



T.C.

ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

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

UZMANLIK TEZİ

Dr. İbrahim ŞEYHANLI

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DURAN

ADYAMAN 2021

T.C.

ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ



T.C.

ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

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

UZMANLIK TEZİ

Dr. İbrahim ŞEYHANLI

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DURAN

ADYAMAN 2021

T.C.

ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ONAY SAYFASI

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DURAN'ın danışmanlığında Dr. İbrahim ŞEYHANLI tarafından yapılan “*Ultrasonografi Eşliğinde Yapılan İnfraklavikuler Bloklarda Bloğun Başarılı Olduğunu Gösteren (Cut-Off) Perfüzyon İndeksi Değerini Araştırmak*” başlıklı tez çalışması gün.../ay.../yıl... tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası değerlendirme sonucu jürimiz tarafından **ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALINDA** Tıpta Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DURAN
Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim dalı

ÜYE Doç. Dr. Muharrem UÇAR
İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim dalı

ÜYE.....Dr. Öğr. Üyesi Mevlüt DOĞUKAN
Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım
...../...../2021

Prof. Dr. Ali AYDIN
Adıyaman Üniversitesi
Tıp Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık Eğitimim boyunca ve tez çalışmamın her aşamasında bilgisini ve desteğini benimle esirgemedi paylaşan değerli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DURAN'a, çok kıymetli hocalarım Doç. Dr . Öznur ULUDAĞ'a, Dr. Öğr. Üyesi Mevlüt DOĞUKAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TEPE'ye ve Dr. Öğr. Üyesi Fadime Tosun'a,

Destek ve katkılarından dolayı Dr. Hamza NAKIR'a, beraber çalıştığımız uzman, asistan ve anestezi teknikeri arkadaşlarıma,

Özveriyle çalışan ve her türlü yardımı esirgemeyen bütün yoğun bakım ameliyathane ekibine,

Beni bugünlere getiren değerli aileme, hocalarıma, yoğun iş temposunda her zaman yanımda olan, motive eden, destek veren sevgili eşim Semra'ya, oğlum Robin'e, çok içten ve saygıyla teşekkür ederim.

Dr. İbrahim ŞEYHANLI

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	8
TABLolar DİZİNİ	9
RESİMLER DİZİNİ.....	10
ÖZET.....	11
ABSTRACT.....	12
1.GİRİŞ VE AMAÇ	13
2.GENEL BİLGİLER.....	14
2.1. REJYONEL ANESTEZİ.....	14
2.1.1. Rejyonal Anestezi Tanımı ve Tarihcesi.....	14
2.1.2. Rejyonal Anestezinin Üstünlükleri ve Olumsuzlukları	16
2.2 PLEKSUS BRAKİYALİSİN ANATOMİSİ.....	17
2.2.1. Brakial Pleksusun Oluşumu	18
2.2.2. Üst Ekstremitenin Duyusal ve Motor İnnervasyonu	20
2.3. LOKAL ANESTEZİKLER	23
2.3.1. Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizmaları ve Genel Fizikokimyasal Özellikleri	23
2.3.2. Lokal Anestezik Toksisitesi ve Tedavisi	26
2.3.3. Çalışmamızda Kullanılan Lokal Anestezikler	29
2.4. BRAKİAL PLEKSUS BLOĞU	33
2.4.1. Brakial Pleksus Bloklarında Lokalizasyon Teknikleri	33

2.4.1.1. Sinir Stimülasyonu Tekniği	33
2.4.1.2. Ultrasonografi Tekniği.....	34
2.4.2. Ultrason Rehberliği ve Brakial Pleksus Blokajı.....	38
2.4.3. Brakial Pleksus İçin Blok Yaklaşımları.....	40
2.5. PERFÜZYON İNDEKSİ	52
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	54
3.1. HASTA SEÇİMİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	54
3.1.1 Kullanılması Planlanan Ekipman Seçimi	54
3.1.2 Hasta Hazırlığı ve Premedikasyon	55
3.1.3. Blok İşlemi.....	55
3.1.4. Blok Öncesi ve Sonrasında Yapılan Ölçümler.....	56
3.1.5. Blok Sonrası Komplikasyonlar	57
4.2. İSTATİSTİKSEL ANALİZLER	58
4.3. ETİK KURUL ONAYI	59
5.BULGULAR.....	59
6. TARTIŞMA	71
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	78
8. REFERANSLAR	79

SİMGELER VE KISALTMALAR

USG	:Ultrasonografi
ROC	:Receiver Operating Characteristic
PI	:Perfüzyon İndeksi
EAA	:Eğri Altındaki Alan
GA	:Güven Aralığı
ASA	:Amerikan Anestezioloji Derneği
BPB	:Brakial Pleksus Bloğu
RİVA	:Rejyonal İntravenöz Anestezi
IV	:İntravenöz
LA	:Lokal Anestezik
BP	:Brakiyal Pleksus
PSS	:Periferik Sinir Sistemi
SSS	:Santral Sinir Sistemi
ASRA	:Amerikan Bölgesel Anestezi ve Ağrı Tıbbı Derneği
IgE	:İmmünoglobulin E
PS	:Periferik Sinir
mA	:Mili Amper
MHz	:Mega Herz
KAH	:Kalp Atım Hızı
NİAB	:Non-İnvaziv Arter Basıncı
SpO2	:Periferik Oksijen Satürasyonu
MBS	:Modifiye Bromage Skalası
DSÖ	:Dünya Sağlık Örgütü
BKİ	:Beden Kitle İndeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Prefixed ve postfixed brakiyal pleksus	119
Şekil 2 Brakiyal Pleksus Anatomisi	20
Şekil 3 Üst Ekstremitenin Periferel Sinir.	21
Şekil 4 Lokal Anesteziklerin Kimyasal Yapıları	24
Şekil 5. Lidokain'in Serum Konsantrasyonları ile Sistemik Etkileri	275
Şekil 6. Bupivokainin Moleküler yapısı	30
Şekil 7 Lidokainin Moleküler Yapısı	32
Şekil 8 Ses Dalgalarının Frekanslarına Göre Sınıflandırılması.	36
Şekil 9 Sık Kullanılan Brakiyal Pleksus Blokları ve Seviyeleri	41
Şekil 10 Hastaların Cinsiyet Açısından Dağılımı.	59
Şekil 11 Zaman Bağımlı, Perfüzyon İndeksinin Değişimi	66
Şekil 12 Perfüzyon İndeksi Değişim Düzeylerine Göre, Sensoryal Bloğun Saptanması İçin, ROC Eğrisi ve Optimal Kesim Noktaları	68
Şekil 13 Perfüzyon İndeksi Değişim Düzeylerine Göre, Motor Bloğun Saptanması İçin (Modifiye Bromage skalası ,Evre II) , ROC Eğrisi ve Optimal Kesim Noktaları.....	69
Şekil 14 Perfüzyon İndeksi Değişim Düzeylerine Göre, Motor Bloğun Saptanması İçin (Modifiye Bromage skalası ,Evre III) , ROC Eğrisi Ve Optimal Kesim Noktaları.....	70

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1 Sık Kullanılan Rejiyonal Anestezi Yöntemleri.....	15
Tablo 2 Brakial Pleksusu Oluşturan Sinirler ve İnnervasyonları.....	22
Tablo 3 Ülkemizde Bulunan Lokal Anestezikler ve Mevcut Konsantrasyonları	24
Tablo 4 Lokal Anestezikerin, Potenslerine ve Etki Sürelerine Göre Karşılaştırılması	25
Tablo 5 Sık Kullanılan Brakiyal Pleksus Blok Yöntemlerinin Kendi Aralarında Karşılaştırılması	43
Tablo 6 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen sistolik tansiyonların karşılaştırılması	60
Tablo 7 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen sistolik tansiyonların gruplar arası karşılaştırılması	61
Tablo 8 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen diyastolik tansiyonların karşılaştırılması	62
Tablo 9 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen diyastolik tansiyonların gruplar arası karşılaştırılması.....	62
Tablo 10 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen kalp atım hızlarının karşılaştırılması	63
Tablo 11 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen periferik oksijen saturasyonlarının karşılaştırılması	64
Tablo 12 Blok yapılan ve yapılmayan koldaki perfüzyon indekslerinin karşılaştırılması	65
Tablo 13 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırılması	65
Tablo 14 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen perfüzyon indeksinin karşılaştırılması	66
Tablo 15 Perfüzyon İndeksi Değişimlerine Göre, Pin-prick Testi, Modifiye Bromage skalası Evre 2 ve 3 İçin Ölçülen ROC Eğrisi İstatistikleri.	70

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Periferik Sinir Stimülatörü.....	34
Resim 2 Sinir Stimülatörü Eşliğinde İnterskalen Blok	45
Resim 3 Ultrason eşliğinde interskalen blok	46
Resim 4 Ultrasonoğrafi Eşliğinde Aksiller Blok	47
Resim 5 Sinir Stimülatörü Eşliğinde Supraklavikuler Blok	48
Resim6 USG Eşliğinde Supraklavikuler Blok	49
Resim 7 Nöral Stimülatör Eşliğinde İnfraklavikuler Blok	51
Resim 8 Ultrasonoğrafi Eşliğinde İnfraklavikuler Blok	52

ÖZET

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

Amaç: Üst ekstremité prosedürlerinde, ultrasonografi (USG) eşliğinde infraklavikular blok sıkça kullanılan bir yaklaşımdır. Günümüzde, blok başarısının değerlendirilmesinde bir ölçüt olarak kullanılabilen perfüzyon indeksi (PI) ile ilgili çalışmaların sıklığı artmaktadır. Bu çalışmanın amacı, infraklavikular yaklaşımlı bloğun başarısını ve etkinliğini Receiver Operating Characteristic (ROC) eğrileri kullanarak perfüzyon indeksi ile değerlendirmektir.

Yöntem: Prospektif gözlemsel çalışmamıza, üst ekstremité cerrahisi için planlanan ASA (American Society of Anesthesiologists) I-II risk derecelendirmesine sahip 18 ile 65 yaşları arasında 50 hasta dahil edildi. Hastalara USG ve periferik sinir sitümalatörü klavuzluğunda infraklaviküler blokaj uygulandı ve PI, blokajın başlangıcında, 5. , 10. ve 20. dakikalarda ölçüldü.

Bulgular: Pin-prick testinin pozitif olma zamanı 7.98 ± 1.49 dk, Modifiye Bromage Skalası (MBS) Evre 2 ve 3'ün pozitif olma zamanları ise sırasıyla 6.68 ± 1.97 ve 11.08 ± 1.71 dk idi. PI değerleri ikişerli olarak karşılaştırıldığında bazal ile 5. dk, 10. dk, 15. dk, 20. dk, 25. dk, 30. dk arasındaki farklılıklar anlamlı bulundu. PI değerinin 3.8 birim ve üzerindeki artışlar duyusal blok için tanısaldı. PI değerindeki 3.9 birim ve üzerindeki artışlar MBS Evre-3 için tanısaldı, MBS Evre 2 ve PI arasında ise zayıf bir tanısal doğruluk vardı.

Sonuç: Duyusal ve motor blok gelişimini, PI düzeylerine bakarak tahmin edebildik. PI düzeylerinde 3.8 birim ve üzerindeki artışlar duyusal blok gelişimi ile ilişkiliydi. PI düzeylerinde ki 3.9 birim ve üzerindeki artışlar ise motor blok gelişimi (Evre- III MBS) ile ilişkiliydi. Blok başarısını değerlendirmede, duyu ve motor bloktan önce gelişen vazodilatasyon nedeniyle perfüzyon indeksinin geleneksel yöntemlere göre daha hızlı, objektif ve basit bir yöntem olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: İnfraklaviküler blok, perfüzyon indeksi, roc eğrisi

ABSTRACT

INVESTIGATING THE PERFUSION INDEX CUT-OFF VALUE SHOWING THE SUCCESS OF THE INFRACLAVICULAR BLOCK MADE WITH ULTRASOUND

Objective: Ultrasound-guided infraclavicular block is a frequently used approach for upper extremity procedures. Nowadays, the frequency of studies on the perfusion index (PI), which can be used as a criterion for the evaluation of block success, is increasing. The aim of this study is to evaluate the success and efficiency of infraclavicular approach block with perfusion index using ROC (Receiver Operating Characteristic) curves.

Method: In our prospective observational study, a total of 50 patients between the ages of 18 and 65, with ASA (American Society of Anesthesiologists) risk rating I-II, planned for upper extremity surgery, were included. PI was measured non-invasively at the beginning of the block, at the 5th, 10th and 20th minutes by infraclavicular blockage under the guidance of Ultrasonography (USG) and peripheral nerve stimulator.

Results: The time to become positive for the pin-prick test was 7.98 ± 1.49 minutes, and the time for Modified Bromage scale (MBS), Stage-2 and 3 to become positive was 6.68 ± 1.97 and 11.08 ± 1.71 min, respectively. When the PI levels were compared in pairs, the difference between basal measurement and the 5th min, 10th min, 15th min, 20th min, 25th min and 30th min was found to be significant. Increases in PI levels of 3.8 units and above were diagnostic for sensory block, increases in PI levels of 3.9 units and above were diagnostic for MBS Stage-3, there was a poor diagnostic accuracy between MBS, Stage-2, and PI levels.

Conclusion: We were able to predict the development of sensory and motor block by looking at PI levels. Increases in PI levels of 3.8 units and above were associated with the development of sensory block. Increases in PI levels of 3.9 units and above were associated with development of motor block (Stage-III MBS). It was concluded that the perfusion index is a faster, objective and simpler method compared to traditional methods, due to the vasodilation that develops before sensory and motor blockade in evaluating block success

Keywords: İnfraclavicular block, perfusion index, roc curve

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Brakiyal pleksus bloğu, üst ekstremité cerrahisi için hem yatan hem de ayakta tedavi hastalarında yaygın olarak kullanılan bir periferik bloktur. Kullanılan brakiyal pleksus bloğunun tipi, ameliyatın tipi ve büyüklüğü ile hasta özellikleri ve tercihlerine bağlıdır. İlk olarak 1914'te Bazy tarafından tanımlanmıştır. Üst ekstremité cerrahisinde ultrasonografi (USG) eşliğinde infraklavikular blok popüler bir yaklaşımdır. Distal kol, dirsek, önkol, el bileği ve el cerrahileri için duysal ve motor, anestezi yapılabilir. Özellikle pnömotoraks olmak üzere supraklaviküler blokların yan etkilerinden ve komplikasyonlarından kaçınmak için geliştirilmiştir. Pratik ve uygulaması kolay bir bloktur. Genel anestezi ile karşılaştırıldığında, postoperatif ağrıyı iyileştirdiği, postoperatif opioid uygulamasını azalttığı, gece hastaneye yatış sürelerini azalttığı ve iyileşme sürelerini kısalttığı gösterilmiştir. USG'nin yaygın kullanımı ile uygulama sonrası komplikasyonlar azalmış ve diğer üst ekstremité bloklarına alternatif haline gelmiştir.

Periferik sinir bloğunun başarısı, duyu ve motor fonksiyonların değerlendirilmesi ile belirlenir. Ancak bu geleneksel yöntemler (Pin-prick testi ve Modifiye Bromage Skalası) öznel ve hastaların işbirliğine bağlıdır. Blok başarısını değerlendirmek için birçok objektif yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler genellikle sempatik blokajın vücut ısısı değişiklikleri ve vazodilatasyon gibi fizyolojik etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Perfüzyon indeksi (PI); özel bir nabız oksimetresi ile ölçülen pulsatil kan akışının pulsatil olmayan kan akışına oranıdır. Günümüzde

periferik vasküler tonusdaki değişikliklerin bir sonucu olarak, periferik perfüzyon dinamiklerini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda aksiller blok, siyatik blok, infraklaviküler blok ve supraklaviküler blok uygulamalarında değerlendirilen PI değerlerinin blok başarısını değerlendirmede etkili bir yöntem olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın amacı, infraklavikular yaklaşımlı bloğun başarısını ve etkinliğini ROC eğrileri kullanarak perfüzyon indeksi ile değerlendirmektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. REJYONEL ANESTEZİ

2.1.1. Rejyonal Anestezi Tanımı ve Tarihcesi

Rejyonel anestezi (RA), bilinç düzeyini değiştirmeksizin vücudun belirli bir bölgesindeki sinirlerde duyusal, motor veya otonomik fonksiyonlarda geçici bir kayıp oluşturulmasıdır. RA'nın tarihsel gelişimi 1800'lü yılların sonlarına dayanmaktadır. Bilinen ilk girişim, Koller'in 1884 yılında kokain anestezisi kullanarak ilk göz cerrahisini yapması olarak kabul edilir. Bu tıp tarihindeki en önemli keşiflerden biriydi, oftalmoloji, diş hekimliği, anestezi ve cerrahi uygulamalarında devrim yarattı(1). Koller'in hasta gözünde kokainin anestezik özelliklerini göstermesinden bir yıl sonra, William Stewart Halsted tarafından ilk kez brakial pleksus bloğu (BPB) gerçekleştirildi. Yirminci yüzyılın başlarında Gaston Labat, RA tekniklerinin uygulanması ve öğretilmesi amacıyla, Daniel C. Moore'un katkıları ile 1953'te bölgesel anestezi için bir dönüm noktası olan "Bölgesel Anestezi" ders kitabının ilk baskısını yayınladı. Günümüzde kullanılan RA yöntemlerinin çoğunun kökeni 1880-1920 yılları arasında geliştirilmiş yöntemler olduğu kabul edilmektedir. Daha sonraki dönemlerde gerek nörostimülasyonun ve gerekse de ultrasonografi (USG)'nin keşfi ve klinik olarak kullanımlarının yaygınlaşması ile RA'da başarı ve hasta güvenliği arttı. Böylece 1970'ler ve

sonrasında RA klinisyenlerce sıkça tercih edilen bir yöntem haline evrilmiştir. Sık kullanılan RA yöntemleri aşağıda Tablo 1’de özetlenmiştir(2, 3).

Tablo 1 Sık Kullanılan Rejiyonal Anestezi (RA) Yöntemleri

Brakial pleksus blokları	— Periferik sinir blokları: periferik sinir, ganglion ve pleksus blokları — Nöraksiyal bloklar: spinal, epidural ve kaudal anestezi
Geniş alan blokları	
Rejiyonal intravenöz anestezi (RİVA) (Bier bloğu)	
İnfiltrasyon anestezi	
Topikal (Yüzeysel)	— Cilt

anestezi	— Mukoz membranlar
----------	--------------------

2.1.2. Rejyonel Anestezinin Üstünlükleri ve Olumsuzlukları

Son otuz yılda RA uygulamalarının sıklığının giderek arttığı bildirilmektedir. Bu artış RA uygulamalarında komplikasyon gelişim riskinin daha az olmasına bağlanmaktadır. RA'nın üstünlükleri aşağıdaki gibi özetlenebilir(4);

1. Hastanın bilincinin açık olması.
2. Hasta solunumunun etkilenmemesi ve böylece invaziv araç ve girişimlere ihtiyaç duyulmaması.
3. Solunum depresyonu riskinin daha az olması.
4. Orofarengeal reflekslerin korunması ve buna bağlı olarak aspirasyon riskinin azalması.
5. Daha az intra-operatif kan kaybı.
6. Myorelaksasyonun daha iyi olması ve Malign Hiperterminin görülme riskinin azalması.
7. Operasyon kaynaklı ağrının afferent iletim yolağı sağlanamayacağından, nöro-humoral sisteme ait yanıtlar büyük oranda azalır.
8. Sempatik sinir sisteminin bloğu nedeniyle, vasküler endotelin sempatik tonusu azalır, kan akımı artar. Böylelikle tromboembolizm yatkınlığı azalır ve yara iyileşmesi de hızlanır.
9. Postoperatif daha az yan etki (mide bulantısı, kusma, boğaz ağrısı dahil) gözlemlenir.
10. Postoperatif dönemde sinir blokajı uzatılabilir. Böylece yeterli analjezi sağlanabilmesi için sistemik analjezik ihtiyacı azalır.

11. Hastaların derlenme ve hastanede total yatış süreleri kısaldır.

Günümüze kadar yapılan çalışmalar endikasyon dahilinde ve uygun bir yaklaşımla, RA tekniklerinin güvenilir olduğunu göstermiştir. Buna rağmen gerek hasta ve/veya hekim kaynaklı ve gerekse de lokal anestezi (LA) kaynaklı komplikasyonlara rastlanılmaktadır. RA uygulamasındaki olumsuzluklar;

1. Hasta uykuda olmayı tercih edebilir.
2. İyi düzeyde sonuçlar alabilmek, yüksek düzeyde bilgi, beceri ve tecrübe gerektirir.
3. Kardiyovasküler sempatik sinyallerin baskılanması nedeniyle bradikardi ve hipotansiyon oluşturabilir.
4. Bazı blokların tamamen etkili olması için 30 dakika veya daha fazla süre gerekir.
5. Analjezi her zaman tam olarak etkili olmayabilir. Hastanın, ek analjezik, intravenöz (IV) sedasyon veya hafif bir genel anestezi ihtiyacı olabilir.
6. LA, intravenöz olarak veya aşırı dozda enjekte edilirse toksisite meydana gelebilir.
7. Sık rastlanılmasa da damarlar ve sinirler gibi önemli çevre dokularda yaralanma görülebilir.
8. Vücut kitle indeksi yüksek hastalarda işlemin uygulanma güçlüğü.
9. Kullanılan ilaçlara bağlı olarak alerjik reaksiyon ve anafilaksi riskinin olması şeklinde özetlenebilir(4).

