için Esaote marka USG cihazının ve 6-10 MHz lineer probu kullanıldı. Lineer prob üzerine ultrason jeli sürülerek steril naylon kılıf ile kaplandı ve işlem yapılacak bölgeye de steril jel sürülerek ultrason ile uzun aks (in-plane) görüntü elde edilmesi planlandı.

Proba korakoid prosesin medialinde, parasagittal planda, pektoralis minör kasının altından geçen aksiller arterin kesitsel (cross-sectional) görüntüsünü elde etmek üzere pozisyon verildi. Blok için 85-mm, 21-G, elektro-nöro-stimülasyon portu bulunan, ekojenik iğne (Echoplex+, Vycon, France) kullanıldı. Ultrasonografi ile aksiller arterin görüntüsü elde edildiğinde, planlanan enjeksiyon noktasına 25G iğne kullanılarak 2 mL prilokain ile cilt ciltaltı infiltrasyon uygulandı. Blok için kullanılacak olan stimülasyon iğnesi eşzamanlı olarak sinir stimülatörüne (Plexygon, Vycon Medical, Ecoenen, France) bağlandı. Sinir stimülatörünün anot (+) kutbu, blok yapılan taraftaki omuza yerleştirilen EKG elektrotuna bağlandı.

Ciltten giriş yapıldıktan sonra, stimülasyon iğnesinin ucu, USG probu ile gerçek zamanlı görüntü eşliğinde "in-plane" yöntem kullanılarak aksiller arterin alt kısmına ya da saat 7- 8 hizasına gelecek şekilde yerleştirildi. Eş zamanlı olarak çalıştırılan stimülatörde 0.5 mA'de elin ince motor hareketi (radial hareket yada parmak veya bilek ekstansiyonu) gözlemlendiğinde hazırlanan LA solüsyonu negatif aspirasyon testi sonrasında (her 5 mL LA enjeksiyonundan sonra bu test tekrarlanarak) tek bir enjeksiyon şeklinde uygulandı. Lokal anestezi olarak 10mL %2 lidokain ve 10mL %0.5 bupivakain toplamda 20ml volümde yapıldı. Yapılan enjeksiyon sırasında LA solüsyonunun aksiller arterin etrafını U şeklinde doldurması USG ile görüntülendi.

Grup II'deki hastalara işlem öncesi verileri kaydedildikten sonra interskalen blok uygulandı. Hastalar supin pozisyonda, düz bir şekilde yatarken, yüzleri işlem yapılacak yönün yaklaşık 45 derece karşı tarafına bakacak şekilde pozisyon verildi. Povidin iyot ile bölgenin aseptik hazırlığı yapıp steril olarak örtüldükten sonra cilt anestezisi 25 G iğne kullanılarak 2mL prilokain ile yapıldı. Blok için 50 mm, 21-G, elektro-nöro-stimülasyon portu bulunan, ekojenik iğne (Echoplex+, Vycon) kullanıldı Ultrason lineer prob üzerine ultrason jeli sürülerek steril naylon kılıf ile kaplandı ve

işlem yapılacak bölgeye de steril jel sürülerek ultrason probu supraklavikular fossaya yerleştirildi. Bu pozisyonda brakial pleksus subklavian arterin lateral ve superfisiyalinde tanımlandı. Skalen kaslar arasındaki boşlukta iki veya daha fazla brakial pleksus dalı görülene kadar prob yukarı hareket ettirilerek yeri tespit edildi. Daha sonra iğne lateralden mediale doğru ve paravertebral fasya altından interskalen boşluğa inplane teknik ile yönlendirildi. İğnenin yeri sinir stimülatörü (0.5mA) ile omuz hareketi görülerek doğrulandı. İntravasküler yerleşimi ekarte etmek için negatif aspirasyon testi sonrası ilk olarak 1-2mL LA verildi. Ardından 10ml %2'lik lidokain ve 10mL %0.5'lik bupivakain enjekte edildi. Lokal anestezinin pleksus etrafına dağılımı USG ile görüntülerek işlem tamamlandı.

Bütün bloklar, aynı anestezi uzmanı tarafından uygulandı. Tüm verilerin kayıt işlemi ise başka bir anestezi uzmanı tarafından yapıldı. Blok işlemi tamamlandıktan sonra (iğnenin ciltten çıkarılması 0. dakika olarak alınmıştır) 10., 20. ve 30. dakikalarda SpO₂, ortalama arteriyel basınç (OAB), KAH ve PI, TAV, BAÇ, BAA, AH, PI, rSO₂ verileri yeniden kaydedildi.

Blok işlemi tamamlandıktan sonra duyu muayenesi Pin-prick testi ile, motor gücü muayenesi Hollmenn skalası (Tablo 5) ile değerlendirilerek kayıt altına alındı.

Pin-prick testi: 27G kör uçlu dental iğne kullanılarak, ilgili dermatomlarda ağrı olup olmadığı sorgulanmaktadır. Tüm dermatomlarda ağrı olmaması tam duyu bloğu olarak değerlendirildi. Tek dermatomda dahi ağrı duyulması, ağrı var şeklinde yorumlandı.

Motor gücün değerlendirilmesi: Operasyonun yapılacağı ekstremitesinin omuz, dirsek, bilek ve parmaklarını hareket ettirmesine bakılarak, kas gücü ve blok derecesi değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmede Hollmenn Skalası kullanıldı. Hollmenn skalasına göre anestezi kalitesi ve motor blok kalitesinin her birinden en az 2 puan alan ve operasyon süresince ek analjezik ihtiyacı olmayan hastalar başarılı blok olarak kabul edildi. Blok başarısız ise olgu çalışma dışı bırakıldı. Blok sonrası görülen komplikasyonlar kayıt edildi.

Tablo 5: Hollmenn Skalası

Anestezi Kalitesi

- 0 Pin-prick ile normal ileti
- 1 İğneyi diğer ekstremiteye göre az hissetme
- 2 İğneyi künt bir cisim gibi hissetme
- 3 Dokunma duyusu kaybı

Motor Blok Kalitesi

- 0 Normal kas fonksiyonu
- 1 Blok öncesine göre azalmış kas fonksiyonu
- 2 Çok azalmış kas fonksiyonu
- 3 Motor tam blok

Çalışmada elde edilen bulguların değerlendirilmesinde SPSS (ver:22.0) (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 10.0 programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler sayı, yüzde, ortalama±standart sapma şeklinde sunuldu. Bağımsız gruplarda kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Yates düzeltilmeli Ki kare testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında bağımsız gruplarda Independent sample t-Test, bağımlı gruplarda paired sample t-Test kullanıldı. $p < 0,05$ anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya elektif veya acil kol, dirsek ve önkol cerrahisi geçirecek 18-65 yaş arası, ASA I-III risk grubunda 104 hasta dahil edildi. Her iki grupta da 1'er hasta blok başarısızlığı nedeniyle çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmaya alınan hastaların %34.4 (n=35)'ü kadın, %65.6 (n=67)'sı erkek olup demografik verileri tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Çalışmaya alınan bireylerin demografik verileri

| | Minimum | Maximum | Ortalama | Standart Sapma |
|-----------------|---------|---------|----------|----------------|
| Yaş(yıl) | 18 | 65 | 41.98 | 14.46 |
| Kilo(kg) | 47 | 115 | 75.36 | 13.49 |
| Boy (cm) | 150 | 187 | 169.16 | 8.80 |
| VKI | 17.3 | 40.0 | 26.27 | 3.91 |

Grup I (infraklavikular blok uygulanan) ile Grup II (interskalen blok) 'deki hastaların demografik verileri karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). (Tablo 7).

Tablo 7: Gruplar arası demografik verilerin karşılaştırılması

| | Grup I (n=51) | Grup II (n=51) | p |
|--------------------|------------------|-------------------|-------|
| Erkek/Kadın | 35/16 | 32/19 | 0.677 |
| Yaş(yıl) | 40.43±14.46 | 44.11±14.39 | 0.241 |
| Kilo(kg) | 73.57±11.72 | 76.16±14.36 | 0.181 |
| Boy (cm) | 170.12±8.62 | 168.2±8.95 | 0.272 |
| BMI | 25.3±3.18 | 26.11±4.36 | 0.116 |

Çalışmaya alınan hastaların 10.dk, 20.dk ve 30.dk'da ölçülen KAH değerleri 0.dk bazal değerleri ile grup içi karşılaştırıldığında her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken ($p<0.05$), OAB değerlerinin bazal 0.dk değerleri ile grup içi karşılaştırıldığında Grup II'de ki 10.dk ölçümü hariç her iki grupta da istatistiksel olarak

anlamli fark saptandi. Gruplar arasi karšılařtırılmasında ise gruplar arasi KAH ve OAB değerleri arasında tüm ölçüm zamanlarında anlamli bir fark saptanmadı. (Tablo 8, Őekil 10).

Tablo 8: Hastaların hemodinamik verilerinin karšılařtırılması

| | | 0.dakika | 10.dakika | 20.dakika | 30.dakika | p1 | p2 | p3 |
|------------|--------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|
| KAH | Grup I | 77.69±14.0 | 73.69±12.9 | 72.71±12.6 | 73.69±12.5 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | GrupII | 80.94±13.7 | 77.14±12.1 | 77.18±11.9 | 77.08±11.4 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| p4 | | 0.178 | 0.522 | 0.656 | 0.712 | | | |
| OAB | Grup I | 91.97±14.7 | 89.16±13.6 | 87.17±11.5 | 87.10±13.1 | 0.009 | 0.001 | 0.001 |
| | GrupII | 95.27±16.1 | 91.01±13.3 | 93.11±12.1 | 92.04±12.3 | 0.02 | 0.21 | 0.02 |
| p4 | | 0.111 | 0.168 | 0.312 | 0.463 | | | |

