



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

**ULTRASONOGRAFİ EŞLİĞİNDE YAPILAN BRAKİYAL
PLEKSUS BLOKLARINDA ÖLÇÜLEN PERFÜZYON
İNDEKSİNİN (PI) ; BLOK BAŞARISI İLE KORELASYONUNUN
İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ
DR. MEHMET AKİF BOZDAĞ

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ MEVLÜT DOĞUKAN

ADYAMAN – 2019



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

**ULTRASONOGRAFİ EŞLİĞİNDE YAPILAN BRAKİYAL
PLEKSUS BLOKLARINDA ÖLÇÜLEN PERFÜZYON
İNDEKSİNİN (PI) ; BLOK BAŞARISI İLE KORELASYONUNUN
İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ
DR. MEHMET AKİF BOZDAĞ

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ MEVLÜT DOĞUKAN

ADYAMAN – 2019



T.C.
ADİYAMAN ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Karar Tarihi	Toplantı Sayısı	Karar Sayısı
20/03/2019	2	2019/2-17

Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Öğretim Üyesi Dr.Öğr.Üyesi Mevlüt DOĞUKAN'nın sorumluluğunda yapılması tasarlanan "Usg eşliğinde yapılan brakiyal pleksus bloklarında ölçülen perfüzyon indeksinin (PI) ; blok başarısı ile korelasyonunun incelenmesi." adlı proje için hazırlanmış olan ve 06/03/2019 tarihinde sunulan Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar İçin Başvuru Formu ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş,, araştırmanın yürürlükte olan ilgili yasal düzenlemelere uyularak yürütülmesi ve sonuçlandırılması koşulu ile gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına ve Etik Kurul kararının başvuru sahibine iletilmesine toplantıya katılan Etik Kurul Üyeleri'nin oy birliği ile karar verilmiştir.

(İmza)

Prof. Dr. Haydar BAĞIŞ
Başkan

(İmza)

Prof. Dr. Gülnur TARHAN
Üye

(İmza)

Doç. Dr. Fatih ÜÇKARDEŞ
Üye

(İmza)

Dr.Öğr.Üyesi Hüseyin KAFADAR
Üye

(İmza)

Doç. Dr. Mehmet TEKİN
Üye

Katılmadı

Dr.Öğr.Üyesi Serdar OLT
Üye

(İmza)

Dr.Öğr.Üyesi Ali PARLAR
Üye

(İmza)

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet BÜLBÜL
Üye

(İmza)

Dr.Öğr.Üyesi Muhittin ÖNDERCI
Üye

Katılmadı

Doç. Dr. Ali ŞİMŞEK
Üye

(İmza)

Doç. Dr. Mahmut KOPARAL
Üye

ASLI GİBİDİR.

Prof. Dr. Haydar BAĞIŞ
Başkan

I. ÖNSÖZ

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

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

Son olarak eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteği ile daima yanımda olan Anneme , sevgili eşim Ilgın'a , canım oğlum Poyraz'a ve büyük aileme teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Dr. MEHMET AKİF BOZDAĞ

Adıyaman, 2019

II. İÇİNDEKİLER

I. ÖNSÖZ.....	I
II. İÇİNDEKİLER.....	II
III. ÖZET	V
IV. ABSTRACT	VII
V. KISALTMALAR.....	IX
VI. TABLO LİSTESİ	XI
VII. ŞEKİL LİSTESİ.....	XII
VIII. RESİM LİSTESİ	XIII
IX. GRAFİK LİSTESİ.....	XIV
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Tarihçe.....	3
2.2 Embriyoloji.....	3
2.3 Pleksus Brakiyalisin Anatomisi.....	6
2.3.1 Pleksus Brakiyalis'in Kökleri, Gövdeleri, Bölümleri, Kordları Ve Terminal Sinirleri.....	7
2.3.2 Üst Ekstremitenin Motor İnervasyonu.....	9
2.3.3 Üst Ekstremitenin Duyusal İnervasyonu	10
2.3.4 Üst Ekstremitenin Sempatik İnervasyonu.....	11
2.3.5 Aksiller Kılıf.....	11
2.3.6 Aksiller Sinir.....	12

2.3.7 Radial Sinir	12
2.3.8 Muskulokutanöz Sinir	12
2.3.9 Median Sinir	13
2.3.10 Ulnar Sinir.....	13
2.3.11 Periferik Sinir Anatomisi	13
2.4 Sinir Bloklarında Nörofizyoloji ve Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizması	15
2.5 Lokal Anestezik İlaçlar	16
2.5.1 Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizmaları	16
2.5.2 Lokal Anesteziklerin Yapı-Aktivite İlişkileri	17
2.5.3 Ester Grubu Lokal Anestezikler	17
2.5.4 Amid Grubu Lokal Anestezikler.....	18
2.5.5 Lokal Anesteziklerin Farmakokinetiği	19
2.5.6 Lokal Anesteziklerin Yan Etkileri	20
2.5.7 Lokal Anestezik İlaçlar	22
2.5.8 Sistemik Lokal Anestezik Toksisitesi Tedavisi	24
2.6 Pleksus Brakialis Bloğunda Uygulanan Yöntemler	26
2.6.1 Pleksus Brakialis Bloğu Teknikleri	27
2.6.2 İğne ve Prob Kullanım Yöntemleri.....	34
2.7 Brakial Pleksus Blokları	36
2.7.1 İnterskalen Blok	36
2.7.2 Supraklavikular Blok	38
2.7.3 İnfraklavikular Blok.....	40
2.7.4 Aksiller Blok.....	42
2.8 Perfüzyon İndeksi (PI) Ölçümü.....	45
3. MATERYAL VE METOD	47

3.1 Verilerin İstatistiksel Analizi.....	48
4. BULGULAR.....	50
5.TARTIŞMA VE SONUÇ	58
6.KAYNAKLAR	61



III. ÖZET

ULTRASONOGRAFİ EŞLİĞİNDE YAPILAN BRAKİYAL PLEKSUS BLOKLARINDA ÖLÇÜLEN PERFÜZYON İNDEKSİNİN (PI) ; BLOK BAŞARISI İLE KORELASYONUNUN İNCELENMESİ

Amaç: Brakiyal pleksus bloğu rejyonal anestezide yaygın olarak kullanılan periferik sinir bloklardandır. Kalp, böbrek, solunum sistemi hastalıklarında, göğüs travmalarında ve diyabetik hastalarda olduğu gibi genel anestezinin veya spinal anestezinin riskli olduğu durumlarda periferik sinir blokları daha avantajlı koşullar sağlar. Başarılı periferik sinir blokajı; sempatik liflerin bloke olmasına bağlı olarak lokal vazodilatasyon, artmış lokal kan akımı, cilt sıcaklığında bir miktar artma ve ekstremitelerde duyu kaybı şeklinde görülür. Ancak yoğun ve soğuk bir ameliyathane ortamında, ameliyat öncesi veya sırasında blok yeterliliğini teyit etmek için bu klinik bulgular yeterince hızlı görünemeyebilir ve hasta işbirliği de gerektiren bu bulgular klinik karar vermek için kullanılamayabilir. Çalışmamızda; perfüzyon indeksi (PI) ölçümünün üst ekstremitelerde bloklarının yeterliliğini değerlendirmek için güvenilir ve objektif bir yöntem olarak kullanılabilir olup olmadığını araştırmayı amaçladık.

Yöntem: El, ön kol, kol operasyonu olacak ASA I-II grubuna giren 18-65 yaş arası 33 hasta çalışmaya alındı. Bu hastalara operasyona uygun tipte brakiyal pleksus bloğu uygulandı. Blok uygulaması tamamlandıktan sonra duysal ve motor blok 20 dk. içinde 5, 10 ve 20. dakikalarda değerlendirildi. Ayrıca 5, 10 ve 20. dakikalarda hastanın periferik oksijen saturasyonu (SpO₂), kalp atım hızı (KAH), noninvaziv arter basıncı (NİAB) ve her iki ekstremiteden ölçülen perfüzyon indeksleri (PI) kayıt altına alındı.

Bulgular: Brakiyal pleksus bloğu uyguladığımız 33 hastanın 32'sinde yapılan bloğumuz başarılı oldu ve blokaj uygulanan ekstremitelerde perfüzyon indeksi (PI) ölçümleri 20 dakikalık gözlem süresi boyunca 5. dakikadan itibaren sürekli artış

gösterdi. Bloğun başarısız olduğu 1 hastada ve blok uygulanmayan kol grubunda ise ; 5. dk, 10. dk ve 20. dk perfüzyon indeksi (PI) ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi.

Sonuç: Perfüzyon indeksi (PI) ölçümü; periferik sinir bloklarının başarısının erken, kolay ve objektif olarak değerlendirilmesinde çok değerli ve kullanılabilir bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: Periferik sinir bloğu, brakiyal plexus bloğu, aksiller blok, infraklavikular blok, supraklavikular blok, perfüzyon indeksi.

IV. ABSTRACT

THE PERFUSION INDEX (PI) MEASURED IN BRACHIAL PLEXUS BLOCKS WITH ULTRASONOGRAPHY; INVESTIGATION OF CORRELATION WITH BLOCK SUCCESS

Objective: Brachial plexus block is one of the peripheral nerve blocks commonly used in regional anesthesia. Peripheral nerve blocks provide more advantageous conditions in cases where general anesthesia or spinal anesthesia is risky, such as heart, kidney, respiratory system diseases, chest trauma and diabetic patients. Successful peripheral nerve blockage; local vasodilatation, increased local blood flow, a slight increase in skin temperature and loss of sensation in the extremities due to blockage of sympathetic fibers. However, in an intense and cold operating room environment, these clinical findings may not appear quickly enough to confirm block adequacy before or during surgery, and may not be used for clinical decision making, which also requires patient collaboration. In our study; we aimed to investigate whether perfusion index (PI) measurement can be used as a reliable and objective method to evaluate the adequacy of upper extremity blocks.

Method: Thirty three ASA I-II patients aged 18-65 years were included in the study. Brachial plexus block of the appropriate type was applied to these patients. After the completion of the block application sensory and motor block 20 minutes within 5, 10 and 20 minutes. Peripheral oxygen saturation (SpO₂), heart rate (HR), noninvasive

arterial pressure (NAB) and perfusion index (PI) measured from both extremities were recorded at 5, 10 and 20. minutes.

Findings: In 32 of 33 patients with brachial plexus block, our block was successful and perfusion index (PI) measurements in the blocked extremity increased continuously from the 5th minute on during the 20 minutes observation period. In one patient with block failure and in the arm group without block; no statistically significant difference was found in the perfusion index (PI) measurements at 5, 10 and 20th min.

Conclusion: Perfusion index (PI) measurement; it is a valuable and useful method for early, easy and objective evaluation of the success of peripheral nerve blocks.

Keywords: Peripheral nerve block, brachial plexus block, axillary block, infraclavicular block, supraclavicular block, perfusion index.

V. KISALTMALAR

ASA	: American Society of Anesthesiologist
dk	: Dakika
EKG	: Elektrokardiyografi
G	: Gauge
ml	: Mililitre
mg	: Miligram
gr	: Gram
kg	: Kilogram
SpO2	: Periferik Oksijen Satürasyonu
Hz	: Hertz
NİAB	: Noninvaziv Arter Basıncı
mV	: Milivolt
mA	: Miliamper
ms	: Milisaniye
PABA	: Para Amino Benzoik Asit
KVS	: Kardiyovasküler Sistem
NMDA	: N-metil-D-aspartat
LA	: Lokal Anestezik
US	: Ultrasonografi
PI	: Perfüzyon İndeksi
SSS	: Santral Sinir Sistemi
iv	: İntravenöz
BMI	: Body Mass Index

LMA	: Laringeal Maske
KPR	: Kardiyo Pulmoner Resutasyon
CT	: Bilgisayarlı Tomografi
AC	: Pulsatil Arteriyel Akım
DC	: Nonpulsatil Kan Akımı
KAH	: Kalp Atım Hızı
SAB	: Sistolik ArterBasıncı
DAB	: Diyastolik Arter Basıncı
PIEXT0	: Blok Uygulanmayan Ekstremitte Perfüzyon İndeksi Ölçümü
PIEXT1	: Blok Uygulanan Ekstremitte Perfüzyon İndeksi Ölçümü
BÖPIEXT0	: Blok Uygulanmayan Ekstremitte Blok Öncesi Perfüzyon İndeksi Ölç.
5PIEXT0	: Blok Uygulanmayan Ekstremitte 5. dk Perfüzyon İndeksi Ölçümü
10PIEXT0	: Blok Uygulanmayan Ekstremitte 10. dk Perfüzyon İndeksi Ölçümü
20PIEXT0	: Blok Uygulanmayan Ekstremitte 20. dk Perfüzyon İndeksi Ölçümü
BÖPIEXT1	: Blok Uygulanan Ekstremitte Blok Öncesi Perfüzyon İndeksi Ölçümü
5PIEXT1	: Blok Uygulanan Ekstremitte 5. dk Perfüzyon İndeksi Ölçümü
10PIEXT1	: Blok Uygulanan Ekstremitte 10. dk Perfüzyon İndeksi Ölçümü
20PIEXT1	: Blok Uygulanan Ekstremitte 20. dk Perfüzyon İndeksi Ölçümü

VI. TABLO LİSTESİ

Tablo-1: Kordlardan ayrılan dallar ve sinir kökleri	8
Tablo-2: Üst ekstremitenin motor inervasyonu , ilgili kaslar ve fonksiyonları	9
Tablo-3: Pleksus brakialis blok yöntemlerinin karşılaştırılması	26
Tablo-4: Hastaların demografik verileri	50
Tablo-5: Blok uygulanan ve uygulanmayan kollar arasındaki perfüzyon indeksi farkları.....	50
Tablo-6: Blok uygulanan koldaki perfüzyon indekslerinin zaman içinde karşılaştırılması.....	53
Tablo-7: Blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indekslerinin zaman içinde karşılaştırılması.....	54
Tablo-8: Blok uygulanan koldaki perfüzyon indeksinin cinsiyet ile karşılaştırılması	55
Tablo-9: Blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indeksinin cinsiyet ile karşılaştırılması.....	55
Tablo-10: Blok uygulanan koldaki perfüzyon indeksinin blok tipi ile karşılaştırılması	56
Tablo-11: Blok uygulanan koldaki perfüzyon indeksinin yaş ve BMI ile karşılaştırılması.....	57
Tablo-12: Blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indeksinin yaş ve BMI ile karşılaştırılması.....	57

VII. ŞEKİL LİSTESİ

Şekil-1: Dermatomlar	4
Şekil-2: Pleksus brakialis.....	6
Şekil-3: Pleksus brakialis ve dalları.....	8
Şekil-4: Üst ekstremitenin duysal inervasyon bölgelerinin dağılımı.....	10
Şekil-5: Periferik sinirin mikroskopik yapısı.....	14
Şekil-6: Ses dalgası frekansları.....	30
Şekil-7: Frekans ve penetrasyon.....	31
Şekil-8: Lineer ve konveks problemler ve görüntülerin oluşum özellikleri	32

VIII. RESİM LİSTESİ

Resim-1: Periferik sinir ve bağ dokularının histolojisi.....	14
Resim-2: Ultrason rehberliğinde periferik sinir bloğunun uygulanması	34
Resim-3: Sinir stimülasyonu tekniği ile interskalen blok.....	37
Resim-4: Ultrasonografi tekniği ile interskalen blok.....	37
Resim-5: Sinir stimülasyonu tekniği ile supraklavikular blok	39
Resim-6: Ultrasonografi tekniği ile supraklavikular blok	39
Resim-7: Sinir stimülasyonu tekniği ile infraklavikular blok.....	41
Resim-8: Ultrasonografi tekniği ile infraklavikular blok	41
Resim-9: Sinir stimülasyonu tekniği ile aksiller blok.....	42
Resim-10: Ultrasonografi tekniği ile aksiller blok	44
Resim-11: Ultrasonografi tekniği ile yapılan aksiller bloğun US görüntüsü	44
Resim-12: Pulse oksimetre	45
Resim-13: Masimo cihazı	45
Resim-14: Perfüzyon indeksi ölçümü.....	45

IX. GRAFİK LİSTESİ

Grafik-1: Zaman içinde ölçülen perfüzyon indekslerindeki değişiminin karşılaştırması	51
Grafik-2: Blok öncesi her iki kolda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırması	51
Grafik-3: Blok sonrası 5. dk her iki kolda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırması	52
Grafik-4: Blok sonrası 10. dk her iki kolda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırması	52
Grafik-5: Blok sonrası 20. dk her iki kolda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırması	53
Grafik-6: Blok uygulanan kolda; erkek ve kadınların perfüzyon indeksi ölçümleri ..	54
Grafik-7: Blok uygulanmayan kolda; erkek ve kadınların perfüzyon indeksi ölçümleri	55
Grafik-8: Blok tipine göre perfüzyon indeksi ölçümlerinin karşılaştırılması.....	56

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Periferik sinir bloğu rejyonal anestezide yaygın olarak kullanılan bloklardandır. Kalp, böbrek, solunum sistemi hastalıklarında, göğüs travmalarında ve diyabetik hastalarda olduğu gibi genel anestezinin veya spinal anestezinin riskli olduğu durumlarda periferik sinir blokları daha avantajlı koşullar sağlar.

Brakiyal pleksus blokajı; üst ekstremitede gerçekleştirilecek cerrahi operasyonlarda ve üst ekstremitenin ağrı tedavisinde kullanılabilen periferik sinir blokajıdır. Blokaj; pleksus ya da terminal dallarının innerve ettiği alanı kapsayan bölge ile sınırlıdır, diğer bölgelerde vücudun fizyolojik düzeni olduğu gibi kalır (1).

Periferik sinir blokajının başarıya ulaşması için blokaj yapılırken en iyi yaklaşımın ve yöntemin seçilmesi, doğru ilacın uygun volümde kullanılması gerekmektedir. Ancak cerrahi operasyona başlayabilmek veya bloğun yeterliliğini değerlendirmek için geleneksel yöntem olan hasta ile işbirliği gerektiren duyuşal uyarılara yanıt kaybı tekniğı kullanılır. Bu yöntemin objektifliğı düşük ve zaman alıcıdır.

Başarılı periferik sinir blokajı; sempatik liflerin bloke olmasına bağı olarak lokal vazodilatasyon, artmış lokal kan akımı, cilt sıcaklığında bir miktar artma ve ekstremitede duyu kaybı şeklinde görülür. Ancak yoğun ve soğuk bir ameliyathane ortamında, ameliyat öncesi veya sırasında blok yeterliliğini teyit etmek için bu klinik bulgular yeterince hızlı görünemeyebilir ve hasta işbirliğı de gerektiren bu bulgular klinik karar vermek için kullanılamayabilir. Bloğun başarısının değerlendirilmesi için hasta kooperasyonu gerektirmeyen, hızlı değerlendirme sağlayan, noninvaziv, kolay ve objektif yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır (2).

Perfüzyon İndeksi (PI) parmak ucuna takılan bir pulse oksimetre ile vazomotor tonusun ölçümünü yansıtan noninvaziv ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir. Perfüzyon indeksi (PI) ölçümü sayesinde noninvaziv ve sürekli olarak pulse oksimetre aracılı periferik perfüzyon takip edilebilmektedir.

Hipotezimizi; başarılı üst ekstremit  periferik sinir bloklarının oluşturduğu lokal vazodilatasyon ve artmış kan akımının perfüzyon indeksi (PI)  l  mlerinde tespit edilebilir artışlar üretmesi olarak belirledik. Hipotezimiz doğrultusunda; perfüzyon indeksi (PI)  l  m n n üst ekstremit  bloklarının yeterliliğini değerlendirmek için güvenilir ve objektif bir yöntem olarak kullanılabilir olup olmadığını araştırmayı amaçladık.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Tarihçe

Brakial pleksus bloğu ilk uygulanan rejyonal anestezi yöntemlerinden biri sayılır. Halsted; 1925'te boyunda infiltrasyon anestezisi kullanarak ortaya çıkarılan brakial pleksusun köklerine kokain enjeksiyonu yaptığını ve sonra pleksusun kordları ve periferik sinirleri küme halinde cerrahi olarak serbestleştirildiğini bildirmiştir.