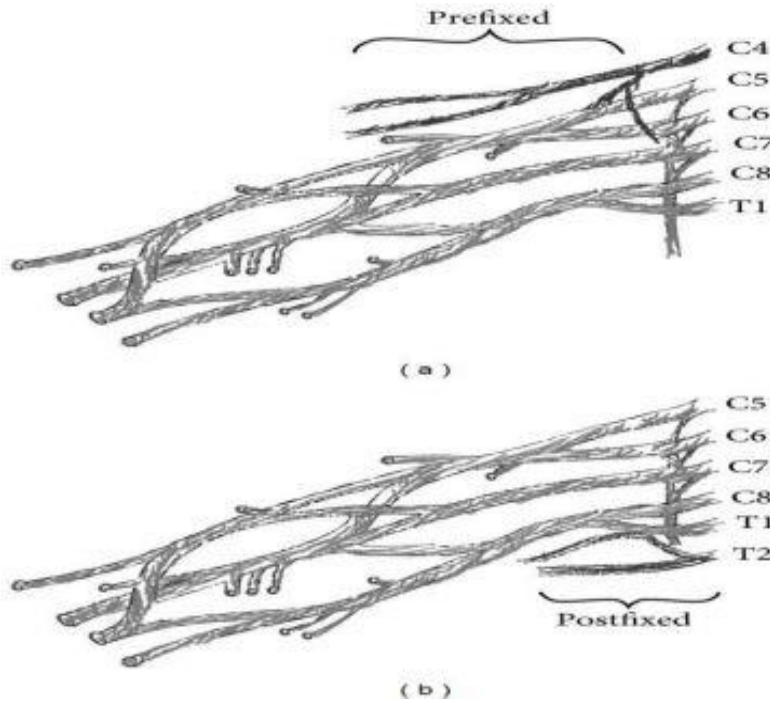
2.2 PLEKSUS BRAKİYALİSİN ANATOMİSİ

Brakiyal pleksus (BP) üst ekstremitenin motor fonksiyonunun tümünden ve duyu fonksiyonunun büyük bölümünden sorumludur. BP inervasyonunun

dışında kalan bölgeler omuz üzerindeki cilt bölgesi, servikal pleksusun kaudal dalları tarafından inerve edilir. Kolun posterio-mediyal yüzü, mediyal kutanöz sinir ile ikinci interkostal sinirin interkostobrakiyal dalı tarafından inerve edilir. BP'nin intervertebral açıklıktan kol bölgesine kadar olan seyri, kök, gövde, bölüm, kord ve terminal sinir şeklindedir. BP, klavikula ile olan ilişkisine göre iki kısımda incelenir. Klavikulanın üstündeki kısma pars supraklavikularis, altındaki kısma ise pars infraklavikularis denir. Pars supraklavikularis, boyun arka üçgeninde olup pleksusun kök ve trunkusları tarafından oluşturulur. Pars infraklavikularis ise kavum aksillaris içerisinde bulunur(5).

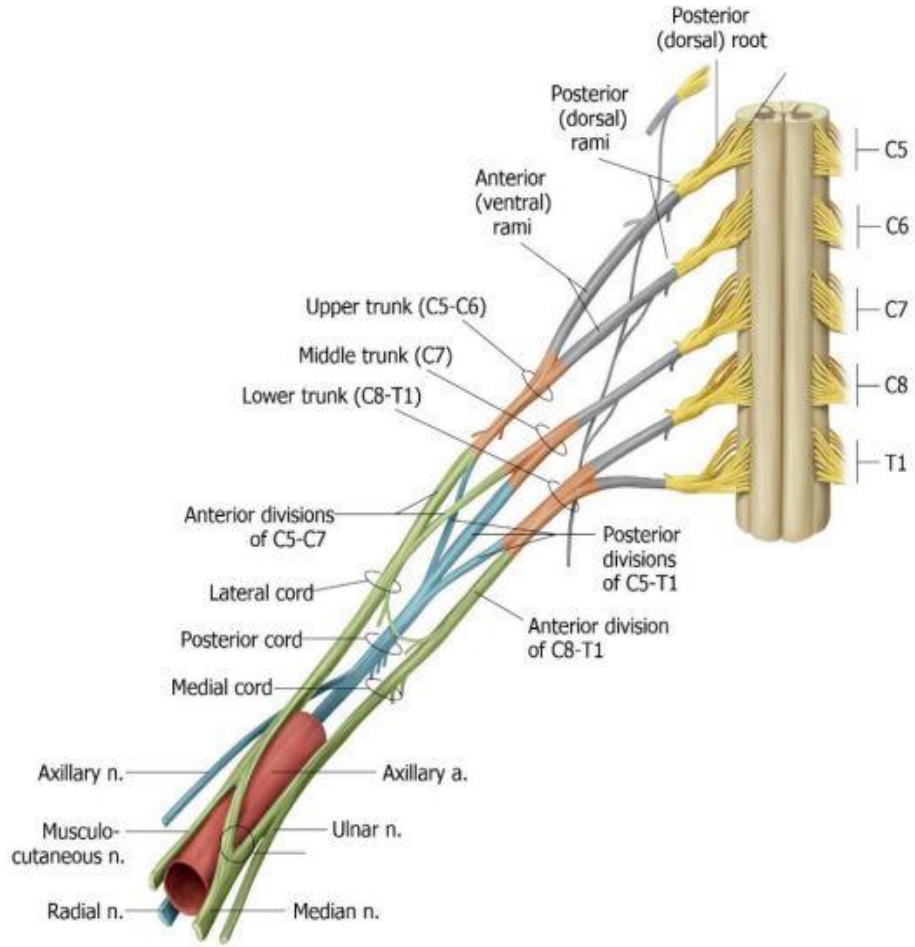
2.2.1. Brakial Pleksusun Oluşumu

Pleksus yapısı, foramen intervertebrale'den çıkan dört alt servikal (C5,6,7,8) ve birinci torakal (T1) sipinal sinirlerin ön dallarının birleşmesiyle oluşur. Çoğunlukla bu yapıya C4 ve T2'nin ön dalları da katılabilir ve böylece varyasyonlar oluşabilir. C4'ten gelen sinir liflerin katkısı, T2'ye göre fazla olduğunda, pre-fix tip BP olarak adlandırılır. T2'nin katkısı C4'e göre daha fazla olduğunda ise, post-fix BP olarak adlandırılır (Şekil 1). Bu varyasyonlara rastlanması sıklıkla servikal kosta varlığı ile ilişkilidir(5, 6).



Şekil 1 Prefixed ve postfixed brakiyal pleksus (6).

Brakial pleksus lokalizasyon olarak boyun arka üçgeni (Trigonum servikale posterior) yerleşimli olup, skalenius anterior ve medius kaslarının arasında yer almaktadır. C5,6,7,8 ve T1'den gelen spinal sinir lifleri, BP'nin köklerini oluşturur. C5 ve C6'nın ön kökleri intervertebral foramenden çıktından sonra birleşerek turunkus superioru, C7'nin ön kökleri turunkus mediusu, C8 ve T1'in ön kökleri ise birleşerek turunkus inferioru oluşturur. Her bir trunkus, birinci kosta üzerinden ve klavikula'nın altından geçerken, anterior ve posterior olmak üzere iki bölüme ayrılır. Trunkus superior ve mediusun ön dalları aksiler arterin lateralinde birleşerek lateral kordu oluşturur. Her üç trunkusun arka dalları, aksiler arterin posteriorunda birleşerek posterior kordu, trunkus inferiorun ön dalları ise aksiler arterin medialinden devam ederek medial kordu oluşturur. Bu yapılar aksiler boşluk içerisinde ve pektoralis minör kasının arkasında yerleşirler. Pektoralis minor kasından itibaren kordlar üst ekstremitenin periferik sinirlerine dönüşür. Lateral kord; mediyan sinirin lateral dalı ve muskulokutanöz sinire, mediyal kord; mediyan sinirin mediyal dalı, ulnar, mediyal antebrakiyal ve mediyal brakiyal kutanöz sinire, posteriyor kord ise aksiller ve radyal sinire dönüşerek devam eder(5, 7), (**Şekil 2.**).

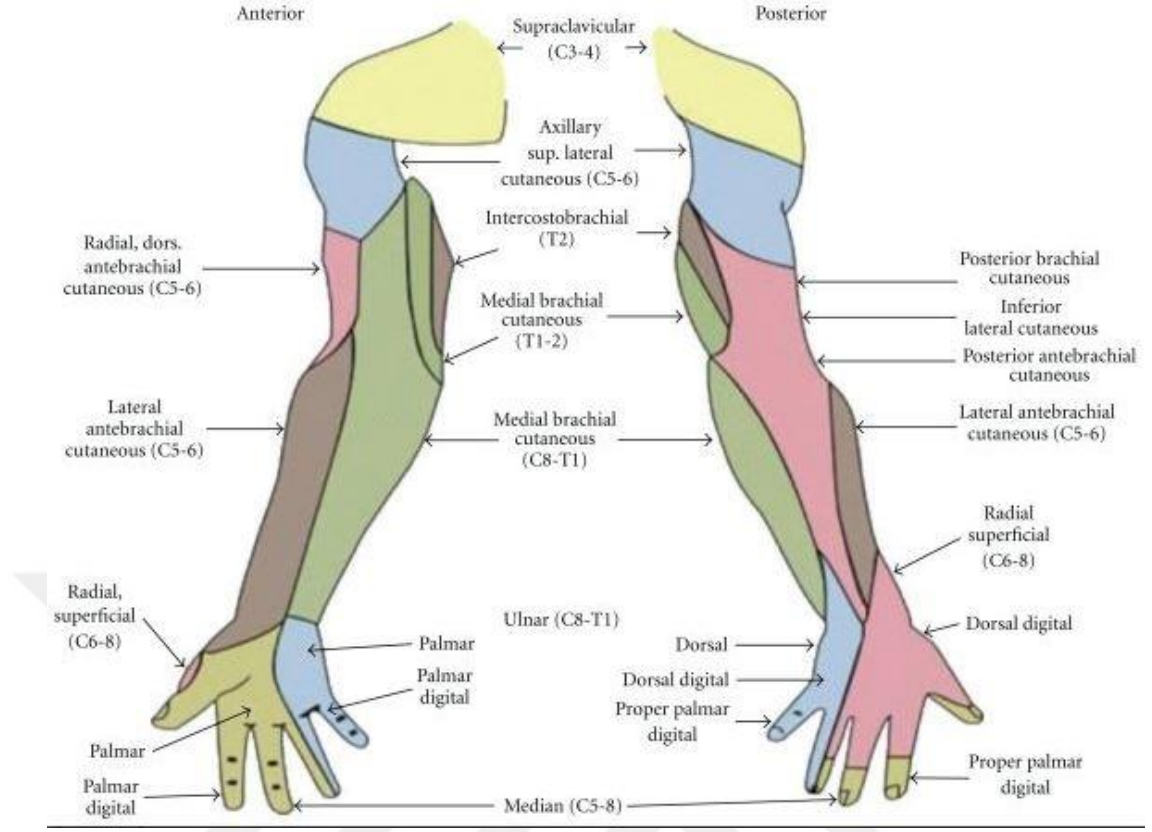


Şekil 2 Brakiyal Pleksus Anatomisi

(Gilroy et al., Atlas of Anatomy 3rd. ed.'den alıntılanmıştır.).

2.2.2. Üst Ekstremitenin Duyusal ve Motor İnnervasyonu

Üst ekstremitenin duyusal ve motor innervasyonu klinik olarak önemli olup **Şekil 3** ve **Tablo 2**'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Böylece cerrahi bir alanda, hangi kutanöz sinir dağılımlarının ileti blokajı gerektirdiğini, hangi terminal sinir dallarının eksik blok için destek gerektirdiğini, preoperatif ve postoperatif nörolojik defisitinin varlığını kolayca saptayabiliriz(7).



Şekil 3 Üst Ekstremitenin Periferik Sinir Dağılımı.

(Courtesy From Wikimedia Commons, file: Gray's Anatomy'den alıntılanmıştır)

Tablo 2 Brakial Pleksusu Oluşturan Sinirler ve İnnervasyonları.

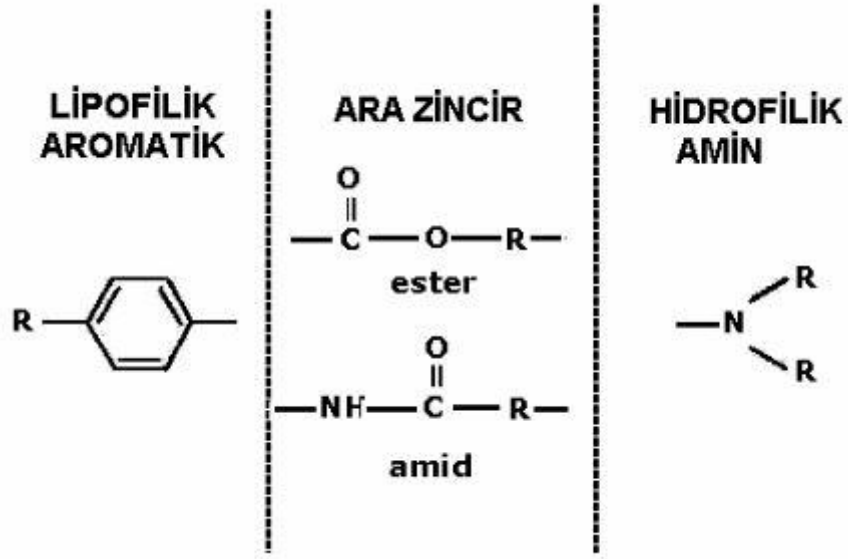
Sinirler	Spinal segment	Dağılım
N. Subclavius	C4 - C6	Subclavius kası
N. Dorsalis skapula	C5	Levator skapula ve rhomboid kasları
N. Torasikus longus	C5-C7	Serratus anterior kası
N. Supraskapularis	C5 - C6	Supraspinatus ve infraspinatus kasları
N. Pektoralis (median ve lateral)	C5-T1	Pektoralis kası
N. Subskapularis	C5 - C6	Subskapularis ve teres majör kasları
N. Torakodorsalis	C6 - C8	Latissimus dorsi kası
N. Aksillaris	C5 - C6	Deltoid ve teres minör kasları ile omuz cildi
N. Radialis	C5 - T1	Kol ve önkolun ekstansör adaleleri, brakioradialis, digital ekstansörler, abduktör pollisis kasları ve kolun posterolateral cilt alanı
N. Muskulokutaneus	C5 - C6	Kolun fleksör kasları ve önkolun lateral cilt alanı
N. Medianus	C6 - T1	Önkolun fleksör kasları, pronator kuadratus - teres kasları, digital fleksörler ve elin anterolateral cilt alanı
N.Ulnaris	C8 - T1	Fleksör karpi ulnaris, adduktor pollisis, küçük digital kaslar ve elin medial yüzü cilt alan

2.3. LOKAL ANESTEZİKLER

Lokal anestezipler, klinik anesteziye yaygın olarak kullanılan duyusal, motor ve otonomik sinir uyarılarının iletimini engelleyen farmakolojik ajanlardır. Terapötik dozlarda uygulandığında, etkileri sinir fonksiyonu, sinir lifi ve hücreye herhangi bir zarar vermeden tamamen tersine çevrilebilir. Anestezi pratiğinde LA'lar, infiltrasyon anestezi, intravenöz rejyonel anestezi, santral blok, periferik sinir blokları ve sempatik blokta kullanılmaktadır.

2.3.1. Lokal Anesteziplerin Etki Mekanizmaları ve Genel Fizikokimyasal Özellikleri

Lokal anestezipler, voltaj kapılı sodyum kanallarını bloke eden heterojen bileşikler grubudur. Yapısal olarak LA, bir hidrofobik aromatik grup, bir amid grubu ve bağlayıcı ara zincirden oluşur. Bu, hem hidrofobik hem de hidrofilik özelliklere sahip oldukları anlamına gelir (**Şekil 4**). Ara zincir tipine göre LA'lar, ester tipi ve amid tipi bileşikler olarak üzere gruplandırılır. Esterlerin metabolizması, plazma kolinesterazlar ve doku esterazlar tarafından gerçekleştirilirken, amidler esas olarak karma işlevli oksidaz sistemi yoluyla metabolize edilir. LA'ların metabolize edilme aşamalarındaki kusurlar, yüksek sistemik konsantrasyonlara çıkmalarına yol açar. Alerjik potansiyele ilişkin olarak, günümüzde kullanılan LA'lar güvenli perioperatif ilaçlar arasında kabul edilmektedir(9-11). Ülkemizde bulunan LA'ların konsantrasyon ve piyasadaki satış formları aşağıda **Tablo 3.**'de verilmiştir.



Şekil 4 Lokal Anesteziklerin Kimyasal Yapıları

Tablo3 Ülkemizde Bulunan Lokal Anestezikler ve Mevcut Konsantrasyonları(12).

Lokal Anestezik	Konsantrasyon	Volüm
Artikain	% 2	2-5-20
Lidokain	% 2-10	2-5-10
Prilokain	% 2	20
Bupivakain	% 0.5	20
Ropivakain	% 0.2-1	10
Levobupivakain	% 0.25-0.75	10

Günümüzde kullanılan LA'nın tamamı kiral yapıdadır, yani asimetric bir karbon atomu ve enantiyomerler olarak adlandırılan iki moleküler konfigrasyona sahip oldukları anlamına gelir. Bu kuralın tek istisnası ise, aşiral olarak nitelendirilen lidokain'dir. LA'nın etki potansiyellerinin belki de en önemli belirteci pKa değeri, lipofilitedir. LA'nın plazma proteinleri tarafından bağlanmayan serbest fraksiyonu, sistemik yan etkilerin temel belirleyicisidir(11). Sistemik dolaşıma absorpsiyon hızı, enjeksiyon yerine bağlıdır. Örneğin, lidokainin eşit plazma konsantrasyonları, 300 mg interkostal olarak veya 500 mg epidural olarak veya 1000 mg subkutan olarak verildiğinde elde edilir. Etki süresine göre LA'lar, kısa etkili (kloroprokain), orta etkili (mepivakain, lidokain) ve uzun etkili (bupivakain, ropivakain)'ler olarak sınıflandırılır(10, 13). LA'ların potens ve etki süreleri **Tablo 4.**'de verilmiştir. Lokal anestetikler, proteinlere afinitelerindeki farklılıklara bağlı olarak etki süreleri açısından değişiklik gösterir. Plazmada LA'lar, kendileri için zayıf afiniteye sahip bir protein olan albümine ya da plazmada düşük konsantrasyonlarda bulunan ancak LA'yı bağlamada daha potent olan alfa-1-asidik glikoproteine (AAG) bağlanırlar. Proteine bağlanma eğilimi ne kadar fazlaysa, sinir blokajını o kadar uzun süre devam ettirir. Örneğin, bupivakain, mepivakain için %55'e kıyasla %95 oranında protein bağlanması sergiler ve bu nöral blokaj sürelerindeki farkı yansıtır(9, 10).

Tablo 4 Lokal Anesteziklerin, Potenslerine ve Etki Sürelerine Göre Karşılaştırılması (12).

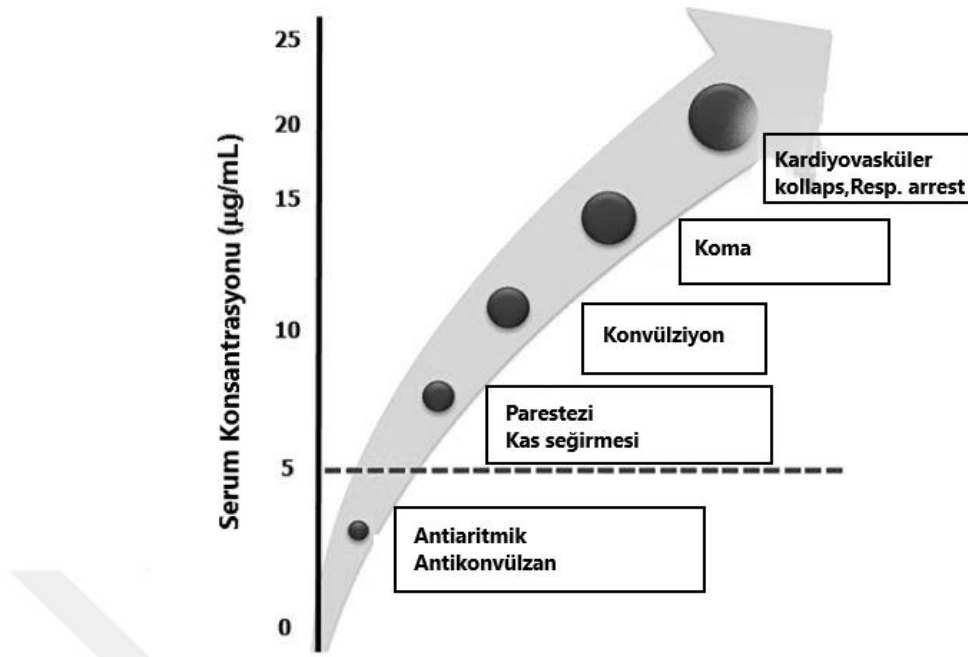
Lokal Anestezik	Potens	Etki süresi
Prokain	1	Kısa
Klorprokain	2-4	Orta
Artikain	5	Orta
Lidokain	4	Orta

Mepivakain	3-4	Orta
Prilokain	3-4	Orta
Bupivakain	16	Uzun
Ropivakain	14-16	Uzun
Levobupivakain	16	Uzun
Tetrakain	16	Uzun

2.3.2. Lokal Anestezik Toksisitesi ve Tedavisi

Sistemik Toksisite:

Lokal anesteziklere atfedilen sistemik toksisite doz bağımlıdır. LA'lar enjeksiyon bölgesinden emildikçe, dolaşımdaki konsantrasyonları artar. Periferik sinir sistemi (PSS) ve merkezi sinir sistemi (MSS) doz bağımlı bir şekilde baskılanır. LA'lar düşük konsantrasyonlarda kardiyak aritmileri ve konvülsiyonları baskılamak için klinik olarak kullanılsa da bu antiteye tezat olarak, yüksek konsantrasyonlarda nöbet aktivitesini indüklerler. Muhtemelen bu tezat doz bağımlı olarak artan LA etkisiyle, inhibe edici yolların da baskılanmasından kaynaklanmaktadır. Bunun sonucunda doz bağımlı olarak; koma, solunum arresti ve kardiyovasküler kollaps yaşanır. Örnek olarak lidokain toksisitesi, lidokainin $>5 \mu\text{g/mL}$ konsantrasyonlarında başlayabilirken, konvülsif nöbetler $> 10 \mu\text{g} / \text{mL}$ konsantrasyonları gerektirir (Şekil 5.), (14, 15).



Şekil 5. Lidokainin Serum Konsantrasyonları ile Sistemik Etkileri (8).

Tüm LA'lar, kardiyak toksisite için karşılaştırılabilir risk taşıyıcıları dahi, bupivakainin diğer ajanlardan daha fazla kardiyak toksisite potansiyeli sergilediği unutulmamalıdır. Altta yatan mekanizma, bupivakainin inaktif ve hareketsiz sodyum kanallarına diğer LA'lara göre daha fazla afiniteye sahip olması ve bu kanallardan daha yavaş ayrılmasıdır. Bu nedenle, bupivakainin çok yüksek dozlarda uygulandığı tıbbi prosedürlerde dikkatli olunmalıdır (14).

