



T.C.

ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

**ULTRASONOGRAFİ EŞLİĞİNDE YAPILAN AKSİLLER BLOKLARDA
BLOĞUN BAŞARILI OLDUĞUNU GÖSTEREN(CUT-OFF) PERFÜZYON
İNDEKSİ DEĞERİNİ GÖSTERMEK**

UZMANLIK TEZİ

DR. NURGÜL ÇETGEN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞRETİM ÜYESİ MEVLÜT DOĞUKAN

ADYAMAN-2021



ONAY SAYFASI

Dr. Öğr. Üys. Mevlüt DOĞUKAN'danışmanlığında Dr. Nurgül ÇETGENTarafından yapılan“*Ultrasonografi Eşliğinde Yapılan Aksiller Bloklarda Bloğun Başarılı Olduğunu Gösteren (cut-off) Perfüzyon İndeksi Değerini Göstermek*”başlıklı tez çalışması .../.../2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından **ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYONANABİLİM DALINDA** Tıpta Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN.....:Dr. Öğr. Üys. Mevlüt DOĞUKAN

**Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı**

(İmza)

ÜYE.....:Doç. Dr. Muharrem UÇAR

**İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı**

(İmza)

ÜYE.....:Doç. Dr. Öznur ULUDAĞ

**Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı**

(İmza)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../...../2021

Prof. Dr. Ali AYDIN

Adıyaman Üniversitesi

Tıp Fakültesi Dekan

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tez çalışmamın her aşamasında bilgi, birikim ve desteklerini esirgemeyen başta tez danışman hocam Anabilim Dalı Başkanımız Dr. Öğrt. Üyesi Mevlüt DOĞUKAN'a, çok değerli hocalarım Dr. Öğrt. Üyesi Mehmet DURAN'a ve Doç. Dr. Öznur ULUDAĞ'a ayrıca bilgi ve tecrübelerini bizimle paylaşarak yetişmemizde emekleri olan Dr. Hamza NAKIR' a ve klinik şefimiz Dr. Mehmet TEPE'ye minnet ve saygılarımı sunarım.

Ameliyathanemizin yoğun iş ortamında birlikte çalışmaktan her zaman zevk aldığım çok değerli uzman doktorlarımıza asistan arkadaşlarıma, teknisyen arkadaşlarıma, ayrıca tüm yoğun bakım ve ameliyathane çalışanı arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Canım ablam halk sağlığı uzmanı Dr. Dilek ENER'e hayatımın her alanındaki ve tezimdeki desteklerinden dolayı sonsuz teşekkür ediyorum.

Hayatımın her anında sevgisiyle, şefkatiyle yanımda olan canım anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

ONAY SAYFASI	i
TEŞEKKÜR.....	ii
KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
RESİM LİSTESİ	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 REJYONEL ANESTEZİ	3
2.1.1 Tanımı ve Tarihçesi.....	3
2.1.2 Avantaj ve Dezavantajları.....	4
2.2 PLEKSUS BRAKİYALİSİN ANATOMİSİ.....	6
2.2.1 Pleksus Brakiyalisin Kökleri, Gövdeleri, Bölümleri ve Terminal Sinirleri7	
2.2.2 Üst Ekstremitenin Motor İnervasyonu	9
2.2.3 Üst Ekstremitenin Duyusal İnervasyonu	11
2.2.4 Üst Ekstremitenin Sempatik İnervasyonu.....	12
2.2.5 Aksiller Kılıf.....	12
2.2.6 Aksiller Sinir.....	13
2.2.7 Radial Sinir.....	13
2.2.8 Muskulokutanöz Sinir.....	14

2.2.9 Median Sinir	14
2.2.10 Ulnar Sinir.....	15
2.2.11 Periferik Sinir Anatomisi.....	15
2.4 LOKAL ANESTEZİKLER	17
2.4.1 Lokal Anesteziklerin Tanımı	17
2.4.2 Lokal Anesteziklerin Kimyasal Yapısı.....	18
2.4.3 Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizmaları	19
2.4.4. Lokal Anesteziklerin Fizikokimyasal Özellikleri	20
2.4.5. Lokal Anesteziklerin Farmakokinetiği	21
2.4.6. Lokal Anesteziklerin Sınıflandırılması.....	23
2.4.6.1. Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması.....	23
2.4.6.2. Lokal Anesteziklerin Etki Sürelerine Göre Sınıflandırılması	25
2.4.7. Lokal Anestezik Toksisitesi	26
2.4.7.1. Lokal Toksisite	26
2.4.7.2. Sistemik Toksisite	27
2.4.7.2.1. Klinik.....	27
2.4.7.2.2. Lokal Anestezik Sistemik Toksisite Tedavisi	28
2.4.7.3. Alerjik Reaksiyonlar	30
2.4.8. Çalışmamızda Kullanılan Lokal Anestezikler	30
2.4.8.1. Lidokain	30
2.4.8.2. Bupivakain.....	32
2.5 PLEKSUS BARAKİYALİS BLOKLARI	34
2.5.1 Pleksus Brakiyalis Bloğu Teknikleri.....	35
2.5.1.1 Transarteriyal Teknik.....	36

2.5.1.2 Parestezi Tekniği	36
2.5.1.3 Sinir Stimulasyonu Tekniği	37
2.5.1.4 Ultrasonografi Tekniği	40
2.5.1.4.1 USG EŞLİĞİNDE ETKİN BLOK İÇİN İPUÇLARI	44
2.5.4.1.2 Rejyonel Anestezide USG Kullanımının Avantajları	46
2.5.5 İğne ve Prob Kullanım Yöntemleri	47
2.6 Brakiyal Pleksus Blokları	49
2.6.1 İnterskalen Blok	49
2.6.2 Supraklavikular Blok	52
2.6.3 İnfraklavikular Blok	54
2.6.4 Aksiller Blok	56
2.7 Perfüzyon İndeksi (Pi) Ölçümü	58
3.MATERYAL VE METOD	61
3.1 Veri Analizi ve İstatistik	64
4. BULGULAR	65
5. TARTIŞMA	79
6. SONUÇ	85
7. KAYNAKLAR	86

KISALTMALAR

ASA	: American Society of Anesthesiologist
dk	: Dakika
EKG	: Elektrokardiyografi
G	: Gauge
ml	: Mililitre
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
gr	: Gram
kg	: Kilogram
SpO2	: Periferik Oksijen Satürasyonu
Hz	: Hertz
NIAB	: Noninvaziv Arter Basıncı
mV	: Milivolt
mA	: Miliamper
ms	: Milisaniye
PABA	: Para Amino Benzoik Asit
MAO	: mono amin oksidaz
NMDA	: N-metil-D-aspartat
LA	: Lokal Anestezik
USG	: Ultrasonografi
PI	: Perfüzyon İndeksi
SSS	: Santral Sinir Sistemi
iv	: İntravenöz

BMI	: Body Mass Index
KPR	: Kardiyo Pulmoner Resutasyon
CT	: Bilgisayarlı Tomografi
AC	: Pulsatil Arteriyel Akım
DC	: Nonpulsatil Kan Akımı
KAH	: Kalp Atım Hızı
SAB	: Sistolik ArterBasıncı
DAB	: Diyastolik Arter Basıncı
PSS	: Periferik Sinir Sitümölatörü
LAST	: Lokal Anestezi Sistemik Toksisitesi

TABLO LİSTESİ

Tablo-1: Kordlardan ayrılan dallar ve sinir kökleri

Tablo-2: Üst ekstremitenin motor inervasyonu, ilgili kaslar ve fonksiyonları

Tablo-3: Lokal anesteziğin fizikokimyasal özellikleri

Tablo-4: Lokal anesteziğin uygulama bölgesine göre emilimi

Tablo-5: Lokal anesteziğin sınıflandırılması

Tablo-6: Ester ve amid grubu lokal anesteziğin aralarındaki farklar

Tablo-7: Lokal anesteziğin toksisitesinde gözlenen semptomlar

Tablo-8: Pleksus brakialis blokları karşılaştırılması

Tablo-9: Hastaların bazı tanımlayıcı özellikleri

Tablo-10: Hastaların ortalama ameliyat süreleri

Tablo-11: Hastaların ASA skoru dağılımı

Tablo-12: Hastaların ameliyat süresine göre sistolik arter basıncı ortalamaları arası fark

Tablo-13: Hastaların ameliyat süresine göre diastolik arter basıncı ortalamaları arası fark

Tablo-14: Hastaların ameliyat süresine göre kalp atım hızı ortalamaları arası fark

Tablo-15: Hastaların zamana göre periferik oksijen saturasyonu ortalamaları arası fark

Tablo-16: Blok öncesinde iki ekstremitede (blok yapılan ve yapılmayan ekstremitede) arasında Pİ ortalamaları arası fark

Tablo-17: Blok sonrası 5. dakikada blok yapılan ve yapılmayan ekstremitede arasında Pİ ortalamaları arası fark

Tablo-18: Blok sonrası 10. dakikada blok yapılan ve yapılmayan ekstremiteler arasında Pİ ortalamaları arası fark

Tablo-19: Blok sonrası 20. dakikada, blok yapılan ekstremiteler ve yapılmayan ekstremiteler arasında Pİ ortalamaları arası fark

Tablo-20: Blok yapılmayan ekstremitelerde blok öncesi, 5. dakika, 10. dakika ve 20. dakika arası Pİ ortalamaları arası fark

Tablo-21: Blok yapılan ekstremitelerde blok öncesi, 5. dakika, 10. dakika ve 20. dakika arası Pİ ortalamaları arası fark

Tablo-22: Modifiye Bromage Skalası 2 olduğundaki Pİ değeri ve ROC analizi sonuçları

Tablo-23: Tam motor blok Pİ oranı eşik değeri ve ROC analizi sonuçları

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil-1: Pleksus brakiyalisin şematik görünümü

Şekil-2: Üst ekstremitenin duyusal inervasyon bölgelerinin dağılımı

Şekil-3: Periferik sinirin mikroskobik yapısı

Şekil-4: Lokal anesteziklerin genel formülü

Şekil-5: Lidokainin moleküler yapısı

Şekil-6: Bupivakainin moleküler yapısı

Şekil-7: Stimülatör iğnesi sinire uzak mesafedeyken ve yüksek uyarı akımında zayıf uyarılmış motor cevap meydana getirir (A). Stimülatör iğnesi sinire yakın ve yüksek uyarı akımında kuvvetli kas kasılması meydana getirir (B). Stimülatör iğnesi sinire yakın ve düşük uyarı akımında kuvvetli uyarılmış motor cevap meydana getirir (C).

Şekil-8: Ses dalgası frekansları

Şekil-9: Frekans ve penetrasyon

Şekil-10: Lineer ve konveks probalar ve görüntülerin oluşum özellikleri

Şekil-11: Duyusal blok ROC eğrisi

Şekil-12: Modifiye Bromage skalası-2 ROC eğrisi

Şekil-13: Tam motor blok ROC eğrisi

RESİM LİSTESİ

Resim-1: Periferik Sinir ve Bağ Dokularının Histolojisi

Resim-2: Ultrason rehberliğinde periferik sinir bloğunun uygulanması

Resim-3: Sinir stimülasyonu tekniği ile interskalen blok

Resim-4: Ultrasonografi tekniği ile interskalen blok

Resim-5: Sinir stimülasyonu tekniği ile supraklavikular blok

Resim-6: Ultrasonografi tekniği ile supraklavikular blok

Resim-7: Sinir stimülasyonu tekniği ile infraklavikular blok

Resim-8: Ultrasonografi tekniği ile infraklavikular blok

Resim-9: Sinir stimülasyonu tekniği ile aksiller blok

Resim-10: Ultrasonografi tekniği ile yapılan aksiller bloğun US görüntüsü

Resim 11: Perfüzyon İndeksi Ölçümünü Sağlayan Cihaz

ÖZET

ULTRASONOGRAFİ EŞLİĞİNDE YAPILAN AKSİLLER BLOKLARDA BLOĞUN BAŞARILI OLDUĞUNU GÖSTEREN(CUT-OFF) PERFÜZYON İNDEKSİ DEĞERİNİ GÖSTERMEK

Amaç: Periferik sinir bloğu sonrası başarılı bir bloğun yeterliliğini değerlendirmek için, son dönemlerde pulse oksimetre teknolojisi ile ölçülen Perfüzyon İndeksi (PI) ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada; ultrasonografi eşliğinde yaptığımız aksiller bloklarda bloğun başarılı olduğunu gösteren (cut-off) perfüzyon indeksi değerini bulmayı amaçladık.

Yöntem: El, el bileği ve ön kol cerrahisi geçirecek olup aksiller blok uyguladığımız ASA 1-2 grubuna giren 18-65 yaş arası 50 hasta çalışmaya alındı. Hastalara aksiller blok yapılmadan önce blok yapılacak ekstremiteden ve sağlam ekstremiteden PI değeri ölçüldü. Hastalara aksiller blok yapıldıktan 3. dakika sonra hastada Pin-Prick testi ile duyu bloğu, Modifiye Bromage Skalası ile de motor blok değerlendirildi. Duyu ve motor bloğun olduğu dakika kaydedildi ve bu anlardaki PI değeri kaydedildi. Ayrıca 5, 10 ve 20. dakikalarda hastanın periferik oksijen saturasyonu (SpO2), kalp atım hızı, noninvaziv arter basıncı (NİAB) ve her iki ekstremiteden ölçülen PI değerleri kayıt altına alındı.

Bulgular: Aksiller bloklarda bloğun başarılı olduğunu gösteren (cut-off) perfüzyon indeksi değerleri: Pin-Prick testi hastalarda ortalama 8.4 ± 2.4 dakikada pozitif olmuştur. Pin-Prick testinin pozitif olduğu PI değer ortalaması 7.41 ± 2.54 'tür duyu blok PI oranı eşik (cut off) değeri 1.7 kat olarak belirlenmiştir. Hastada bazal PI değerinin 1,7 katı PI değerine ulaşıldığı nokta, duyu blok geliştiğini göstermektedir. Modifiye Bromage skalası ortalama 7.6 ± 2.3 dakikada 2 skoruna ulaşmıştır. Modifiye Bromage Skalası skorunun 2 olduğu PI değer ortalaması 7.27 ± 2.69 'tur. Modifiye Bromage Skalası-2 PI oranı eşik (cut off) değeri 1.7 kat olarak belirlenmiştir. Hastada bazal PI değerinin 1.7 katı PI değerine ulaşıldığı noktada Modifiye Bromage skalası-2 olmaktadır. Modifiye Bromage Skalası ortalama 12.6 ± 4.2

dakikada 3 skoruna ulaşmıştır. Modifiye Bromage Skalası skorunun 3 olduğu Pİ değer ortalaması 9.56 ± 6.97 'dir. Motor blok Pİ oranı eşik (cut off) değeri 1.9 kat olarak belirlenmiştir. Hastada bazal Pİ değerinin 1.9 katı Pİ değerine ulaşıldığı nokta, motor bloğun geliştiğini göstermektedir.

Sonuç: US eşliğinde yapılmış aksiller blokda Pİ değerinin duyu bloğu için başlangıç değerine göre 0.7 oranında artış, motor blok içinde 0.9 oranında artış bloğun başarılı olduğunu gösteren cut-off değeri olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: aksiller blok, perfüzyon indeksi, cut-off değer

SUMMARY

SHOW THE PERFUSION INDEX VALUE SHOWING THE SUCCESS OF THE BLOCK (CUT-OFF) IN THE AXILLARY BLOCKS MADE WITH ULTRASOUND

Objective: In order to evaluate the adequacy of a successful block after peripheral nerve block, studies on Perfusion Index (PI) measured by pulse oximetry technology have been carried out recently. In this study; We aimed to find the perfusion index value, which indicates the success of the block (cut-off) in axillary blocks performed with ultrasonography.

Method: Fifty patients between the ages of 18 and 65 years, who were in the ASA 1-2 group, undergoing hand, wrist and forearm surgery, were included in the study. Before the axillary block was applied to the patients, the PI value was measured from the extremity to be blocked and the healthy extremity. 3 minutes after the axillary block was applied to the patients, sensory block was evaluated with the Pin-Prick test and motor block was evaluated with the Modified Bromage Scale. The minutes when sensory and motor block occurred were recorded and the PI value at these moments was recorded. In addition, the patient's peripheral oxygen saturation (SpO₂), heart rate, non-invasive arterial pressure (NIAB) and PI values measured from both extremities were recorded at 5, 10 and 20 minutes.

Results: Perfusion index values indicating that the block was successful (cut-off) in axillary blocks: Pin-Prick test was positive in patients on average 8.4 ± 2.4 minutes. The average PI value for which the Pin-Prick test was positive was 7.41 ± 2.54 , and the cut off value of the sensory block PI ratio was determined as 1.7 times. The point at which the PI value of 1.7 times the basal PI value is reached in the patient indicates that the sensory block has developed. The modified Bromage scale reached a score of 2 in 7.6 ± 2.3 minutes on average. The average PI value for which the Modified Bromage Scale score is 2 is 7.27 ± 2.69 . Modified Bromage Scale-2 PI ratio cut off value was determined as 1.7 times. Modified Bromage scale becomes-2 at the point where the PI value is 1.7 times the basal PI value in the patient. The Modified Bromage

Scale reached a score of 3 in an average of 12.6 ± 4.2 minutes. The mean PI value for which the Modified Bromage Scale score is 3 is 9.56 ± 6.97 . The cut off value of the motor block PI ratio was determined as 1.9 times. The point at which the PI value 1.9 times the basal PI value is reached in the patient indicates that the motor block has developed.

Conclusion: In the axillary block performed under US guideline, 0.7% increase in PI value compared to the baseline value for sensory block and 0.9 increase in motor block was found as the cut-off value, which indicates successful block.

Keywords: axillary block, perfusion index, cut-off value

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Rejyonel anestezi, bilinç kaybı oluşturmada, vücudun belirli bölgelerindeki sinirlere lokal anestetik ilaç enjekte ederek o sinirlerde geçici duyu, motor ve otonomik fonksiyon kaybı oluşturulmasıdır (1).

Hastanın bilincinin açık olması, havayolu kontrolünün hastada olması ve buna bağlı olarak mide içeriğinin aspirasyon riskinin düşük olması, cerrahi ve travma sebebiyle oluşabilecek stres yanıtı azaltması, postoperatif dönemde analjezi ihtiyacını azaltması, uygulama maliyetini düşürmesi ve hastanede yatış süresini kısaltması rejyonel anestezinin avantajlarından (2). Bunlara ek olarak, cerrahi bir işlemin rejyonel anestezi altında yapılması, özellikle kronik sistemik hastalıkları olanlarda genel anesteziye göre komplikasyonların daha az olmasından dolayı giderek artan oranlarda tercih edilmektedir (1).

Periferik sinir bloğu, rejyonel anestezinin yaygın olarak kullanılan uygulamalarından biridir. Bloğun uygulandığı sinir veya sinir grubuna ait dermatomlarda geçici olarak duyu, motor ve sempatik blok yaparak anestezi oluşturmaktadır. Bloğun etkili ve başarılı olup olmadığına duyu, motor ve sempatik blok seviyelerine bakılıp karar verilmektedir (1). Sıcak-soğuk duyu kaybı, pin-prick testi gibi duyu muayenesini değerlendirdiğimiz rutin yöntemler, hasta ile iletişimin çok iyi olmasını gerektirmektedir ve sonuçların değerlendirilmesi subjektif olmaktadır. Kolun otonomik innervasyonunu kantitatif olarak değerlendirebileceğimiz farklı yöntemler tarif edilmiştir. Bu yöntemler ile başarılı bir blok sonrası, bloke edilen bölgede oluşan sempatik sinir blokajı sonucunda meydana gelen lokal vazodilatasyona bağlı olarak artmış kan akımı ve artmış cilt sıcaklığı değerlendirilmiştir. Fakat bu yöntemler yoğun ameliyathane şartlarında ve zamanın önemli olduğu acil vakalarda, klinik kullanım açısından istenilen hızda yanıt vermemektedirler (3).

Periferik sinir bloğu uygulamalarının en sıklıkla kullanılan yöntemi olan brakiyal pleksus bloğu; üst ekstremité cerrahilerinde, postoperatif analjezide, ortopedik manüplasyonlarda, bazı hastalıkların tanısında ve ağrı tedavisinde sık olarak kullanılmaktadır. Cerrahinin yapılacağı alana göre brakiyal pleksus bloğu, interskalen, supraklaviküler, infraklaviküler, aksiller ve terminal sinirler olmak üzere beş farklı anatomik alanda gerçekleştirilebilir (4). Aksiller blok, brakiyal pleksus blokları arasında en sık uygulanan bloktur. Sinirlerin bu bölgede yüzeysel olması, uygulama kolaylığı, blok başarı oranı yüksekliği (%95-100), görece düşük komplikasyon riski nedenleriyle ön kol, el bileği ve el ameliyatlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (5).

Pulse oksimetre teknolojisi ile ölçülen ve periferik dolaşım hakkında daha kantitatif bilgiler sunan perfüzyon indeksi; diğer yöntemlerin eksikliklerini giderme konusunda bize avantaj sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarda aksillar blok, siyatik blok, infraklavikular blok uygulamalarından sonra değerlendirilen perfüzyon indeksi değerleri, blok başarısını ve etkinliğini gösteren bir yöntem olduğu gösterilmiştir (3).

Bu çalışmadaki amacımız; ultrasounografi eşliğinde yapılmış başarılı aksiller sinir bloklarında bloğun başarılı olduğunu gösteren perfüzyon indeksi değerlerinin (cut-off) değerini tespit etmektir. Blok başarısı blok yapılan kolun motor ve duyu muayenesi ile değerlendirilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 REJYONEL ANESTEZİ

2.1.1 Tanımı ve Tarihçesi

Rejyonel anestezi, bilinç kaybı oluşturmada, vücudun belirli bölgelerindeki sinirlere lokal anestetik ilaç enjekte ederek o sinirlerde geçici duysal, motor ve otonomik fonksiyon kaybı oluşturulmasıdır (1). Rejyonel anestezide hastaların solunum fonksiyonları korunur.

Rejyonel anestezi yöntemleri başlıca şu şekilde sıralanabilir;

- 1.Nöroaksiyel anestezi (spinal, epidural, kombine spinal epidural, kaudal anestezi),
- 2.Periferik sinir blokları,
- 3.İnfiltrasyon anestezisi,
- 4.Alan bloğu,
- 5.Topikal anestezi,
- 6.Minör sinir blokları,
- 7.Majör sinir blokları (pleksus blokları)

Brakial pleksus bloğu, rejyonel anestezi yöntemlerinden ilk uygulanan sayılmaktadır. Koller; 1884'te kokainin lokal anestetik özelliklerini rapor ettikten bir yıldan daha az bir süre sonra, Halsted; 1925'te boyunda infiltrasyon anestezisi uygulayarak ortaya çıkarılan brakial pleksusun köklerine kokain enjeksiyonu yaptığını bildirmiş. Daha sonra da pleksusun kordları ve periferik sinirleri küme halinde bulundukları yerlerde cerrahi olarak serbestleştirildiğini bildirmiştir.

İlk perkütanöz bloğu; 1911 yılında Hirschel ve Kulenkampff, aksiller ve supraklaviküler bölgede yapmıştır. Burnham, aksiller blok yapılırken perivasküler kavramını ilk olarak 1958'de kullanmış olup, Winnie ise; brakial pleksusun modifiye

aksiller perivasküler metodunu 1975'te tanımlamıştır. Cockings aksiller brakiyal pleksus bloğunun transarteriyel tekniğini 1987'de tanımlamıştır.

Selander tarafından 1977'de kateter tekniğini tanımlamıştır, Vester Andersen tarafından da 1982'de aksiller bölgeye 40 ml %1 mepivakain ile adrenalın enjeksiyonu yapılarak kullanılmıştır.

Aksiller blok için, 16 ile 50 ml arasında değişen birçok ideal volüm tanımı yapılmıştır. 1983'te Vester Andersen aksiller blokta volümün etkisini araştırmış. Yüksek volümlerde aynı tekniği kullanarak aksiller sinir analjezi insidansının arttığını bulmuştur.

Vester Andersen 1984'de aksiller blokta lokal anesteziklerin çeşitli konsantrasyonlardaki etkilerini araştırmıştır. 1988'de Gibbons ve Leonard modifiye bir transarteriyel yaklaşım tanımlanmıştır (6).

Periferik sinir bloğunda ilk defa 1978 yılında ultrasonografi (USG) kullanılmıştır. 1990 sonrasında da rejyonel anestezi pratiğinde kullanımı giderek artmaktadır (7).

2.1.2 Avantaj ve Dezavantajları

Avantajlar

- Hastanın bilincinin açık olması ve solunumunun etkilenmemesi zor hava yolu olan ve aspirasyon riski olan hastalarda önemli bir avantaj sağlar.
- Uygun endikasyonlu hastalarda kateter yerleştirilerek sinir blokajı süresi artırılabilir. Postoperatif analjezi amacıyla da kullanılıp analjezik ve opioid grubu ilaç gereksinimini azaltarak bu ilaçlara bağlı gelişen yan etkilerde ciddi azalma sağlanabilir.

- Cerrahiye bağlı gelişen metabolik ve endokrin değişikler önemli oranda azalır. Bu olayın mekanizması cerrahi bölgeden ağrılı afferent uyarının gelmemesidir.

- Hastanın postoperatif tromboemboli riskini azaltır.

Dezavantajlar

- Rejyonel anestezinin başarısının uygulayıcı anestezistin tecrübe ve yeteneğine bağlı olması

- Özellikle periferik sinir bloklarının etkinliğinin zaman alması

- Her zaman yeterli analjezi sağlanamayıp ek analjezik ajan ve/veya sedasyon gereksinimi olması

- İV lokal anestezik enjeksiyonu ya da toksik doz miktarı geçildiğinde kardiyak kollapsa kadar giden ciddi komplikasyonlar görülmesi

- Bazı ameliyatların (örn: sternotomi) rejyonel anestezi ile yapılması, fakat rejyonel anestezi yöntemleri postoperatif analjeziyi sağlaması

- Blok esnasında gelişebilen sinir yaralanması ve buna bağlı olarak gelişen komplikasyonların az da olsa bulunması

- Antikoagölan kullanan veya kanama diyatezi olan hastalarda uygulanmaması

- Bloğun yapılacağı bölgede deri enfeksiyonu ya da sistemik enfeksiyon olmasının sakıncalı olması (8).