İlk perkütanöz bloğu; 1911 yılında Hirschel ve Kulenkampff, aksiller ve supraklavikular bölgeyi kullanarak yapmıştır. Burnham, aksiller blok yapılırken perivasküler anlayışını ilk olarak 1958'de kullanmış, Winnie ise; brakial pleksusun modifiye aksiller perivasküler metodunu 1975'de tanımlamıştır.

1987'de Cockings aksiller brakial pleksus bloğunun transarteriyel tekniğini tanımlamıştır. Selander tarafından 1977'de tanımlanan kateter tekniği, Vester Andersen tarafından 1982'de aksiller bölgeye adrenalin ile 40ml %1 mepivakainin enjeksiyonu yapılarak tanımlanmıştır (3).

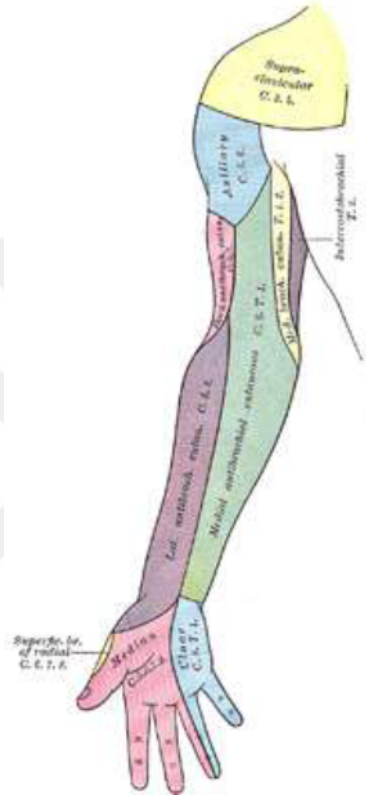
Aksiller blokaj için, 16 ile 50 ml arasında birçok ideal volüm kullanılmıştır. Vester Andersen 1983'te aksiller blok tekniğinde volümün etkisini araştırmak için bir çalışma yapmıştır. Aynı teknikle yüksek volümler kullanılarak aksiller sinir analjezi insidansının arttığı bulunmuştur. Vester Andersen 1984'te başka bir çalışmada, aksiller blokta lokal anesteziklerin çeşitli konsantrasyonlardaki etkilerini araştırmıştır.

2.2 Embriyoloji

Sinir sistemi ektodermden gelişir. Embriyoda motor sinir hücreleri spinal kordun ön boynuz sinir hücrelerinden köken alarak gelişimin 4. haftasında ortaya çıkar. Demetler halinde bir araya gelen bu lifler ventral sinir kökleri olarak bilinirler. Dorsal sinir kökleri de dorsal kök ganglionlarındaki hücrelerden oluşmuş lif demetleri halindedir. Bu ganglionlardan çıkan merkezi çıkıntılar bir demet halinde arka boynuzların aksi yönde spinal kanal içine

doğru büyürler. Distal çıkıntılar ventral sinir kökleri ile birleşerek spinal siniri oluştururlar. Spinal sinirler de ventral ve dorsal ramuslara bölünürler.

Gelişim sırasında motor aksonlar çıktıkları yerden kas taslaklarıyla birlikte erişkinlerdeki yerlerine taşınırlar. Bu sinir liflerinin karışımıyla pleksuslar oluşur. Sinirler pleksuslardan oluşmasına rağmen duysal lifler de dermatom olarak bilinen deri bölgelerine ulaşırlar. (Şekil 1).



Şekil-1: Dermatomlar

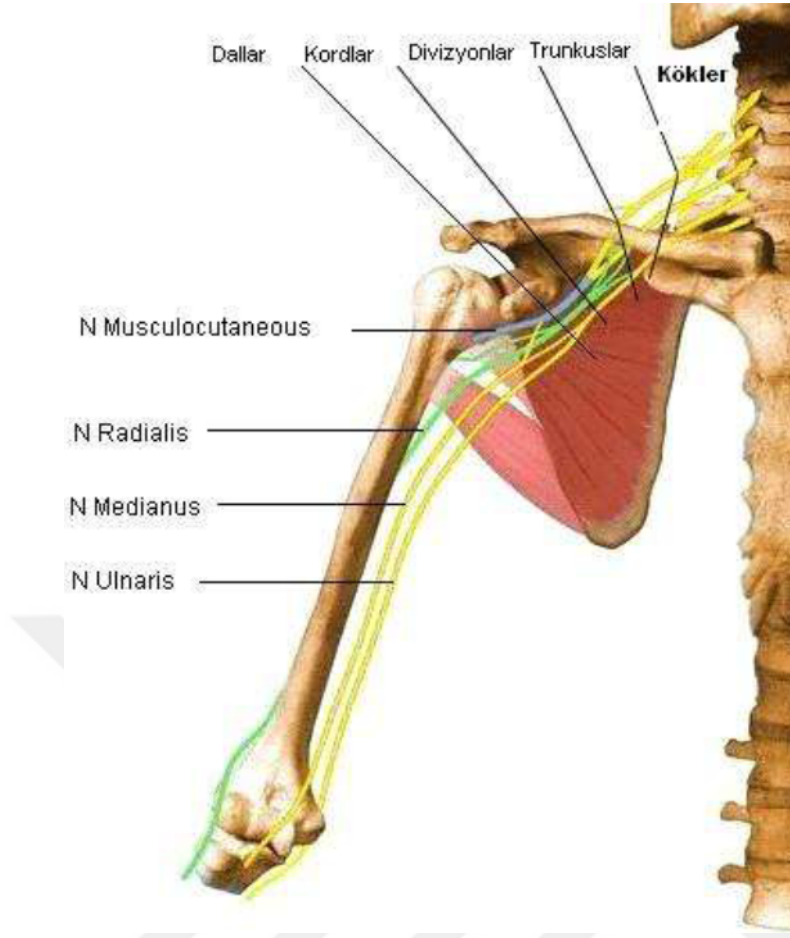
Üst ekstremité kasları spinal sinirlerin ventral sinir köklerinden C5 ile T1'e kadar olan sinirlerden inerve edilirken, L4 ve S3 arasında ise alt ekstremité kaslarının inervasyonu sağlanır.

Spinal sinirlerin arka dalları sırt kaslarını, vertebral eklemleri ve sırt derisini inerve ederken ön dalları ise üst ekstremitéyi, alt ekstremitéyi ve vücut ön duvarını inerve eder ve büyük sinir pleksuslarını oluştururlar. Spinal sinirlerin ön dalları ventral kökenli gövde kasları ile etraf kaslarına motor, gövdenin ön ve yan kısımları ile bu kısımları örten deriye sensitif lifler verir. Ön dallar torakal spinal sinirler hariç birbirleriyle birleşerek bir takım sinir pleksusları yaparlar.

Spinal sinirlerin ön dallarının oluşturdıkları pleksuslar:

1. pleksus servikalis
2. pleksus brakialis
3. pleksus lumbalis
4. pleksus sakralis
5. pleksus pudentalis
6. pleksus koksigeus

Gelişmekte olan ekstremiteler somitler topluluğundan köken alır. Gelişim ilerledikçe her bir somitten gelişen kas taslakları karışık yer değişimine uğrar. Her bir spinal sinir çifti simetrik olarak sıralanmış bir çift somitten gelişen sahayı inerve eder. Kas taslaklarının yer değişimi esnasında motor lifler de birlikte sürüklenir. Bu liflerin karışımı sonucunda sinir pleksusları meydana gelir. Pleksuslardan çıkan sensitif lifler gitmeleri gereken özel deri bölgesine ulaşırlar. Bu deri bölgeleri sensitif bir köke uyarak dermatom adını alır (4,5). İnsan embriyosunun üst ekstremitelerinin erken dönemde gelişimi Carnegie Evrelemesi'ne göre 13-21. evreler arasında şekillenir. Bu evrelendirme yönteminde embriyonun milimetre uzunluğu ve sahip olduğu somit sayısı esas alınır. 13.evre; üst ekstremitelerinin sinirleri C5-T1 seviyelerinde medulla spinalisden çıkar. 15.evre; n.spinalisler üst ekstremitelere girmeye ve birleşerek pleksus brakialis'i oluşturmaya başlar. 16. evre; C4, C5, C6, C7, C8 ve T1 pleksus şekillendirir. Pleksus kaudale doğru meyilli değildir. N.medianus, n.radialis ve n.ulnaris bu dönemde dirseğe ulaşır. 17. evre; n.medianus, n.radialis ve n.ulnaris bu dönemde el taslağına kadar uzanır. 18. evre; pleksus brakialis kaudale doğru yönelir. 19. evre; pleksus brakialis daha açık şekilde kaudale doğru eğilir. 21. evre; pleksus brakialis görünür biçimde kaudale ve 1. kosta üzerine doğru yönelir. Üst ekstremitelerinin yetişkindekine benzer uyum ve düzenlenmesi tamamlanır (6,7). Pleksuslarda sinir liflerinin segmentlere uygun olarak ve gidecekleri kaslara göre bir araya toplanması ve belirli bir periferik sinire girmesi, insan gövdesinde dağılan sinirlerin sayısını azaltmıştır. Pleksuslarda böyle bir düzenleme olmasaydı yalnızca üst ekstremitelerde yüzlerce sinirin dağılmasını gerektirirdi (8) (Şekil 2).



Şekil-2: Pleksus brakiyalis

2.3 Pleksus Brakiyalisin Anatomisi

Brakiyal pleksus üst ekstremité bloklarında primer hedef bölgedir. Bundan dolayı pleksus brakiyalisin(C5-T1) anatomisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Anatomi iyi bilindiği takdirde farklı hastalara farklı bölgesel teknikler uygulanabilir ve her bir tekniğin avantajından yararlanılabilir (9).

Pleksus brakiyalis üst ekstremité motor fonksiyonlarının tamamından, duysal fonksiyonlarının da tamamına yakınından sorumludur. Omuzun ön bölgesinin cildi yüzeysel servikal pleksus (C1-C4) tarafından inerve edilir. Bu sinir kökleri kendi transvers çıkıntıların lateralinde toplanır, sternokleidomastoid kasının arkasında platismadan çıkar. Özellikle omuz cerrahilerinde bu bölgeye yapılacak olan blok pleksus brakiyalis bloğunu tamamlar. Medial ve proksimal üst kol cildini inerve eden medial brakiyal kutanöz sinir (C8-

T1) ve interkostobrakial sinir (T2) kılıf içinde seyretmediğinden dolayı özellikle kolda turnike uygulanacaksa, turnike ağrısını önlemek için ayrıca bloke edilmelidirler (3,9,10).

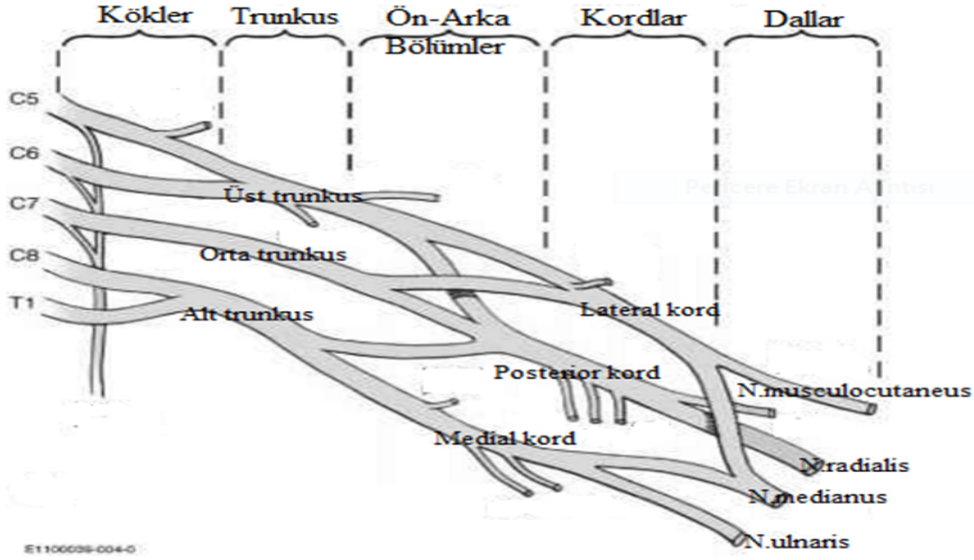
2.3.1 Pleksus Brakiyalis'in Kökleri, Gövdeleri, Bölümleri, Kordları Ve Terminal Sinirleri

Pleksus brakiyalis 5. ile 8. servikal (C5-8) sinirlerin ön dalları ve 1. torakal (T1) sinirin büyük kısmının katılması ile oluşmaktadır. Pleksusa 4. servikal sinir (C4) ve 2. torakal sinir (T2) de katılabilir. Sinir kökleri intervertebral foramenden aksillaya doğru devam ederken, bir takım ayrılımlar ve birleşmelerden sonra, sırası ile kökler (roots), gövdeler (trunkus), bölümler (divisions), kordlar (cords) ve en son terminal sinirleri oluşturur. Pleksus brakiyalis'ten çıkan periferik sinirler torakohumeral kaslarda, omuz ve üst taraf kaslarında ve bu bölgenin cildinde dağılır (11).

Pleksus brakiyalis'in en proksimal kısmı aşağıda klavikula, önde m.sternokleidomastoideus ve arkada m.trapeziusun oluşturduğu boynun posterior üçgeninde lokalizedir (11). Platisma, derin fasya, m.skalenius anterior ve deri pleksus'un ön yüzünü oluşturur. C5,C6,C7,C8 ve T1 spinal sinirlerinin ön kökleri (ventral ramileri), pleksus brakiyalis'in köklerini oluşturur. Medial ve anterior skalen kaslar arasında üst, orta ve alt olmak üzere üç trunkus oluşmaktadır. C5 ve C6'nın kökleri, intervertebral foramenden çıktıktan sonra lateral olarak ilerler ve m. skalenis medius'un medial sınırı yakınında birleşerek üst trunkusu, C7'nin ön kökleri orta trunkusu, C8 ve T1'in ön kökleri m.skalenius anterior'un arkasında birleşip alt trunkusu oluşturmaktadır. Her bir trunkus, birinci kostanın lateral ve inferioru ile klavikulanın altından geçerken anterior (ön) ve posterior (arka) bölümlere ayrılır. Bu anatomik bölünme önemlidir, çünkü üst ekstremitenin ön kısmını inerve edecek olan nöral yapılar, arka kısmı inerve edecek olanlardan ayrılır. Bölümler klavikulanın altından geçerken aksillanın apeksine girer ve birleşip lateral, medial, posterior kordları oluştururlar (9,10,12). Üst ve orta trunkusun anterior bölümleri birleşip lateral kordu, alt trunkusun anterior bölümü medial kordu, her üç trunkusun posterior bölümleri birleşip posterior kordu meydana getirmektedir (9,10).

Pektoralis minör kasının lateralinde her bir kord büyük dallar verdikten sonra major terminal sinirler olarak sonlanır. Lateral kord median sinirin lateral dalını verir ve muskulokutanöz sinir olarak sonlanmaktadır. Medial kord median sinirin medial dalını verir ve ulnar sinir olarak sonlanmaktadır. Posterior kord ise aksiller siniri verir ve radial sinir

olarak sonlanmaktadır (3,9,10). Pleksus brakiyalis'in dalları şekil-3'de ve tablo-1'de gösterilmiştir (13).



Şekil-3: Pleksus brakiyalis ve dalları (13)

Tablo-1: Kordlardan ayrılan dallar ve sinir kökleri

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

2.3.2 Üst Ekstremitenin Motor İnervasyonu

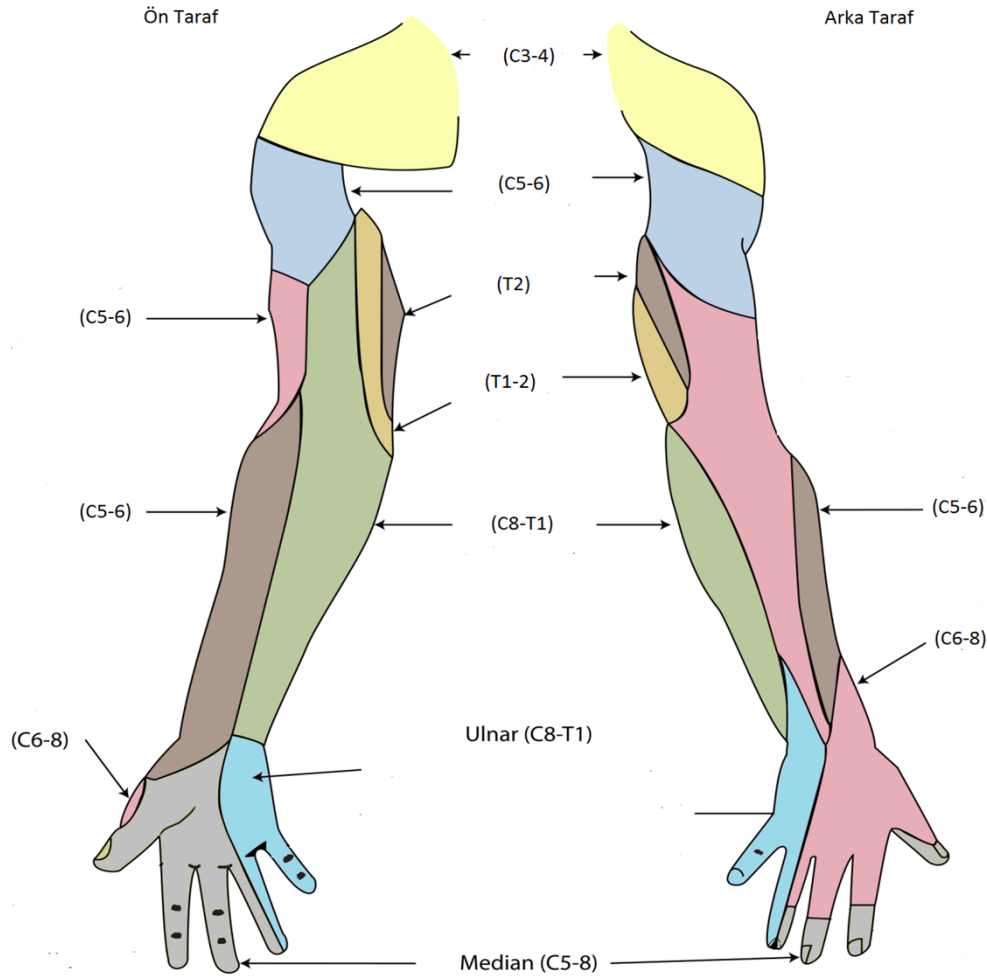
Üst ekstremitayı inerve eden sinirler, bunların etkilediği kaslar ve fonksiyonları Tablo-2’de özetlenmiştir.

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

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

2.3.3 Üst Ekstremitenin Duyusal İnervasyonu

N.aksillaris omuz bölgesinin, n.interkostobrakialis, koltuk altı bölgesinin en tepesinin, n.kutaneus braki medialis kolun iç tarafındaki derinin, n.muskulokutaneus ön kolun dış yan kısmının, n.kutaneus antebraki medialis ön kolun iç tarafının el bilek eklemine kadar uzanan bölgesinin duyusal inervasyonunu sağlar. N.radialis elin dorsal yüzünün dış bölümü, başparmak ile 2. ve 3. parmakların dorsal yüzünün duyusal inervasyonunu sağlamaktadır. Ayrıca n.radialis kolun arka yüzünün ve ön kolun dış tarafının bileğe kadar olan bölgesinin de duyusal inervasyonunu sağlamaktadır. Plexus brakialis'in duyusal inervasyon bölgeleri şekil-4'de gösterilmektedir (13).



Şekil-4: Üst ekstremitenin duyusal inervasyon bölgelerinin dağılımı (13)

N.ulnaris, elin her iki yüzünün medial üçte birinin, küçük parmağın tamamının, 2. ve 3. parmakların ulnar yarımının ve orta parmağın 1. falanksının duyusal inervasyonunu sağlar. Elin palmar yüzünün dış yarımının ve 1, 2, 3 ve 4. parmakların lateral yarımının, 2 ve 3.

parmakların 2-3. falankslarının dorsal bölümünün, 4. parmağın dış yarısını örten derinin duyuşal inervasyonu ise n.medianus tarafından sağlanır.