LA kaynaklı sistemik toksisitenin tedavisi, nöbetleri kesmek ve kardiyosirkülatuar fonksiyonu desteklemeyi amaçlar. LA toksisitesinden şüphelenildiğinde, atılması gereken ilk adım, yaşamsal belirtilerin stabilizasyonu olup, LA uygulaması sırasında yaşamı tehdit eden belirti ve semptomlar gelişirse, enjeksiyonun derhal kesilmesi zorunludur. Amerikan Bölgesel Anestezi ve Ağrı Tıbbi Derneği (ASRA), LA kaynaklı nöbetler için birinci basamak tedavi olarak benzodiazepinleri önermektedir. Bu ilaçların kardiyak depresyona neden olma potansiyeli minimumdur. Benzodiazepin kullanımından sonra nöbetler devam ederse, düşük dozlarda kas gevşetici kullanımının, asidozu ve büyük kas kasılmalarının

neden olduğu hipoksemiye iyileştirdiği gösterilmiştir. Kas gevşeticiler kullanıldığında, hastalar entübe edilmeli ve havayolu bütünlüğü sağlanmalıdır. Bu amaçla propofol veya tiyopental kullanıldığında, hipotansiyon veya kardiyak depresyon daha da kötüleşebileceğinden bu ajanlar en düşük etkili dozlarında kullanılmalıdır. 1 mg/kg IV propofolün LA kaynaklı nöbetleri ve konvülsif kas hareketlerini durdurmak için de etkili olduğu belirtilmektedir(8, 16-18).

LA'lerin neden olduğu aritminin özellikleri, uzamış PR, QRS ve QT aralıklarıdır. Anormal iletiler kardiyak asistoliye neden olabilir. Kardiyak toksisite, uygun şekilde yürütülen kardiyopulmoner resüsitasyon ile başarılı bir şekilde yönetilebilir. ASRA, LA'lar tarafından indüklenen, kardiyak arreste yaklaşımı aşağıda verilen modifikasyonlar dahil edilerek önermektedir:

- 1) Epinefrin kullanılıyorsa, küçük başlangıç dozları (yetişkinlerde 10-100 µg bolus) tercih edilir
- 2) Vazopressin tavsiye edilmez
- 3) Kalsiyum kanal blokerleri ve beta blokerlerden kaçınılmalı, ventriküler aritmiler gelişirse amiodaron tercih edilir
- 5) Kardiyak toksisitesi olan hastalarda lidokain ve ilgili sınıf IB antiaritmik ajanların (örn. Meksiletin, tokainid) kullanımından kaçınılmalı
- 6) Standart resüsitatif önlemlere yanıt vermeyen hastalarda, sonucu iyileştirmek için kardiyak pacing ve kardiyopulmoner baypas uygulanabilir.

Sistemik lipid infüzyonu, özellikle refrakter kardiyak asistoli olmak üzere LA'lerde sistemik toksisite tedavisinin bir parçası haline gelmiştir. ASRA kılavuzları, hava yolu yönetiminden sonra LA'lerden sistemik toksisitenin ilk belirtilerinde lipid emülsiyon tedavisinin başlatılmasını önermektedir. Lipid emülsiyonlarında LA'lerin yüksek çözünürlüğünden dolayı sistemik LA düzeyini düşürmektedir. % 20'lik lipid solüsyonu 1.5 ml/kg bolus olarak verilir, ardından 0.25 ml/kg/dk dozunda lipid solüsyonu, 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(8, 17, 18).

Alerjik Reaksiyonlar:

Lokal anestezik enjeksiyonlarını takiben alerjik reaksiyonlar görülebilir. Alerjik reaksiyonların gelişimi, solüsyonda bulunan koruyuculara (metilparaben) veya antioksidanlara (sülfidler) atfedilir. Alerjik reaksiyonlar, lenfositlerin antijene duyarlı hale geldiği ve daha sonra maruz kalmanın ardından bir dizi patofizyolojik değişikliğe aracılık ettiği bağışıklık mekanizmaları tarafından tetiklenir. Tip-I immün yanıt, enjeksiyon sonrası birkaç dakika içinde meydana gelir. B lenfositleri tarafından üretilen antikorlar veya immünoglobulin E (IgE) aracılık eder. Bu reaksiyon, LA formülasyonlarının bileşenleri tarafından en yaygın olarak tetiklenen tiptir. Tip-4 reaksiyon ise, enjeksiyondan birkaç gün sonra gelişir ve duyarlı hale getirilmiş T lenfositleri aracılık eder. LA'lara karşı bu tip bir reaksiyon nadiren ortaya çıkar(8, 14, 19).

Alerjik reaksiyonlar difenhidramin ile veya daha ciddi reaksiyonlar için epinefrin veya kortikosteroidlerle tedavi edilebilir. Methemoglobinemi başlangıçta semptomatik olarak tedavi edilmelidir. Ağır vakalarda metilen mavisi ve hiperbarik oksijen kullanılabilir(8, 19).

Lokal Toksisite:

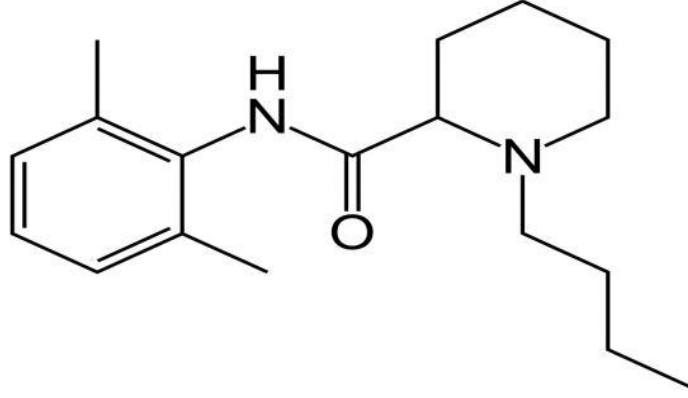
Lokal anestezik enjeksiyonları sonrası dokuların iskemik nekrozu görülebilir. Bunun nedeni, bir solüsyonun tahriş edici doğası, büyük hacimlerden kaynaklanan basınç veya damar sisteminin vazopressörler tarafından vazokonstriksiyonudur(11).

2.3.3. Çalışmamızda Kullanılan Lokal Anestezikler

Bupivakain:

Bupivakain, amid yapılı güçlü bir LA'dır. Mepivakainin, piperidin nitrojenine bir butil grubunun eklenmesi ile sentezlenir ve asimetric (kiral) bir karbon atomuna sahiptir(**Şekil 6**). İlk olarak 1957'de Ekenstam ve arkadaşları

tarafından İsveç'te sentezlendi ve 1963'te L.J. Telivuo tarafından klinik olarak kullanıldı. İntraoperatif lokal anestezi, postoperatif analjezi ve kronik ağrı tedavisinde kullanılır(20).



Şekil 6. Bupivokainin Moleküler Yapısı

Voltaj kapılı sodyum kanallarını bloke ederek, sodyum iyonlarının sinir hücrelerine geçişini engeller. Böylece istirahat membran potansiyeli korunur ve stimülasyona yanıt olarak depolarizasyon inhibe edilir. Dinlenim transmembran potansiyelini veya eşik potansiyelini değiştirmezler(14).

Fizyolojik pH'ın üzerinde pKa değerine sahip, zayıf bir bazdır. PH 7.4'te sadece % 15 iyonize edilmemiş bir şekilde bulunmaktadır. Emilim enjeksiyon yerine, dozajına ve epinefrin kullanımına bağlıdır. Bupivakainin etkinliği, toksisite, latans, motor blok derecesi, sempatik blok, duyu bloğu ve ayrıca eliminasyon süresi ile değerlendirilir. Uzun etkili lokal analjeziklerden olup, etki süresi yaklaşık 5-16 saattir. Eliminasyon yarı ömrü ise yaklaşık 160 dakikadır(14).

Amid lokal anestetikler arasında en yavaş metabolizmaya sahip olandır. Aromatik hidroksilasyon, N-dealkilasyon, amid hidrolizi ve konjugasyona uğrar. Esas atılım yeri idrardır. Alfa-1 asit glikoprotein, bupivakainin en önemli protein bağlama bölgesidir. Proteinlere bağlı kısım ise aktif kısımdır ve toksik etkilerden sorumludur. Karaciğer tarafından N-dealkilasyon ve glukuronid konjugasyonu ile metabolize edilir. Eliminasyon idrardır. Bazı metabolitler pulmoner ve safra sıvısı

yoluyla elimine edilse de, proteinlere bağılı kısım aktif kısımdır ve toksik etkilerden bağlanmamış kısım sorumludur(21).

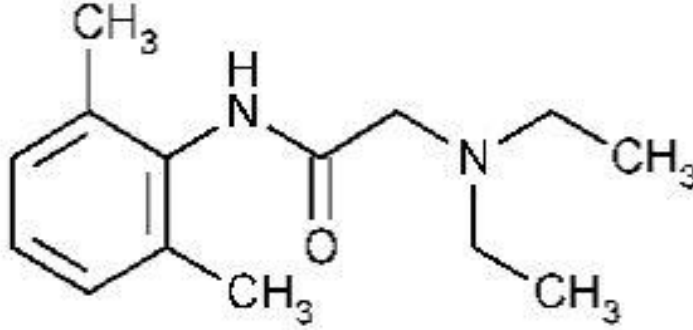
Bupivakain dozu, hastanın fiziksel durumuna, seçilen prosedüre, dokunun kanlanması, seçilen bölgeye, bloke edilen segment sayısına, ihtiyaç duyulan anestezi derinliğine veya süresine bağılıdır. Yaygın bazı yan etkiler arasında, mide bulantısı, kusma, titreme, baş ağrısı, sırt ağrısı, baş dönmesi, cinsel işlev bozukluğu, huzursuzluk, anksiyete, baş dönmesi, kulak çınlaması, bulanık görme, konvülsiyonlar, miyoklonik kasılmalar sayılabilir. Bupivakain, migren ilaçları, kan sulandırıcılar, antidepresanlar veya monoamin oksidaz inhibitörleri için kullanılan ergot ilaçlarıyla etkileşime girebilir. Methemoglobinemi tipik olarak benzokain veya prilokain ile ilişkilidir; ancak nadir durumlarda bupivakain içeren olgu sunuları mevcuttur. Düşük seviyelerde (% 1- % 3), methemoglobinemi asemptomatik olabilir, ancak daha yüksek konsantrasyonlar (% 10- % 40)'da siyanoz, kutanöz renk değişikliği (gri), taşipne, dispne, egzersiz intoleransı, yorgunluk, baş dönmesi görülebilir(14, 21).

LA'ların çoğu benzer belirti ve semptomlar üretse de nörotoksisite ve kardiyotoksisite gibi ağır toksik durumlara neden olabilmektedir. Bupivakain en kardiyotoksik LA'dır. Toksisite insidansı çok düşük düzeyde olup 1/1000 ila 1/10000 aralığındadır. Bupivakain toksisitesinin en sık rastlanılan nedenleri ise, uygulama yeri ve hızıdır. Doğrudan intravenöz enjeksiyon, üst sınırı 2.5 ila 3.5 mg / kg dozaj sınırına sahip olan bupivakain toksisitesinin en yaygın nedenidir. Nadiren hastalar, L-karnitin eksikliğine bağılı olarak önerilen üst doz sınırlarından çok daha düşük dozlarda toksisite sergileyebilir(21, 22).

Lidokain:

1943'te Loffgren tarafından İsveç'te sentezlendi. Kimyasal bileşimi, dietil aminoasetil- 2, 6, ksilidin hidroklorür monohidrat olan bir tersiyer amid'dir(**Şekil 7**). Hızlı etki başlangıçlıdır, sinir liflerine iyi nüfuz etme gücüne sahiptir. Potens olarak diğer LA'lara kıyasla orta derecelidir. Kullanım alanları, topikal anestezi, lokal infiltrasyon, periferik sinir bloğu, Biers bloğu, spinal / epidural anestezi, ventrikül

kaynaklı kardiyak disritmiler için antiaritmik ajan olarak kullanılabilir (20).



Şekil 7 Lidokainin Moleküler Yapısı

Sodyum kanallarını inaktive edilmiş durumda tutmanın yanı sıra onları bloke ederek aksiyon potansiyelinin başlamasını engeller. Adrenalin ile kombine edildiğinde, etki süreleri uzar. Ayrıca vazokonstriksiyona neden olarak, sistemik absorpsiyon oranını azaltır ve böylece sistemik toksisiteyi de azaltır. Tekrarlanan enjeksiyonlar nedeniyle taşifilaksiye neden olabilir(23).

Lidokain, oda sıcaklığında stabil bir bileşiktir. Moleküler ağırlığı 271 dalton'dur. Lidokain pKa değeri 7,8 olup, ilacın %70'i proteinlere bağlıdır. Lidokainin eliminasyon yarı ömrü 96 dakikadır. Plazma konsantrasyonu, 5mg / ml üzerindeki değerlerde toksik konsantrasyonuna ulaştığı kabul edilir. Karaciğerde oksidatif dealkilasyona uğrayarak monometil-glisin-ksilit'e dönüşür ve bunu takiben ksilit oluşturmak üzere hidrolize olur. Karaciğer hastalıklarında metabolizma hızı azalır(14, 20).

Yaygın yan etkiler arasında alerjik reaksiyonlar sayılabilir. Suçlanan mekanizma ise metil paraben veya benzeri koruyucular tarafından stimüle edilen antikor yanıtıdır. Nörolojik sistem yan etkileri; düşük dozlarda dil uyuşması ve ağız çevresinde parestezi, huzursuzluk ve baş dönmesidir. Yüksek dozlarda ise, konuşma

bozukluğu, iskelet kası kontraksiyonları, tonik klonik nöbetler, santral sinir sistemi (SSS) depresyonu, hipotansiyon ve apne meydana gelebilir. Nöbetler, SSS'nin inhibe edici nöronlarının seçici inhibisyonunun bir sonucu olarak artmış uyarıcı nöron aktivitesi nedeniyle oluşur. Arteriyolar düz kasların gevşemesi ve miyokardiyal depresan etkisi nedeniyle 5-10 mg / ml'lik plazma konsantrasyonlarında şiddetli hipotansiyon meydana gelebilir. (20, 23).

2.4. BRAKİAL PLEKSUS BLOĞU

2.4.1. Brakiyal Pleksus Bloklarında Lokalizasyon Teknikleri

Güvenli ve başarılı sinir blokajında iğne, LA'yı sinir liflerine ulaşabilecek kadar yakın, ancak iğne-sinir temasından kaçınarak, mekanik hasara neden olmayacak kadar uzağa konumlandırılmalıdır. Günümüze kadar periferik sinir bloklarında iğne konumlandırılması için, yüzeysel anatomik işaretler ve iğne parestezisi kullanılmış olsa da, günümüzde bu yöntemler yerlerini nöral stimülatörlere (NS) ve USG cihazlarına bırakmıştır.

2.4.1.1. Sinir Stimülasyonu Tekniği ve Brakiyal Pleksus Blokajı

Periferik sinir (PS)'lerin elektriksel stimülasyon tekniği ile konumlandırılması yöntemi ilk olarak 1970'lerde evrensel olarak kullanılmaya başlandı. Çalışma prensibi, kalın sinir liflerinin ince liflere göre daha kolay ve hızlı stimüle edilmesi ilkesine dayanır(**Resim 1.**). Böylelikle kalın A α motor lifleri, ağrı oluşturan A δ ve C lifleri uyarılmaksızın stimüle olur. Sonuç olarak uyarılmış kontraksiyon elde edilerek ilgili sinir bulunmaya çalışılır. Sinir stimülasyonu yalıtımlı ve elektrik akımı veren özel iğneler ile yapılmaktadır. Sinir stimülasyonunun uygulanmasından önce klinisyenler, hedef sinire göre iğne pozisyonunu anlamak için anatomik işaretlerden ve / veya hasta tarafından bildirilen paresteziden yararlanırlar(24, 25).



Resim1. Periferik Sinir Stimulatörü(26).

NS'ler ile sinirlerle ilişkili kaslarda elektriksel uyarıyla (örn. 0,5 mA) motor yanıt oluşuncaya kadar iğne ilerletilir. Böylece iğne / sinir ilişkisi için daha nicel bir çıkarım yapılabilir(27). Akım yoğunluğu (mA) ne kadar yüksekse sinirin depolarizasyon olasılığı o kadar büyüktür. Coulomb yasasına göre, bir sinirden motor yanıt ortaya çıkarmak için gereken akım yoğunluğu, sinire olan mesafenin karesiyle ters orantılıdır. Teorik olarak, uyarıcı iğne sinire doğru ilerlettikçe, bir motor yanıt elde edebilmek için gereken akım yoğunluğu katlanarak azalır. Geleneksel öğreti, bir siniri etkili ve kesin bir şekilde bulmak için, klinisyenin yüksek bir akım yoğunluğu (örneğin >1.0 mA) ile başlaması ve anatomik işaretlere dayalı olarak sinirin, olası yönünde ilerlemesi gerektiğidir. Bir motor yanıt elde edildiğinde, motor yanıt azalana veya kaybolana kadar akım yoğunluğu kademeli olarak azaltılır. İğne daha sonra motor tepki geri dönene veya güçlendirilene kadar ilerletilir. Akım yoğunluğu tekrar azaltılır, iğne ilerletilir ve bu prosedür, genellikle 0.2 ve 0.5 mA arasında kabul edilebilir bir eşik akım yoğunluğunda sürekli bir motor yanıt elde edilene kadar tekrarlanır. Bu eşik akımının sinirden yeterince küçük bir mesafe ile ilişkili olduğu düşünülmüştür, böylece enjekte edilen LA etkili bir bloğa neden olur(28).

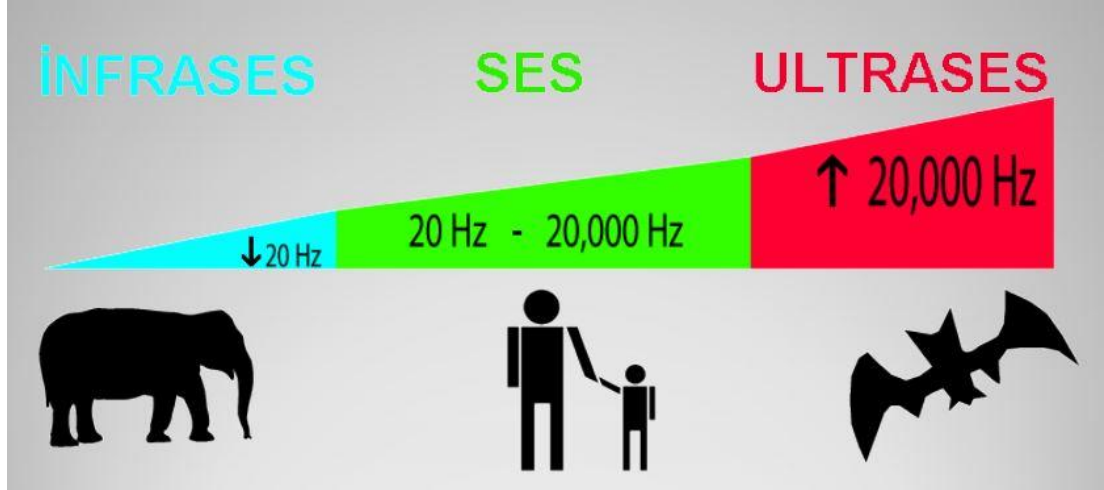
Uyarılmış motor stimülasyon uygulamasında bazı sınırlamalar dikkat çekicidir. Birincisi, akım her zaman en az elektriksel direnç yolunu takip eder ve

motor yanıtın doğru yorumlanmasını engelleyebilir. Örneğin iğne ucunu çevreleyen çeşitli doku öğeleri (fasya, su, yağ vb.), akımı sinirden uzaklaştırabilir. Böylece iğne sinire temas ettiği veya çok yakın olduğu halde, yanlış negatif sonuçlara neden olabilir(29). Benzer şekilde Perlas ve ark. 0.5 mA veya daha az akım yoğunluğu ile aksiller brakiyal pleksusun dallarına temas eden iğnelerin (USG ile teyit edildiği üzere) vakaların % 25'inde bir motor yanıt üretemediğini göstermiştir (30). Dahası, hayvan modelleri, 1.0 mA'dan büyük akım yoğunluklarında bile, sinire bir iğne ucunun sokulabildiğini ve sinirin bir motor yanıt üretemediğini göstermiştir (31, 32). İkincisi, bu uygulama yanlış pozitifler ortaya çıkarabilir. Bazı bağ dokusu katmanları, lokal anestezi solüsyonlarının sinirlere ulaşmasını önlerken, elektrik akımının geçmesine izin verebilmektedir. Böylece yeterli motor yanıt alınmasına rağmen anestezi madde istenilen yere ulaşmamıştır(33). Üçüncüsü ise, LA solüsyonlar elektrik akımlarını kolaylıkla iletmesinden kaynaklanır. LA uygulaması başladıktan sonra uyarılmış motor yanıt, akımın sinir dışındaki yerlere iletilmesi nedeniyle kesilir (27).

2.4.1.2.Ultrasonografi Rehberliği ve Brakiyal Pleksus Blokajı

Ultrasonografi Fiziği:

Ses dalgaları, frekans, dalga boyu ve hız değişkenleri ile tanımlanabilir. Frekans, her saniyede tamamlanan döngü veya dalga sayısıdır. Dalga boyu ise bir dalga döngüsünün tamamlanması için gereken mesafedir. USG'de kullanılan ses dalgalarının frekansı, insan duyum sınırının (20.000 kHz) oldukça üzerinde olup genellikle 2 ile 12 MHz (2 ila 12 milyon Hz) aralığındadır(Şekil 8)(34).



Şekil 8 Ses Dalgalarının Frekanslarına Göre Sınıflandırılması(35).