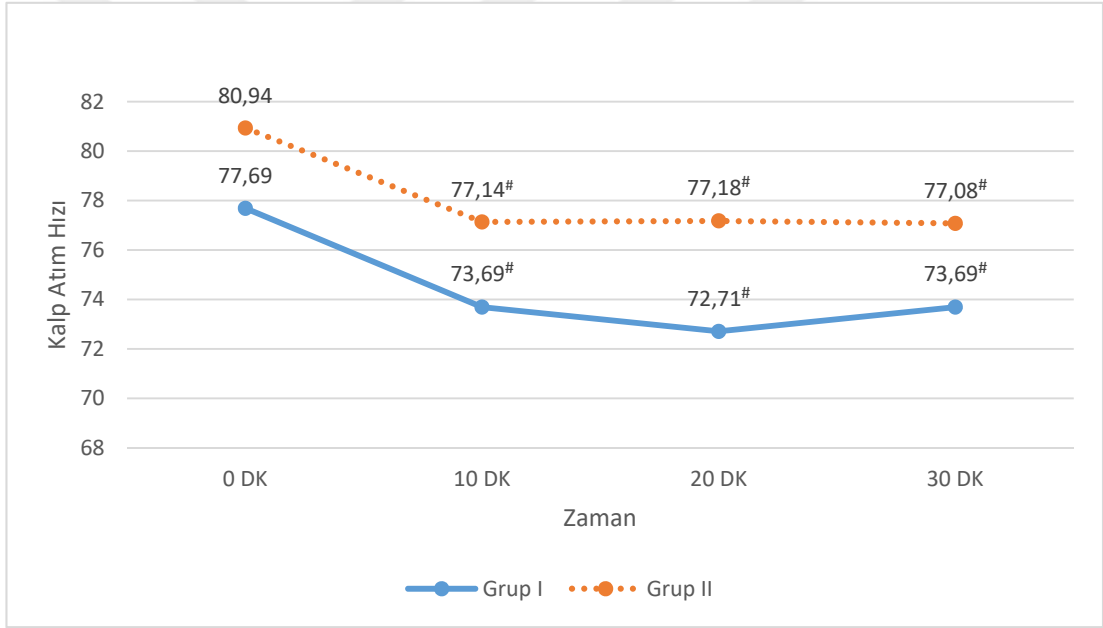
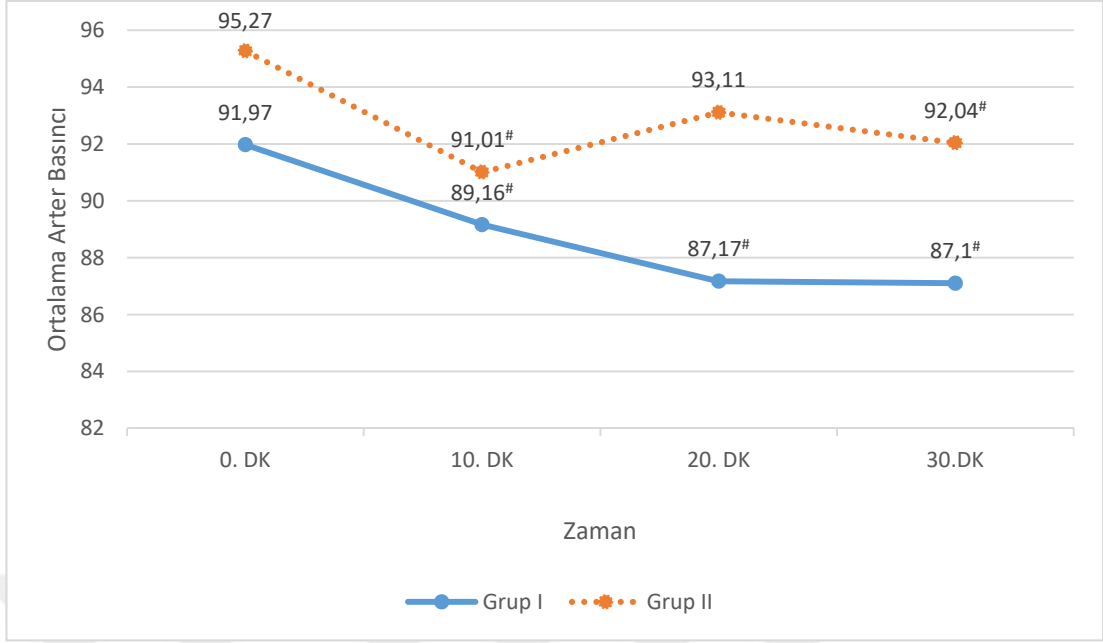
p1: Başlangıç ile 10. dakika karšılařtırıldıęında

p2: Başlangıç ile 20. dakika karšılařtırıldıęında

p3: Başlangıç ile 30. dakika karšılařtırıldıęında

p4: Ölçüm zamanlarında gruplar arasi karšılařtırıldıęında

KAH: Kalp atım hızı, OAB: Ortalama arteryel basınç



#: $p < 0.05$ Her grup kendi içinde 0.dk değeri ile karşılaştırıldığında

Şekil 10: Hastaların hemodinamik verilerinin karşılaştırılması

Tablo 9: Gruplar arası rejyonel hemodinamik verilerin karşılaştırılması (ort±ss)

| | | 0.dakika | 10.dakika | 20.dakika | 30.dakika | P1 | P2 | P3 |
|--------------------------------------|---------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------|-------|-------|
| TAV (cm sn ⁻¹) | Grup I | 19.14±8.07 | 31.38±10.44 | 36.36±10.76 | 39.06±10.74 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | Grup II | 14.43±7.48 | 24.06±10.39 | 30.01±12.06 | 32.33±12.50 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| | p | 0.178 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | | | |
| BAC (mm) | Grup I | 3.58±0.61 | 3.78±0.60 | 3.91±0.59 | 4.08±0.62 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | Grup II | 3.60±0.59 | 3.81±0.57 | 3.97±0.62 | 4.11±0.67 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | p | 0.636 | 0.696 | 0.752 | 0.911 | | | |
| BAA (mm ²) | Grup I | 10.35±3.46 | 11.56±3.67 | 12.36±3.79 | 13.39±4.16 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | Grup II | 10.42±3.44 | 11.76±3.62 | 12.88±3.87 | 13.71±4.49 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | p | 0.566 | 0.652 | 0.573 | 0.847 | | | |
| AH (mLdk ⁻¹) | Grup I | 118.06±71.85 | 214.74±98.12 | 265.14±114.83 | 303.92±123.66 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| | Grup II | 85.51±47.50 | 163.51±73.75 | 224.10±115.03 | 259.02±126.07 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| | p | 0.047 | 0.005 | 0.017 | 0.008 | | | |
| rSO₂ | Grup I | 72.47±5.15 | 76.82±6.21 | 79.16±5.76 | 81.24±6.23 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | Grup II | 72.86±3.75 | 76.04±4.57 | 78.55±3.91 | 80.08±3.91 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | p | 0.654 | 0.423 | 0.370 | 0.179 | | | |
| PI | Grup I | 3.51±2.24 | 6.46±2.80 | 8.52±2.90 | 9.69±2.93 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | Grup II | 2.83±1.38 | 4.58±1.83 | 5.75±1.95 | 6.55±1.98 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| | p | 0.178 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | | | |

* ; başlangıç değeri ile kıyaslandığında p<0.001

PI: Perfüzyon indeksi, TAV: Time Average Velocity, BAC: Brakial Arter Çapı, BAA: Brakial Arter Alanı, AH: Akım Hacmi, rSO₂: Rejyonel Oksijen Saturasyonu

Çalışmaya alınan hastaların her iki grup için ayrı ayrı olmak üzere 10.dk, 20.dk ve 30.dk'daki rejyonel hemodinamik değerleri grup içinde 0.dk ile karşılaştırıldığında tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0.05).

Değerlerin gruplar arası karşılaştırılmasında 0.dk AH değerinin; 10.dk, 20.dk ve 30.dk TAV, AH ve PI değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında anlamlı fark saptanırken (p<0.05), diğer değerlerin gruplar arası karşılaştırılmasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Tablo 10: Gruplar arası rejyonel hemodinamik parametrelerdeki değişimlerin yüzdelerinin karşılaştırılması (ort±ss)

| | | % | | | | | |
|------------------------|---------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|
| | | 10. dakika | 20. dakika | 30. dakika | p1 | p2 | p3 |
| PI | Grup I | 136.36 | 237.19 | 298.29 | 0.009 | 0.002 | 0.005 |
| | Grup II | 80.35 | 130.04 | 171.32 | | | |
| AH | Grup I | 107.57 | 166.87 | 216.52 | 0.21 | 0.30 | 0.26 |
| | Grup II | 88.20 | 141.94 | 180.96 | | | |
| rSO₂ | Grup I | 6.00 | 9.31 | 12.17 | 0.027 | 0.033 | 0.02 |
| | Grup II | 4.35 | 7.88 | 9.99 | | | |
| TAV | Grup I | 79.41 | 116.55 | 135.15 | 0.255 | 0.433 | 0.442 |
| | Grup II | 66.67 | 102.86 | 120.34 | | | |
| BAÇ | Grup I | 5,96 | 9.91 | 14.95 | 0.672 | 0.560 | 0.405 |
| | Grup II | 5,36 | 8.87 | 12.88 | | | |
| BAA | Grup I | 13,68 | 22,25 | 34,26 | 0.405 | 0.593 | 0.274 |
| | Grup II | 11,11 | 20,19 | 27,45 | | | |

p1: 10.dk Grup I ve Grup II karşılaştırması

p2: 20.dk Grup I ve Grup II karşılaştırması

p3: 30.dk Grup I ve Grup II karşılaştırması

% artışları 10dk, 20.dk, 30. dk'nın 0.dk ile karşılaştırılması

Hastaların PI, rSO₂ değerlerinin artış yüzdelerin zamana göre dağılımı incelendiğinde Grup I ve Grup II arasında anlamlı fark saptandı.(p<0.05) AH, TAV, BAA VE BAÇ değerlerinin 10.dk, 20dk ve 30. dk yüzde artışları gruplar arası karşılaştırıldığında anlamlı fark saptanmadı. (p>0.05)

Çalışmamızda interskalen grubunda 8 hastada (%15) horner sendromu, 3 hastada ani ses kısıklığı (%5) görülmüştür. İnfraklavikular grubunda herhangi bir komplikasyon gelişmemiştir.

5. TARTIŞMA

Ultrasonografi eşliğinde yapılan infraklavikular blok ve interskalen bloğun ön kol doku oksijenasyonuna etkisini karşılaştırdığımız çalışmada, infraklavikular bloğun doku oksijenasyon göstergelerinden olan rSO₂, PI değerlerini daha fazla artırdığı görüldü.

Günümüzde üst ekstremitte cerrahilerinde brakial pleksus bloğu tekniklerinin kullanımı giderek artmaktadır (1). Postoperatif analjezi, antiemetik ihtiyacının daha az olması, derlenme odasında ve serviste kalış süresinin kısa olması, üst ekstremitte kan akımının artışı ve hastanın bilincinin açık olması pleksus bloklarının genel anesteziye göre en önemli avantajıdır (2). Pleksus blok uygulamalarının zaman alması ve uygulanan lokal anestetiklerin etkilerinin geç başlaması ise en önemli dezavantajdır.