2.3.4 Üst Ekstremitenin Sempatik İnervasyonu

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

Postganglionik sempatik lifler, plexus brakiyalis'in somatik lifleri ile birlikte devam eder, distalde ekstremitenin arteriyel damarlarında, damar duvarının musküler tabakasında ve venler üzerinde dağılmaktadır (11,14).

2.3.5 Aksiller Kılıf

Aksiller kılıf, plexus brakialis'in nörovasküler yapılarını çevreleyen bir bağ dokusudur. Orijinal tanımıyla kılıf, birinci kostanın üstünden aksillada distal bir noktaya uzanan ve burada medial intermusküler septumun ön yüzeyi ile birleşen yoğun bir tübüler yapıdır. M.skalenius medius ve posterior'u ayıran prevertebral fasyanın devamıdır. A.aksillaris, v.aksillaris, n.medianus, n.ulnaris, n.radialis'in bunun merkezinde gevşek olarak bulunduğuna inanılmaktaydı. Böylelikle lokal anestezi hacmi birincil faktör olmak kaydıyla, kılıfın herhangi bir bölgesine yapılacak tek enjeksiyonla başarılı bir blok elde etmek mümkündür (9). Ancak bir çok araştırmacı tübüler aksiller kılıf konseptini sorgulamıştır (15).

Bu araştırmacılar kılıfın, plexusu çevreleyen ve ayrı bir fasyal septa oluşturmak üzere içe çıkıntı yapan ince fibröz doku katmanlarından oluşan çok kompartmanlı bir yapı olduğunu belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar bu kompartmanların enjekte edilen solüsyonların

çevresel yayılımını fonksiyonel olarak engelleyebileceğini, bu nedenle maksimal blokaj için her bir kompartmana ayrı ayrı enjeksiyon yapılması gerektiğini bildirmektedirler.

Kompartmanların arasında proksimal bağlantılar tanımlanmıştır, bu da tek enjeksiyon tekniklerinin başarısını sağlamış olabilir. Bu nedenle, aksiller kılıfın kompartmanlaştırılmış tanımı genel olarak kabul görmüşse de, klinik öneminin gözlenmesi gerekmektedir (9).

2.3.6 Aksiller Sinir

Aksiller sinir, brakiyal pleksusun radial siniri oluşturmada önce posterior kordundan çıkar. Aksiller sinir, teres minor ve deltoid kaslarını inerve eder. lateral kutanöz brakiyal sinir, aksiller sinirin duysal dalıdır ve triseps kasının baş kısmı ile kasın posterior tarafının distal üçte ikisi üzerindeki deriyi inerve eder (16).

2.3.7 Radial Sinir

Pleksus brakiyalisin en geniş dalı olan radial sinir, posterior kordun devamı şeklinde oluşur. Radial sinir, pektoralis minör kasının alt sınırından başlar, teres major ve latissimus dorsi kasının tendonlarının önünden ve brakial arterin üst parçası ile aksiller arterin üçüncü parçasının arkasından aşağı ve laterale doğru iner. Kolda aşağı inerken humerusun arkasında ve çevresinde muskulo spiral oluğun içinde devam eder, daha sonra terminal dalların ortaya çıktığı ön kolun alt anterior bölümüne ulaşır. Oluk içindeyken, ön kolun dorsal yüzünü innerve eden dorsal antebrakial kutanöz siniri verir. Koldaki motor dalları; ankoneus, triseps, brakioradialis kasları ve ön kol kaslarının ekstensor ve supinatör grubunun üst bölümüne gider. Radial sinir tüm başparmağın dorsal tarafını, 2 ve 3. parmakların dorsal tarafı ile 4. parmağın lateral (radial) yarısının dorsal tarafını, fakat son üç tanesinde sadece distal interfalangial ekleme kadar inerve eder (16).

2.3.8 Muskulokutanöz Sinir

Muskulokutanöz sinir lateral kordun ana terminal dalıdır. Bu sinir korokobrakial kası delerek biceps brakii ile brakiyal kasın arasından geçerek kolun lateral yüzeyine uzanır. Güçlü ön kol fleksörlerinin üçünün (korokobrakiyalis, biceps braki ve brakiyal kas) motor innervasyonunu sağlar. Bu sinirin duysal devamı olan lateral kutanöz antebrakiyal sinir, ön kol anteriorunun radial yarısı üzerindeki derinin duysunu alır (16).

2.3.9 Median Sinir

Lateral kord, muskulokutanöz sinir olarak sonlanmadan hemen önce, median sinirin lateral başlangıcını verir. Lateral başlangıç, medial kord tarafından verilen medial başlangıç ile birleşip median siniri oluşturur. Kolda a.biceps brakii'nin medialindeki sulkus bisipitalis medialis'te a.brachialis ve n.ulnaris ile birlikte aşağı doğru uzanır. Musküler ve kutanöz dalları vermek üzere ele geçer. Median sinir, ön kolun pek çok fleksör ve pronator kaslarına motor lifler sağlar; M.fleksör karpi ulnaris ve m.fleksör dijitorum profundus'un ulnar yarısı dışında tüm kasları inerve eder. El içindeki motor lifler; ilk iki mm. lumbrikales, m.abduktor pollisis brevis, m.opponens pollisis, m.fleksör pollisis brevisin süperfisiyal kası ve m.fleksör pollisis longusun tendonunun süperfisiyalisinde uzanan tenar kasları inerve eder. Duyusal lifler ise; dördüncü parmağın lateral yarısı ve ilk üç parmağın palmar tarafındaki deri ve aynı parmakların dorsal tarafın distal ucundaki deriyi inerve eder (16).

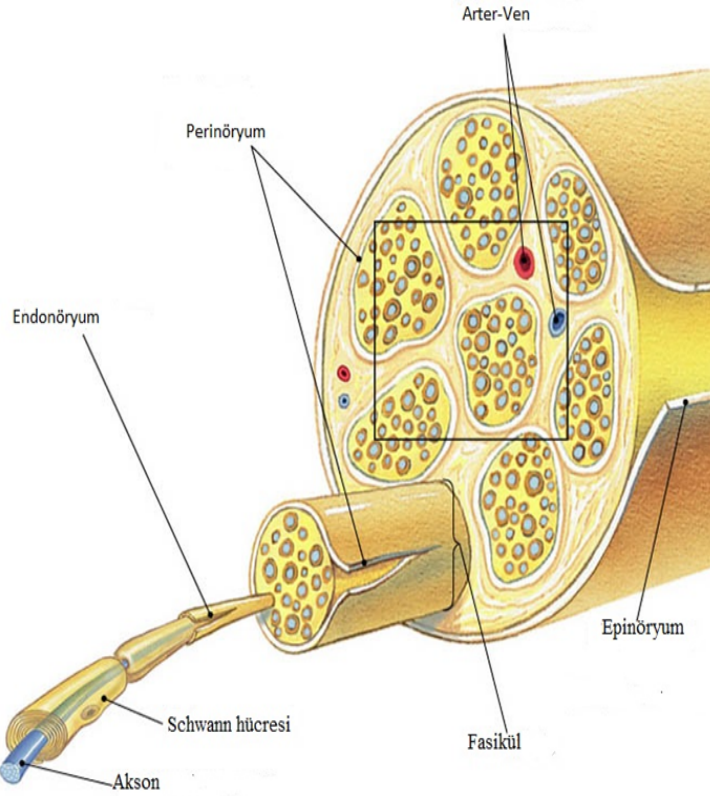
2.3.10 Ulnar Sinir

Ulnar sinir, medial kordun ana terminal dalı olarak oluşmaktadır. Bu sinir kolun ortasına kadar aksiller arterin medialinde aşağı doğru iner. Kolun ortasında triseps kasının medial başlangıcı üzerindeki oluk içinde inişine devam ederek dorsal ve lateral olarak kıvrılır. Buradan humerusun medial epikondilinin arkasına ilerler ve daha sonra ön kolun ulnar bölgesinden elin içine doğru gider. Ön kolda motor dalları; m.fleksör karpi ulnaris ile m.fleksör dijitorum profundus'un ulnar yarısına ve interosseöz kaslara, ilk ikisi haricindeki mm. Lumbrikaleslere gider. Ulnar sinir ön kolda duyusal dallar vermez; fakat el içinde bu sinir, genellikle 5. parmağın ve el ile 4. parmağın medial yarısının dorsal yüzünün derisini inerve eder (16).

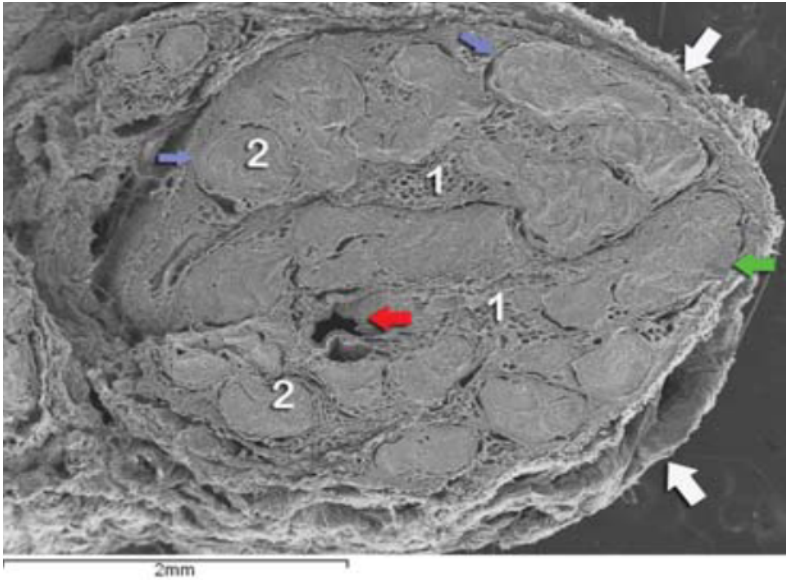
2.3.11 Periferik Sinir Anatomisi

Periferik sinirin en dış katmanı yani epinöryum intervertebral foramen'de sinir kökünün dura'sının devamı olarak gevşek bağ dokudan oluşur. Bu hareketsiz destek doku içinde aksonlar kendilerini çevreleyen bir kılıf olan perinöryum aracılığıyla demetler halinde organize olmuştur. Demetlerin içindeki endonöryum aksonların arasındaki bağ dokuyu temin eder. Perinöryum endonöral çevreyi tıpkı pia-araknoid'in merkezi sinir sistemi için yaptığı gibi kontrol eden metabolik olarak aktif çoklu epitelyum katmanları içermektedir. Endonöral damarların endotelyumu ve perinöryum bir difüzyon bariyeri sağlayarak demetler için "kan-sinir bariyeri" görevini üstlenir (17).

Periferik sinirin mikroskopik ve histolojik yapısı aşağıda gösterilmiştir (Şekil-5, Resim-1) (18)



Şekil-5: Periferik Sinirin Mikroskopik Yapısı



Resim-1: Periferik sinir ve bağ dokularının histolojisi.

Beyaz oklar: Dış epinöriyum (epinöral kılıf), 1= İç epinöriyum, 2= Fasiküller, Mavi oklar: Perinöriyum, Kırmızı ok: Sinir damarlanması, Yeşil ok: Fasiküler demet

Tek bir sinir aksoplazma içine gömülmüş aksondan oluşur. Akson sinir hücre sitoplazmasının uzantısı şeklindedir. Herhangi bir kesintiye uğramaz. Aksoplazma, aksolemma adı verilen bir kılıfın içinde yer alır. Nörolemma, aksolemmadan miyelin kılıf denilen bir lipit tabaka ile ayrılmaktadır. Miyelin kılıf nörolemmal hücrelerden türemektedir. Bazı liflerde miyelin bulunmamaktadır. Miyelin kılıf düzenli aralıklarla kesintiye uğrar. Miyelinin olmadığı bu bölümlere ranvier boğumları adı verilir. Schwann hücreleri miyelin sentezinden sorumlu hücrelerdir. Miyelin kılıfın kalınlığı akson çapı ile doğru orantılıdır. Miyelinli sinirlerde impuls iletimi ranvier boğumları arasında atlamalı olarak devam etmektedir.

Sinir lifleri A, B, C grubu lifler olarak sınıflandırılmaktadır. A lifleri de; A α , A β , A γ ve A δ lifleri olarak sınıflandırılmaktadır. A lifleri miyelinli liflerdir. A α lifleri motor liflerdir. A β lifleri ise dokunma duyusu ve propriyoseptif duyuyu da taşır. A γ lifleri motor (kas tonusu) lifleridir. A δ lifleri dokunma ve ısı duyularından sorumlu liflerdir. B lifleri preganglionik otonomik liflerdir, C lifleri ise ağrı ve ısı duyusunu ileten miyelinsiz liflerdir (17,19).

2.4 Sinir Bloklarında Nörofizyoloji ve Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizması

Sinir impulsu veya aksiyon potansiyeli aksonun membranındaki iyonik kanalların aktivitesindeki değişikliğe bağlı oluşmaktadır. Akson zarı permeabilitesindeki değişiklik miyelinsiz sinirlerde sinir boyunca, miyelinli sinirlerde ise yalnız ranvier boğumlarında içeriye doğru iyon akımı şeklinde olur. Boğumlar arasındaki miyelinli bölüm, akımın ranvier boğumlarından pasif olarak yayılımı ile depolarize olmaktadır.

Elektriksel uyarı, sinir membranının Na⁺’a karşı istirahat halinde düşük olan geçirgenliğinin (-90 Mv’dan) aniden ve ileri derecede artmasını (+30 Mv) ve aksiyon potansiyelinin oluşmasını sağlar. Na⁺ hücre dışı ortamdan hücre içine konsantrasyon gradiyentiyle pasif bir şekilde geçer. Depolarizasyon başlamasından sonra hücre membranının K⁺ ’a olan geçirgenliği artar ve konsantrasyon gradiyentine uyarak K⁺ hücre dışına çıkar. Akson zarının Na⁺’a karşı geçirgenliğinin azalması ve K⁺’a karşı geçirgenliğinin artması membran potansiyelinin istirahat potansiyeli durumuna dönmesine (repolarizasyon) sebep olur (20).

Voltaj kapılı Na^+ kanallarının blokajı lokal anestezik etkisinin primer özelliğidir (21). Lokal anesteziklerin Na^+ kanalları içindeki özel bir reseptöre bağlandıkları düşünülmektedir (22,23). Buna bağlı olarak sinir lifleri ve diğer uyarılabilir hücrelerde;

- Aksiyon potansiyelinin yükseliş hızını yani depolarizasyon hızını düşürürler,
- Aksiyon potansiyelinin amplitüdünü azaltırlar veya tamamen ortadan kaldırırlar,
- SSS'de eksitasyon eşliğini azaltırlar,
- İmpuls iletim hızını yavaşlatırlar ve iletimi tam bloke ederler.

2.5 Lokal Anestezik İlaçlar

2.5.1 Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizmaları

Sinir hücrelerinde istirahat membran potansiyelleri iyonların pasif difüzyonu ve aktif transportu ile sağlanır. Sodyum-potasyum pompası üç sodyum iyonunu hücre dışına taşıırken iki potasyum iyonunu hücre içine almaktadır. Bu durum hücre içinde negatif yüklü iyonların birikmesine ve -70 mV'luk negatif istirahat potansiyeline neden olur.

Kimyasal, mekanik veya elektriksel uyarılarla impuls sinir aksonu boyunca iletilir. İletim sinir membranında depolarizasyon ile olur. Depolarizasyon -55 mV olan eşik değerini aşarsa sodyum kanalları açılarak sodyum iyonlarının spontan ve hızlı olarak hücre içine girmesine izin verir. Sodyum iyonlarının hızlı şekilde içeri girmesiyle membran potansiyeli +35 mV'a yükselir. Uyarı geçtikten sonra sodyum geçirgenliğinin azalması ve potasyum geçirgenliğinin artması ile membran potansiyeli istirahat düzeyine döner. Akson membran potansiyelindeki bu değişiklikler aksiyon potansiyeli olarak adlandırılır.

Sodyum kanalları, içinden sodyum iyonlarının geçtiği geniş bir α alt ünite ve bir yada iki β alt ünitelerden oluşan membrana bağlı proteinlerdir. Voltaj kapılı sodyum kanalları dinlenme, aktif (açık) ve inaktif olmak üzere üç durumda bulunur. Lokal anestezikler α alt üniteye bağlanarak sodyum kanallarını inaktive eder ve depolarizasyona engel olurlar. Böylece istirahat membran potansiyeli değişmez ancak lokal anesteziklerin artan konsantrasyonları ile birlikte uyarı iletimi yavaşlar. Eşik düzeye erişemeyen aksiyon potansiyeli yayılamaz.

Lokal anesteziklerin aktive ya da inaktive durumundaki kanala, dinlenme durumundakinden daha fazla afiniteleri vardır. Sonuç olarak lokal anesteziklerin etkisi voltaj ve zaman bağımlıdır, etkileri sinir liflerindeki ileti hızlandıkça artar.

Lokal anestezikler kalsiyum kanalları , potasyum kanalları ve N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörlerini de değişik derecelerde bloke edebilir. Bu özelliklerindeki farklılıklar ajanlar arasındaki klinik farklardan sorumlu olabilir.

Tüm sinir lifleri lokal anesteziklerden eşit olarak etkilenmez. Blokaja hassasiyet akson çapı, miyelinizasyonun derecesi ve çeşitli anatomik ve fizyolojik faktörlere bağlı olarak değişir (24, 25).

2.5.2 Lokal Anesteziklerin Yapı-Aktivite İlişkileri

Lokal anesteziklerin klinik kullanımda etki gücü, etkinin başlama süresi, etki süresi, motor ve duysal liflerin rölatif blokajı gibi özellikleri önemlidir. Bu klinik özellikler lipid çözünürlükleri, proteine bağlanma oranları ve pKa değerleri gibi biyokimyasal özelliklerine bağlıdır.

Lokal anesteziklerin etki gücü lipid çözünürlükleri ve hidrofobik ortama penetrasyon gücü ile ilgilidir. Lokal anestezik etki ince liflerde kalınlardan, miyelinsiz liflerde miyelinlilerden daha çabuk görülür. B lifleri miyelinli, otonomik, pregangliyonik liflerdir ve ilk önce bu lifler bloke olur. Daha sonra daha küçük ve miyelinsiz C lifleri etkilenir. Etki gücü lokal anesteziğin lipofilitesi ile ilgilidir. Lipofilitesi fazla olan lokal anestezik lipidden zengin membranları (perinörium, epinörium, endonörium) daha rahat geçeceğinden oluşan duysal ve motor bloğun kalitesi yüksek olur.

Lokal anestezik molekülü lipofilik bir grupta (genellikle bir benzen halkası) genellikle tersiyer amin yapısındaki hidrofobik gruptan oluşur. Bu iki grup birbirine ester veya amid içeren bir ara zincirle bağlanır. Ara zincirin yapısı lokal anestezik maddenin ester veya amid olarak sınıflandırılmasının temelini oluşturur. Bu ayırım sadece lokal anesteziklerin biyokimyasal yapısı ile ilgili görünse de bu ilaçların metabolizmaları, alerjik özellikleri biyokimyasal yapılarındaki bu farka göre belirlenir (26-27).

2.5.3 Ester Grubu Lokal Anestezikler

Ester grubu benzoik asit veya aminobenzoik asit türevleridir. Ester bağı genellikle stabil olmadığından bu ajanlar solüsyon içinde hidroliz ile vücutta ise psödokolinesterazla

hızla hidrolize olurlar. Bu gruba ait lokal anestezi preparatlar hızla tüketilmeli ve sterilizasyondan kaçınılmalıdır. Ester grubu ilaçların metabolizmasıyla ortaya çıkan para-aminobenzoik asit (PABA) alerjik reaksiyonlara neden olabilir. Ayrıca ester bağının kısa etki süresi toksisitesinin azalmasına olanak sağlamaktadır. Bu grup içinde kokain, benzokain, prokain, tetrakain, klorprokain sayılabilir (28).

2.5.4 Amid Grubu Lokal Anestezikler

Amid bağı ester bağına göre daha stabil olup sterilizasyon ve pH değişikliklerinden etkilenmemektedir. Amid grubu lokal anestezikler karaciğerde mikrozomal enzimler tarafından yıkılır. Klinikte kullanılan başlıca amid grubu lokal anestezik ajanlar; lidokain, prilokain, bupivakain, levobupivakain ve ropivakaindir.