Bir ses dalgasının frekansı ile dalga boyu arasında ters bir ilişki vardır. Frekans ne kadar yüksekse dalga boyu o kadar kısadır. Bu ilişki, USG ile görüntüleme yapılan hastalarda kullanılan frekansın seçiminde belirleyici bir faktördür. Yüksek frekanslı USG dalgaları yüksek çözünürlüklü görüntüler oluşturmaya rağmen dalga boyları kısa olduğundan daha yüzeysel dokuların görüntüsünü verebilir yani derin dokulara yeterince nüfuz edemez. Bu bağlamda düşük frekanslı dalgalar, dokulara daha iyi nüfuz eder ancak çözünürlükleri düşüktür. Böylece USG probunun frekansı seçilirken, görselleştirilmesi istenen bölgeye uygun olarak optimum frekans ve dalga boyu tercih edilmelidir. Günümüzde sıklıkla dört çeşit prob (transdüser) kullanılmaktadır(34, 36):

1. Lineer diziliimli (array) proplar, bunlar yapıca yüksek frekans (7-12 MHz) üretmekte olup kas ve iskelet sistemi gibi yüzeysel dokular için kullanılırlar.
2. Konveks (curvilinear) proplar, düşük frekanslı (3.5-5 MHz) dalgalar üretirler ve böylece daha derin dokular için kullanılırlar.
3. Faz diziliimli (array) veya mikrokonveks proplar, küçük alanlara da daha fazla görüntü sunarlar. Kardiyo-Toraksik görüntüleme amacıyla kullanılırlar.
4. İntrakaviter proplar, transvajinal görüntüleme amacıyla kullanılırlar

USG'nin ilk ilkesi dalga oluşumudur. USG dalgaları, elektrik akımının prob(transdüser)'da yer alan piezzo elektrik teknolojisine göre dizayn edilmiş kristalleri titreştirmeleri sonucu üretilir. Üretilen dalgaların frekansı, transdüserdeki kristaller ayarlanarak değiştirilebilir. İkinci ilke iseyansıyan dalga yani eko prensibi olup,görüntü oluşumuyla ilişkilidir. Burada dikkat edilecek husus, USG dalgalarının sürekli olarak değil, darbeler halinde (kesik-kesik) üretilmesidir. Böylece aynı kristaller belirli bir zaman periyodunda ses dalgalarını üretirken, belirli periyotlarda da yansıyan (eko) dalgaları alır. Yansıyan ses dalgaları, dönüştürücüdeki kristallerin tekrar deforme olmasına ve daha sonra monitörde görüntülenebilecek bir elektrik sinyali haline gelmesine neden olur(36).

Ultrasonografi ve Doku Etkileşimi:

Transdüser tarafından üretilen ultrases demetleri, görüntü oluşumuna yardımcı olabilecek veya engelleyebilecek farklı dokularla etkileşime girer. Doku etkileşim türleri; Soğrulma, Yansıma, Kırılma ve Saçılma olarak kategorize edilir(36).

1. Soğrulma (Absorbsiyon): Ultrases dalgalarının dokudan geçerken kademeli olarak azalmasıdır.

2. Yansıma (Refleksiyon): Bitişik yapılar arasındaki akustik empedans farkı nedeniyle oluşur. Akustik empedans, bir dokunun yoğunluğunun ve içerisinden geçen ultrases demetinin ürünüdür. Bu nedenle, doku ne kadar yoğunsa, akustik empedans o kadar büyük olur. Hava, kemik ve yumuşak doku arasındaki yoğunluk ve ses hızındaki büyük farklılıklar, akustik empedansta farklılıklar meydana getirir. Böylece, neredeyse tüm ultrases demetleri yumuşak doku-kemik ve yumuşak doku-hava ara yüzlerinden yansır. Öte yandan, yumuşak doku yapıları arasında, akustik empedans bakımından çok az fark olduğu için, bu alanlardan transdüser nispeten daha az eko yansır.

3. Saçılma (Scatter): Ultrases demetinin, küçük, pürüzlü veya düzensiz yapılarla etkileşime girdiğinde, yeniden yönlendirilmesini ifade eder. Bu doku etkileşimi, akustik empedansta çok az farkın olduğu (organ parankimi)yapılarda meydana gelir.

4. Kırılma (Refraksiyon): Geliş açısına göre ultrases demetinin bir kısmı yansır, bir kısmı kırılır ve yoluna devam edebilir. Geliş açısı “kritik açı”dan büyükse gelen ultrases demeti büyük oranda yansıtılır.

Ultrasonografide Normal Doku Görünümleri:

Geri dönen ultrases dalgalarının yoğunluğuna bağlı olarak, anatomik yapılar farklı ekojenite özellikleri gösterir. Hiperekoik alanlar, geri dönen yoğun ekolardan dolayı büyük miktarda enerjiye sahiptir ve beyaz olarak görülür. Hipoekoik alanlar, geri dönen daha az yoğunluktaki ekolardan dolayı, az enerjiye sahiptir ve gri olarak görülür. Yansıtma özelliği olmayan ekosuz (yankısız) alanlar ise siyah olarak görülür. Normal vücut dokuları USG’de aşağıdaki gibi seçilirler(34, 36);

1. Cilt: Pürüzsüz, parlak (ekojenik, hiperekoik).
2. Fasya: Parlak hipoekoik çizgi.
3. Yağ: Hiperekoik çizgi ile hipoekoik arka plan yağ sıkıştırılabilir, kas ve sinirler sıkıştırılabilir değildir.
4. Kas: Sıkıştırılmaz, hiperekoik çizgi ile hipoekoik arka plan.
5. Tendonlar: Hipoekoik.
6. Sıvı: Kan, efüzyon, kist (siyah-anekoik).
7. Sinir: Hiper / hipoekoik
8. Kemik: Çok parlak / hiperekoik.
9. Hava Kabarcığı: Oldukça hiperekoik.
10. Plevra: Hiperekoik

2.4.2. Ultrasonografi Rehberliği ve Brakial Pleksus Blokajı

USG rehberliği RA prosedürlerinde periferik sinirlerin lokalizasyonunu saptamak ve bloke etmek için noninvaziv olarak kullanılan bir yöntemdir. USG eşliğinde brakial pleksus bloğu (BPB) ilk olarak 1989 yılında Ting ve arkadaşları

tarafından aksiller yaklaşım amacıyla kullanılmıştır. İnfraklaviküler bloklar için ise 1993 yılında Wu ve ark. ilk olarak deneyimlediler (37). USG cihazının çözünürlüğü başlangıçta zayıftı, ancak zaman içerisinde USG teknolojisindeki gelişmeler neticesinde yüksek çözünürlüklü cihazlar geliştirildi. Böylece sonografik rehberlik, BPB için sık tercih edilen bir teknik haline geldi. BPB’de USG kullanımının temel avantajları aşağıda belirtilmiştir:

1. Periferik sinirlerin ve doku düzlemlerinin gerçek zamanlı olarak, doğrudan görselleştirilebilmesi, optimal düzeyde enjeksiyon yapılabilmesi veya kateter yerleştirilebilmesi
2. Günümüz teknolojisiyle ultrason cihazları, çeşitli bölgesel bloklar için gerekli sinirleri ve bu sinirlerin doku içerisindeki düzlemsel konumu görüntüleyebilen yüksek frekanslı problara sahip olmaları nedeniyle küçük (2 mm çaplı) dijital sinirler tanımlanabildiği gibi brakial pleksusta bulunan karmaşık nörovasküler nüansları kolayca ayrıştırılabilmesi.
3. Hasta anatomisinin nörovasküler varyasyonlar açısından değerlendirilebilmesi ve böylece blok komplikasyonunu önleyerek hasta güvenliğinin artırılması olarak sayılabilir.

USG eşliğinde BPB yapabilmenin iki temel unsuru vardır. Birincisi, US görüntülerinde görülen anatomik yapıların tanımlanmasını içeren sono-anatominin yorumlanması diğeri ise, USG klavuzluğunda (gerçek zamanlı görüş altında) iğneyi kontrol edebilmektir. Sonuç olarak bu işlem, yüksek düzeyde sonoanatomik bilgi ile el ve göz koordinasyonu gerektirir. USG eşliğinde BPB uygulamasında dikkat edilmesi gereken temel hususlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Vasküler kasları, fasya ve kemik gibi önemli dönüm noktası yapılarını görselleştirin.
2. Kısa eksen görüntülemeye sinirleri veya pleksusu tanımlayın.
3. Normal anatomiyi doğrulayın ve anatomik varyasyonları tanıyın.
4. Ultrason ekipmanı ile ilgili aseptik bir teknik sürdürün.

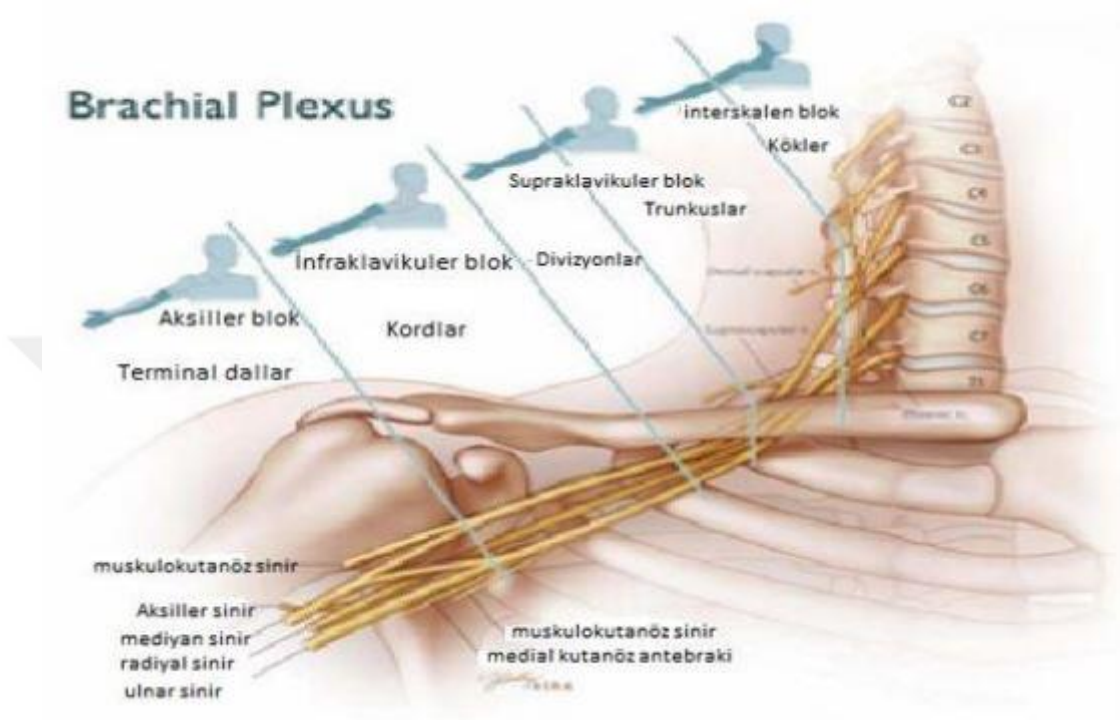
5. Hedefe doğru ilerlerken, iğneyi gerçek zamanlı görselleştirme altında takip edin.
6. Sinir stimülasyonu gibi ikincil bir doğrulama tekniği düşünün.
7. İğne ucunun doğru konumda olduğu varsayıldığında, küçük bir hacimde test solüsyonu enjekte edin.
8. Test enjeksiyonu sırasında çözelti görselleştirilmezse, iğne ucunun intravasküler veya görüntüleme düzleminin dışında olduğunu varsayın.
9. İstenmeyen bir LA yayılma paterni görülürse, gerekli iğne ayarlamalarını yapın. LA'nın görselleştirilmesi, intravasküler bir enjeksiyondan kaçınmak için enjeksiyonun tamamı boyunca gerçekleştirilmelidir.
10. Resüsitasyon ekipmanlarının varlığı, sık aspirasyon, standart izlem, hasta yanıtı ve enjeksiyon özelliklerinin değerlendirilmesi dahil olmak üzere geleneksel güvenlik yönergelerine dikkat edin.

USG eşliğinde bölgesel anestezi uygulaması, geliştirilmiş etkinliği ve güvenliği nedeniyle büyük ölçüde yaygınlaşmıştır. USG eşliğinde periferik sinir bloğunun sinir stimülasyonu yoluyla periferik sinir bloğu ile karşılaştırıldığında, blok etkinliğini artırdığını, blok süresini uzattığını, blok performans süresini kısalttığını ve hepsinden önemlisi hasta güvenliğini iyileştirdiğini ortaya koyan önemli miktarda kanıt mevcuttur(38-40).

2.4.3. Brakial Pleksus İçin Blok Yaklaşımları

Brakial pleksus bloğu bir çok cerrahi prosedürde de kullanılan anestezik bir uygulamadır. BPB'lerin amacı, ilgili sinir terminalinde impuls iletimini engellemek, böylece korteks tarafından algılanan ağrı sinyalini sonlandırmaktır. BPB, opere edilecek bölgedeki duyu ve/veya motor inervasyondan sorumlu sinir liflerinin yakınına LA enjekte edilerek gerçekleştirilir. BPB'ler günümüzde, genel anestezi için bir alternatiftir ve diğer tekniklerle karşılaştırıldığında daha düşük komplikasyon insidansına sahiptir. Böylece bu teknik, multimodal anestezi ve analjezi, akut postoperatif ağrı yönetimi ve kronik ağrı yönetimi gibi diğer alanlarda da sıkça kullanılır. Başarılı BPB'ler için, yeterli anatomi bilgisi, kullanılacak tekniğin doğru seçimi ve lokal anestezik seçimi gibi faktörler önem arzeder. İğne ile brakial

pleksusa girişimin yapıldığı düzey “yaklaşım” olarak tanımlanır.(Şekil 9.) Sık kullanılan üst ekstremité için blok yaklaşımları; interskalen, supraklavikular, infraklavikular ve aksiler olarak sınıflandırılır. Bu yaklaşımların kendi aralarında karşılaştırılması **Tablo 5.**'de verildi(41).



Şekil 9 Sık Kullanılan Brakiyal Pleksus Blokları ve Seviyeleri(42).

Brakiyal pleksus bloklarının komplikasyon insidansları düşük olmasına rağmen nadir de olsa ciddi komplikasyonlar yaşanabilmektedir. Riskler arasında yetersiz blok, kanama, enfeksiyon, çevredeki yapılarda hasar, kalıcı sinir hasarı ve sistemik toksisiteyle sonuçlanan intravasküler LA enjeksiyonu yer alır(41). Kontrendikasyonlar arasında hasta ile ilişkili uyum problemleri (bazen pediatrik hastalarda veya şiddetli demansı olanlarda görülür), önceden var olan nörolojik defisit, blok yerinde sistemik veya aktif lokal enfeksiyon, optimal obezite bulunur (43).

Brakiyal pleksus blokları yapılmadan önce, eksiksiz bir anamnez ve fiziki muayene gereklidir. Hastanın anamnezi, altta yatan ciddi kalp veya akciğer hastalığı, opioid intoleransı, önceden var olan nörolojik defisit, kolay kanama veya morarma

veya varsa antikoagölan ilaçlarının kullanımı üzerine olmalıdır. Fiziki muayenede ise, işlem yapılacak ekstremitenin duysal ve motor fonksiyonuna, koagülopati kanıtı (örn. Yaygın morarma), sistemik enfeksiyon kanıtı (ateş veya yüksek beyaz kan hücresi sayımı) araştırılmalıdır (41).

Brakiyal pleksus bloklarında, bloğun yönetimi önem arzetmektedir. Acil hava yolu ekipmanı, resüsitasyon ilaçları (% 20 lipit emülsiyonu dahil), tamamlayıcı oksijen ve hemodinamik izleme, blokların yapıldığı yerde ve erişilebilir olmalıdır. Bloklar steril tekniklerle uygulanmalıdır. Hastanın rahatını sağlamak için anksiyolitik ilaçlar kullanılabilir. Uyanık hastalar, parestezi bildirerek sinir yaralanması riskini azaltır, böylece iğne LA enjeksiyonundan önce yeniden yönlendirilebilir. Ek olarak, uyanık bir hasta, LA'ya bağlı sistemik toksisitenin erken semptomlarını (kulak çınlaması, ağız çevresinde uyuşma ve epinefrin ile taşikardi) bildirebilir ve böylece LA enjeksiyonu sonrası meydana gelebilecek ciddi komplikasyonlar (nöbetler, koma ve kardiyak şok) gelişmeden yönetilebilir (43, 44).

Tablo 5 Sık Kullanılan Brakiyal Pleksus Blok Yöntemlerinin Kendi Aralarında Karşılaştırılması(12).

Brakiyal pleksus yaklaşımları	Endikasyonları	Avantajları	Dezavantajları	Komplikasyonları
İnterskalen	Omuz,humerus ve dirsek cerrahisi	Derin omuz analjezisi	Sınırlı C8 / T1 kapsamı	Vertabral arter enjeksiyonu, Frenik sinir bloğu, Horner's sendromu
Supraklavikular	Omuz distalindeki prosedürler	Hızlı başlangıç ve geniş kapsam	Pnömotoraks riski	Frenik sinir bloğu
İnfraklavikular	Omuz distalindeki prosedürler	Geniş kapsam. Kateter fiksasyonu için kullanışlıdır. Azalmış Pnömotoraks riski	Damar yapısı zedelenmesine bağlı Pnömotoraks	
Aksiller	Ön kol ve el cerrahisi prosedürleri	Frenik blok ve Pnömotoraks riski yok	Ön kol laterali için yetersiz blok	İntravasküler enjeksiyon için yüksek risk

İnterskalen Yaklaşım:

Üst ekstremité brakial pleksus blokajı için interskalen yaklaşım, omuz, proksimal humerus ve klavikula cerrahisi geçiren hastalar en önemli endikasyonudur. İnterskalen yaklaşım Winnie tarafından 1970 yılında, proksimal brakiyal pleksusu anestezi altına almak için tanımlanmıştır (45). Anatomik işaret noktaları; klavikula, sternokleidomastoid kasının klavikular başı, eksternal juguler ven ve krikoid kıkırdaktır. Bu yöntemle omuz, lateral kol ve lateral önkolun hem anestezi hem de analjezisi sağlanır. Distal klavikula, omuz ve proksimal humerus prosedürleri için harika bir bloktur(46). C5-C6 kök seviyesini kapsamaktadır. C8 ve T1 dağılımını kapsamaz ve bu nedenle ek periferik sinir bloğu tekniği sağlamadan el veya dirseği içeren cerrahilerde rutin olarak kullanılmaz(47). İnterskalen yaklaşım, solunum yetmezliği olan hastalarda ipsilateral frenik sinir bloğu ve diyafragmatik hemiparezi olasılığının yüksek olması nedeniyle kontrendikedir. İnterskalen yaklaşımın olası komplikasyonları aşağıda özetlenmiştir(46):

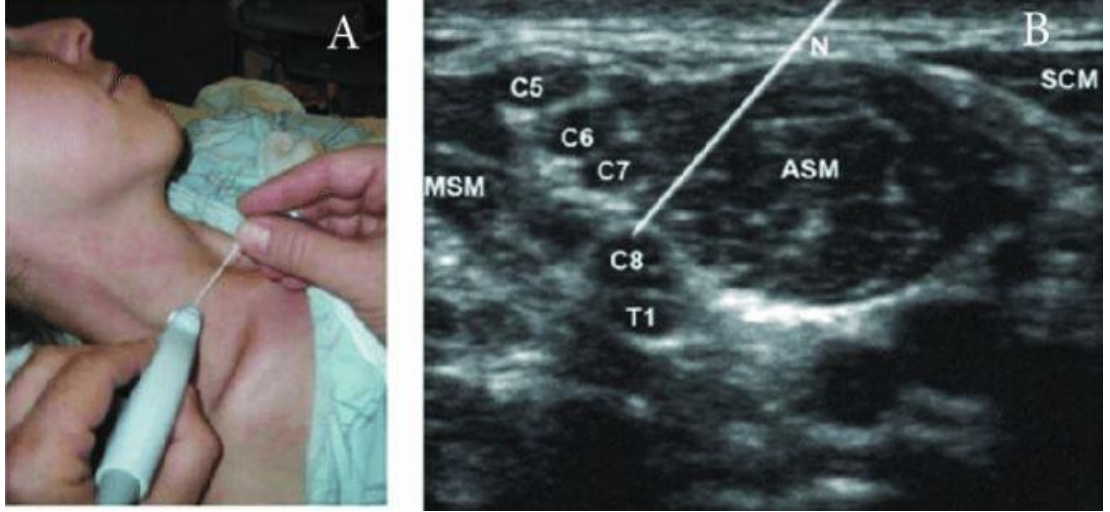
1. Enfeksiyon
2. Kanama / Hematom
3. Vasküler ve sinir yapılarının yaralanması
4. Lokal anesteziye bağlı gelişen toksisite
5. Horner sendromu (stalle ganglionunun bloğuna bağlı olarak)
6. Diyaframın hemiparalizi
7. Ses kısıklığı
8. Pnömotoraks

Nöral stimülatör klavuzluğunda interskalen yaklaşım için hasta düz zemine supin pozisyonunda yatırılır. Baş, blok yapılacak tarafın karşı yönüne çevrilir. Blok için anatomik belirteçler cildi temizlemeden önce, kalem ile çizilir. Cilt hazırlanır ve steril eldivenle ön ve orta skalen kas palpe edilir. İğne, klavikulanın yaklaşık 3-4 cm yukarısına eksternal juguler venin de hemen arkasına sokularak deri düzlemine dik bir açıyla ilerletilir(**Resim 3**). Nöral stimülatör 0,6-0,8 mA akıma ayarlanır ve brakiyal pleksus yanıtı alınıncaya kadar iğne ilerletilir. Yanıt alındıktan hemen sonra stimülatör 0,4 mA ayarlanır. Yanıt alınmaya devam ediliyorsa negatif aspirasyon sonrası aralıklı enjeksiyon ile LA uygulanır(48, 49).



Resim 1 Sinir Stimülatörü Eşliğinde İnterskalen Blok(50).

USG klavuzluğunda interskalen yaklaşım için hasta uygun pozisyondayken, cilt dezenfekte edilir ve prob, karotis arteri tanımlamak için yatay düzlemde konumlandırılır. Arter tanımlandıktan sonra, prob boyunda hafifçe lateral olarak hareket ettirilir. Amaç, ön ve orta skalen kasları ve aralarında bulunan brakiyal pleksus yapılarını görselleştirmektir(**Resim 3.**). İğne daha sonra lateralden mediyale doğru, pleksusun görüldüğü düzlemin içine yerleştirilir. Sinir yaralanması riskini en aza indirmek için iğne doğrudan köklere değil, her zaman köklerin arasına yönlendirilmelidir(51).



Resim4 Ultrasonografi eşliğinde interskalen blok(52).