Ultrasonografi ve sinir stimülatörlerinin kullanılması ile anatomik yapılar gözlenebilir olmuş, iğne - sinir ilişkisi ve lokal anestetik ilaçlarının dağılımı vizüelize edilebilmiş, intranöral enjeksiyon ve pnömotoraks gibi komplikasyonlar azalmış, blok uygulanma süreleri kısalmış ve blok kaliteleri artmıştır (3-5).

Honnannavar K.A. ve ark. (162) üst ekstremitte cerrahilerinde uyguladıkları supraklavikular blok uygulamalarında konvansiyonel teknik ile USG tekniğini karşılaştırmış ve USG ile yapılan blokların daha efektif ve komplikasyon oranının daha az olduğunu göstermişlerdir. Benzer bir çalışma da Alfred V.M ve ark. (163) USG ile yapılan supraklavikular blokların işlem süresinin, sinir stimülatörü ile yapılan bloklara göre daha kısa olduğu ve daha erken başlangıçlı duyu ve motor blok oluştuğunu bildirmişlerdir. Gürkan ve ark. (164) ise sinir stimülatörü ile USG tekniğini lateral sagittal infraklavikular blok uyguladıkları hastalarda karşılaştırmış ve USG ile yapılan bloklarda daha az vasküler ponksiyon olduğu gözlemlemişlerdir. Biz de çalışmamızda komplikasyon riskini en aza indirmek ve daha kaliteli bir blok sağlamak amacıyla ultrasonografi ile sinir stimülatörünü birlikte kullanarak infraklavikular ve interskalen blok uyguladık.

Brakial pleksus bloklarında blok başarısını değerlendirmek amacıyla Bromage skalası, Modifiye bromage skalası, Lovett Rating skalası, Holmenn skalası gibi birçok yöntem kullanılmaktadır (165). Oluşan duyu bloğunu değerlendirmek için ise pin-prick testi, soğuk duyusu kaybı, vibrasyon duyusu kaybı gibi testler

kullanılmaktadır (165-167). Biz çalışmamızda duyu ve motor bloğun birlikte değerlendirilmesi nedeniyle Holmenn skalasını kullandık.

Schulz-Stubner, el ve kol cerrahisinde brakial pleksus blokajının hem anestezide hem de postoperatif analjezide, etkin ve güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmiştir (168). Literatür taramasında üst ekstremitte ameliyatlarında en çok kullanılan brakial pleksus blokları; aksiller, supraklavikular, infraklavikular ve interskalen bloklar olduğu bildirilmiştir (77, 169). Brakial pleksus bloğu uygulanacak hastada, kullanılacak tekniğin ve girişim yönteminin seçiminde ameliyatın diagnostik, terapötik veya operatif amaçlı olması, ameliyatın yeri ve süresi, postoperatif analjezi ihtiyacı, hastanın genel durumu, ek bir hastalığın mevcudiyeti (respiratuar, renal vs.) ve operasyonun gününbirlik olup olmaması gibi çeşitli faktörler göz önünde bulundurularak karar verilmelidir (169). Çalışmamızda da bu bilgiler göz önüne alınarak, cerrahi yerine uygun olan brakial pleksus bloklarından infraklavikular blok ile interskalen blok seçilmiştir.

Rejyonal anestezi uygulanan hastalarda ilk olarak sempatik blokaj, ardından duyu ve motor blokları oluşmaktadır. Sempatik blokajın olduğu alanda vazodilatasyon oluşmakta buna bağlı olarak cilt ısısı artmaktadır (7). Nieuwveld D. ve ark. (170) USG eşliğinde yaptıkları infraklavikular blok uygulamalarında sempatik blok nedeniyle humeral arter kan akımının artışı USG ölçümü ile ve cilt ısısının arttığını ele yapıştırdıkları ısı probu ile göstermişlerdir. Benzer şekilde Iskandar ve ark. (8) brakial pleksus bloklarında, üst ekstremitede blok uygulanan tarafta vazodilatasyon olduğu ve buna bağlı olarak arteriyel kan akımının arttığını USG ölçümü ile göstermişlerdir. Ancak literatür taramasında farklı seviyelerden yapılan pleksus bloklarının, sempatik blokaj ve kan akımı üzerine etkisini gösteren bir çalışmaya rastlayamadık. Bu amaçla çalışmamızda brakial pleksus bloklarından kord seviyesinden uygulanan infraklavikular blok ile trunkus seviyesinden uygulanan interskalen bloğun oluşan rejyonal hemodinamik değişiklikler üzerine etkisini karşılaştırdık.

Çalışmamızda belirli zaman periodlarında hemodinamik parametreler kayıt altına alınmıştır. Bu amaçla her iki grupta da blok öncesi ve sonrası 10.dk, 20.dk ve 30.dk OAB ve KAH değerleri kayıt edilmiş olup, OAB her iki grupta da düşüş göstermiştir. İnterskalen blok (İSB) uygulanan hastalarda blok sonrası OAB değerinde

20.dk'da bir yükselme olmuş, ancak bu yükselme istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüş, sonrasında tekrar düşüş göstermiştir. Hernandez ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, preoperatif değerlendirmede normal kan basıncı, kalp hızı olan ve hipertansiyon öyküsü bulunmayan, ASA I-II, 75 hastada genel anestezi öncesi 20-40 mL lokal anestezi madde kullanılarak uygulanan İSB'den sonra 12 hastanın kan basıncında 5. ve 10. dakikalar arasında önceki değerlere göre %40-60 arasında artış ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bu artışın interskalen blok uygulamasında lokal anestezi verilen alanın karotis sinüs baroreseptörlerine yakınlığı ve bu reseptörlerin blokajından kaynaklandığını düşündüklerini ifade etmişlerdir (171). Biz de çalışmamızda, interskalen blok uygulanan hastalardaki geçici tansiyon yüksekliğinin baroreseptör blokajına bağlı olabileceğini düşünmekteyiz. Sonrasında gelişen OAB değerlerinde ki düşüş ve infraklavikular blok grubundaki OAB değerlerindeki düşüşün ise sempatik blokaj sonucu oluşan vazodilatasyona ve hastanın ağrısının azalmasından kaynaklanmış olabileceğini düşündük. KAH değerlerinde ki düşmenin ise sedasyon ve analjeziye bağlı gelişen sempatik blokajdan kaynaklandığı düşüncesindeyiz.

Pleksus blok uygulamalarında cerrahinin süresi ile kullanılan LA'ye bağlı gelişen anestezi süresi birbiri ile uyum içinde olmalıdır. Bu uyum bloğun etkinliğinin artmasına sebep olmaktadır (168). Bu nedenle periferik bloklarda LA ilacın seçimi önemlidir. Gaertner ve ark. (172) 80 hasta üzerinde yaptığı bir çalışmada, toplam 30 mL %0.5'lik bupivakain ve %2'lik lidokain karışımı ile infraklavikular blok uyguladığında başarılı bir blok süresine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Mittal K. ve ark. (173) yaptıkları çalışmada üst kol cerrahisi geçirecek hastalara USG eşliğinde interskalen blok uygulamış ve etkin volüm olarak 8.5ml %0.5 konsantrasyonda ropivakainin yeterli olduğunu göstermişlerdir. Kavaklı AS. ve ark. (174) ise USG eşliğinde retroklavikular yaklaşımla infraklavikular blok uyguladıkları çalışmalarında efektif hacmi araştırmışlar ve 9.6ml %0.5'lik bupivakain uygulanan hastaların %50'sinde, 23,2 ml ile %95'inde başarılı blok sağladıklarını belirtmişlerdir. Tran DQ ve ark (175) ultrasonografi eşliğinde yaptıkları infraklavikular blok çalışmasında minimum efektif hacim için %1.5'lük lidokain kullanmışlar ve hastaların %95'inde başarılı olan hacmi 35 ml olarak saptamışlardır.

Periferik sinir bloğu uygulamalarında meydana gelen en önemli komplikasyon, sistemik lokal anestezi toksisitesidir. Bunun en önemli sebebi yüksek doz ve

volümlerde lokal anestezi kullanımıdır (176-179). Acar ve ark. (180) sistemik toksisite riskinin yaşlı, genel durumu bozuk, karaciğer ve böbrek yetmezliği olan hastalarda ve gebelerde yüksek olması nedeni ile düşük LA volümleri ile başarılı blok elde edilmesi hedefini savunmuşlardır. Biz de bu bilgi ve çalışmalardan yola çıkarak, her iki grup için de yeterli sürede anestezi sağlayacak ve toksisite riskini minimuma indirecek düşük hacimli LA kullanmayı tercih ettik. Bu amaçla 10mL %2 lidokain ve 10mL %0.5 bupivakain kombinasyonu ile çalışmamızı gerçekleştirdik. Çalışmamızda hiçbir hastada LA toksisitesi bulgusu gözlenmedi.

PI, pulse oksimetredeki pulsatil (arterial kan) ve pulsatil olmayan (venöz veya doku kanı) ışık arasındaki ilişkiyi hesaplayarak, doku perfüzyonunun kuvvetini yansıtan bir parametredir (11, 114, 116). Atım hacmi, vazomotor tonus ile birlikte cilt ısısı PI'yı etkileyen başlıca faktörler olup, monitörize edilen alandaki kan akımı PI ölçümlerini etkilemektedir (118). Rejyonel anestezi sonrası ilk olarak sempatik blok oluşur. Ardından sırasıyla duyu bloğu ve motor bloğu oluşur (7). Sempatik blok oluşan alanda lokal vazodilatasyon ve buna bağlı olarak doku perfüzyonu artmaktadır. Bu nedenle sempatik blok oluşumunu göstermede PI kullanılabilir (10, 11, 119). Abdelnasser ve ark. (181) supraklavikular blok uyguladıkları hastalarda PI değerinin ve artış oranının blok başarısını göstermede %100 duyarlı bir parametre olduğunu göstermişlerdir. Ginosar ve ark. (182) epidural anestezi sonrası oluşan sempatektomiye değerlendirdikleri çalışmada, PI değerinin OAB ve cilt sıcaklığına göre sempatik bloğu daha erken ve başarılı bir şekilde gösterdiğini bildirmişlerdir. Duggappa DR. ve ark. (183) ise yaptıkları bir çalışmada; spinal anestezi sonrası sempatik blokaja bağlı oluşan hipotansiyonu öngörmede PI'in kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Kuş ve ark. infraklavikular blok'un başarısını değerlendirmede PI'in etkinliğini araştırdıkları bir çalışmada, PI değerinin blok sonrası 10. dk'da başlangıç değerine göre %120 arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca PI değerinin 20. ve 30. dk'larda da düzenli artış gösterdiğini ve bu artışın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir (10). Sebastiani A. ve ark. (184) omuz ve üst kol cerrahisi olacak hastalara interskalen kateter yerleştirmiş ve LA verildikten sonra PI değerleri değişimini incelemişlerdir. Benzer şekilde PI değerlerinde düzenli bir artış olduğunu ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda her iki grupta da aynı miktar LA kullanılmış ve 10., 20., ve 30.dk'lardaki PI değerlerinin gruplar içinde zamana bağlı artışının yanı

sıra iki grup arasındaki artış farkına da bakılmıştır. İnfraklavikular blok uygulanan grupta PI değerinde 10. dk'da %136 oranında artış görülürken, interskalen blok uygulanan grupta artışın %80 olduğu görülmüştür. Her iki grupta da PI değerleri düzenli bir artış göstermiş, bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve literatürdeki diğer çalışmalar ile korele olduğu görülmüştür. Ayrıca interskalen blok uygulanan gruptaki PI artış oranı, infraklavikular blok uygulanan gruba göre anlamlı şekilde az olduğu görülmüştür. Bu da koldaki doku perfüzyonunun interskalen grupta daha az artış gösterdiğini, bunun sebebinin ise interskalen blok da C8-T1 köklerinin bloke edilememesinden kaynaklandığını düşündürmüştür.