Bütün lokal anestezikler zayıf bazdır. Ayrıca lokal anestezikler solüsyon halinde iken (+) yüklü katyon ve yüksüz serbest baz şeklinde erir. Bu iki form dinamik bir denge oluştururlar. İyonik ve noniyonik formların oranları çeşitli faktörlere göre oluşmaktadır. Bu faktörlerin en önemlisi lokal anestezik ajanın pKa değeridir. Lokal anestezik ajanın pKa değeri, baz ile katyonik formun eşit olduğu hidrojen iyonu konsantrasyonudur. Etki başlangıcı noniyonize yağda çözünür formun konsantrasyonuna bağlıdır. Sadece yağda çözünür form nöral kılıfı ve sinir zarını geçebilmektedir. Katyonik (iyonize) form ise farmakolojik olarak aktif kısımdır, sodyum kanallarındaki reseptörlere bağlanır. Lokal anestezik maddenin pKa değeri fizyolojik pH'ya yakınsa sinir hücresi membranını geçebilen noniyonize baz formu daha yüksek konsantrasyondadır ve bu nedenle etkisi daha hızlı başlar. Hücre içine girdikten sonra noniyonize ve iyonize formlar dengeye ulaşır (40). İzole sinir lifi preparatlarında, lokal anestezik maddenin etkisinin başlama süresi pKa değerleri ile doğrudan ilişkilidir.

Lokal anesteziklerin etki süresi lipid çözünürlüğü ve proteine bağlanma yüzdesi ile ilişkilidir. Yüksek lipid çözünürlüğü olan lokal anesteziklerin etki süreleri, muhtemelen kan akımı tarafından daha az temizlenmeleri nedeniyle daha uzundur. Yüksek lipid çözünürlüğü olan lokal anestezikler daha çok α -1 asit glikoprotein ve daha az oranda albumin olmak üzere yüksek oranda plazma proteinlerine bağlanır. Sonuç olarak etki süresi uzar. Proteine bağlanma yüzdesi yüksek olan lokal anesteziklerin toksisite riski daha azdır (27-28).

2.5.5 Lokal Anesteziklerin Farmakokinetiği

2.5.5.1 Absorbsiyon

Lokal anestezikler müköz membranlara, cilt ve cilt altına uygulanır veya dokulara enjekte edilir. Müköz membranların çoğunun (oküler konjunktiva, trakea mukozası gibi) zayıf bir bariyer olması hızlı bir etki başlama süresine yol açar. Diğer yandan, sağlam deriden geçebilmeleri için yüksek bir su çözünürlüğü, analjezi oluşturabilmeleri için ise yüksek lipid çözünürlüğü olan bir lokal anestezik bazın varlığı gereklidir.

Enjekte edilen lokal anesteziklerin sistemik emilimi kan akımı ile orantılıdır. Kan akımı da şu faktörlerden etkilenir:

1. Enjeksiyon yeri: Sistemik emilimin hızı enjeksiyonun yapıldığı bölgenin damarlanması ile orantılıdır: İntravenöz > trakeal > interkostal > kaudal > paraservikal > epidural > brakial plexus > siyatik > subkutan

2. Vazokonstriktör kullanımı: Adrenalin eklenmesi vazokonstriksiyon yaparak absorpsiyonu yavaşlatır, emilimin azalması ile nöronlara geçiş artar, etki süresi uzar, toksik etkiler azalır (27, 29).

2.5.5.2 Dağılım

Aşağıdaki faktörlerden etkilenir:

1. Doku perfüzyonu: Kanlanması fazla olan organlar (beyin, akciğer, böbrek ve kalp) ilk dönemdeki hızlı alımdan (α fazı) sorumludur. Bunu daha az kanlanan dokulara (kaslar ve barsaklar) daha yavaş dağılım (β fazı) izler. Özellikle akciğerde önemli miktarda lokal anestezik tutulur.

2. Doku/kan dağılım katsayısı: Plazma proteinlerine kuvvetli olarak bağlanan lokal anestezikler kanda daha uzun süre kalır. Yağda erime oranları yüksek olanlar dokulara daha kolay geçer.

3. Doku kitlesi: Geniş yer tutan kas dokusu lokal anestezikler için önemli bir rezervuardır (30).

2.5.5.3 Metabolizma ve Atılım

Lokal anesteziklerin metabolizma ve atımları yapılarına göre değişir.

1. Ester grubu lokal anestezikler: Psödokolinesteraz ile metabolize edilir. Suda çözünür metabolitleri idrar ile atılır. Genetik olarak anormal psödokolinesteraz enzimine

sahip olan hastalarda metabolizma daha yavaş olduğu için toksik yan etki olasılığı daha fazladır. Beyin omurilik sıvısında esterase olmadığından intratekal verilen ester lokal anestetikler ancak kana geçerek metabolize olabilir. Diğer esterlerden farklı olarak kokainin bir kısmı karaciğerde metabolize olurken bir kısmı da değişmeden idrarla atılır.

2.Amid grubu lokal anestetikler: Karaciğerde mikrozomal enzimler tarafından metabolize edilir. Metabolize olma hızına göre lokal anestetikler şöyle sıralanır: prilokain > lidokain > bupivakain. Karaciğer fonksiyonlarının sirozda olduğu gibi bozulması veya konjestif kalp yetmezliğinde olduğu gibi yavaşlaması lokal anestetiklerin metabolizmasını yavaşlatır ve toksik yan etkileri artırır. Metabolitlerin atılımı renal klirense bağlıdır.

Prilokain metabolitleri (o-toluidin deriveleri) 10 mg/kg'dan yüksek dozların kullanılması ile birikir ve hemoglobin methemoglobine dönüşmeye başlar. Lokal anestetik spreylerde kullanılan benzokain de methemoglobinemiyeye neden olabilir (30).

2.5.6 Lokal Anestetiklerin Yan Etkileri

Lokal anestetikler doğru yerde uygun dozda kullanıldığında son derece seyrek yan etkileri gözlenen ilaçlardır. Kaza ile intravasküler veya intratekal enjeksiyon yapılması veya aşırı doz ilaç uygulanması ile lokal veya sistemik toksik reaksiyonlar ortaya çıkabilir. Bazı lokal anestetikler ile spesifik toksik reaksiyonlar da görülebilir. Örnek olarak ester grubu lokal anestetiklerde görülen alerjik reaksiyonlar veya prilokainle ortaya çıkan methemoglobinemiyeye verilebilir.

Lokal anestetiklere bağlı toksik reaksiyonlar 4 ana gruba ayrılabilir: sistemik toksisite, allerji, lokal toksisite, methemoglobinemiyeye (28, 29).

2.5.6.1 Lokal Anestetiklerin Sistemik Toksisitesi

Sistemik toksisite en sık kaza ile yapılan intravasküler enjeksiyondan kaynaklanır. Özellikle santral sinir sistemi ve kardiyovasküler sistemde yan etkiler görülür. Ayrıca sistemik toksisite yüksek dozaj veya damardan zengin alanlarda hızlı absorpsiyona bağlı olarak da gelişebilir. Dolaşımda lokal anestetik konsantrasyonu uyarılabilir hücrelerde membran stabilizasyonu yapacak kadar yükseldiğinde, santral sinir sistemi (SSS), kalp ve solunum merkezleri konsantrasyona bağlı olarak etkilenirler. Bu etkilenme; plazma lokal anestetik konsantrasyonunun artış hızına, lokal anestetik ajanın proteine bağlanmasına (serbest ilaç konsantrasyonuna) ve SSS depresanları ile birlikte kullanımına bağlıdır.

Analjezik dozda ilaç konsantrasyonu ile depolarizasyon özellikleri olan kalp, beyin ve kas gibi dokularda aktiviteyi durdurabilecek miktara ulaşabilmektedir. Aslında bu etki lokal anesteziğin farmakolojik etkisidir. Uzun etkili lokal anesteziğin daha etkin oldukları için kısa etkili olanlara göre daha toksiktirler. Genel olarak lokal anesteziğin yan etkilerine, merkezi sinir sistemi kardiyovasküler sisteme oranla daha duyarlıdır.

Santral sinir sisteminde öncelikle kortikal inhibitör sinapslarda inhibisyon sonra eksitator nöronlarda inhibisyon görülür. Santral sinir sistemi toksisitesinin erken belirtileri kulak çınlaması, ağız çevresinde uyuşma, dilde metalik tat ve uyuşma, sersemlik, yorgunluk, halüsinasyonlar, konuşma bozuklukları, nistagmus ve titremedir. Ardından kas seyirmeleri, son olarak da tonik-klonik jeneralize konvülsiyonlar görülür. Bu belirtileri takiben konvülsiyonlar durur, solunum ve dolaşım merkezlerini de içeren jeneralize bir depresyon meydana gelir. Önceden santral sinir sistemini deprese eden ilaç kullanımı varlığında, eksitator faz görülmeden depresif faz görülebilir.

Lokal anesteziğin etkinliği ve dolayısı ile yağda erirliği yüksek olanlar daha az etkin lokal anesteziğe göre daha düşük konsantrasyonlarda nöbet oluşturabilir. Bupivakainin toksik yan etkileri prokain oranla daha düşük konsantrasyonlarda gözlenir. Ayrıca solunumsal veya metabolik asidoz varlığında SSS toksisite riski artar. Çünkü parsiyel arteriyel CO₂ basıncı artışı ile serebral kan akımı artar ve beyne daha fazla lokal anestezi geçer. Ayrıca asidoz durumunda lokal anesteziğin plazma proteinlerine bağlanması da azalır.

Kardiyovasküler sistemde yüksek spinal anestezi veya epidural anesteziye bağlı olarak otonom yolların inhibisyonu ile veya kalp ve ileti sisteminde doğrudan depresif etkiyle kardiyovasküler yan etkiler görülebilir. Lokal anestezi ilaçları etkilerini sodyum kanallarını bloke ederek gösterdikleri için toksik etkilerini de özellikle kalp üzerinde gösterirler. Toksik dozlarda önce PR uzaması, QRS genişlemesi ve sinüs bradikardisi hatta kardiyak arreste kadar gidebilen aritmiler görülür. Lokal anesteziğin etkinliği arttıkça SSS etkilerinde olduğu gibi kardiyovasküler sistem (KVS) etkilerinde de artış görülür. Bupivakainle malign ventriküler fibrilasyon görülebilir. KVS lokal anesteziğin olası yan etkilerine SSS'den daha dirençlidir (28, 29).

2.5.6.2 Alerji

Para-aminobenzoik asit (PABA) derivativesi olan prokain ve tetrakain gibi ester tipi lokal anesteziğin daha fazla allerji görülür. Bazı lokal anesteziğin koruyucu olarak PABA türevi

olan metilparaben içerebilir. Bu durumda lokal anesteziyle ilgisi olmasa da alerji gelişebilir. Oluşan reaksiyon, cilt reaksiyonundan anafilaksiye kadar değişebilmektedir (28,29).

2.5.6.3 Lokal Doku Toksisitesi

Lokal doku toksisitesi son derece nadir görülür. Nöronlara doğrudan ilaç enjeksiyonundan kaçınmak için periferik sinir bloklarında sinir stimülatörü kullanımında 0.2 mA'da stimülasyona cevap alınmıyorsa ilaç enjekte edilmemelidir (28, 29).

2.5.6.4 Methemoglobinemi

Prilokainin o-toluidine metabolize olması ile methemoglobinemi görülür. Oluşan methemoglobinemi intravenöz yolla 1-2 mg/kg % 1'lik metilen mavisi veya 1-2 mg/kg askorbik asit verilmesiyle tedavi edilebilir. Metilen mavisi Fe⁺³ olan methemoglobini Fe⁺² olan hemoglobine indirger (27).

2.5.7 Lokal Anestezik İlaçlar

2.5.7.1 Prokain

Genellikle infiltrasyon anestezisi için kullanılır. Plazmada psödokolinesterazlarca hidrolize edilir. Geri kalanı karaciğerde esterezelemlerle parçalanır. Topikal etkisi bulunmamaktadır.

2.5.7.2 Tetrakain

Bir prokain türevidir. Güç ve toksisitesi prokainden fazladır. Prokainden farklı olarak topikal etkisi bulunur. Günümüzde daha çok kulak burun boğaz ameliyatlarında topikal anestezide kullanılır.

2.5.7.3 Lidokain

Lidokain amid tipi lokal anestezik ajanların prototipi olup orta etkili bir lokal anesteziktir. Spinal ve epidural anestezi ile infiltrasyon anestezisinde kullanılabilir ama spinal anestezide kullanıldığında, uygulama sonrası 'geçici nörolojik semptom' olarak tanımlanan nörolojik bulgular ve ağrının görülme sıklığı bupivakain, prilokain gibi diğer lokal anestezikler kullanılarak yapılan spinal anesteziden daha fazladır. Lidokain, cilt ve mukozalarda topikal olarak da kullanılabilir. Ayrıca kardiyak aritmilerin giderilmesinde kullanılır. Lidokainin solüsyonu stabildir ve suda erir. Prokainden 2-3 kat daha güçlü olan

lidokain, prilokaine göre 2 kat daha toksiktir. Prokainden daha fazla, bupivakainden ise daha az lipofiliktir.

Lidokainin % 64'ü proteine bağlıdır ve plazma yarı ömrü erişkin için 1.6 saat, yenidoğan için ise 3 saattir. Sudaki solüsyonu pH 6-7'de stabildir ve tekrarlanan sterilizasyonlara dayanıklıdır. Perinöral veya infiltrasyon şeklinde uygulandığında 1-1.5 saat, mukozaya uygulandığında 30-45 dk süreyle anestezi sağlayabilir.

Lidokain karaciğerde mikrozomal enzimlerce ksilidin ve monoetilamino asetikaside dönüştürülür. İdrarla değişmeden atılan miktarı % 10'dur ve lokal iritasyon etkisi yoktur. Bu lokal anesteziğe bağlı allerjik reaksiyonlar oldukça seyrek görülür. Bazen sistemik toksisite yaratmadan sersemlik, yorgunluk ve amnezi gibi bulgulara neden olabilmektedir (28).

2.5.7.4 Prilokain

Prilokainin kimyasal yapısı lidokain ve mepivakaine benzer. Prilokainin ticari formu hidroklorür tuzu şeklinde ve stabildir, % 55 proteine bağlı olarak bulunur. Ayrıca plazmada 7.4 pH'da, % 24'ü noniyonize formda bulunur. Prilokain, lidokaine göre daha hızlı metabolize olur ve atılır, distribüsyon volümü de fazladır. Bu nedenle prilokainin toksisitesi lidokaine göre % 40-50 daha azdır. Prilokain toluidine metabolize olur. Metabolitleri hemoglobini metabolize ederek methemoglobinemiye neden olabilir. Bu olası yan etkidten dolayı prilokain 10 mg/kg'dan daha yüksek dozlarda kullanılmamalıdır. Methemoglobin kalp ve akciğer rahatsızlığı olanlarda oksijen transportunu bozabilir, tedavide metilen mavisi ve askorbik asit kullanılır. Prilokain, infiltrasyon için % 0,5-1, perinöral uygulama için % 1-2, peridural blok için ise % 2-3 konsantrasyonlardada kullanılır (28).

2.5.7.5 Bupivakain

Bupivakain uzun etkili amid grubu bir lokal anesteziktir. Yavaş sinir bloğu yapmasına karşın mükemmel duyuusal anestezi sağlaması nedeniyle bu gruptaki diğer lokal anestezik ajanlardan daha fazla tercih edilmiştir. Direkt kardiyovasküler depresif etkiye sahiptir, özellikle intravenöz uygulama miyokard depresyonu ve arteriyoler dilatasyon oluşturarak hipotansiyon ve kardiyak outputta düşmeye neden olur. Plasentayı az geçtiği için bupivakain obstetrik anesteziye tercih edilir. Bupivakain obstetrik anesteziye yalnız % 0.25 ve % 0.50 konsantrasyonlarda kullanılır. İntravenöz rejyonal anesteziye kullanılmamalıdır.

Bupivakainin etki süresi oldukça uzun olduğu için, uzun süreli bir postoperatif analjezi oluşturarak erken postoperatif devrede büyük dozda opioid gereksinimini azaltır. Bu nedenle lokal infiltrasyonlar, alan blokları ve periferik sinir bloklarında en çok tercih edilen ajandır.

İlacın konsantrasyonlarındaki bu modifikasyonlar, motor ve duysal blokta farklılık yani diferansiyel blok oluşturur. Düşük konsantrasyonlarda duysal blok sağlanırken yüksek konsantrasyonlarda motor blok belirginleşir (44). Bupivakain amid türevi lokal anesteziklerden olduğu için karaciğerde metabolize olur ve % 1'i kadar bir miktarı böbrekten değişmeden atılır (28).

2.5.7.6 Ropivakain

Ropivakain tüm rejyonel blok girişimlerinde kullanılabilen bupivakainden türetilen amid grubu yeni bir lokal anesteziktir. Etki başlangıcı ve etki süresi bupivakaine benzer (biraz daha kısadır). Ropivakainin lipid çözünürlüğü bupivakainden daha düşüktür, bu nedenle kalın motor liflerin tutulumu gecikir. Bu özelliği nedeni ile düşük dozlarda iyi bir diferansiyel blok oluşturur. Ropivakain, bupivakainden farklı olarak hafif bir vazokonstriktör etki ve daha az kardiyovasküler depresif etkiye sahiptir. Ayrıca ropivakainin proteine bağlanma kapasitesi bupivakainden daha düşüktür (28,31,32).

2.5.7.7 Levobupivakain

Levobupivakain amid grubu lokal anesteziklerdendir ve bupivakainin S enantiyomeridir. Levobupivakainin tamamına yakını metabolize olur, idrar ve dışkı ile atılır. Etki süresi doza bağlı olarak değişen levobupivakain uzun etkili bir lokal anesteziktir. Etkisi 15 dakikada başlar, bupivakainden daha uzun sürer. Klinik uygulamada belirgin EKG değişiklikleri, kardiyak ve merkezi sinir sistemi yan etkileri gözlenmez. Klinik kullanım sırasında en sık gözlenen yan etki hipotansiyondur (24, 33,34).

2.5.8 Sistemik Lokal Anestezik Toksisitesi Tedavisi

- Hava yolu kontrolü sağlanmalı.
- Konvülsiyon varsa benzodiazepin, düşük doz propofol, tiopental uygulanır. Dirençliyse lipid infüzyonu başlanmalıdır.
- Ventriküler aritmi varsa amiodarone uygulanır.
- Kardiyak arrest varsa hemen KPR uygulaması başlatılır.

Lipid tedavisi ;

- ✓ Hava yolu kontrolünden sonra uygulanır.
- ✓ 1.5 ml/kg %20 lipid bolus olarak yapılır.
- ✓ 0.25 ml/kg/dk lipid infüzyonu en az 10 dk. başlanır (Kardiak stabilite sonrası).
- ✓ Kardiak stabilite yoksa 1.5 ml/kg %20 lipid bolus tekrarlanır, ardından 0.5 ml/kg/dk lipid infüzyonu başlanır.

İntravenöz Lipidin etki mekanizmaları ;

- i. Plazma lipid fazını uzatarak serbest ilaç seviyesini düşürür.
- ii. Yağ asitleri myosit kalsiyum seviyesini artırır. Karnitin asetiltransferaz yağ asitlerinin mitekondri membranından geçişini inhibe eder. İntravenöz lipid ise bupivakainin karnitin asiltransferaz inhibisyonunu engeller (35).

2.6 Pleksus Brakialis Bloğunda Uygulanan Yöntemler

Pleksus brakialis; interskalen, supraklavikular, infraklavikular, aksiller ve terminal sinir uçları gibi farklı yerlerden bloke edilebilir. Bloğun yeri, dağılımı, avantajları ve dezavantajları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (3,10) (Tablo-3).