(C5T1 = servikal ve birinci torasik sinir kökleri; ASM = ön skalen kası; MSM = orta skalen kas; SCM = sternokleidomastoid kas)

Aksiller Yaklaşım:

Brakial pleksus sinir bloklarına aksiller yaklaşım ilk olarak Dr. Halstead ve ark. tarafından gerçekleştirildi. Anatomik işaret noktaları, aksiller arter, korokobrakial ve pektoralis majör kaslarıdır. Bu yöntem dirsek, önkol ve el üzerindeki prosedürleri güvenilir bir şekilde kapsar. Bununla birlikte, muskulokutanöz blok olmadan, anterolateral dağılım korunacağı için yeterli ön kol blokajı sağlanamaz. Brakial pleksusa aksiller yaklaşım, frenik sinir blokajı ve / veya pnömotoraks riski gibi çevreleyen yapılara yönelik azaltılmış risk nedeniyle dört yaklaşımdan en güvenilir olarak kabul edilir (53). Aşağıdaki komplikasyonlar mümkündür, ancak görülme sıklığı düşüktür:

1. Enfeksiyon
2. Kanama veya hematoma oluşumu
3. Nöropraksi, aksonotmesis ve nörotmesis gibi sinir yaralanmaları
4. Yanlışlıkla intravasküler enjeksiyon
5. Lokal anesteziğin sistemik toksisitesi

Aksiller bölge, sinir ve arter yapılarının yüzeyel konumu nedeniyle USG eşliğinde blok için en ideal anatomik lokalizasyondur. Hasta başını blok yapılacak tarafın karşı tarafına çevirir. Kol 90 derece abduksiyona, dirsek 90 derece fleksiyona

getirilir. Aksilla aseptik olarak hazırlanır ve yüksek frekanslı lineer bir prob, pektoralis majör kasının lateral sınırında enine bir düzlemi tarar. Aksiller arter görselleştirilir ve arterin etrafındaki sinirleri bulmak için prob hareket ettirilir. Transdüser üzerindeki basıncın hafifletilmesi genellikle aksiller venin konumunu ortaya çıkarır (arter ven ayrımı). Aksiller artere göre, ulnar radial ve median sinirlerin konumları belirlenir(**Resim 5.**). Muskulokütanöz sinir ise genellikle biceps ve korakobrakialis kasları arasındaki düzlemde veya korokobrakial kasın içerisinde seyreder(53).



Resim2 Ultrasonoğrafi Eşliğinde Aksiller Blok(54)

(MCN: Muskulokutanöz sinir, RN: Radial sinir, MN: Median sinir, UN: Ulnar sinir)

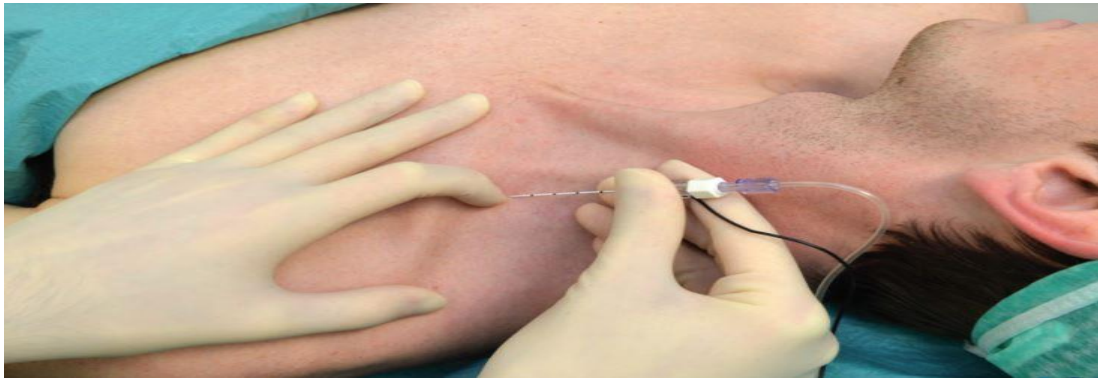
Supraklavikular Yaklaşım:

Supraklaviküler brakiyal pleksus blokajı, hızlı etki başlangıcı ve yüksek başarı oranı nedeniyle omuz seviyesinin altındaki cerrahi prosedürlerde sık kullanılan bir tekniktir. Supraklaviküler seviyede sinir elemanlarının birbirine yakın komşuluğu nedeniyle genellikle tam blok elde edilir. İlk olarak 1911'de Kulenkampff tarafından tanımlanmıştır(55). Supraklaviküler blok, bu bölgedeki brakiyal pleksusun daha kompakt yapısı ve yüzeysel olması nedeniyle pratikte avantajlı görünmektedir, ancak bazı anesteziistler plevraya yakın olduğu için bu bloğu uygulamakta tereddüt etmektedir. USG'nin yaygın kullanımı ile bu beklenen risk azalmış, üst ekstremité cerrahisinde supraklaviküler blok aksiller ve infraklaviküler bloklara alternatif olmuştur. Özellikle kolu abduksiyona getiremeyen hastalar için iyi bir alternatiftir.

Bu uygulamada, pnömotoraks, frenik sinir felci ve Horner sendromu gibi komplikasyonların görülme sıklığı yüksektir(56).

Anatomik işaret noktaları; Klavikula ve Sternokleidomastoid kasın lateral başıdır. Hem brakiyal pleksus hem de subklavyen arter, birinci kostanın üzerinde yer alır. Brakiyal pleksus subklavyen arterin lateralinde ve arkasında yerleşir. Subklavyen ven ve ön skalen kas ise subklavyen arterin medialinde yerleşir. Plevra genellikle brakiyal pleksustan 1-2 cm uzaklıktadır(56).

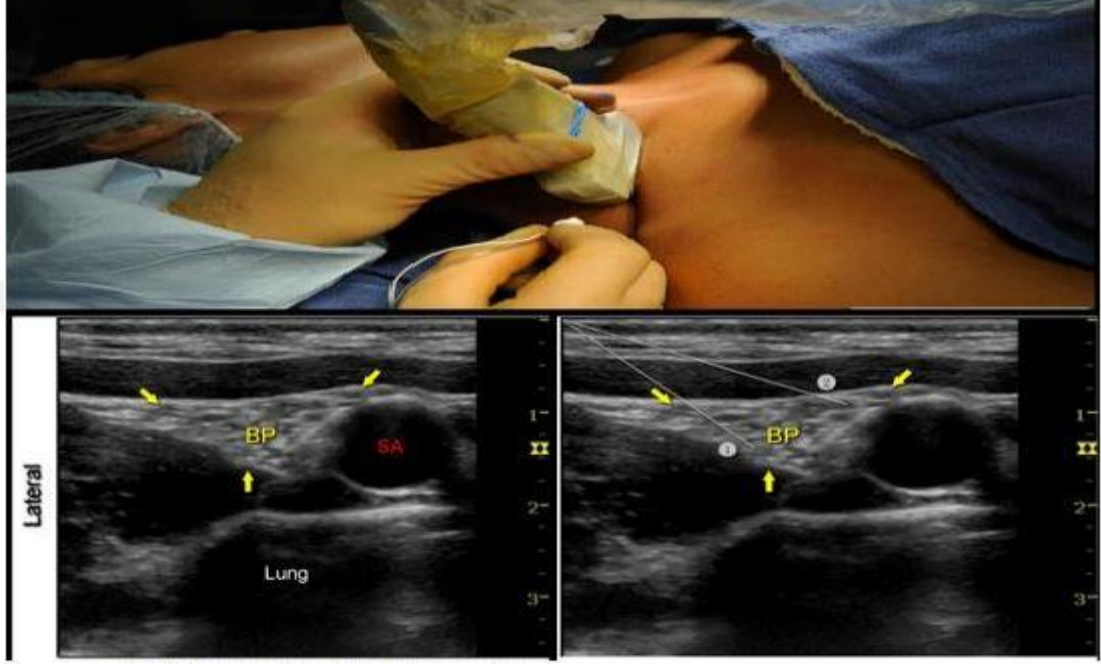
Sinir stimülatörü klavuzluğunda supraklavikular yaklaşım için hasta, yatağın başı 30 derece olacak şekilde sırtüstü yatırılır. Hastanın başı kontralateral tarafa çevrilir. SKM kasının klavikulaya yapıştığı bölgede klavikula başı tespit edilir. Pnömotoraks riski nedeniyle bu noktanın 2.5 cm laterali işaretlenir. Brakiyal pleksus genellikle bu noktada interskalen oluk adı verilen bir çıkıntı veya oluk olarak palpe edilebilir. İnterskalen oluğun palpe edildiği yer, iğnenin yerleştirilmesi gereken yerdir. İğne, 30 derece kaudal yönelimle anteroposterior düzleme yerleştirilir (**Resim 6.**). İlk olarak iğne deri altı doku miktarına bağlı olarak yavaşça 1,5 cm'ye kadar ilerletilir. İğne pleksusun önüne yaklaşırken omuz bölgesinde kontraksiyonlar saptanır. İğne ilerletildikçe sırasıyla pektoralis, triseps ve ardından bilek, parmak kaslarında kontraksiyonlar saptanır. 1 mA'da istenen kontraksiyon elde edildiğinde, amplitüd 0,4–0,5 mA'ya düşürülür. İstenen kontraksiyonların devam ettiğinden emin olunarak LA uygulanır(57).



Resim 3 Sinir Stimülatörü Eşliğinde Supraklavikuler Blok(58).

Ultrason ile blok için hasta sırtüstü veya yarı oturur pozisyonundadır ve başı karşı tarafa çevrilir. Yüksek frekanslı bir prob kullanılarak supraklaviküler alan,

subklavyen arterin kısa eksenli bir görünümünü tanımlamak için taranır(**Resim 7**). Supraklavikular çentikten subklaviyan arter ve etrafındaki brakiyal pleksus görüntülenince iğne lateralden mediale doğru ilerletilerek negatif aspirasyondan sonra LA uygulanır. İlerletme işlemi sırasında iğnenin tüm uzunluğunu görselleştirmek için özen gösterilmelidir(57).



Resim 4 USG Eşliğinde Supraklaviküler Blok (59).

(BP: Brakiyal Pleksus, SA: Subklavian Arter)

İnfraklavikularYaklaşım:

İnfraklaviküler blok, özellikle pnömotoraks olmak üzere supraklaviküler blokların yan etkilerinden ve komplikasyonlarından kaçınmak için geliştirilmiş bölgesel bir anestezi tekniğidir ve kateter kullanımı için ideal bir bloktur. İlk olarak 1914'te Bazy tarafından tanımlanmıştır(59). Distal kol, dirsek, önkol, el bileği ve el cerrahileri için anestezi sağlar, ancak omuz anestezi için kullanılamaz. Bu seviyelerdeki pleksus daha derindir ve yaklaşım açısı daha keskindir, bu da iğnenin ve ilgili anatominin aynı anda görselleştirilmesini daha zor hale getirir.

İnfraklaviküler blok için bloğa özgü herhangi bir kontrendikasyon yoktur. Diğer bloklara göre avantajları ise(60):

1. Gerçekleştirmesi kolaydır.
2. Distal humerus, dirsek ve el cerrahisinde diğer tekniklere göre daha iyidir.
3. Solunum fonksiyon testlerindeki değişikliklerle ilişkili değildir.
4. Frenik sinir tutulumu olmamasıdır.

Periferik sinir bloklarına yönelik kontrendikasyonlar (hastanın işlemi reddi, lokal anestetiklere alerji, enjeksiyon bölgesinde enfeksiyon, koagülopati ve önceden var olan aktif nörolojik defisitler) infraklavikular blok için de geçerlidir. USG'nin yaygın kullanımı ile komplikasyon görülme sıklığı azalmıştır. Görülen komplikasyonlar arasında(61):

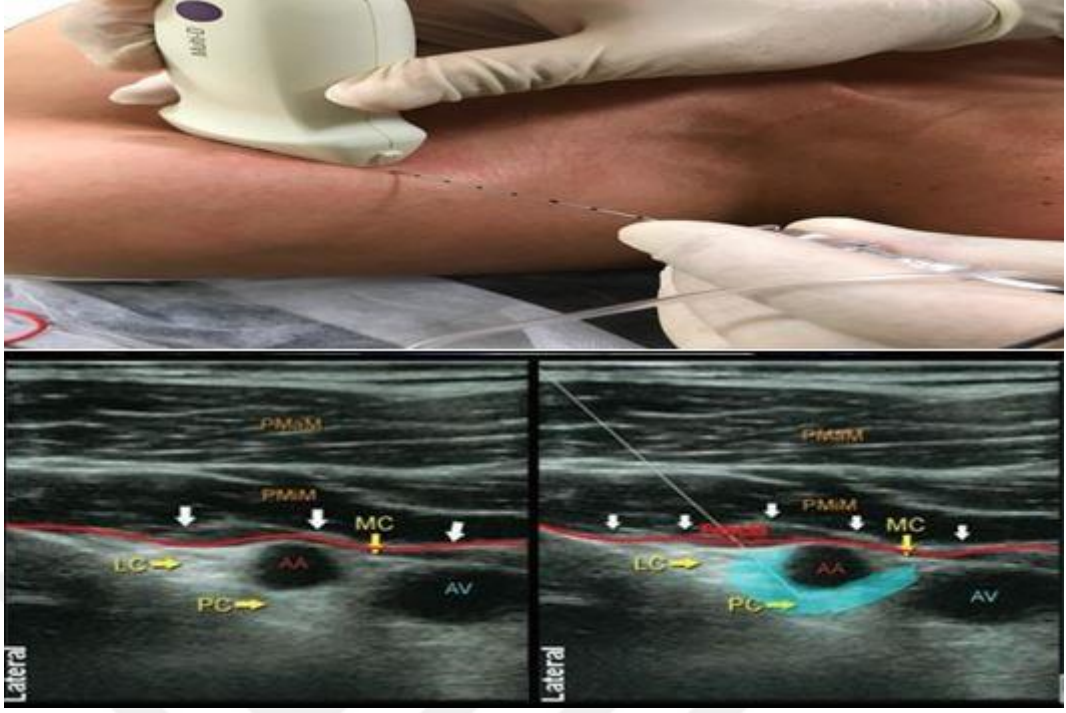
- 1) Pnömotoraks, plevranın interkostal boşluktan yaralanması nedeniyle ortaya çıkabilir.
- 2) Enfeksiyon ve hematomlar
- 3) Damar içi enjeksiyonla aksiller arter veya venin delinmesi.
- 4) LA'ya bağlı sistemik toksiste gibi komplikasyonlar mümkündür.

Sinir stimülatörü klavuzluğunda infraklavikular blok için, hasta sırtüstü yatırılır baş karşı tarafa çevrilir. Blok uygulanacak kol addüksiyona, ön kol ise 90derece fleksiye getirilir. Klavikulanın korakoid çıkıntı ile birleştiği nokta palpe edilir. İğne bu kesişim noktasının 2 cm kaudal ve 2 cm medialinden ilerletilir (**Resim 8.**). İğne, sinir stimülatörüne takılır ve anterior-posterior yönde hareket ettirilir. Plevra, infero-medial tarafta çok yakın olduğundan medial açılma önerilmez. İlk motor yanıt genellikle lateral korddan (dirsek fleksiyonu veya parmak fleksiyonu) olur. İğne ilerledikçe, posterior kord motor yanıt görünebilir (parmak ve bilek ekstansiyonu). Ön kolda kas kontraksiyonu saptandığında, brakial pleksusa yaklaşıldığı düşünülerek akım düşürülür. 0,3 mA'da kontraksiyon devam ediyorsa iğne sabitlenir, aspirasyon testi yapılır, kan gelmediği görüldükten sonra lokal anestetik solüsyon dikkatlice verilir(62, 63, 64).



Resim 5 Nöral Stimülatör Eşliğinde İnfraklavikuler Blok.

USG klavuzluğunda infraklavikular blok için, hasta uygun pozisyondayken, cilt dezenfekte edilir ve transdüser, aksiller arteri tanımlamak için parasagittal düzlemde konumlandırılır (**Resim 9**). Bu, hastanın göğüs duvarı kas yapısının kalınlığına bağlı olarak derinliğin ayarlanmasını gerektirebilir. Aksiller arter ve / veya brakiyal pleksus, ortalama olarak 3–5 cm derinlikte tanımlanır. Arter tanımlandıktan sonra, brakiyal pleksusun hiperekoik olarak görülen kord yapıları ve bunların artere göre karşılık gelen pozisyonları tanımlanır. İğne, aksiller arterin arka tarafına doğru yönlendirilerek, pektoralis majör ve minör kaslarından geçilip aksiler artere göre saat 8 pozisyonuna getirilir. Aspirasyon testi sonrası, uygun iğne yerleşimini ve yayılmasını doğrulamak için 1-2 mL lokal anestezi enjekte edilir. Enjekte edilen LA'nın, sırasıyla lateral ve medial kordları örtecek şekilde yayıldığı gözlenir. Tek bir LA enjeksiyonu yeterli yayılımla sonuçlanmadığında, ek olarak iğnenin yeniden konumlandırılması ve aksiller arter etrafına enjeksiyonlar gerekli olabilir(65, 66).



Resim 6 Ultrasonografi Eşliğinde İnfraklavikuler Blok(64).

(PMaM: Pektoralis majör kası, PMiM: Pektoralis minör kası, MC: Medial kord, LC: Lateral kord, PC: Posterior kord, AA: Aksiller arter, AV: Aksiller ven)

2.5. PERFÜZYON İNDEKSİ

Perfüzyon indeksi (PI), periferik dokudaki pulsatil kan akışının pulsatil olmayan veya statik kana oranıdır. İlk olarak bir nabız oksimetresi (Masimo sinyal ekstraksiyon nabız oksimetresi) tarafından hesaplanan bir indeks olarak tanımlanmıştır. Periferik hemodinaminin anlık değişimlerini yansıtır. Nabız oksimetresinden sürekli ve noninvaziv olarak elde edilebilen periferik perfüzyonun, invazif olmayan bir ölçüsünü temsil eder. Doğruluğu, ölçüm bölgesinin (parmak ucu, el, ayak parmağı, ayak, alın, kulak) seçimine bağlıdır.

PI, pulsatil (DC) ve pulsatil olmayan (AC) sinyaller arasındaki orandır. $(AC/DC) \times 100$ şeklinde formülize edilir. Perfüzyon değişiklikleri oranı değiştirir ve

cihaza gerçek zamanlı olarak yansıtılır. PI'daki değişiklikler, periferik perfüzyonun dolaylı, invazif olmayan bir ölçüsü olan strok hacmi, vazomotor tonus ve cilt sıcaklığındaki değişikliklerle ilişkilidir; daha düşük değerler, daha düşük bir sistemik perfüzyonu gösterir. PI ölçümü öncelikli olarak izleme alanındaki arteryal kan miktarından etkilenir bunun yanında ciltteki kan akışıyla da orantılı olarak değişir. PI'nın, mekanik ısıtma, soğutma gibi farklı uyaranlara yanıt olarak azalmış veya artmış cilt kan akışını güvenilir bir şekilde saptadığı gösterilmiştir. Perfüzyondaki küçük değişiklikler genellikle statik ekranlar tarafından gözden kaçırılabilse de PI, bu değişiklikleri bizlere % 0.02 ile% 20 gibi geniş bir numerik aralıkta sunar. PI sayesinde noninvaziv ve sürekli olarak pulse oksimetre aracılı periferik perfüzyonun takibi yapılabilmektedir(67, 68).

Masimo tarafından ölçülen PI, çeşitli klinik ortamlarda periferik perfüzyonu ölçmek için çok basit, kolay uygulanabilir, invazif olmayan bir araçtır. Yetişkin ve pediyatrik hastalarda yapılan klinik alışmalar, PI düzeyindeki artışı, genel ve epidural anestezinin tipik olarak anestezik etkinin başlangıcından önce meydana gelen periferik vazodilatasyonu başlattığının erken bir göstergesi olduğunu göstermiştir. Sempatik sinir sistemi ağrı ile aktive edildiğinde, artmış vazomotor tonus ve periferik kan damarlarının kasılması nedeniyle PI azalabilir. PI, yeterli analjeziklerin kullanılmasıyla ağrı giderildiğinde de artabilir. PI'da bir yükselmenin saptanması, doktor için anestezinin başarılı başlangıcının bir işaretidir. Tersine, anestezi verilen bir hastada PI'da artış olmaması, anestezi başarısızlığının erken bir uyarısı olabilir(69, 70).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. HASTA SEÇİMİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma, prospektif gözlemsel bir tasarıma sahiptir. Adıyaman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde 01.08.2020- 31.12.2020 tarihleri arasında planlandı. Çalışmaya üst ekstremité cerrahisi geçiren (el, el bileği ve ön kol), infraklavikular blok uygulanan, ASA (American Society of Anesthesiologists) I-II grubuna giren, 18-65 yaş arası 50 hasta dahil edildi. Aşağıda verilen kriterleri karşılayan hastalar ise çalışmadan dışlandı:

1. 18 yaşından küçük ve 65 yaşından büyükler.
2. Çalışmaya dahil olmak istemeyenler.
3. Kooperasyon kurulamayanlar.
4. Brakiyal plexus bloğu için önemli koagülopatileri ve diğer kontrendikasyonları barındıranlar.
5. Diabetes Mellitus tanılılar.
6. Periferik arter hastalığı olanlar.
7. Lokal anestetiklere karşı alerjisi olanlar.
8. ASA 3-4-5 grubuna giren hastalar

3.1.1 Kullanılması Planlanan Ekipman Seçimi

Blok için gerekli malzemeler:

1. Sterilizasyon için kullanılan malzemeler.
2. Lokal anestezi için 20 mL şırıngalar, ayrıyeten 10 mL boş şırıngalar.
3. Steril eldivenler, işaretleme kalemi ve yüzey elektrodu.
4. Cilt infiltrasyonu için 20-gauge iğne.
5. 10 cm uzunluğunda, eğimli ve yalıtımlı iğne.
6. Periferik sinir stimülatörü(StimuplexDig®, B-Braun, Germany)

7. Ultrasonografi (Siemes), 10-18MHz frekansında lineer ultrason probu ve ultrasonogram prob jeli.

Kullanılan monitörler:

1. Puls oksimetre (RZ-25 yetişkin sensörleri Masimo SET® Radical™ pulse oximeters; Masimo Corp, Irvine, CA USA, Rad-7™ Pulse CO-Oximetre).
2. Non-invaziv kan basıncı monitörü.
3. Elektrokardiyogram.