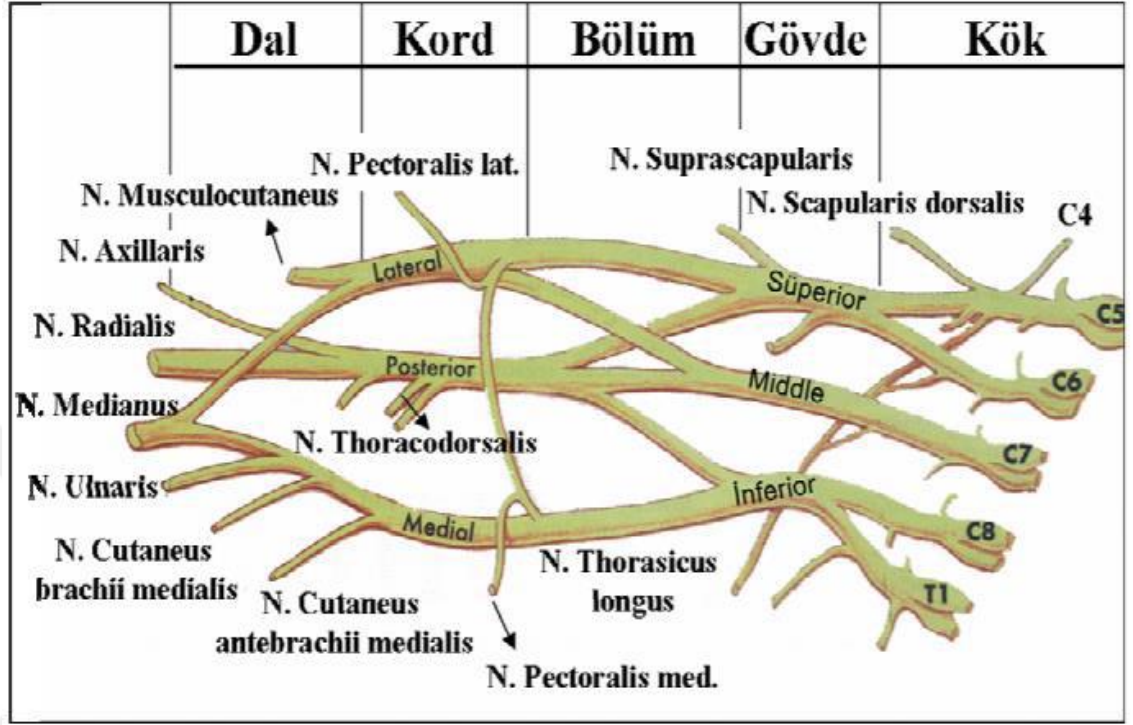
2.2 PLEKSUS BRAKİYALİSİN ANATOMİSİ

Üst ekstremitenin inervasyonunu sağlayan sinirler, boyun ile aksilla arasında üst ekstremita sinir ağını oluşturan brakiyal pleksustan gelirler. Brakiyal pleksus, C5-T1 spinal sinirlerin ön dallarının birleşmesinden meydana gelir. Vakaların yarısının çoğunda C4'ten C5'e daha azında ise T2'den T1'e lif katılımı söz konusudur. Spinal sinirlerin ön ve arka dalları arteria, vena cervicalis profunda ve arteria, vena vertebralislerin derinde ve lateralinde bulunurlar.

Kerr ve Walsh'ın çalışmalarında brakiyal pleksusa ait anomali oranı %1-6 ve aynı kişide asimetri oranı %38 olarak verilmiştir. C4'ten katılım ise %62 oranında bulunmuştur (9).

Brakiyal pleksus üst ekstremitenin motor fonksiyonlarının tamamından, duyuşal fonksiyonlarının da tamamına yakınından sorumludur. Omuzun ön bölgesinin cildi yüzeyel servikal pleksus (C1-C4) tarafından inerve edilir. Bu sinir kökleri kendi transvers çıkıntılarının lateralinde toplanır. Sternokleidomastoid kasının arkasında platismadan çıkar. Omuz cerrahilerinde bu bölgeye yapılacak olan blok pleksus brakiyalis bloğunu tamamlar. Medial ve proksimal üst kol cildini inerve eden medial brakiyal kutanöz sinir (C8- T1) ve interkostobrakial sinir (T2) kılıf içinde seyretmediği için şayet kolda turnike uygulanacaksa, turnike ağrısını önlemek amacıyla ayrıca bloke edilmelidirler (10-11).

2.2.1 Pleksus Brakiyalisin Kökleri, Gövdeleri, Bölümleri ve Terminal Sinirleri



Şekil-1: Pleksus brakiyalisin şematik görünümü (12)

Pleksus brakiyalis 5. ile 8. servikal (C5-8) sinirlerin ön dalları ve 1. torakal (T1) sinirin büyük kısmının katılımı ile oluşmaktadır. Bazen pleksusa 4. servikal sinir (C4) ve 2. torakal sinir (T2) de katılabilir. Sinir kökleri intervertebral foramenden aksillaya doğru devam ederken, bazı ayrılmalar ve birleşmelerden sonra, sırası ile kökler (roots), gövdeler (trunkus), bölümler (divisions), kordlar (cords) ve en son terminal sinirleri oluşturur. Pleksus brakiyalisten çıkan periferik sinirler torakohumeral kaslara, omuz ve üst taraf kaslarına dağılır. Ayrıca bölgenin cildine de dağılır (13).

Pleksus brakiyalisin en proksimal kısmı önde m.sternokleidomastoideus, arkada m.trapezius ve aşağıda klavikulanın oluşturduğu boynun posterior üçgeninde lokalizedir (13). Platisma, m.skalenius anterior, derin fasya ve cilt pleksusun ön yüzünü oluşturur. C5, C6, C7, C8 ve T1 spinal sinirlerinin ön kökleri (ventral ramileri), pleksus brakiyalisin köklerini oluşturur. Medial ve anterior skalen kaslar arasında üst, orta ve alt

olmak üzere üç trunkus oluşmaktadır. C5 ve C6'nın kökleri, intervertebral foramenlerden çıktıktan sonra lateral olarak ilerler, sonra m. skalenis mediusun medial sınırı yakınında birleşerek üst trunkusu, C7'nin ön kökleri orta trunkusu, C8 ve T1'in ön kökleri m.skalenius anterior'un arkasında birleşip alt trunkusu oluşturmaktadır. Her bir trunkus, birinci kostanın inferior ve laterali ile klavikulanın altından geçerken anterior (ön) ve posterior (arka) bölümlere ayrılır. Bu anatomik bölünme önemlidir. Önemli olmasının nedeni üst ekstremitenin ön kısmını inerve edecek olan nöral yapılar, arka kısmı inerve edecek olanlardan ayrılıyor olmasıdır. Bölümler klavikulanın altından geçerek aksillanın apeksine girer ve birleşip lateral, medial, posterior kordları oluştururlar (10,11,13). Üst ve orta trunkusun anterior bölümleri birleşip lateral kordu, alt trunkusun anterior bölümü medial kordu, her üç trunkusun posterior bölümleri birleşip posterior kordu oluşturmaktadır (10-11).

Pectoralis minör kasının lateralinde her bir kord büyük dallar verdikten sonra major terminal sinirler olarak sonlanır. Lateral kord median sinirin lateral dalını verdikten sonra muskulokutanöz sinir olarak sonlanmaktadır. Medial kord median sinirin medial dalını verip ulnar sinir olarak sonlanmaktadır. Posterior kord ise aksiller siniri verip radial sinir olarak sonlanmaktadır (10-11). Plexus brakialis'in dalları Şekil-1'de (12) ve Tablo-1'de gösterilmiştir.

Tablo-1: Kordlardan ayrılan dallar ve sinir kökleri (14)

<u>Posterior Kord</u>	
N.aksillaris	C5,C6
N.radialis	C5,C6,C7,C8
N.torakodorsalis	C6,C7,C8
N.subskapularis	C5,C6
<u>Lateral Kord</u>	
N.pektoralis lateralis	C5,C6,C7
N.muskulokutaneus	C5,C6,C7
N.medianus lateral kökü	C5,C6,C7
<u>Mediyal Kord</u>	
N.medianus mediyal kökü	C8,T1
N.pektoralis mediyalis	C8,T1
N.ulnaris	C8,T1
N.kutaneus brakii mediyalis	C8,T1
N.kutaneus antebrakii mediyalis	C8,T1

2.2.2 Üst Ekstremitenin Motor İnervasyonu

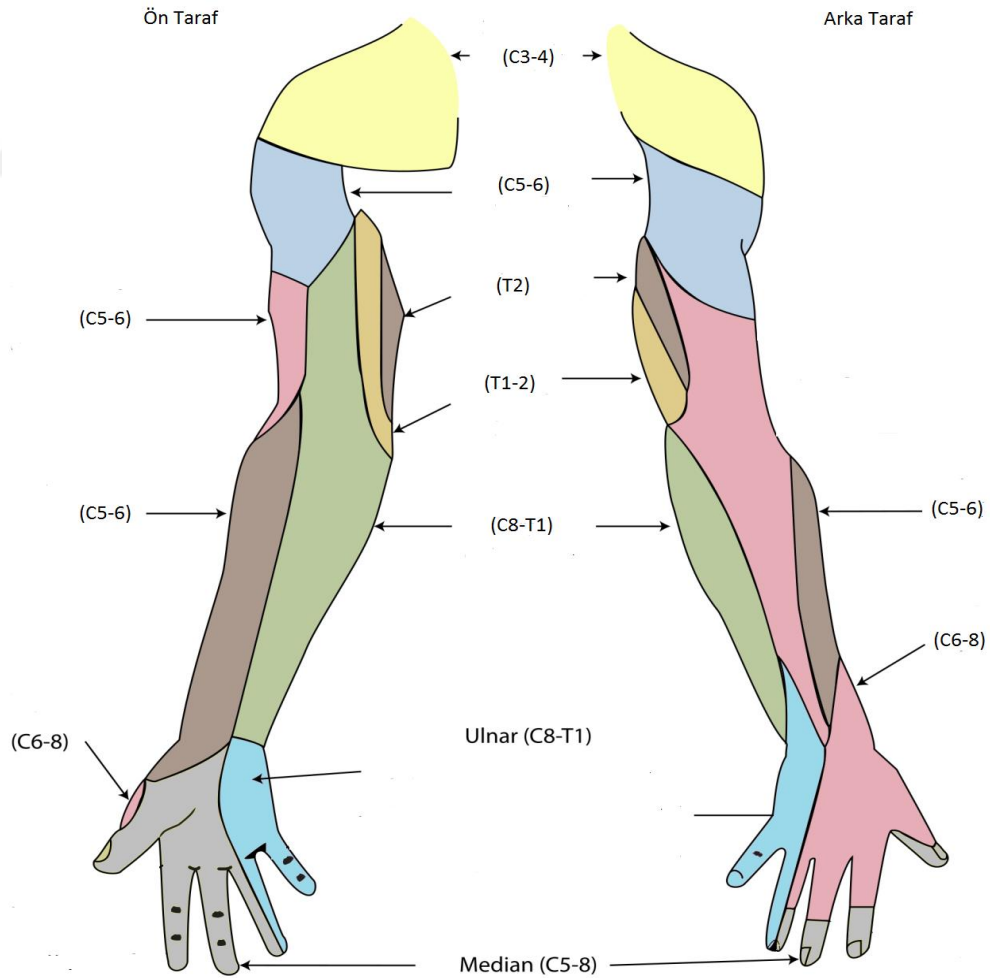
Üst ekstremitenin inervasyonunu sağlayan sinirler, bunların etkilediği kaslar ve fonksiyonları Tablo-2’de özetlenmiştir.

Tablo-2: Üst ekstremitenin motor inervasyonu, ilgili kaslar ve fonksiyonları

Sinir	Kas	Fonksiyon
N.aksillaris	Deltoideus	Kola abduksiyon, iç rotasyon, dış rotasyon
	Teres minor	Kola dış rotasyon
N.supraskapularis	Supraspinatus	Kol abduksiyonu
	İnfraspinatus	Kola dış rotasyon, abduksiyon, adduksiyon
N.subskapulares	Subskapulares	Kola iç rotasyon, abduksiyon
	İnfraspinatus	Kola dış rotasyon
	Teres major	Kola iç rotasyon
N.muskulokutaneus	Korakobrakiyalis	Kola iç rotasyon, adduksiyon
	Biseps brakii	Ön kola supinasyon, fleksiyon, kola adduksiyon, abduksiyon
	Brakiyalis	Ön kola fleksiyon
N.radiyalis	Triseps brakii	Ön kola ekstansiyon
	Brakioradiyalis	Ön kola fleksiyon
	Ekst.karpi radiyalis	Bilek eklemine ekstansiyon
	Ekst.digitorum	Parmaklara ekstansiyon
	Ekst.karpi ulnaris	Bilek eklemine ekstansiyon, ulnar abduksiyon
	Supinator	Ön kola supinasyon
	Add.pollisis longus	Başparmak abduksiyonu
N.medianus	Pronator teres	Ön kol pronasyonu
	Fleks.karpi radiyalis	Elin bilekten fleksiyonu
	Palmaris longus	Elin bilekten fleksiyonu
	Fleks.digitorum superfisialis	Elin bilekten fleksiyonu
	Fleks.pollisis longus	Baş parmak fleksiyonu
	Pronator quadratus	Ön kol pronasyonu
N.ulnaris	Fleks.karpi ulnaris	Bilek fleksiyonu, elin ulnar abduksiyonu
	Fleks.digitorum profundus	Parmakların fleksiyonu
	El iç kasları	Parmakların fleksiyonu, abduksiyonu, adduksiyonu

2.2.3 Üst Ekstremitenin Duyusal İnnervasyonu

N.aksillaris omuz bölgesinin, n.interkostobrakialis koltuk altı bölgesinin en üst kısmını, n.kutaneus braki medialis kolun iç tarafındaki derinin, n.muskulokutaneus ön kolun dış yan kısmının, n.kutaneus antebraki medialis ön kolun iç tarafının el bilek eklemine kadar uzanan bölgesinin duyusal innervasyonunu sağlar. N.radialis elin dorsal yüzünün dış bölümü, başparmak, 2. ve 3. parmakların dorsal yüzünün duyusal innervasyonunu sağlamaktadır. Ayrıca n.radialis kolun arka yüzünün ve ön kolun dış tarafının bileğe kadar olan bölgesinin duyusal innervasyonunu da sağlamaktadır. Pleksus brakialis'in duyusal innervasyonu Şekil-2'de gösterilmektedir (14).



Şekil-2: Üst ekstremitenin duyuşal innervasyon bölgelerinin dağılımı

N. ulnaris, elin hem dorsal yüzünün hem de palmar yüzünün medial üçte birinin, küçük parmağın tamamının, 2. ve 3. parmakların ulnar yarımının ve orta parmağın 1. falanksının duyuşal innervasyonunu sağlar. N.medianus da elin palmar yüzünün dış yarımının ve baş, işaret, orta parmak ve yüzük parmağının lateral yarımının, işaret ve orta parmakların 2-3. falankslarının dorsal bölümünün, yüzük parmağının dış yarısını örten derinin duyuşal innervasyonunu sağlar.

2.2.4 Üst Ekstremitenin Sempatik İnnervasyonu

Sempatik preganglionik lifler, medulla spinaliste C8, T1-L1-L2 spinal segmentler arasındaki kolumna intermediolateraliste bulunan miyelinli aksonal uzantılarıdır. Üst ekstremitayı inerve eden preganglionik sempatik liflerin hücre gövdeleri spinal kordun T2-3 segmentlerinde bulunur. Preganglionik sempatik liflerin bir kısmı paravertebral ganglionlarda, bir kısmı ise prevertebral ganglionlarda sinaps yaparak sonlanırlar. Üst ekstremitaya giden preganglionik liflerde ganglion servikotorasikum (ganglion stellatum)'da sonlanmaktadır. Postganglionik miyelinsiz lifler ise sempatik zincirden itibaren gri kominikan dallarla C5-8 ve T1 segmentlerinde plexus brakialis'e katılır. C5-6 sinirlerinin kökleri tek tek ganglion servikalemediumdan, C7-8 sinirlerinin kökleri ganglion servikaleinferius ve ganglion stellatumdan, T1'in kökü ise ganglion stellatumdan veya ganglia torasica 1 ya da 2'den gri kominikan dal alır.

Postganglionik sempatik lifler, plexus brakialisin somatik lifleriyle birlikte devam eder, distalde ekstremitenin arteriyel damarlarında, damar duvarının musküler tabakasında ve venler üzerinde dağılır (15-16).

2.2.5 Aksiller Kılıf

Plexus brakialisin nörovasküler yapılarını çevreleyen bağ dokusu yapısı aksiller kılıftır. Orijinal tanımıyla kılıf, birinci kostanın üstünden aksillada distale kadar

uzanan ve burada medial intermusküler septumun ön yüzeyi ile birleşen yoğun bir tübüler yapıdır. M.skalenius medius ve posterioru ayıran prevertebral fasyanın devamı şeklindedir. A.aksillaris, v.aksillaris, n.medianus, n.ulnaris, n.radialisin bunun merkezinde gevşek olarak bulunduğu düşünülmektedir. Bundan dolayı lokal anestezi hacmi en önemli faktör olmak kaydıyla, kılıfın herhangi bir bölgesine yapılacak tek enjeksiyonla başarılı bir blok elde etmek mümkündür (10). Ancak, birçok araştırmacı, tübüler aksiller kılıf konseptini sorgulamıştır (17).

Bu araştırmalar sonucunda kılıfın, pleksusu çevreleyen ve ayrı bir fasyal septa oluşturmak üzere içe çıkıntı yapan ince fibröz doku katmanlarından oluşan çok kompartmanlı bir yapı olduğu belirtmektedirler. Aynı araştırmalar bu kompartmanların enjekte edilen solüsyonların çevresel yayılımını fonksiyonel olarak engelleyebileceğini, bu nedenle maksimal blokaj için her bir kompartmana ayrı ayrı enjeksiyon yapılması gerekliliğini göstermektedir.

Kompartmanların arasında proksimal bağlantılar tanımlanmıştır. Bu proksimal bağlantılar tek enjeksiyon tekniklerinin başarısını sağlamış olabilir. Bundan dolayı, aksiller kılıfın kompartmanlaştırılmış tanımı genel olarak kabul görmüşse de, klinik öneminin gözlenmesi gerekmektedir (10).

2.2.6 Aksiller Sinir

Aksiller sinir, brakiyal pleksusun radial siniri oluşturmada önce posterior kordundan çıkar. Aksiller sinirin inerve ettiği kaslar teres minor ve deltoid kaslarıdır. Lateral kutanöz brakiyal sinir, aksiller sinirin duyu dalıdır. Triseps kasının baş kısmı ve arka tarafının distal üçte ikisi üzerindeki deriyi inerve eder (18).

2.2.7 Radial Sinir

Pleksus brakiyalisin en geniş dalı radial sinirdir. Radial sinir posterior kordun devamı şeklinde oluşur. Radyal sinir, pektoralis minör kasının alt sınırından başlayıp, teres major ve latissimus dorsi kasının tendonlarının önünden ve brakial arterin üst parçası ile aksiller arterin üçüncü parçasının arkasından aşağı ve laterale doğru iner.

Kolda aşığı inerken humerusun arkasında ve çevresinde muskulo spiral oluğun içinden devam eder, daha sonra terminal dalların ortaya çıktığı ön kolun alt anterior bölümüne ulaşır. Oluk içindeyken, ön kolun dorsal yüzünü innerve eden dorsal antebrakial kutanöz siniri verir. Koldaki motor dalları; ankoneus, triseps, brakioradialis kasları ile ön kol kaslarının ekstensor ve supinatör grubunun üst bölümüne gider. Radial sinir tüm başparmağın dorsal tarafını ve işaret, orta parmakların dorsal tarafı ile yüzük parmağının lateral (radial) yarısının dorsal tarafını, ancak işaret, orta ve yüzük parmağını sadece distal interfalangial ekleme kadar innerve eder (18).

2.2.8 Muskulokutanöz Sinir

Muskulokutanöz sinir lateral kordun ana terminal dalı olup korokobrakial kası delerek biceps brakii ile brakiyal kasın arasından geçerek kolun lateral yüzeyine uzanır. Güçlü ön kol fleksörlerini olan korokobrakiyalis, biceps braki ve brakiyal kaslarının motor innervasyonunu sağlar. Bu sinirin duyusal devamı lateral kutanöz antebrakiyal sinirdir. Bu sinir ön kol anteriorunun radial yarısı üzerindeki derinin duyusunu alır (18).

2.2.9 Median Sinir

Lateral kord, muskulokutanöz sinir olarak sonlanmadan hemen önce, median sinirin lateral başlangıcını verir. Lateral başlangıç, medial kord tarafından verilen medial başlangıç ile birleşerek median siniri meydana getirir. Median sinir kolda a.biceps brakinin medialindeki sulkus bisipitalis medialiste a.brachialis ve n.ulnaris ile birlikte aşığı doğru uzanır. Ele geçerek musküler ve kutanöz dallarını verir. Median sinir, ön kolun birçok fleksör ve pronator kaslarına motor lifler sağlar; m.fleksör karpi ulnaris ile m.fleksör dijitorum profundusun ulnar yarısı dışında tüm kasları inerve eder. Eldeki motor lifler; ilk iki mm. lumbrikales, m.abduktor pollisis brevis, m.opponens pollisis, m.fleksör pollisis brevisin süperfisiyal kası ve m.fleksör pollisis longusun tendonunun süperfisiyalisinde uzanan tenar kasları innerve eder. Duyusal lifler ise;

dördüncü parmağın lateral yarısı ve ilk üç parmağın palmar tarafındaki deri ve aynı parmakların dorsal tarafın distal ucundaki derinin duyusunu alır (18).

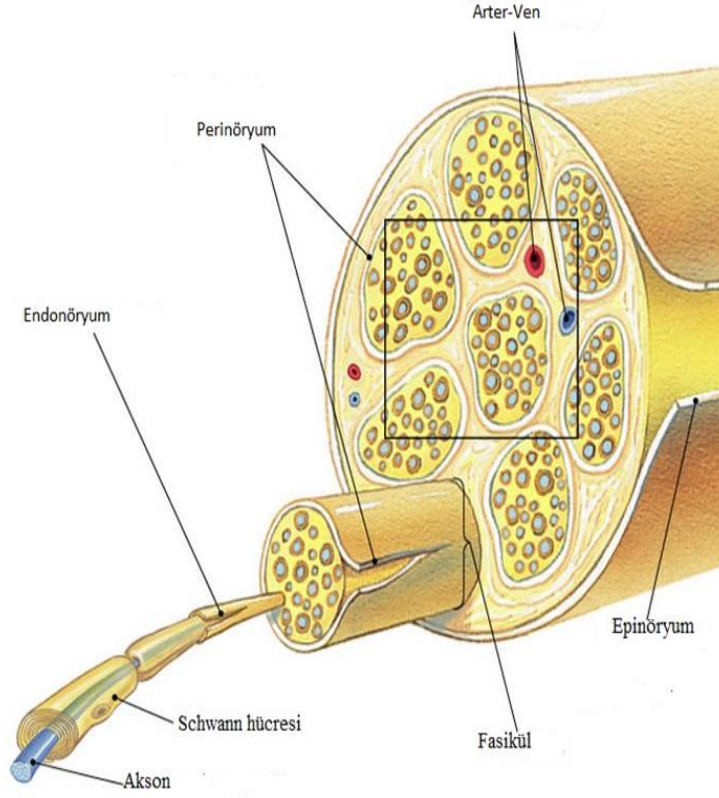
2.2.10 Ulnar Sinir

Ulnar sinir, medial kordun ana terminal dalıdır. Bu sinir kolun ortalarına kadar aksiller arterin medialinde aşağı doğru iner. Kolun ortasında triseps kasının medial başlangıcı üzerindeki oluk içinde inişine devam ederek dorsal ve lateral olarak kıvrımlara ayrılır. Buradan humerusun medial epikondilinin arkasına ilerler. Daha sonra ön kolun ulnar bölgesinden elin içine doğru gider. Ön kolda motor dalları; m.fleksör karpi ulnaris ile m.fleksör dijitorum profundusun ulnar yarısına ve interosseöz kaslara, ilk ikisi haricindeki mm. lumbrikalesleri innerve eder. Ulnar sinir ön kolda duyu dallar vermez; ancak el içinde bu sinir, genellikle küçük parmağın ve el ile yüzük parmağının medial yarısının dorsal yüzünün derisinin duyusunu alır (18).

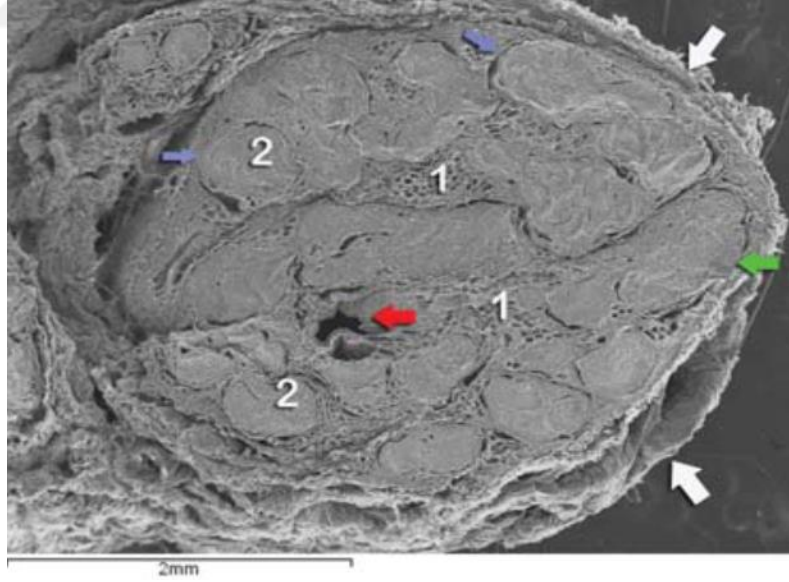
2.2.11 Periferik Sinir Anatomisi

Periferik sinirin en dış katmanı olan epinöryum intervertebral foramende sinir kökünün dura'sının devamı olarak gevşek bağ dokudan oluşur. Bu hareketsiz destek doku içindeki aksonlar kendilerini çevreleyen bir kılıf olan perinöryum aracılığıyla demetler halinde organize olmaktadır. Demetlerin içindeki endonöryum aksonların arasındaki bağ dokuyu oluşturur. Perinöryum endonöral çevreyi tıpkı pia-araknoidin merkezi sinir sistemi için yaptığı gibi kontrol eden metabolik olarak aktif çoklu epitelyum katmanları içermektedir. Endonöral damarların endotelyumu ve perinöryum bir difüzyon bariyeri sağlayarak demetler için “kan-sinir bariyeri” görevini görür (19).

Periferik sinirin mikroskopik ve histolojik yapısı aşağıda gösterilmiştir (Şekil-4, Resim-1) (20).