Tablo-3: Pleksus brakialis blok yöntemlerinin karşılaştırılması

Teknik	Tutulan alan	Avantajları	Dezavantajları
İnterskalen	Omuz,humerus, ön kol, dirsek	Kolay Derin dokuları tutar	Alt dermatomlar(C8- T1) ve C4 tutulmayabilir
Aksiller	El, ön kol	Kolay teknik Düşük komplikasyon riski	Ağır kolla pozisyon vermek zor N. muskulokutaneus tutulmayabilir
Supraklavikular perivas küler	Omuz dışında bütün kol	Çok yaygın dağılım	Pnömotoraks riski, kilolu hastalarda zor
Infraklavikular	Kol, ön kol, bilek, el	Kolay teknik, kateter uygulamaları ile özellikle postop ağrı kontrolü	Pnömotoraks riski,damar hasarı, toksisite riski
RİVA	El, ön kol	Kolay teknik, düşük başarısızlık riski	Tümike ağrısı, toksisite riski, postoperatif analjezi sağlamaz
Periferik sinir bloğu	Sinirin innerve ettiği alan	Kolay teknik, uzun süren etki	Blok alanı sınırlı,çok sayıda enjeksiyon gerekir

2.6.1 Pleksus Brakialis Bloğu Teknikleri

Pleksus brakialis aksiller bölgede nörovasküler bir kılıf içinde yer alır. Kılıfın sınırları içine yapılan enjeksiyonlar bu bölgede anestezi oluşturur. Pleksus brakialis blokajı; transarteriyel, parestezi, sinir stimülasyonu, ultrasonografi, perivasküler infiltrasyon gibi değişik yöntemler kullanılarak uygulanabilmektedir. Aksiller blokta başarı, aksilla anatomisinin kesitsel olarak bilinmesiyle orantılıdır. Özellikle aksiller arter tüm yöntemler için kılavuzluk görevi görür. Median sinir arterin üst kısmında, ulnar sinir aşağısında, radial sinir ise arka tarafında yer alır. N. muskulokutaneus ise korakobrakialis kası içinde seyreder. Yeterli bir anestezi için bu dördü sinir grubuna (median, ulnar, radial, muskulokutaneus) ek olarak kolda turnike kullanılacaksa interkostobrakial ve mediyal brakial kutanöz sinirlerin de bloke edilmesi gerekir.

2.6.1.1 Transarteriyel Teknik

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

2.6.1.2 Parestezi Tekniği

İğne tek, spesifik ya da birden çok parestezi elde etmek için aksiller artere doğru yönlendirilir. Tek ya da birden fazla parestezi sağlanmasına bakılmaksızın genellikle total 30-40 ml lokal anestezi enjekte edilir. Bu teknik yüksek başarı oranlarına sahip olmakla birlikte parestezi araştırılması sırasında nöropraksi gelişme riski mevcuttur. Arter pulsasyonunun zor alındığı, hasta kooperasyonunun iyi olmadığı ve sinir stimülasyonunun kötü olduğu durumlarda tercih edilebilecek bir yöntemdir.

2.6.1.3 Sinir Stimulasyonu Tekniği

Pleksusun inerve ettiği alanda sinir stimulat6r6 yardımı ile sinire uyarı verilir, uyarılmış kontraksiyon elde edilerek sinir bulunmaya çalışılır. N.medianus stimulasyonu sırasında 6n kolun pronasyonu, bileğin palmar fleksiyonu, parmak orta falankslarının fleksiyonu, 2 ve 3. parmakların distal falankslarının fleksiyonu ve baş parmak fleksiyonu g6r6l6r. Ulnar sinir stimulasyonu sırasında bileğin ulnar fleksiyonu, 3, 4 ve 5. parmakların adduksiyonunu sağlar. N.radialis stimulasyonu sırasında; dirseğin ekstansiyonu, bileğin ekstansiyonu, 6n kolun ve elin supinasyonu, parmakların ekstansiyonu g6r6l6r.

N.muskulokutaneus aksillaya girdiği noktada korakobrakialis kası içinden geçer ve bu nedenle aksiller arterle arasında mesafe bulunur. N.muskulokutaneus stimulasyonu ile dirsek fleksiyonu g6r6l6r. N.muskulokutaneus anestezisi arterin posterioruna ve sefaline yapılan enjeksiyonlarla sağlanabilmektedir. Sinir stimulat6r6 iğne ucunun sinire olan yakınlığı hakkında bloğu yapan kişiye objektif bilgiler verir. Periferik sinir stimulat6rleri ile kalın lifler ince liflere oranla daha kolay ve hızlı stim6le edilir. B6ylece kalın A α motor lifleri, stimulasyonları ağrı oluşturan A δ ve C lifleri uyarılmaksızın stim6le olur. Sinir stimulasyonu yalıtımlı ve sadece iğne ucunda akım veren 6zel iğneler ile yapılmaktadır. 0,2-0,6 mA'lık sabit doğru akımlarla oluşturulan kas kontraksiyonları iğne sinire yaklařtıķa artar ve daha az akım gerektirir. Pratikteki uygulama; 1-1,5 mA olan başlangıç değerlerini aşağı değerlere çekip, iğnenin sinir liflerinin kabul edebildiği son akım çıktısı olan 0,2-0,8 mA' e kadar yaklaştırılmasıdır.

Optimal pozisyon 0,5 mA veya daha az akımla oluşur (21). 1-2 ml lokal anestezik enjeksiyonu ile kas kontraksiyonu azalır. Modern yalıtılmış iğnelerin, eski yalıtılmamış iğnelere oranla daha iyi lokalizasyonlar tespit ettiği g6sterilmiştir. Kısa bevel ve teflon ile yalıtılmış iğneler sinir lokalizasyonunu daha iyi tespit eder, travma riskini azaltır. Sinir stimulat6r6n6n katot(-) ucuna teflon ile yalıtılmış iğne bağlanmalıdır. Negatif kablo iğne ucuna bağlandığı zaman daha d6ř6k akım gerekir. Stimulat6r6n anot(+) kısmına bağlanan zemin elektrodu olarak EKG elektrodları kullanılır. 6st ekstremit6 için elektrod genellikle omuza ve ya 6n kola takılır. Tek bir kas kontraksiyonunun olduğu b6lgeye 30-40 ml lokal anestezik enjeksiyonu uygulanması veya genellikle b6l6nm6ř dozlarda (10 ml) her bir sinir b6lgesine ayrı ayrı enjeksiyonlar tercih edilebilmektedir (3,10,36).

2.6.1.4 Ultrasonografi Tekniği

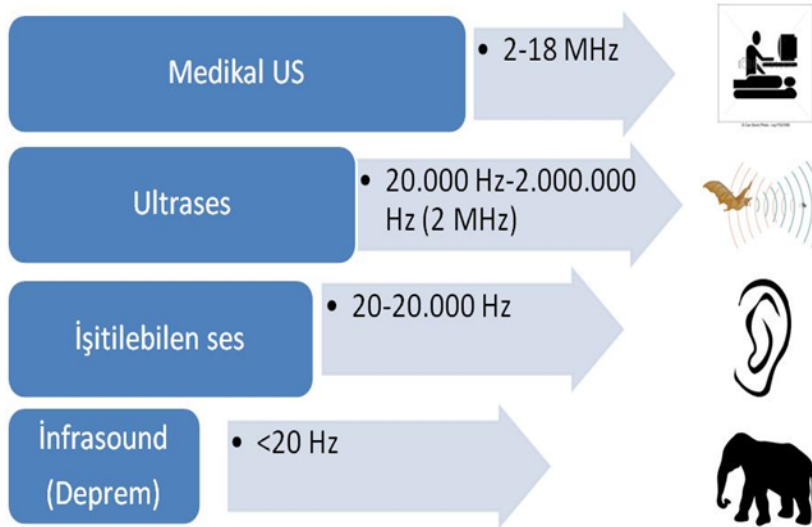
Ultrasonografi (US) eşliğinde sinir bloğu ilk kez La Grange ve arkadaşları tarafından 1978’de rapor edilmiş, Doppler US eşliğinde supraklaviküler brakiyal pleksus bloğu uygulanmış ve başarı % 98 olarak bildirilmiştir. İzleyen dönemde US kullanımı ile ilgili yayınlar enderdir. Son 5 yılda US’nin rejyonal bloklarda kullanımı artmıştır. Ülkemizde 1993 yılında Güzeldemir ve Üstünsöz tarafından aksiller sinire US eşliğinde kateter yerleştirilerek blok uygulanmıştır. Son yıllarda rejyonal anestezide US kullanımının blok başarısını yükselttiği, komplikasyonları azalttığı ve lokal anestezi dozunu düşürdüğüne ait yayınlarda büyük bir artış olmuştur (37,38).

US, günümüzde kardiyak görüntülemeye ve kardiyak output monitörizasyonunda, vasküler girişimlerde, basit tanısal işlemlerde ve aspirasyon uygulamalarında (plevral effüzyon, abseler) rutin olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde US kullanımındaki en önemli kısıtlayıcı etmen kişilerin eğitimidir. Bu nedenle dünya ve Avrupa kongrelerinin çalıştaylarında yoğun olarak US ve sonoanatom eğitimi verilmektedir. Son yıllarda ülkemizde de Rejyonal Anestezi Derneği’nin katkılarıyla rejyonal anestezide US kullanımı ile ilgili konferanslar düzenlenmekte ve eğitim verilmektedir (39,40).

Ultrasonografinin rejyonal anestezide kullanımı son yıllarda artmış durumdadır. Günümüzde artmış çözünürlüklü yüksek frekanslı problar arter, ven, kas, tendon ve sinirler gibi nispeten daha yüzeysel yapıların görüntülenmesine olanak sağlamaktadır. Genellikle 1-5 cm’lik derinlikteki anatomik yapılar kolay görüntülenebilir. Portatif iki boyutlu US klinisyene hastanın sonoanatomisini, yüzeysel anatomik işaret noktalarından bağımsız ve eşzamanlı olarak sunarak, iğnenin doğru bir biçimde ilerletilmesini sağlar. US’ye doppler teknolojisinin eklenmesi yanında, hava yolu sağlanması, santral venöz kateter, arter kateteri yerleştirilmesi gibi girişimlerdeki rolüyle, anestezi ve yoğun bakımda US kullanımı çok fazla yaygınlaşmıştır.

Ultrasonografinin Temel Prensipleri: Ses, cisimlerin titreşimi sonucu meydana gelir. US’da kullanılan enerji yüksek frekanslı sestir. US yöntemi, vücuda yüksek frekanstaki ses dalgaları gönderip, farklı dokulardan yansımalarını (eko) saptama temeline dayanır. Kulağın duyacağı sınırdan daha yüksek frekanslı sese ultrason (ultrases) denir. Medikal US’larda genellikle 2-18 MHz’lik ultrasonografi kullanılır (Şekil-6) (41,42,43,44,45).



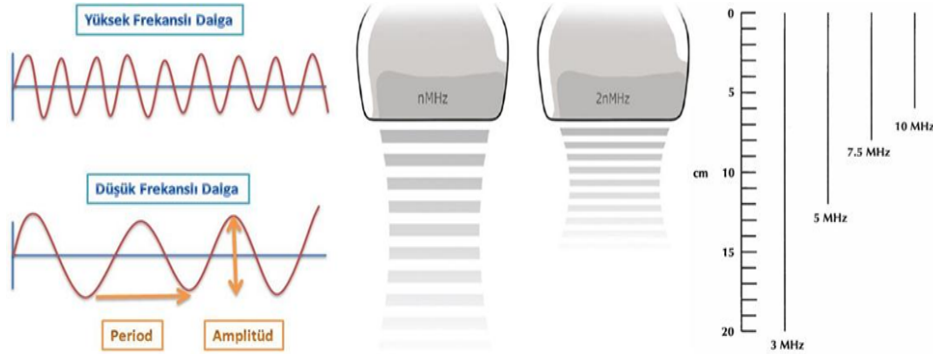
Şekil-6: Ses Dalgası Frekansları

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

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

Frekans: Frekans, birim zaman (saniye) içerisindeki titreşim sayısıdır. Hertz, saniye başına düşen dalga sayısını ifade eder, frekans birimidir (Kilohertz = 1000 Hertz; Megahertz = 1.000.000 Hertz). Frekans, çözümleme gücü ve sesin penetrasyonu ile ilişkilidir (Şekil-7). Frekans arttıkça dalga boyu kısalır. Buna bağlı olarak görüntünün kalitesi de artar. Fakat sesin derinlere inme yeteneği de hızla kaybolur. Bu nedenle yüzeyel yapılar yüksek frekanslı problemlerle incelenirken derin yapılarda frekansı düşük tutmak gerekir. Yüzeyel incelemede lineer şekilli ve yüksek frekanslı transduserler seçilirken, derin yapılar incelenirken konveks şekilli ve daha düşük frekanslı transduserler tercih edilir. Ses dalgaları doku içerisinde ilerlerken farklı akustik empedansa sahip ortamlar arasındaki geçiş yüzeyleri ile karşılaştığında yansır, kırılır ve saçılır. İki ortam arasındaki fark çok fazla olduğunda (hava-

doku gibi) ses tamamen yansır. Bu nedenle uygulamalarda prob ile doku arasına jel sürülerek yansıma azaltılır.



Şekil-7: Frekans ve penetrasyon

Ultrason cihazının yapısı genel olarak 3 kısımdan oluşur;

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

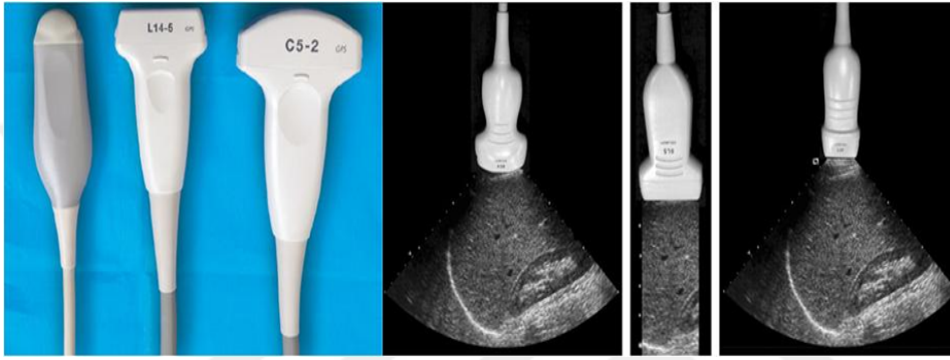
Prob: Piezo elektrik olay ile elde edilen ses dokudan geri yansır ve geri yansıyan sese bağlı kompresyon etkisi oluştuğunda süreç tersine dönerek elektrik akımı üretilir. Hem alıcı hem verici özelliği taşıyan kristal çok sayıda ses “pulse”u göndererek bunların yansımalarını resim elemanlarına(frame)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

Günümüzdeki US cihazları “real time US” (gerçek zamanlı US) özelliğindedir. Frame sayısının saniyede 16 ve üzerinde olması nedeniyle, göz bu resimleri devamlı ve akıcı bir görüntü olarak algılar.

Her prob için anahtar özellik frekans olmakla birlikte kristallerin probda dizilme şekillerine ve ses yayma özelliklerine göre de sınıflandırılırlar. Frekanslarına göre yüksek-orta-düşük frekanslı diye ayrılabilirler. Yüksek frekanslılar(10 MHz üzerinde), cilt yüzeyinden 3 cm’e kadar olan yapılar (interskalen brakial pleksus, yüzeysel sinirler, yüzeysel

damarlar) için idealdirler. Orta frekanslılar (5-10 MHz) 3-6 cm'lik yapılar (İnfraklavikular brakial pleksus, siyatik sinir, derin vasküler yapılar) için kullanılır. Düşük frekanslılar (5 MHz altında) derin yapılar için kullanışlıdır.

Prob üzerindeki kristallerin lineer dizildiği problar lineer prob olarak isimlendirilirken, konveks yerleşenler konveks prob olarak adlandırılır (Şekil-8). Konveks problarda görüntü alanı yüzeyde dardır, derine gittikçe genişler. Böylece engelleyici bir yapı ile karşılaşılma olasılığına karşı giriş kapısı küçültülmüş olur.



Şekil-8: Lineer ve Konveks problar ve görüntülerin oluşum özellikleri

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

Günümüzde periferik sinir blokları anatomik işaret noktalarından yararlanılarak sinir stimulatorü kılavuzluğunda gerçekleştirilmektedir (38,46,47).

2.6.1.4.1 US Rehberliğinde Rejyonel Anestezinin Avantajları

- Hedef sinir veya sinirlerin, kendisini çevreleyen komşu yapılarla (örneğin, arterler, venler, akciğer, diğer sinirler gibi) beraber görüntülenebilmesi ve tanımlanabilmesi (47,48).
- Hastalar arasındaki anatomik farklılıklardan etkilenmemesi (örneğin, vücut yapısı, anatomik değişiklikler).
- İğnenin hedef sinire mesafesinin, açısının ve rotasının saptanabilmesi.
- İğne hedefe yaklaştırılırken eşzamanlı (real-time) olarak görüntülenebilmesi ve iğneye yön verilebilmesi.

- Lokal anestezi verilirken sinirin çevresine dağılımının ve yerleştirilen kateterin görüntülenebilmesi.

- Genel anestezi uygulanan hastalarda işlemin güvenle uygulanabilmesi (örneğin, çocuklar) ve başarısızlık durumunda işlemin tekrarlanılabilmesi.

- Taşınabilirlik ve emniyet (iyonize radyasyondan etkilenilmemesi. İstenmeyen etkilerin seyreltilmesi (örneğin, lokal anesteziğin intranöral enjeksiyonu, intravasküler enjeksiyonu).

- Sinir stimülasyonu sırasında ağırlı kas kontraksiyonlarının azaltılması (örneğin, kırık olgularında).

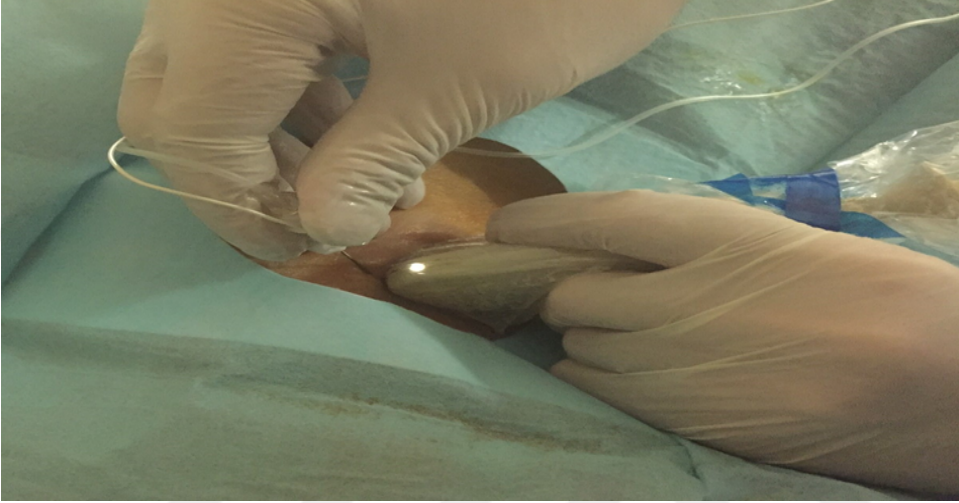
- Verilen toplam lokal anestezi dozunun azaltılması ve buna bağlı olarak oluşabilecek sistemik lokal anestezi toksisitesi insidansında azalma.

- Hızlı etki başlangıç zamanı.

- Blok kalitesinde artma (49,50,51,52,53,54,55,56).

2.6.2 İğne ve Prob Kullanım Yöntemleri

Ultrason rehberliğinde yapılan rejyonal anestezi için yalıtılmış iğne, tuohy iğne, spinal iğne veya enjektör iğnesi kullanılabilir. Pratik uygulamada genelde özel yalıtılmış sinir stimulatörü iğneleri kullanılmaktadır. Kliniğimizde de rejyonal bloklar US rehberliğinde periferik sinir stimulatörü ile yalıtılmış iğneler kullanılarak uygulanır (Resim-2).



Resim-2: Ultrason rehberliğinde periferik sinir bloğunun uygulanması

İdeal iğnenin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- a) İğnenin, özellikle uç kısmının iyi görüntülenebilmesi,
- b) Tüm dokularda uygulanabilmesi,
- c) Tüm açılardan iyi görülebilmesi,
- d) İğnenin dış sınırlarının görüntüsünün kesin olması,
- e) Düşük artefakt oluşturması,
- f) Akustik gölgelenme yapmaması,
- g) İğnenin çevreleyen dokudan çok iyi ayırt edilebilmesi (57,58).