Aşağıdaki acil durum ekipmanları kontrol edildi ve hazır tutuldu;

1. Bıçaklı laringoskop,
2. Aspirasyon cihazı,
3. Uygun boyutta endotrakeal tüpler,
4. Ambu çantası.

3.1.2 Hasta Hazırlığı ve Premedikasyon

Hastalar anestezi öncesi rutin değerlendirmeden geçirildi. Hastalara prosedür hakkında bilgi verildi ve bilgilendirilmiş / yazılı onam alındı. İşlemden 30 dakika önce 20-Gauge intraket ile IV kanül yerleştirildi. 10 ml/kg/saat dozunda kristalloid infüzyonu başlandı. Midazolam 1mg ve Fentanil 50µg ile premedike edildi. Elektrokardiyografi (EKG), kalp atım hızı (KAH), işlem yapılmayacak olan koldan non-invaziv arter basıncı (NIAB) ve periferik oksijen satürasyon (SpO2) değerleri monitörize edildi.

3.1.3. Blok İşlemi

Hasta supin pozisyonuna alındı. Opere edilecek kol omuz ekleminde addüksiyona, dirsek ise fleksiyona getirildi. Hastanın başı opere edilecek tarafın kontra-lateraline çevrildi. Blok yapılacak bölge povidin iyot solüsyonu ile sterilize edildi. Blok sahası steril hale getirildikten sonra, 1 cc %2 lidokain ile lokal anestezi uygulandı. USG probu steril jelatin ile kaplandı ve üzerine jel uygulandı. Prob yerleşimi (aksiller arter, aksiller ven ve pleksusun kordlarını görselleştirmek

amacıyla), parasagittal düzlemde, deltopektoral oluk üzerinde, medialden lateral pozisyona doğru yapıldı. USG klavuzluğunda nörostimulatör kullanıldı. Böylece 0,2-0,8 mA'lık elektriksel uyarı ile brakial pleksusun terminal dallarının, motor yanıtları aşağıdaki gibi değerlendirildi:

1. Parmakların ya da el bileğinin ekstansiyonu, radyal sinir için,
2. İkinci ve üçüncü parmakların fleksiyonu, median sinir için,
3. Dört ve beşinci parmakların fleksiyonu ya da yumruğun addüksiyonu ulnar sinir için
4. Ön kolun fleksiyonu, muskulokutanoz sinir için yeterli cevap olarak değerlendirildi.

Brakial pleksusun terminal dalları tespit edildikten sonra USG probuna dik olarak, iğne ile ayrı ayrı lokal anestezi enjeksiyonu (20ml %0,5 bupivakain ve 10ml lidokain) yapıldı. İlaç enjeksiyonları negatif aspirasyon testi yapılarak uygulandı.

3.1.4. Blok Öncesi ve Sonrasında Yapılan Ölçümler

Genel Ölçümler:

Bloğun gerçekleştirilme süresi, iğnenin ilk yerleştirilmesinden çıkarılmasına kadar geçen süre olarak tanımlandı. Blok uygulaması başlamadan önce (0. dk) ve tamamlandıktan sonra 5, 10 ve 20. dakikalarda hastanın SpO₂, KAH, NIAB ve her iki ekstremiteden ölçülen PI değerleri kayıt altına alındı.

Duyusal Blok Ölçümleri

Bloğun duyuşsal başlama zamanı, son enjeksiyondan 30 dakika sonrasına kadar her 5 dakikada bir tüm üst ekstremitelerinde değerlendirildi; aksiller sinir (üst kolun lateral tarafı), muskulokütanoz sinir (ön kolun lateral tarafı), radyal sinir (elin 2. metakarpofalangeal eklem üzerindeki sırt kısmı), median sinir (tenar eminens), ulnar sinir (küçük parmak), kutanoz sinirler ise üst kolun medial tarafı ve

ön kolun medial tarafında değerlendirildi. Blok uygulanan kola blok uygulandıktan üç dakika sonra dakikada bir "Pin-prick" testi (0: Duyu bloğu yok, 1: Dokunma hissi var, ağrı yok, 2: Dokunma hissi ve ağrı yok) ile duyu bloğu derecesi kaydedildi. Pin-prick testinin pozitif olduğu dakika ve bu andaki PI değerleri kaydedildi.

Motor Blok Ölçümleri:

Motor blok, dört motor sinir için 30 dakikaya kadar her 5 dakikada bir, radyal (başparmak abduksiyonu), median (üçüncü parmak fleksiyonu), ulnar (beşinci parmak fleksiyonu), muskulokütan (dirsek fleksiyonu) ve aksiller (kol abduksiyonu) sinirler için değerlendirildi ve ardından kontralateral kol ile karşılaştırıldı. Motor blok 0 = motor blok yok; 1 = küçük hareketler; 2 = hareket yok, olarak yorumlandı. Blok uygulanan kolun, blok uygulandıktan üç dakika sonra dakikada bir Modifiye 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) ile motor blok derecesi değerlendirildi. Modifiye Bromage Skalası skorunun 2 ve 3 olduğu dakika ve bu andaki PI değerleri kaydedildi.

3.1.5. Blok Sonrası Komplikasyonlar

Tüm blok işlemleri tek kişi tarafından yapıldı ve tüm hastalar blok işlemi yapılırken ve yapıldıktan sonra aşağıda belirtilen komplikasyonlar açısından dikkatlice değerlendirildi.

1. Vasküler zedelenme, şırıngada kan görünmesiyle tanımlanabilir.
2. Horner sendromu, pitoz ve miyozun ortaya çıkmasıyla tanımlanabilir.
3. Pnömotoraks klinik olarak blok uygulanmasından sonraki 24 saat içinde kalıcı öksürük, göğüs ağrısı, nefes almada güçlük ve nefes darlığı ile tanımlanabilir.

Sonuç olarak, hiçbir vakamızda blok sırasında ve sonrasında gelişen bir komplikasyon saptanmadı.

3.2. İSTATİSTİKSEL ANALİZLER

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS 22,0 (Statistical Package for Social Sciences) programı kullanıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro Wilk testi) kullanılarak incelendi. Grup varyanslarının homojenlik kontrolü Levene testi ile yapıldı. Tanımlayıcı analizlerde sürekli değişkenler, median, minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma olarak, kategorik veriler ise yüzde (%) ve sayı (n) olarak verildi. İki grup arasındaki ortalamaların farkı Student's t testi ile ortalama değerler yönünden farkın önemliliği ise Mann Whitney U testiyle araştırıldı. Grupların kendi içerisinde zamana karşı değişimlerinin incelenmesinde, normal dağılıma uyan değişkenler için tekrarlı ölçümler ANOVA testi kullanıldı, post-hoc olarak çoklu karşılaştırmalar için Bonferroni düzeltmesi kullanıldı. Grupların kendi içerisinde zamana karşı değişimlerinin incelenmesinde normal dağılıma uymayan değişkenler için Friedman testi uygulandı. Post-hoc karşılaştırmalar için ise gruplar ikişerli olarak ayrı ayrı Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulandı. Her bir çıktı Bonferroni düzeltmesi yapılarak sunuldu. Sonuç ölçütümüz için kaydedilen değerler tanısallık açısından receiver operating characteristic (ROC) eğrisi ile analiz edildi. ROC eğrisi analizi ve ROC eğrisi altındaki alan (EAA), Hanley ve McNeil yöntemiyle değerlendirildi. EAA'nın; 1.0 değerine yaklaşması öngörüdeki mükemmeliyetin artışı olarak yorumlandı. Yapılan tüm istatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık için toplam Tip-1 hata düzeyi %5 olarak kullanıldı.

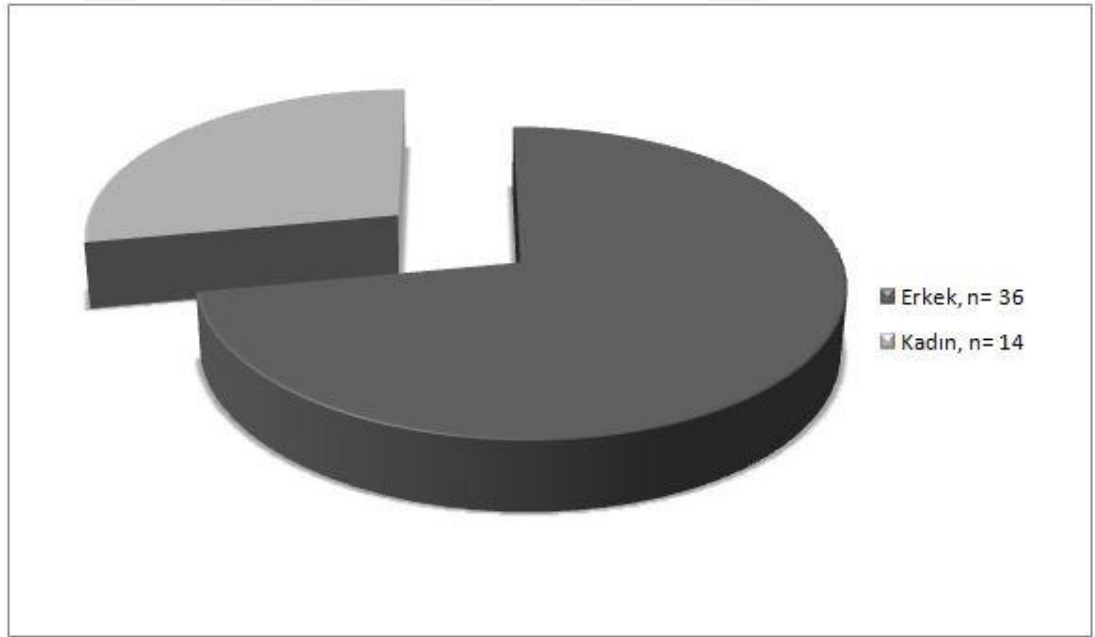
3.3. ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışmanın etik kurul onayı Adıyaman Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alındı. (Karar tarihi: 23/06/2020, Karar sayısı 2020/6-18)

4.BULGULAR

Bu çalışma, önkol, el ve elbileği cerrahi prosedürler için yapılan USG eşliğinde infraklavikuler bloğun başarılı olduğunu gösteren, perfüzyon indeksi değerini araştırmak için tasarlandı. 50 hasta seçilerek randomize edildi.

Hastalar cinsiyet dağılımı açısından incelendiğinde 36'sı (%72) erkek ve 14'ü (%28) kadın cinsiyetten oluşuyordu(Şekil 10)



Şekil 10 Hastaların cinsiyet açısından dağılımı.

Hastaların yaş dağılımı, 18 ile 64 yıl arasındaydı. Ortalama yaş 34.1 ± 13.5 olarak hesaplandı. 20 yaş ve altı hasta sayısı 8 (%16), 21 ile 30 yaş arası 18 hasta (%36.0), 31-40 yaş arası 9 hasta (%18.0) ve 40 yaş üstü hasta sayısı ise 15 (%30.0) idi.

Hastaların ağırlığı 50 kg ile 100 kg arasında, ortalama 72.4 ± 9.7 'dir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün obezite sınıflandırması esas alınarak, obeziteyi belirlemek için her bir hastanın vücut ağırlığı boy uzunluğunun karesine bölünerek Beden Kitle İndeksi (BKİ) hesaplandı. BKİ değerleri DSÖ tanımına göre 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 değerlendirildi(71). Bu sınıflamaya göre, BKİ'si <18.5 olan (normalden zayıf kilolu) hasta yoktu, 18.5-24.9 arası BKİ'ye sahip hasta sayısı (normal kilolu) 17 (%34), 25.0-29.9 arası (hafif şişman) 28 (% 56), 30 ve üzeri yani obezite olarak değerlendirilen hasta sayısı ise sırasıyla 5 (%)10 olarak hesaplandı. Tüm hastaların 33(%66)'ü ise sigara kullanıyordu.

Hastaların ameliyat süresi 1 saat ile 3 saat arasında değişmekteydi. Ortalama ameliyat süresi 1.54 ± 0.54 saat olarak hesaplandı. ASA-1 skoruna sahip 31 (%62) hasta varken geriye kalan 19 hasta yani %38 lik dilim, ASA-2 skoruna sahipti.

Hastaların 0-10-20-30 ve 60. dakikadaki sistolik arteriyel basınçlarının minimum, maksimum, median, ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 6**'de verildi. Yinelenen ölçümlerin varyansı, Fredman Analizi kullanarak değerlendirildi. Sistolik arter basınç düzeyleri istatistiksel olarak farklıydı, ($p < 0.01$), (**Tablo 6**).

Tablo 6 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen sistolik tansiyonların karşılaştırılması

Sistolik arter basıncı	Minumum	Maksimum	Median	Ort.± SS	P değeri
0. dakika	100	140	119	118 ± 9.3	0.001
10. dakika	100	135	115	114 ± 7.9	
20. dakika	100	130	112	114 ± 7.1	
30. dakika	90	130	114	113 ± 6.8	

60. dakika	100	125	114	113±5.6	
------------	-----	-----	-----	---------	--

Farkın hangi ölçüm grubundan kaynaklandığını saptamak için gruplar, ikişerli Wilcoxon, İşaretli Sıra testlerine tabi tutuldu. Tip-2 hatayı önlemek için Bonferroni düzeltmesi yapıldı. Gruplar arasındaki sistolik tansiyon farkının, 0. dakikadaki (bazal) sistolik tansiyon değerlerinin, 10. ($p<0.05$), 20. ($p<0.05$), 30. ($p<0.0001$) ve 60. dakikada ($p<0.001$) ölçülen değerlerden yüksek olmasından kaynaklanıyordu (**Tablo 7**).

Tablo 7 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen sistolik tansiyonların gruplar arası karşılaştırılması

Sistolik arter basıncı	Med ₁ (min ₁ -maks ₁) – Med ₂ (min ₂ -maks ₂)	P değeri
0. dk.- 10. dk.	119(100-140) - 115(100-135)	0.016
0. dk.- 20. dk.	119(100-140) - 112(100-130)	0.012
0. dk.- 30. dk.	119(100-140) - 114(90-130)	0.000
0. dk.- 60. dk.	119(100-140)- 114(100-125)	0.004
10. dk.- 20. dk.	115(100-135) - 112(100-130)	1.000
10. dk.- 30. dk.	115(100-135) - 114(90-130)	1.000
10. dk.- 60. dk.	115(100-135) - 114(100-125)	1.000
20. dk.- 30. dk.	112(100-130) - 114(90-130)	1.000
20. dk.- 60. dk.	112(100-130) - 114(100-125)	1.000
30. dk.- 60. dk.	114(90-130) - 114(100-125)	1.000

Hastaların 0-10-20-30 ve 60. dakikadaki diyastolik arteriyal basınçlarının minimum, maksimum, median, ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 8**'de verildi. Yinelenen ölçümler, Fredman Analizi kullanarak değerlendirildi. Tansiyon gruplarının diyastolik arter basınç düzeyleri istatistiksel olarak farklıydı, ($p<0.01$).

Tablo 8 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen diyastolik tansiyonların karşılaştırılması

Diyastolik arter basıncı	Minumum	Maksimum	Median	Ort.± SS	P değeri
0. dakika	60	90	70	74±7.2	0.001
10. dakika	60	85	70	70±6.3	
20. dakika	60	80	70	69±4.3	
30. dakika	60	85	70	70±5.9	
60. dakika	60	88	70	70±5.4	

Farkın hangi ölçüm grubundan kaynaklandığını saptamak için gruplar ikişerli Wilcoxon, İşaretli Sıra testlerine tabi tutuldu. Tip-2 hatayı önlemek için Bonferroni düzeltmesi yapıldı. Buna göre gruplar arasındaki diyastolik tansiyon farkı, 0. (bazal) sistolik tansiyon değerlerinin 10. ($p<0.0001$), 20. ($p<0.0001$), 30. ($p<0.0001$) ve 60. dakikadaki ($p<0.0001$) değerlerden yüksek olduğundan kaynaklanıyordu (**Tablo 9**)

Tablo 9 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen diyastolik tansiyonların gruplar arası karşılaştırılması

Diyastolik arter basınçları	Med ₁ (min ₁ -maks ₁) – Med ₂ (min ₂ -maks ₂)	P değeri
-----------------------------	---	----------

0. dk.- 10. dk.	70(60-90) - 70(60-85)	p<0.001
0. dk.- 20. dk.	70(60-90) - 70(60-80)	p<0.001
0. dk.- 30. dk.	70(60-90) - 70(60-85)	p<0.001
0. dk.- 60. dk.	70(60-90) - 70(60-88)	p<0.001
10. dk.- 20. dk.	70(60-85) - 70(60-80)	0.253
10. dk.- 30. dk.	70(60-85) - 70(60-85)	0.346
10. dk.- 60. dk.	70(60-85) - 70(60-88)	0.404
20. dk.- 30. dk.	70(60-80) - 70(60-85)	0.456
20. dk.- 60. dk.	70(60-80) - 70(60-88)	0.238
30. dk.- 60. dk.	70(60-85) - 70(60-88)	0.734

Med(min-maks) : Median(Minimum-Maksimum)

Hastaların 0-10-20-30 ve 60. dakikadaki kalp atım hızlarının; minimum, maksimum, median, ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 10**'da verildi. Yinelenen ölçümlerin varyansı, Fredman Analizi kullanarak değerlendirildi. Hastaların 0-10-20-30 ve 60. dakikadaki kalp atım hızları benzerdi, ($p>0.05$).

Tablo 10 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen kalp atım hızlarının karşılaştırılması

Kalp atım hızı	Minimum	Maksimum	Median	Ort.± SS	P değeri
0. dakika	60	96	72	75±8.2	0.054

10. dakika	62	92	74	75±7.4	
20. dakika	60	93	75	75±6.8	
30. dakika	60	92	73	74±6.9	
60. dakika	60	93	73	74±7.1	

Hastaların 0-10-20-30 ve 60. dakikadaki periferik oksijen satürasyonu; minumum, maksimum, median, ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 11**'de verildi. Yinelenen ölçümler, Fredman Analizi kullanarak değerlendirildi. Hastaların 0-10-20-30 ve 60. dakikadaki periferik oksijen satürasyonları benzerdi, ($p>0.05$).

Tablo 11 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen periferik oksijen saturasyonlarının karşılaştırılması

Periferik oksijen saturasyonu	Minumum	Maksimum	Median	Ort.± SS	P değeri
0. dakika	93	100	99	98±1.4	0.123
10. dakika	94	100	98	98±1.3	
20. dakika	95	100	98	98±1.3	
30. dakika	94	100	98	98±1.3	
60. dakika	95	100	98	98±1.2	

Hastaların blok yapılmadan önce, her iki ekstremiteden (blok yapılan ve yapılmayan) ölçülen PI değerlerinin, minumum, maksimum, median, ortalama ve

standart sapma değerleri **Tablo 12**'de verildi. Her iki ekstremiteden (blok yapılan ve yapılmayan) ölçülen PI değerleri benzer düzeylerdeydi, ($p>0.05$).

Tablo 12 Blok yapılan ve yapılmayan koldaki perfüzyon indekslerinin (PI) karşılaştırılması

	Blok yapılan		Blok yapılmayan		P değeri
	Med(Min-Maks)	Ort.± SS	Med(Min-Maks)	Ort.± SS	
PI	3(1.3-5.4)	3.15 ± 0.97	3 (1.7-5.3)	3.12 ± 0.93	0.270

Med(min-maks) : Median(Minimum-Maksimum), PI:perfüzyon indeksi

Hastaların blok öncesi (0. dk) ve sonrası 5. 10. ve 20. dk'lerdeki PI düzeylerinin, minimum, maksimum, median, ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 13**'de verildi. Elde edilen veriler, tekrarlanan ölçümlerde ANOVA testi kullanarak değerlendirildi. Gruplar arasında PI düzeyleri, istatistiksel olarak farklıydı ($p<0.001$). Hastaların süreye göre PI ortalamaları, bazal (0.dk) ile 5. dk arasında % 105, 5. dk ile 10. dk arasında %42.7, 10. dk ile 20. dk arasında ise % 1.8 artı.

Tablo 13 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırılması

Perfüzyon indeksi	Minimum	Maksimum	Median	Ort.± SS	P değeri
Blok öncesi	1.3	5.4	3	3.15±0.97	p<0.001

5.dk	3	11	6.15	5.95±1.5	
10. dk	3	15.4	8.3	8.55±2.47	
20. dk	4.5	16	8.45	8.94±2.59	

Farkın kaynaklandığı ölçüm grubunu saptamak için gruplar post-hoc testine alındı. Tip-2 hatayı önlemek için Bonferroni düzeltmesi yapıldı. Gruplar arasındaki PI farkı, blok öncesi (0.dk) - 5.dk ($p<0.001$), blok öncesi (0.dk) - 10. dk ($p<0.001$), blok öncesi (0.dk) – 20. dk ($p<0.001$) ile 5.dk - 10. dk ($p<0.001$), 5.dk - 20. dk ($p<0.001$), 10. dk ile 20. dk ($p<0.001$), gruplarından kaynaklanıyordu, (**Şekil 11, Tablo14**).



Şekil 11 Zaman Bağımlı, Perfüzyon İndeksinin (PI) Değişimi

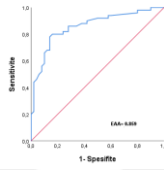
Tablo 14 Zaman bağımlı, ardışık ölçülen perfüzyon indeksinin (PI) karşılaştırılması

Perfüzyon	Med(Min-Maks)/ Ort.± SS	P değeri
-----------	-------------------------	----------

indeksi		
Blok öncesi-5.dk	3(1.3-5.4) / 3.15±0.97 - 6.15(3-11) / 5.95±1.5	<0.001
Blok öncesi-10. dk	3(1.3-5.4) / 3.15±0.97 - 8.3(3-15.4)/ 8.55±2.47	<0.001
Blok öncesi-20. dk	3(1.3-5.4) / 3.15±0.97 - 8.45(4.5-16) / 8.94±2.59	<0.001
5.dk-10. dk	6.15(3-11) / 5.95±1.5- 8.3(3-15.4)/ 8.55±2.47	<0.001
5.dk-20. dk	6.15(3-11) / 5.95±1.5- 8.45(4.5-16) / 8.94±2.59	<0.001

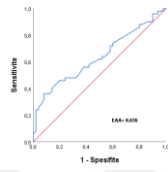
Med(min-maks) : Median(Minimum-Maksimum), Ort.± SS: Ortalama.±Standart sapma

Pin-Prick testi hastalarda ortalama 7.98 ± 1.49 dakikada pozitif oldu. Pin-Prick testinin pozitif olduğu PI değer ortalaması 8.5 ± 2.46 olarak hesaplandı. Duyusal bloğun (Pin-prick testi) tanısal doğruluğunu teyit etmek için her bir PI değerinin 5. dakikadan başlayarak bazal PI değerleriyle farkı alındı (Δ PI). Bulunan her bir değer için ROC eğrisi çizildi ve tahmin etme yeteneğini ayrı ayrı incelendi(**Tablo 15, Şekil 12**). Duyusal bloğu öngörmede, Δ PI için eğri altında kalan alan(EAA) = 0.859 ve optimal kesim değeri = 3.8 olarak hesaplandı. Buna göre PI düzeylerindeki 3.8 birim ve üzerindeki artış %80 sensitivite ve %80 spesifite ile duyusal blok gelişimini öngörebiliyordu, ($p < 0.001$).