Periferik blok sonrası oluşan vazodilasyonun derecesini ölçmek amacıyla kan akım hızı (TAV), brakial arter çapı (BAÇ), brakial arter alanı (BAA) ve kan akım hacmi (AH) ultrasonografi yöntemi ile hesaplanmaktadır (185). İnterskalen blok ve infraklavikular blok uygulamalarında oluşan vazodilasyona bağlı TAV, BAÇ ve BAA değerlerinde blok sonrası anlamlı bir artış olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (185-187). Bizim çalışmamızda da her iki grupta grup içi karşılaştırmasında tüm parametrelerde anlamlı bir artış olmuştur. Değerlerin gruplar arası karşılaştırılmasında ise anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Üst ekstremité cerrahilerinde uygulanan periferik bloklarda oluşan vazodilasyonu göstermede dopler tekniğiyle ölçülen AH değışikliği, blok başarısını göstermede önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır (8, 188). Iskandar H ve ark'ları (8) omuz cerrahilerinde uyguladıkları interskalen blok sonrası 30.dk AH'nin blok öncesine göre 32 mLdk⁻¹'den 88 mLdk⁻¹'e çıkarak %175 bir artış kaydedildiğini bildirmişlerdir. Li T ve ark. (189) 30ml ropivakaini farklı konsantrasyonlarda supraklavikular blok için kullanmış ve %0.125 konstantasyonda 30.dk AH'de 1.82 kat, %0.5 konsantasyonda AH değerinde 3.44 kat artış olduğunu ve konsantrasyon arttıkça AH'nin anlamlı bir şekilde arttığını göstermişlerdir. Bereket MM. ve ark. ise 10ml %2'lik lidokain ve 20ml %0.5'lik bupivakain ile infraklavikular blok uyguladıkları çalışmalarında AH'de 10.dk'da %132, 30.dk sonunda ise %263'lük bir artış olduğunu belirtmişlerdir (190).

Bizim çalışmamızda infraklavikular blok uygulanan grupta AH %216 artar iken interskalen grubunda bu artış %180 oranında görülmüş ve bu sonuç bize infraklavikular bloğun vazodilasyonu daha etkin sağladığını göstermiştir.

Near-infrared spectroscopy (NIRS) mikrodolaşım perfüzyonuna dayalı doku oksijen saturasyonunu (rSO₂) tespit etmek amacıyla kullanılan invaziv olmayan bir cihazdır. NIRS, doku oksijen tüketimindeki veya oksijen dağıtımındaki değişikliklerden kaynaklanan oksijen saturasyonundaki farklılıkları tespit eder (14). Yapılan çalışmalarda, uygulanan blok çeşitlerine göre doku perfüzyonunu ölçmek amacıyla NIRS sensörleri farklı anatomik lokasyonlara yapıştırılmıştır. Tighe PJ ve ark. (191) femoral blok uyguladıkları hastalarda uyluk ön distal kısmına, infraklavikular blok hastaları için ön kol orta kısım ön tarafa NIRS sensörlerini yapıştırmıştır ve blok sonrası rSO₂ değerlerinde artış olduğunu göstermiştir. Karahan MA. ve ark. (192) ise infraklavikular blok uyguladıkları hastalarda blokajın etki alanındaki perfüzyonu gözlemlemek amacıyla el tenar bölgeye NIRS sensörünü yapıştırmışlar ve blok yapılan taraf rSO₂ değerlerinin blok yapılmayan tarafa göre anlamlı şekilde yüksek olduğunu göstermişlerdir. Biz de çalışmamızda literatürdeki çalışmalar ile uyumlu olarak üst ekstermite cerrahilerinde periferik blok sonrası doku oksijenasyonunu görmek amacıyla NIRS sensörünü hem infraklavikular bloğun hemde interskalen bloğun ortak etki bölgesi olan ön kol ön kısmına yapıştırarak ölçümlerimizi yaptık.

NIRS ile doku oksijenasyonun ölçümü özellikle kardiyovasküler cerrahi ve plastik cerrahide yaygınlaşmıştır (193, 194). Repez A ve ark, (193) meme rekonstrüksiyon cerrahisinde fleplerin postoperatif başarısını NIRS kullanarak takip etmişler, sürekli yapılan NIRS takibi ile arteriyel ve venöz trombozun erken evrelerini güvenilir bir şekilde saptayabildiğini göstermişlerdir. Non invazif olması ve doku hipoksisini göstermedeki duyarlılığından dolayı fleplerin kutanöz takibi için kullanılmasını savunmuşlardır. Tobias ve ark (195) ise kardiyak cerrahi sonrası sağ alt ekstremitede kompartman sendromu meydana gelen 1 aylık bebekte, NIRS sensörlerini her iki bacağa yapıştırarak sağ bacaktaki doku hipoksisini göstermişlerdir.

Periferik sinir bloğu uygulanan hastalarda blok başarısının tespiti veya blok uygulanan bölgedeki vazodilatasyona bağlı doku perfüzyon artışını göstermek amacıyla da NIRS yaygın olarak kullanılmaktadır. Karahan MA ve ark. (192) USG eşliğinde infraklavikular blok uyguladıkları çalışmalarında, tenar bölgeye NIRS probunu tespit etmişler ve başlangıç değeri ile blok sonrası değerleri karşılaştırmışlardır. NIRS değerinde 5. dk'da %4.5, 30.dk'da %5.5'lik artış olduğunu

bildirmişlerdir. Benzer bir araştırmayı da Van de Velde S. ve ark, (15) alt ekstremite ortopedik ayak cerrahisi olacak hastalara popliteal blok uygulanarak yapmışlar ve farklı olarak ayak plantar bölgeye, ayak bileği üst kısmına ve popliteal fossaya olmak üzere 3 sensör bağlayarak blok sonrası 30. dk NIRS değerleri ile başlangıç değerlerini karşılaştırmışlardır. Popliteal bloğun 30dk'sında ayak plantar bölgede %11.3, ayak bileği üst kısmında %4.9 ve popliteal fossada %3.6'lık artış olduğunu ve bunun da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermişlerdir. Ayak plantar bölgesinin popliteal blok sonrası en fazla perfüzyonun arttığı bölge olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bizim çalışmamızda ise infraklavikular blok grubunda 30.dk NIRS artışı %12.1 olurken, interskalen grubunda %9.99 bir artış olduğunu gözlemledik. İnterskalen blokda C8-T1 köklerinin tutulmaması nedeniyle sempatik blokajın tam olmamasına bağlı olarak NIRS değerlerinin daha düşük artış gösterdiğini düşünmekteyiz.

İnfraklavikular bloğun önemli komplikasyonlarından biri pnömotorakstır. MR görüntüleme ile yaptıkları çalışmada Neuburger M. ve ark. (196) infraklavikular tekniğin pnömotoraks riskine karşı güvenilir olduğunu göstermişlerdir. Abrahams MS. ve ark. (197) periferik bloklarda USG ve periferik sinir stimülatörü kullanımını karşılaştırdıkları meta-analiz çalışmada USG kullanımının, daha yüksek blok başarı oranı, daha kısa işlem ve daha az komplikasyona sebep olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmamızda USG ile birlikte sinir stimülatörü de kullanmamız hem komplikasyondan kaçınmamızı sağlamış hem de yüksek blok başarı oranı elde etmemize olanak sağlamıştır. Çalışmamızda USG eşliğinde infraklavikular uygulanan grupta hiçbir hastada pnömotoraks gelişmedi.

Servikal sempatik trunkus, anatomik olarak brakiyal pleksusun kökleri ile karotis kılıfına yakın seyretmektedir. İSB'de enjekte edilen lokal anestezi maddenin fasyalar arası yayılımı ile servikal sempatik gangliyon bloğu sonucu horner sendromu gelişebilir (67). USG kullanımı ile horner sendromu daha az oranda görülmektedir. Zaragoza-Lemus G. ve ark.'nın (198) USG ile yaptıkları çalışmada interskalen blok uygulanan hastaların %8'inde horner sendromu tespit edilmiştir (198). Ayyanagouda B ve ark.'nın (199) yaptığı çalışmada ise horner sendromu görülme oranı %20.7, ses kısıklığı olguları ise %3.1 oranında görülmüştür. Bizim çalışmamızda interskalen grubunda 8 hastada (%15) horner sendromu, 3 hastada ani ses kısıklığı (%5) görülmüştür. Literatürdeki bir çok çalışma ile karşılaştırıldığında komplikasyon

oranımızın oldukça az olduğunu gözlemledik. Bunun, blok yapılırken USG cihazının kullanılması, LA miktarının az tutulmasına bağlı olduğu kanaatindeyiz.

Çalışmamızda yaptığımız ölçümler 10dk ara ile gerçekleştirildiği için, gözlemlenen parametrelerdeki artışın en fazla kaçınıcı dakikada olduğu tam olarak tespit edilememiştir. Ayrıca cerrahiye başlamayı geciktirmemek amacıyla son ölçüm 30. dk'da yapıldı. Dolayısıyla blok sonrası oluşan rejyonal hemodinamik değişikliklerin ne zamana kadar artış gösterdiğini gözlemleyemedik. Bu durum çalışmamızın en önemli limitasyonudur. Bu çalışmada NIRS probu sadece önkola tespit edildi, interskalen blok uygulanan hastalarda etkilenen alanının daha çok omuz bölgesinde bulunması sebebiyle omuz bölgesine de NIRS probu yapıştırarak iki bölge arasında karşılaştırma yapılamamıştır. Bu durum çalışmamızın bir diğer limitasyonudur. Öte yandan ölçümünü yaptığımız rSO₂, AH, TAV, BAA, BAÇ ve PI değerlerinin aynı hacim ve konsantrasyonda LA kullanarak iki farklı brakial pleksus bloğu uygulanan hastalardaki değişimin karşılaştırmasının yapıldığı bir çalışmanın literatür taramamızda bulunmamasının, bu çalışmanın en güçlü tarafı olduğu kanaatindeyiz.