US ile görüntülemelerde prob 3 temel hareket ile kullanılmalıdır:

1.Probun kayan hareketleri; cilt yüzeyinden sinirin uzunlamasına izlenmesi, prob ile sinir kısa aks veya uzun aks boyunca görüntülenebilir.

2.Rotasyon hareketi; hedefteki sinir veya blok iğnesinin uzun aksının bulunmasında, algılayıcının (probun) saat yönünde ve tersindeki hareketlerinden yararlanılır.

3.Açılama hareketleri; prob ile siniri en iyi geliş açısı (90°) ile bulmamızı sağlayan probun cilt ile yaptığı açıyı değiştirerek yapılan harekettir.

Rejyonal anestezide görüntüleme yapılırken US dalgasıyla elde edilen görüntü ya iğnenin kesitsel olarak görüldüğü kısa aks görünümü ya da iğnenin longitudinal olarak görüldüğü uzun aks görünümü şeklinde olur. Her iki görünümün de kendine özgü avantajları vardır, fakat genellikle iğne uygulanan yöntemlerde iğneyi ciltten geçirirken sinirin görüntü içerisinde tutulması daha kolay olduğundan dolayı uzun aks tercih edilmektedir (59).

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

En önemli görüntüleme artefaktları şunlardır:

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

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

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

Brakiyal pleksus bloğunda bilgisayarlı tomografi (CT), floroskopi gibi görüntüleme yöntemleri denenmektedir. Blok başarısının yüksek olduğu bildirilmektedir (50,51,57,60,61).

2.7 Brakiyal Pleksus Blokları

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

2.7.1 İnterskalen Blok

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

Anatomik işaret noktaları:

- 1-Klavikula
- 2-Sternokleidomastoid kasın klavikuler başın posterioru
- 3-Eksternal jugulerven
- 4-Krikoid kıkırdak

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

Blok için iğne cilde dik gelecek şekilde girilir sinir stimülatörü 0,6-0,8 mA/2 Hz akıma ayarlanır. Asla sefale doğru yönlendirilmeden kaudale doğru anterior veya posterior düzlemde ilerletilmelidir. Brakiyal pleksus yüzeyel olduğundan iğne yavaşça ilerletilmelidir. Ciltten yaklaşık 2 cm ileride brakiyal pleksus yanıtı olan pektoral kas, deltoid kas, triceps,

biceps, ön kolda kas kontraksiyonları alınmalıdır.Yanıt alındıktan sonra stimülatör 0,4 mA ayarlanır ve hala yanıt alınıyorsa negatif aspirasyonla 30-40 ml lokal anestezi enjeksiyonu yapılır (62).



Resim-3: Sinir stimülasyonu tekniği ile interskalen blok

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



Resim-4: Ultrasonografi tekniği ile interskalen blok

Komplikasyonlar:

1-Hematom: İntravasküler girişim sonrası oluşur.

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

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

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

5-Horner sendromu: Stellat gangliyon bloke edilmesine bağlıdır. İpsilateral pitozis, miyozis ve nazal konjesyon görülür.

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

7-Ses kısıklığı: Rekürren larengeal sinirin bloke edilmesine bağlı olarak meydana gelir (63).

2.7.2 Supraklavikular Blok

Omuz hariç tüm üst ekstremitte cerrahisinde uygulanır. Blok distal trunkuslar ve divizyonlar seviyesinden uygulandığı için kolun üst dış kısmının duyusunu alan T2 dermatomu hariç anestezi sağlar. Kolay uygulanabilirliği ve yüksek başarı ihtimalinden dolayı “üst ekstremitenin spinal anestezisi” denilmektedir.

Anatomik işaret noktaları:

1-Klavikula

2-Sternokleidomastoid kasın lateral başı

Sternokleidomastoid kasın klavikulaya yapıştığı yer, 1.kostanın klavikulayı çaprazladığı ve dolayısıyla plevranın kubbesinin geçtiği yerdir. Bu blok esnasında sık görülen pnömotoraks riskini azaltmak için, işaretlenen noktanın 2 cm laterale ve 2 cm sefale giderek iğne giriş noktasını işaretlenir. İğne anteroposterior düzlemde cilde dik olarak hafif kaudale doğru ilerletilir. Yaklaşık 1 cm derinlikte üst trunkus cevabı olan omuz kas kontraksiyonları alınınca iğne orta hatta paralel olarak kaudale doğru yönlendirilir. Alt

trunkus yanıtı olan parmaklarda kontraksiyon alınınca lokal anestezi uygulanır. Alt trunkusa enjeksiyon yapmak bloğun başarısını artırır (Resim-5) (65)



Resim-5: Sinir stimülasyonu tekniği ile supraklavikular blok (70)

Ultrasonla blok için hasta yarı oturur pozisyonda baş blok yapılacak tarafın karşısına çevrili vaziyette hastadan blok yapılacak taraftaki kolunu dizine uzatması söylenerek supraklavikular çentikten subklaviyan arter ve etrafındaki brakiyal pleksus görüntülenince lokal anestezi verilir (Resim-6) (64).



Resim-6: Ultrasonografi tekniği ile supraklavikular blok

Komplikasyonlar:

- 1- Hematom
- 2- Sistemik lokal anestezi toksisitesi
- 3- Sinir hasarı
- 4- Total spinal blok: nadir
- 5- Horner sendromu
- 6- Diyafram paralizi
- 7- Ses kısıklığı
- 8- Pnömotoraks (63)

2.7.3 İnfraklavikular Blok

Kolun proksimalinin mediali ve omuz hariç tüm üst ekstremité cerrahisinde anestezi sağlar. Kordlar seviyesinde blok uygulanır.

Anatomik işaret noktaları:

- 1-Korokoid çıkıntı

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

Blok için korokoid çıkıntı palpe edilir, bu noktanın 2 cm mediali ve 2 cm kaudali olan nokta işaretlenir. İğne bu noktadan cilde dik olarak girilir. Önce pektoral kasların kontraksiyonları gözlenir. İğne daha derine inildiğinde biceps kasının inervasyonlarını sağlayan muskulokutanöz kas sinir uyarısı olur. İdeal infraklavikular blok için parmaklarda ekstansiyon yanıt gözlenmelidir. Stimülatörde 0,5 mA akım ile kontraksiyonların alındığı noktadan lokal anestezi uygulaması yapılmalıdır (66,67).



Resim-7: Sinir stimülasyonu tekniği ile infraklavikular blok

Ultrasonla blok için hastanın başı blok yapılacak tarafın karşısına kol abduksiyonda el bileği fleksiyonda olarak pozisyon verilir. Prob korokoid çentiğın yanına konur ve subklavian arter görüntülenir. Blok için arterin 8 hizasına posterior korda lokal aneztezık uygulaması yapılır (Resim-8).



Resim-8: Ultrasonografi tekniği ile infraklavikular blok

Komplikasyonlar:

1-Hematom

2-Sistemik lokal anestezi toksisitesi:

3-Sinir hasarı

4-Pnomotoraks (63)

2.7.4 Aksiller Blok

Aslında brakiyal pleksus bloğu değil terminal dallarının bloğudur. El, el bileği ve dirsek cerrahisinde kullanılabilir.

Anatomik işaret noktaları:

1-Aksiller arter

2-Korokobrakial kas

3-Pektoralis majör kası

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



Resim-9: Sinir stimülasyonu tekniği ile aksiller blok

Muskulokutanöz sinir; lateral kordun terminal dalıdır. Korokobrakial kası delerek biceps ile brakial kasların arasında geçer ve kubital fossada ön kolun lateral kutanöz siniri olarak devam eder. Ulnar sinir; medial kordun uç dalıdır. Aksiller arter ile beraber seyreder kolun ortasında arterden ayrılır ve medial epikondilin arkasında ön kola girer. Median sinir; lateral ve medial korddan köken alır. Radial sinir; posterior kordun terminal dalıdır (68).

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

Ulnar sinir için iğne biraz daha derine yönlendirilir ve el bileğinde ulnar deviasyon görüldüğünde lokal anestezi uygulaması yapılır. Muskulokutanöz sinir, brakial pleksusu proksimalden terk ettiği için her zaman bloke olmayabilir ve ayrıca blok yapılması gerekebilir. Bunun için aksiller arter palpe edildikten sonra iğne korokobrakial kasa doğru dik olacak bir şekilde yönlendirilir ve lokal kas kontraksiyonlarından sonra biceps kasında güçlü kasılma yanıtı elde edilince lokal anestezi verilir (69)

Ultrasonla blok için kol 90 derece abduksiyona getirilir. Çok fazla abduksiyon yapılması brakial pleksusu gerebilir. Prob pektoral kasın humerusa yapıştığı yerin altına biceps ve triceps kaslarının arasında hareket ettirilir. Aksiller arter vizüalize edildikten sonra çevresinde ulnar median ve radial sinir bloke edilir. Muskulokutanöz sinir biceps ve korokobrakial kas arasında iğsi biçimde görülür ve bunun ayrıca bloke edilmesi gerekmektedir (Resim-10,11) (64).



Resim-10: Ultrasonografi tekniği ile aksiller blok



Resim-11: Ultrasonografi tekniği ile yapılan aksiller bloğun US görüntüsü

Komplikasyonlar:

1-Hematom

2-Sistemik lokal anestezik toksisitesi:

3-Sinir hasarı (63)

2.8 Perfüzyon İndeksi (PI) Ölçümü

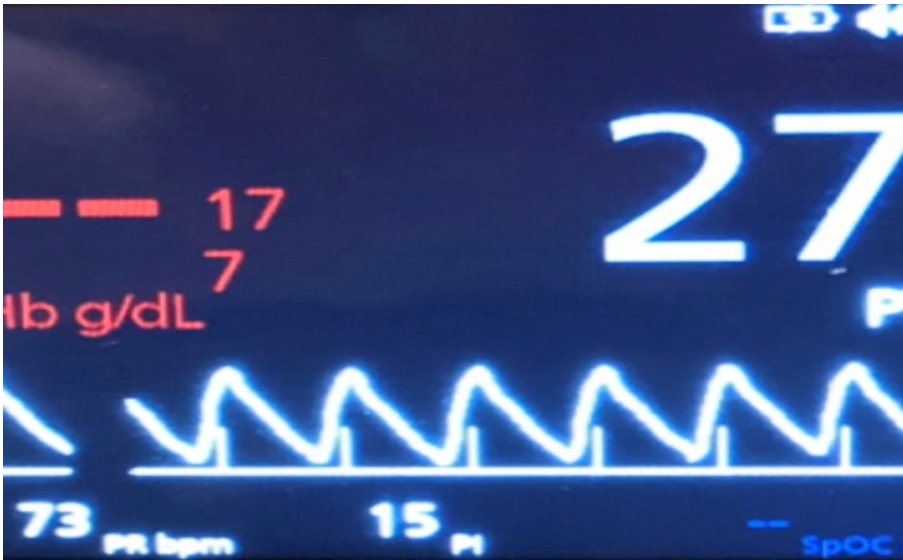
Masimo puls oksimetre tarafından ölçülen periferik dokulardaki pulsatil arteriyel akımının (AC) nonpulsatil (statik) kan akımına (DC) oranı ($AC/DC \times 100$) şeklinde hesaplanır. 0.02 den 20 ye kadar değerler verir. Normal ortalama değeri 1.4 tür. Pİ sayesinde bu şekilde non invaziv ve sürekli olarak pulse oksimetre aracılı periferal perfüzyonu takip edilebilmektedir (Resim-12,13,14) (71,72).



Resim-12: Pulse oksimetre



Resim-13: Masimo cihazı



Resim-14: Perfüzyon indeksi ölçümü

Periferal vazomotor tonus hakkında da bilgi verir. Buna göre Pİ değeri düştükçe yüksek periferal tonus varken, yükseldikçe düşük vazomotor tonus vardır. Bu da bize genel veya spinal-epidural anestezinin başarısını (Pİ'deki artış ile) ve bunların sonucu oluşabilecek hipotansiyon için erken dönemde öngörü şansı tanır. Bunu açıklamak gerekirse yüksek Pİ olanların vazomotor tonusları az ve bunun sonucu olarak spinal blok sonrası hipotansiyon gelişme riskleri fazladır. Yapılan çalışmalarda bu eşik değerin 3.5 olduğu ortaya konmuştur (duyarlılık %81 – özgüllük %86) (73). Yine başka şekilde düşünersek genel anestezi için anestezi ilaç indüksiyonu yapıldıktan sonra periferal perfüzyonda artış görülür ve bu da bize genel anestezinin başarısı hakkında bilgi verir (74,75).

Aynı şekilde bu spinal, epidural, periferik sinir bloklarının başarılı olup olmadığı konusunda da bize yol gösterir (76,77). Ayrıca santral hipovolemi durumunda bize bilgi verip daha kardiyak dekompresyon başlamadan erken dönemde santral hipovolemiyi tanımamızı sağlar.

Perfüzyon indeksi yatan hastalarda hastalığın ciddiyetini belirlemek için de kullanılabilir. Yenidoğanlarda hastalık ciddiyetini belirlemek için noninvaziv ve kolay uygulanabilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir (78,79).

Ağrılı hastalarda ağrının varlığını göstermede nonvaziv bir gösterge olarak işlev görmektedir. Perfüzyon indeks pulseoksimetre probunun yerleştirileceği bölgeyi seçmede bize yardımcı olur. Yüksek perfüzyon indeksi (Pİ) değerleri o bölgede perfüzyonun iyi olduğunu göstererek probun yerleştirilmesi açısından bu bölgenin uygunluğuna dikkat çeker. Bu özellikleri ile perfüzyon indeksi (Pİ) ; anestezi uygulaması sırasında ve sonrasında hasta takibinde son derece değerli bilgiler vermekte ve böylece bu durumlara erken müdahale imkanı tanımaktadır. Anestezi altında (genel-spinal-epidural anestezi, periferik sinir bloğu) cerrahi müdahale alan hastaların gerek takibinde gerekse anestezinin başarısını değerlendirmede, yoğun bakım ünitelerinde (yetişkin, pediatrik, yenidoğan) hasta takibinde, çocuk, yenidoğan hasta takiplerinde, ağrı merkezlerinde klinik olarak kullanılan perfüzyon indeksi (Pİ) ; implante edilen organların kan dolaşım fonksiyonlarının değerlendirilmesi, travma hastalarında volüm durumunun değerlendirilmesi, kardiyopulmoner bypass sonrası periferal perfüzyonun tekrar sağlanması durumlarında gelecekte aktif şekilde kullanılması yönünde çalışmalar mevcuttur (71,80,81).

3. MATERYAL VE METOD

Etik kurul onayı ve hastaların onamı alındıktan sonra Adıyaman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde el, ön kol, kol cerrahisi geçirmiş olan ASA (American Society of Anesthesiologists) I-II grubuna giren 18-65 yaş arası 33 hasta çalışmaya alındı. Hastaların 20'si erkek , 13'ü ise kadındı. Yapılacak operasyona uygun olarak 25 hastaya aksiller, 8 hastaya ise infraklavikular tipte brakiyal pleksus bloğu uygulandı. Çalışmaya dahil olmak istemeyen hastalar, blok uygulanmasını kabul etmeyen hastalar, brakiyal pleksus bloğunun kontrendike olduğu hastalar, kooperasyon kurulamayanlar, böbrek yetmezliği olanlar, karaciğer yetmezliği olanlar, gebe ve emzirenler ile ASA III-IV-V grubu hastalar çalışma dışı olarak kabul edildi. Anestezik işlemler aynı anestezi uzmanı tarafından gerçekleştirildi.

Operasyondan 8 saat öncesinden itibaren; tüm hastaların oral alımları kesildi, iv sıvı başlandı. Hastalara operasyon sabahı sedasyon uygulanmadı. İşlemden önce her hastaya standart monitörizasyon (elektrokardiyografi, oksijen saturasyonu, noninvaziv ortalama arter basıncı) yapıldı. Uygulama öncesi ve sırasında sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB) , kalp atım hızı (KAH) ve oksijen saturasyonu (SpO2) kayıt edildi. Perfüzyon indeksi (PI) probu hastaların hem blok yapılacak üst ekstremitenin parmak ucuna hem de blok uygulanmayacak olan ekstremitenin parmak ucuna takılarak perfüzyon indeksi (PI) değerleri kayıt edildi.

Ultrason ve nörostimulatör ile brakiyal pleksus dalları kontrol edilerek aksiller veya infraklavikular blok uygulandı. Operasyon odasına alındıktan sonra tüm olgulara elektrokardiyografi (EKG), noninvaziv ortalama arter basıncı (NIAB) ve periferik oksijen saturasyonu(SPO2) monitörizasyonu yapıldı. Blok uygulanacak her hastaya sedasyon amaçlı 1mg dormicum ve blok işlemi ağrısından korumak amaçlı 0.5mcg/kg dozunda fentanil yapıldı. Blok uygulanacak bölgeye gerekli sterilizasyon işlemleri yapıldıktan ve blok sahası steril olarak örtüldükten sonra 1 cc %2 lidokain ile lokal anestezi yapıldı. Daha sonra Siemens marka ultrason cihazı yardımı ve nörostimulatör (StimuplexDig®, B-Braun, Germany) kullanılarak 22G 50 mm elektrik kaçağına

karşı izole edilmiş iğne ile brakiyal pleksusun terminal dalları (mediyan, ulnar, radyal ve muskulokutaneus) motor yanıtı 0,2-0,8 mA'lık elektriksel uyarı verilerek değerlendirildi. Parmakların ya da el bileğinin ekstansiyonu radyal sinir için, ikinci ve üçüncü parmakların fleksiyonu median sinir için, dört ve beşinci parmakların fleksiyonu ya da yumruğun addüksiyonu ulnar sinir için yeterli cevap olarak değerlendirildi. Brakiyal pleksusun bu terminal dallarından en az üçü tespit edildikten sonra ultrason probuna dik olarak iğne ile ayrı ayrı lokal anestezi enjeksiyonu yapıldı.

Blok için; ayrı ayrı 20ml %0,5 bupivakain ve 10ml lidokain hazırlandı. Tüm hastalara toplamda 30ml (20ml bupivakain+10ml lidokain) lokal anestezi kullanıldı. Verilen elektriksel uyarıya (0,2-0,8 mA) cevaben yeterli kas kasılması gözlemlendikten ve aspirasyon testini takiben her sinir etrafına hazırlanan solüsyondan eşit hacimde enjekte edildi.

Blok uygulaması tamamlandıktan sonra duyu ve motor blok 20 dk. içinde 5, 10 ve 20. dakikalarda değerlendirildi. Ayrıca 5, 10 ve 20. dakikalarda hastanın periferik oksijen saturasyonu (SpO₂), kalp atım hızı (KAH), noninvaziv arter basıncı (NİAB) ve her iki ekstremiteden ölçülen perfüzyon indeksleri (PI) kayıt altına alındı. Blok oturma süresi 20 dakika olarak kabul edildi. 20. dakikada hastanın duyu bloğu seviyesi "Pin-prick" testi , motor blok derecesi "Bromage" skalası ile değerlendirildi. Sonra hastaların cerrahi işlemine izin verildi.

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

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

3.1 Verilerin İstatistiksel Analizi

Veriler SPSS Windows 25.0 versiyonunda analiz edildi. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov Simirnov Testi ile kontrol edildi. Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama,

standart sapma ve frekans değerleri kullanıldı. Sayısal nonparametrik verilerin karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, niceliksel verilerin kıyaslanmasında Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Tekrarlayan klinik ölçümlerin analizi Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi kullanılarak araştırıldı. Gruplar içerisinde Wilks' Lambda test istatistiği sonucunun önemli bulunması halinde farka neden olan durumları tespit etmek amacıyla Bonferroni Düzeltmeli çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. İkili zaman karşılaştırmasında paired sample test kullanıldı. Aksi belirtilmedikçe $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



4. BULGULAR

Hastaların yaş, cinsiyet, BMI gibi demografik verilerine ait istatistikler Tablo-4’de verilmiştir.