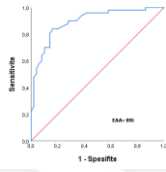
Şekil 12 Perfüzyon İndeksi Değişim Düzeylerine Göre, Sensoryal Bloğun Saptanması İçin, ROC Eğrisi ve Optimal Kesim Noktaları

Evre-2 Modifiye Bromage skalası, ortalama 6.68 ± 1.97 dakikada pozitif oldu. Pin-Prick testinin pozitif olduğu PI değeri ortalaması 6.95 ± 2.03 olarak hesaplandı. Motor bloğun (Modifiye Bromage skalası, Evre-2) tanısal doğruluğunu teyit etmek için her bir PI değerinin 5. dakikadan başlayarak bazal PI değerleriyle farkı alındı (ΔPI). Bulunan herbir değer için ROC eğrisi çizildi ve tahmin etme yeteneği ayrı ayrı incelendi(**Tablo 15, Şekil 13**). Evre-2 Modifiye Bromage Skalasını öngörmede, ΔPI için eğri altında kalan alan(EAA) = 0.636 ve optimal kesim değeri = 2.9 olarak hesaplandı. Buna göre PI düzeylerindeki 2.9 birim ve üzerindeki artış %58 sensivite ve %60 spesifite ile motor blok gelişimini zayıfta olsa (Modifiye Bromage skalası, Evre-2) öngörebiliyordu, ($p < 0.05$).



Şekil 13 Perfüzyon İndeksi Değişim Düzeylerine Göre, Motor Bloğun Saptanması İçin (Modifiye Bromage skalası ,Evre 2) , ROC Eğrisi ve Optimal Kesim Noktaları

Evre-3 Modifiye Bromage skalası, ortalama 11.08 ± 1.71 dakikada pozitif oldu. Testin pozitif olduğu PI değeri ortalaması 8.86 ± 2.6 olarak hesaplandı. Motor bloğun (Modifiye Bromage skalası, Evre 3) tanısal doğruluğunu teyit etmek için her bir PI değerinin 3. dakikadan başlayarak bazal PI değerleriyle farkı alındı (Δ PI). Bulunan herbir değer için ROC eğrisi çizildi ve tahmin etme yeteneği ayrı ayrı incelendi(**Tablo 15, Şekil 14**). Evre-3 Modifiye Bromage skalasını öngörmede, Δ PI için eğri altında kalan alan (EAA) = 0.895 ve optimal kesim değeri = 3.4 olarak hesaplandı. Buna göre PI düzeylerindeki 3.4 birim ve üzerindeki artış %84 sensitivite ve %84 spesifite ile motor blok (Modifiye Bromage skalası, Evre-3) gelişimini öngörebiliyordu, ($p < 0.001$).



Şekil 14 Perfüzyon İndeksi Değişim Düzeylerine Göre, Motor Bloğun Saptanması İçin (Modifiye Bromage skalası ,Evre 3) , ROC Eğrisi Ve Optimal Kesim Noktaları

Tablo 15 Perfüzyon İndeksi Değişimlerine Göre, Pin-prick Testi, Modifiye Bromage skalası (MBS) Evre 2 ve 3 İçin Ölçülen ROC Eğrisi İstatistikleri.

	EAA(%95 GA)	Optimal kesim değeri	Sensivite % /Spesifite %	P değeri
Pin-prick Testi	0.859(0.784- 0.933)	3.8	% 82 - % 82	<0.001
MBS Evre 2	0.636(0.526- 0.745)	2.9	% 56- % 62	0.019
MBS Evre 3	0.895 (0.832- 0.957)	3.9	% 84 - % 84	<0.001

5. TARTIŞMA

Üst ekstremitte için uygulanacak cerrahi prosedürler, GA veya RA yaklaşımları ile yapılabilir. Üst ekstremitenin duysal ve motor blokajı, brakiyal pleksusun bloke edilmesi ile sağlanabilen, nisbeten kolay ve güvenli bir prosedürdür. GA uygulanan hasta, hava yolu manipülasyonu, hemodinamik dengesizlik, bilişsel işlev bozukluğu, ameliyat sonrası bulantı ve kusma risklerini barındırmaktadır. RA uygulamaları, GA'ya bağlı gelişebilecek komplikasyonları azaltarak etkin bir postoperatif analjezi sağlar. RA veya GA tekniklerinin seçiminde, uygulanacak cerrahi girişimin yeri, süresi, hastanın genel durumu, operasyon sonrası gerekecek analjezi ihtiyacı ve hastanede kalış süresi gibi faktörler önemli yer tutar. Chan ve ark. (72) ve McCartney ve ark. (73) yaptıkları çalışmalarda RA'nın GA'ya göre daha ekonomik olduğunu ve postoperatif komplikasyonlarla daha az ilişkili olduğunu bildirdiler. Pavlin ve ark. (74), pleksus bloğu uygulananların hastanede kalış sürelerinin, GA uygulananlara göre daha kısa olduğunu bildirdiler. Hadzic ve ark. (75) yaptıkları prospektif çalışmada, el ve el bileği cerrahisi için, infraklaviküler bloğu GA ile karşılaştırdılar. İnfraklaviküler blok uygulanan hastaların, hastane içi ağrı skorlarının ve analjezi ihtiyaçlarının daha düşük olduğunu bildirdiler. Bu çalışmada dikkat çekici bir diğer bulgu da blok yapılan hastaların hastanede kalış sürelerinin neredeyse yarı yarıya kısalmasıydı. İnfraklaviküler blok, BP yaklaşımları arasında yapılabilirlik olarak en kolay ve güvenlisidir. Tüm distal üst ekstremitte prosedürlerinde cerrahi anestezi veya ameliyat sonrası analjezi sağlamak için mükemmel bir bloktur. Öngörülebilir anestezi sağlar ve bu nedenle üst ekstremitte prosedürleri içinde kullanım sıklığı artmaktadır. İnfraklaviküler blok girişimi deltopektorial olukta, ön omuz ile göğüs duvarı arasında gerçekleştirilir. Çalışmamıza cerrahi endikasyonlar dahilinde (kolun proksimalinin mediali ve omuz hariç tüm üst ekstremitte cerrahisinde)(60), infraklaviküler yaklaşımla BP bloğu uygulanan 50 hasta alındı.

Başarılı ve güvenli periferik blok uygulaması amacıyla yıllar içinde birçok teknik kullanılmıştır. Parestezi tekniği, sinir lifleriyle doğrudan temasa dayanan kör bir tekniktir. Tekniğin temeli, uyarı hissini algılamaya dayanır, çoğu zaman kafa karıştırıcı olabilen subjektif bir tekniktir. Öte yandan NS tekniği ise, iğnenin sinire ne kadar yakın olduğunu göstermek için akımın mesafe ile olan ters ilişkisi prensibine göre uygulanır. NS tekniğinin, bölgesel anestezi oluşturmak amacıyla doğru iğne konumunu belirlemede oldukça etkili bir teknik olduğu gösterildi ve son yirmi yıldır periferik sinir bloğu uygulamalarında "altın standart" olarak kabul edildi (76, 77). USG, gerçek zamanlı olarak sinir yapılarını, iğne konumunu ve LA'ların doğrudan görselleştirilmesini sağlar ve bu nedenle periferik sinir bloklarında yaygın olarak kullanılır. Ultrason rehberliğinde blok uygulamaları yapılan çalışmalarda, daha düşük doz LA kullanımı, blok başarısında artış, daha düşük komplikasyon oranları ve daha az opioid tüketimi ile ilişkilendirilmiştir (78, 79). USG teknolojisindeki gelişmeler kabul edilebilir düzeylere ulaşmaya kadar geçen sürede, parastezi ve NS yöntemlerinin hiçbirisi güvenilir bir blok için klinisyenlerin ihtiyaçlarını tam olarak karşılamadılar. USG eşliğinde yapılan periferik bloklarla, anatomik yapılar, iğne-sinir ilişkisi ve LA dağılımı görüntülenebilir hale geldi. Ancak tek başına USG kullanımı komplikasyonları beklenen ölçüde azaltmadı. Günümüz klinik pratiğinde USG ve NS teknikleri genellikle beraber kullanılırsalar da bu birlikteliğin daha az akut komplikasyonla ilişkili olup olmadığı net olarak bilinmemektedir (80, 81). Buna rağmen bir çok araştırmacı çalışmalarında USG ve NS tekniklerinin beraber kullanımın, motor ve duysal blokajın kalitesini arttırdığını düşünmektedir (82-84). Biz de çalışmamızda infraklavikular blok için USG ile NS tekniklerini beraber kullandık. Böylece komplikasyon insidansını azaltarak motor ve duysal blokajın kalitesini arttırmayı hedefledik. Çalışmamıza alınan hastaların hiç birinde herhangi bir komplikasyon tespit edilmedi. Bu sonuç blok uygulayıcının deneyimi, USG ve NS tekniklerinin beraber kullanımı ve belki de vaka sayımızın sınırlı sayıda oluşuyla açıklanabilir. Çalışmamız tasarım olarak USG ve NS tekniklerinin beraber kullanımını içeriyordu bu nedenle USG ve NS'yi tek başlarına blok başarısı için değerlendiremedik.

Midazolam, özellikle blok uygulamalarında yeterli sedasyonun sağlanması amacıyla yaygın olarak kullanılır. Analjezik etki elde edilebilmek için ise opioidler ve diğer analjezik ajanlar kullanılır(85, 86). Çalışmamızda hastalar, monitörize edilip vital bulgular değerlendirildikten sonra blok işlemi öncesi Midazolam 1 mg ve Fentanil 50 µg ile sedoanaljezi uygulandı. Yapılan çalışmalar RA öncesi uygulanan sedoanaljezinin, hastalarda ameliyat korkusu ve buna bağlı oluşabilecek anksiyeteyi azalttığı, perioperatif dönem, intraoperatif ve postoperatif dönemlerde hasta konforunu ve uyumunu olumlu yönde etkilediğini gösterdi(87, 88). Blok işlemi öncesinde hastalarda oluşabilecek anksiyeteyi azaltmak ve hasta konforunu artırmak amacıyla hastalarımıza sedoanaljezik premedikasyon uyguladık.

Bupivakain en uzun etkili LA'lerden biridir ve lidokaine kıyasla daha potent ve daha toksiktir. Lidokain ise hızlı etkili bir LA'dır. Bupivakain için bildirilen sistemik toksisite insidansı % 0.2'den az olmasına rağmen, bupivakain toksisitesi tedavisi zor bir komplikasyondur ve potansiyel olarak ölümcüldür(84). Başarılı blok için etkin LA hacimlerini konu alan bir çok çalışma, farklı LA hacimlerinde etkin bir blok elde edilebileceğini gösterdi. Bu çalışmalar, yüksek hacim ve daha düşük konsantrasyonun, daha düşük hacim / daha yüksek konsantrasyona kıyasla daha hızlı aksiller sinir motor bloğu sağladığı saptandı (89, 90). Bununla birlikte, etkin LA dozu ve konsantrasyonu net değildir(91). Çalışmamızda tüm hastalar için lidokain (10ml) ve bupivakain'i (20ml, %0,5) eşit hacimlerde kullandık ve bupivakain'in yanında lidokain'i tercih etmemizin nedeni ise hızlı etki başlangıç süresiydi. Hastalarımızın hepsinde uygulanan blok başarılıydı ve gerek sistemik ve gerekse de lokal olmak üzere LA'lar ile ilgili herhangi bir toksikasyon bulgusuna rastlamadık.

Beden kitle indeksi ile LA miktarı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, BKİ artışına bağlı olarak, %0,5 bupivakain için ED50 değerinin artmadığı gösterilmiştir (92). Bizde çalışmamızda LA doz ayarlaması için BKİ düzeylerini dikkate almadık. Çalışmamızın aksine literatürde yetişkin hasta popülasyonunda, her iki cinsiyet ve herhangi bir yaş için, lokal anestezi volümünü belirlemede, hastanın BKİ'sini önemli bir faktör olarak belirten çalışmalar da mevcuttur(93-95).

Başarılı bir BP bloğu, azalmış vasküler tonus ve artmış kan akımı ile ilişkilidir. PI, periferik kan akışının pulsatil ve pulsatil olmayan bileşenleri arasındaki oranı temsil eder. Vazodilasyon durumlarında pulsatil akıştaki nispi bir artış, PI'da artışa yol açar. Mevcut veriler, PI'nın lokal anestezikler tarafından indüklenen vazomotor tonus kaybını belirtmek için hassas bir parametre olduğunu göstermektedir. PI değişikliklerindeki profil, parametrenin yeterli sempatik blokajın erken bir göstergesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla PI, periferik blok başarısını tahmin edebilen periferik perfüzyon için objektif bir ölçü olarak düşünülebilir(96, 97). Çalışmamızda, blok uygulanan koldaki; 5. dakikada ölçülen PI değerleri blok öncesi ölçümlere göre anlamlı düzeyde daha yüksek ve benzer şekilde, 10. dakikadaki PI değerleri 5. dakikadan, 20. dakikadaki PI değerleri 10. dakikadan anlamlı düzeyde daha yüksekti. PI düzeyinde saptanan bu anlamlı farklılıkları, blok sonrası oluşan sempatik blokaj ve buna bağlı gelişen vazomotor tonus kaybı ile açıklayabiliriz(96, 97). Candan ve ark.(98) infraklaviküler blok ile ilgili yaptıkları çalışmada 1 mg / kg %0,5 bupivakain + 5 mg / kg % 2 prilokain ve %0,09 NaCl kullanarak 45 ml'ye tamamladılar. Çalışmanın sonuçları, 5. dakika PI değeri bazal PI değerine kıyasla % 132 artış gösterdi. Bir başka çalışmada Galvin ve ark.(99), %1.5 mepivakain kullanarak aksiller bloğun 10. dakikasında ve siyatik bloğun 12. dakikasında PI'da %155 artış buldular. Kuş ve ark. (100), 20 ml levobupivakain + 10 ml lidokain kullanarak infraklaviküler bloğun 10. dakikasında PI'da %120 artış buldular. Abdelnasser ve ark.(101) ise 12,5 ml bupivakain + 12,5 ml lidokain'i supraklaviküler blok için kullandılar ve 10. dakikada perfüzyon indeksinde ortalama %151 artış buldular. Bizler de çalışmamızda 5. dakikadaki PI değerlerinin bazal PI değerlerine göre % 105 ve 10.dakikada ise %171 arttığını bulduk. Belirtilen çalışmalarda görebildiğimiz kadarıyla, PI değerinin zamana göre değişiminde LA volümü ve LA çeşidi önemli rol oynamaktadır. Literatürde görebildiğimiz kadarıyla uyguladığımız LA volümü ve çeşidiyle, PI düzeylerindeki değişimi gösteren ve sonuçları karşılaştırabileceğimiz bir çalışmaya rastlayamadık.

Vazodilasyon durumlarında pulsatil kan akışındaki nispi bir artış, PI'da bir artışa yol açar. Bu nedenle PI, periferik blok başarısını tahmin edebilen periferik perfüzyon için, objektif bir ölçü olarak düşünülebilir. Periferik blok başarısının

öngörülmesinde PI'nın rolü, infraklaviküler brakiyal pleksus bloğu (100, 102), aksiller brakiyal pleksus bloğu (99), interskalen brakiyal pleksus bloğu(103) ve siyatik sinir bloğu (99) ve supraklavikular brakiyal pleksus bloğu için gösterildi (101). Bu çalışmalardan Kuş ve ark. (100) periferel perfüzyonun bir ölçüsü olan PI'nın, infraklaviküler blokajın yeterliliğinin değerlendirilmesinde güvenilir ve objektif bir yöntem olduğunu gösterdiler fakat PI değerleriyle ilgili herhangi bir kesim değeri vermediler. Galvin ve ark. (99), aksiller blok ve siyatik blok uygulanan hastalarda tek enjeksiyon tekniği uyguladılar, aksiller blok için 40 ml mepivakain ve siyatik blok için 20 ml mepivakain kullandılar. Bazal değerlere göre PI'da 1,55 katlık artışı başarılı blok olarak değerlendirdiler. Abdelnasser ve ark. (101), 77 hastayı dahil ettikleri çalışmalarında perfüzyon indeksi kullanarak başarılı supraklaviküler brakiyal pleksus bloğunu tahmin ettiler. PI değerinde 3.3 ve üzeri artışın blok gelişimi için %100 özgüllük ve duyarlığa sahip olduğunu buldular. Motor bloktan önce başlayan duyusal blok için herhangi bir kesim değeri vermediler. Motor blok gelişimini; dirsek ve elin yer çekimine karşı fleksiyona getirebilme yeteneği ile değerlendirdiler. Bereket ve ark. (102) ise 40 hastayı dahil ettikleri çalışmalarında perfüzyon indeksi kullanarak başarılı infraklavikular brakiyal pleksus bloğunu tahmin ettiler. PI değerinde 9.2 ve üzeri artışın blok gelişimi için %54.5 özgüllük ve %96.6 duyarlığa sahip olduğunu buldular. Duyusal blok ve motor bloğun başlangıcı için ayrı ayrı kesim değeri vermediler.

Çalışmamızda öncelikli amacımız; duyusal ve motor blok gelişimi ile PI düzeyleri arasındaki tanısal ilişkiyi araştırmak ve varsa PI değerleri için optimum kesim noktalarını saptayabilmektir. Duyusal blok gelişimini gösterebilmek amacıyla kullandığımız Pin-prick testi ortalama 7.98 ± 1.49 dakikada pozitif oldu. Testin pozitif olduğu PI değerlerinin ortalaması ise 8.5 ± 2.46 ' idi. Yaptığımız ROC analizlerinde blok sonrası 5. dakikadan itibaren, PI değerinde saptanan 3.8 birim ve üzerindeki artışlar % 82 sensitivite ve % 82 spesifite ile duyusal bloğun gerçekleştiğini iyi düzeyde öngörebiliyordu. Motor blok gelişimini gösterebilmek için kullandığımız MBS Evre-2 ve 3 ise sırasıyla 6.68 ± 1.97 ve 11.08 ± 1.71 dakikalarda pozitif oldular. Testlerin pozitif olduğu PI değeri ise sırasıyla 6.95 ± 2.03 ve 8.86 ± 2.6 ' idi. Blok sonrası 3. dakikadan itibaren hesaplanan PI değerlerindeki 3.9 birim ve üzerindeki artışlar % 84 sensitivite ve % 84 spesifite ile MBS Evre-3

gelişimini iyi düzeyde öngörebiliyordu fakat MBS Evre-2 için blok sonrası 3. dakikadan itibaren hesaplanan Pİ değerlerindeki artışların, tanısallık düzeyleri düşüktü (PI için 2.9 birim ve üzerinde artış, % 56 sensitivite ve % 62 spesifite). Araştırdığımız kadarıyla literatürde sensoryal ve motor blok için optimal PI değerlerini ayrı ayrı inceleyen bir çalışmaya rastlayamadık. Bu açıdan çalışmamız literatürde ilk olma özelliği gösteriyordu. Literatürde yukarıda belirttiğimiz gibi blok gelişimi için verilen PI kesim değerleri farklılık arz etmekteydi. Bunun muhtemel nedenlerinden birinin standartizasyon güçlükleri olduğunu düşünmekteyiz. Bilgilerimize göre, blok oluşma süresi (duyusal ve/veya motor) ve PI düzeyleri; uygulanan blok çeşidi, kullanılan LA'ların ve solüsyonların içeriği (sodyum bikarbonat, adrenalin...), kullanılan LA'nın volümü, uygulayıcının deneyimi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir(104-106). Böylece yapılacak çalışmaların dizaynı, çalışma sonuçlarını kolaylıkla etkileyebilecek ve farklı sonuçlar elde edilecektir.