Şekil-3 Periferik Sinirin Mikroskopik Yapısı



Resim-1: Periferik Sinir ve Bağ Dokularının Histolojisi

Beyaz oklar: Dış epinöryum(epinöral kılıf), 1= İç epinöryum, 2= Fasiküller, Mavi oklar: Perinöryum, kırmızı ok: Sinir damarlanması, Yeşil ok: Fasiküler demet

Tek bir sinir aksoplazma içine gömülmüş aksondan oluşur. Akson sinir hücre sitoplazmasının uzantısıdır. Herhangi bir kesintiye uğramaz. Aksoplazma, aksolemma adı verilen bir kılıfın içinde yer alır. Nörolemma, aksolemmadan miyelin kılıf denilen bir lipit tabaka ile ayrılmaktadır. Miyelin kılıf nörolemmal hücrelerden türemektedir. Bazı liflerde miyelin bulunmamaktadır. Miyelin kılıf düzenli aralıklarla kesintiye uğramakta olup miyelinin olmadığı bu bölümlere ranvier boğumları adı verilir. Miyelin sentezinden sorumlu hücreler schwann hücreleridir. Miyelin kılıfın kalınlığı ile akson çapı doğru orantılıdır. Miyelinli sinirlerdeki impuls iletimi ranvier boğumları arasında atlamalı olarak devam eder.

Sinir lifleri A,B,C grubu lifler olarak sınıflandırılmaktadır. A lifleri de; A α , A β , A γ ve A δ lifleri olarak sınıflandırılmaktadır. A lifleri miyelinli liflerdir. A α lifleri motor liflerdir. A β lifleri ise dokunma duyusu ile propriyoseptif duyuyu taşır. A γ lifleri motor (kas içiği) lifleri olup A δ lifleri de dokunma, soğuk, ısı duyularından sorumlu liflerdir. B lifleri preganglionik otonomik lifler olup C lifleri ise ağrı ve ısı duyusunu ileten liflerdir (19-21).

2.4 LOKAL ANESTEZİKLER

2.4.1 Lokal Anesteziklerin Tanımı

Lokal anestezikler (LA) santral ve periferik sinir dokusunda uygulama yerinden başlayarak sinir iletimini geri dönüşümlü olarak bloke eden maddelerdir. Başka bir deyişle uygulanan LA konsantrasyonlarındaki artışlara bağlı olarak vücut bölgesinde duysal, motor ve otonom fonksiyonlarda geçici kayba neden olan ilaçlardır. LA cerrahi ve cerrahi olmayan çeşitli prosedürlerde analjezi ve/veya anestezi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (perioperatif stresin azaltılması, akut ve kronik ağrı yönetimi, perioperatif sonuçların iyileştirilmesi, disritmilerin tedavisi) (22).

LA'nın keşfedilmesinin rejyonal anestezinin gelişimindeki rolü önemlidir (23). Yüzyıllardır koka yaprağının çiğnenmesi sonucunda dil ve dudaklarda uyuşukluk

ortaya çıktığı bilinmektedir. 1855 yılında Gaedcke koka yaprağından aktif kısmını elde etmiş ve “Eritroksilon” olarak adlandırmıştır (24). İspanyollar tarafından koka bitkisinin Güney Amerika’dan Avrupa’ya taşınması, LA için milat olmuştur. Almanya'daki Göttingen Üniversitesinde Dr.Wohler ve yardımcısı Niemann koka yaprağının kristal ekstraktını elde etmiş ve bunu alkaloid kokain olarak adlandırmışlardır (25).

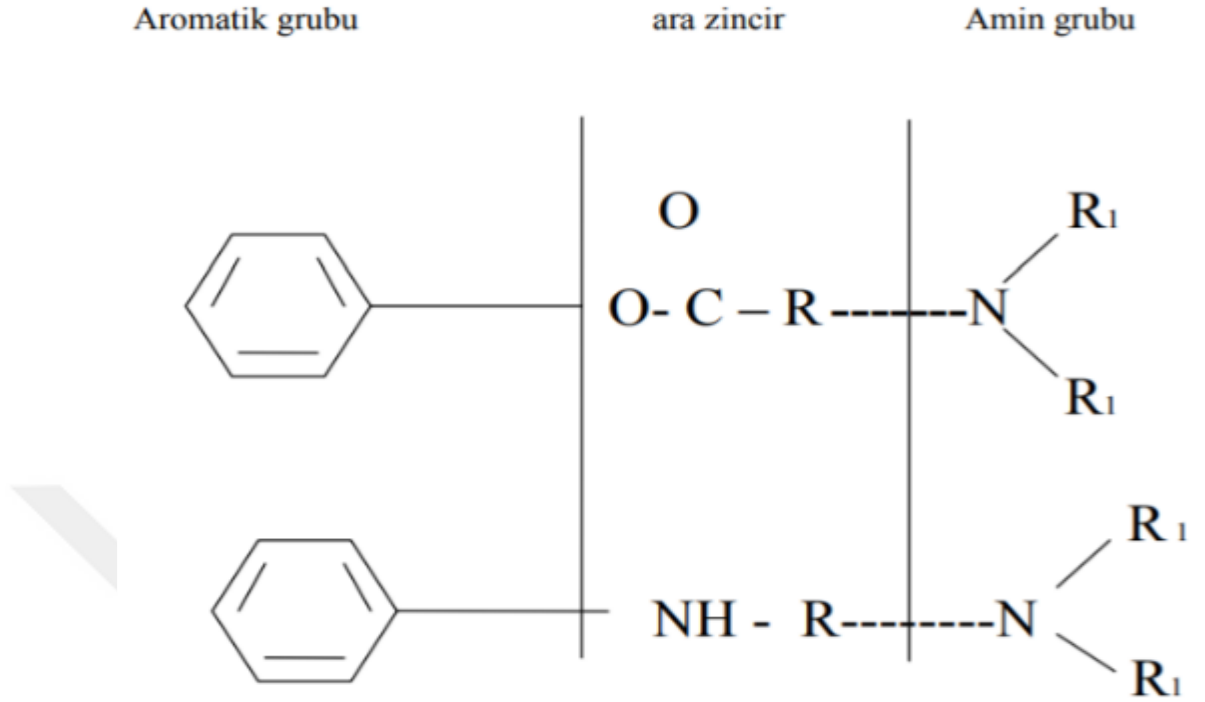
Kokainin toksik etkilerine bağlı ölüme neden olması ve bağımlılık yapıcı etkisi olması nedeniyle yapılan araştırmalar sonucunda 1904 yılında ilk sentetik LA olan prokain sentezlenmiştir (26). 1946 'da lidokainin keşfedilmesi önemli bir aşama olmuştur ve bundan sonra birçok yeni ajan klinik uygulamaya girmiştir.

İdeal bir lokal anesteziğin sahip olması gereken özellikler (27);

- Blokajı geri dönüşümlü oluşturmali
- Motor nöronları üzerinde herhangi bir etkisi olmadan duyuşal nöronlar için seçici olmalı
- Başlangıcı hızlı olmalı
- Yeterli etki süresi olmalı
- Steril edildiklerinde kimyasal olarak değışmeden kalmalı
- Geniş güvenlik sınırı olmalı
- Birlikte uygulanan ilaçlarla etkileşime girmemeli
- Yan etkisi az olmalı
- Maliyeti düşük olmalı

2.42 Lokal Anesteziklerin Kimyasal Yapısı

LA’lar hidroklorür tuzu olarak formüle edilerek suda çözünür hale getirilirler. LA molekülü 3 ana yapıdan oluşur ve aşağıdaki şekildeki gibi formülöze edilir (Şekil-4) (28).



Şekil-4: Lokal Anesteziklerin Genel Formülü (28)

1. Ansatüre aromatik lipofilik grup: Moleküle lipofilik özellik verir.

2. Ara zincir: Ester -CO- veya amid -CNH- bağı içerir. Lokal anestezikler bu kimyasal yapılarına göre ester veya amid bileşikler olarak sınıflandırılır. Moleküle amid veya ester bağlanması anestezik potansiyeli verir ve bağı kalkması ile aktivitede bir azalma olur.

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 hali) oluşturur (29).

2.4.3 Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizmaları

LA'lar sinir uyarılarının oluşmasını ve iletilmesini hücre zarındaki iyon kanallarına etki ederek engellerler. LA etkisini Na^+ kanallarını bloke ederek ortaya

çıkartır (30). LA'lar, normalde zar depolarizasyonu ile gerçekleşen uyarılabilir zarların Na^+ iyonuna karşı seçici geçirgenliği azaltarak ya da engelleyerek iletimi durdururlar. Bir sinirde anestezik etki arttıkça, elektriksel uyarılabilirlik eşiği aşamalı olarak yükselir, aksiyon potansiyelinin yükselme hızı azalır, uyarı iletimi yavaşlar ve böylelikle sinir iletimi zayıflar. LA'lar K^+ kanallarını da bloke edebilirler, ancak bu etkinin oluşabilmesi için yüksek dozlarda LA gerekir. Bundan dolayı ile dinlenim zar potansiyelinde büyük bir değişim olmaz (31).

2.4.4. Lokal Anesteziklerin Fizikokimyasal Özellikleri

LA'ların potansi, başlangıç etkisi ve etki süresi; primer olarak ilacın fizikokimyasal

özellikleri ile vazodilatör aktivite tarafından belirlenir (Tablo 1) (30, 32, 33).

- Lipid çözünürlükleri lokal anestezik potansiyelinin esas belirleyicisidir ve lipid/su partiyon katsayısı ile gösterilir. Anestezinin lipitteki çözünürlüğü ile etkinliği doğru orantılıdır.

- Proteinlere bağlanma ilacın etki süresini uzatır ve lokal anestezik ajanın proteinlere bağlanma yüzdesi ne kadar fazlaysa etki süresi de o kadar uzun olur.

- pKa (iyonizasyon sabiti) lokal anestezinin etki başlangıç hızını belirler ve lokal anesteziklerin pKa'sı fizyolojik pH'ya ne kadar yakınsa, o kadar çok dissosiyasyon olur.

- Lokal anestezikler genelde düşük dozlarda vazodilatasyon (prilokain>lidokain>bupivakain>ropivakain), yüksek dozlarda ise vazokonstriksiyona neden olurlar. Ancak kokain, katekolaminlerin nöral tutulumunu ve monoamin oksidaz (MAO) enzimini inhibe ederek yalnızca vazokonstriktör etkiye sahiptir. Bunlardan dolayı total doz ve konsantrasyonun da klinik durumun oluşmasında önemli bir yer tutar.

- Lokal anestezikler enfekte dokuyu uyuşturmak için kullanıldığında genellikle istenilen etkiyi oluşturamazlar. Çünkü enfekte dokudaki asidik ortam ilacın diffüze

edilmesi ve sinir blokajı için mevcut olan toplam fraksiyonunu daha da azaltır. Burada lokal olarak artmış olan vasküler geçirgenlik de ilacın ortamdan uzaklaştırılmasında rol oynamaktadır.

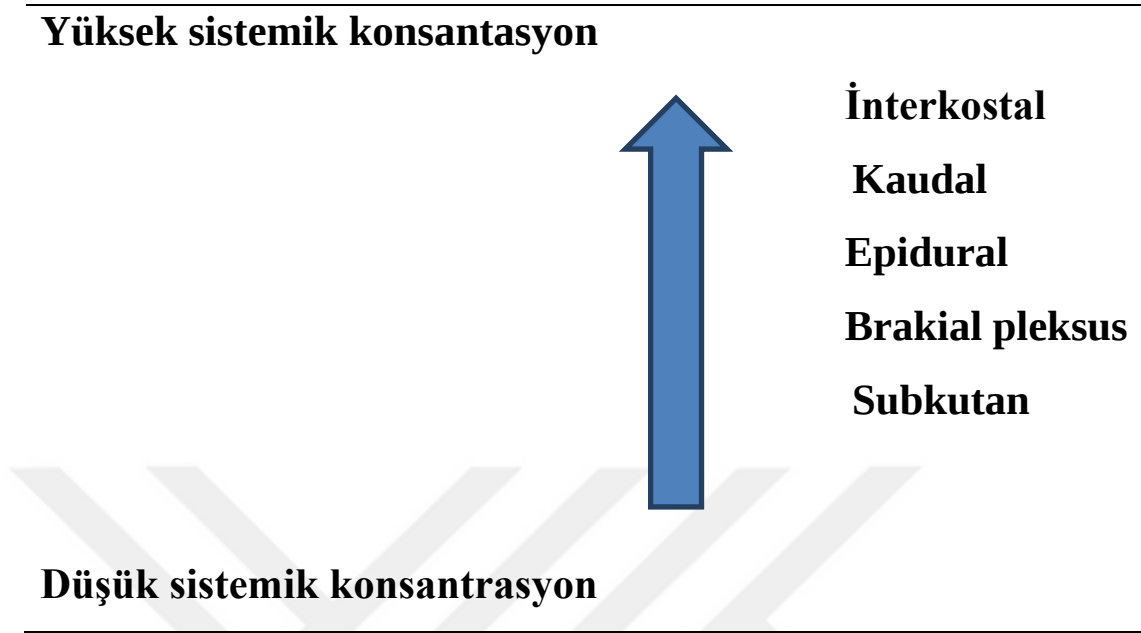
Tablo-3: Lokal Anesteziklerin Fizikokimyasal Özellikleri (34)

	Potens	Etki başlangıcı	Etki süresi	Toksik plazma konsantrasyonu (µg/ml)	pK _a	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

2.4.5. Lokal Anesteziklerin Farmakokinetiği

Emilim: Lokal anesteziklerin uygulandıkları yerden emilerek sistemik dolaşıma geçişlerini belirleyen faktörler; ilacın fizikokimyasal ve farmakolojik özellikleri, enjeksiyon yeri, dozu, ilacın pH'sı, yağda çözünürlüğü ve vazokonstriktör maddenin eklenmesine bağlıdır (30).

Tablo-4: Lokal anesteziklerin uygulama bölgesine göre emilimi (30)



Dağılım: Lokal anesteziklerin büyük bir kısmı plazmadaki α -1 asit glikoprotein ile albümine bağlanırlar. Amid grubu lokal anestezikler, plazma proteinlerine ester grubu lokal anesteziğe göre daha fazla bağlanırlar (bupivakain>ropivakain>lidokain>

prilokain). Lokal anestezikler plasenta ve kan-beyin engelini kolaylıkla aşar ancak mideden absorbe olmazlar. Proteinlere bağlanma derecesi ile plasentadan geçişi ters orantılıdır (30, 35). Amid grubu lokal anestezikler vücutta yaygın olarak dağılır ancak ester grubu lokal anestezikler plazma kolinesterazları tarafından hızla yıkılırlar ve bundan dolayı yarı ömürleri kısadır (35, 36).

Metabolizma ve atılım: Ester grubu lokal anestezikler, plazma kolinesterazı ile hidrolize olur ve meydana gelen son ürünleri alerjik reaksiyonlarına neden olur. Atipik plazma kolinesterazı olan homozigot hastalar, ester grubu ajanları çok yavaş metabolize etmelerinden dolayı kan seviyesi kolaylıkla yükselttiğinden bu hastalarda sistemik toksik reaksiyon ihtimali yüksektir (30, 35). Omurilik sıvısının esteraz içermemesi ya da çok az içermesinden dolayı, intratekal enjeksiyon ile sağlanan

anestezi, lokal anesteziğin tamamının sistemik dolaşıma geçinceye kadar devam etmesine neden olur (31).

Amid grubu lokal anestezikler ise karaciğerde mikrozomal P-450 enzimleri tarafından hidrolize edilirler. Amid grubu lokal anesteziklerinin metabolizma hızı prilokain > etidokain > lidokain > mepivakain > levobupivakain > bupivakain şeklinde sıralanabilir. Amid grubundaki lokal anesteziklerin metabolizması klinikte iki durumda önemlidir. Birincisi prilokain metabolizması ile o-toluidine oluşturulur, bu da hemoglobini (Hb) ferrik şekle (Hb^{+3}) okside ederek methemoglobinemi oluşmasına neden olur. İkincisi ise karaciğer hastalığı olanlarda amid grubu lokal anesteziklerin metabolizması azalır ve kan seviyeleri rölatif olarak yükselir (31, 35, 37).

Lokal anesteziklerin metabolitlerinin atılımı böbreklerden olur, bununla birlikte %5'ten azı değişmeden idrarla atılır (29, 34).

2.4.6. Lokal Anesteziklerin Sınıflandırılması

Lokal anestezikler, kimyasal yapılarına ve etki sürelerine göre sınıflandırılabilir.

2.4.6.1. 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 olarak sınıflandırılırlar. Bağlayıcı grubun yapısı, lokal anesteziklerin farmakolojik özelliklerini belirler (38).

- Ester grubu lokal anestezikler: Kokain, prokain, klorprokain, benzokain, tetrakain.

- Amid grubu lokal anestezikler: Lidokain, bupivakain, etidokain, dibukain, prilokain, levobupivakain, mepivakain, ropivakain.

- Alkoller: Etil alkol, aromatik alkoller.
- Diğerleri: Kompleks sentetik bileşikler, kinolon deriveleri (38)

Lokal anestezi ajanlarından ester ya da amid yapısında olanlar klinikte kullanılanlardır.

(39). Ester ve amid grubu lokal anesteziğin sınıflandırılması Tablo-5’de, aralarındaki farklar Tablo-6’de gösterilmiştir.

Tablo-5:	Lokal	anesteziğin	sınıflandırılması	(40)
AMİD GRUBU		ESTER GRUBU		
Lidokain		Kokain		
Bupivakain		Prokain		
Etidokain		Klorprokain		
Dibukain		Tetrakain		
Prilokain		Benzokain		
Mepivakain				
Ropivakain				
Levobupivakain				

Tablo-6: Ester ve amid grubu lokal anesteziklerin aralarındaki farklar (28,39,41)

	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)
pKa	<7,4	7,4

2.4.6.2. Lokal Anesteziklerin Etki Sürelerine Göre Sınıflandırılması

Lokal anesteziklerin etkilerinin ortaya çıkış süreleri, ilaçların lipid çözünürlüğü ve proteinlere bağlanma özelliklerine bağlıdır. Etki süreleri açısından üç temel sınıfa ayrılırlar (35).

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

2.4.7. Lokal Anestezik Toksisitesi

2.4.7.1. Lokal Toksisite

Lokal anestezik ilacın enjekte edildiği bölgede veya temas bölgesinde yaptığı sitotoksik etkiye lokal toksisite denir. Lokal toksisite ile geçici nörolojik sendrom, myotoksisite, kondrotoksisite ve sinir hasarı oluşabilir (29, 42). Periferik sinir blokları sonrasında oluşan lokal toksik etkiler geri dönüşümlüdür. Genellikle günler veya haftalar içinde geriler. İğne travması, sinir kılıfı içine kanama, hematom ve/veya eşlik eden ödem, nöronal iskemi, sinir içi enjeksiyon ve lokal anestezi toksisitesi gibi çeşitli komplikasyonlar görülebilir. Ancak bu komplikasyonların cerrahi girişime bağlı, pozisyon, gerilme, iskemi, ve hematom oluşumu gibi nedenlere bağlı olabileceği de göz ardı edilmemelidir (40). Lokal anesteziklerin nörotoksik etkilerindeki en önemli mekanizma apoptozistir (43). Lokal anesteziklerin toksik etkileri ilacın konsantrasyonuna, temas süresine ve sinirle olan lokalizasyonuna bağlıdır (40). Küçük sinir liflerinin daha hassas olmasından dolayı lokal anestezi toksisitesinde spontan parestezi, ağrı ve ısının algılanmasında sorun oluşur fakat motor, dokunma ve proprioseptik duyular etkilenmez (44). Lokal anesteziklerin etkilerini uzatmak, hızlandırmak ve güçlendirmek için kullanılan adjuvanlarının çoğunun nörotoksik olduğu kabul edilmektedir. Lidokain, ketamin ve midazolamın apoptozisi uyararak nöronal ve glial hücrelerde toksik etkiye neden olduğu bildirilmiştir (45-46). Morfin ile yapılan hücre kültürlerinde ise morfinin lidokain uygulanmış hücrelerin yaşama kabiliyetini arttırdığı gösterilmiştir (47).

Sinir hasarı oluşması durumunda semptomlar hastaların %95'inde 4-6 haftada, % 99'unda ise 1 yılda normale dönmektedir. Kalıcı hasar görülme insidansı 1/5000 - 30.000'dir. Nörolojik hasar; damar hasarı, kompresyon hasarı, lokal anestezik etkisi, fasiküler parçalanma, turnike uygulanması, uygunsuz pozisyonlar, postoperatif ödem,

cerrahi travma ve önceden var olan demiyelizan hastalıklar gibi birçok faktöre bağlı oluşabilir (40, 48).

Oluşan sinir hasarının ciddiyeti, nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezis şeklinde derecelendirilir. Etkilenen segmente impuls iletiminin olmaması ile kendini gösteren şekli, nöropraksidir ve bu durumda elektromyelogram normaldir; ancak sinir iletim hızı düşmüştür. Endonöriumun korunduğu akson yaralanmalarında ortaya çıkan aksonotmezis, orta dereceli hasarları ifade eder ve iyileşme aksonun rejenerasyon hızına bağlıdır (1-3 mm/gün). Nöronal iyileşmenin en ağır formu olan nörotmezis, sinirin enine komplet kesilmesi ya da ezilmesini ifade eder ve bu durumda genellikle cerrahi tamir gerektirir (40, 48).

2.4.7.2. Sistemik Toksisite

Yüksek kan seviyesi, lokal anestezi ajanlara karşı gelişen sistemik reaksiyonların %99 ve daha fazlasının sebebidir. Yüksek kan seviyesi, en sıklıkla büyük volüm ve yüksek konsantrasyonda lokal anestezi gerektiren periferik sinir bloğu, kaudal blok ve epidural blok gibi uygulamalarda meydana gelir (49, 50).

Yüksek kan seviyesinin nedenleri (51):

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

2.4.7.2.1. Klinik

Lokal anesteziğin yüksek kan seviyesine bağlı olarak gelişen sistemik toksik reaksiyonda belirti ve bulgular esas olarak Santral Sinir Sistemi (SSS)'ne aittir olanlardır (36). Lokal anesteziklerin miyokard üzerindeki direkt depresif etkileri de bu reaksiyonda önemlidir (29).

Sistemik toksik reaksiyon genellikle iki aşamada gerçekleşir ve Tablo-7'de gösterilmiştir.

Tablo-7: Lokal anestezi toksisitesinde gözlenen semptomlar (34)

Santral Sinir Sistemi Stimülasyonu Korteks: Heyecan, oryantasyon bozukluğu, anlamsız konuşma ve konvülsiyonlar Kardiyovasküler merkez: Kan basıncı ve nabızda yükselme Solunum merkezi: Solunum hızında yükselme ve ritm değişiklikleri Kusma merkezi: Bulantı ve/veya kusma
Santral Sinir Sistemi Depresyonu Korteks: Bilinç kaybı Vazomotor merkez: Kan basıncında düşme ve taşikardi veya arrest Solunum merkezi: Solunumda değişiklikler ve/veya apne
Periferik etkiler (Kardiyovasküler) Kalp: Bradikardi (myokarda direkt depresan etki) Damarlar: Vazodilatasyon (damarlar üzerinde direkt etki)
Alerjik reaksiyonlar Cilt: Ürtiker Anaflaktik şok: Solunum ve dolaşım depresyonu

2.4.7.2.2. Lokal Anestezi Sistemik Toksikite Tedavisi

Tedavide öncelikle dikkat edilmesi gereken durum 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

kullanılmalıdır. Periferik sinir bloklarında, USG kullanımı özellikle görerek ilacı enjekte etmek açısından önerilmektedir (52, 53).

Amerikan Rejyonel Anestezi Derneği tarafından 2010 yılında lokal anestezi sistemik toksisite tedavisi (LAST) için bir rehber yayınlanmıştır. Bu rehber göre LAST geliştiğinde, öncelikle ve hızla havayolu güvence altına alınarak, asidoz ve hipoksi gibi toksisitenin etkilerini arttıran durumlar önlenir. Nöbet gelişmesi durumunda ise benzodiazepinler ilk tercih olarak belirtilmiştir. Benzodiazepinlerin olmadığı durumlarda propofol ve tiyopentalin kullanılması ancak kardiyovasküler kollaps belirtileri varlığında propofolden kaçınılması, kullanılacak ise en düşük dozların tercih edilmesi önerilmiştir. Kardiyak arrest gelişmesi durumunda standart ileri yaşam desteği uygulanır, fakat yüksek oranda aritmojenik olması nedeni ile epinefrin dozunun $<1\mu\text{g/kg}$ gibi düşük dozlardan başlanması önerilmektedir. Vazopressin, kalsiyum kanal blokörleri ve β blokörlerden kaçınılması önerilmektedir. Ventriküler aritmi geliştiğinde lidokain ve prokainamid gibi lokal anestezi özelliği olan ilaçlar yerine amiodoron kullanımı önerilmektedir (54).

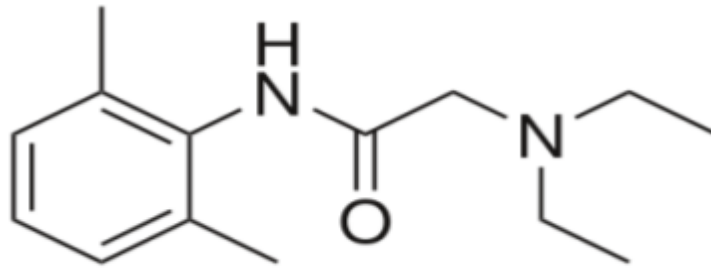
Resusitasyonda, intravenöz lipid tedavisi uygulanmalıdır. Etkisini, plazmayı lipemik hale getirir ve lipofilik yapıdaki lokal anesteziğin dokuya geçmesini önleyerek gösterir (lipid sink). Bupivakain karnitin asiltransferaz enzimini inhibe eder, bu enzim ise yağ asitlerinin mitokondri membranından geçişi inhibe eder, lipid de bu inhibisyonu engeller (metabolik etki). Yağ asitleri miyositteki kalsiyum seviyesini artırır (inotropik etki) (51). % 20'lik lipid solüsyonu 1.5 ml/kg bolus olarak verilir, ardından 0.25 ml/kg/dk dozunda lipid solüsyonu infüzyonuna hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra en az 10 dakika daha devam edilir. Hemodinamik stabilitenin sağlanamadığı durumlarda bolus dozu tekrarlanır ve infüzyon hızı 0.5 ml/kg/dk olarak düzenlenir. 30 dakikadaki maksimum doz 10 ml/kg'dır. Lipid tedavisi ve vazopressör tedavisine yanıt alınamadığı durumlarda, lokal anestezi temizlenene kadar kardiyopulmoner bypass düşünülmelidir. Belirgin LAST gelişen hastaların en az 12 saat süreyle gözetim altında tutulması tavsiye edilmektedir (54).