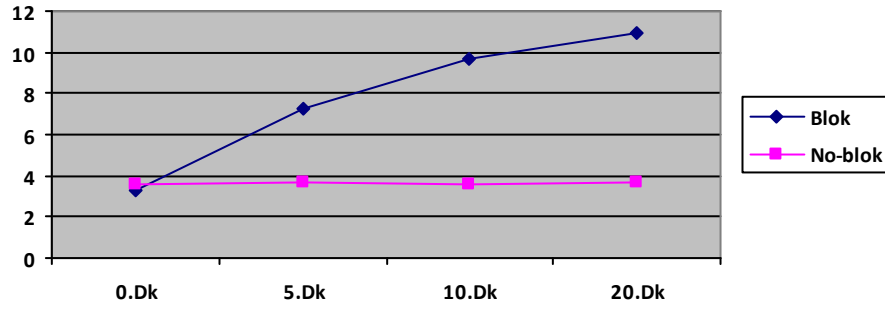
Tablo-4: Hastaların demografik verileri

	Ortalama $\pm$ SS/n(%)	Min-Maks
Yaş	38,0 $\pm$ 12,9	16-59
Cinsiyet		
Erkek	20 (%60,6)	
Kadın	13 (%39,4)	
Kilo	75,2 $\pm$ 13,8	44-105
Boy	169,6 $\pm$ 8,2	155-183
BMI	26,3 $\pm$ 5,4	15,2-43,7

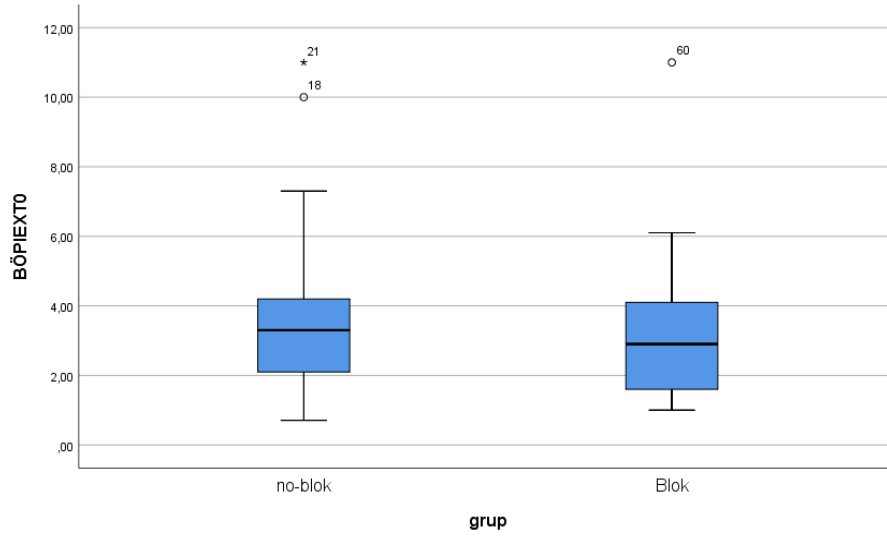
Blok öncesi her iki kolda ölçülen perfüzyon indeksleri arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Blok sonrası, blok uygulanan kolda 5,10 ve 20. dakikalardaki perfüzyon indeksi, blok uygulanmayan kola kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek saptandı ($p<0,05$) (Tablo-5, Grafik-1,2,3,4,5).

Tablo-5: Blok uygulanan ve uygulanmayan kollar arasındaki perfüzyon indeksi farkları

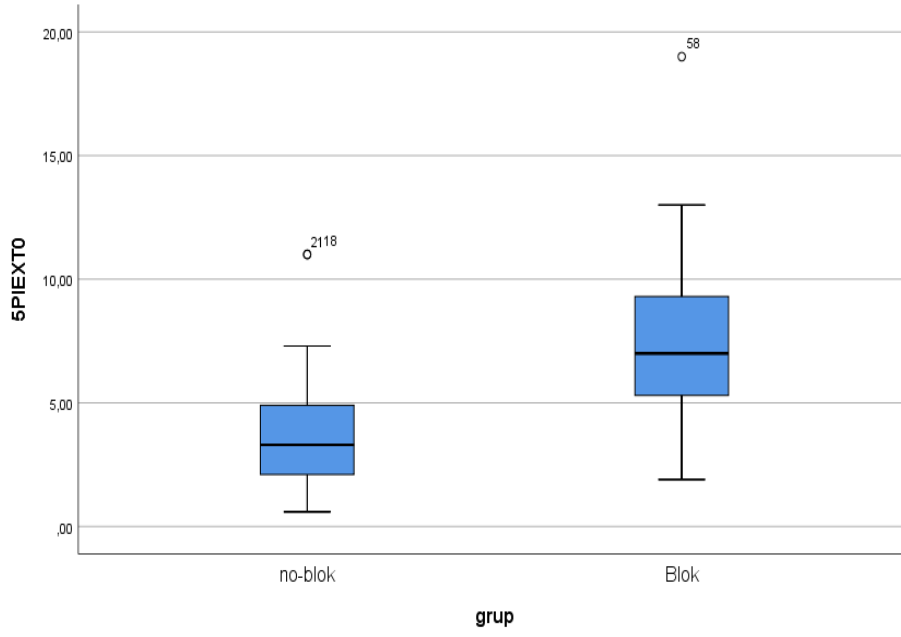
	Perfüzyon indeksi		
	No-blok	Blok	<i>p</i>
Blok öncesi	3,7 $\pm$ 2,4	3,3 $\pm$ 2,1	0,608
5	3,7 $\pm$ 2,7	7,3 $\pm$ 3,6	<0,001
10	3,6 $\pm$ 2,6	9,7 $\pm$ 3,4	<0,001
20	3,6 $\pm$ 2,7	10,9 $\pm$ 3,0	<0,001



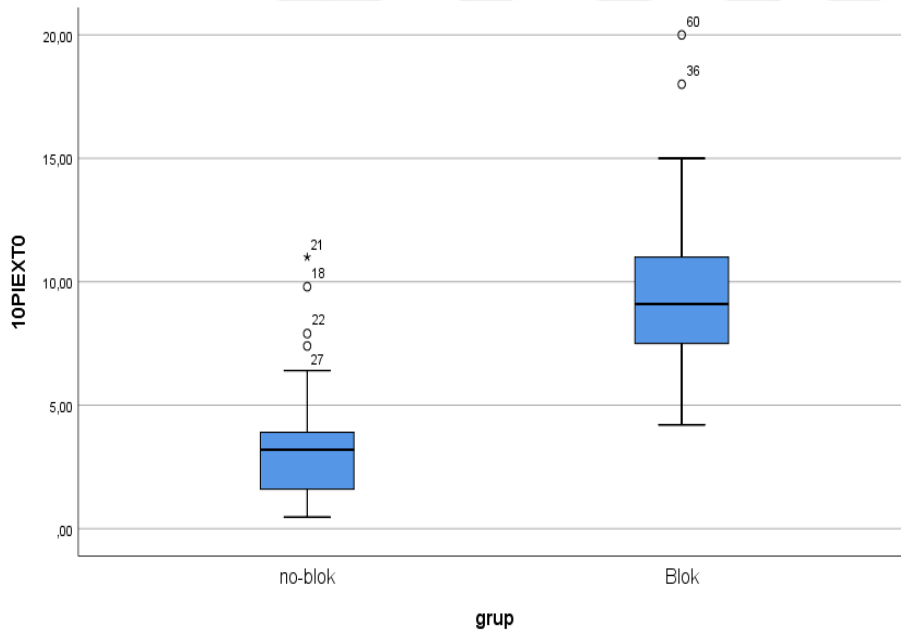
Grafik-1: Zaman içinde ölçülen perfüzyon indekslerindeki değişiminin karşılaştırması



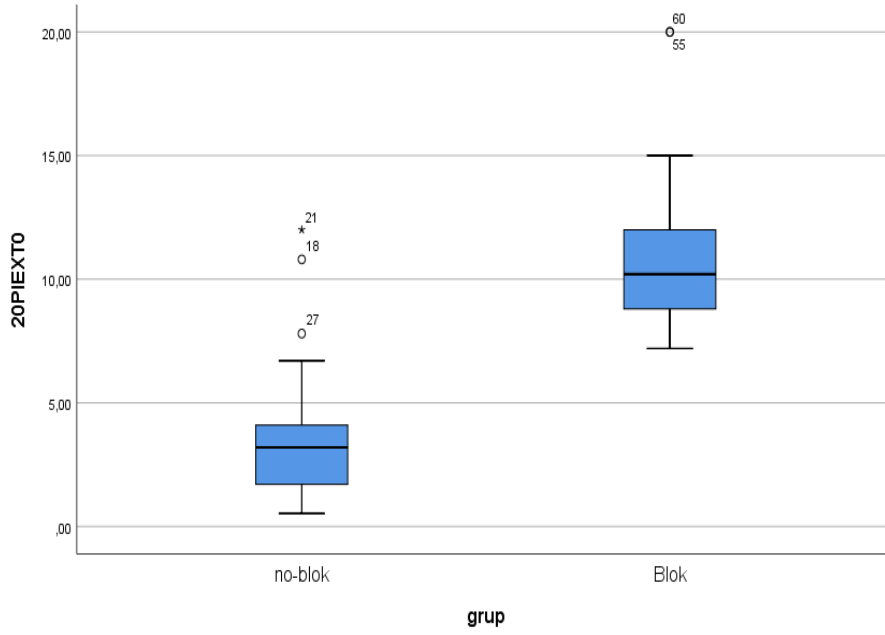
Grafik-2: Blok öncesi her iki kolda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırması



Grafik-3: Blok sonrası 5. dk her iki kolda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırması



Grafik-4: Blok sonrası 10. dk her iki kolda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırması



Grafik-5: Blok sonrası 20. dk her iki kolda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırması

Blok uygulanan kol grubunda; 5.dk perfüzyon indeksi ölçümleri, blok öncesi ölçümlere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek ($p<0,05$). 10 dk perfüzyon indeksi ölçümleri, 5.dk ölçümlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek ($p<0,05$). 20. dk perfüzyon indeksi ölçümleri, 10.dk ölçümlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek ($p<0,05$) (Tablo-6).

Tablo-6: Blok uygulanan koldaki perfüzyon indekslerinin zaman içinde karşılaştırması

	Mean $\pm$ SS	p
BÖPIEXT1	3,3 $\pm$ 2,1	<0,001
5PIEXT1	7,3 $\pm$ 3,6	
5PIEXT1	7,3 $\pm$ 3,6	<0,001
10PIEXT1	9,7 $\pm$ 3,4	
10PIEXT1	9,7 $\pm$ 3,4	<0,001
20PIEXT1	10,9 $\pm$ 3,0	

Paired-sample t test

Blok uygulanmayan kol grubunda; 5.dk perfüzyon indeksi ölçümleri ve blok öncesi perfüzyon indeksi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yok ($p>0,05$). 10 dk perfüzyon indeksi ölçümleri ve 5. Dk perfüzyon indeksi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yok ($p>0,05$). 20. dk perfüzyon indeksi ölçümleri ve 5. Dk perfüzyon indeksi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yok ($p>0,05$) (Tablo-7).

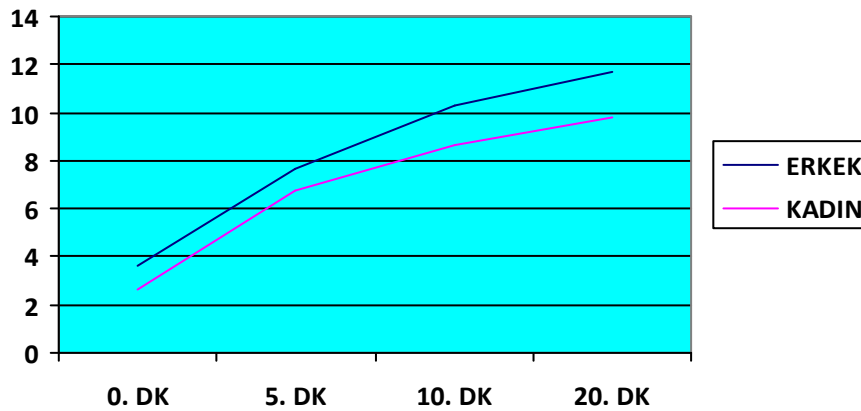
Tablo-7: Blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indekslerinin zaman içinde karşılaştırması

	Mean $\pm$ SS	<i>p</i>
BÖPIEXT0	3,7 $\pm$ 2,4	0,457
5PIEXT0	3,7 $\pm$ 2,7	
5PIEXT0	3,7 $\pm$ 2,7	0,364
10PIEXT0	3,6 $\pm$ 2,6	
10PIEXT0	3,6 $\pm$ 2,6	0,251
20PIEXT0	3,6 $\pm$ 2,7	

Paired-sample t test

Blok uygulanan ve blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indeksleri (PI) ölçümlerinde; erkekler ve kadınlar arasında anlamlı bir fark saptanmadı (Grafik-6,7). Blokajlı kol için; tüm zaman dilimlerinde kadınlardaki perfüzyon indeksi ölçümleri daha düşük olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$) (Tablo-8,9).

PIEXT1



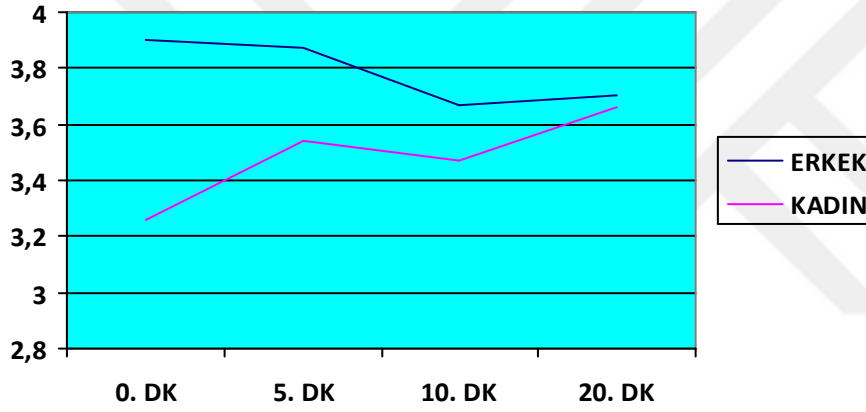
Grafik-6: Blok uygulanan kolda; erkek ve kadınların perfüzyon indeksi ölçümleri

Tablo-8: Blok uygulanan koldaki perfüzyon indeksinin cinsiyet ile karşılaştırılması

	Erkek (n:20)	Kadın (n:13)	<i>p</i>
BÖPIEXT1	3,7±2,4	2,7±1,7	0,298
5PIEXT1	7,7±3,0	6,8±4,3	0,478
10PIEXT1	10,3±3,6	8,7±3,0	0,957
20PIEXT1	11,7±3,4	9,7±1,7	0,957

Mann-Whitney U

PIEXT0



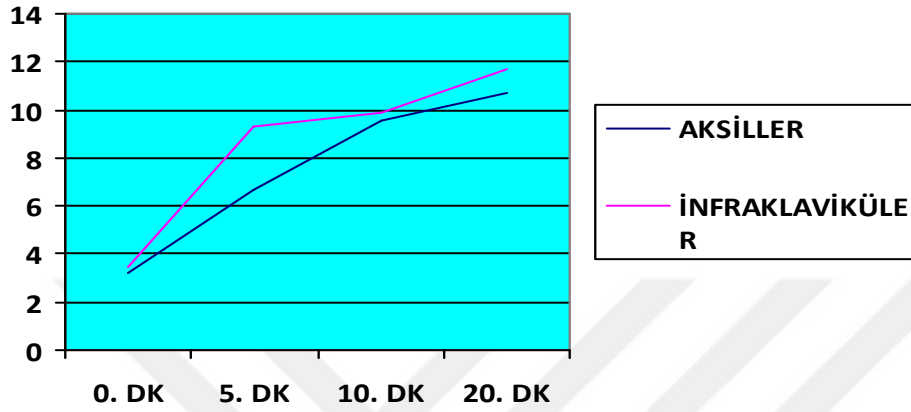
Grafik-7: Blok uygulanmayan kolda; erkek ve kadınların perfüzyon indeksi ölçümleri

Tablo-9: Blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indeksinin cinsiyet ile karşılaştırılması

	Erkek (n:20)	Kadın (n:13)	<i>p</i>
BÖPIEXT0	3,9±2,3	3,3±2,7	0,110
5PIEXT0	3,9±2,5	3,6±3	0,181
10PIEXT0	3,7±2,5	3,5±2,7	0,181
20PIEXT0	3,7±2,6	3,7±3,0	0,074

Mann-Whitney U

Uygulanan blok tiplerinin karşılaştırılmasında; perfüzyon indeksi ölçümlerinde, yapılan bloklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi (Grafik-8). Blok uygulanan kol için; tüm zaman dilimlerinde axiller tip blokta perfüzyon indeksi daha düşük olsa da, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$) (Tablo-10).



Grafik-8: Blok tipine göre perfüzyon indeksi ölçümlerinin karşılaştırılması

Tablo-10: Blok uygulanan koldaki perfüzyon indeksinin blok tipi ile karşılaştırılması

	Aksiller (n:25)	İnfraklaviküler (n:8)	<i>p</i>
BÖPIEXT1	3,2±2,1	3,5±2,0	0,550
5PIEXT1	6,7±2,7	9,3±5,3	0,150
10PIEXT1	9,6±3,6	10,0±3,0	0,352
20PIEXT1	10,7±2,7	11,7±3,7	0,374

Mann-Whitney U

Blok uygulanan koldaki perfüzyon indeksi ölçümleri için; grubunda yaş ve BMI'nin 0, 5, 10 ve 20. dakikalarda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$) (Tablo-11).

Tablo-11: Blok uygulanan koldaki perfüzyon indeksinin yaş ve BMI ile karşılaştırılması

Spearman's rho	Yaş		BMI	
	r	p	r	p
BÖPIEXT1	0,182	0,311	0,140	0,437
5PIEXT1	-0,087	0,629	0,005	0,978
10PIEXT1	-0,230	0,197	-0,136	0,449
20PIEXT1	-0,202	0,259	-0,240	0,179

Blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indeksi ölçümleri için; grubunda yaş ve BMI'nin 0, 5, 10 ve 20. dakikalarda ölçülen perfüzyon indekslerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$) (Tablo-12).

Tablo-12: Blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indeksinin yaş ve BMI ile karşılaştırılması

Spearman's rho		Yaş		BMI	
		r	p	r	p
	BÖPIEXT0	0,182	0,311	0,140	0,437
	5PIEXT0	-0,087	0,629	0,005	0,978
	10PIEXT0	-0,230	0,197	-0,136	0,449
	20PIEXT0	-0,202	0,259	-0,240	0,179

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda perfüzyon indeksi (PI) ölçümünün üst ekstremité bloklarının yeterliliğini değerlendirmek için güvenilir, hızlı ve objektif bir yöntem olup olmadığını araştırdık.

Başarılı periferik sinir blokajı; sempatik liflerin bloke olmasına bağılı olarak lokal vazodilatasyon, artmış lokal kan akımı , cilt sıcaklığında bir miktar artma ve ekstremitéde duyu kaybı şeklinde görülür. Cerrahi operasyona başlayabilmek için blokajın yeterliliğinin bu parametreler eşliğinde değerlendirilmesi gereklidir. Ancak yoğun ve soğuk bir ameliyathane ortamında, ameliyat öncesi veya sırasında blok yeterliliğini teyit etmek için bu klinik bulguların değerlendirilmesi hem zaman alıcıdır hem de objektif değildir (2). Bloğun başarısının değerlendirilmesi için hasta kooperasyonu gerektirmeyen, hızlı değerlendirme sağlayan, noninvaziv , kolay ve objektif bir yöntem olarak parmak ucundan perfüzyon indeksi (PI) ölçülmesinin yeterliliğini araştırdık.