Özellikle ön kol doku oksijenasyonunun artırılması da hedeflenen brakial pleksus bloklarında infraklavikular bloğun interskalen bloğa oranla daha etkin olduğu düşüncesindeyiz.

6. SONUÇLAR

İnfraklavikular blok ile interskalen pleksus bloğunun ön kol doku oksijenasyonuna etkisini karşılaştırdığımız çalışmamızda rSO₂, PI, AH, TAV, BAÇ ve BAA değerleri karşılaştırılmış ve infraklavikular blok yapılan grupta tüm parametrelerin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile infraklavikular bloğun ön kol doku oksijenasyonunu sağlamada interskalen blokdan daha etkili olduğu sonucuna ulaştık. Ön kol operasyonlarında sadece anestezi amacıyla değil, oluşan vazoladilasyon ile doku kanlanmasını artırarak doku oksijenlenmesinin daha iyi olması nedeniyle de infraklavikular bloğun tercih edilmesi kanısına varıldı.

Özellikle brakial pleksus bloğu sonrası ön kol kanlanmasının NIRS tekniği ile gösterildiği literatürde çok az çalışma mevcuttur. Farklı doz veya farklı blok çeşitleri ile doku oksijenasyonunun çalışabileceği bir çok yeni araştırma için çalışmamızın öncülük edebileceği düşüncesindeyiz.

7. KAYNAKLAR

1. Özyalçın SN ES. Üst ekstremitte somatik blokları. Rejyonel Anestezi. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 2005; 83-93 p.
2. Davis WJ, Lennon RL, Wedel DJ. Brachial plexus anesthesia for outpatient surgical procedures on an upper extremity. Mayo Clinic proceedings. 1991;66(5):470-3.
3. Williams SR, Chouinard P, Arcand G, Harris P, Ruel M, Boudreault D, et al. Ultrasound guidance speeds execution and improves the quality of supraclavicular block. Anesthesia and analgesia. 2003;97(5):1518-23.
4. Rubin K, Sullivan D, Sadhasivam S. Are peripheral and neuraxial blocks with ultrasound guidance more effective and safe in children? Paediatric anaesthesia. 2009;19(2):92-6.
5. Koscielniak-Nielsen J. Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: what are the benefits? Acta anaesthesiologica Scandinavica. 2008;52(6):727-37.
6. GldođuŖ F, Gürkan Y. Rejyonel Anestezi 1. ed. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2013; 3-7, 21-54, 163-80. p.
7. Hadzic A. Textbook of regional anesthesia and acute pain management. McGraw-Hill, Medical Pub., New York, 2007; 373-453 p.
8. Iskandar H, Wakim N, Benard A, Manaud B, Ruel-Raymond J, Cochard G, et al. The effects of interscalene brachial plexus block on humeral arterial blood flow: a Doppler ultrasound study. Anesthesia and analgesia. 2005;101(1):279-81, table of contents.
9. Li J, Karmakar MK, Li X, Kwok WH, Kee J. Regional hemodynamic changes after an axillary brachial plexus block: a pulsed-wave Doppler ultrasound study. 2012.

10. Kus A, Gurkan Y, Gormus SK, Solak M, Toker K. Usefulness of perfusion index to detect the effect of brachial plexus block. *Journal of clinical monitoring and computing*. 2013;27(3):325-8.
11. Hager H. The perfusion index measured by a pulse oximeter indicates pain stimuli in anesthetized volunteers. *Anesthesiology*. 2004;101:A514.
12. Lima A, Bakker J. Noninvasive monitoring of peripheral perfusion. *Intensive care medicine*. 2005;31(10):1316-26.
13. Kus A, Gurkan Y, Gormus SK, Solak M, Toker. Usefulness of perfusion index to detect the effect of brachial plexus block. *Journal of clinical monitoring computing*. 2013;27(3):325-8.
14. Okano T, Okuda Y, Kimura Y, Mishio M, Shinohara M, Kitajima T. Use of near-infrared spectroscopy to evaluate stellate ganglion block. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2001;26(2):186.
15. Van de Velde S, Kalmar AF, Raes M, Poelaert J, Lootens T, Vanoverschelde H. Lower Extremity Near-infrared Spectroscopy After Popliteal Block For Orthopaedic Foot Surgery. *The open orthopaedics journal*. 2016;10:258-63.
16. Calatayud J, M.D., D.D.S., Ph.D., González Á, M.D., D.D.S., Ph.D. History of the Development and Evolution of Local Anesthesia Since the Coca Leaf. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2003;98(6):1503-8.
17. Halsted W. Practical comments on the use and abuse of cocaine, suggested by its use in more than 1000 minor surgical operations. *NY Med J*. 1885;42:294-5.
18. Şahin Ş. Santral ve periferik sinir blokları el kitabı. Rejyonel Anestezi Derneği, 2004; 1-2,85-7,112-7 p.
19. Tetzlaff J.E. The pharmacology of local anesthetics. *Anesthesiology Clinics of North America*. 2000;18(2):217-33.

20. Collins VJ. Principles of anesthesiology general and regional anesthesia Vincent J. Collins. 3rd ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1993; 1232-81 p.
21. Stoelting RK, Flood P, Rathmell JP, Shafer S. Stoelting's Handbook of Pharmacology & Physiology in Anesthetic Practice. 3rd ed. Wolters Kluwer Health, 2016; 179-211 p.
22. Whiteside JB, Wildsmith JAW. Developments in local anaesthetic drugs. British journal of anaesthesia. 2001;87(1):27-35.
23. Calatayud J, González A. History of the Development and Evolution of Local Anesthesia Since the Coca Leaf 2003; 1503-8 p.
24. Ruetsch YA, Boni T, Borgeat A. From cocaine to ropivacaine: the history of local anesthetic drugs. Current topics in medicinal chemistry. 2001;1(3):175-82.
25. Virji AS, Puffer HW, McKenzie RG. Historical development of procaine from cocaine. The New Zealand dental journal. 1969;65(300):107-14.
26. Lemke TL, Williams DA, Roche VF, Zito SW. Foye's Principles Of Medicinal Chemistry. 7th ed. Wolters Kluwer Health Adis, 2012; 522-39 p.
27. Peck T, Hill S. Pharmacology For Anaesthesia And Intensive Care. 4th ed. Cambridge University Press, 2014; 154-65 p.
28. Collins VJ. Local anesthetics: Principles of Anesthesiology. Lea&Febiger, Philadelphia, 1993; 1199-240 p.
29. Keçik Y. Lokal anestezi. Temel anestezi. 2nd ed. Güneş Tıp Kitabevleri, Istanbul, 2016; p. 121-30.
30. Hilal-Dandan R, Brunton L. Goodman And Gilman's Manual Of Pharmacology And Therapeutics. Mcgraw-Hill, 2014; 334-44 p.
31. Lyons G, Columb M, Wilson RC, Johnson RV. Epidural pain relief in labour: potencies of levobupivacaine and racemic bupivacaine. British journal of anaesthesia. 1998;81(6):899-901.

32. Lee BB, Ngan Kee WD, Plummer JL, Karmakar MK, Wong AS. The effect of the addition of epinephrine on early systemic absorption of epidural ropivacaine in humans. *Anesthesia and analgesia*. 2002;95(5):1402-7, table of contents.
33. Edirne S. Periferik sinir fizyolojisi ve lokal anestezi ajanlar. Sinir blokları. 1st ed. Istanbul, 1993; p. 49-80,109-24.
34. Becker DE, Reed KL. Essentials of local anesthetic pharmacology. *Anesth Prog*. 2006;53(3):98-110.
35. Hadzic A. Hadzic Periferik Sinir Blokları ve Ultrason Eşliğinde Rejyonel Anestezi için Anatomi. Kurt E, editor. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2013; 29-41, 55-70, 149-85 p.
36. Miller RD. Lokal anestezipler. Miller Anestezi. 6th ed. Güven Kitabevi, İzmir, 2010; p. 573-603.
37. Özcengiz D, Özbek H. Anestezi El Kitabı. 1st ed. Nobel Tıp Kitabevi, Adana, 1998; 441-59 p.
38. Boselli E, Duffo F, Debon R, Allaouchiche B, Chassard D, Thomas L, et al. The induction of apoptosis by local anesthetics: a comparison between lidocaine and ropivacaine. *J Anesthesia Analgesia*. 2003;96(3):755-6.
39. Hogan QH. Pathophysiology of peripheral nerve injury during regional anesthesia. 2008.
40. Werdehausen R, Braun S, Essmann F, Schulze-Osthoff K, Walczak H, Lipfert P, et al. Lidocaine induces apoptosis via the mitochondrial pathway independently of death receptor signaling. *Anesthesiology*. 2007;107(1):136-43.
41. Braun S, Giza N, Werdehausen R, Hermanns H, Bauer I, Durieux ME, et al. Ketamine induces apoptosis via the mitochondrial pathway in human lymphocytes and neuronal cells. *British journal of anaesthesia*. 2010;105(3):347-54.

42. Stevens MF, Werdehausen R, Gaza N, Hermanns H, Kremer D, Bauer I, et al. Midazolam activates the intrinsic pathway of apoptosis independent of benzodiazepine and death receptor signaling. *Regional Anesthesia Pain Medicine*. 2011;36(4):343-9--9.
43. Lim YJ, Zheng S, Zuo ZJATJotASoA. Morphine preconditions Purkinje cells against cell death under in vitro simulated ischemia–reperfusion conditions. *J Anesthesiology*. 2004;100(3):562-8.
44. Huet O, Eyrolle LJ, Mazoit JX, Ozier YM. Cardiac arrest after injection of ropivacaine for posterior lumbar plexus blockade. *Anesthesiology*. 2003;99(6):1451-3.
45. Dippenaar JM. Local anaesthetic toxicity. *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia*. 2007;13(3):23-8.
46. Covino BG. Pharmacology of local anaesthetic agents. *British journal of anaesthesia*. 1986;58(7):701-16.
47. Mulroy MF, Hejtmanek MR. Prevention of local anesthetic systemic toxicity. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2010;35(2):177-80.
48. Duggan E, El Beheiry H, Perlas A, Lupu M, Nuica A, Chan VW, et al. Minimum effective volume of local anesthetic for ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2009;34(3):215-8.
49. Eichenberger U, Stockli S, Marhofer P, Huber G, Willmann P, Kettner SC, et al. Minimal local anesthetic volume for peripheral nerve block: a new ultrasound-guided, nerve dimension-based method. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2009;34(3):242-6.
50. Neal JM, Bernardis CM, Butterworth JFt, Di Gregorio G, Drasner K, Hejtmanek MR, et al. ASRA practice advisory on local anesthetic systemic toxicity. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2010;35(2):152-61.
51. Cave G, Harvey M. Intravenous lipid emulsion as antidote beyond local anesthetic toxicity: a systematic review. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2009;16(9):815-24.