2.4.7.3. Alerjik Reaksiyonlar

Lokal anesteziyelere karşı gelişen reaksiyonların yalnızca %1'i aşırı duyarlılığa bağlı olup ilacın dozundan bağımsız bir olaydır. Alerjik bir bileşik olan para-amino-benzoik-asit (PABA) türevleri olan ester grubu lokal anesteziyelere karşı alerji gelişme riski daha yüksektir. Alerjik reaksiyonlar, ilacın verilmesinden birkaç dakika sonra ortaya çıkar ve yaygın anjionörotik ödem, ürtiker, hipotansiyon, eklem ağrıları, nefes darlığı, bulantı ve kusma gibi durumlarla kendini gösterir (51). Amid grubu lokal anesteziyelere de alerji bildirilmiştir ancak oranı çok daha düşüktür. Lokal anesteziye solüsyonlara koruyucu amacıyla eklenen paraben gibi maddelere karşı da alerji görülebilmektedir (55, 56)

2.4.8. Çalışmamızda Kullanılan Lokal Anesteziyeler

2.4.8.1. Lidokain



Şekil-5: lidokainin moleküler yapısı(31)

Lidokain bir aminoetilamiddir ve amid yapıdaki lokal anesteziyelerin prototipidir (31). Kimyasal ismi ise N- dietilaminoasetil-2,6-ksilidin hidroklorürdür. Moleküler yapısı Şekil-5'te şematize edilmiştir. Lidokainin ayrıca antiaritmik etkisi de olup yarılanma ömrü 1,5-2 saattir (57). Maksimum dozu ise 4,5 mg/kg'dır. Lidokain aynı

derişimdeki prokaine göre daha hızlı, yoğun, uzun süreli ve derin bir lokal anestejik etki sağlar. Ester tipi lokal anesteziyelere duyarlılığı olan bireyler için iyi bir alternatiftir. Vazokonstriktör bir adjuvan kullanıldığında, adrenalin emilim hızını azaltır, böylelikle toksisite azalır ve etki süresi de uzar. Enjeksiyona uygun müstahzarlarına ek olarak, topikal, oftalmik, mukozal ve transdermal kullanım için de farklı formülleri mevcuttur (31).

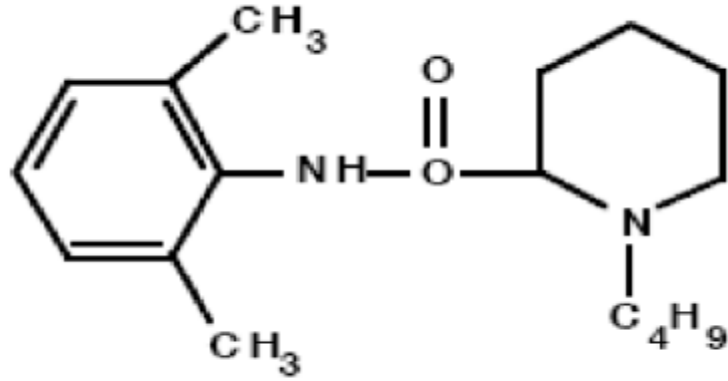
Emilim: Enjeksiyon bölgesi, verilme dozu, konsantrasyonu, vazokonstriktör madde eklenmiş olması ilacın sistemik dolaşıma emilimini etkileyen faktörlerdir.

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

Eliminasyon: Lidokainin yarılanma ömrü 1,5-2 saattir ve 10-30 dakikalık bir başlangıç süresine sahiptir. Konjestif kalp yetmezliği veya karaciğer yetmezliği olan kişilerde yarılanma ömrü uzayabilir. Lidokainin parenteral dozunun çoğu karaciğerde hızla metabolize olur ancak az bir kısmı da idrarla atılır. Karaciğer yetmezliği olanlarda, lidokain metabolizması azalabilir ve böbrek yetmezliği olan hastalarda tekrarlayan intravenöz lidokain enjeksiyonu ile ilacın metaboliti birikebilir (56).

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 tedavisi gibi birçok durumda kullanılmaktadır.

2.4.8.2. Bupivakain



Şekil-6: Bupivakainin moleküler yapısı (57).

1963 yılında Ekenstum ve arkadaşları tarafından bulunmuş ve amid grubu ikinci jenerasyon uzun etkili bir lokal anesteziktir (40, 34). Bupivakainin kimyasal ismi 1-n-bütül-DL-piperidin-2-karboksilik asit-2, 6 dimetilanilid hidroklorid'dir. Moleküler yapısı Şekil-6'te gösterildiği gibidir. Etki süresi uzun olup derin iletim bloğu yapar ve duyu ile motor bloğu belirgin şekilde birbirinden ayırır. Bu özelliklerin tümüne sahip olan ilk lokal anesteziktir.

Farmakoloji: Bupivakain, lidokainden nerdeyse dört kat daha güçlü bir lokal anesteziktir ama lidokaine göre etkisi daha geç başlar. Hücre membranından sodyum iyonlarının geçişini engeller ve sinir lifleri boyunca impuls iletimini geri dönüşümlü olarak inhibe eder. Etkisi 5-10 dakikada (dk) başlar ve etki süresi uzundur. Epidural enjeksiyon için 5-7,5 mg/ml konsantrasyonlarında uygulandığında 24 saat, periferik sinir bloğunda ise 12 saate kadar etkisi devam edebilir. Motor ve duyusal blok ise 2-10 saat arasındadır. Tepe plazma seviyesine 35-45 dk içinde ulaşır. Önemli bir kısmı karaciğerde metabolize olur ancak az bir kısmı böbreklerle atılır. Ayrıca daha düşük konsantrasyonlarda, postoperatif analjezi amacı ile de kullanılabilir. Lidokain ile eşit dozlarda lidokaine göre daha fazla kardiyotoksiktir (31, 50, 58, 59).

Endikasyonları: Bütün blok tiplerinde kullanılabilir. Uzun etkili olması ve motor bloktan çok duyusal blok oluşturma eğilimi ve gebelere uygulandığında fetüsteki

miktarı fazla yükselmediği için doğum analjezisinde sıklıkla tercih edilmektedir (31, 60).

Kontrendikasyonları: Amid grubu lokal anesteziyelere veya içeriğindeki diğer maddelere karşı aşırı duyarlı olan kişilerde kontrendikedir. Rejyonal intravenöz anestezi bloğunda, turnike gevşemesi veya yanlışlıkla açılması durumunda sistemik dolaşıma geçen bupivakain, akut sistemik toksik reaksiyonlara neden olabileceğinden rejyonal intravenöz anestezide tercih edilen bir lokal anestezi değildir.

Kullanım şekli ve dozu: Bupivakain enjeksiyonu yapılırken belirli aralıklarla aspire edilip intravasküler enjeksiyon önlenmelidir. Verilecek doz 2 mg/kg'dır. Toplam dozu da 200 mg'ı geçmemelidir (40, 60).

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

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

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

Bupivakainin Yan Etkileri: Bradikardi, hipotansiyon, titreme, alerji, konvülsiyon (61, 62, 63).

2.5 PLEKSUS BRAKİYALİS BLOKLARI

Günlük anestezi uygulamaları sırasında en sık yapılan bloklardır. Pleksus brakiyalis; interskalen, supraklavikular, infraklavikular, aksiller ve terminal sinir uçları gibi farklı yerlerden bloke edilebilir. Bloğun yeri, endikasyonları, avantajları ve dezavantajları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo-8 Brakiyal pleksus bloklarının karşılaştırılması

PERİFERİK SİNİR BLOĞU	ENDİKASYONLARI	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
İnterskalen brakiyal pleksus bloğu	Omuz cerrahisi Kol, humerus cerrahisi Donuk omuz manipülasyonu nda	Aynı zamanda supraklavikular sinir bloğuda gerçekleşir Yüzeyel, gerçekleştirilmesi kolay ve hasta için konforlu	Hemidiafragmatik paralizi İnferior trunkus blokajı tam olarak oluşmadığında(USkull anımı ya da alt seviye interskalen yaklaşım ile), dirsek. Ön kol, el cerrahisi önerilmez
İnfraklavikular brakiyal pleksus bloğu	Kolun aksillanın distalindeki cerrahiler	Aksilladan itibaren tüm kolun anesteziğini sağlar Katater yerleştirmek için iyi bir seçim çünkü pektoral kas katateri yерinde tutar	Derin blok Blok işlemi sırasında ciddi rahatsızlığa neden olur Uzmanlık gerektirir

Aksiller brakial pleksus bloğu	Dirsek üzerinde veya altındaki cerrahiler	Pnömotoraks, nöroaksiyal blok ya da frenik sinir blokajı riski yok	Blok sonrası hematoma bağlı lokal rahatsızlık ve/veya renk değişikliği göreceli olarak yaygındır(transarteryel teknik ile) Enjeksiyon yerinde postoperatif hassasiyet oluşabilir
Medial, ulnar ve radial sinirlerin distal blokları	El cerrahisi	Biceps ve trisepste motor bloğa neden olmaz. böylece elde analjezi devam ederken postoperatif hastanın fonksiyonuna izin verir Diğer proksimal brakial pleksus yaklaşımıyla karşılaştırıldığında, LA'in dozunda ve hacminde azalma	Önkol/bilek lateralindeki işlemlerde ya ön kolun lateral kutanöz sinirinin ya da ana sinir olan muskulakutanöz sinirin de blokajı gerekir Uzun süre ön kol/kola turnike uygulaması tolere edilemeyebilir, ek sedasyon/analjezi gerekir

2.5.1 Pleksus Brakialis Bloğu Teknikleri

Pleksus brakialis aksiller bölgede nörovasküler bir kılıf içinde yer alıp bu kılıfın sınırları içine yapılan enjeksiyonlar ile bu bölgede anestezi sağlanır. Pleksus

brakiyalis blokajı; transarteriyal, parestezi, sinir stimölasyonu, ultrasonografi, perivasküler infiltrasyon gibi değişik teknikler kullanılarak uygulanabilmektedir. Aksiller blokta başarı, aksilla anatomisinin kesitsel olarak iyi bilinmesiyle ilgilidir. Özellikle aksiller arter tüm teknikler için kılavuz görevi görür. Median sinir arterin üst kısmında, ulnar sinir aşağısında, radial sinir ise arka tarafında yer alıp N. muskulokutaneus ise korakobrakiyalis kası içinde seyreder. Yeterli bir anestezi için bu dörütlü sinir grubuna (median, ulnar, radial, muskulokutaneus) ilave olarak kolda turnike kullanılacaksa interkostobrakial ve mediyal brakiyal kutanöz sinirlerin de bloke edilmesi gerekir.

2.5.1.1 Transarteriyal Teknik

Aksiller arter en proksimalde tespit edilerek, immobil iğne tekniği ile 22-gauge, 1,5-inç iğne arter kanı aspire edilene kadar ilerletilir. Sert bir dokudan geçiş hissi iğnenin fasiyayı delmesi ile oluşur. Fakat fasial klik olarak adlandırılan bu belirtilere dayanılarak yapılan enjeksiyonların taze kadavralarda sinir lifleriyle karşılaşmadığı gösterilmiştir. Enjeksiyon sonrasında kılıfın distaline bası uygulaması ile kolun abduksiyona alınması lokal anesteziğin sefale doğru yayılmasını sağlamaktadır. Bu tekniğin en önemli dezavantajları intravasküler enjeksiyon, aksiller hematom ve buna bağlı olaşabilecek sinir kompresyonudur.

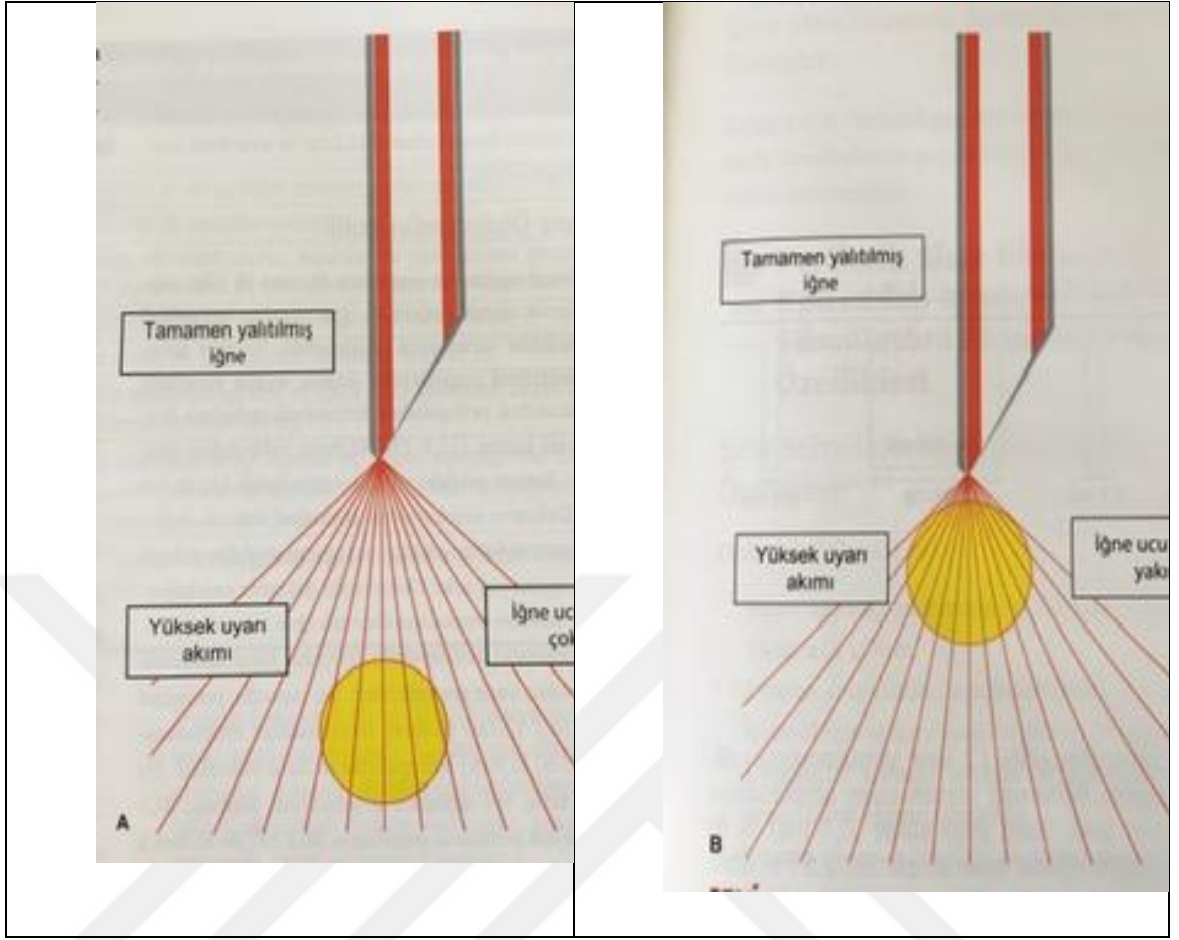
2.5.1.2 Parestezi Tekniği

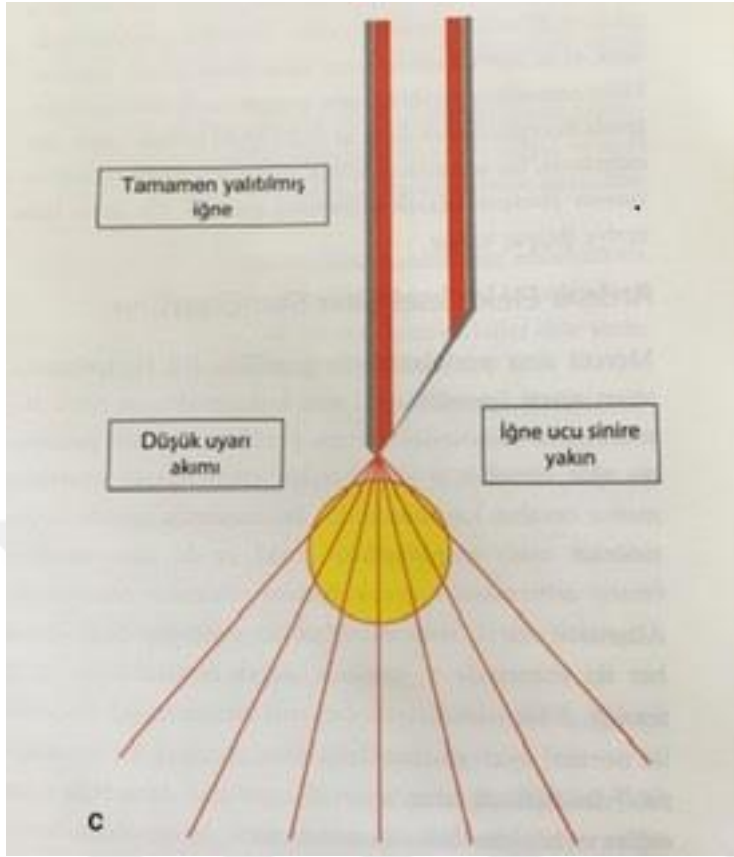
İğne tek, spesifik ya da birden çok parestezi elde etmek için aksiller artere doğru yönlendirilir ve tek ya da birden fazla parestezi sağlanması bakılmaksızın genellikle total 30-40 ml lokal anestetik enjekte edilir. Bu teknik yüksek başarı oranlarına sahiptir. Ancak parestezi araştırılması sırasında nöropraksi gelişme riski mevcuttur. Arter pulsasyonunun zor hissedildiği, hasta kooperasyonunun iyi olmadığı ve sinir stimölasyonunun kötü olduğu durumlarda tercih edilebilecek bir yöntemdir.

2.5.1.3 Sinir Stimulasyonu Tekniği

Pleksusun inerve ettiği alanda sinir stimulat6ru yardımı ile sinire elektrikselsel uyarı verilir, uyarılmış kontraksiyon elde edilerek sinir bulunmaya çalışılır. N.medianus stimulasyonu ile 6n kolun pronasyonu, bileğin palmar fleksiyonu, parmak orta falankslarının fleksiyonu, 2.ve 3. parmak distal falankslarının fleksiyonu ve baş parmak fleksiyonu g6r6l6r. Ulnar sinir stimulasyonu ile bileğin ulnar fleksiyonu, 3.,4.,5.parmak adduksiyonunu sağlar. N.radialis stimulasyonunda ise dirseğin ekstansiyonu, bileğin ekstansiyonu, 6n kolun ve elin supinasyonu, parmakların ekstansiyonu g6r6l6r.

N.muskulokutaneus aksillaya girdiği noktada korakobrakialis kası içinden geçer ve bundan dolayı aksiller arterle arasında mesafe bulunur. N.muskulokutaneus stimulasyonu ile dirsek fleksiyonu oluşur. N.muskulokutaneus anestezisi arterin posterioruna ve sefaline yapılan enjeksiyonlar ile sağlanabilmektedir. Sinir stimulat6ru iğne ucunun sinire olan yakınlığı hakkında bloğu yapan kişiye objektif bilgiler verir. İğnenin sinire yakaşma esasları ve bunun stim6lasyonla ilişkisi şekil-7'de g6sterilmiştir.





Şekil-7:Stimülatör iğnesi sinire uzak mesafedeyken ve yüksek uyarı akımında zayıf uyarılmış motor cevap meydana getirir (A). Stimülatör iğnesi sinire yakın ve yüksek uyarı akımında kuvvetli kas kasılması meydana getirir (B). Stimülatör iğnesi sinire yakın ve düşük uyarı akımında kuvvetli uyarılmış motor cevap meydana getirir (C)(65)

Periferik sinir stimulatörleri ile kalın lifler ince liflere göre daha kolay ve hızlı stimüle edilir. Böylelikle kalın A alfa motor lifleri stimulasyonları ağrı oluşturan A δ ve C lifleri uyarılmaksızın stimüle olur. Sinir stimulasyonu yalıtımlı ve iğne ucundan akım veren özel iğneler ile yapılmaktadır. 0,1-0,6 mA'lık sabit doğru akımlarla oluşturulan kas kontraksiyonları iğne sinire yaklaştıkça artar ve daha düşük akım gerektirir. Pratikteki uygulama; 1-1,5 mA olan başlangıç değerlerini 0,1 ms'de aşağı değerlere

çekilerek, iğnenin sinir liflerinin kabul edebildiği son akım çıktısı olan 0,2-0,5 mA' e kadar yaklaştırılmasıdır.

Optimal pozisyon 0,5 mA veya daha az akımla oluşur (66). 1-2 ml lokal anestezi enjeksiyonu ile kas kontraksiyonunda azalma meydana gelir. Modern yalıtılmış iğnelerin, eski yalıtılmamış iğnelere oranla daha iyi lokalizasyonlar tespit ettiği ispatlanmıştır. Kısa bevel ve teflon ile yalıtılmış iğneler sinir lokalizasyonunu daha iyi tespit eder ve travma riskini azaltır. Sinir stimulatörünün katot (-) ucuna teflon ile yalıtılmış iğne bağlanır ve negatif kablo iğne ucuna bağlandığı zaman daha düşük akım gerekir. Stimulatörün anot (+) kısmına bağlanan zemin elektrodu olarak da EKG elektrodları kullanılır. Üst ekstremité için elektrod genellikle omuza veya ön kola yapıştırılır. Tek bir kas kontraksiyonunun olduğu bölgeye 30-40 ml lokal anestezi enjeksiyonu uygulanması şeklinde ya da genellikle bölünmüş dozlarda (10 ml) her bir sinir bölgesine ayrı ayrı enjeksiyonlar tercih edilebilmektedir (67, 11, 68).

2.5.1.4 Ultrasonografi Tekniği

USG eşliğinde sinir bloğu ilk kez La Grange ve arkadaşları tarafından 1978 yılında rapor edilmiş, Doppler USG eşliğinde supraklaviküler brakiyal pleksus bloğu uygulanmış ve başarı oranı %98 olarak bildirilmiştir. İzleyen dönemde USG kullanımı ile ilgili yayınlar nadirdir ama son yıllarda USG'nin rejyonal bloklarda kullanımı artmıştır. Ülkemizde ilk kez 1993 yılında Güzeldemir ve Üstünsöz tarafından aksiller sinire USG eşliğinde kateter yerleştirilerek blok uygulanmıştır. Son yıllarda rejyonal anestezide USG kullanımının blok başarısını yükselttiği, komplikasyonları azalttığı ve lokal anestezi dozunu düşürdüğü ile ilgili yayınlarda büyük bir artış olmuştur (69,70).

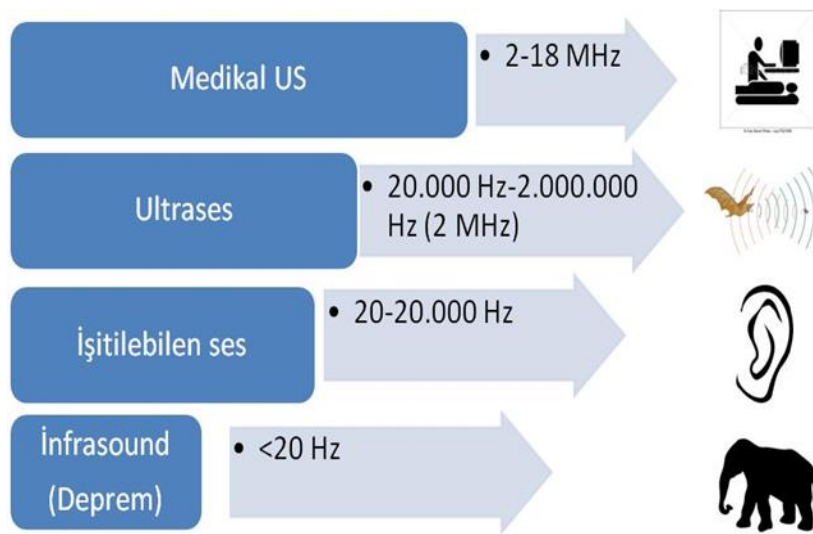
USG, günümüzde kardiyak görüntüleme, kardiyak output monitörizasyonu, vasküler girişimler, basit tanısal işlemler ve aspirasyon uygulamaları (plevral effüzyon, abseler) gibi rutin işlemlerde kullanılmaktadır.

Günümüzde USG kullanımındaki en önemli kısıtlayıcı faktör kişilerin eğitimidir. Bundan dolayı dünya ve Avrupa kongrelerinin çalıştaylarında yoğun olarak USG ve sonoanatomi eğitimi verilmektedir. Son yıllarda ülkemizde de Rejyonal

Anestezi Derneği'nin katkılarıyla rejyonal anestezide USG kullanımı ile ilgili konferanslar düzenlenmekte olup eğitim verilmektedir (71-72).

USG'nin rejyonal anestezide kullanımı son yıllarda artmıştır. Günümüzde artmış çözünürlüklü yüksek frekanslı probalar arter, ven, kas, tendon ve sinirler gibi görece daha yüzeysel yapıların görüntülenmesine olanak sağlamaktadır. 1-5 cm'lik derinlikteki anatomik yapılar genellikle kolay görüntülenmektedir. Portatif iki boyutlu USG klinisyene hastanın sonoanatomisini, yüzeysel anatomik işaret noktalarından bağımsız ve eşzamanlı olarak sunar ve iğnenin doğru bir biçimde ilerletilmesini sağlar. USG'ye doppler teknolojisinin eklenmesi yanında, hava yolu sağlanması, santral venöz kateter, arter kateteri yerleştirilmesi gibi girişimlerdeki rolüyle, anestezi ve yoğun bakımda USG kullanımı çok fazla yaygınlaşmakla birlikte bu işlemlere bağlı gelişen komplikasyonlar da azalmıştır.

USG'nin Temel Prensipleri: Ses, cisimlerin titreşimi sonucu meydana gelir. USG'de kullanılan enerji yüksek frekanslı sestir. USG yöntemi, vücuda yüksek frekanstaki ses dalgaları gönderir ve farklı dokulardan yansımalarını (eko) saptama temeline dayanır. Kulağın duyacağı sınırdan daha yüksek frekanslı sese ultrason (ultrases) denir. Medikal USG'lerde genellikle 2-18 MHz'lik ultrasonografi kullanılır (Şekil-7) (73-77).

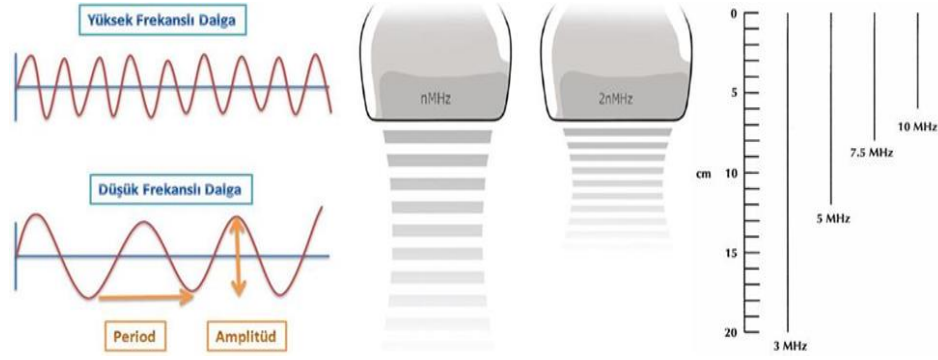


Şekil-8: Ses Dalgası Frekansları

Yüksek titreşimi elde etmek için piezo-elektrik (basınç-elektrik) olayı kullanılır. Kuartz gibi bazı kristaller elektrik enerjisi ile genişleyip daralarak titreşerek ses oluştururlar. Kendilerine gelen sesi de yine aynı yöntemle elektrik enerjisine çevirirler. Bu şekilde enerjiyi çeviren aletlere transduser (çevirici) denir. USG aygıtlarında transduser olarak seramik diskler kullanılır ve transduseri taşıyan başlığa da prob adı verilir.

Seslerin dokulara yayılımı: Ses dokuya geçerken, absorbsiyon ve yansımadan dolayı yoğunluğu azalır. Absorbsiyon sesin frekansı, dokunun absorbsiyon katsayısı ve doku kalınlığı ile doğru orantılı olup yansıma ise dokuların ses dalgasına gösterdiği direnç (akustik impedans) farklılıkları ile yakından ilişkilidir.

Frekans: Frekans, birim zaman (saniye) içerisinde gerçekleşen titreşim sayısıdır. Hertz, saniye başına düşen dalga sayısını ifade eder ve frekans birimidir (Kilohertz = 1000 Hertz; Megahertz = 1.000.000 Hertz). Frekans, çözümleme gücü ve sesin penetrasyonu ile ilgilidir (Şekil-8). Frekans arttıkça dalga boyu kısalır ve bundan dolayı görüntünün kalitesi de artar. Ancak sesin derinlere inme yeteneği de hızla kaybolur. Bundan dolayı yüzeyel yapılar yüksek frekanslı problemlerle incelenirken derin yapılarda frekansı düşük tutmak gerekir. Yüzeyel yapılar incelenirken lineer şekilli ve yüksek frekanslı transduserler seçilir, derin yapılar incelenirken konveks şekilli ve daha düşük frekanslı transduserler tercih edilir. Ses dalgaları doku içerisinde ilerlerken farklı akustik empedansa sahip ortamlar arasındaki geçiş yüzeyleri ile karşılaşır. Bu geçişlerde yansır, kırılır ve saçılır. İki ortam arasındaki fark çok fazla ise (hava-doku gibi) ses tamamen yansır. Bundan dolayı uygulamalarda prob ile doku arasına jel sürülerek yansıma azaltılır.



Şekil-9: Frekans ve penetrasyon

Ultrason cihazının yapısı genel olarak 3 kısımdan oluşur;

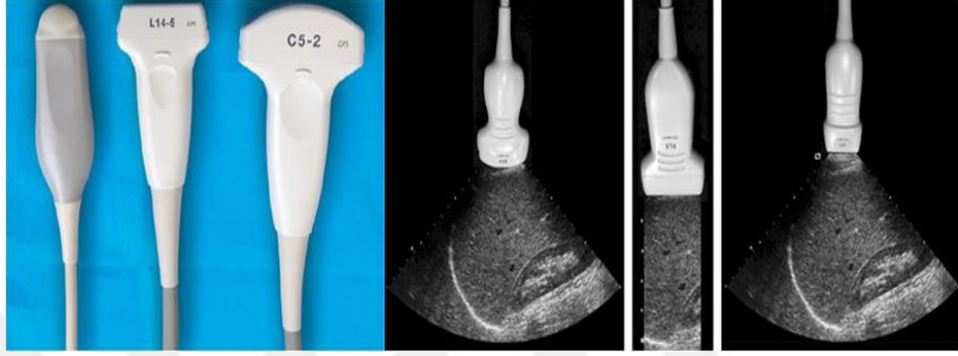
1. Sesi yayan ve yankıları toplayan kısım (Prob)
2. İşlem birim ve zaman sayıcı
3. Kayıt ünitesi

Prob: Piezo elektrik olay ile elde edilen ses dokudan geri yansır. Geri yansıyan sese bağlı kompresyon etkisi oluştuğunda süreç tersine dönerek elektrik akımı üretilir. Hem alıcı hem verici özelliği taşıyan kristal çok sayıda ses “pulse”u göndererek bunların yansımalarını resim elemanlarına (frame) dönüştürülmek üzere algılar. Bu şekilde enerji çeviren materyallere “transduser” denir. Prob ise transduser, destek elemanları, diğer elektronik devre elemanlarını taşıyan ve hastaya temas eden kısım olmakla beraber terminolojide genellikle transduser ve prob kelimeleri aynı anlamda kullanılmaktadır.

Günümüzdeki USG cihazları “real time USG” (gerçek zamanlı USG) özelliği taşımaktadır. Frame sayısının saniyede 16 ve üzerinde olmasından dolayı göz bu resimleri devamlı ve akıcı bir görüntü olarak algılar.

Her prob için anahtar özellik frekans olmakla birlikte kristallerin probda dizilme şekillerine ve ses yayma özelliklerine göre de sınıflandırılırlar. Frekanslarına göre yüksek-orta-düşük frekanslı diye ayrılıp yüksek frekanslılar (10 MHz üzerinde), cilt yüzeyinden 3 cm’e kadar olan yapılar (interskalen brakial pleksus, yüzeysel sinirler, yüzeysel damarlar) için idealdirler. Orta frekanslılar (5-10 MHz) 3-6 cm’lik yapılar (infraklavikular brakial pleksus, siyatik sinir, derin vasküler yapılar) için kullanılır ve düşük frekanslılar (5 MHz altında) ise derin yapılar için kullanışlıdır.

Prob üzerindeki kristallerin lineer dizildiği problar lineer prob olarak isimlendirilir ve konveks yerleşenler konveks prob olarak isimlendirilir (Şekil-10). Konveks problemlerde görüntü alanı yüzeyde dar olup derine gittikçe genişler. Böylelikle engelleyici bir yapı ile karşılaşılma olasılığına karşı giriş kapısı küçültülmüş olur.



Şekil-10: Lineer ve Konveks problar ve görüntülerin oluşum özellikleri

USG’de Görüntü Oluşumu: Medikal USG’de da prob ile oluşturulan ses dalgaları hastaya gönderilir ve bu ses dalgalarının geri dönenleri yine prob tarafından toplanarak elektriksel sinyallere dönüştürülerek USG cihazı tarafından işlenir. Bu sinyaller farklı USG modlarında farklı görüntüler oluştururlar.

Günümüzde periferik sinir blokları anatomik işaret noktalarından yararlanılarak sinir stimulatörü kılavuzluğunda gerçekleştirilmektedir (70, 78, 79).

2.5.1.4.1 USG EŞLİĞİNDE ETKİN BLOK İÇİN İPUÇLARI

UYGUN FREKANSTA PROB KULLANIN; derin dokular için (siyatik blok gibi) düşük frekanslı prob gerekirken (konveks prob, 2-5 MHz) yüzeysel dokular için (interskalen, aksiller blok gibi) yüksek frekanslı (10-12 MHz) problar gereklidir. Yüzeysel anatomik yapıların görüntülenmesinde frekans yükseldikçe daha iyi çözünürlük elde edileceğinden lineer problar uygundur.

PROBU UYGUN AÇIDA KULLANIN; USG probunun cilt üzerindeki açısı hedef yapılardan yansıyan enerji üzerindeki en önemli faktördür. Görüntüyü en iyi duruma getirmek için cilt üzerinde farklı açılar deneyin.

YETERLİ MİKTARDA JEL KULLANIN; prob ile cilt arasında temas artefaktı oluşturmayacak yeterlilikte jel olmasına özen gösterin. Hiçbir şey USG görüntüsünü kuru bir yüzey kadar bozmaz. Steril jel kullanımında sorun varsa cilt üzerine antiseptik solüsyonu prob cilt temasını tam sağlayacak kadar sürünüz.

HEDEF UZAKLIĞI; hedef dokular ve katlar uzaklaştıkça USG görüntüsü kötüleşir, probu hastanın cildine yumuşakça bası yaparak kullanın. Derinlik ve fokus ayarınızı hedef görüntüyü optimize edecek şekilde ayarlayınız. Obez hastalarda yağ dokusunun biraz uzaklaştırılması görüntü kalitesini artırabilir.

HER BLOK İÇİN FARKLI TEKNİKLER EDİNİN VE UYGULAYIN; blok yaparken genellikle aynı yolu izleyin. Bu sizin bir standart oluşturmanızı sağlar ve doğru hedefe ulaşmanızı kolaylaştırır. Fakat USG görüntüsünde karışıklığa yol açan birçok anatomik varyasyon olabilir. Uygun anatomik yapıyı belirleyebilmek hedefin olabileceği sahayı daraltarak size yardımcı olacaktır. Hedefe ulaşırken kullanabileceğiniz farklı teknikler yapacağınız blok için en uygun planı yapmanızı sağlar.

HASTALAR AYNI DEĞİLDİR; anatomik varyasyonlara hazırlıklı olun ve ilk etapta siniri bulmaya kilitlenmeyin. Önce görüntünün tmündeki anatomik yapıları gözden geçirin ve hedefi belirlemeye yardımcı anatomik yapıları belirleyin. Siniri lokalize edin.

BLOK İÇİN VÜCUDUNUZU DENGELİYİN; oturarak çalışmayı tercih edin. Uzayan işlemlerde vücudunuzun dengeli ve yorgun olmaması önemlidir. Doğru görüntüyü bulduğunuzda ön kolunuzu ve probu tutan elinizi dayayarak sabitleyin ki görüntü kaymalarını engelleyebilesiniz.

YAPILARI GÖZDEN KAÇIRMAYIN; hedefi belirlediğinizde ponksiyon yaparken görüntüyü kaybetmeyin ve emin değilseniz hedefi tekrar bulmaya çalışın.

- Gerekirse ortamın ışıklarını azaltarak ya da kazancı azaltarak görüntüyü netleştirin.

- Görüntülemeye hedef dokunun derinliğinden en az 2 cm daha derin olacak şekilde başlayın ve hedef dokuyu belirlediğinizde derinlik ve kazanç ayarlarını hedefi optimize edecek şekilde ayarlayın.

- Anatomik yapıları belirlemede sorun olduğunda probu normalden daha hızlı ileri geri hareket ettirmek bazen beynin durağan resimde ayırt edemediği ayrıntıları hareketli görüntüde ayırt etmesini sağlar.

- Hedef doku belirlendiğinde renkli veya akım doppler kullanmak komşu damarsal yapıları ortaya koyar, aberan veya sinirlerin arasına saklanmış damarların görülmesini sağlar.

- İğneyi proba yakın ve mümkün olan en dar açıda kullanın ki iğnenin hareketleri veya doku deformasyonu görülebilsin.

- Düzlem içi veya dışı yaklaşımda iğnenin ucunu ekranda görmeye çalışın.

EL-GÖZ-EL KOORDİNASYONU; ponksiyon sonrası dikkatinizi USG ekranında yoğunlaştırın. İki elinizi aynı zamanda hareket ettirmeyin ve iğne sabit prob hareketli ya da prob sabit iğne hareketli olmalıdır.

ACELECI GİRİŞİMDEN KAÇININ; bloklar için tanımlanmış her türlü hata ve komplikasyonun gerçekleşmesine neden olabilir.

İĞNE UCUNUN KONUMUNDAN EMİN OLUN

ENJEKSİYON ÖNCESİ TEST;

- Lokal anestezi enjeksiyonunda sık aspirasyon yapın.
- Lokal anesteziğin dağılımını eş zamanlı görün, göremiyorsanız enjeksiyonu durdurun.
- Yavaş enjeksiyon yapın.
- İntranörol enjeksiyondan kaçınmaya özellikle dikkat edin.
- Enjeksiyonda lokal anesteziğin sinir etrafında dağılımında yetersizlik görülüyorsa iğne ucu tekrar konumlandırılarak sinir etrafına yayılım sağlanmalıdır (80).

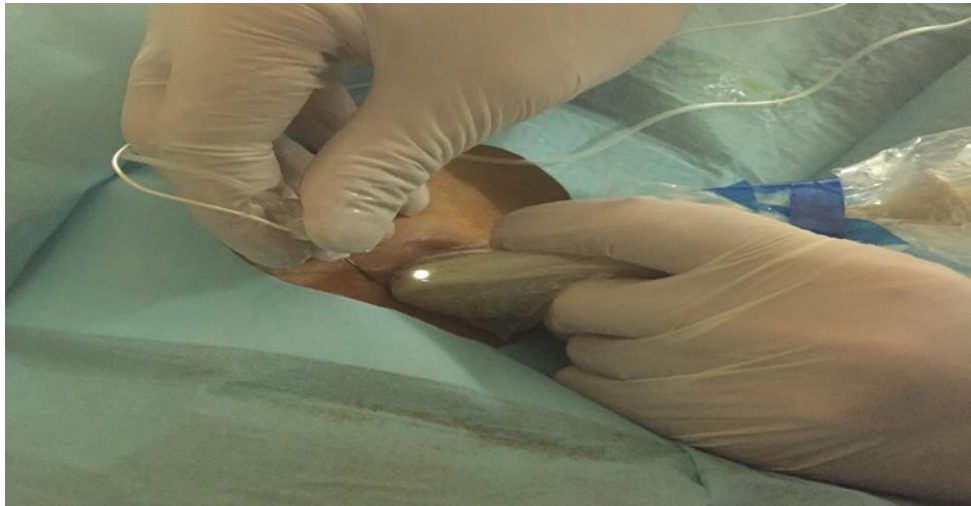
2.5.4.1.2 Rejyonel Anestezide USG Kullanımının Avantajları

- Hedef sinirlerin görüntülenmesi
- İlişkili anatomik yapıların görüntülenmesi

- İğnenin görüntülenmesi
- Başarı oranının artması
- Blok uygulama süresinin kısalması
- Lokal anestezi dozlarının azalması
- Komplikasyonların azalması
- Nörostimülasyondan kaçınılması
- Hasta konforunun artması
- Blokların daha hızlı başlaması
- Blok etki süresinin uzaması
- Blok uygulama yerlerinde çeşitlilik (81)

2.5.5 İğne ve Prob Kullanım Yöntemleri

USG eşliğinde yapılan rejyonal anestezi için yalıtılmış iğne, tuohy iğne, spinal iğne veya enjektör iğnesi kullanılabilir ancak pratikte genelde özel yalıtılmış sinir stimulatörü iğneleri kullanılmaktadır. Kliniğimizde de rejyonal bloklar USG eşliğinde periferik sinir stimulatörü ile yalıtılmış iğneler kullanılarak uygulanır (Resim-2).



Resim-2: Ultrason rehberliğinde periferik sinir bloğunun uygulanması

İdeal iğnenin özellikleri şunlardır:

- a) İğnenin, özellikle uç kısmının iyi görüntülenebilmesi,
- b) Tüm açılardan iyi görülebilmesi,
- c) Tüm dokularda uygulanabilmesi,
- d) İğnenin dış sınırlarının görüntüsünün kesin olması,
- e) Akustik gölgelenme yapmaması,
- f) Düşük artefakt oluşturmaması,
- g) İğnenin çevreleyen dokudan çok iyi ayırt edilebiliyor olması (82-83).

USG ile görüntülemelerde prob 3 temel hareket ile kullanılmalıdır:

1.Probun kayan hareketleri; probun uzunlamasına hat üzerinde kaydırılmasını ifade eder, prob ile sinir kısa aks veya uzun aks boyunca görüntülenebilir.

2.Rotasyon hareketi; probun eksenini üzerinde saat yönü veya saat yönüne ters yönde döndürülmesini ifade eder. Hedefteki sinir veya blok iğnesinin uzun aksının bulunmasını sağlar.

3.Açılama hareketleri; probun sağ veya sol yönde açıldırılmasını, eğilmesini ifade eder.

Rejyonal anestezide görüntüleme yapılırken USG’de elde edilen görüntü ya iğnenin kesitsel olarak görüldüğü kısa aks görünümü ya da iğnenin longitudinal olarak görüldüğü uzun aks görünümü şeklinde olur. Her iki görünümün de kendine özgü avantajları vardır, ancak genellikle iğne uygulanan yöntemlerde iğneyi ciltten geçirirken sinirin görüntü içerisinde tutulması daha kolay olduğundan dolayı uzun aks tercih edilmektedir (84).

Artefaktlar: Artefakt, işlem sırasında kullanılan inceleme elemanlarından kaynaklanan, görüntüdeki herhangi bir bozulma veya hata olarak adlandırılabilir. Görüntü artefaktları planlanan işlemde ciddi sorunlara yol açabilmektedir.

En önemli görüntüleme artefaktları şunlardır:

Akustik: Yansıtma oranı yüksek yüzeyler (kemik gibi) neredeyse bütün ses dalgalarının tamamına yakını yansıtarak derindeki yapıların üzerinde bir gölge oluştururlar. Bir dokunun indirgeme katsayısının kendinden daha derinde olana göre daha fazla olması sebebi ile daha derindeki dokunun normalden daha hipoekoik görünmesine akustik gölgelenme adı verilir. Genellikle kemiğin altında yer alan yapılar görüntülenirken akustik gölgelenmeye rastlanır.

Anatomik: Anatomik artefaktlar normal veya aberran doku yapılarıdır. Bu yapılar hedef sinire benzerler ve sıklıkla uygulayıcının hedefini karıştırmasına sebep olurlar. En sık görülen anatomik artefaktlar; tendon ve kaslar, kan damarları ve lenf nodlarıdır. Doku ayırt edilemediğinde şu yöntemler denenebilir;

1. Sinirin tahmin edilen anatomik seyri boyunca izlenmesi,
2. Hedefi doğrulamak için sinir stimulatörü kullanılması.

Brakiyal pleksus bloğunda bilgisayarlı tomografi (CT), floroskopi gibi görüntüleme yöntemleri denenmektedir. Blok başarısının yüksek olduğu bildirilmektedir (85-89).

2.6 Brakiyal Pleksus Blokları

1. İnterskalen yaklaşımla brakiyal pleksus bloğu
2. Supraklavikular yaklaşımla brakiyal pleksus bloğu
3. İnfraklavikular yaklaşımla brakiyal pleksus bloğu
4. Aksiller yaklaşımla brakiyal pleksus bloğu

2.6.1 İnterskalen Blok

Omuz, proksimal humerus ve klavikulanın cerrahisinde anestezi ve analjezi sağlamak en önemli endikasyonudur. C5-C6 kök seviyesinde uygulanmaktadır. Klasik interskalen blok C8 ve T1 köklerini bloke edememesinden dolayı, ulnar sinirin duyu dalların olan medial antebrakial kutanöz sinir ve medial brakiyal kutanöz sinir bloke edilemez ve bundan dolayı el cerrahisinde kullanılamaz.

Anatomik işaret noktaları:

1-Klavikula

2-Sternokleidomastoid kasın klavikuler başın posterioru

3-Eksternal juguler ven

4-Krikoid kıkırdak

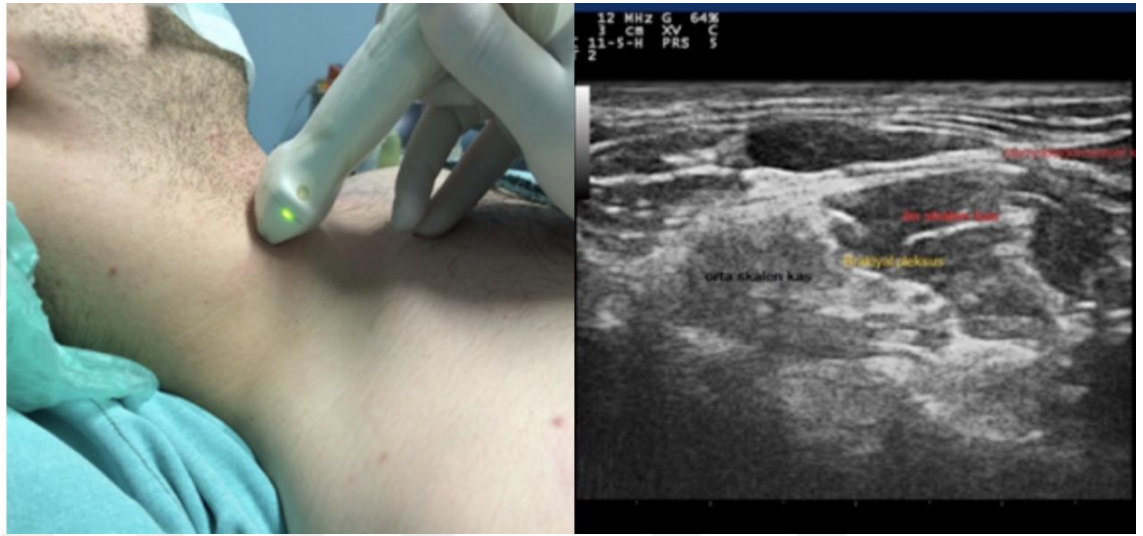
İnterskalen aralık sternokleidomastoid kasının klaviküler başı ile eksternal juguler venin arasındadır. C6 seviyesindeki krikoid kıkırdağın hizasından çizilen yatay çizgi interskalen aralıktan geçer ve bu noktanın 2-3 cm aşağısı interskalen blok uygulaması için anatomik giriş noktasıdır (Resim-3).

Blok için iğne cilde dik gelecek şekilde girilir sinir stimülatörü 0,6-0,8 mA/2 Hz akıma ayarlanır ve asla sefale doğru yönlendirilmeden kaudale doğru anterior veya posterior düzlemde ilerletilmelidir. Brakiyal pleksus yüzeysel olduğu için iğne yavaşça ilerletilmelidir. Ciltten yaklaşık 2 cm ileride brakiyal pleksus yanıtı olan pektoral kas, deltoid kas, triceps, biceps, ön kolda kas kontraksiyonları alınmalıdır. Yanıt alındıktan sonra stimülatör 0,4 mA ayarlanır ve yanıt alınmaya devam ediliyorsa negatif aspirasyonla 30-40 ml lokal anestezi enjeksiyonu yapılır (90).



Resim-3: Sinir stimülasyonu tekniği ile interskalen blok (91)

Ultrason eşliğinde blok uygulamasında hastanın başı blok yapılacak tarafın karşısına çevrilir. Ultrason probu krikoid kıkırdak hizasından karotis arter görülene kadar laterale yönlendirilir ve karotis arter bulunduktan sonra anterior ve midle skalen kaslar arasında brakiyal plexus bulunur. Buraya lokal anestezi enjekte edilir (Resim-4).



Resim-4: Ultrasonografi tekniği ile interskalen blok (91)

Komplikasyonlar:

1-Hematom: İntravasküler girişim sonrası oluşur.

2-Sistemik lokal anestezi toksisitesi: İstenmeden damar içi enjeksiyon veya lokal anesteziklerin basınçlı verilmesi sonrası küçük venlerden sistemik dolaşıma katılmasıyla oluşur.

3-Sinir hasarı: Basınçlı lokal anestezi verilmesi sonrası oluşur. Hasta ağrı hissettiği an lokal anestezi enjeksiyonu durdurulmalıdır.

4-Total spinal anestezi: 0,2 mA den daha düşük akımlarda yanıt alınması ile dural kılıf içine enjeksiyon olasılığı artar ve bunu önlemek için iğne 0,4 mA de yanıt alacak şekilde geri çekilmelidir.

5-Horner sendromu: Stellat gangliyon bloke edilmesine bağlı olarak ipsilateral pitozis, konjunktivada hiperemi, nasal konjesyon görülür.

6-Diyafram paralizi: Frenik sinirin bloke edilmesine bağlı olarak oluşur.

7-Ses kısıklığı: Rekürren larengeal sinirin bloke edilmesine bağlı olarak oluşur (92).

2.6.2 Supraklavikular Blok

Omuz dışındaki tüm üst ekstremit  cerrahisinde uygulanır. Blok distal trunkuslar ve divizyonlar seviyesinden uygulandığı için kolun üst dış kısmının duyusunu alan T2 dermatomu dışında anestezi sağlar. Kolay uygulanılabilirliğinden ve yüksek başarı oranlarından dolayı “ st ekstremitenin spinal anestezisi” denilmektedir.

Anatomik işaret noktaları:

1-Klavikula

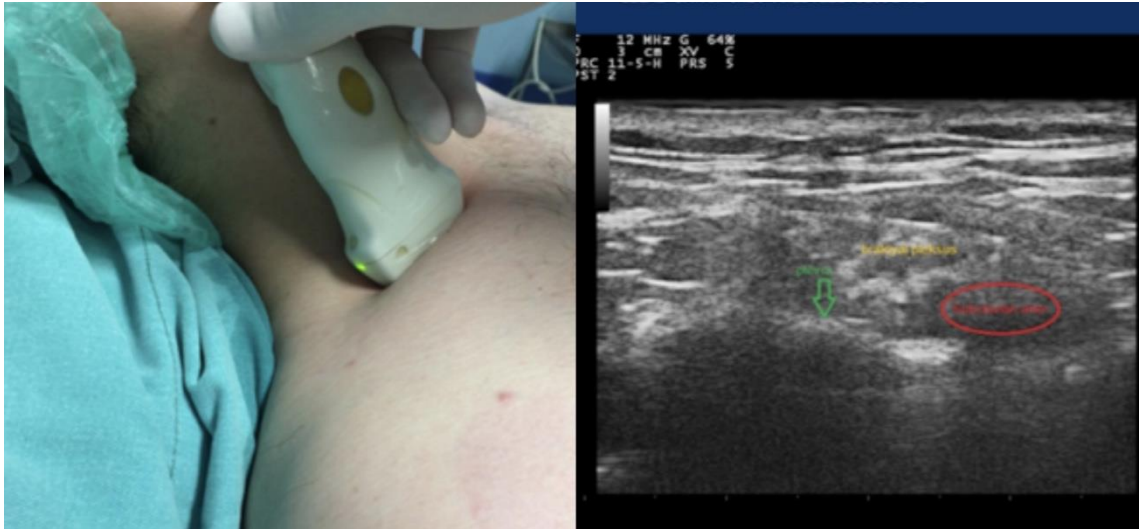
2-Sternokleidomastoid kasın lateral başı

Sternokleidomastoid kasın klavikulaya yapıştığı yer, 1.kostanın klavikulayı çaprazladığı ve dolayısıyla plevranın kubbesinin geçtiği yerdir. Bu blokda sık görülen pnömotoraks riskini azaltmak için, işaretlenen noktanın 2 cm latereline ve 2 cm sefaline giderek iğne giriş noktasını işaretlenir. Iğne anteroposterior düzlemde cilde dik olarak hafif kaudale doğru ilerletilir ve yaklaşık 1 cm derinlikte üst trunkus cevabı olan omuz kas kontraksiyonları alınınca iğne orta hatta paralel olarak kaudale doğru yönlendirilir. Alt trunkus yanıtı olan parmaklarda kontraksiyon alınınca lokal anestezi uygulanır ve alt trunkusa enjeksiyon yapmak bloğun başarisını arttırır (Resim-5) (93).



Resim-5: Sinir stimölasyonu tekniği ile supraklavikular blok (91)

Ultrasonla blok için hasta yarı oturur pozisyonda baş blok yapılacak tarafın karşısına çevrilir ve hastadan blok yapılacak taraftaki kolunu dizine uzatması söylenerek supraklavikular çentikten subklaviyan arter ve etrafındaki brakiyal pleksus görüntülenince lokal anestezi verilir (Resim-6) (94).



Resim-6: Ultrasonografi tekniği ile supraklavikular blok (70)

Komplikasyonlar:

- 1- Hematom
- 2- Sistemik lokal anestezi toksisitesi
- 3- Sinir hasarı
- 4- Horner sendromu
- 5- Total spinal blok: nadir
- 6- Ses kısıklığı
- 7- Diyafram paralizi
- 8- Pnömotoraks (92)

2.6.3 İnfraklavikular Blok

Kolun proksimalinin mediali ile omuz hariç tüm üst ekstremitte cerrahisinde anestezi sağlar. Kordlar seviyesinde blok yapılır.

Anatomik işaret noktaları:

- 1-Korokoid çıkıntı

Blok infraklavikular fossa içinde kordlar seviyesinde uygulanır ve klavikula yakın daha proksimalde uygulanırsa divizyonlar seviyesinde de blok yapılabilir. İnfraklavikular fossa önde pektoralis majör ve minör kası, üstte klavikula ve korokoid çıkıntı, medialde kotlar, lateralde ise humerus ile sınırlanmıştır (Resim-7).

Blok için korokoid çıkıntı palpe edilir. Bu noktanın 2cm mediali ve 2 cm kaudali olan nokta işaretlenir ve iğne bu noktadan cilde dik olarak girilir. Önce lokal kasılması olan pektoral kasların kontraksiyonları gözlenir. İğne daha derine gönderildiğinde biceps kasının inervasyonlarını sağlayan muskulokutanöz kas sinir uyarısı olur. İdeal infraklavikular blok için parmaklarda ekstansiyon yanıt gözlenmeli ve stimülatörde 0,5mA akım ile kontraksiyonların alındığı noktadan lokal anestezi uygulanmalıdır (95,96).



Resim-7: Sinir stimölasyonu tekniği ile infraklavikular blok (91)

Ultrason eşliğinde blok için hastanın başı blok yapılacak tarafın karşısına kol abduksiyonda el bileği fleksiyonda olarak pozisyon verilir. Prob korokoid çentiğin yanına konur ve subklavian arter görüntülenir. Blok için arterin 8 hizasına posterior korda lokal aneztezik enjekte edilir (Resim-8).



Resim-8: Ultrasonografi tekniği ile infraklavikular blok (70)

Komplikasyonlar:

- 1-Hematom
- 2- Sinir hasarı
- 3- Sistemik lokal anestezik toksisitesi
- 4-Pnomotoraks (92)

2.6.4 Aksiller Blok

Brakiyal pleksus bloğu değil terminal dallarının bloğudur. El, el bileği ve dirsek cerrahisi için kullanılır.

Anatomik işaret noktaları:

- 1-Aksiller arter
- 2-Korokobrakial kas
- 3-Pektoralis majör kası

Kol 90 derece abduksiyonda iken aksiller artere yerleşimine göre; median sinir yüzeysel ve artere göre lateralde, ulnar sinir median sinire göre derinde ve arterin medialinde, radial sinir arterin derininde, muskulokutanöz sinir arterin üstünde ve aksiller fossadan yaklaşık 3cm uzaklıkta bulunabilir (Resim-9).



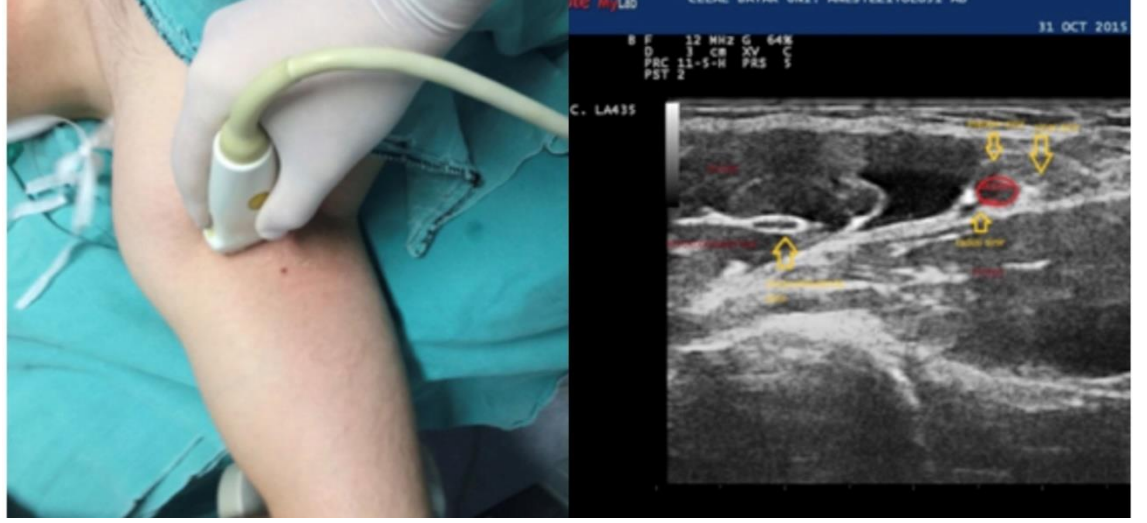
Resim-9: Sinir stimülasyonu tekniği ile aksiller blok (91)

Muskulokutanöz sinir; lateral kordun terminal dalı olup korokobrakial kası delerek biceps ile brakial kasların arasında geçer ve kubital fossada ön kolun lateral kutanöz siniri olarak devam eder. Ulnar sinir; medial kordun uç dalı olup aksiller arter ile beraber seyrederek kolun ortasında arterden ayrılır ve medial epikondilin arkasında ön kola girer. Median sinir; lateral ve medial korddan köken alırken radial sinir; posterior kordun terminal dalıdır (97).

Aksiller arter palpe edilir. Cilt altı mesafeyi azaltmak için cilt gerdirilip bastırılır. İğne nabızın altından brakial pleksus uyarısı gözlenene kadar yaklaşık 1-2 cm ilerletilir, el bileğinde ve parmaklarda ekstansiyon gözlemlenince radial yanıt alınmış olur ve lokal anestezi uygulanır. İğne tekrar cilde çekilir ve arterin üstüne doğru yönlendirilir ve parmaklarda fleksiyon yanıt belirince median sinir yanıtı alınmış olur ve lokal anestezi uygulanır.

Ulnar sinir için iğne biraz daha derine yönlendirilir ve el bileğinde ulnar deviasyon görüldüğünde lokal anestezi uygulanır. Muskulokutanöz sinir, brakial pleksusu proksimalden terk ettiği için her zaman bloke olmayabilir ve ayrıca blok yapılması gerekebilir. Bunun için aksiller arter palpe edildikten sonra iğne korokobrakial kasa doğru dik olacak bir şekilde yönlendirilir. Lokal kas kontraksiyonlarından sonra biceps kasında güçlü kasılma yanıtı elde edilince lokal anestezi uygulanır (98).

Ultrasonla blok için kol 90 derece abduksiyona getirilir. Kola çok fazla abduksiyon yapılması brakial pleksusu gerebilir. Prob pektoral kasın humerusa yapıştığı yerin altına biceps ve triceps kaslarının arasında hareket ettirilir ve aksiller arter vizüalize edildikten sonra çevresinde ulnar median ve radial sinir bloke edilir. Muskulokutanöz sinir biceps ve korokobrakial kas arasında iğsi biçimde görülür ve bu sinirin ayrıca bloke edilmesi gerekmektedir (Resim-10) (94).



Resim-10: Ultrasonografi tekniği ile yapılan aksiller bloğun USG görüntüsü

Komplikasyonlar:

- 1-Hematom
- 2-Sistemik lokal anestezi toksisitesi
- 3-Sinir hasarı (92)

2.7 Perfüzyon İndeksi (PI) Ölçümü

Masimo puls oksimetre tarafından ölçülen periferik dokulardaki pulsatil arteriyel akımının (AC) nonpulsatil (statik) kan akımına (DC) oranı ($AC/DC \times 100$) şeklinde hesaplanır. Periferik Pİ gösteren monitörler, yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir. 0.02 den 20 ye kadar değerler verir ve normal ortalama değeri 1.4 tür. Pİ sayesinde non invaziv ve sürekli olarak pulse oksimetre aracılı periferik perfüzyonu takip edilebilmektedir (Resim-11) (99,100).



Resim 11: Perfüzyon İndeksi Ölçümünü Sağlayan Cihaz

Periferal vazomotor tonus hakkında da bilgi verir ve Pİ değeri düştükçe yüksek periferik tonus varken, yükseldikçe düşük vazomotor tonus vardır. Bu da bize genel veya spinal-epidural anestezinin başarısını (Pİ'deki artış ile) ve bunların sonucu oluşabilecek hipotansiyon için erken dönemde öngörü olanağı sağlar. Bunu açıklamak gerekirse yüksek Pİ olanların vazomotor tonus azalmıştır ve bunun sonucu olarak spinal blok sonrası hipotansiyon gelişme riskleri fazladır. Yapılan çalışmada bu eşik değerin 3.5 olduğu ortaya konmuştur. (duyarlılık %81 – özgüllük %86) (101). Yine başka açıdan bakarsak genel anestezi için anestezi ilaç indüksiyonu yapıldıktan sonra periferik perfüzyonda artış yani Pİ'de artış görülür ki bu da bize genel anestezinin başarısı hakkında bilgi verir (102,103).

Aynı şekilde bu spinal, epidural, periferik sinir bloklarının başarılı olup olmadığı konusunda bize yol gösterir (104,105). Ayrıca santral hipovolemi durumunda bize bilgi verir ve daha kardiyak dekompresyon başlamadan erken dönemde santral hipovolemiyi tanımamızı sağlar.

Perfüzyon indeksi yatan hastalarda hastalığın ciddiyetini belirlemek için de kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada yenidoğanlarda hastalık ciddiyetini belirlemek için noninvaziv ve kolay uygulanabilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir (106,107).

Ağrılı hastalarda ağrının varlığını göstermede nonvaziv bir gösterge olarak fonksiyon görmektedir. Perfüzyon indeks pulseoksimetre probunun yerleştirileceği bölgeyi seçmede bize yardımcı olur ve yüksek Pİ değerleri o bölgede perfüzyonun iyi olduğunu göstererek probun yerleştirilmesi açısından bu bölgenin uygunluğuna dikkat çeker. Bu özellikleri ile Pİ; anestezi uygulaması sırasında ve sonrasında hasta takibinde son derece değerli bilgiler vermektedir. Böylelikle bu durumlara erken müdahale imkanı tanımaktadır. Anestezi altında (genel-spinal-epidural anestezi, periferik sinir bloğu) cerrahi müdahale alan hastaların hem takibinde hem de anestezinin başarısını değerlendirmede, yoğun bakım ünitelerinde (yetişkin, pediatrik, yenidoğan) hasta takibinde, çocuk, yenidoğan hasta takiplerinde, ağrı merkezlerinde klinik olarak kullanılan Pİ; implante edilen organların kan dolaşım fonksiyonlarını değerlendirme, travma hastalarında volüm durumunun değerlendirilme, kardiyopulmoner bypass sonrası periferik perfüzyonun tekrar sağlanma durumlarında gelecekte aktif şekilde kullanılması yönünde çalışmalar mevcuttur (99, 108, 109).

3.MATERYAL VE METOD

Bu araştırma; prospektif, klinik ve gözlemsel tipte bir çalışmadır.

Etik kurul onayı ve hastaların onamı alındıktan sonra Adıyaman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde el, el bileği ve ön kol cerrahisi geçirecek olan ASA (American Society of Anesthesiologists) I-II grubuna giren 18-65 yaş arası 50 hasta çalışmaya alındı.

Örneklem sayısını belirlemek amacıyla G*Power (v3.1.9) programı kullanılmıştır. Daha önce yapılmış bir çalışmadan elde edilen “perfüzyon indeksleri ortalama değerleri” baz alınarak etki büyüklüğü 0.8 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın gücü %95, etki büyüklüğü 0.8 ve α hata 0.05 olarak alındığında örneklemde en az 20 hastanın olması gerektiği hesaplanmıştır. Ancak ROC analizi yapmak için gerekli en az örneklem büyüklüğünün 50 olması nedeniyle araştırma grubuna 50 hasta dahil edilmiştir.

Çalışmaya dahil olmak istemeyen hastalar, blok uygulanmasını kabul etmeyen hastalar, brakial pleksus bloğunun kontrendike olduğu hastalar, kooperasyon kurulumayanlar, diabetes mellitusu olanlar, periferik arter hastalığı olanlar ile ASA III-IV-V grubu hastalar çalışma dışı olarak kabul edildi. Anestezik işlemler aynı anesteziist tarafından gerçekleştirildi.

Hastaların demografik verileri (yaş, boy, kilo, cinsiyet) ve ASA risk grupları kaydedildi. Bu çalışma COVID-19 pandemisi sürecinde yapıldığı için hastalar bu açıdan sorgulandı, hem hasta açısından hem de ameliyathane çalışanları açısından gerekli önlemler alındı.

Hastalar 21-24 C ısıya sahip işlem odasına alındı. Hastaların blok uygulanmadan önce elektrokardiyografi (EKG), kalp atım hızı (KAH), işlem yapılmayacak olan koldan non-invaziv arter basıncı (NİAB) ve periferik oksijen saturasyonu (SpO₂) değerleri monitörize edildi. Operasyon planlanmayan koldan 20 Gauge intraket ile damar yolu açılarak 10 ml/kg/saat dozunda kristalloid infüzyonu başlandı. Hastalara intravenöz (i.v) 0,01 mg/kg midazolam (Zolamid 5mg/5ml, Defarma, Türkiye) ve 0,5 mikrogram/kg fentanil (Talinat 0.5 mg/10ml, Vem İlaç,

Türkiye) premedikasyonu uygulandı. Hastaların hepsine blok işlemi ve operasyon süresince yüz maskesi ile 2-4 litre/dakika (L/dk) oksijen verildi. Perfüzyon indeksi (PI) ölçümü yapabilmek için blok uygulanacak kola daha sonra diğer kola pulse oksimetre sensörü (RZ-25 yetişkin sensörleri Masimo SET® Radical™ pulse oximeters; Masimo Corp, Irvine, CA USA) takıldı. Bu da Rad-7™ Pulse CO-Oximetre cihazına bağlandı. Başlangıç değerleri kaydedildikten sonra aksiller blok uygulamasına geçildi.

Hastalar supin pozisyonunda yatarken, başları blok yapılacak tarafın karşı tarafına çevrildi. Blok uygulanacak kol abduksiyon ve dış rotasyona, ön kol fleksiyon ve supinasyona getirildi. Blok işlemi için hastanın baş tarafına geçildi. Enjeksiyon yapılacak bölgenin temizliği povidin iyot ile yapıldı. Blok öncesi Siemens marka USG cihazının lineer prob üzerine jel sürülerek steril naylon kılıf ile kaplandı. Blok sahası steril olarak örtüldükten sonra 1 cc %2 lidokain (Jetmonal %2, 20mg/ml, Adeka, Türkiye) ile lokal anestezi yapıldı. İşlem yapılacak bölgeye de steril jel sürülerek USG ile uzun aks (in-plane) görüntü elde edilmesi planlandı. Daha sonra ultrason cihazı ile birlikte nörostimulatör (StimuplexDig®, B-Braun, Germany) kullanılarak 22G 50 mm elektrik kaçağına karşı izole edilmiş iğne ile brakiyal pleksusun terminal dalları (mediyan, ulnar, radyal ve muskulokutaneus) motor yanıtı 0,2-0,8 mA'lık elektriksel uyarı verilerek değerlendirildi. Parmakların ya da el bileğinin ekstansiyonu radyal sinir için, ikinci ve üçüncü parmakların fleksiyonu median sinir için, dört ve beşinci parmakların fleksiyonu ya da yumruğun addüksiyonu ulnar sinir için ve ön kolun fleksiyonu muskulokutaneus sinir için yeterli cevap olarak değerlendirildi. Brakiyal pleksusun bu terminal dalları tespit edildikten sonra ultrason probuna dik olarak iğne ile ayrı ayrı lokal anestetik enjeksiyonu yapıldı. İlaç enjeksiyonları negatif aspirasyon testi yapılarak uygulandı.

Blok için; ayrı ayrı 20ml %0,5 bupivakain (Bupivacaine % 0.5, 5mg/ml Polifarma) ve 10ml lidokain hazırlandı. Tüm hastalara toplamda 30ml (20ml bupivakain+10ml lidokain) lokal anestetik kullanıldı.

Blok uygulaması tamamlandıktan 5, 10 ve 20. dakikalarda hastanın periferik oksijen saturasyonu, kalp atım hızı, noninvaziv arter basıncı ve her iki ekstremiteden ölçülen PI değerleri kayıt altına alındı. Blok uygulanan kola blok uygulandıktan üç dakika sonra dakikada bir "Pin-prick" testi ile duyu bloğu derecesi " Modifiye Bromage" skalası ile motor blok derecesi değerlendirildi. Pin-prick testinin pozitif

olduğu dakika ve bu andaki Pİ değerleri kaydedildi. Hasta Modifiye Bromage skalası ile motor blok değerlendirilerek skor-2 ve 3 olduğu dakika ve bu andaki Pİ değerleri kaydedildi. Hasta 20 dakika gözlemlendikten sonra cerrahiye verildi.

Hastaların intraoperatif KAH, SpO₂, diastolik arter basıncı (DAB) ve sistolik arter basıncı (SAB) değerleri kaydedildi. Cerrahi süre kaydedildi.

Kalp atım hızı 50 atım/dk'nın altında olması bradikardi kabul edildi. Ortalama arteriyel basınç 60 mmHg altına düştüğünde veya bazal değerin (preoperatif 3 kez ölçölmüş tansiyon ortalaması bazal kabul edildi) %20'sinden daha fazla düşmesi hipotansiyon olarak değerlendirildi. Oksijen satürasyonunun %90'nın altına düşmesi desatürasyon olarak kabul edildi. Hastalarımızda bunlar görölmedi.

“Bromage” skalası (0: Blok yok, kolunu kaldırabiliyor, 1: Motor güç azalmış ancak kol hareketli, 2: Kol hareketsiz ancak parmaklar hareketli 3: Tam blok, elde ve kolda hareket yok) kullanıldı.

“Pin-prick” testi (0: Duyu bloğu yok, 1: Dokunma hissi var, ağrı yok, 2: Dokunma hissi ve ağrı yok) kullanıldı.

3.1 Veri Analizi ve İstatistik

Veriler SPSS 21.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler için yüzde (%), ortalama (ort.) ve standart sapma (SS) değerleri kullanılmıştır. Nicel verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Simironov testi, Q-Q plot ve histogram grafikleri ile değerlendirilmiş ve normal dağılıma uygun oldukları belirlenmiştir. Grup ortalamalarını karşılaştırmak için 2 grup olması halinde bağımsız gruplarda t testi (Student's t testi) ve tek yönlü ANOVA testi yapılmıştır. Bağımsız gruplarda t testi sonucu "t değeri", tek yönlü ANOVA testi sonucu "F değeri" ve istatistiksel anlamlılığı belirten "p değeri" tablolarda gösterilmiştir.

Araştırmada blok geliştiğini gösteren "Perfüzyon İndeksi Oranı"nı belirlemek amacıyla Receiver Operating Characteric (ROC) analizi uygulanmıştır. ROC eğrisi tanı ve tarama amacıyla kullanılan bir belirtecin farklı kesim noktalarında doğru pozitiflik oranı (duyarlılık) ve yanlış pozitiflik oranı (1- özgüllük) arasındaki ilişkiyi gösteren grafiklerdir. Bu analiz ile ayrıca sensitivite (Duyarlılık), spesifite (Özgüllük) değerleri verilecektir. ROC eğrisi yardımıyla en iyi eşik değeri belirlemede duyarlılık ve seçicilik değerleri toplamının en yüksek olduğu; duyarlılık ve özgüllüğün en anlamlı olduğu düzey belirlenecektir. ROC eğrisi için Eğri Altında Kalan Alanın (EAA) >0.50 olması ve %95 güvenilirlilikle istatistiksel olarak anlamlı olması önemlidir. EAA'nın olası değerleri 0.5' ten (tanı konulamaz) 1.0'e (mükemmel tanı konulabilir) kadar değişim gösterir. EAA ne kadar büyük ise hastalığın tahmin edilmesinde test o kadar iyidir. İstatistiksel önemlilik için $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Araştırmaya dahil edilen 50 hastanın yaş ortalaması 40.6 ± 15.5 'dir. Beden kitle indeksi ortalaması 26.01 ± 3.70 'dir. Hastaların bazı tanımlayıcı özellikleri Tablo-9'da verilmiştir.

Tablo-9: Hastaların bazı tanımlayıcı özellikleri

Özellik (n=50)	Sayı	%
Yaş grubu		
18-39	28	56.0
40-49	5	10.0
50-59	10	20.0
60-65	7	14.0
Cinsiyet		
Erkek	38	76.0
Kadın	12	24.0
BKİ grubu		
Normalden zayıf	-	-
Normal	21	42.0
Hafif şişman	23	46.0
Obez	6	12.0
Sigara içme durumu		
Sigara içen	18	36.0
Sigara içmeyen	32	64.0
Toplam	50	100.0

Tablo-9'a göre hastaların %56'sı 18-39 yaş grubunda, %76'sı erkek, %46'sı hafif şişman grupta ve %36'sı sigara içmektedir.

Beden Kitle İndeksi (BKİ), beslenme durumunu gösteren bir ölçüdür. Kişinin kilogram cinsinden ağırlığının, kişinin boyunun metre (kg / m²) cinsinden karesine

bölünmesi olarak tanımlanır. Yetişkinlerde BKİ değerleri DSÖ tanımına göre sınıflandırılmıştır. BKİ'nin <18.5 olması normalden zayıf kilolu, 18.5-24.9 olması normal kilolu, 25.0-29.9 olması hafif şişman, 30 ve üzeri obezite olarak değerlendirilmiştir.

Hastaların ortalama ameliyat süreleri Tablo-10'da verilmiştir.

Tablo-10: Hastaların ortalama ameliyat süreleri

	N	Ortalama	SS
Ameliyat süresi (dakika)	50	102.7	39.8

Tablo-10'a göre hastaların ortalama ameliyat süresi 102.7 dakikadır.

Tablo-11: Hastaların ASA skoru dağılımı

ASA skoru	N	Sayı	%
1	50	20	40
2	50	30	60

Tablo-11'e göre hastaların %60'ının ASA skoru 2, %40'ının skoru 1'dir.

Hastaların ameliyat sırasında sistolik arter basınç genel ortalaması 128.04 ± 15.21 'dir. Hastaların ameliyat süresine göre sistolik arter basıncı ortalamaları arası fark Tablo-12'te verilmiştir.

Tablo-12: Hastaların ameliyat süresine göre sistolik arter basıncı ortalamaları arası fark

Sistolik arter basıncı	N	ort.± SS	F	P
0.dakika	5	133.16 ± 14.24	2.0	0.95
10. dakika	5	126.26 ± 21.28		

20. dakika	5 0	125.76 ± 12,19		
30. dakika	5 0	126.70 ± 13,24		
60. dakika	5 0	128.30 ± 12,63		
Genel	5 0	128.04 ± 15.21		

Tablo-12'ye göre hastaların ameliyat süresi ilerledikçe sistolik arter basıncı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmamıştır. Ameliyat süresince sistolik arter basıncında anlamlı değişim olmamıştır.

Hastaların ameliyat sırasında diastolik arter basınç genel ortalaması 73.56 ± 10.20'dir. Hastaların ameliyat süresine göre diastolik arter basıncı ortalamaları arası fark Tablo-13'te verilmiştir.

Tablo-13: Hastaların ameliyat süresine göre diastolik arter basıncı ortalamaları arası fark

Diastolik arter basıncı	N	ort.± SS	F	P
0.dakika	5 0	77.42 ± 10.46	2.5 1 3	0.04
10. dakika	5 0	73.42 ± 10.22		
20. dakika	5 0	71.96 ± 9.81		
30. dakika	5 0	71.92 ± 10.44		
60. dakika	5 0	73.08 ± 9.46		
Genel	5 0	73.56 ± 10.20		

Tablo-13'e göre hastaların ameliyat süresi ilerledikçe diastolik arter basıncı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmamıştır. Ameliyat süresince diastolik arter basıncında anlamlı değişim olmamıştır.

Hastaların ameliyat sırasında kalp atım hızı genel ortalaması 75.66 ± 11.69 'dir. Hastaların ameliyat süresine göre kalp atım hızı ortalamaları arası fark Tablo-14'de verilmiştir.

Tablo-14: Hastaların ameliyat süresine göre kalp atım hızı ortalamaları arası fark

Kalp atım hızı	N	ort.± SS	F	P
0. Dakika	5	79.38 ± 13.01	1.9 4	0.10 5
10. dakika	5	76.34 ± 12.27		
20. dakika	5	74.38 ± 11.16		
30. dakika	5	74.30 ± 11.20		
60. dakika	5	73.90 ± 10.20		
Genel	5	75.66 ± 11.69		

Tablo-14'e göre hastaların ameliyat süresince kalp atım hızı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmamıştır. Ameliyat süresince kalp atım hızında anlamlı değişim olmamıştır.

Hastaların ameliyat sırasında periferik oksijen saturasyonu genel ortalaması 98.55 ± 1.89 'dir. Hastaların ameliyat süresine göre periferik oksijen saturasyonu ortalamaları arası fark Tablo-15'de verilmiştir.

Tablo-15: Hastaların zamana göre periferik oksijen saturasyonu ortalamaları arası fark

Periferik oksijen saturasyonu	N	ort.± SS	Farklı grup	F	P
0. D akika	5 0	97.50 ± 2.22	30. dakika, 60. dakika	1 2.19	< 0.001
10. dakika	5 0	97.90 ± 1.88	30. dakika, 60. dakika		
20. dakika	5 0	98.58 ± 1.80	-		
30. dakika	5 0	99.32 ± 1.27	0. dakika, 10. dakika		
60. dakika	5 0	99.46 ± 1.36	0. dakika, 10. dakika		
Genel	5 0	98.55 ± 1.89			

Tablo-15'e göre hastaların ameliyat süresi ilerledikçe periferik oksijen saturasyonu ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmuştur. Ameliyat süresi ilerledikçe periferik oksijen saturasyonu ortalaması artmıştır. Periferik oksijen saturasyonu 30. ve 60. dakika ortalamaları, 0. ve 10. dakika ortalamalarından anlamlı düzeyde yüksektir.

Hastaların blok öncesinde iki ekstremitte (blok yapılan ve yapılmayan ekstremitte) arasında Pİ ortalamaları arası fark Tablo-16'da verilmiştir.

Tablo-16: Blok öncesinde iki ekstremite (blok yapılan ve yapılmayan ekstremite) arasında Pİ ortalamaları arası fark

Blok Öncesi	n	Blok yapılmayan ekstremit	Blok yapılan ekstremit	T	P
Pİ ort.±SS	5 0	3.39 ± 1.51	3.40 ± 1.55	0.0 5	0.96 4

Tablo-16'ya göre blok yapılmadan önce, her iki ekstremiteden (blok yapılan ve yapılmayan) ölçülen Pİ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Hastaların blok sonrasında 5. dakikada blok yapılan ve yapılmayan ekstremit arasında Pİ ortalamaları arası fark Tablo-17'de verilmiştir.

Tablo-17: Blok sonrası 5. dakikada blok yapılan ve yapılmayan ekstremit arasında Pİ ortalamaları arası fark

Pİ ort.±SS	n	Blok yapılmayan ekstremit	Blok yapılan ekstremit	T	P
5. dakika	5 0	3.37 ± 1.50	6.27 ± 2.53	6.9 6	<0.0 01

Tablo-17'e göre bloğun 5. dakikasında blok yapılan ve yapılmayan ekstremiteden ölçülen Pİ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Blok yapılan ekstremitde 5. dakika Pİ değeri, yapılmayan ekstremitenin Pİ değerinden anlamlı düzeyde yüksektir.

Hastaların blok sonrasında 10. dakikada blok yapılan ve yapılmayan ekstremit arasında Pİ ortalamaları arası fark Tablo-18'de verilmiştir.

Tablo-18: Blok sonrası 10. dakikada blok yapılan ve yapılmayan ekstremiteler arasında Pİ ortalamaları arası fark

Pİ ort.±SS	N	Blok yapılmayan ekstremiteler	Blok yapılan ekstremiteler	T	P
10. dakika	50	3.36 ± 1.48	8.04 ± 2.95	10. 01	<0.0 01

Tablo-18'e göre bloğun 10. dakikasında blok yapılan ve yapılmayan ekstremitelerden ölçülen Pİ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Blok yapılan ekstremitelerinin 10. dakika Pİ değeri, yapılmayan ekstremitelerinin Pİ değerinden anlamlı düzeyde yüksektir.

Hastaların blok sonrasında 20. dakikada blok yapılan ve yapılmayan ekstremitelerden ölçülen Pİ ortalamaları arasındaki fark Tablo-19'da verilmiştir.

Tablo-19: Blok sonrası 20. dakikada, blok yapılan ve yapılmayan ekstremitelerden ölçülen Pİ değerleri ortalamaları arasındaki fark

Pİ ort.±SS	N	Blok yapılmayan ekstremiteler	Blok yapılan ekstremiteler	T	P
20. dakika	50	3.35 ± 1.47	8.98 ± 3.10	11. 59	<0.0 01

Tablo-19'a göre bloğun 20. dakikasında blok yapılan ve yapılmayan ekstremitelerden ölçülen Pİ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Blok yapılan ekstremitelerinin 20. dakika Pİ değeri, yapılmayan ekstremitelerinin Pİ değerinden anlamlı düzeyde yüksektir.

Hastaların blok yapılmayan ekstremitesinde Pİ genel ortalaması 3.37 ± 1.48 'dir. Blok öncesi, 5. dakika, 10. dakika ve 20. dakika arası Pİ ortalamaları arası fark Tablo-20'de verilmiştir.

Tablo-20: Blok yapılmayan ekstremitede blok öncesi, 5. dakika, 10. dakika ve 20. dakika arası Pİ ortalamaları arası fark

Blok yapılmayan ekstremité	N	Pİ ort.±SS	F	P
Blok öncesi	50	3.39 ± 1.51	060.0	90.99
5. dakika	50	3.37 ± 1.50		
10. dakika	50	3.36 ± 1.48		
20. dakika	50	3.35 ± 1.47		
Genel	50	3.37 ± 1.48		

Tablo-20'ye göre blok yapılmayan ekstremitede; blok öncesi, 5. dakika, 10. dakika ve 20. dakika arası Pİ ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Hastaların blok yapılan ekstremitesinde Pİ genel ortalaması 6.67 ± 3.35 'dir. Blok öncesi, 5. dakika, 10. dakika ve 20. dakika arası Pİ ortalamaları arası fark Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo-21: Blok yapılan ekstremitelerde blok öncesi, 5. dakika, 10. dakika ve 20. dakika arası Pİ ortalamaları arası fark

Blok yapılan ekstremit	N	Pİort.±SS	Farklı grup	F	P
Blok öncesi	5 0	3.40 ^a ± 1.55	5.,10, 20. dakika	4 4.32	<0.001
5. dakika	5 0	6.27 ^b ± 2.53	Blok öncesi ve 20. dakika		
10. dakika	5 0	8.04 ^{b,c} ± 2.95	Blok öncesi		
20. dakika	5 0	8.98 ^c ± 3.10	Blok öncesi ve 5. dakika		
Genel	5 0	6.67 ± 3.35			

Tablo-21’e göre blok yapılan ekstremitelerde blok öncesi, 5. dakika, 10. dakika ve 20. dakika arası Pİ ortalamaları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Blok sonrası 5., 10. ve 20. dakika Pİ ortalamaları, blok öncesi Pİ ortalamasından anlamlı düzeyde yüksektir. Blok sonrası 20. dakika Pİ ortalaması, 5. dakika Pİ ortalamasından anlamlı düzeyde yüksektir.

Pin-Prick testi hastalarda ortalama 8.4 ± 2.4 dakikada pozitif olmuştur. Pin-Prick testinin pozitif olduğu Pİ değer ortalaması 7.41 ± 2.54 ’tür. ROC analizi ile duyuşal blok gelişimini belirlemede Pin-Prick testinin alternatifi olarak kullanılması amaçlanan “Pİ oranı” eşik (cut off) değeri anlamlı düzeyde saptanmıştır. Tablo-22’de duyu bloğu Pİ oranı eşik değeri ve ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo-22: Duyu bloğu Pİ oranı eşik değeri ve ROC analizi sonuçları

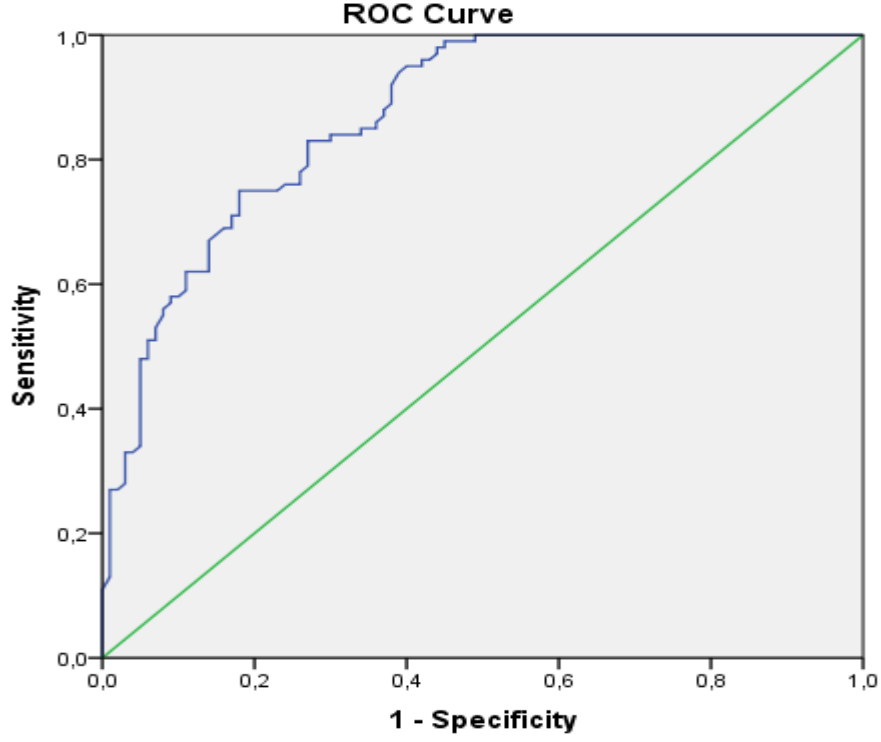
	Pİ oranının eşik (cut off) değeri	Duy arlılık	Öz güllük %	Ola bilirlik Oranı	EAA			
					%	% 95 GA	St andart Hata	P
D uyu bloğu	1.7	%8 3	%7 3	3.07	8 7.0	8 2.2- 91.7	0. 024	< 0.001

Tablo-22'ye göre duyu blok Pİ oranı eşik (cut off) değeri 1.7 kat olarak belirlenmiştir. Hastada bazal Pİ değerinin 1,7 katı Pİ değerine ulaşıldığı nokta, duyu blok geliştiğini göstermektedir. Pin-Prick testine alternatif olarak daha objektif bir yöntem olarak “1.7 X Bazal Pİ değeri” formülü kullanılabilecektir. Bazal Pİ değerinde %70 artış olması, duyu blok geliştiğini göstermektedir.

Duyu blok tespiti için Pİ oranı eşik (cut off) değeri (1.7 kat) yönteminin duyarlılığı yüksek (%83), özgüllüğü orta yüksek (%73) düzeydedir.

Olabilirlik oranının 3.07 olması testin iyi düzey olduğunu göstermektedir.

Eğri altında kalan alan %87.0 (Güven Aralığı %82.2-91.7 arası)'dır ve orta-yüksek diyagnostik doğruluk düzeyindedir. EAA istatistiksel olarak anlamlıdır. Duyu blok ROC eğrisi şekil-11'de gösterilmiştir.



Şekil-11: Duyusal blok ROC eğrisi

Modifiye Bromage skalası ortalama 7.6 ± 2.3 dakikada 2 skoruna ulaşmıştır. Modifiye Bromage skalası skorunun 2 olduğu Pİ değer ortalaması 7.27 ± 2.69 'tur. ROC analizi ile motor blok geliştiğini belirlemede Modifiye Bromage skalası alternatifi olarak kullanılacak "Pİ oranının" eşik (cut off) değeri anlamlı düzeyde bulunmuştur. Tablo-22'de Modifiye Bromage Skalası 2 olduğundaki Pİ değeri ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo-22: Modifiye Bromage Skalası 2 olduğundaki Pİ değeri ve ROC analizi sonuçları

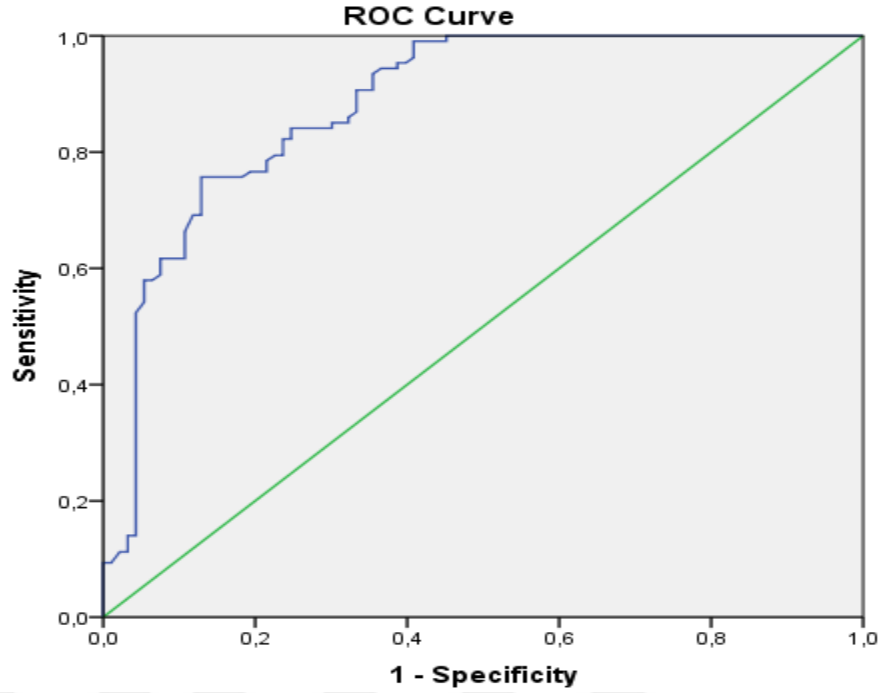
	E şik Değer (Cut Off Point)	Duy arlılık	Öz güllük	Ola bilirlik Oranı	EAA			
						% 95 GA	St andart Hata	P
Modifiye Bromage Skalası 2	1 .7	%8 2	%7 6	3.47	88.3	8 3.5- 93.1	0. 024	< 0.001

Tablo-22'ye göre Modifiye Bromage skalası-2 Pİ oranı eşik (cut off) değeri 1.7 kat olarak belirlenmiştir. Hastada bazal Pİ değerinin 1.7 katı Pİ değerine ulaşıldığı noktada Modifiye Bromage skalası-2 olmaktadır. Modifiye Bromage skalası alternatif olarak daha objektif bir yöntem olarak "1.7 X Bazal Pİ değeri" formülü kullanılabilecektir. Bu formül (1.7 X Bazal PI değeri) hem duyuşal hem kısmi motor blok için eşik Pİ oranıdır. Bazal Pİ değerinde %70 artış olması, kısmi motor bloğun geliştiğini göstermektedir.

Modifiye Bromage skalası-2 Pİ oranı eşik (cut off) değeri (1.7 kat) yönteminin duyarlılığı yüksek (%82), özgüllüğü orta yüksek (%76) düzeydedir.

Olabilirlik oranının 3.47 olması testin iyi düzey olduğunu göstermektedir.

Eğri altında kalan alan %88.3 (Güven Aralığı %83.5-93.1 arası)'dır ve orta-yüksek diyagnostik doğruluk düzeyindedir. EAA istatistiksel olarak anlamlıdır. Modifiye Bromage skalası-2 ROC eğrisi şekil-12'de gösterilmiştir.



Şekil-12: Modifiye Bromage skalası-2 ROC eğrisi

Modifiye Bromage skalası ortalama 12.6 ± 4.2 dakikada 3 skoruna ulaşmıştır. Modifiye Bromage skalası skorunun 3 olduğu Pİ değer ortalaması 9.56 ± 6.97 'dir. ROC analizi ile tam motor blok geliştiğini belirlemede Modifiye Bromage skalası alternatifi olarak kullanılacak "Pİ oranının" eşik (cut off) değeri 1.86 olarak bulunmuştur. Tablo-23'de tam motor blok ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo-23: Tam motor blok Pİ oranı eşik değeri ve ROC analizi sonuçları

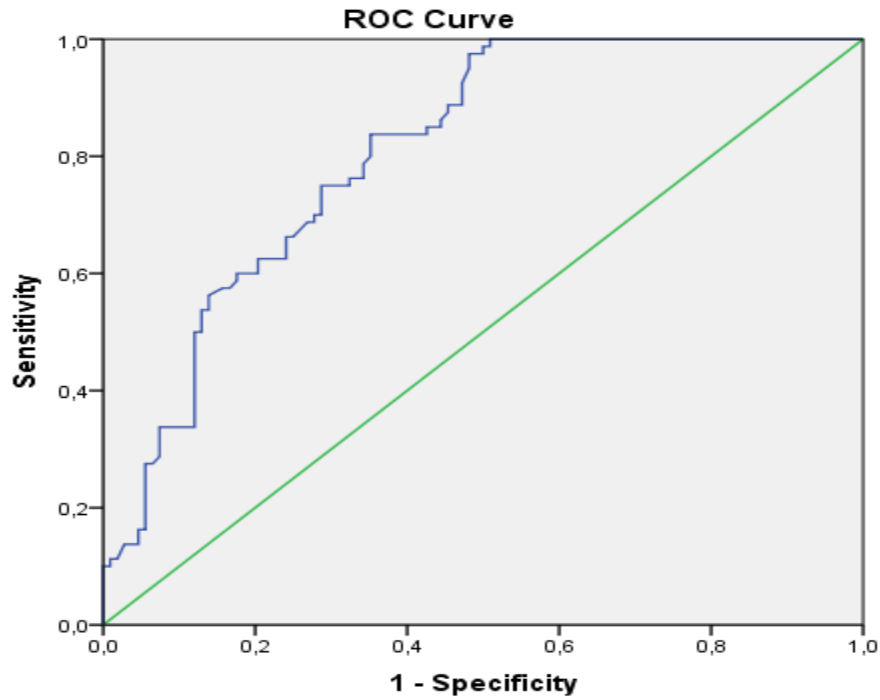
	Eşik Değer (Cut Off Point)	Duyarlılık	Özgüllük	Ola bilirlilik Oranı	EAA			
					D eğer (%)	% 95 GA	Standart Hata	P
am motor bloğu	1.9	%75	%71	2,61	80.8	74.8-86.8	0.031	< 0.001

Tablo-23'e göre motor blok Pİ oranı eşik (cut off) değeri 1.9 kat olarak belirlenmiştir. Hastada bazal Pİ değerinin 1.9 katı Pİ değerine ulaşıldığı nokta, motor bloğun geliştiğini göstermektedir. Modifiye Bromage skalası 3 olduğunda tam motor blok geliştiğini gösteren değerlendirmeye alternatif olarak daha objektif bir yöntem olarak "1.9 X Bazal Pİ değeri" formülü kullanılabilecektir. Bazal Pİ değerinde %90 artış olması, motor bloğun geliştiğini göstermektedir.

Motor blok tespiti için Pİ oranı eşik (cut off) değeri (1.9 kat) yönteminin duyarlılığı orta-yüksek (%75), özgüllüğü orta yüksek (%71) düzeydedir.

Olabilirlik oranının 2.61 olması testin orta-iyi düzey olduğunu göstermektedir.

Eğri altında kalan alan %80.8 (Güven Aralığı %74.8-86.8 arası)'dır ve orta diyagnostik doğruluk düzeyindedir. EAA istatistiksel olarak anlamlıdır. Tam motor blok ROC eğrisi şekil-13'de gösterilmiştir.



Şekil-13: Tam motor blok ROC eğrisi

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda USG eşliğinde yapılmış başarılı aksiller sinir bloklarında bloğun başarılı olduğunu gösteren perfüzyon indeksi değerlerinin (cut-off) değerini tespit etmeyi amaçladık.

Başarılı periferik sinir blokajı; sempatik liflerin bloke olmasına bağlı olarak lokal vazodilatasyon, artmış lokal kan akımı, cilt sıcaklığında bir miktar artma ve ekstremitelerde duyu kaybı şeklinde görülür. Cerrahi operasyona başlayabilmek için blokajın yeterliliğinin bu parametreler eşliğinde değerlendirilmesi gereklidir. Ancak yoğun ve soğuk bir ameliyathane ortamında, ameliyat öncesi veya sırasında blok yeterliliğini teyit etmek için bu klinik bulguların değerlendirilmesi hem zaman alıcıdır hem de objektif değildir (110).

Bu bilgiler doğrultusunda sempatik bloğa bağlı olarak bloke edilen alanda meydana gelen cilt sıcaklığı değişiklikleri araştırılmıştır. Galvin ve arkadaşlarının, aksiller blok uygulanan hastalarda blok başarısını değerlendirmek için bilgisayar destekli kızılötesi termografik kamera kullanarak sıcaklık ölçümünü inceledikleri çalışmalarında, noninvaziv bir yöntem olan bu termografi yönteminin blok başarısını belirlemede erken, objektif, yüksek özgüllük ve yüksek duyarlılığa sahip sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmada, cilt sıcaklığındaki değişiklik 5. dk'da başlamış ve 20. dk'da maksimum değer olan 4,5°C'lik artış kaydedilmiştir. Ancak yöntemin komplike olmasının ve maliyetinin fazla olmasının dezavantajlar olduğunu belirtmişlerdir (40).

Minville ve arkadaşları ise infraklavikular blok uyguladıkları hastalarda nonkontakt kızılötesi termometre kullanarak blok başarısını değerlendirmişler ve bu yöntemin ucuz, güvenilir ve başarılı bir yöntem olduğunu bulmuşlardır. İnfraklaviküler blok altında üst ekstremitte cerrahisi geçiren ardışık 30 hasta kaydedilmiş. Lokal anestezi enjeksiyonundan sonra dört ana sinir dağılım bölgesinin hepsinde cilt sıcaklığı ölçülmüş 30 dakika boyunca her 5 dakikada bir değerlendirilmiş. Başarılı bir blok, 4 ana sinir dağılım alanında (radial, ulnar, median ve muskulokütaneus) değerlendirilmiş. Cilt sıcaklığı ölçümleri, temassız bir sıcaklık probu kullanılarak yapılmış. Bu yöntem ucuz, güvenilir ve başarılı ancak yoğun ameliyathane koşullarından dolayı oldukça zaman alıcıdır (111).

Periferik blok uygulanan hastalarda Pİ kullanılarak blok başarısı değerlendirilmiştir. Galvin ve arkadaşlarının, aksiller blok ve siyatik blok uygulanan hastalarda Pİ'nin değişimini değerlendirdikleri çalışmada, her iki blok için tek enjeksiyon tekniği uygulamış, aksiller blok için 40 ml mepivakain siyatik blok için 20 ml mepivakain kullanmış ve sonuç olarak aksiller ve siyatik blok uygulanan hastalarda Pİ'nin geleneksel yöntemlere oranla, basit, erken, objektif, yüksek özgüllük ve yüksek duyarlılığa sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı çalışmada bazal değerlere göre Pİ'de 1,55 katlık artış başarılı blok olarak değerlendirilmiş ve bu değerlere aksiller blokta 10. dk, siyatik blokta ise 12. dk'da ulaşıldığı görülmüştür (40).

Kuş A ve arkadaşlarının (3) yapmış olduğu brakiyal plexus bloğunun etkisini saptamada perfüzyon indeksinin kullanışlılığı çalışmasında periferik perfüzyonun bir ölçüsü olan perfüzyon indeksinin, infraklaviküler blokajın yeterliliğinin değerlendirilmesinde güvenilir ve objektif bir yöntem olup olmadığını araştırmışlar. Pİ'de ortalama Pİ ve ortalama yüzde değişimi başlangıçtan itibaren, bloğun uygulanmasından 10, 20 ve 30 dakika sonra hesaplanmış. 10 dakikada, Pİ başlangıca göre (ortalama $\pm$ standart sapma) 120 ± 119 artış. 20. ve 30. dakikalarda, perfüzyon indeksi başlangıca göre 133 ± 125 ve 155 ± 144 artmış. Pİ 30 dakikalık gözlem süresi boyunca sürekli yükselmiş. Pİ'deki en büyük değişiklikler, blok uygulamasından 30 dakika sonra meydana geldiği, ancak Pİ'deki önemli değişikliklerin uygulamadan 10 dakika sonra meydana geldiği tespit edilmiş. Sonuç olarak perfüzyon indeksi, infraklaviküler blok başarısının bir göstergesi olarak saptanmış.

Abdelnasser ve arkadaşlarının perfüzyon indeksinin ultrason kılavuzluğunda supraklaviküler sinir bloğu başarısını tahmin etmek ve sağlamak için kullanılıp kullanılamayacağını araştırdıkları çalışmada Pİ'nin başarılı supraklaviküler sinir bloğunun değerlendirilmesi için yararlı bulmuşlardı. 1.4'ün üzerinde bir Pİ oranı, blok başarısı için iyi bir öngörü olduğu sonucuna varmışlardır (122).

Aksiller blokta bloğun oluştuğunu gösteren Pİ değerinin cut-off değerini bulmayı amaçladığımız çalışmamızda: Pin-Prick testi hastalarda ortalama 8.4 ± 2.4 dakikada pozitif olmuştur. Duyusal blok Pİ oranı eşik (cut off) değeri 1.7 kat olarak belirlendi. Bazal Pİ değerinde %70 artış olması, duyusal bloğun geliştiğini

göstermektedir. Duyusal blok tespiti için Pİ oranı eşik (cut off) değeri (1.7 kat) yönteminin duyarlılığı yüksek (%83), özgüllüğü orta yüksek (%73) düzeydedir. Olabilirlik oranının 3.07 olması testin iyi düzey olduğunu göstermektedir. Eğri altında kalan alan %87.0 (Güven Aralığı %82.2-91.7 arası)'dır ve orta-yüksek diyagnostik doğruluk düzeyindedir. EAA istatistiksel olarak anlamlı idi.

Modifiye Bromage skalası ortalama 7.6 ± 2.3 dakikada 2 skoruna ulaşmıştır. Modifiye Bromage skalası-2 Pİ oranı eşik (cut off) değeri 1.7 kat olarak belirlendi. Hastada bazal Pİ değerinin 1.7 katı Pİ değerine ulaşıldığı noktada Modifiye Bromage skalası-2 olmaktadır. Bazal Pİ değerinde %70 artış olması, kısmi motor bloğun geliştiğini göstermektedir. Modifiye Bromage skalası-2 Pİ oranı eşik (cut off) değeri (1.7 kat) yönteminin duyarlılığı yüksek (%82), özgüllüğü orta yüksek (%76) düzeydedir. Olabilirlik oranının 3.47 olması testin iyi düzey olduğunu göstermektedir.

Eğri altında kalan alan %88.3 (Güven Aralığı %83.5-93.1 arası)'dır ve orta-yüksek diyagnostik doğruluk düzeyindedir. EAA istatistiksel olarak anlamlı idi.

Modifiye Bromage skalası ortalama 12.6 ± 4.2 dakikada 3 skoruna ulaşmıştır. Tam motor blok Pİ oranı eşik (cut off) değeri 1.9 kat olarak belirlenmiştir. Hastada bazal Pİ değerinin 1.9 katı Pİ değerine ulaşıldığı nokta, motor bloğun geliştiğini göstermektedir. Bazal Pİ değerinde %90 artış olması, motor bloğun geliştiğini göstermektedir. Tam Motor blok tespiti için Pİ oranı eşik (cut off) değeri (1.9 kat) yönteminin duyarlılığı orta-yüksek (%75), özgüllüğü orta yüksek (%71) düzeydedir. Olabilirlik oranının 2.61 olması testin orta-iyi düzey olduğunu göstermektedir. Eğri altında kalan alan %80.8 (Güven Aralığı %74.8-86.8 arası)'dır ve orta diyagnostik doğruluk düzeyindedir. EAA istatistiksel olarak anlamlı idi.

Eskin MB ve arkadaşları üst ekstremitte cerrahisi geçirecek olan, ASA skoru I veya II olan 18-60 yaş arası 60 hastaya eşit sayıda supraklavikular, interskalen ve infraklavikular blokaj uygulayıp Pİ değerlerini gözlemlemiştir. Başlangıçta, 10. 20. ve 30. Dakika ve anestezi sonrası bakım ünitesinde Pİ değerleri non-invasif olarak ölçülmüş. Tüm hastalarda başarılı bir brakiyal plexus blokajından sonra Pİ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir. İlk tespit edilen değerlere göre, Pİ'deki ortalama değişim oranı, interskalen grubunda, supraklavikular ve infraklavikular gruplara göre anlamlı derecede yüksek ($p < 0,001$) bulunmuş. Pİ, brakiyal plexus blokajının başarısının belirlenmesinde invazif olmayan standart bir izleme yöntemi

olarak kullanılabilirliği gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, bir supraklavikular ve infraklavikular bloklara kıyasla perfüzyon arttırıcı özelliklerinden dolayı doku perfüzyonunda bir artışın istendiği ameliyatlar için inteskalen blokaj tercih edilebilir (112).

Rejyonal anestezi pratiğinde kullanımı artan USG ile sağlanan görsel rehberlik sinir lokalizasyonunun yanı sıra, iğne yerinin, ilaç dağılımının ve önemli anatomik komşulukların da görüntülenebilmesine olanak sağlamıştır (56). Biz de çalışmamızda aksiller bloğu USG ve periferik sinir stimülatörü (PSS) eşliğinde yaptık. USG kullanımı ile anatomik işaret noktaların bulunması daha kolay olmaktadır. Uygulayıcı, USG kullanımında deneyim kazandıkça, bloğun başarı oranı artar, blok başlangıç zamanı kısalır, yan etkiler ve lokal anesteziik volümü azalır. Böylece bloğun kalitesi artar, ek anesteziik ve analjezik ihtiyacı azalır (114-116). Çalışmamızda USG kullanmamızın amacı; anatomik yapıların (doku, damar, kas ve tendonlar) ve sinirin yerleşiminin direkt görüntülenmesi, enjeksiyon yapılırken lokal anesteziik ajanın yayılımının direkt görüntülenmesi ve bu görüntüleme sayesinde iğnenin yanlışlıkla yer değiştirmesinin önlenmeye çalışılmasıdır. Ayrıca lokal anesteziik dozunu azaltarak toksisite riskini azaltmak, daha uzun ve kaliteli blok sağlamaktır.

Tüm bloklar sinir yaralanması açısından risk taşımaktadır. Yaralanma; sinir içine lokal anesteziik enjeksiyonu, hematoma oluşumunun sinire baskısı veya blok iğnesinin fiziksel hasar yapmasıyla olabilir. Ayrıca tüm bloklarda lokal anesteziik toksisitesi olabilmektedir; bunu engellemek için toksik LA dozunun altında enjeksiyon yapılmalıdır. Bazen de bloklara özgü komplikasyonlar olabilmektedir. Aksiller blokta aksiller arter ve ven yaralanmaları gözlenebilmektedir. Aksiller blok uygulamasında keskin iğne kullanılması intranöral enjeksiyon ve hematoma bağlı olarak uzun süreli iskemik sinir hasarına neden olabilir. Enjeksiyon sırasında aksiller arter ve venin ponksiyonu riski vardır. Transarteriyel yöntemle aksiler blok yapılan bir çalışmada, test dozu ve aspirasyona rağmen %0,2 oranında intravasküler lokal anestetik enjeksiyonu yapılmıştır (117). Çalışmamızı komplikasyon açısından değerlendirdiğimizde her hangi bir komplikasyon gözlenmedi.

İntravasküler enjeksiyon, SSS toksisitesi ve enfeksiyon da oluşabilecek komplikasyonlar arasındadır. Enfeksiyon durumunda tedavi, geniş spekturumlu

antibiyotik tedavisi ile debridman uygulanmasıdır (118). Çalışmamızda bu komplikasyonlar görüldü.

Enfeksiyonun engellenmesi için aseptik kurallara uyulması önerilmektedir (119). Çalışmamızda blok uygulanırken asepsi kurallarına uyuldu.

Kuru V ve arkadaşlarının genel ve rejyonal anestezi altında karotis endarterektomi ameliyatı geçiren 64 hastada anestezi yönteminin, peroperatif hemodinami, komplikasyonlar, yoğun bakım ve hastanede kalış süreleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, rejyonal anestezi altında yapılan ameliyatlarda hastanın uyanık olması nedeniyle intraoperatif nörolojik değerlendirmenin daha iyi yapılabilmesi, istenmeyen bir durumla karşılaşıldığında cerrahi ekibin şant kullanımı konusunda daha çabuk yönlendirebilmesi, postoperatif komplikasyon oranının ve yoğun bakımda kalış süresinin daha az olması, mortalite oranının daha az olması göz önüne alındığında rejyonal anestezinin karotid endarterektomi ameliyatlarında tercih edilebilecek bir yöntem olacağını ve daha stabil hemodinamik veriler açısından rejyonal yöntemlerde uygulanan sedasyon düzeyinin, sedasyon skalası kullanılarak yapılmasının daha uygun olacağını düşünmüşlerdir. Bu çalışma hemodinami açısından değerlendirildiğinde şu sonuçlara varılmış: genel anestezi altında opere olan hastaların cilt kesisi sırasındaki ve klemp açıldıktan sonra, ameliyat sonu ve postoperatif kaydedilen tüm ortalama arteriyel basınç değerleri bazal değere göre anlamlı düşük bulunmuş; rejyonal anestezi altında opere olan hastaların ortalama arter basıncı değerlerine bakıldığında, klemp açıldıktan sonraki, ameliyat sonu ve postoperatif tüm ortalama arter basıncı değerleri, klemp sonrası değerlere göre anlamlı olarak düşük bulunmuş. Klemp açıldıktan sonra ortalama arter basıncı değerleri ile ameliyat sonu ortalama arter basıncı değerleri, rejyonal anestezi altında opere olanlarda genel anestezi altında opere olanlara göre anlamlı olarak yüksek saptanmıştır. Bu bize rejyonel anestezinin hemodinami açısından daha sağlıklı olduğunu gösterir (120).

Aksoy ve arkadaşları kalça protezi ameliyatı geçiren yüksek riskli yaşlı hastalarda kombine psoas kompartman-siyatik sinir bloğunun sürekli spinal anestezi ile hemodinamik etkilerini karşılaştırdıkları araştırmada kombine psoas kompartman-siyatik sinir bloğunu grubu, sürekli spinal anestezi grubuna göre cerrahinin başlangıcında ve cerrahinin 5. 10. ve 20. dakikalarında anlamlı olarak daha yüksek ortalama arteriyel kan basıncı değerlerine sahip olduğu görülmüş. Bu çalışmada

hemodinami açısından kombine psoas kompartman-siyatik sinir bloğunun sürekli spinal anesteziye göre daha kaliteli anestezi sağladığı görülmüş (121).

Çalışmamızı hemodinami açısından değerlendirdiğimizde hastaların ameliyat süresince sistolik arter basıncı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmadı ve hastaların ameliyat sırasında sistolik arter basınç genel ortalaması 128.04 ± 15.21 idi. Hastaların ameliyat süresince diastolik arter basıncı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmadı ve hastaların ameliyat sırasında diastolik arter basınç genel ortalaması 73.56 ± 10.20 idi. Hastaların ameliyat sırasında kalp atım hızı genel ortalaması 75.66 ± 11.69 idi. Hastaların ameliyat süresince kalp atım hızı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmadı. Ameliyat süresince kalp atım hızında anlamlı değişim olmadı. Hastaların ameliyat sırasında periferik oksijen saturasyonu genel ortalaması 98.55 ± 1.89 idi. Hastaların ameliyat süresince periferik oksijen saturasyonu ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmuştur. Ameliyat süresi ilerledikçe periferik oksijen saturasyonu ortalaması arttı. Periferik oksijen saturasyonu 30. ve 60. dakika ortalamaları, 0. ve 10. dakika ortalamalarından anlamlı düzeyde yüksek idi. Bunu intraoperatif oksijenizasyona bağladık. Çalışmamızda hemodinami açısından kıyaslayacağımız farklı bir anestezi uygulaması yoktu ama intraoperatif stabil bir hemodinami gözlemledik.

6. SONUÇ

Sonuç olarak: US eşliğinde yapılmış aksiller blokda PI değerinin duyu bloğu için başlangıç değerine göre 0.7 oranında artış, motor blok içinde 0.9 oranında artış bloğun başarılı olduğunu gösteren cut-off değeri olarak bulunmuştur. Pİ ölçümü ucuz, güvenilir, kolay ulaşılabilir bir ölçümdür. Pİ cut-off değeri anlamlı olmakla beraber bu konu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Özyalçın SN, Erdine S. Üst ekstremité somatik blokları. Rejyonel Anestezi. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul; 2005.
2. Atkinson RS, Rushman GB, Alfred Lee J: 11th. Edition. Butterworth Heinemann, Oxford; 1993.
3. 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: 325-8.
4. De Tran QH, Clemente A, Doan J, Finlayson RJ. Brachial plexus blocks: a review of approaches and techniques. Can J Anaesthesia, 2007; 54 (8): 662-74.
5. İnan A. Ultrasonografi ve nör İnan A. Ultrasonografi ve nörostimülatör eşliğinde periferik sinir blokları, 2012; 171.
6. Brockway MS, Wildsmith JAW: Axillary brachial plexus block: Method of choice. Br J Anaesth, 1990; 64: 224-31.
7. İnan A. Ultrasonografi ve nörostimülatör eşliğinde periferik sinir blokları, 2012; 4
8. Butterworth J, Mackey DC, Wasnick j. Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology, 5th edition. McGraw hill Professional, 2013; 937-1022
9. İnan A. Ultrasonografi ve nörostimülatör eşliğinde periferik sinir blokları, 2012; 84
10. Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC, Hogan QH. Brachialplexusanesthesia: essential of ourcurrentunderstanding. RegAnesthPainMed, 2002; 27: 402-28.
11. Erdine S. RejyonelAnestezi. 1.baskı. Nobel tıp kitabevleri, Bst, 2005; 83-108.
12. Mulroy MF, Thompson GE: Anatomy of the Brachial Plexus, Regional Anesthesia In: Hahn MB, McQuillian PM, Sheplock GJ, edt. An Atlas of Anatomy and Techniques, St Louis, 1996; 92-113.
13. Klein SM, Evans H, Nielsen KC, Tucker MS, Warner DS, Steele SM. Peripheral nevre block techniques foram bulatory surgery. AnesthAnalg 2005;101:1663- 76.
14. <http://www.clicktocurecancer.info/brachial-plexus/general-overview-of-the-brachial-plexus.html>

15. Odar O.V. Anatomi. 12. Baskı. Elif matbaacılık, Ank. 1980: 444-55.
16. Çimen A. Anatomi. 4. Baskı. Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1994; 653- 61.
17. Partridge BL, Benirschke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. *Anesthesiology*, 1987; 66: 743-7.
18. Jankovic D, Wells C. Regional Nerve Blocks. 2nd ed. Berlin-Vienna, 2001; 7: 58-73.
19. Whiteside JB, Wildsmith JAW. Developments in local anaesthetic drugs. *Br J Anaesth*, 2001; 87: 27-35.
20. Frederic H, Martini JL, Nath EF. Bartholomew Fundamentals of Anatomy and Physiology, 2012; 438
21. Erdine S. Sinir blokları, 1. baskı, Emre matbaacılık, Bst, 1993; 112-3.
22. Stoelting RK, Flood P, James P, Rathmell JP, Shafer S. Stoelting's Handbook of Pharmacology and Physiology in Anesthetic Practice 3rd Edition, Wolters Kluwer, 2015; 179-211.
23. Whiteside JB, Wildsmith JAW. Developments in local anaesthetic drugs. *Br J Anaesth*, 2001;87: 27-35.
24. Gaedcke F. Ueber das Erythroxylin dargestellt aus den Blähern der in Sudamerika cultivirten strauchen Erythroxylin Coca lam. *Archive der Pharmazie*, 1855; 132: 141-50.
25. Woehler F. Concerning an organic base in coca. Translated from Ueber eine organische Base in der Coca. *Justus Liebigs Annalen Der Chemmie*, 1860; 114: 213-7.
26. Braun H. Ueber einige neue örtliche Anaesthetica. *Deutsche klinische Wochenschrift*, 1905: 31; 1667-71.
27. Foye's Principles Of Medicinal Chemistry, In: Thomas L, Lemke, David A, edt. 7th edition Wolter Kluwer/Lippincott Williams&Wilkins, 2012; 522-39.
28. Collins VJ: Local anesthetics: Principles of Anesthesiology. 3th edition. Lea&Febiger, Philadelphia, 1993; 1199-240.
29. Keçik Y. Temel anestezi. İç: Turan A, editör. Lokal anestezikler. 2. Baskı Ankaraİstanbul, Güneş Tıp Kitabevleri, 2016; 121-30.

30. Peck TE, Hill SA. Pharmacology For Anaesthesia And Intensive Care, 4th Edition; Cambridge University Press, 2014; 154-65.
31. Hilal-Dandan R, Brunton LL. Goodman And Gilman's Manual Of Pharmacology And Therapeutics. 2nd edition, Mcgraw-Hill, 2014; 334-44.
32. 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.
33. Lee BB, Ngan KWD, Plummer JL, Karmakar MK, Wong ASY. The effect of the addition of epinephrine on early systemic absorption of epidural ropivacaine in humans. Anesth Analg, 2002; 95: 1402-7.
34. Miller RD. Miller anestezi. İç: Strichartz GR, Berde CB, editörler. Lokal anestezikler. İzmir Güven Kitabevi, 6. Baskı, 2010; 573-603.
35. Erdine S. Periferik sinir fizyolojisi ve lokal anestezi ajanları. Sinir blokları. 1. baskı, İstanbul, 1993; 49-80, 109-24.
36. De Jong RH. Local anesthetic pharmacology In: Brown DL, ed. Regional Anesthesia and Analgesia. 1th edition. WB Saunders. Philadelphia, 1996; 124-42.
37. Hadzic A. "Hadzic Periferik Sinir Blokları ve Ultrason Eşliğinde Rejyonal Anestezi için Anatomi." Çeviri Editörü Ercan Kurt, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2013; 29-41, 55-70, 149-85.
38. Özcengiz D, Özbek H. Anestezi El Kitabı. 1.Baskı-Adana: Nobel Tıp Kitabevi Ltd.Şti, 1998; 441-59.
39. Miller RD. Miller anestezi. İç: Strichartz GR, Berde CB, editörler. Lokalanestezikler. İzmir Güven Kitabevi, 6. baskı; 2010; 573-603.
40. Göldoğan F, Gürkan Y. Rejyonal Anestezi. 1. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd.Şti, İstanbul, 2013; 3-7, 21-54, 163-80.
41. 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. Anesthesia & Analgesia, 2003; 96(3), 755-756.
42. Erdine S, Özyalçın SN, Raj PP, Aldemir T, Yücel A. Rejyonal Anestezi 1. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2005; 7-33, 83-108.

43. Hogan QH. Pathophysiology of peripheral nerve injury during regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med*, 2008; 33: 435-41.
44. 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: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 2007; 107(1), 136-143.
45. Braun S, Gaza 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), 347-354.
46. Lim YJ, Zheng S, Zuo Z. Morphine preconditions purkinje cells against cell death under in vitro simulated ischemia reperfusion conditions. *Anesthesiology*, 2004; 100: 562-8.
47. http://www.nysora.com/regional_anesthesia/other_topics/3132-complications_of_regional_anesthesia.html Erişim Tarihi 04.08.2020
48. Dippenaar JM. Local anaesthetic toxicity. *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia*, 2007; 13: 23-8.
49. Huet O, Eyrolle LJ, Mazoit JX, Ozier YM. Cardiac arrest and plasma concentration after injection of ropivacaine for posterior lumbar plexus blockade. *Anesthesiology*, 2003; 99: 1451-53.
50. Covino BG. Pharmacology of local anaesthetic agents. *Br J Anaesth*, 1986; 58: 701-16.
51. Mulroy MF, Hejtmanek MR. Prevention of local anesthetic toxicity. *Reg Anesth Pain Med*, 2010; 35: 175-8
52. Duggan E, El BH, 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 & Pain Medicine*, 2009; 34(3): 215-218.
53. Neal JM, Bernardes CM, Butterworth JF, Di GG, Drasner K, Hejtmanek MR, et al. ASRA practice advisory on local anesthetic systemic toxicity. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, 2010; 35(2): 152-161.
54. Cave GI, Harvey M. Intravenous lipid emulsion as antidote beyond local anesthetic toxicity: a systematic review. *Acad Emerg Med*, 2009; 16: 815-24.
55. Cousins MJ, Bridenbough OP. *Neural Blockade In Clinical Anaesthesia And Management Of Pain*. 2nd Ed. Philadelphia JB Lippincott, 1988; 25-45.

56. Kayaalp O, Tıbbi Farmakoloji 10. Baskı Hacettepe Taş Kitapçılık Ankara 2002; 511-2, 801-4.
57. Mitchell RVD, Smith G. The Control of acute post-operative pain. Br J Anaesth. 3, 1988; 63: 58-62.
58. Hickey R, Hoffman JR, Ramamurthy S. A comparison of ropivacaine 0,5% and bupivacaine 0,5% for brachial plexus block. Anaesthesiology. 1991; 74: 639-42.
59. Vainionpa VA, Haavisto ET, Hulha TM. Pharmacokinetic comparison of ropivacaine and bupivacaine in axillary plexus block. Anesth Analg, 1995; 81: 534-8.
60. Kayhan Z, Lokal anestezi, Klinik anestezi, 3. Baskı, İstanbul, Logos yayıncılık, 2004; 503-23.
61. Kayaalp SO: Lokal anestezi. İç: Kayaalp SO, ed. Tıbbi Farmakoloji. Besinci baskı. Feryal Matbaacılık. Ankara, 1990; 1691-714.
62. Clarkson CW, Hondeghem LM. Mechanism for Bupivacaine Depression of Cardiac Conduction: Fast Block of Sodium Channels during the Action Potential with Slow Recovery from Block during Diastole. Anesthesiology, 1985; 62: 396-405.
63. Sztark F, Malgat M, Dabadge P. Comparison of Effects of Bupivacaine and Ropivacaine on Heart Cell Mitochondrial Bioenergetics. Anesthesiology, 1998; 88: 1340-9.
64. Hadzic A. Hadzic Periferik Sinir Blokları ve Ultrason Eşliğinde Rejyonal Anestezi İçin Anatomi İkinci Baskı Güneş Tıp Kitapevleri, 2013; 82
65. Hadzic A. Hadzic Periferik Sinir Blokları ve Ultrason Eşliğinde Rejyonal Anestezi İçin Anatomi İkinci Baskı Güneş Tıp Kitapevleri, 2013; 61
66. Butterworth J, Strichartz G. Molecular mechanism of local anesthesia: a review. Anesthesiology, 1990; 72: 711-34.
67. Wedel DJ, Horlocker TT. Nerve Blocks. Dn: Miller's RD(ed).Anesthesia, Sixth ed. Philadelphia Churchill Livingstone, 2005;1685-719.
68. Urney WF. Upper extremity blocks. Bn: Regional Anesthesia and Analgesia, (ed). Brown DL, WB Saunders Philadelphia, 1996; 254-78.
69. Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. World J Surg, 2000; 24: 134-42.
70. Chapman GA, Johnson D, Bodenham AR. Visualisation of needle position using ultrasonography. Anaesthesia, 2006; 61: 148-58.

71. Bodenham AR. Ultrasound imaging by anaesthetists: training and accreditation issues. Br JAnaesth, 2006; 96: 414-7.
72. Sandhu NS. Ultrasound imaging of brachialplexus. Anesthesiology, 2004; 100:1325-6.
73. Acil Tıpta Ultrasonografi Çalıştayı, İzmir (Ultrasona giriş ve Fiziği), 2010.
74. Brian AP. Ultrasound Imaging for Vascular Access and Regional Anesthesia, 2012; 1-48.
75. Li C. Basic Physics of Ultrasound, <http://www.usgraweb.hk/> Erişim Tarihi: 03.12.2020.
76. Fundamentals of Ultrasound Imaging (www.dynamicultrasound.org/dugphysics)
77. Narouze SN. Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain Management. Basics of Ultrasound Imaging, 2010; 13-19.
78. Schafhalter-Zoppoth I, McCulloch CE, Gray AT. Ultrasound visibility of needles used for regional nerve block: an in vitro study. RegAnesthPainMed, 2004; 29 :480-1.
79. Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. Br JAnaesth, 2005; 94: 7-17.
80. İnan A. Ultrasonografi ve nörostimülatör eşliğinde periferik sinir blokları. 2012; 34-36
81. Keçik Y. Temel anestezi. 2016; 857
82. Nichols K, Wright LB, Spencer T, Culp WC. Changes in ultrasonographic echogenicity and visibility of needles with changes in angles of insonation. J VascIntervRadiol 2003; 14: 1553-7.
83. Sites BD, Brull R, Chan VW, Spence BC, Gallagher J, Beach ML, et all. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia: Part II: a pictorial approach to understanding and avoidance. Regional Anesthesia & Pain Medicine, 2007; 32(5): 419-433.
84. Chin KJ, Perlas A, Chan VW, Brull R. Reg Anesth Pain Med. Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions, 2008; 33: 532-44.
85. Greher M, Kapral S. Is regional anesthesia simply an exercise in applied sonoanatomy? Aiming at higher frequencies of ultrasonographic imaging. Anesthesiology 2003; 99: 250-1.

86. Sinha SK, Abrams JH, Weller RS. Ultrasound-guided interscalene needle placement produces successful anesthesia regardless of motor stimulation above or below 0.5mA. *AnesthAnalg*, 2007; 105: 848-52.
87. Denny NM. Editorial I: Location, location, Ultrasound imaging in regional anaesthesia. *Brit J Anaesth* 2005; 94 :1-3.
88. Matalon TA, Silver B. US guidance of interventional procedures. *Radiology*, 1990; 174: 43-7.
89. Sites BD, Brull R, Chan VW, Spence BC, Gallagher J, Beach ML, et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasoundguided regional anesthesia. Part II: A pictorial approach to understanding and avoidance. *Regional anesthesia and pain medicine*, 2007; 32: 419-33.
90. Winnie AP. Interscalene brachialplexus block. *AnesthAnalg*, 1970; 49: 455-66.
91. Erbüyün K, Çevikal E. Periferik Sinir Blokları <http://www.jcam.com.tr/files/JCAM-4357.pdf> Erişim tarihi: 02.08.2020
92. Berg AP, Rosenquist RW. Complications of peripheral nerve blocks. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management*, 2007; 11(3): 133-140.
93. Kulenkampff D, Persky MA. Brachial plexus anesthesia. *AnnSurg*, 1928; 87: 883-91.
94. Admir Hadzic editor. Hadzic's Peripheral NerveBlocks and Anatomy for Ultrasound-Guided Regional Anesthesia 2nd edition. united states. McGraw-Hill.2012.
95. Franco CD, Vieira Z. 1,001 subclavian perivascular brachial plexus blocks: success with a nerve stimulator. *RegAnesthPainMed*, 2000; 25: 41-6.
96. Franco CD. The subclavian perivascular block. *Tech Reg Anesth Pain Med*, 1999; 3: 212-16.
97. Arıncı K, Elhan A. Periferik sinir sistemi. *Anatomi 2.cilt. 3.baskı*. Ankara: Güneş Kitabevi, 2001.
98. Monkowski DP, Larese CSG. Axillary brachial plexus block. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management*, 2006; 10(3): 110-114.
99. Clinical Applications of Perfusion Index. <http://masimo.tw/pdf/whitepaper/LAB3410F.pdf>
- 100.http://www.infiniti.se/upload/servicemanual/masimo/beskrivning_piwhite%20paper.pdf.

101. 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): 235-241.
102. Kowalczyk M, Fijałkowska A, Nestorowicz A. New generation pulse oximetry in the assessment of peripheral perfusion during general anaesthesia-a comparison between propofol and desflurane. *Anaesthesiology intensive therapy*, 2013; 45(3): 138-144.
103. Park SG, Lee OH, Park YH, Shin HY, Kang H, Baek CW, et al. The changes of non-invasive hemoglobin and perfusion index of Pulse CO-Oximetry during induction of general anesthesia. *Korean journal of anesthesiology*, 2015; 68(4): 352.
104. 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 anaesthesiologica scandinavica*, 2009; 53(8): 1018-1026.
105. 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. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*, 2012; 59(12): 1095-1101.
106. 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): 351-356.
107. Latini G, Dipaola L, De FC. First day of life reference values for pleth variability index in spontaneously breathing term newborns. *Neonatology*, 2012; 101(3): 179-182.
108. Hager H, Church S, Mandadi G, Pulley D, Kurz A. The perfusion index measured by a pulse oximeter indicates pain stimuli in anesthetized volunteers. *Anesthesiology*, 2004; 101(A514), A514.
109. Tutoglu A, Boyaci A, Küçük A, Sakalar A, Sert H, Yalçın S. Perfusion index is increased in acute complex regional pain syndrome type 1. *Turkish Journal of Rheumatology*, 2015; 30(1): 40.
110. 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. *AnesthAnalg*, 2006; 103(1): 239-43.
111. Minville V, Gendre A, Hirsch J, Silva S, Bourdet B, Barbero C, et al. The efficacy of skin temperature for block assessment after infraclavicular brachial plexus block. *Anesthesia & Analgesia*, 2009; 108(3): 1034-1036.

112. Eskin MB, Ceylan A. Comparison of the effects of interscalene, supraclavicular and infraclavicular peripheral nerve blockades on perfusion index. *Ortadoğu Tıp Dergisi*, 12(1), 2020; 96-102.
113. Gürkan Y, Kus A, Aksu C, Ohtaroglu C, Solak M, Toker K. Değişen akımlar ve Türkiye'de rejyonal anestezi uygulamaları. *Ağrı*, 2014; 26(3): 131-137
114. Liu SS, Ngeow J, John RS. Evidence basis for ultrasound-guided block characteristics: onset, quality and duration. *Reg Anesth Pain Med*, 2010; 35(2): 26-35.
115. O'Donnell BD, Iohom G. An estimation of the minimum effective anesthetic volume of 2% lidocaine in ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Anesthesiology*, 2009; 111(1): 25-29.
116. Eren G, Altun E, Pektas Y, Polat Y, Cetingok H, Demir G, et al. To what extent can local anesthetics be reduced for infraclavicular block with ultrasound guidance? *Anaesthesist*, 2014; 63(10): 760-765.
117. Stan TC, Krantz MA, Solomon DL, Poulos JG, Chaouki K. The incidence of neurovascular complications following axillary brachial plexus block using a transarterial approach. A prospective study of 1,000 consecutive patients. *Reg Anesth*, 1995; 20: 486-492.
118. Bisno AL, Stevens DL. Streptococcal infections of skin and soft tissues. *N Engl J Med*, 1996; 334: 240-245.
119. Hebl JR. The importance and implications of aseptic techniques during regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med*, 2006; 31: 311-323.
120. Kuru V, Aksun M, Karahan N, Girgin S, Şencan A, Gölboyu BE, ve ark. Karotis Endarterektomi Geçiren Olgularda Genel Anestezi ve Rejyonal Anestezi Yöntemleri *GKDA Dergi*, 2015; 21(3): 134-141.
121. Aksoy M, Dostbil A, Ince I, Ahiskalioglu A, Alici HA, Aydın A ve ark. Continuous spinal anaesthesia versus ultrasound-guided combined psoas compartment-sciatic nerve block for hip replacement surgery in elderly high-risk patients: a prospective randomised study. *BMC anesthesiology*, 2014; 14(1): 99.
122. Abdelnasser A, Abdelhamid B, Elsonbaty A, Hasanin A, Rady A. Predicting successful supraclavicular brachial plexus block using pulse oximeter perfusion index. *BJA: British Journal of Anaesthesia*, 2017; 119(2): 276-280.