Literatürde blokaj sonrası bloğun başarısının perfüzyon indeksi (PI) ölçülerek değerlendirilmesine yönelik çok az sayıda çalışma olmasına rağmen, hemen hemen bütün çalışmaların sonuçları birbirleriyle paralellik göstermektedir. Bereket MM. ve arkadaşlarının (82) yapmış olduğu perfüzyon indeksinin (PI) ve ultrasonla ölçülen bölgesel hemodinamik değişikliklerin infraklaviküler bloğun erken başarısını değerlendirmede güvenilir parametreler olup olmadığını belirlemeyi amaçladıkları çalışmada; başarılı infraklaviküler blok uygulanan 40 (ASA I-III) hasta değerlendirilmiş. Bazal hemodinamik ölçümlere ek olarak, perfüzyon indeksi (PI) ve brakiyal arter çapı (BAD), brakiyal arter alanı (BAA), kan akımı (BF), end diyastolik hız (EDV), Direnç İndeksi (RI) gibi bölgesel hemodinamik parametreler, pik sistolik hız (PSV) ve zaman ortalama hız (TAV) ölçülmüş. Blok işlemi tamamlandıktan sonra, tüm değerler 10, 20 ve 30. dakikalarda yeniden kaydedilmiş. İlk 10 dakika boyunca başarılı bloğu olan hastalar A grubuna, 10. dakikadan sonra başarılı bloğu olan hastalar B grubuna atanmış. Sonuç olarak tüm bölgesel hemodinamik değişkenler ve perfüzyon indeksi (PI) için 10 dakika sonra istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendiği saptanmış. Lee JY ve arkadaşlarının (83) yapmış olduğu lumbosakral radiküler ağrıda transforaminal blokta perfüzyon indeksi değişimi ve analjezik etkinlik ilişkisini değerlendirdikleri çalışmada lumbosakral radiküler ağrı nedeniyle transforaminal blok alan 100 hastanın verilerini retrospektif olarak incelemişler. İşlemden önce ve bloktan 5, 15 ve 30 dakika sonra perfüzyon indeksini (PI) değerlendirdikleri çalışma sonucunda başarılı olan grupta bloktan 5 dakika

sonra belirgin şekilde daha yüksek bir perfüzyon indeksi değişim oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kus A ve arkadaşlarının (84) yapmış olduğu brakiyal plexus bloğunun etkisini saptamada perfüzyon indeksinin (PI) kullanışlılığı çalışmada periferik perfüzyonun bir ölçüsü olan perfüzyon indeksinin (PI), infraklaviküler blokajın yeterliliğinin değerlendirilmesinde güvenilir ve objektif bir yöntem olup olmadığını araştırmışlar. PI'de ortalama PI ve ortalama yüzde değişim başlangıçtan itibaren, bloğun uygulanmasından 10, 20 ve 30 dakika sonra hesaplanmış. PI 30 dakikalık gözlem süresi boyunca sürekli yükselmiş. PI'deki en büyük değişiklikler, blok uygulamasından 30 dakika sonra meydana geldiği, ancak PI'deki önemli değişikliklerin uygulamadan 10 dakika sonra meydana geldiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak perfüzyon indeksi, infraklaviküler blok başarısının bir göstergesi olarak saptanmıştır.

Biz de çalışmamızda brakiyal plexus bloğu yaptığımız 33 hastada blok uygulanan ve blok uygulanmayan her iki ekstremitede blok öncesi 0. dakika ve blok sonrası 5, 10 ve 20. dakikalarda perfüzyon indeksi (PI) ölçümü yaptık. Ayrıca blokaj uyguladığımız kolu, blok sonrası 5, 10 ve 20. dakikalarda duyu bloğu seviyesini "Pin-prick" testi ve motor blok derecesini "Bromage" skalası ile değerlendirdik. Blok yaptığımız 33 hastanın 32 sinde yapılan bloğumuz başarılı oldu ve blokaj uygulanan ekstremitede perfüzyon indeksi (PI) ölçümleri 20 dakikalık gözlem süresi boyunca sürekli artış gösterdi. Blok uygulanan kol grubunda; 5.dk perfüzyon indeksi ölçümleri blok öncesi ölçümlere kıyasla anlamlı olarak yüksek, 10. dk perfüzyon indeksi ölçümleri 5.dk ölçümlerine kıyasla anlamlı olarak yüksek, 20. dk perfüzyon indeksi ölçümleri 10.dk ölçümlerine kıyasla anlamlı olarak yüksek hesaplandı. Yaptığımız bloğun başarısız olduğu 1 hastada ise ölçülen perfüzyon indekslerinde (PI) istatistiksel olarak anlamlı bir yükselme görülmedi ve LMA (laringeal maske) takılarak operasyona alındı. Blok uygulanmayan kol grubunda; 5. dk, 10. dk ve 20. dk perfüzyon indeksi ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi.

Yapılan çalışmalarda blokaj uygulanan hastalardaki perfüzyon indeksi (PI) ölçümlerinde erkekler ve kadınlar arasında bir karşılaştırma yapılmamıştı. Biz çalışmamızda blokaj uyguladığımız 20 erkek ve 13 kadın hastayı erkekler ve kadınlar grubu olarak ayırarak perfüzyon indeksi (PI) ölçümlerindeki yükselmelerde erkekler ve kadınlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını inceledik. Blokajlı kol için; tüm zaman dilimlerinde kadınlardaki perfüzyon indeksi (PI) ölçümleri daha düşük olsa da, blok uygulanan ve blok uygulanmayan koldaki perfüzyon indeksleri (PI) ölçümlerinde erkekler ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı.

Yapılan çalışmalarda blokaj uygulanan hastalardaki perfüzyon indeksi (PI) ölçümlerinde farklı blok tipleri arasında bir karşılaştırma yapılmamıştı. Biz alışmamızda yapılacak operasyona uygun olarak 25 hastaya aksiller, 8 hastaya ise infraklavikular tipte blok uyguladık ve bu iki blok tipi için blokaj sonrası perfüzyon indeksi (PI) ölçümlerindeki yükselmelerde anlamlı bir farklılık olup olmadığını da inceledik. Blok uygulanan kol için; tüm zaman dilimlerinde aksiller tip blok yapılan kolda ölçülen perfüzyon indeksleri (PI) daha düşük olsa da bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Sonuç olarak blokaj uyguladığımız ekstremitede 5. dakikadan itibaren 20 dakika süresince perfüzyon indeksi (PI) ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı yükselmeler olduğunu ve 5. dakikadan sonra perfüzyon indeksi (PI) ölçümü yaparak; uygulamış olduğumuz bloğun başarılı olup olmadığı hakkında karar verebileceğimizi gördük. Bu bulgular neticesinde perfüzyon indeksi (PI) ölçümünün; periferik sinir bloklarının başarısının erken, kolay ve objektif olarak değerlendirilmesinde çok değerli ve kullanılabilir olduğu kanısına vardık. Ancak konuyla ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- 1.Sarkılar G, Ünalı H. Aksiller yaklaşımla brakiyal pleksus blokajında levobupivakain ile levobupivakain ve prilokain kombinasyonunun karşılaştırılması. Selçuk üniv. Anest. ve Rean. AD. Uzmanlık Tezi 2008.
- 2.Galvin EM, Niehof S, Verbrugge SJ, Maissan I, Jahn A, Klein J, vanBommel J. Peripheral flow index is a reliable and early indicator of regional block success. Anesth Analg. 2006;103(1):239-43.
- 3.Wedel DJ, Horlocker TT. Nerve Blocks. Edn: Miller's RD(ed). Anesthesia, Sixth ed. Philadelphia Churchill Livingstone 2005;1685-719.
- 4.Kayalı, H: İnsan Embriyolojisi, Beta Yayınevi , 2. baskı , İstanbul 254-7, 1984.
- 5.Sadler TW: Langman's Medical Embryology 7 th. Williams and Wilkins, Baltimore 368-9, 1996.
- 6.O'rahilly R, Gardner E: The timing and sequence of events in the development of the limbs in the human embryo. Anat Embryol 148:1-23, 1975.
- 7.Shinohara H, Naoro H, Hashimoto R, Hatta T, Tanaka D: Development of the innervation pattern in the upper limb of staged human embryos. Acta Anat Basel 138 (3): 265-9, 1990.
- 8.Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Ferguson MWJ: Gray's Anatomy, New York, Churchill Livingstone 38th ed 1258-1274, 1995.
- 9.Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC, Hogan QH. Brachial plexus anesthesia: essential of our current understanding. Reg Anesth Pain Med 2002;27:402-28.
- 10.Erdine S. Regional Anesthesia. 1. baskı. Nobel tıp kitabevi, Bst. 2005, s.83-108.
- 11.Odar O.V. Anatomi. 12. Baskı. Elif matbaacılık, Ank. 1980; 444-55.

12.Klein SM, Evans H, Nielsen KC, Tucker MS, Warner DS, Steele SM. Peripheral nerve block techniques for ambulatory surgery. Anesth Analg 2005;101:1663- 76.

13.<http://www.clicktocurecancer.info/brachial-plexus/general-overview-of-the-brachial-plexus.html>.

14.Çimen A. Anatomi. 4. Baskı. Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1994; 653- 61.

15.Partridge BL, Benirschke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. Anesthesiology 1987;66:743-7.

16.Jankovic D, Wells C. Regional Nerve Blocks. 2nd ed. Berlin-Vienna 2001;7: 58-73.

17.Whiteside JB, Wildsmith JAW. Developments in local anesthetic drugs. Br J Anaesth 2001;87:27-35.

18.Frederic H. Martini, Judi L. Nath, Edwin F. Bartholomew Fundamentals of Anatomy and Physiology 2012; 438

19.Erdine S. Sinir blokları, 1. baskı, Emre matbaacılık, Bst. 1993;112-3.

20.Kayaalp O. Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji. Hacettepe Tas Kitapçılık, Ank 2000; 8(1): 789-99

21.Butterworth J, Strichartz G. Molecular mechanism of local anesthesia: a review. Anesthesiology 1990;72:711-34.

22.Collins VJ: Local anesthetics: Principles of Anesthesiology. 3th edition. Collins VJ (ed). Lea & Febiger, Philadelphia 1993;1232-40.

23.Kayaalp SO: Lokal anestezipler: Tıbbi Farmakoloji. Besinci baskı. Feryal Matbaacılık. Ankara 1990;1691 -714

- 24.Lee-Son S, Wang GK, Concus A, Crill E, Strichartz G. Stereo selective inhibition of neuronal sodium channels by local anesthetics. Evidence for two sites of action? *Anesthesiology*, 1992;
- 25.Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ ve Larson CP. Klinik Anesteziyoloji. Dördüncü baskı, Ankara: Güneş Kitabevi. 2008; S 264-275
- 26.Feyh LS. The chemistry and pharmacology of local anesthetics. *CRNA*. 1993; 4(4):161-169
- 27.Liu SS, Hodgson PS. Local anesthetics. In: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors.
- 28.Erdine S, Özyalçın SN, Raj PP, Heavner, J, Aldemir T ve ark. Rejyonel Anestezi. İstanbul:Nobel tıp kitabevi. 2005; S 23-44
- 29.Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ ve Larson CP. Klinik Anesteziyoloji. Dördüncü baskı.
30. www.gata.edu.tr/cerrahi_bilimler/anestezi/Sunu/ÜstExtremiteAnatomisi.ppt#4.
- 31.McClellan KJ, Faulds D. Ropivacaine: an update of its use in regional anesthesia. *Drugs*. 2000; 60:1065-1093
- 32.Zink W, Graf BM. Benefit risk assessment of ropivacaine in the management of Postoperative pain. *Drugs*. 2004; 27:1093-1114.
- 33.Foster RH, Markham A. Levobupivacaine: a review of its pharmacology and use as a local anaesthetic. *Drugs*. 2000; 59(3):551-579.
- 34.McClellan KJ, Spencer CM. Levobupivacaine. *Drugs*. 1998; 56(3):355-362; discussion 363-364.
- 35.Hadzic Periferik Sinir Blokları ve Ultrason Eşliğinde Rejyonel Anestezi İçin Anatomi İkinci Baskı Güneş Tıp Kitapevleri ; S 120-121-122.
- 36.Urmeý WF. Upper extremity blocks. In: Regional Anesthesia and Analgesia, (ed). Brown DL, WB Saunders Philadelphia, 1996; 254-78.

- 37.Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. World J Surg 2000; 24:134-42.
- 38.Chapman GA, Johnson D, Bodenham AR. Visualisation of needle position usingultrasonography. Anaesthesia 2006; 61:148-58.
- 39.Bodenham AR. Ultrasound imaging by anaesthetists: training and accreditation issues. Br J Anaesth 2006; 96:414-7.
- 40.Sandhu NS. Ultrasound imaging of brachialplexus. Anesthesiology 2004; 100:1325-6.
- 41.Acil Tıpta Ultrasonografi Çalıştayı, İzmir (Ultrasona giriş ve Fiziği) 2010.
- 42.Ultrasound Imaging for Vascular Access and Regional Anesthesia. Brian.A.Pollard2012;1-48
- 43.Basic Physics of Ultrasound.(<http://www.usgraweb.hk/>)
- 44.Fundamentals of Ultrasound Imaging (www.dynamicultrasound.org/dugphysics)
- 45.Basics of UltrasoundImaging – Springer (<http://www.springer.com/978-1-4419-1679-2>)
- 46.Schafhalter-Zoppoth I, McCulloch CE, Gray AT. Ultrasound visibility of needles used for regional nerve block: an in vitro study. RegAnesthPainMed 2004; 29:480-1.
- 47.Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. Br J Anaesth 2005; 94:7-17.
- 48.Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, Fitzgerald R, Gosch M, Weinstabl C. Ultrasound guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. AnesthAnalg 1994; 78:507-13.
- 49.Perlas A, Chan VW, Simons M. Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation a volunteer study. Anesthesiology 2003; 99: 429-35.

50. Greher M, Kapral S. Is regional anesthesia simply an exercise in applied sonoanatomy? Aiming at higher frequencies of ultrasonographic imaging. *Anesthesiology* 2003; 99:250-1.
51. Sinha SK, Abrams JH, Weller RS. Ultrasound-guided interscalene needle placement produces successful anesthesia regardless of motor stimulation above or below 0.5mA. *AnesthAnalg* 2007; 105:848-52.
52. Duggan E, El Beheiry H, Perlas A, et al. Minimum effective volume of local anesthetic for ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *RegAnesthPainMed* 2009; 34:215-8.
53. Marhofer P, Schrogendorfer K, Wallner T, Koinig H, Mayer N, Kapral S. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *RegAnesthPainMed* 1998; 23:584-8.
54. Ting PL, Sivagnanaratnam V. Ultrasonographic study of the spread of local anaesthetic during axillary brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1989; 63:326-9.
55. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia* 2004; 59:642-6.
56. Willschke H, Bösenberg A, Marhofer P, et al. Ultrasonographic guided ilioinguinal/iliohypogastric nerve block in pediatric anesthesia - what is the optimal volume? *AnesthAnalg* 2006; 102:1680-4.
57. Nichols K, Wright LB, Spencer T, Culp WC. Changes in ultrasonographic echogenicity and visibility of needles with changes in angles of insonation. *J VascIntervRadiol* 2003; 14:1553-7. 46. Denny NM. Editorial I: Location, location, Ultrasound imaging in regional anaesthesia. *Brit J Anaesth* 2005; 94:1-3.

58.Sites BD, Brull R, Chan VW, et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part I: understanding the basic principles of ultrasound physics and machine operations. *RegAnesthPainMed* 2007; 32:412-8.

59.Chin KJ, Perlas A, Chan VW, Brull R. *Reg Anesth Pain Med*. Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions. 2008; 33:532-44.

60.Matalon TA, Silver B. US guidance of interventional procedures. *Radiology* 1990;174:43-7.

61.Sites BD, Brull R, Chan VW, et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part II: A pictorial approach to understanding and avoidance. *Regional anesthesia and pain medicine* 2007; 32:419-33.

62.Winnie AP. Interscalene brachialplexus block. *AnesthAnalg* 1970; 49: 455-66.

63.Anthony P. Berg, Richard W. Rosenquist. Complications of peripheral nerve blocks
Techniques in Regional Anesthesia

64.Admir Hadzic editor. Hadzic's Peripheral Nerve Blocks and Anatomy for Ultrasound-Guided Regional Anesthesia 2nd edition. united states. McGraw-Hill.2012.

65.Kulenkampff D, Persky MA. Brachial plexus anesthesia. *AnnSurg* 1928; 87: 883-91.

66.Franco CD, Vieira Z. 1,001 subclavian perivascular brachial plexus blocks: success with a nerve stimulator. *RegAnesthPainMed* 2000; 25: 41-6.

67.Franco CD. The subclavian perivascular block. *Tech Reg Anesth Pain Med* 1999; 3: 212-16.

68.Arıncı K, Elhan A. Periferik sinir sistemi. Anatomi 2.cilt. 3.baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2001.

69.Daniel P. Monkowski, Camilo S. GayLarese, Axillary brachial plexus block. Techniques in Regional Anesthesia and Pain

70.<http://www.jcam.com.tr/files/JCAM-4357.pdf> Koray Erbüyün, Eralp Çevikalp , Periferik Sinir Blokları

71.Clinical Applications of Perfusion Index. <http://masimo.tw/pdf/whitepaper/LAB3410F.pdf>.

72.http://www.infiniti.se/upload/servicemanual/masimo/beskrivning_piwhite%20paper.pdf.

73.Toyoma, S. ve ark. Perfusionindex derived from a pulse oximeter can predict the incidence of hypotension during spinal anaesthesia for caesarean delivery. British Journal of Anaesthesia.2013.111(2): 235–41.

74.Kowalczyk, M. ve ark. New-generation pulse oximetry for the assessment of peripheral perfusion during general anaesthesia, comparison between propofol and desflurane. Anaesthesiology Intensive Therapy.2013.vol. 45. no 3: 134–44.

75.Seul Gi Park ve ark. Thechanges of non-invasive hemoglobin and perfusion index of Pulse CO-Oximetry during induction of general anesthesia. Korean Journal of Anesthesiology. Vol. 68. No 4. 2015: 352-7.

76.Ginosar, Y. ve ark. Pulse oximeter perfusion index as an early indicator of sympathectomy after epidural anesthesia. ActaAnaesthesiol Scand.2009.53: 1018–26.

77.Sebastiani, A. ve ark. Perfusion index and plethysmographic variability index in patients with interscalene nerve catheters. Can J Anesth.2012.59:1095–1101.

78.Michel E. Van Genderen ve ark. Peripheral perfusion index as an early predictor for central hypovolemia in awake healthy volunteers. *Anesthesia& Analgesia*.2013.116.2. 351-6.

79.Latini, G. ve ark. First day of life reference values for pleth variability index in spontaneously breathing term newborns. *Neonatology*.2012.101: 179–182.

80.Hager, H. ve ark. The perfusion index as measured by a pulse oximeter indicates pain stimuli in anesthetized volunteers. *Anesthesiology*. 2004.101: A514.

81.Tutoğlu, A. ve ark. Perfusion index is increased in acute complex regional pain syndrometype 1. *Arch Rheumatol*.2015.30(X): i-v.

82.Bereket MM,Aydin BG, Küçükosman G, Pişkin Ö, Okyay RD, Ayoğlu FN, Ayoğlu H. Perfusion Index and ultrasonography in the evaluation of infraclavicular block. *Minerva Anesthesiol*. 2019 Jul;85(7):746-755. doi: 10.23736/S0375-9393.18.13046-X. Epub 2019 Jan 4.

83.Lee JY, Kim ED, Kim YN, Kim JS, Sim WS, Lee HJ, Park HJ, Park HJ. Correlation of Perfusion Index Change and Analgesic Efficacy in Transforaminal Block for Lumbosacral Radicular Pain.*J. Clin Med*. 2019 Jan 7;8(1). pii: E51. doi: 10.3390/jcm8010051.

84.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 Jun;27(3):325-8. doi: 10.1007/s10877-013-9439-4. Epub 2013 Feb 10.

85.Liu PP, Wu C, Wu JZ, Zhang MZ, Zheng JJ, Shen Y, He P, Sun Y. The prediction probabilities for emergence from sevoflurane anesthesia in children: A comparison of the perfusion index and the bispectral index.*Paediatr Anaesth*. 2018 Mar;28(3):281-286. doi: 10.1111/pan.13324. Epub 2018 Jan 17.

RIZA BELGESİ

Dr. Mehmet Akif Bozdağ'ın "ultrasonografi eşliğinde yapılan Brakıyal Pleksus Bloklarında ölçülen Perfüzyon İndeksinin (PI) ; Blok Başarısı ile Korelasyonunun İncelenmesi" adlı çalışmasında fotoğraflarının kullanılmasına rıza gösteriyorum.

Mahmut TANIR