52. Wright RO, Lewander WJ, Woolf AD. Methemoglobinemia: etiology, pharmacology, and clinical management. *Annals of emergency medicine*. 1999;34(5):646-56.
53. Imani F. Postoperative pain management. *Anesth Pain Med*. 2011;1(1):6-7.
54. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. *Peripheral Nerve Blocks*. Morgan & Mikhail's *Clinical Anesthesiology*. 5th ed. McGraw-Hill,2015; p. 263-77, 975-1023.
55. Kayaalp O. *Tıbbi Farmakoloji*. 6th ed. Taş Kitapçılık, Ankara, 2002; 511-2, 801-4
56. Vainionpaa VA, Haavisto ET, Huha TM, Korpi KJ, Nuutinen LS, Hollmen AI, et al. A clinical and pharmacokinetic comparison of ropivacaine and bupivacaine in axillary plexus block. *Anesthesia and analgesia*. 1995;81(3):534-8.
57. Hickey R, Hoffman J, Ramamurthy S. A comparison of ropivacaine 0.5% and bupivacaine 0.5% for brachial plexus block. *Anesthesiology*. 1991;74(4):639-42.
58. Kayhan Z. *Lokal anestezi*. Klinik anestezi. 3rd ed. Logos yayıncılık, Istanbul, 2004; p. 503-23.
59. Morrison SG, Dominguez JJ, Frascarolo P, Reiz S. A comparison of the electrocardiographic cardiotoxic effects of racemic bupivacaine, levobupivacaine, and ropivacaine in anesthetized swine. *Anesthesia and analgesia*. 2000;90(6):1308-14.
60. Sztark F, Malgat M, Dabadie P, Mazat JP. Comparison of the effects of bupivacaine and ropivacaine on heart cell mitochondrial bioenergetics. *Anesthesiology*. 1998;88(5):1340-9.
61. Hahn MB, McQuillan PM, Sheplock GJ. *Anatomy of the Brachial Plexus*. *Regional Anesthesia: An Atlas of Anatomy and Techniques*. 1st ed. Mosby, St. Louis, 1996; p. 91-113.
62. NETTER FH. *Netter İnsan Anatomisi Atlası*. 2nd ed. Palme Yayıncılık, Ankara, 2002; 401, 50 p.

63. Hirschel G. Anästhesierung des Plexus brachialis bei Operationen an der oberen Extremität. Münchn Med Wochenschr, 1911; 58: 1555-6 p.
64. Kulenkampff D. Zur Anästhesierung des plexus brachialis [On anesthesia of the brachial plexus]. Zentralblatt für Chirurgie, 1911; 38: 1337-40 p.
65. Bazy L, Pauchet V, Sourdat P, Laboure' J. L'Anesthésie du plexus brachial. L'Anesthésie Regionale, 1917; 222-5. p.
66. Etienne J. Regional Anesthesia: Its application in the surgical treatment of cancer of the breast (french). Faculté de Médecin de Paris, 1925.
67. Jankovic D. Regional Sinir Blokları ve İnfiltrasyon Tedavisi. 3rd ed. Logos Yayıncılık, İstanbul, 2006; 83-122 p.
68. Murphy DB, Chan VWS. Techniques in Regional Anaesthesia and Pain Management. Elsevier Inc, New York, 2000; 19-29 p.
69. Plevak DJ, Linstromberg JW, Danielson DR. Paresthesia vs non paresthesia: The axillary block 1983; A216 p.
70. Winnie AP. Plexus Anesthesia: Perivascular Techniques of Brachial Plexus Block. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1984; 117-88 p.
71. Selander D, Edshage S, Wolff T. Paresthesiae or no paresthesiae? Nerve lesions after axillary blocks. Acta anaesthesiologica Scandinavica. 1979;23(1):27-33.
72. Selander D. Axillary plexus block: paresthetic or perivascular. Anesthesiology. 1987;66(6):726-8.
73. Moore DC. "No paresthesias-no anesthesia," the nerve stimulator or neither? Regional anesthesia. 1997;22(4):388-90.
74. Tobias JD. Brachial plexus anaesthesia in children. Paediatric anaesthesia. 2001;11(3):265-75.

75. Koschielniak-Nielsen Z, Christensen L, Pedersen H, Brushø JJBjoa. Effect of digital pressure on the neurovascular sheath during perivascular axillary block. *British journal of anaesthesia*. 1995;75(6):702-6.
76. Lee A, Wildsmith JAW. *Local Anaesthetic Techniques in: Textbook of Anaesthesia*. 3rd ed. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1998.
77. Coventry DM, Barker KF, Thomson M. Comparison of two neurostimulation techniques for axillary brachial plexus blockade. *British journal of anaesthesia*. 2001;86(1):80-3.
78. Groh G, Gainor B, Jeffries J, Brown M, Eggers Jr GJJ. Pseudoaneurysm of the axillary artery with median-nerve deficit after axillary block anesthesia. A case report. *J Bone Joint Surg*. 1990;72(9):1407-8.
79. Merrill DG, Brodsky JB, Hentz RVJA, Analgesia. Vascular insufficiency following axillary block of the brachial plexus. *Anesthesia Analgesia*. 1981;60(3):162-4.
80. Zipkin M, Backus WW, Scott B. False aneurysm of the axillary artery following brachial plexus block. *Journal of clinical anesthesia*. 1991;3(2):143-5.
81. Coşkun D. Aksiller, supraklavikuler ve interskalen girişim yöntemleri ile uygulanan brakial pleksus bloğunun sensorial ve motor blok niteliği üzerine etkileri, (Uzmanlık Tezi), . Ankara: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi; 2000.
82. Partridge BL, Katz J, Benirschke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. *Anesthesiology*. 1987;66(6):743-7.
83. Perthes G. Ueber Leitungsanästhesie unter zuhelfenahme elektrischer Reizung. *Münch Med Wochenschr*. 1912;47:2545-51.
84. Greenblatt GM, Denson JS. Needle nerve stimulatorlocator: nerve blocks with a new instrument for locating nerves. *Anesthesia and analgesia*. 1962;41:599-602.
85. Wright BD. A new use for the block-aid monitor. *J Anesthesiology*. 1969;30(2):236-7.

86. La Grange PdP, Foster P, Pretorius LJBJoA. Application of the Doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block. *British journal of anaesthesia*. 1978;50(9):965-7.
87. Gürkan Y, Ozdamar D, Hoşten T, Solak M, Toker KJA. Ultrasound guided lateral sagittal infraclavicular block for pectoral flap release. *J Agri*. 2009;21(1):39-42.
88. Koscielniak-Nielsen Z, Rasmussen H, Hesselbjerg L, Nielsen TP, Gürkan YJAAs. Infraclavicular block causes less discomfort than axillary block in ambulatory patients. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 2005;49(7):1030-4.
89. Arcand G, Williams SR, Chouinard P, Boudreault D, Harris P, Ruel M, et al. Ultrasound-guided infraclavicular versus supraclavicular block. *J Anesthesia Analgesia*. 2005;101(3):886-90.
90. Labat G, Analgesia. Brachial Plexus Block: Some Details of Technique. *Anesthesia Analgesia*. 1927;6(2):81-2.
91. Raj PP, Montgomery SJ, Nettles D, Jenkins MT. Infraclavicular brachial plexus block--a new approach. *Anesthesia and analgesia*. 1973;52(6):897-904.
92. Sims James K, Analgesia. A modification of landmarks for infraclavicular approach to brachial plexus block. *Anesthesia Analgesia*. 1977;56(4):554-5.
93. Rouso M, Whiffler K. Coracoid block-safe and easy technique. *British journal of anaesthesia*. 1981;53(8):845-8.
94. Kilka H, Geiger P, Mehrkens H. Infraclavicular vertical brachial plexus blockade. A new method for anesthesia of the upper extremity. An anatomical and clinical study. *Der Anaesthesist*. 1995;44(5):339-44.
95. Klaastad Ø, Smith H-J, Smedby Ö, Winther-Larssen EH, Brodal P, Breivik H, et al. A novel infraclavicular brachial plexus block: the lateral and sagittal technique, developed by magnetic resonance imaging studies. *Anesthesia Analgesia*. 2004;98(1):252-6.

96. Whiffler KJBjoa. Coracoid block--a safe and easy technique. *British journal of anaesthesia*. 1981;53(8):845-8.
97. Wilson JL, Brown DL, Wong GY, Ehman RL, Cahill DRJA, Analgesia. Infraclavicular brachial plexus block: parasagittal anatomy important to the coracoid technique. *Anesthesia Analgesia*. 1998;87(4):870-3.
98. Conceição DBd, Helayel PE, Cecato FJRbda. Infraclavicular vertical brachial plexus blockade in patients with chronic obstructive pulmonary disease: case report. *J Revista brasileira de anesthesiologia*. 2006;56(5):507-10.
99. Sauter AR, Smith H-J, Stubhaug A, Dodgson MS, Klaastad ØJA, Analgesia. Use of magnetic resonance imaging to define the anatomical location closest to all three cords of the infraclavicular brachial plexus. *Anesthesia Analgesia*. 2006;103(6):1574-6.
100. AKYıLDıZ E, Gürkan Y, Çağlayan C, Solak M, Toker KJAAS. Single vs. double stimulation during a lateral sagittal infraclavicular block. *J Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2009;53(10):1262-7.
101. Gurkan Y, Hosten T, Tekin M, Acar S, Solak M, Toker KJATJoTTSoA. Comparison of ultrasound-guided supraclavicular and infraclavicular approaches for brachial plexus blockade/Brakiyal pleksus blogunda ultrason esliginde supraklavikuler ve infraklavikuler yaklasimin karsilastirilmesi. *The Journal of The Turkish Society of Algology*. 2012;24(4):159-65.
102. Hoşten T, Gürkan Y, Solak M, Toker K. A case of Horner's syndrome following lateral sagittal infraclavicular block. *The journal of the Turkish Society of Algology*. 2008;20(4):45-8.
103. Petrar SD, Seltenrich ME, Head SJ, Schwarz SK. Hemidiaphragmatic paralysis following ultrasound-guided supraclavicular versus infraclavicular brachial plexus blockade: a randomized clinical trial. 2015.
104. Felice KL, Schumann HMJJoMT. Intravenous lipid emulsion for local anesthetic toxicity: a review of the literature. *Journal of Medical Toxicology*. 2008;4(3):184.