Periferik sinir blokları, GA'ya kıyasla komplikasyon görülme sıklığı bakımından daha güvenlidir. Buna rağmen, hipotansiyon, bradikardi ve hipoksi gibi hemodinami ile ilişkili komplikasyonlar görülebilmektedir. Çalışmamıza alınan hastaların nabız ve SpO2 değerleri, kendi içlerinde ve zamana bağlı şekilde değerlendirildiğinde 0, 10, 20, 30, ve 60. dakikalarda benzer düzeylerde olup hiçbir hastada taşikardi ve/veya bradikardi ile hipoksi yaşanmadı. Bu sonuç, komplikasyon yaşanmaması ve perioperatif dönem hasta izlem sonuçlarının stabil olmasıyla uyumluydu. Hastaların sistolik ve diyastolik arter basınçları 0(bazal), 10, 20, 30, ve 60. dakikalar için değerlendirildiğinde, bazal sistolik ve diyastolik arter basınçları, 10, 20, 30, ve 60. dakikalarda ölçülen değerlerden anlamlı düzeyde daha yüksekti. Buna rağmen, sistolik ve diyastolik arter basınçlarında grup içi (10, 20, 30, ve 60. dakikalar) anlamlı farklılık saptanmadı. Bu bağlamda bizler, bazal tansiyon değerlerindeki bu yüksekliğin, blok tekniğine değil hastanın giriş tansiyon değerlerinin yüksekliğine bağlı olduğunu düşündük.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları vardı bunlar;

1. Çalışmamız 50 hastayı kapsıyordu, hasta sayımız bir testin, özgüllüğünü, duyarlılığını ve optimal kesim değerlerini belirlemek için yeterli olmayabilir.
2. Blok için eş volümlerde LA kullanılması, çalışma tasarımı açısından iyi bir standardizasyon yöntemi gibi görülsede, farklı volümlerdeki LA'ların testimizin tanısallığı(özgüllüğünü, duyarlılığını ve optimal kesim değerleri) üzerine olan etkilerini gösteremedik.
3. Duyusal ve motor blok gelişimini değerlendirmek için kullandığımız subjektif yöntemler blok başarısını değerlendirmede, hasta kaynaklı farklılıklara yol açabilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnfraklavikular yaklaşım ile yapılan USG eşliğindeki bloğun başarısını ve etkinliğini ROC eğrileri kullanarak perfüzyon indeksi ile değerlendirdiğimiz çalışmamızda:

1. Duyusal blok gelişimini, PI düzeylerine bakarak tahmin edebildik. PI düzeylerinde 3.8 ve üzerindeki artışlar duyusal blok gelişimi ile ilişkiliydi.
2. Motor blok gelişimi için Evre-3 MBS'yi, PI düzeylerine bakarak tahmin edebildik. PI düzeylerinde 3.9 ve üzerindeki artışlar, motor blok gelişimi ile ilişkiliydi.
3. Motor blok başlangıcını (Evre-2 MBS) tahmin edebilmek için PI düzeylerinin tanısallık gücü düşüktü.
4. PI düzeyleri zamana bağlı olarak, bloktan artarak etkileniyordu.
5. Periferik oksijen saturasyon düzeyleri ve dakikadaki kalp atım sayısı (nabız) blok uygulaması ile değişmiyordu.
6. Blok işlemi öncesinde ölçülen sistolik ve diyastolik arter basınçları, blok işlemi sonrasında ölçülen arter basınçlarına göre daha yüksekti.
7. Çalışmamıza katılan hastaların hiçbirinde komplikasyon gelişmedi.

Sonuç olarak, duyusal ve motor blok gelişimi için PI'nın optimal kesim değerlerini hesapladık. Pin-prick testi için 3.8 ve üzeri, Evre-3 MBS için 3.9 ve üzerindeki değerler, iyi düzeyde tanısallık içeriyordu. Evre-2 MBS için ise, hesaplanan tanısallık düzeyimiz zayıftı. Bizler, duyusal ve motor blok gelişimini değerlendirmek için günümüzde kullanılan subjektif yöntemlerin blok başarısını değerlendirmede yetersiz olabileceği ve bu bağlamda ilerleyen zamanlarda modern tıbbın, PI ve benzeri yöntemlerle bölgesel blokların değerlendirilmesinde daha etkili ve objektif sonuçlar sağlayacağına inanıyoruz. Bu konuyla ilgili daha fazla çalışma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

7. REFERANSLAR

1. Goerig M, Bacon D, van Zundert A. Carl Koller, cocaine, and local anesthesia: some less known and forgotten facts. *Reg Anesth Pain Med.* 2012;37(3):318-24.
2. Shapiro DM, Hargett MJ, Kopp S, Neal JM, Mariano ER, Liguori G. History and evolution of regional anesthesiology and acute pain medicine fellowship training. *Reg Anesth Pain Med.* 2020;45(4):311-4.
3. Ahmad M, Tariq R. History and evolution of anesthesia education in United States. *J Anesth Clin Res.* 2017;8(6):2.
4. Şahin Ş RAA, Dezavantajları ve Uyulması Gereken, Prensipler SvPSBEK, 1.Baskı, İstanbul, Logos, Yayıncılık.
5. Polcaro L CM, Daly DT. Anatomy. Anatomy, Head and Neck, Brachial Plexus: StatPearls Publishing; 2020 Aug 10. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531473/>
6. Sakellariou VI, Badilas NK, Mazis GA, Stavropoulos NA, Kotoulas HK, Kyriakopoulos S, et al. Brachial plexus injuries in adults: evaluation and diagnostic approach. *ISRN Orthop.* 2014;2014:726103.
7. McCann PD BD. The brachial plexus: clinical anatomy. *Orthop Rev.* 1991;20:413–9.
8. Becker DE, Reed KL. Local anesthetics: review of pharmacological considerations. *Anesth Prog.* 2012;59(2):90-103.
9. Becker DE, Reed KL. Local anesthetics: review of pharmacological considerations. *Anesth Prog.* 2012;59(2):90-102.
10. Tetzlaff JE. The pharmacology of local anesthetics. *Anesthesiol Clin North America.* 2000;18(2):217-33.
11. Miller RD, Eriksson L, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Young WL. Miller's anesthesia. *Miller's anesthesia* 2010. p. 2827.
12. Kaya K. Lokal Anestezdikler ve Kldndkte Kullanımları 2021. Available from: <https://docplayer.biz.tr/18363746-Dr-kadir-kaya-lokal-anestezdikler-ve-kldndkte-kullanimlari.html>.

13. Day TK, Skarda RT. The pharmacology of local anesthetics. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 1991;7(3):489-500.
14. Katzung BG. Basic and clinical pharmacology: Mc Graw Hill; 2012.
15. Goodson JM, Moore PA. Life-threatening reactions after pedodontic sedation: an assessment of narcotic, local anesthetic, and antiemetic drug interaction. *J Am Dent Assoc.* 1983;107(2):239-45.
16. Šimurina T, Mraović B, Župčić M, Graf Župčić S, Vulin M. LOCAL ANESTHETICS AND STEROIDS: CONTRAINDICATIONS AND COMPLICATIONS - CLINICAL UPDATE. *Acta Clin Croat.* 2019;58(Suppl 1):53-61.
17. Ok S-H, Hong J-M, Lee SH, Sohn J-T. Lipid Emulsion for Treating Local Anesthetic Systemic Toxicity. *Int J Med Sci.* 2018;15(7):713-22.
18. Ciechanowicz S, Patil V. Lipid emulsion for local anesthetic systemic toxicity. *Anesthesiol Res Pract.* 2012;2012:131784.
19. Specia SJ, Boynes SG, Cuddy MA. Allergic reactions to local anesthetic formulations. *Dental Clinics.* 2010;54(4):655-64.
20. Hardman IG, Lombard LE, Goodman Gilman A. Local anaesthetic in: *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, 10th Edition, United states of America, McGraw Hill, 2001;223-38, 358-78.
21. Schatz M. Adverse reactions to local anesthetics. *Immunol Allergy Clin North Am.* 1992;12(3):585-609.
22. Li J, Duan R, Zhang Y, Zhao X, Cheng Y, Chen Y, et al. Beta-adrenergic activation induces cardiac collapse by aggravating cardiomyocyte contractile dysfunction in bupivacaine intoxication. *PloS one.* 2018;13(10):e0203602-e.
23. Masic D, Liang E, Long C, Sterk EJ, Barbas B, Rech MA. Intravenous Lidocaine for Acute Pain: A Systematic Review. *Pharmacotherapy.* 2018;38(12):1250-9.
24. Smith B. Efficacy of a nerve stimulator in regional analgesia: experience in a resident training programme. *Pain.* 1978;5(2):200.
25. Chapman G. Regional nerve block with the aid of a nerve stimulator. *Anaesthesia.* 1972;27(2):185-93.
26. Bloke Edeceğimiz Siniri Nasıl Bulalım: Gata Üniversitesi Cerrahi Bilimler. Available from: www.gata.edu.tr/cerrahi_bilimler/anestezi/Sunu/.

27. Tsui BC, Wagner A, Finucane B. Electrophysiologic effect of injectates on peripheral nerve stimulation. *Reg Anesth Pain Med.* 2004;29(3):189-93.
28. Vassiliou T, Müller HH, Limberg S, De Andres J, Steinfeldt T, Wiesmann T. Risk evaluation for needle-nerve contact related to electrical nerve stimulation in a porcine model. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2016;60(3):400-6.
29. Ben-David B, Chelly JE. Current channeling: a theory of nerve stimulator failure. *Anesth Analg.* 2003;96(5):1531-2.
30. Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S. The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg Anesth Pain Med.* 2006;31(5):445-50.
31. Tsai TP, Vuckovic I, Dilberovic F, Obhodzas M, Kapur E, Divanovic K-A, et al. Intensity of the stimulating current may not be a reliable indicator of intraneural needle placement. *Reg Anesth Pain Med.* 2008;33(3):207-10.
32. Rigaud M, Filip P, Lirk P, Fuchs A, Gemes G, Hogan Q. Guidance of block needle insertion by electrical nerve stimulation: a pilot study of the resulting distribution of injected solution in dogs. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists.* 2008;109(3):473-8.
33. Fielmuth S, Szalata M, Sievert H, Beier D, Rehberg S, Hahnenkamp K, et al. Electric nerve stimulation does not correctly predict needle-nerve distance and potential local anesthetic spread for interscalene brachial plexus blockade. *Anesth Analg.* 2017;125(2):632-4.
34. Chan VWS. *Ultrasound Imaging for Regional Anesthesia.* 2nd ed. Toronto O, 2009 TPC.
35. https://file.atuder.org.tr/_atuder.org/fileUpload/qeNO38zb12kA.pdf.
36. MacGregor. M KL, Kirk-Bayley. J. "The physics of ultrasound – part 1", 2010 ATotwN.
37. Wu T, Lin S, Liu C, Chang H, Lin C. Ultrasound imaging aids infraclavicular brachial plexus block. *Ma zui xue za zhi= Anaesthesiologica Sinica.* 1993;31(2):83-6.
38. Griffin J, Nicholls B. Ultrasound in regional anaesthesia. *Anaesthesia.* 2010;65:1-12.
39. Chan VW, Perlas A, McCartney CJ, Brull R, Xu D, Abbas S. Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. *Canadian Journal of Anesthesia.* 2007;54(3):176-82.

40. Orebaugh SL, Williams BA, Kentor ML. Ultrasound guidance with nerve stimulation reduces the time necessary for resident peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med.* 2007;32(5):448-54.
41. Wiederhold BD, Garmon EH, Peterson E, Stevens JB, O'Rourke MC. Nerve Block Anesthesia. *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Copyright © 2021, StatPearls Publishing LLC.; 2021.
42. Neal JM GJ, Hebl JR, Ilfeld BM, McCartney CJ, Franco CD, et al., Upper extremity regional anesthesia: essentials of our current understanding, 2009;34(2):134-170 *RAPM.*
43. Joshi G, Gandhi K, Shah N, Gadsden J, Corman SL. Peripheral nerve blocks in the management of postoperative pain: challenges and opportunities. *J Clin Anesth.* 2016;35:524-9.
44. Urban MK, Urquhart B. Evaluation of brachial plexus anesthesia for upper extremity surgery. *Reg Anesth.* 1994;19(3):175-82.
45. Krakowski JC, Orebaugh SL. Ultrasound-Guided Peripheral Nerve Block Anesthesia with Emphasis on the Interscalene Approach to Brachial Plexus Blockade. *Advancements and Breakthroughs in Ultrasound Imaging.* 2013:119.
46. Pester JM, Varacallo M. Brachial Plexus Block Techniques. *StatPearls [Internet].* 2020.
47. Forro SD, Lowe JB. Anatomy, shoulder and upper limb, arm structure and function. 2018.
48. Franco CD, Williams JM. Ultrasound-guided interscalene block: reevaluation of the “stoplight” sign and clinical implications. *Regional Anesthesia & Pain Medicine.* 2016;41(4):452-9.
49. Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg.* 1970;49(3):455-66.
50. Nysora. Interscalene Brachial Plexus Block – Landmarks and Nerve Stimulator Technique 2021. Available from: <https://www.nysora.com/techniques/upper-extremity/interscalene/interscalene-brachial-plexus-block/>.
51. Spence B, Beach M, Gallagher J, Sites B. Ultrasound-guided interscalene blocks: understanding where to inject the local anaesthetic. *Anaesthesia.* 2011;66(6):509-14.
52. Steven L. Orebaugh PB. Perioperative Medicine and Pain, . *Semin Anesth.* 2007 with permission from elsevier.;26(4), :180-8,.

53. Satapathy AR, Coventry DM. Axillary brachial plexus block. *Anesthesiol Res Pract.* 2011;2011:173796-.
54. Ultrasound-Guided Axillary Brachial Plexus Block. 24 Ekim 2018. Available from: <https://www.nysora.com/ultrasound-guided-axillary-brachial-plexus-block-2018>
55. Kulenkampff D. Brachial plexus anaesthesia: its indications, technique, and dangers. *Annals of surgery.* 1928;87(6):883.
56. Brown DL, Cahill DR, Bridenbaugh LD. Supraclavicular nerve block: anatomic analysis of a method to prevent pneumothorax. *Anesthesia and analgesia.* 1993;76(3):530-4.
57. Techasuk W, González AP, Bernucci F, Cupido T, Finlayson RJ, Tran DQ. A randomized comparison between double-injection and targeted intracluster-injection ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Anesthesia & Analgesia.* 2014;118(6):1363-9.
58. Nysora. Supraclavicular Brachial Plexus Block – Landmarks and Nerve Stimulator Technique 2021. Available from: <https://www.nysora.com/regional-anesthesia-for-specific-surgical-procedures/upper-extremity-regional-anesthesia-for-specific-surgical-procedures/anesthesia-and-analgesia-for-elbow-and-forearm-procedures/supraclavicular-brachial-plexus-block/>.
59. Spiegel P. [Block of the brachial plexus. Infraclavicular transpectoral perivascular technic]. *Rev Bras Anesthesiol.* 1967;17(1):48-53.
60. Borgeat A, Ekatodramis G, Dumont C. An evaluation of the infraclavicular block via a modified approach of the Raj technique. *Anesth Analg.* 2001;93(2):436-41.
61. Williams LM, Singh K, Dua A, Singh A, Cummings A. Infraclavicular Nerve Block. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2021, StatPearls Publishing LLC.; 2021.
62. Birnbaum J, Klotz E, Bogusch G, Volk T. [Electrical nerve stimulation for plexus and nerve blocks]. *Anaesthesist.* 2007;56(11):1155-62.
63. Franco CD. Manual of regional anesthesia. URL: [www Cook-CountryRegional.com](http://www.Cook-CountryRegional.com). 2007:83-4.
64. Ultrasound-Guided nysoran, 2018 IBPBhwncu-i-b-p-bE.
65. Ozturk NK, Kavakli AS. Comparison of the coracoid and retroclavicular approaches for ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *J Anesth.* 2017;31(4):572-8.

66. Li JW, Songthamwat B, Samy W, Sala-Blanch X, Karmakar MK. Ultrasound-Guided Costoclavicular Brachial Plexus Block: Sonoanatomy, Technique, and Block Dynamics. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42(2):233-40.
67. Goldman JM, Petterson MT, Kopotic RJ, Barker SJ. Masimo signal extraction pulse oximetry. *J Clin Monit Comput*. 2000;16(7):475-83.
68. Hales J, Stephens F, Fawcett A, Daniel K, Sheahan J, Westerman R, et al. Observations on a new non-invasive monitor of skin blood flow. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 1989;16(5):403-15.
69. Hasanin A, Mohamed SAR, El-Adawy A. Evaluation of perfusion index as a tool for pain assessment in critically ill patients. *J Clin Monit Comput*. 2017;31(5):961-5.
70. Sato M, Kurosawa A, Sasakawa T, Kunisawa T, Takahata O, Iwasaki H. Evaluation of the Effects of Remifentanyl Doses on Hemodynamics and Perfusion Index at the Onset of Pneumoperitoneum during Laparoscopic Surgery. *Masui The Japanese journal of anesthesiology*. 2016;65(6):573-7.
71. Weir CB, Jan A. BMI classification percentile and cut off points. *StatPearls [Internet]*. 2019.
72. Chan VW, Peng PW, Kaszas Z, Middleton WJ, Muni R, Anastakis DG, et al. A comparative study of general anesthesia, intravenous regional anesthesia, and axillary block for outpatient hand surgery: clinical outcome and cost analysis. *Anesth Analg*. 2001;93(5):1181-4.
73. McCartney CJ, Brull R, Chan VW, Katz J, Abbas S, Graham B, et al. Early but no long-term benefit of regional compared with general anesthesia for ambulatory hand surgery. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2004;101(2):461-7.
74. Pavlin DJ, Rapp SE, Polissar NL, Malmgren JA, Koerschgen M, Keyes H. Factors affecting discharge time in adult outpatients. *Anesth Analg*. 1998;87(4):816-26.
75. Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B, Karaca PE, Yufa M, Claudio RE, et al. A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2004;101(1):127-32.
76. Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. *Anesth Analg*. 1999;88(4):847-52.
77. Franco CD, Vieira ZE. 1,001 subclavian perivascular brachial plexus blocks: success with a nerve stimulator. *Reg Anesth Pain Med*. 2000;25(1):41-6.

78. Suresh S, Chan VW. Ultrasound guided transversus abdominis plane block in infants, children and adolescents: a simple procedural guidance for their performance. *Pediatric Anesthesia*. 2009;19(4):296-9.
79. Marhofer P, Harrop-Griffiths W, Kettner S, Kirchmair L. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: part 1. *Br J Anaesth*. 2010;104(5):538-46.
80. Abrahams M, Aziz M, Fu R, Horn J-L. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth*. 2009;102(3):408-17.
81. Fuzier R, Lammens S, Becuwe L, Bataille B, Sleth J, Jochum D, et al. The use of ultrasound in France: a point of view from experienced regional anesthesiologists. *Acta Anaesthesiol Belg*. 2016;67(1):9-15.
82. Marhofer P, Willschke H, Kettner S. Current concepts and future trends in ultrasound-guided regional anesthesia. *Current Opinion in Anesthesiology*. 2010;23(5):632-6.
83. McNaught A, Shastri U, Carmichael N, Awad I, Columb M, Cheung J, et al. Ultrasound reduces the minimum effective local anaesthetic volume compared with peripheral nerve stimulation for interscalene block. *Br J Anaesth*. 2011;106(1):124-30.
84. Thomas LC, Graham SK, Osteen KD, Porter HS, Nossaman BD. Comparison of ultrasound and nerve stimulation techniques for interscalene brachial plexus block for shoulder surgery in a residency training environment: a randomized, controlled, observer-blinded trial. *Ochsner Journal*. 2011;11(3):246-52.
85. Osborne RJ, Joel SP, Slevin ML. Morphine intoxication in renal failure: the role of morphine-6-glucuronide. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1986;292(6535):1548-9.
86. Barletta JF, Miedema SL, Wiseman D, Heiser JC, McAllen KJ. Impact of dexmedetomidine on analgesic requirements in patients after cardiac surgery in a fast-track recovery room setting. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*. 2009;29(12):1427-32.
87. Hu P, Harmon D, Frizelle H. Patient comfort during regional anesthesia. *J Clin Anesth*. 2007;19(1):67-74.
88. Sinha A. Patient comfort during regional anesthesia: the obvious and the obscure. *J Clin Anesth*. 2007;19(1):1-2.
89. Taboada Muñiz M, Rodríguez J, Bermúdez M, Valiño C, Blanco N, Amor M, et al. Low volume and high concentration of local anesthetic is more efficacious than high volume and low concentration in Labet's sciatic nerve block: a prospective, randomized comparison. *Anesth Analg*. 2008;107(6):2085-8.

90. Krenn H, Deusch E, Balogh B, Jellinek H, Oczenski W, Plainer-Zöchling E, et al. Increasing the injection volume by dilution improves the onset of motor blockade, but not sensory blockade of ropivacaine for brachial plexus block. *Eur J Anaesthesiol.* 2003;20(1):21-5.
91. Takeda A, Ferraro LH, Rezende AH, Sadatsune EJ, Falcão LF, Tardelli MA. Minimum effective concentration of bupivacaine for axillary brachial plexus block guided by ultrasound. *Brazilian journal of anesthesiology (Elsevier).* 2015;65(3):163-9.
92. Gupta PK, Pace NL, Hopkins PM. Effect of body mass index on the ED50 volume of bupivacaine 0.5% for supraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth.* 2010;104(4):490-5.
93. Ocaklar A. Üst ekstremité cerrahisi için ultrasonografi ve sinir stimülatörü eşliğinde yapılan supraklavikuler-infraklavikuler-axiller blokların karşılaştırılması. 2018.
94. Coşkun D, Mahli A. The extent of blockade following axillary, supraclavicular, and interscalene approaches of brachial plexus block. *Turkish Journal of Medical Sciences.* 2011;41(4):623-31.
95. Winnie AP. Perivascular techniques of brachial plexus block. *Elsevier Health Sciences.* 1984;1:121-44.
96. Sørensen J, Bengtsson M, Malmqvist ELÅ, Nilsson G, Sjöberg F. Laser Doppler perfusion imager (LDPI)-for the assessment of skin blood flow changes following sympathetic blocks. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1996;40(9):1145-8.
97. Sebastiani A, Philippi L, Boehme S, Closhen D, Schmidtman I, Scherhag A, et al. Perfusion index and plethysmographic variability index in patients with interscalene nerve catheters. *Can J Anaesth.* 2012;59(12):1095-101.
98. Uygulanan ÜECUE, ve Perfüzyon SBGY. Evaluation of Ultrasound Guided Supraclavicular Block With Traditional Methods And Perfusion Index On Upper Extremity Surgeries.
99. Galvin EM, Niehof S, Verbrugge SJ, Maissan I, Jahn A, Klein J, et al. Peripheral flow index is a reliable and early indicator of regional block success. *Anesth Analg.* 2006;103(1):239-43.
100. Kus A, Gurkan Y, Gormus SK, Solak M, Toker K. Usefulness of perfusion index to detect the effect of brachial plexus block. *J Clin Monit Comput.* 2013;27(3):325-8.
101. 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):276-80.

102. Bereket MM, Aydin BG, Küçükosman G, Pişkin Ö, Okyay RD, Ayoğlu FN, et al. Perfusion Index and ultrasonography in the evaluation of infraclavicular block. *Minerva Anesthesiol.* 2019;85(7):746-55.
103. 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):1095-101.
104. O'Donnell BD, Iohom G. An estimation of the minimum effective anesthetic volume of 2% lidocaine in ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists.* 2009;111(1):25-9.
105. Liu SS, Ngeow J, John RS. Evidence basis for ultrasound-guided block characteristics: onset, quality, and duration. *Reg Anesth Pain Med.* 2010;35(Suppl 1):S26-S35.
106. Duggappa DR, Lokesh M, Dixit A, Paul R, Raghavendra Rao RS, Prabha P. Perfusion index as a predictor of hypotension following spinal anaesthesia in lower segment caesarean section. *Indian J Anaesth.* 2017;61(8):649-54.