105.Pester JM, Varacallo M. Brachial Plexus Block Techniques. StatPearls. StatPearls Publishing,Treasure Island (FL), 2019.

106.Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. Anesthesia Analgesia. 1970;49(3):455-66.

107.Ullah H, Samad K, Khan FAJCDoSr. Continuous interscalene brachial plexus block versus parenteral analgesia for postoperative pain relief after major shoulder surgery. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2014(2).

108.Hadzic A. İnterskalen Brakiyal Pleksus Bloğu In: Kurt E, editor. Hadzic Periferik Sinir Blokları ve Ultrason Eşliğinde Rejyonal Anestezi İçin Anatomi. Güneş Tıp Kitabevleri,Ankara, 2013; p. 149-74.

109.Interscalene Nerve Block 2018 [Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/2000151-overview#a4>.

110.Hadzic A. Hadzic Periferik Sinir Blokları ve Ultrason Eşliğinde Rejyonal Anestezi İçin Anatomi. 2nd ed. Kurt E, editor. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2013; 353-60, 69-75 p.

111.Edirne S. Üst ekstremitte somatik blokları. Rejyonal Anestezi. 1st ed. Nobel tıp kitabevleri,2005; p. 83-108.

112.Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. Periferik sinir blokları. Klinik Anesteziyoloji. Güneş Tıp Kitabevleri,2004; p. 283-90.

113.Bashein G, Haschke RH, Ready LB. Electrical nerve location: numerical and electrophoretic comparison of insulated vs uninsulated needles. Anesthesia and analgesia. 1984;63(10):919-24.

114.Ozaki MJA. Pulse oximeter-based flow index correlates well with fingertip volume plethysmography. Anesthesiology. 1993;79(3):A542.

- 115.Hagar H, Church S, Mandadi G, Pulley D, Kurz AJA. The perfusion index measured by a pulse oximeter indicates pain stimuli in anesthetized volunteers. *J Anesthesiology*. 2004;101(A514):A514.
- 116.Toyama S, Kakumoto M, Morioka M, Matsuoka K, Omatsu H, Tagaito Y, et al. Perfusion index derived from a pulse oximeter can predict the incidence of hypotension during spinal anaesthesia for Caesarean delivery. *British journal of anaesthesia*. 2013;111(2):235-41.
- 117.Uemura A, Yagihara M, Miyabe MJA. Pulse oximeter perfusion index as a predictor for the effect of pediatric epidural block. *Anesthesiology*. 2006;105(A1354):A1354.
- 118.Hales J, Stephens F, Fawcett A, Daniel K, Sheahan J, Westerman R, et al. Observations on a new non-invasive monitor of skin blood flow. *Clinical experimental pharmacology physiology*. 1989;16(5):403-15.
- 119.Galvin EM, Niehof S, Verbrugge SJ, Maissan I, Jahn A, Klein J, et al. Peripheral flow index is a reliable and early indicator of regional block success. *Anesth Analg*. 2006;103(1):239-43, table of contents.
- 120.Poeze M, Solberg BC, Greve JWM, Ramsay G. Monitoring global volume-related hemodynamic or regional variables after initial resuscitation: What is a better predictor of outcome in critically ill septic patients? *Critical care medicine*. 2005;33(11):2494-500.
- 121.Chien L-C, Lu KJ, Wo CC, Shoemaker W.C.J, Surgery AC. Hemodynamic patterns preceding circulatory deterioration and death after trauma. *Journal of Trauma Acute Care Surgery*. 2007;62(4):928-32.
- 122.Lima AP, Beelen P, Bakker J. Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion. *Critical care medicine*. 2002;30(6):1210-3.

123. Van Genderen ME, Bartels SA, Lima A, Bezemer R, Ince C, Bakker J, et al. Peripheral perfusion index as an early predictor for central hypovolemia in awake healthy volunteers. *Anesthesia Analgesia*. 2013;116(2):351-6.
124. Fei Y, Xu M, Huang B, Xie K, Ni H, Zhang L, et al. Assessment of the radial and ulnar arteries hemodynamic changes by ultrasound in patients with primary palmar hyperhidrosis after thoracic sympathetic block. *Zhonghua yi xue za zhi*. 2017;97(22):1729-33.
125. Chin KJ, Perlas A, Chan VW, Brull R. Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions. 2008.
126. Takeyama K, Suzuki Y, Yoshikawa M, Suzuki T. Is the Perfusion Index Useful in Early Detection of High Spinal Subarachnoid Block during Cesarean Section? *Tokai J Exp Clin Med*. 2016;41(4):190-7.
127. Pasch T, Zalunardo M. Intraoperatives Monitoring: Notwendiges, Sinnvolles und Überflüssiges. *Der Anaesthetist*. 2000;49(13):S02-S6.
128. Elif A. Akpek Kalp Cerrahisinde Serebral Monitörizasyon. *Anestezi Dergisi*. 2008;16:117 – 24.
129. Stepan J, Hogue Jr CW, anaesthesiology rC. Cerebral and tissue oximetry. Best practice research *Clinical anaesthesiology*. 2014;28(4):429-39.
130. Sakudo A. Near-infrared spectroscopy for medical applications: Current status and future perspectives. *Clinica Chimica Acta*. 2016;455:181-8.
131. Ciurczak EW, Igne B. Pharmaceutical and medical applications of near-infrared spectroscopy. CRC Press, 2014.
132. Robles FE, Chowdhury S, Wax A. Assessing hemoglobin concentration using spectroscopic optical coherence tomography for feasibility of tissue diagnostics. *Biomedical optics express*. 2010;1(1):310-7.

133. Suzuki S, Takasaki S, Ozaki T, Kobayashi Y, editors. Tissue oxygenation monitor using NIR spatially resolved spectroscopy. Optical tomography and spectroscopy of tissue III; 1999: International Society for Optics and Photonics.
134. Matcher S, Elwell C, Cooper C, Cope M, Delpy DJAb. Performance comparison of several published tissue near-infrared spectroscopy algorithms. *Analytical biochemistry*. 1995;227(1):54-68.
135. Holzschuh M, Woertgen C, Metz C, Brawanski AJNr. Dynamic changes of cerebral oxygenation measured by brain tissue oxygen pressure and near infrared spectroscopy. *Neurological research*. 1997;19(3):246-8.
136. Keuler J, Weiss C, Klemm K, Pochhammer J, Schmidt R, Ilies C. Assessing changes in tissue oxygenation by near-infrared spectroscopy following brachial plexus block for arteriovenous fistula surgery: A prospective observational pilot study. *European journal of anaesthesiology*. 2018;35(10):759-65.
137. Satokawa C, Nishiyama A, Suzuki K, Uesugi S, Kokai S, Ono T. Evaluation of tissue oxygen saturation of the masseter muscle during standardized teeth clenching. *Journal of oral rehabilitation*. 2019.
138. Zuj KA, Prince CN, Hughson RL, Peterson SD. Superficial femoral artery blood flow with intermittent pneumatic compression of the lower leg applied during walking exercise and recovery. *J Appl Physiol*. 2019.
139. Polfer EM, Sabino JM, Fleming IC, Means KR, Jr. Relative Tissue Oxygenation and Temperature Changes for Detecting Early Upper Extremity Skin Ischemia. *Plastic and reconstructive surgery*. 2019.
140. Chen Y, Shen Z, Shao Z, Yu P, Wu J. Free Flap Monitoring Using Near-Infrared Spectroscopy: A Systemic Review. *Annals of plastic surgery*. 2016;76(5):590-7.
141. Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *British journal of anaesthesia*. 2004;94(1):7-17.

142. Warman P, Nicholls B, Anaesthesiology RC. Ultrasound-guided nerve blocks: efficacy and safety. *Best Practice Research Clinical Anaesthesiology*. 2009;23(3):313-26.
143. Marhofer P, Schrögendorfer K, Wallner T, Koinig H, Mayer N, Kapral S, et al. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Regional anesthesia pain medicine*. 1998;23(6):584-8.
144. Sandhu NS, Manne JS, Medabalmi PK, Capan LM. Sonographically guided infraclavicular brachial plexus block in adults: a retrospective analysis of 1146 cases. *Journal of ultrasound in medicine*. 2006;25(12):1555-61.
145. Tamam T. Ultrasound-guided infragluteal sciatic nerve block: a comparison between four different techniques. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 2013;57(2):243-8.
146. Edel Duggan MB F, Hossam El Beheiry M, Anahi Perlas MD F, Lupu M, Nuica A, Chan VW, et al. Minimum effective volume of local anesthetic for ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Regional anesthesia pain medicine*. 2009;34(3):215.
147. Perlas A, Chan VW, Simons M. Brachial Plexus Examination and Localization Using Ultrasound and Electrical Stimulation A Volunteer Study. *Anesthesiology*. 2003;99(2):429-35.
148. Greher M, Kapral S. Is regional anesthesia simply an exercise in applied sonoanatomy? Aiming at higher frequencies of ultrasonographic imaging. *Anesthesiology*. 2003;99(2):250-1.
149. Casati A, Baciarello M, Cianni SD, Danelli G, De Marco G, Leone S, et al. Effects of ultrasound guidance on the minimum effective anaesthetic volume required to block the femoral nerve. *British journal of anaesthesia*. 2007;98(6):823-7.
150. Ting P, Sivagnanaratnam V. Ultrasonographic study of the spread of local anaesthetic during axillary brachial plexus block. *British journal of anaesthesia*. 1989;63(3):326-9.

151. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *J Anaesthesia*. 2004;59(7):642-6.
152. Willschke H, Bösenberg A, Marhofer P, Johnston S, Kettner S, Eichenberger U, et al. Ultrasonographic-guided ilioinguinal/iliohypogastric nerve block in pediatric anesthesia: what is the optimal volume? *Anesthesia Analgesia*. 2006;102(6):1680-4.
153. Perlas A, Brull R, Chan VW, McCartney CJ, Nuica A, Abbas S, et al. Ultrasound guidance improves the success of sciatic nerve block at the popliteal fossa. *Regional anesthesia pain medicine*. 2008;33(3):259-65.
154. Retzl G, Kapral S, Greher M, Mauritz W, Analgesia. Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus. *Anesthesia Analgesia*. 2001;92(5):1271-5.
155. Seçil M. Temel Ultrasonografi ve Doppler. 1st ed. Meta Basım Ve Matbaacılık, İzmir, 2008; 1-31 p.
156. Gürkan Y, Tekin M. Ultrasonografi Rehberliğinde Rejyonel Anestezi. Morpa Ofset, İstanbul, 2011; 1-31 p.
157. Arbona FL, Khabiri B, Norton JA. Ultrasound basics for the busy novice practitioner. *J International anesthesiology clinics*. 2011;49(4):34-51.
158. Sites BD, Brull R, Chan VW, Spence BC, Gallagher J, Beach ML, et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia: Part I: Understanding the basic principles of ultrasound physics and machine operations. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2007;32: 412–8.
159. Oğuz M, Aksungur EH, Bıçakçı YK, Çelikleş M. Ultrasonografinin Temel Prensipleri. Nobel tıp kitapevleri, İstanbul, 1997; 3-12 p.
160. Thrush A, Hartshorne T. *Peripheral Vascular Ultrasound: How, Why and When*. Elsevier Churchill Livingstone, Edinburgh, UK, 2005; 63-74 p.

161. Chavhan GB, Parra DA, Mann A, Navarro OMJR. Normal Doppler spectral waveforms of major pediatric vessels: specific patterns. *J Radiographics*. 2008;28(3):691-706.
162. Honnannavar KA, Mudakanagoudar MS. Comparison between Conventional and Ultrasound-Guided Supraclavicular Brachial Plexus Block in Upper Limb Surgeries. *Anesthesia, essays and researches*. 2017;11(2):467-71.
163. Alfred VM, Srinivasan G, Zachariah M. Comparison of Ultrasound with Peripheral Nerve Stimulator-guided Technique for Supraclavicular Block in Upper Limb Surgeries: A Randomized Controlled Trial. *Anesthesia, essays and researches*. 2018;12(1):50-4.
164. Gürkan Y, Acar S, Solak M, Toker K. Comparison of nerve stimulation vs. ultrasound-guided lateral sagittal infraclavicular block. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 2008;52(6):851-5.
165. Piangatelli C, De CA, Pecora L, Recanatini F, Cerchiara P, Testasecca DJMa. Levobupivacaine and ropivacaine in the infraclavicular brachial plexus block. *J Minerva anesthesiologica*. 2006;72(4):217-21.
166. Jindal S, Sidhu GK, Sood D, Grewal A. Vibration sensation as an indicator of surgical anesthesia following brachial plexus block. *Saudi journal of anaesthesia*. 2016;10(4):432.
167. Galvin EM, Niehof S, Medina HJ, Zijlstra FJ, van Bommel J, Klein J, et al. Thermographic temperature measurement compared with pinprick and cold sensation in predicting the effectiveness of regional blocks. *J Anesthesia Analgesia*. 2006;102(2):598-604.
168. Schulz-Stubner S. [Brachial plexus. Anesthesia and analgesia]. *Anaesthesist*. 2003;52(7):643-56; quiz 57.
169. Brown DL BL. The Upper Extremity Somatic Block in: *Neural Blockade in Clinical Anesthesia and Pain Medicine*. 3rd ed ed. Bridenbaugh Ca, editor. Lippincott-Raven, Philadelphia, 1998; 345-71 p.

170. Nieuwveld D, Mojica V, Herrera AE, Pomes J, Prats A, Sala-Blanch X. Medial approach of ultrasound-guided costoclavicular plexus block and its effects on regional perfusion. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2017;64(4):198-205.
171. Hernandez A, Salgado I, Agreda G, Botana C, Casas M, Nogueron M. Hypertensive crisis after interscalene block for shoulder surgery: A-4852006.
172. Gaertner E, Estebe JP, Zamfir A, Cuby C, Macaire P. Infraclavicular plexus block: multiple injection versus single injection. *Regional anesthesia and pain medicine.* 2002;27(6):590-4.
173. Mittal K, Janweja S, Prateek PS, Agarwal D, Tak HJ, Joa, clinical pharmacology. The estimation of minimum effective volume of 0.5% ropivacaine in ultrasound-guided interscalene brachial plexus nerve block: A clinical trial. *Journal of anaesthesiology, clinical pharmacology.* 2019;35(1):41.
174. Kavakli AS, Kavrut Ozturk N, Arslan U. [Minimum effective volume of bupivacaine 0.5% for ultrasound-guided retroclavicular approach to infraclavicular brachial plexus block]. *Revista brasileira de anestesiologia.* 2019;69(3):253-8.
175. Tran DQ, Dugani S, Dyachenko A, Correa JA, Finlayson RJ. Minimum effective volume of lidocaine for ultrasound-guided infraclavicular block. 2011.
176. Marhofer P, Harrop-Griffiths W, Kettner SC, Kirchmair L. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: Part 1. *BJA: British Journal of Anaesthesia.* 2010;104(5):538-46.
177. Barrington MJ, Kluger R. Ultrasound guidance reduces the risk of local anesthetic systemic toxicity following peripheral nerve blockade. *Regional anesthesia and pain medicine.* 2013;38(4):289-99.
178. Neal JM. Ultrasound-Guided Regional Anesthesia and Patient Safety: Update of an Evidence-Based Analysis. *Regional anesthesia and pain medicine.* 2016;41(2):195-204.
179. Weinberg GL. Treatment of local anesthetic systemic toxicity (LAST). 2010.

180. Acar S, Gurkan Y, Solak M, Toker K. Coracoid versus lateral sagittal infraclavicular block. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2013;47(1):32-7.
181. Abdelnasser A, Abdelhamid B, Elsonbaty A, Hasanin A, Rady A. Predicting successful supraclavicular brachial plexus block using pulse oximeter perfusion index. *Br J Anaesth.* 2017;119(2):276-80.
182. Ginosar Y, Weiniger CF, Meroz Y, Kurz V, Bdolah-Abram T, Babchenko A, et al. Pulse oximeter perfusion index as an early indicator of sympathectomy after epidural anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009;53(8):1018-26.
183. Duggappa DR, Lokesh M, Dixit A, Paul R, Raghavendra Rao RS, Prabha P. Perfusion index as a predictor of hypotension following spinal anaesthesia in lower segment caesarean section. *Indian J Anaesth.* 2017;61(8):649-54.
184. Sebastiani A, Philippi L, Boehme S, Closhen D, Schmidtman I, Scherhag A, et al. Perfusion index and plethysmographic variability index in patients with interscalene nerve catheters. *Can J Anaesth.* 2012;59(12):1095-101.
185. Li J, Karmakar MK, Li X, Kwok WH, Ngan Kee WD. Regional hemodynamic changes after an axillary brachial plexus block: a pulsed-wave Doppler ultrasound study. *Regional anesthesia and pain medicine.* 2012;37(1):111-8.
186. Li T, Ye X, Nan Y, Shi T, Ye Q, Ma J, et al. Comparison of ultrasound and nerve stimulation techniques for brachial plexus block for regional hemodynamic changes of upper extremity. *J Zhonghua yi xue za zhi.* 2013;93(3):187-90.
187. Ebert B, Braunschweig R, Reill P. [Quantification of variations in arm perfusion after plexus anesthesia with color doppler sonography]. *Der Anaesthetist.* 1995;44(12):859-62.
188. Kolny M, Stasiowski MJ, Zuber M, Marciniak R, Chabierska E, Pluta A, et al. Randomized, comparative study of the effectiveness of three different techniques of interscalene brachial plexus block using 0.5% ropivacaine for shoulder arthroscopy. *Anaesthesiology intensive therapy.* 2017;49(1):47-52.

- 189.Li T, Ye Q, Wu D, Li J, Yu J. Dose-response studies of Ropivacaine in blood flow of upper extremity after supraclavicular block: a double-blind randomized controlled study. *BMC Anesthesiol.* 2017;17(1):161.
- 190.Bereket MM, Aydın BG, Küçükosman G, Pişkin Ö, Okyay RD, Ayoğlu F, et al. Perfusion Index and ultrasonography in the evaluation of infraclavicular block. *J Minerva anesthesiologica.* 2019;85(7):746-55.
- 191.Tighe P, Elliott C, Lucas S, Boezaart A. Noninvasive tissue oxygen saturation determined by near-infrared spectroscopy following peripheral nerve block. *J Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* 2011;55(10):1239-46.
- 192.Karahan MA, Binici O, Buyukfirat E. Tissue Oxygen Saturation Change on Upper Extremities After Ultrasound-Guided Infraclavicular Brachial Plexus Blockade; Prospective Observational Study. *Medicina (Kaunas, Lithuania).* 2019;55(6).
- 193.Repez A, Oroszy D, Arnez ZM. Continuous postoperative monitoring of cutaneous free flaps using near infrared spectroscopy. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery : JPRAS.* 2008;61(1):71-7.
- 194.Taillefer MC, Denault AY. Cerebral near-infrared spectroscopy in adult heart surgery: systematic review of its clinical efficacy. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie.* 2005;52(1):79-87.
- 195.Tobias JD, Hoernschemeyer DG. Near-Infrared Spectroscopy Identifies Compartment Syndrome in an Infant. *J Pediatr Orthop.* 2007;27(3):311-3.
- 196.Neuburger M, Kaiser H, Uhl M. [Biometric data on risk of pneumothorax from vertical infraclavicular brachial plexus block. A magnetic resonance imaging study]. *Anaesthesist.* 2001;50(7):511-6.
- 197.Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, Horn JL. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* 2009;102(3):408-17.

198.Zaragoza-Lemus G, Limon-Munoz M, Garcia-Reyes W. [Ultrasonographic assessment of hemidiaphragm paralysis secondary to interscalene block]. *Cir Cir.* 2012;80(4):352-6.

199.Ayyanagouda B, Hosalli V, Kaur P, Ambi U, Hulkund SY. Hemi-diaphragmatic paresis following extrafascial versus conventional intrafascial approach for interscalene brachial plexus block: A double-blind randomised, controlled trial. *Indian J Anaesth.* 2019;63(5):375-81.



8. EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onayı



T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 03/01/2018
TOPLANTI NO : 2018/01

KARARLAR :

- 1- 06/12/2017 tarih ve 2017/20 sayılı toplantıda onay verilen Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2017-116-06/12 Protokol no'lu "USG Eşliğinde Yapılan İnfraklaviküler Blok ile İnterskalen Bloğun Önkol Doku Oksijenasyonuna Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma" konulu çalışmasının başlığının "Ultrasonografi Eşliğinde Yapılan İnfraklavikular Blok ile İnterskalen Bloğun Önkol Doku Oksijenizasyonuna Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma" olarak değiştirilmesinin uygunluğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Prof. Dr. Günnür ÖZBAKIŞ DENGİZ
B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı