

**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ŞİŞLİ HAMİDİYE ETFAL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ**

**Klinik Eğitim Sorumlusu
Doç. Dr. Ayşe Surhan Çınar**

**ÜST EKSTREMİTE CERRAHİSİNDE İNFRACLAVİKULER BRAKİAL
PLEKSUS BLOĞUNDA FARKLI VOLÜMDE LOKAL ANESTEZİK
KULLANIMI ANESTEZİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞDIRILMASI:
RETROSPEKTİF ÇALIŞMA**

**Uzmanlık Tezi
Dr. Firdovsi Alizade**

**Tez Danışmanı
Uz. Dr.
Leyla Türkoğlu Kılınç**

**İSTANBUL
2017**

İÇİNDEKİLER

ÖZET

GİRİŞ VE AMAÇ

GENEL BİLGİLER

MATERYAL VE METOD

BULGULAR

TARTIŞMA

SONUÇ

KAYNAKLAR

ÖZET

Çalışmamızda Sağlık Bilimleri Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Plastik ve Rekonstruktif Cerrahi Kliniği'nde, el ve önkol yaralanması nedeniyle ultrason (USG) eşliğinde infraklavikuler brakial pleksus bloğu ile opere olan , 18 ile 65 yaşları arasında , ASA I-II toplam 70 olgu dahil edildi. Travma dışı el cerrahisi geçiren, dört saatten uzun süren operasyonlar, gebeler, ciddi organ yetmezliği olan kritik hastalar, nöropsikiyatrik sorunları olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

Periferik sinir stimilatörü kullanılmadan yalnızca USG ile infraklavikuler brakial pleksus blokağı yapılan 70 hasta iki gruba ayrıldı . 20 ml % 0,5'lik bupivakain (Bustesin® %0.5,5 mg/ml,20 ml;VEM İlaç) + 10 mL %2 'lik lidokain (Aritmal®%2, 20 mg/ml, 5 ml;OSEL İlaç) lokal anestezi karışımından Grup 1'de (35 hasta) 15 cc, Grup 2'de (35 hasta) 20 cc lokal anestezi karışımı verilen 70 hasta çalışmaya dahil edildi.

Olguların demografik verileri; yaş, kilo, boy, vücut/kitle indeksi cinsiyet, operasyon ve turnike süreleri ,yan etkiler ;hemotoraks, pnomo toraks, sinir hasarı, lokal anestezi toksisitesi, intravasküler ilaç ponksiyonu, horner sendromu kaydedildi.

Olguların blok özellikleri ; duysal blok başlama zamanı, motor blok başlama zamanı (dk), duysal blok süresi (dk) , motor blok süresi (dk), analjezi süreleri (dk), ağrı değerlendirilmesi Visual Analog Skalası (VAS) skoru ile blok öncesi, blok sonrası 2.saat, 4.saat, 6.saat, 12.saat ve 24.saatte istirahat ve hareketle kaydedildi.

Sonuç olarak USG eşliğinde, periferik sinir stimilatörü kullanılmaksızın infraklavikuler brakial pleksus bloğu uygulanmış 70 hastanın dosyasını retrospektif olarak karşılaştırdığımızda, Grup 2'de (20 cc) Duysal blok ve Motor blok başlama süresi Grup 1'den (15cc) daha erken, Duysal blok, Motor blok ve analjezi süresi daha fazla devam etmiştir. Grup n2'nin (yüksek volüm 20cc) Grup n 1'e (düşük volüm 15 cc) göre daha üstün olduğu kanaatine vardık.

ÜST EKSTREMİTE CERRAHİSİNDE İNFRACLAVİKULER BRAKİAL PLEKSUS BLOĞUNDA FARKLI VOLÜMDE LOKAL ANESTEZİK KULLANIMININ ANESTEZİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞDIRILMASI: RETROSPEKTİF ÇALIŞMA.

GİRİŞ VE AMAÇ

Brakial pleksus bloğu üst ekstremitte cerrahisinde postoperatif analjezi sağlaması, postoperatif bulantı ve kusma gibi yan etkilerinin olmaması nedeniyle genel anesteziye alternatif ve sık kullanılan anestezi yöntemidir. Respiratvar, kardiovasküler komorbiditesi olan, morbit obes ve güç havayolu olan hastalardada tercih edilmektedir.

Brakial pleksus farklı bölgelerde bloke edilebilir, ameliyat bölgesine ve tipine uygun olabilecek birden fazla anestezi uygulama seçeneği bulunmaktadır; interskalen ,supraklavikuler , infraklavikuler ve aksiller blok. (2,4,6,9,10,11). Üst ekstremitte cerrahisi dirsek üstü ve altı olarak iki farklı cerrahi bölge olarak incelendiğinde, dirsek altı cerrahide özellikle el kesilerinde infraklavikuler bloğun daha etkin olduğu saptanmıştır (4,6,9,10,11).

İğne ile sinir stimülasyonu tekniği yaklaşık 30 yıl boyunca standart yöntem olmuştur. Son zamanlarda USG rehberliğinde sinir blokları oldukça sık kullanılması en önemli nedenlerinden birisi de ultrasonografinin anestezi uzmanlarınca pratik kullanımının artması olarak sayılabilmektedir (5,12,13,14). Periferik sinir stimülasyonu “kör” teknik olarak adlandırılır, çünkü iğnenin ve hedef dokuların görülmesi mümkün değildir, sinirin inerve ettiği kas kontraksiyonlarına göre sinire olan mesafe tahmin edilebilir (5,15,16). Tekrarlayan girişimler komplikasyonlara neden olabilir, bu durum özellikle pnömotoraks riskinin fazla olduğu supraklaviküler bölgede önemlidir (5,17,18). Blok esnasında USG kullanılması eş zamanlı olarak iğneyi, sinirleri, plevra ve damarlar gibi korunması gereken yapıları ve enjeksiyon esnasında lokal anesteziğin dağılımının görülmesini de sağlar. Sinir stimülasyon yöntemine göre iğne hareketlerinin daha az olması da hasta konforunu ve işlemin kabul edilebilirliğini artırır (2,5,7,8,9,10,19). Sinir stimülatörü kullanarak yapılan brakial pleksus bloklarında yüksek doz ve volümlerde lokal anestezi kullanımı blok başarısında önemli bir belirleyicidir. Periferik bloklarda yüksek doz lokal anestezi kullanımı buna bağlı lokal anestezi toksisitesi sınırlayıcı olabilir. Ultrason (USG) kullanımı brakial pleksusun kordlarının ve verilen lokal anesteziğin yayılımının görülmesini sağlayarak daha düşük dozlarda lokal anestezi kullanımı ile brakial pleksus blokajına yardım edebilir.

Bizde çalışmamızda el ve önkol cerrahisi geçiren hepsi ultrason eşliğinde, aynı konsantrasyonda lokal anestezi karışımı ile infraklaviküler blok uygulanan olgularda iki ayrı volümde verilen lokal anesteziğin anestezi özelliklerini karşılaştırmayı hedefledik.

GENEL BİLGİLER

1. REJYONEL ANESTEZİ

Rejyonal anestezi, bilinç kaybına olmadan vücudun belirli bölgelerindeki periferik sinir iletilisinin ve ağrı duyusunun geri dönüşümlü olarak ortadan kaldırılması şeklinde tanımlanabilir (21). Anesteziyolojinin yaklaşık 150 yıllık gelişim süreci içerisinde genel anesteziye göre gelişimini çok daha önce tamamlamasına rağmen, rejyonal anestezi göz ardı edilmiştir.

Bonica'ya göre 1890-1920 yılları arası dönem rejyonal anestezinin altın çağı olarak kabul edilmektedir. Daha sonraki dönemde genel anestezinin hızla gelişmesine rağmen rejyonal anestezi 1970'lere kadar yok denecek kadar az uygulanmıştır (21).

Başlangıçta sıklıkla allerjik reaksiyonlara neden olan ester grubu lokal anestezik ajanlar kullanılırken, allerjik özellikleri az olan amid grubu lokal anesteziklerin kullanıma girmesi rejyonal anestezinin gelişmesine önemli katkıda bulunmuştur. Özellikle uzun etkili bupivakain, ropivakain gibi lokal anestezikler hasta ve hekim açısından çeşitli avantajlar sağlamıştır.

Rejyonal anestezi yöntemlerinin sınıflandırılması (21)

1. Topikal anestezi
2. İnfiltrasyon anestezisi
3. Alan bloğu
4. Minör sinir blokları
5. Majör sinir blokları, pleksus blokları
6. Santral rejyonal anestezi
7. Spinal anestezi • Epidural anestezi • Kaudal anestezi

Rejyonal Anestezinin Avantajları (22)

1. Havayolu zorluğu bilinen veya gastrik aspirasyon riski yüksek olan hastaların girişim esnasında uyanık olmaları gerekir. Operasyon sırasında uyanık olmak isteyen hastalarda rejyonal anestezi genellikle tercih edilir. Hastanın bilincinin korunması ve solunumunun etkilenmemesi, trakeal entübasyon ve solunum desteğini ortadan kaldırır. Hasta bunların getireceği gastrik içerik aspirasyonu gibi risklere maruz kalmaz.
2. Hastanın derlenme odasında uzun süre kalması gerekmez. Lokal anestezi etki süresi cerrahi süresinden daha uzun olduğu için erken postoperatif dönemde hastanın ağrısı olmaz.
3. Endikasyonu olduğunda katater ile sinir blokajını saatler hatta günler boyunca uzatmak mümkün olur ve sistemik analjezik gereksinimi azalır.
4. Operasyon bölgesinden ağırlı afferent uyarılar gelmeyeceğinden, cerrahi girişim sonrası görülen metabolik ve endokrin değişiklikler büyük oranda giderilmiş olur.
5. Prostatektomi, kalça ve pelvis cerrahisi girişimleri gibi bazı operasyonlarda kan kaybı, genel

anesteziye göre önemli derecede azalır.

6. Özellikle alt ekstremité kan akımını arttıran, koagülasyon ve trombosit agregasyonunu azaltan ve bozulmuş vasküler endotelden lenfosit infiltrasyonunu önleyen devamlı epidural blok gibi bazı tekniklerle, postoperatif tromboembolizm riski azalır.

7. Günöbirlik cerrahi girişimlerde hastanın daha erken taburcu olması sağlanır.

Rejyonal Anestezinin Dezavantajları (22)

1. Bazı hastalar operasyon sırasında uyanık olmayı tercih etmezler, ancak bu durum rejyonal anestezinin uygulanmasına engel değildir. Sedasyon altında da rejyonal anestezi uygulanabilir.

Rejyonal anestezinin başarılı olması için hekimin deneyimli ve yetenekli olması gerekir.

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

3. Analjezi her zaman tam olarak yeterli olmayabilir ve ek analjezik veya yüzeyel genel anestezi gerekebilir.

4. Lokal anestezi maksimum dozu aşıldığında veya yanlışlıkla damar içine verildiğinde sistemik toksisiteye neden olabilir.

5. Bazı operasyonlar (örn: Torakotomi) rejyonal anestezi altında yapılamaz. Ancak bu operasyonlarda da rejyonal anestezi yöntemlerinin postoperatif analjeziye katkısı olur.

6. Santral nöral bloklarda oluşan yaygın sempatik blokaj sonucu hipotansiyon görölebilir. Bu nedenle hipovolemik ve septik şoktaki hastalara uygulanmaz.

7. Blokaj sırasında gelişen sinir yaralanmasına bağlı ağrı olasılığı az da olsa vardır.

8. Kanama diyatezi olan hastalarda uygulanamaz.

9. Girişim bölgesinde deri enfeksiyonu olan hastalarda uygulanması sakıncalıdır.

2. PERİFERİK SİNİR SİSTEMİ

RESEPTÖR VE AKSONLAR

Periferik sinir aksonlarının değişik çaplarda (0.3 μ - 22 μ) oldukları, miyelin kılıfla sarıldıkları ve değişik hızlarda (0.1 m/sn - 120 m/sn) aksiyon potansiyelini ilettikleri bilinmektedir. Buna göre sinir aksonları, eğer sabit aralıklarla miyelinsiz aksonal alanlar olan ranvier düğümleri ile ayrılmış schwann hücreleriyle çevrili ise miyelinli, çevrili değilse miyelinsiz olarak kabul edilmektedir.(1,3) Aksiyon potansiyeli, miyelinsiz akson membranlarında, miyelinli aksonlara (3.0 – 120 m/sn) göre belirgin olarak daha düşük hızda (0.1 - 2.0 m/sn) yayılır. Termal, kimyasal veya mekanik ağırlı uyaranlarla aktive edilen duysal sinir sonlanmaları olan nosiseptörler, en yavaş iletimin olduğu iki grup olan, ince miyelinli A delta ve miyelinsiz C liflerinin uçlarıdır. B liflerinde, (pregangliyonik otonomik aksonlar) uyarı ileti hızı yaklaşık olarak A delta lifleriyle aynıdır (23).

Tablo 1: Periferik sinir liflerinin özellikleri

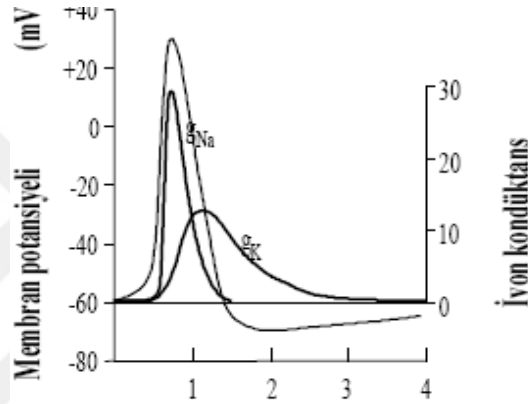
SİNİR LİFİ	MYELİN	ÇAP	İLETİM HIZI m/sn	LOKALİZASYONU	FONKSİYONU
A (alfa)	(+)	6-22	30-120	Kas, eklemlerin motor afferent & efferentleri	Proprioception & motor
(β)	(+)	6-22	30-120	Kas, eklemlerin motor afferent & efferentleri	Proprioception & motor
(gamma)	(+)	3-6	15-35	Kas lifleri efferenti	Adale tonüsü
(delta)	(+)	1-4	5-25	Afferent duyu siniri	Ağrı, Isı, Dokunma
B	(+)	3	3-15	Pregang. Sempatik	Otonom fonksiyon
C (sC)	(-)	1	0,1-2	Postgang. Sempatik	Otonom fonksiyon
(d C)	(-)			Afferent duyu siniri	

Klasik olarak aksonal membranın protein tabakaları arasında sıkışmış iki lipid tabakasından oluştuğu kabul edilir. Fakat ileri sürülen bu yapı günümüzde pek kabul görmemektedir. Singer'in açıkladığı membran yapısı bugün için en geçerli modeldir. Buna göre; aksonal membran bimoleküler yapıda lipid bir matriks içerir. Bu lipid moleküllerin polar uçları iki ayrı sıvı ile temastadır; içte hücre sitoplazması, dışta ise ekstrasellüler sıvı. Lipid matriks içine değişik tipte büyük protein yapılar gömülmüştür. Bunların bazıları membranı geçerek içerde yer alırken bazıları dışarıda bulunur. Membran proteinleri sodyum ve potasyumun membrandan geçmesi için gerekli olan kanalların çatısını oluşturur ve spesifik lokal anestezi reseptörleri bu kanallarda yer alır. Bu membran, lipid ve proteinler arasında dinamik, etkileşmeyi içeren bir membran yapısıdır(23).

İstirahat halinde: Sodyum iyonlarına karşı geçirgenliğin olmaması nedeniyle hücre zarının içi ile dışı arasında (-60) - (-90) mV'luk bir potansiyel farkı vardır. Na⁺ konsantrasyonunun dışta daha fazla olmasına bağlı olarak zarın dış tarafı pozitif iç tarafı ise negatif yüklüdür. Hücre içinde K⁺ iyonları daha fazladır. Bu potansiyel farklılığı Na⁺ / K⁺ pompası tarafından Na⁺'un hücre dışına atılmasıyla sağlanır. Membran, K⁺ iyonlarına karşı serbestçe geçirgen olmasına karşın, hücre içi ile dışı arasındaki K⁺ oranı (150/5 veya 30/1), hücre içindeki Na⁺'un hücre dışındaki K⁺'la aktif değişimi sayesinde sürdürülür. (21,23,24,25,26)

Depolarizasyon devresinde: Sinirin uyarılmasıyla birlikte istirahat hali potansiyeli -90 mV'dan -50 mV'a değişir ve Na^+ a karşı geçirgenlik hızla artar, Na^+ iyonlarının hücre içine hızla girişi sonunda membran potansiyeli +30 - +40 mV'a çıkar. Bu durumda aksiyon potansiyeli oluşur.

Repolarizasyon devresinde: Depolarizasyon 0.1 – 0.2 msn sürer, bundan 0.4 msn sonra ise sodyuma karşı geçirgenlik hızla azalır ve K^+ 'a geçirgenlik artar. Bu geçirgenlik istirahat potansiyeline tekrar erişinceye kadar devam eder. Sonunda aktif Na^+ pompası tarafından zarın içi ile dışı arasındaki Na^+ ve K^+ iyon farkı tekrar istirahat potansiyeli durumuna getirilir(21,23,24,25,26) (şekil 1).

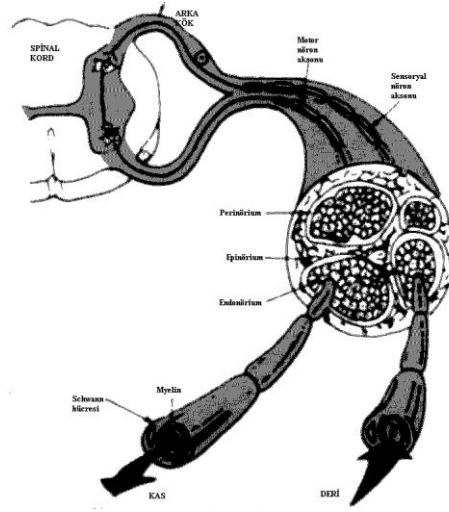


Şekil 1: Aksiyon potansiyeli

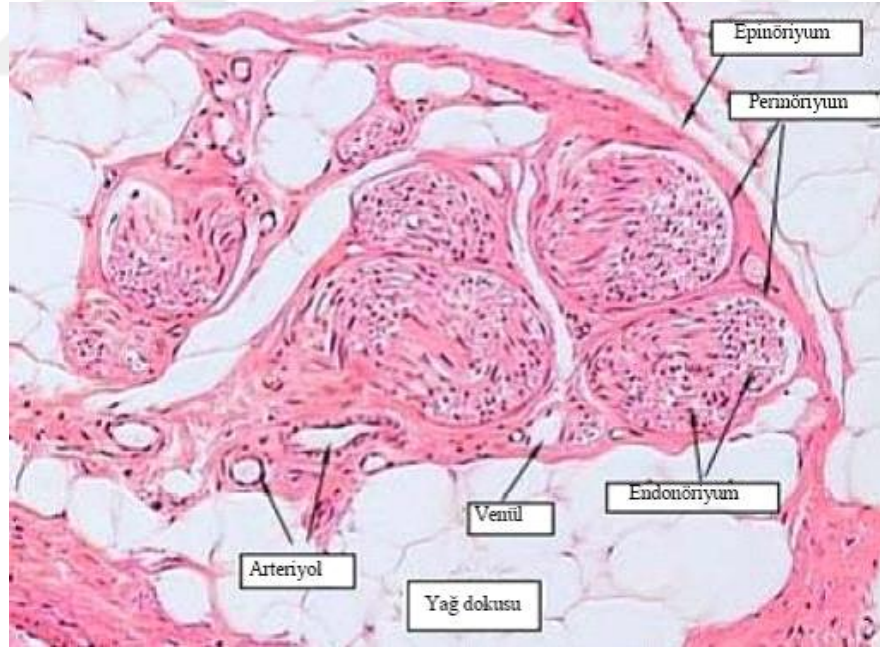
Lokal depolarizasyon sırasında ortaya çıkan elektrik enerjisi (miyelinli sinirlerde sadece ranvier düğümlerinde oluşur ve sıçrayıcı bir iletim sağlar) komşu bölgelere geçer ve sürecin tümü her defasında tekrarlanır. Böylece cevap iletimin şiddetinde hiç azalma oluşturmada tüm sinir boyunca iletilir (21,23,24,25,26).

Aksonların periferik ucundaki reseptörlerde algılanan ve aksonal membranda aksiyon potansiyelinden doğan “ağrı”, bir yandan primer afferent sinir terminallerinde ve dorsal kök gangliyonlarında işlenerek yoluna devam ederken, bir yandan da spinal kordun gri maddesinde inen ve çıkan yollarla kesişerek şekillenir ve neticede nöral matrikste sonlanır

PERİFERİK SİNİR Periferik sinirler, merkezi sinir sistemine uyarıyı ileten yapılardır. Bir sinir; sinir liflerinin oluşturduğu fasikül ya da funikül adı verilen demetlerden meydana gelir. Perinöriyum adı verilen bir bağ dokusu içinde yer alır. Perinöriyumun iç yüzü genişlemiş mezoteliyal hücrelerden oluşan bir zardan ibarettir. Bu zara perilemma adı verilir. Çok küçük sinirler ana sinirden çıkan tek fasikulustan ibaret olabilir. Her fasikulustaki sinir lifleri mikroskopik olup, bunları çevreleyen, destekleyen ve birbirinden ayıran endonöriyum adlı intertisyel bağ dokusu ile kaplıdır. Endonöriyum, perinöriyumun en içteki tabakalarından içe doğru geçen septalarla şekillenmiştir (21). (Şekil 2,3)



Şekil 2: Periferik sinir



Şekil 3: Periferik sinir

Küçük sinirlerde her fasikülde 500 ila 1000 arası lif bulunur. Büyük sinirlerde bu sayı daha fazladır. 1 mm kesitte 5000 kadar lif bulunabilir. Küçük bir periferik sinir, örneğin radyal sinirin distal dalı 5 ila 20 arası fasikül içerir. Daha büyük sinirlerde ise 20'den fazla fasikül bulunur. Perifere doğru gidip dallar verdikçe sinirlerin çapı da küçülür. Bir sinirin merkeze yakın kısmındaki

fasiküller distaldeki vücut bölgelerini, periferdekiler ise proksimal bölgeleri innerve eder. Bir sinirin periferindeki fasiküller ortasındakilerden daha önce bloke olur. Böylece proksimal bölgelerde distalden daha önce anestezi sağlanır. Bir fasikül 15 tabaka perinöriumla çevrelenmiştir. Bu tabakaların sayısı fasikülün çapıyla orantılıdır. (27) Perinörium bazı sinirlerde daha kalındır. Lokal anestezi solüsyonun geçişinde perinörium en dirençli engeldir. Perinörium, beyin ve omurilik kaplayan pıanın periferik sinirdeki karşılığıdır. Perinörium ile epinörium arasındaki potansiyel boşluk da subaraknoid aralığa tekabül eder. İlaçlar bu aralıktan spinal kanala dağılabilir. Her fasikül gevşek bir ağ oluşturmuş gözeli bağ dokusundan oluşan, epinörium içine gömüldür. Perinörium ile epinörium arası mesafe çok yakındır. Epinörium besleyici damarlar, lenfatikler ve değişik oranda yağ dokusu içerir ve bir sinirin kesitinin % 25-75'ini oluşturur. En dıştaki bölümü kalınlaşıp bir kılıf oluşturur. Bu kılıfa epinöral kılıf denir. Epinörium perinöriyuma oranla daha zayıf bir engeldir (21).

3 .LOKAL ANESTEZİKLER

Lokal anestezipler sinir iletimini geçici olarak kesen ilaçlardır (28,29,30). Klinikte lokal anestezi olarak kullanılan ajanlar ya aminoester ya da aminoamid yapıdadırlar. Lokal anesteziplerin blok yapan diğer ajanlardan temel farkı blokajın geçici olması ve sinir lifi veya hücreğinde hiçbir hasar oluşturmamasıdır. Bu ilaçların primer etkisi periferik sinirde ekzitasyon-iletim mekanizmasını inhibe etmektir.

Kimyasal Yapı

Bir lokal anestetik molekülü 3 ana yapıdan oluşur:

Ansature aromatik lipofilik grup: Moleküle lipofilik karakter verir.

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

Lokal Anesteziplerin Etki Mekanizmaları

Lokal anestezipler 'membran stabilizasyonu' sağlayarak etki ederler, istirahat potansiyeli devam ederken uyarılara karşı cevap inhibe edilmiştir.

Spesifik Reseptör Teorisi: Sinirde membran potansiyelindeki değişiklikler protein yapısındaki özel kanallar içinden Na⁺ ve K⁺ iyonlarının geçişine bağlıdır. Lokal anestezipler muhtemelen Na⁺ kanallarında bulunan spesifik reseptörlere bağlanarak Na⁺ geçişini inhibe ederler. Aksiyon potansiyeli geliştiği zaman (depolarizasyon) kapı açılır ve Na⁺ iyonlarının içeri girmesine izin verir. İşte bu kapı kontrol mekanizması Na⁺ kanallarında bulunan spesifik lokal anestezi reseptörlerine lokal anesteziplerin bağlanması ile inaktive edilir(31,32)

Yüzeyel Yük Teorisi: Bu teoriye göre lokal anestezi molekölü noniyonize ucu ile membrana bağlanır iyonize ucu ise solüsyonda (ekstrasellüler sıvıda) kalır. Bu durumda membranın dış yüzündeki pozitif yük sayısının artması membranın dış yüzündeki negatif yükleri nötralize eder ve membran istirahat potansiyeli artar.

Membran potansiyelindeki bu artma yeterli derecede ise gelen elektriksel akım membran potansiyelini eşik değere düşürmeye yeterli olamaz ve bir blok oluşur.

Membran Ekspansiyonu Teorisi: Bu teoriye göre; lokal anestetik molekölü noniyonize ucu ile membrana penetre olarak lipid moleküllerin hareketlerini artırır ve membranda ekspansiyona neden olur. Membranın genişlemesi ile Na^+ kanalları sıkışır ve Na^+ iyonları membranı geçemez. Bu durumda aksiyon potansiyeli oluşmaz ve blok oluşur (31,32)

CM: Minimum Anestezi Konsantrasyon

Bir sinir lifine verildiğinde standart bir süre için impuls iletiminde blok oluşturmak için gerekli olan minimum lokal anestezi konsantrasyonudur. Bu konsantrasyonun altında iletim tümüyle bloke olamaz. Minimum anestezi konsantrasyonu etkileyen faktörler;

Lifin çapı: Geniş çaplı lifler daha yüksek konsantrasyonda lokal anesteziyle bloke edilebilir (29). Bunların CM değerleri yüksektir.

pH: CM, yüksek pH'da (bazik) düşük pH'ya (asit) göre daha azdır. Başka bir deyişle bazik ortamda lokal anestezi etki artar ve daha düşük konsantrasyonlarda etki gösterir.

Kalsiyum konsantrasyonu: Lokal anestezi potansiyel, fosfolipidlere kalsiyum bağlanmasının inhibe edilmesi ile direkt olarak ilgilidir. Lokal anestezi etki kalsiyum konsantrasyonuna uygun olarak azalır(29,32)

Stimülasyon Hızı: Anestezi etki, yüksek stimülasyon hızlarında artar.

Lokal Anesteziklerin Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması

Ester Grubu (Benzoik Asit Esterleri): Kokain, Prokain, Klorprokain, Tetrakain, Benzokain.

Amid Grubu: Lidokain, Mepivakain (Carbocaine), Prilokain (Citanest),

Bupivakain (Marcaine), Etidokain (Duranest), Dibukain (Nupercaine), Levobupivakain (Chirocaine).

Alkoller: Etil alkol, Aromatik alkoller

Diğerleri: Kompleks sentetik bileşikler; Holokaine, Quinoline deriverleri; Eucupin.

Klinikte lokal anestezi olarak yalnız amid ve ester grubu ajanlar kullanılır.

Tablo 2: Ester ve Amid Grubu Lokal Anestezikler Arasındaki Farklar

	Ester Grubu	Amid Grubu
Metabolizma	Plazma kolinesterazı tarafından metabolize edilir, hızlıdır.	Karaciğerde metabolize edilir, yavaştır.
Sistemik Toksik Etki	Daha azdır	Daha fazladır
Stabilite	Stabil değildirler ışık, ısı vb. Etkilenirler	Çok stabil ajanlardır
Allerjik Reaksiyon	Daha fazladır	Nadirdir
Etki Başlangıcı	Yavaştır	Hızlıdır (orta-çok hızlı)
pKa	pH'dan (7,4) yüksektir.	pH'dan (7,4)'den düşüktür.

Lokal Anesteziklerin Farmakokinetiği

Lokal anestezikler ister rejyonel anestezi amacıyla kullanılsınlar, ister özellikle lidokain gibi ventriküler aritmilerin kontrolü veya öksürüğün supresyonu için intravenöz olarak sistemik kullanılsınlar, her iki uygulamada da ilacın dağılımı, metabolizması ve eliminasyonu aynıdır. Rejyonel anestezi sırasında uygulama yerinden alınımlar yavaştır ve perfüzyon derecesine bağlıdır, pik serum seviyesi 15-30 dk. içinde oluşur. İntravenöz enjeksiyonda ise pik seviyeye hemen ulaşır.

İlacın Etki Yerinden Absorbsiyonu

Lokal anestetiklerin etki yerinden sistemik absorbsiyonu şu faktörlerden etkilenir; Doz: Kan seviyesi direkt olarak uygulanan dozla ilişkilidir.

Enjeksiyon yeri: İnterkostal> kaudal> brakial pleksus> sıyatik>femoral blok. Vazokonstriktör ilaçların eklenmesi: Enjeksiyon yerinde perfüzyonu azaltarak lokal anesteziğin sistemik absorbsiyonunu azaltır (30,33).

İlacın fizikokimyasal özellikleri: Çok yüksek lipofilik özellik gösteren lokal anestetikler bupivakain ve levobupivakainin sistemik absorbsiyonu lidokain veya mepivakainden daha azdır.

Lokal Anesteziklerin Metabolizma ve Atılımları

Lokal anesteziklerin metabolizması da diğer ilaçlarınkine benzer, karaciğer ve plazmada suda eriyebilir metabolitlere dönüştürüldükten sonra idrarla atılırlar. Lokal anestezik bazlar (noniyonize şekil) suda erimez, idrarla çok az (enjekte edilen dozun % 5'ten azı) veya hiç atılmaz. İdrarın asitleştirilmesi tersiyer bazın suda eriyebilen quaterner baza dönüştürölmesini sağlar ve böylece böbrekten geri emilim artarak idrarla atılım artar.

Amid grubu lokal anestetikler: Karaciğer mikrozomal enzimleri tarafından hidrolize edilir. Metabolizma hızları: Prilokain > etidokain > lidokain > mepivakain > levobupivakain > bupivakain şeklinde sıralanabilir. Amid lokal anestetiklerin metabolizması iki durumda klinikte önemlidir; Prilokain metabolizması o-toluidine oluşumuna neden olur, bu da Hb'nin ferrik şekle (Hb+3) okside ederek methemoglobinemi oluşturur(29,30,31,32). Karaciğer hastalığı olanlarda amid local anestetiklerin metabolizması azalır ve kan seviyeleri rölatif olarak yükselir.

Ester grubu lokal anestetikler: Plazma kolinesterazı tarafından hidrolize edilerek suda eriyebilir amino alkollere veya karboksilik asite dönüştürülür. Bu metabolitler farmakolojik olarak inaktiftir. Metabolizma hızları şu şekilde sıralanabilir; klorprokain>prokain>tetrakain. Atipik plazma kolinesterazı olan homozigot hastalar ester grubu ajanları çok yavaş metabolize ederler(29,30). Kan seviyesi kolaylıkla yükselen bu hastalarda sistemik toksik reaksiyon ihtimali yüksektir.

Taşiflaksi

Kontinü rejonel anestezi sırasında, lokal anesteziğin etkisinde (tekrarlanan aynı dozlardan sonra) azalma gelişmesi durumudur. Lokal anesteziğin pKa'sı fizyolojik pH'ya ne kadar yakınsa taşiflaksi o kadar sık oluşur. Taşiflaksi durumunda ilacın konsantrasyonu artırılmalı veya başka bir lokal anesteziğe geçilmelidir.

İlaç Etkileşimleri

İlaç etkileşimi (potansiyalizasyon veya antagonize edici etki) bir ilacın etki veya yan etkileri üzerinde başka bir ilacın etkili olmasına bağlıdır. Etkileşim farmakokinetik veya farmakodinamik olabilir. Örneğin, epidural blokta sürenin lokal anestetik solüsyona eklenen adrenalinle absorpsiyonun geciktirilerek uzatılması farmakokinetik bir etkileşimdir. Aynı etkinin lokal anestetik solüsyona eklenen bir opioidle omurilikteki reseptörlerin stimülasyonu sonucu elde edilmesi ise farmakodinamik bir etkileşimdir.

Adrenalin: Adrenalinle maksimum etki 5 mcg/ml'lik bir dozun eklenmesi ile elde edilir.

Opioidler: Lokal anestetik solüsyona eklenen opioidler de bir tavan etki gösterirler.

Klonidin: Lokal anestetiklerin etkilerini farmakodinamik bir etkileşimle artırabilir, ancak yan etkileri nedeniyle gebelikte kullanımı sakıncalıdır. Bikarbonat: Bikarbonat eklenmesi etki başlangıcını hızlandırır ve blok derecesini farmakokinetik bir etkileşimle artırabilir.

H2 reseptör antagonistleri: Simetidin'in tekrarlanan alınımlarını lokal anestetik metabolizmasını inhibe ederek toksitesini artırabilir.

Diğer ajanlar: Yüksek oranda proteine bağlanan tüm ilaçlar farmokokinetik bir etkileşimle (proteine bağlanmayan lokal anesteziğin plazmada serbest fraksiyonu artar) bupivakain ve ropivakain toksisitesini artırabilir. Bu özellikle doğumda fetus için önemlidir.

LİDOKAİN

Lidokain; amid grubu lokal anestetik ajan olup, orta etkili, ısı, asit ve alkalilerden etkilenmeyen stabil bir ilaçtır. infiltrasyon anesteziğinde, ekstremiteler bloklarında, kaudal, epidural, spinal bloklarda, topikal anestezi ve RiVA'da tercih edilen bir ajandır(15).% 0.5, % 1, % 1,5, %

2'lik solüsyonları mevcuttur. Etki süresi 1-3 saattir. Epinefrin ilavesi ile beraber etki süresi uzamaktadır. Ayrıca epinefrin lidokainin absorpsiyonunu yavaşlatarak kan seviyesini azaltır ve sistemik toksik reaksiyon meydana gelme potansiyelini minimize eder. (33,34)

Farmakodinamik:

Lidokain lokal anestetik etkisini sinir hücresi membranının sodyum ve potasyum iyon geçirgenliğini değiştirerek gösterir. İlacın anestetik etkisi 2 -5 dakika içinde ortaya çıkar ve en az 15 dakika sürer (34).

Farmakokinetik:

Absorpsiyon hızı ve derecesi ilacın dozuna, uygulanan bölgeye ve uygulama süresine göre değişiklik gösterir. Lidokainin plazma proteinlerine bağlanması ilacın ve α 1-asit-glikoprotein konsantrasyonuna bağlıdır. Deri ve mukozadan absorbe olan lidokain belli başlı olarak karacigerde metabolize olur. İlacın yaklaşık % 90'ı metabolitleri şeklinde, %10'u değişmeden idrarla atılır. Doz aralığı 4-7 mg/kg (7).

Klinik kullanımı:

- 1) Kornea anestezisinde (% 4),
- 2) İnfiltrasyon anestezisinde (% 0.25 - % 0.5),
- 3) Epidural anestezi ve sinir bloklarında % 1.5 - % 2),
- 4) Spinal anestezide (% 5),
- 5) Antikonvulsif etkisiyle status epileptikusta,
- 6) Antiaritmik etkisiyle ventriküler kaynaklı aritmilerde bolus, infüzyon şeklinde,
- 7) Barbituratlar ve genel anestetiklerle beraber dengeli analjezi ve anestezi sağlamak amacıyla.

Kesin Kontrendikasyonları:

- 1) Bilinen alerji öyküsü olanlar,
- 2) Malign hipertermi hikayesi olanlar,
- 3) Şiddetli sinoatriyal, atriyoventriküler ve intraventriküler bloklar (34).

Relatif Kontrendikasyonları:

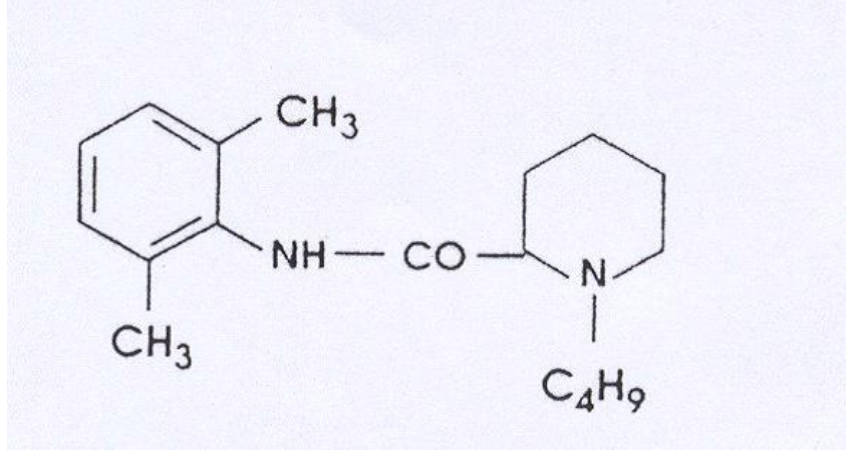
Lidokain HCl ağır kalp yetersizliği, hipovolemi, sok ve karaciger ile böbrek yetersizliği olanlarda dikkatle kullanılmalıdır. Bu hastalarda doz yarıya indirilmelidir.

Yan Etki:

Baslangıçta uyusukluk, pareteziler, ataksi, dizatri, nistagmus, dezoryantasyon gibi nispeten hafif SSS belirtilerine neden olur. Bunlar ortaya çıktığında dozca azaltılmazsa konvülsiyonlar, solunum depresyonu ve koma gelişebilir. Özellikle karaciger hastalığı ve kalp debisinin düşük olduğu durumlarda doz azaltılmalıdır(33,34,35).

BUPIVAKAİN

1963 yılında AF Ekenstun ve arkadaşları tarafından bulunmuştur (36). Bupivakain uzun etki süresi, derin iletim blokajı ve duyu bloğu ile motor bloğun belirgin şekilde birbirinden ayrılması özelliklerini kombine olarak taşıyan ilk lokal anesteziktir.



Açık formülü: L-n-Butyl-DL-Piperidin 2-Carbonsaure 2-6 dimethylanilid

Bupivakain HCl, amid sınıfından güçlü ve uzun etkili bir lokal anesteziktir. Lidokainden yaklaşık dört kat daha güçlü anesteziik etki gösterir. Etkisi 5-10 dakikada başlar. Bu süre kaudal ve peridural enjeksiyonda 20 dakikayı bulur. Motor ve sensoryal blokaj 3 ila 10 saat arasında değişebilir. Plazmada en üst düzeye 35 - 45 dakika sonra ulaşır. Böbreklerle atılan az bir kısmı dışında, karaciğerde glukuronid konjugasyonu ile metabolize olur. Yarı ömrü erişkinde 9, fetusta ise 8 saattir. Özellikle büyük sinirlerin anestezisinde etkisi lidokaine göre daha geç ortaya çıkar. Düşük konsantrasyonlarda (2,5 mg/mL ya da daha düşük) kullanıldığında motor sinir lifleri üzerinde daha az etkilidir ve etki süresi daha kısadır. Bununla birlikte, düşük konsantrasyonlar, postoperatif ağrının azaltılmasında kullanılabilir (33,34,35).

Bupivakainin sistemik emilim hızı uygulanan doza, uygulama yoluna ve enjeksiyon bölgesinin kanlanmasına bağlıdır. En yüksek plazma konsantrasyonuna, hızlı emilmesi nedeniyle interkostal bloklarda ulaşılır (400 mg'lık dozdan sonra 1 – 4 mg/L) En düşük plazma konsantrasyonları abdominal subkutan uygulamalarda görülür. Epidural ve büyük pleksus bloklarında plazma konsantrasyonları orta derecededir. Çocuklarda kaudal bloktan sonra hızlı emilim ve yüksek plazma düzeyleri (3 mg/kg dozunda uygulandıktan sonra plazma konsantrasyonu 1 – 1,5 mg/L) görülebilir. Adrenalin emilimini yavaşlatabilir

Bupivakainin plazma klirensi 0,58 L/dakika, sabit durumdaki dağılım hacmi 73 litre, eliminasyon yarılanma süresi 2,7 saat ve hepatik ekstraksiyon oranı 0,40'tır. Başta alfa – 1 – asit glikoprotein olmak üzere plazmada %96 oranında bağlanmış olarak bulunur.

Yenidoğanlarda terminal eliminasyon yarılanma süresi 8 saate kadar uzayabilir. Üç aylıktan büyüklerde eliminasyon yarılanma süresi erişkinlerdeki ile aynıdır.

Büyük cerrahi girişimlerden sonra alfa – 1 – asit glikoprotein düzeyinin yükselmesi, bupivakainin plazma konsantrasyonunun yükselmesine neden olabilir. Bu durumda serbest ilaç

düzeyi aynı kalır. Toksik düzey sınırı olan 2,6 – 3 mg/L'nin üzerindeki toplam plazma konsantrasyonlarının iyi tolere edilmesi bu şekilde açıklanabilir.

Bupivakain plasentayı kolaylıkla geçer ve serbest ilaç düzeyleri dengelenir. Plazmada bağlanma oranı anneye göre fetüste daha düşüktür ve bu durum fetüsteki toplam plazma konsantrasyonunun anneye göre daha düşük olmasına neden olur. Bununla birlikte anne ve fetüsteki serbest bupivakain konsantrasyonu aynıdır.

Bupivakainin anne sütündeki konsantrasyonu, anne plazmasındaki konsantrasyonundan daha düşüktür.

Uygulanan bupivakainin yaklaşık %6'sı 24 saatte idrarla değişmeden, %5'i pipekolilksilidin (PPX) olarak atılır.

Akut sistemik toksisite: Yanlışlıkla damar içine enjekte edilmesi durumunda toksik etkiler.

1 – 3 dakika içinde ortaya çıkar. Damar içine uygulanmayan doz aşımalarında enjeksiyon bölgesine bağlı olarak en yüksek plazma düzeyine 20 – 30 dakika içinde ulaşılır ve toksisite belirtileri gecikebilir. Toksik reaksiyonlar merkezi sinir sistemi ve kardiyovasküler sistem ile ilişkilidir.

Merkezi sinir sistemi toksisitesinde belirtiler yavaş yavaş şiddetlenir. İlk belirtiler ağız çevresinde parestezi, dilde his kaybı, baş dönmesi, sersemleme, hiperakuzi ve kulak çınlamasıdır.

Görme bozuklukları ve kaslar tremorlar daha ciddidir ve jeneralize konvülsiyonlardan önce ortaya çıkar. Bu belirtiler nörotik davranış olarak algılanmamalıdır. Birkaç saniye ile birkaç dakika arasında devam eden grand mal tipi konvülsiyonlar ile şuur kaybı görülebilir. Artan kas aktivite ile normal solunum bozulması nedeniyle konvülsiyonlardan sonra hipoksi ve hiperkarbi hızla ortaya çıkar. Ağır durumlarda apne görülebilir. Asidoz lokal anesteziğin toksik etkilerini güçlendirir.

Ağır toksisite durumlarında kardiyovasküler sistem belirtileri ortaya çıkabilir. Sistemik yoğunluğun yüksek olmasına bağlı olarak hipotansiyon, bradikardi, aritmi ve kalp durması görülebilir (33,34,35).

4. BRAKİYAL PLEKSUS

Brakiyal pleksus üst ekstremitenin motor fonksiyonunun tamamından, duyu fonksiyonunun ise büyük bölümünden sorumludur. Brakiyal pleksusun etki alanı dışında kalan kısımlardan biri olan omuz üzerindeki cilt bölgesi, servikal pleksusun kaudal dalları tarafından inerve edilir. Dirseğin yanına kadar uzanan, kolun posterior mediyal yüzünün inervasyonu ise mediyal kutanöz sinir ile ikinci interkostal sinirin interkostobrakial dalı tarafından sağlanır. Brakiyal pleksus, C5'den T1'e kadar intervertebral foraminallardan çıkan sinirlerin anterior primer ramileri tarafından oluşturulur. Bu sinirlerin her biri intervertebral foraminallardan çıkıp anterolateral ve kaudal olarak ilerler. Ön ve orta skalene kasların arasından başlayarak üç adet trunkus haline gelen bu yeni yapı, brakiyal pleksusu belirginleştirir.(6,21,25,26,37) (şekil :4,5)

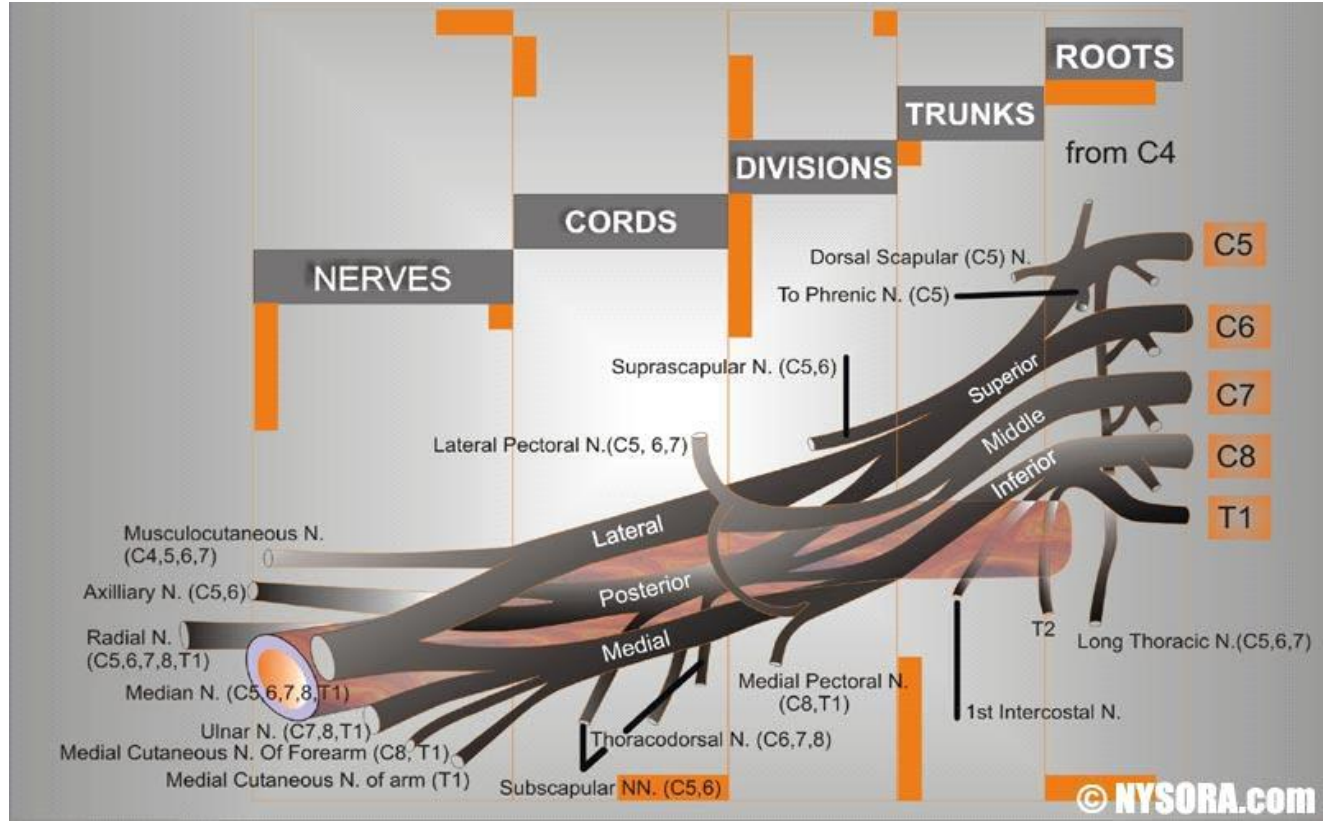
Şekil 4: Brakiyal pleksus

5 periferik sinir Ø Muskulokutanöz sinir Ø Aksiller sinir Ø Radyal sinir Ø Mediyen sinir Ø Ulnar sinir

Gövde

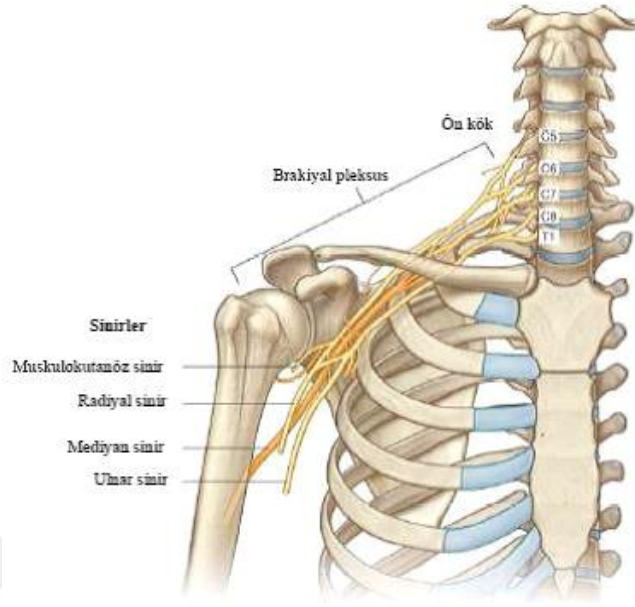
3 arka k1s1m

5 ön kök den oluşmaktadır.



Şekil 5: Brakiyal pleksus

Bu trunkuslar interskalen aralığın kaslar tarafından oluşturulan alt sınırından anterolateral ve inferior doğrultuda ilerler. Burası trunkusların birinci kaburganın üst yüzeyi ve subklavyen arterle komşu oldukları bölgedir. Birinci kaburga hizasında yeniden yapılaşan trunkuslar, vertikal olarak üst, orta ve alt olarak adlandırılır.



Şekil 6: Brakiyal pleksus

Kaburganın lateral ucunda her trunkus, anterior ve posterior bölümlere ayrılır ve klavikulanın inferiyorundan ortasına doğru yönelerek aksillaya apeksinden girer. Aksillada tekrar birleşen dallar aksiller arter ile ilişkilerine göre lateral, mediyal ve posterior dal olarak adlandırılır. Pektoral minör adalenin lateral sınırından itibaren, her üç kord da üst ekstremitenin periferik sinirlerine dönüşürler. Buna göre lateral kord mediyen sinirin lateral kısmı ve muskulokutanöz sinir; medial kord, mediyen sinirin mediyal kısmı ve mediyaanterobrakiyal ve mediyal brakiyal kutanöz sinir ve posterior kord ise aksiller ve radyal sinir olarak devam ederler(6,21,22,25,26,37) (şekil 4,7).



Şekil 7: Brakiyal pleksus duyuşal innervasyonu

5. ULTRASONOGRAFİ (USG)

US, vücuda yüksek frekanstaki ses dalgaları (ultrason) gönderip, farklı doku yüzeylerinden yansımalarını (eko) saptama temeline dayanır. Gri skala USG adı verilen kesit yönteminde görüntüler ekoların genlikleri (amplitüdüleri) ile oluşturulur. Doppler USG' de ise ekoların frekans ve faz değişiklikleri işlenerek kan akımı değerlendirilir(4,38,39).

Temel fizik kurallar

Ses, cisimlerin titreşimi sonucu meydana gelir. Kulağın duyacağı sınırdan daha yüksek frekanslı sese ultrason (ultrases) denir. Diyagnostik radyolojide genellikle 3-7.5 MHz'lik (megahertz) ultrason kullanılır. Bu kadar yüksek titreşimi elde etmek için **piezo-elektrik** (basınç-elektrik) olayından yararlanılır. Bu olay, kuartz gibi bazı kristallerin elektrik enerjisi verildiğinde genişleyip daralarak titreşmeleri ve dolayısıyla ses oluşturmaları, kendilerine gelen sesi ise yine aynı yöntemle elektrik enerjisine çevirmeleridir. Bu şekilde enerji çevirici maddelere **transduser** (çevirici) denir. US aygıtlarında transduser olarak seramik diskler kullanılır. Transduser'i taşıyan başlığa **prob** adı verilir (4,38,39,40).

ULTRASONOGRAFİDE KULLANILAN SES DALGALARININ ÖZELLİKLERİ (38,39,40,41)

Sesin iletimi için ortam gerekmektedir.Ses boşlukta yayılmaz.

B) Sesin ortamdaki hızı (V), ses dalgasının frekansı ve dalga boyunun çarpımına eşittir.

$V=\lambda.f$ Ultrasonik frekanslarda belli bir ortamdaki ses hızı sabit olduğu için $V=\lambda.f$ denklemine göre frekans artınca sesin dalga boyu kısalmaktadır.Dalga boyu çözünürlüğü etkileyen önemli bir faktör olup dalga boyu kısaldıkça çözünürlük (rezolüsyon) artar.Ancak beraberinde absorbsiyon özelliği de artacağından penerasyon(derinlere ulaşabilme) özelliği azalır. Bu durum göz önünde bulundurularak incelenecek yapıya ulaşabilecek frekansta ses dalgaları kullanılmalıdır.

C) Ses dalgaları farklı ortamlarda farklı hızlarla yayılır. Bu hız iletici ortamın kompleksibilite (sıkıştırılabilme) ve dansite gibi fiziksel özelliklerine bağlı olup iletici ortamın sıkıştırılabilmesi ile ters orantılıdır. Molekülleri birbirinden uzakta yer aldığı ve kolay sıkıştırılabildiği için gaz içindeki ses dalgaları yavaş olarak hareket eder. Havada sesin hızı 348m/s dir. Sıvı ve katılar ise daha az sıkıştırılabilir. Komşu partikülleri etkilemek için daha az mesafe katetmeleri gerekir, bu da gazlara göre sesi daha hızlı iletmelerini sağlar. Yoğunluğu yüksek maddeler büyük moleküller içermeye eğilimindedirler ve bu moleküller güç hareket edeceği için sesi az iletirler. Böylece yoğunluğun da ses hızı ile ters orantılı olduğunu anlıyoruz. İnsan vücudunda da sesin yayılma hızı dokudan dokuya değişir. Kemik hariç tüm vücut dokuları sıvı gibi davranmakta ve sesi yaklaşık olarak aynı hızda iletmektedir.Yumuşak dokularda ses hızları birbirine yakın değerler alırken(1540m/s), kemik dokusunda ses hızı çok yüksektir (4080m/s).

DOKU-MADDE	HIZ(m/s)
Hava	348
Kan	1570
Kemik	4080
Yağ	1500
Karaciğer	1550
Kas	1580
Yumuşak dokular	1540
Su	1480

Tabloda sesin farklı dokulardaki hızları belirtilmişti yumuşak dokularda ses hızlarının birbirine çok yakın değerler alırken kemik dokusunda ses hızının çok yüksek olduğunu görüyoruz.

D) Ultrasonik dalga biyolojik dokularda zayıflar.Atenüasyon olarak adlandırılan bu zayıflama absorbsiyon, saçılma ve refleksiyon (yansıma) yoluyla kaybolan tüm enerjinin toplamıdır.Atenüasyon,her MHz ve cm için ortalama 1dB (desibel)’dir.

E) Ses şiddeti, ultrason dalgalarının gücünü ifade eder.İntensite birimi watt/cm²dir. Ultrasonografide kullanılan ses dalgalarını güçleri 10mW/cm²nin altındadır.

ULTRASESİN ELDE EDİLMESİ (38,39,41)

USG cihazlarında kullanılan ses dalgalarının frekansı 2-10 MHz arasındadır. Bu kadar yüksek frekanslı ses elde etmek için “Piezoelektrik olay” dan yararlanılmaktadır. Piezo elektrik olay quartz gibi kristallerin mekanik ve elektrik enerjilerinin birbirine çevrilmesi olayına dayanır. Enerjiyi birbirine çevirmek amacıyla **transduserler kullanılır.Transduserlerin ön yüzüne yakın yerleştirilen kristale voltaj uygulanması,elektrik** enerjinin kristalde genişleme –daralma şeklinde mekanik enerjiye dönüşmesine neden olur. Bunun sonucunda ultrases dalgaları oluşur.Bu etki piezoelektrik (basınç elektrik) etkidir.

Piezoelektrik materyaller geometrik yapıda düzenlenmiş sayısız dipollerden meydana gelir.Bir elektrik dipolü bir ucunda pozitif yük, bir ucunda negatif yük olan distorsiyone bir moleküldür. Pozitif ve negatif uçlar öyle düzenlenmiştir ki, elektrik alanı uygulandığında yeniden düzenleme meydana gelir ve bu da kristalin boyunun değişmesine neden olur. Bu olay sonucu oluşan ultrases transduser tarafından algılanır. Piezoelektrik seramikler uygulamaya göre değişik şekillerde oluşturulabilmektedir.

Transduserler: Transduser ses dalgasını oluşturan ve geriye toplayan bir ayardır. Yani ultrasesin üretimi, dokulara gönderilmesi, dokudan yansıyan ses dalgalarını saptanması ve bu sesin elektrik sinyallerine dönüştürülmesinden sorumludurlar. Transduserdeki en önemli eleman bu işlevi üstlenen

kristaldır. Bunun için kurşun zirkonat titanat seramiği kullanılır. Bu kristal transduserin ön yüzüne yakın yerleştirilir. Kristal, üzerine uygulanan voltaj ile mekanik olarak sıkıştırılıp genişletilmekte ve bu fiziksel değişim sonucunda ultrases dalgaları oluşmaktadır. Bu ultrases dalgaları dokulara yönlendirilip, yansiyarak transdusera döndükten sonra kristalde kompresyon etkisi ile voltaj farklılığına ve elektriksel sinyal değişikliğine yol açar. Transduserlerin frekansı incelenecek dokunun kalınlığına göre değişir. Frekans arttıkça rezolüsyon artar. ancak beraberinde absorpsiyon da artacağından penetrasyon düşer. Bu nedendir ki, yüzeysel dokuların incelenmesinde yüksek frekans kullanılırken derindeki dokuların incelenmesinde düşük frekans kullanılır.

Bir ultrason transduseri bazı doğal frekanslara karşı maksimum sensitivite gösterecek şekilde dizayn edilmiştir. Piezoelektrik kristalinin kalınlığı, kristalin rezonans frekansı adı verilen doğal frekansını belirler. Kristalin kalınlığı arttıkça düşük frekansta ses üretilir. Ultrasonografik görüntülemelerde frekans değişikliği için istenen frekansa uygun başka bir transduser kullanılır.

Problar: USG aygıtlarında transduseri taşıyan başlığa “prob” adı verilir. Transduserlerde tiplerine göre üretilen ses demeti şekli değişmekte ve ekran üzerindeki görüntünün şekli böyle belirlenmektedir. Problar lineer, sektör ve konveks olarak adlandırılırlar. Her birinde kullanılan elemanların dizilimi farklılık gösterir.

1. Lineer Problar: Bu tip problarda elemanlar bir doğru boyunca dizilmişlerdir. Ekranda oluşturduğu görüntü dikdörtgen şeklindedir.

2. Sektör Problar: Bu tip probların ekrandaki görüntüleri tepesi yukarıda, konik şeklindedir. Vücuda temas yüzeyleri küçük, görüntü alanı geniş olduğundan küçük alanlardan kolaylıkla görüntüleme avantajı sağlarlar. Bu problar mekanik sektör, anüler ve faz ateşlemeli olmak üzere üç farklı şekilde imal edilirler.

3. Konveks Problar: Bu tip problarda transduser elemanları geniş bir yay çizecek şekilde dizilirler ve görüntü tepesi kesik konik bir form oluşturur. Konveks problar diğer tüm probların avantajlarını kapsamaktadır.

SES DOKU ETKİLEŞİMİ [38,39,41]

Dokuya gönderilen ses dalgası yol boyunca çeşitli fiziksel etkileşimlere uğrar ve giderek enerjisini kaybeder. Bu etkileşimler sesin doku boyunca absorpsiyonu, yansıması, kırılması ve saçılmasıdır.

A) YANSIMA (REFLEKSİYON): Ultrasonik görüntülemelerde görüntü, ses demetinin yansıyan kısmı ile oluşturulur. İletilen ses görüntü oluşumuna katkıda bulunmaz, ancak sesin iletimi derin dokularda da eko üretmeye yetecek kadar kuvvetli olmalıdır. Yansima oranları iki faktöre bağlıdır:

1. Dokunu akustik impedansı
2. Sesin geliş açısı

1.Dokunun Akustik İmpedansı: Akustik impedans maddenin temel özelliklerinden biri olup, sesin ilgili dokudaki yayılım hızı ile doku dansitesinin bir fonksiyonudur. Yani bir maddenin yoğunluğu ile o maddedeki ses hızının çarpımı Akustik impedansı verir.

$$Z=p.V$$

Z:Akustik impedans(Ray/sn)

P:Dansite(g/cm³)

V:Ses hızı(cm/sn)

Ses dalgaları bir doku düzleminden diğerine geçtikçe yansıma miktarı iki dokunun impedansları arasındaki fark tarafından belirlenir. İki doku arasındaki akustik impedans farkı ne kadar büyükse, ses yansıması o kadar fazla olur. Örnek olarak hava ile yumuşak doku arasındaki akustik impedans farklılığının çok fazla olması sesin tamamına yakınının yansımasına neden olur.Bu nedenle de ultrasonagrafik uygulamalarda cilde jel sürülmesi esası getirilmiştir. Kemik ve hava hariç birçok vücut yapıları arasındaki akustik impedans farkı oldukça küçüktür.

2.Sesin Geliş Açısı:Yansıma miktarı ses demeti ve yansıma yüzeyi arasındaki insidans açısı tarafından belirlenir. Ses demetinin geliş açısı ne kadar dik açıya yakınsa, ses yansıması da o kadar fazla olur. Kritik bir açı üzerinde sesin tamamı yansır, ama bu yansıma transduser tarafından algılanamaz.

B) KIRILMA(REFRAKSİYON): Ses bir ortamdan farklı bir ortama geçince frekansı sabit kalır, hızı ve dalga boyu yeni ortama uyar. Ses demeti ikinci bir ortama açıyla girdiği zaman dalga boyundaki değişiklik ses yönünde de değişikliğe yol açar. Bir ortamdan diğerine geçerken ses dalgalarının yön değişikliği kırılma olarak ifade edilir. Kırılma, ses demeti dalga boyunun çarptığı ortamın dalga boyundan daha küçük olduğu durumda ortaya çıkmaktadır. Kırılma, görüntüde rezolüsyon kaybına, görüntü distorsiyonlarına ve artefaktlara neden olduğundan istenilmeyen bir etkidir.

C) ABSORBSİYON: Ses dalgasının enerjisinin dokular tarafından soğurularak ısıya dönüşmesidir. Sesin absorpsiyonunu 3 faktör belirlemektedir. Bunlar;

1.Sesin frekansı

2.Ortamın viskozitesi

3.Relaksasyon zamanı

Absorbsiyon ile sesin frekansı doğru orantılıdır.Yani frekansın iki katına çıkması absorpsiyonu da iki kat arttırır.Yüksek frekanslı transduserlerin kullanılması derin dokulardan gelen yansımaları çok fazla zayıflatır. Bu yüzden düşük frekanslı transduserleri derin dokuları incelerken kullanırız. Viskozitenin artmasıyla birlikte partikül serbestisi azalır ve beraberinde sürtünme arttığı için ses ısıya daha hızlı dönüşür. Yumşak dokuların viskozitesi sıvılarınkinden fazladır. Sıvılarda

viskoziteleri düşük olduğu için çok az absorbsiyon oluşur. Kemik ise, ultrasesi yüksek miktarda absorbe eder. Relaksasyon zamanı, bir molekülün yer değıştirip eski yerine gelinceye kadar geçen zamandır. Materyalin elastikiyetini ifade eder. Relaksasyon zamanı kısa olan bir molekül longitudinal bir kompresyon dalgası tarafından itildiğinde molekülün ikinci ses dalgası gelmeden eski yerine dönmeye zamanı olur. Bu süre uzun ise moleküller eski yerine dönmeden yeni bir ses dalgası gelir ve enerjisinin bir kısmını hareketi tersine döndürmek için harcar, bir kısmı da ısıya dönüşür. Aynı viskozitede iki maddenin relaksasyon zamanları farklı olabilir. Relaksasyon zamanı her bir materyal için sabittir. Yansıma, kırılma ve saçılma ses dalgasının karşılaştığı objenin büyüklüğüne bağılı olarak değışir. Sesin dalga boyu küçükse saçılma, büyükse yansıma, eşitse kırılma gerçekleşir.

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER [38,39,41]

Aksiyel (Derinlik) Rezolüsyon: Aksiyel rezolüsyon, incelenecek dokuya gönderilen ses demetine paralel yönde iki farklı yapının ayırtedilebilme özelliğidir. Aksiyel rezolüsyonu gönderilen ses pulsunun uzunluğu belirler. Rezolüsyon puls uzunluğu ile ters orantılı olup, puls uzunluğu ses demetinin dalga boyu kısaltılarak veya frekansı arttırılarak azaltılır.

Lateral (Horizantal) Rezolüsyon: Lateral rezolüsyon, incelenecek dokuya gönderilen ses demetine dik yönde iki farklı yapının ayırt edilebilme özelliğidir. Lateral rezolüsyonu gönderilen ses demetinin genişliği belirler. Yanyana duran iki objeyi birbirinden ayırmak için ses demeti, bu objeleri ayıran uzaklıktan daha dar olmalıdır. İnce ses demetinin kullanılması durumunda ses demetine dik yöndeki oluşumlar ayrı ayrı görüntülenebilmektedir. Transduser boyutunun küçülmesi ve frekansın artması ses demeti genişliğinin azalmasını sağlar. Ses demetinin kalınlığı sabit olmayıp probdan çıktıktan sonra incelmeye başlar. Bu göz önünde tutularak transduserlerin incelenecek dokunun derinliğine göre ses demetinin en ince şekline ulaşacak şekilde ayarlanması (fokal zonların değıştirilmesi) lateral rezolüsyonu arttırır. Fokal zon lateral rezolüsyonun en yüksek olduğu noktadır. Fokal zondan sonra ses demeti tekrar genişlemeye başlar.

Ultrasonografik Zon: Ses demetinin kalınlığının sabit olmadığı belirtilmişti. Ses demeti probdan çıktıktan sonra yakın zon olarak tanımlanan lineer bir uzanım göstermekte ve daha sonra uzak zon olarak tanımlanan yelpaze şeklinde genişlemeye başlamaktadır. Yakın zonda aksiyel ve lateral rezolüsyon yüksektir. Ses frekansının ve transduser çapının artması yalın zonun kaybolarak uzak zonun oluşmasına neden olur.

Q Fenomeni: Ses dalgasının devam ettiğı süre ve saflığı ile ilgili bir ifadedir. Frekans spektrumu genişse Q faktörü düşüktür.

ULTRASONOGRAFİDE GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ [4,38,20,39]

Ultrasonografide temel iki tanı yöntemi kullanılmaktadır.Bunlar;

1.Real-time görüntüleme

2.Doppler ultrasonografi Ultrasonografik görüntü, geriye dönen ekolardan oluşturulan verilerin elektronik olarak temsil edilmesi ve bir tv monitöründe gösterilmesidir.Geri dönen her bir eko ufak bir veri meydana getirir ve birçok ufak veri bir araya geldiğinde elektronik görüntü oluşur.Ultrasonografik görüntülemenin evrimi tek boyutlu temelden (A modu) başlamış, hareket komponentinin eklenmesiyle (TM modu) biraz daha ilerlemiş ve iki boyutlu görüntüleme (B modu) ve gri tonla görüntüleme ile önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.Günümüzde tüm ultrasonografik incelemeler real time görüntüleme ile yapılmaktadır.

REAL-TİME GÖRÜNTÜLEME

Real-time görüntüleme yöntemi prob hasta üzerinde dolaşırken ekrandaki görüntünün sürekliliğinin sağlanmasını esas alan bir tekniktir. Ekrandaki görüntü sürekli yenilendiği için solunuma bağlı organların hareketinin, damarların pulsasyonunun görüntülenebilmesi mümkün hale gelmiştir. İncelemede kullanıcının belirlemesine bağlı olarak prob istenilen düzlemde tutularak farklı düzlemlerde görüntü elde edilebilmektedir. Görüntülemede ses dalgasının vücuda gönderilmiş şekli, ses demetinin dönüş süresi ve dönen ses dalgalarının şiddeti önemli parametrelerdir.Ultrasonografide vücuda gönderilen ses dalgası sürekli olmayıp pulslar halinde uygulanmaktadır.Bu da yüzeyden ve derinden yansıyan ekoların birbirine karışmasını önlemektedir.Ses demetinin doku içerisindeki hızı bilindiğinde her bir ses dalgası pulsu uygulamasından sonra yansıyan ekolar dönüş zamanlarına göre bilgisayarda değerlendirilerek görüntü oluşturulmaktadır.

Real-time görüntülemede vücuda saniyede 500-3000 arasında kısa ultrason pulsları gönderilmekte ve dokulardan gelen yansımalar kaydedilmektedir. Bu ekoların monitorizasyonunda 3 farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar;

a)A-Mod

b)T-M Mod

c)B-Mod

a)A-Mod: İncelenen yapıdaki farklı doku yüzeylerinden yansıyan ses, amplitüdlere şeklinde bir grafik halinde monitorize edilmektedir.A modunda katod ışın tüpündeki görüntü yapıların derinliği ve geriye dönen ekoların amplitüdü hakkında bilgiler içerir.Grafikteki amplitüdlere arasındaki mesafe incelenen yapının derinliğini gösterirken, amplitüdün yüksekliği incelenen yapının yoğunluğunu göstermektedir. Bir voltaj pulsu transdusere çarpınca bir eko oluşur ve bu sonik pulsun başlangıcı olarak kabul edilir. Puls hastadan geçerken her bir interfazda transdusere doğru ses yansır.Bir

sonraki pulsun yansıyan ekosu da ilk pulsle aynı pozisyonda gelecektir. A moda gösterim mekanizması hafızaya yerleştirilmemiş olduğundan önceki pulsar atılır ve yeni olanlar kalır. Görüntünün kaydı için fotoğraflanması gereklidir. Yöntem rutinde sadece oftalmoloji, ekoensefalografi ve doğru derinlik ölçümü gerektiğinde B mod görüntüleme ek olarak kullanılır.

b) T-M Mod: Hareket eden yapılardan gelen ekolar bazal hat (demetin merkez aksı) boyunca hareket eder ve herhangi bir anda noktalara dönüştürülür. Noktalar şeklinde oklarla gösterildiği gibi öne ve arkaya hareket eder. M mod anlamlı olarak kaydedilmeyen bir ara moddur. M moda kalıcı bir kayıt yapabilmek için hareket bir süre kaydedilmelidir. Kayıt işlemei tarama zamanından daha uzun bir ekspozur zamanı olan bir kamera ile yapılır. Yapılan kaydetme işlemi bit time-motion çalışması olduğundan yöntemimiz T-M mod adını alır. Kaydedilen zamanın kısa olması yöntemin en belirgin dezavantajıdır. Elektronik bir kaydedici ile daha uzun kayıtlar yapılabilir ve grafik kaydedici üzerinde EKG gibi farklı parametreler de gösterilebilir. Bu özellik ekokardiyografide büyük önem taşır.

Kalp gibi hareketli organlar incelenirken bu organlardan yansıyan ekolar zaman-pozisyon grafiği şeklinde monitörize edilir. Esas olarak kalbin inceleme yöntemi olup; kalp kapakçıkları, septumu gibi yapıların hareketleri grafikler halinde görüntülenir.

c) B Mod : Ultrasonografi B mod görüntülemenin geliştirilmesi ile bir görüntüleme tekniği halini almıştır. Rutinde kullanılan ultrasonografik görüntüleme yöntemi olup, brightness-mode olarak da ifade edilir. Özellikle abdominal incelemelerdeki üstünlüğü, ultrasonografinin tanı değerini arttırmıştır. B mod bir doku diliminin resmini verir. Transduser demeti vücudun bir düzlemini kesitleyecek şekilde hareket ettirilir. Ekranda transvers ve longitudinal düzlemde görüntüler elde edilir. Bu yöntemde, incelenen bölgenin dokulardan yansıyan ekoların şiddetine göre parlak nektacıklar şeklinde iki boyutlu bir görüntüsü oluşturulur. Dokulardan yansıyan ekolar parlaklık derecelerine göre gri skalada bir aralığı ifade etmekte ve monitörde ara yoğunluklar grinin farklı tonları şeklinde tanımlanabilmektedir. Bmod görüntülemeye depo katod ışın tüpü olarak adlandırılan modifiye katot ısıtıcı tüpünün kullanılması görüntünün ekran üzerinde uzun süreli olarak kalmasına olanak vermektedir. B mod real-time ultrason transduseri çok kısa zaman dilimlerinde tipik olarak dakikada en az 10 frame oluşturabilmektedir. Bu yüksek frame oranları görüntüler oluşturulurken hareketin real-time olarak gözlenmesine izin verir. Titrek bir görüntü oluşmaması için dakikadaki frame sayısının en az 16 olması gerekmektedir.

B mod gri tonlama görüntüleme ile dokulardan gelen ekoların amplitüdlerindeki büyük w varyasyonları bir tv monitöründe grinin değişik tonlarında göstermek mümkündür. Bu gri tonlama görüntüleme, B modunda elde edilen sınırlı gri tonda görüntüden farklıdır. Gri tonlama görüntüleme, tarama dönüştürücü hafıza tüpünün geliştirilmesi ile (Scan Converter) mümkündür. Aynı alandan elde edilen multipl sinyaller scan converter tarafından alındığında scan converter yalnızca en

kuvvetli sinyalleri kaydeder ve diğerlerini atar.Bu şekilde elde edilen görüntü taramanın her bir noktasında alınmış en kuvvetli ekolardan oluşmuştur.Ultrasonografide yoğun eko elde edilen bölgeler hiperekoik, düşük yoğunluktaki bölgeler hipoeikoik, eko elde edilemeyen bölgeler anekoik terimleri ile ifade edilir.

Real-time Görüntüleme Artefaktlar

Akustik Gölge: Taş, kalsifikasyon, kemik gibi sesi yansıtan yapıların arkasında oluşan siyah bant şeklindeki gölgedir. Bu yapılar sesin büyük bir kısmını yansıtırken, kalan kısmını da absorbe ettiklerinden arkalarındaki oluşumlar görüntülenemez.

Arka Duvar Zenginleşmesi: Akustik zenginleşme, akustik yankılanma olarak da ifade edilmektedir. Kistik oluşumların distalinde oluşan parlaklıktır. Bu parlaklık kistin tanımlanmasında önemlidir. Kistik oluşumlar sesi diğer yapılara göre daha az absorbe ettiklerinden ses demeti kistik oluşumun distaline ulaştığında daha güçlü olacak ve buradan yansıyan ekolar da daha güçlü oluşacağından kistin distalindeki yumuşak doku çevre yumuşak dokulara göre daha parlak olacaktır.

2. DOPPLER ULTRASONOGRAFİ [38,39,40]

Doppler ultrasonografi, ses kaynağının frekansında bir değişiklik olmaksızın hareketine bağlı olarak mesafenin azalmasıyla algılanan frekansın artması, mesafenin artmasıyla algılanan frekansın azalması esasına dayanır. Bu temel prensibi doppler ultrasonografiye uyarlırsak hareketli yapıdan saçılan ses frekansı, transduserden gönderilen ses frekansına eşit olmayacaktır. Gönderilen sesin frekansı damardaki akımın yönüne ve hızına göre değişiklikler gösterecektir. Bu şekilde gönderilen ve saptanan ses frekansı arasındaki farklılıklar hesaplanarak kan akımı hakkında bilgi edinmek mümkün olmaktadır.

Doppler ultrasonografiyle damarlardaki kanın şekilli elemanlarından yansıyan ekoların frekans değişiklikleri tespit edilerek kan akımının yönü ve şiddeti hakkında bilgi edinilmektedir.Akım incelenirken yüksek frekansta ses dalgaları kullanılır ve daha çok sesin saçılması özelliğinden faydalanılır. Kanın şekilli elemanlarından saçılan ses transdusera ulaşır.Ses dalgaları damara belli bir açıyla gönderilir.Ses dalgasının damara dik olması durumunda akım hakkında bilgi edinmek mümkün değildir.Akımın değerlendirilmesinde dönen sesin frekansı gönderilen sesim frekansından yüksekse doppler şifti pozitif, düşükse doppler şifti negative olarak kabul edilir. Doppler ultrasonografinin 3 farklı uygulama şekli vardır. Bunlar;

Sürekli Dalga Doppler: Bu yöntemde biri dokulara sürekli ses dalgası gönderen, diğeri ise dönen ekoları saptayan olmak üzere bir başlık içinde iki piezoelektrik kristal vardır.Başlangıç sinyali aritmetik olara geriye dönen sinyallerden çıkarılır.Aradaki fark doppler şifti olup, birtakım amplifikasyon işlemlerinden sonar audio sinyal haline dönüştürülür.Ses dalgası kesintisiz olduğundan sesin geldiği derinlik tespit edilemez.Damar duvarının hareketinden ziyade damar içinde akan kanın hareketini saptamada

kullanılır.Dönen ekolardaki frekans saptamaları ses şeklinde kaydedildiğinden tanı değeri kullanıcının ustalığına bağlıdır.

b) Dubeks Doppler: Puls doppler sistemlerinin çoğu real time sektör görüntüler ile kombine edilmiştir. Real time B mod görüntüleme ile ilgili anatomik alanın real time görüntüsü alınır ve dondurulur, incelenecek damar yüzeyi belirlenerek yansıyan ekolardaki frekans saptamaları grafik şeklinde elde edilir. Bu yöntemde damarların B moda görüntüsü elde edilirken grafik üzerinden akım hızları ölçülebilmekte, akım özellikleri ve vasküler patolojiler tespit edilebilmektedir.

c) Renkli Doppler: Dupleks doppler görüntülemeye akım bilgileri sadece dondurulmuş bir görüntüde ve doppler sinyali alınan küçük bir alanda elde edilir. Renkli akım görüntülemeye real-time görüntünün tamamında akım görüntülenmesi sağlanır.Yöntemin uygulanmasıyla kan damarlarının vizüalizasyonunun, etrafı damarlarla çevrili dokularda akım karakteristiklerinin değerlendirilmesi mümkün olmuştur. Real time B mod görüntüleme ile ekranda belirlenen bölgeden gelen ekolardaki frekans sapması hesaplanır.Sadece seçtiğimiz alandaki vasküler yapılar akım yönüne ve hızına göre renklendirilirken seçili alan dışında kalan yapılar parlak ve gri tonlarda izlenir. Hesaplanan frekans sapmasına göre kan akım yönü ve hızı hesaplanır ve renklendirme kan akım yönüne göre farklı renklerde, kan akım hızına göre farklı tonlarda (açık-koyu) yapılır. Dupleks doppler yönteminden farkı sadece belirlenen vasküler yapıdaki akımın renkli olarak görüntülenmesidir.Yöntemin klinik uygulamaları karotis, kardiyak, periferik vasküler görüntüleme, abdominal derin damarlar, fetüs görüntülenmesi, organ ve tümör perfüzyon araştırmalarını kapsar.

ULTRASONOGRAFİ CİHAZININ BÖLÜMLERİ

Elektrik enerjisini sese ve yankılanan sesi de elektrik enerjisine çeviren transduser ve transduseri taşıyan prob. Transduser enerjisini puls jeneratöründen alır.

Elektrik enerjisine çevrilen ekoları görüntü haline dönüştüren alıcı.

Görüntünün oluşturulduğu katot ışın tüpü

ULTRASONOGRAFİNİN AVANTAJLARI

Düşük maliyet,

Aygıtın taşınabilirliği,

Yatağında inceleme imkanı,

Yöntemin uygulamadaki kolaylığı,

İncelemenin herhangi bir riski olmayışı.

Yöntemin tek dezavantajı sadece uygulayan kişinin bilgi ve becerisine bağlı olmasıdır

6. Hastaların Takibinde Kullanılan Skalalar

Vizüel Analog Skala

Vizüel analog skala (VAS, görsel ağrı skoru), ağrı derecesinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Ağrının şiddetinin yanında affektif komponentinin de ölçümü (hastanın ağrı dolayısıyla kendisini ne kadar kötü hissettiği) hakkında bilgi verir. Bu yüzden tedavide son derece yararlı bir bulgudur. VAS, yatay veya dikey ekseninde çizilmiş 10 cm (veya 100 mm) uzunluğunda bir çizgiden oluşur. Bu çizginin bir ucunda “ağrı yok”, diğer ucunda da “hayal edilebilen ya da olabilecek kötü ağrı” kelimesi bulunur. Hastadan bu çizgi üzerinde ağrısının şiddetine uyan yere işaret koyması istenir. En düşük VAS değerinden hastanın işaretine kadar olan mesafe cm veya mm cinsinden ölçülerek hastanın ağrı şiddetinin sayısal değerleri belirlenir.

Tablo 3. Vizüel Analog Skala

0-2cm	Ağrı yok
3-4cm	Hafif ağrı
5-6cm	Orta şiddette ağrı
7-8cm	Şiddetli ağrı
9-10cm	Dayanılmaz ağrı

MODİFİYE BROMAGE SKALASI

0	NORMAL KAS FONKSİYONU,BLOK YOK
1	DİRSEK FLEKSİYONU
2	BİLEK FLEKSİYONU
3	MOTOR TAM BLOK

SENSORYAL BLOK

0	Duyu kaybı yok
1	Pinprick testi kaybı
2	Dokunma testi kaybı

7.ULTRASON REHBERLİĞİNDE REJYONEL ANESTEZİ

İlk 1990 larda kullanılmaya başlayan ultrason rehberliğinde rejyonel anestezi, bugün tanımlanmış birçok tekniği ile klinik pratikte yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Birçok avantajı yanında getiren ultrason rehberliğinde rejyonel anestezinin potansiyel tehlikeleri de vardır. Bunlardan en önemlisi intranöral enjeksiyondur. Gönüllülerle yapılan çalışmalar sonucu ultrason rehberliğinde rejyonel anestezi uygulamalarının güvenilirliği gün geçtikçe artmıştır (13, 27)

1970 lerde lokal anestezik ilaçlardaki büyük gelişmeler rejyonel anestezi işlemlerinin artmasına neden oldu. Ama kullanılan ultrason cihazları ile net anatomik görüntüler elde edilemeyişi ve kişiden kişiye oluşan anatomik varyasyonlar başarının düşük olmasına neden oldu. İlk olarak 1978 yılında renkli dopler ultrason ile kan akımı saptanarak supraklavikular bölgeden brakial pleksus bloğu yapılmış (42). Ancak nöronal yapıların ultrason ile görünümü ve ultrason cihazlarının bu nöronal yapıları göstermedeki yeterliliği çok zayıftı. O yüzden ultrasonun rejyonel blok için ilk kullanımı 1994 yılında yine supraklavikular bölgeden brakial pleksus bloğu ile olmuştur(12,13,43).

Özellikle son on yıl içerisinde, şirketler rejyonel anestezi için özel ultrason cihazları geliştirmeye, nöronal yapıların görünüm kalitesini arttırmak için yeni yazılımlar yaratmaya başladı. Ultrason görüntüsünün yüksek kalitede rejyonel anestezi ile paralel olduğunu gösterdi. Rejyonel anestezinin gereklilikleri ; doğru ilaç, doğru doz ve doğru lokasyondur. İğnenin, anatomik yapıların ve ilaç yayılımının görüntülenmesi anestezinin yeteneği ile ilişkilidir. (12,13,43).

Yapılan çalışmalar lokal anestezik ilaçların ektranöral bölgeye verilmesinin hem etkili hem de güvenli olduğunu göstermiştir. Sinir kılıfının içerisine yapılan bir enjeksiyonun potansiyel tehlikeleri vardır. Ama son dönemde yüksek görünüm kalitesine sahip ultrason cihazları ile epinervium altına yapılan enjeksiyonların hem güvenli hem de daha etkili olduğu görülmüştür(13,20). Yapılan lokal anesteziğin volümü de bir tartışma konusudur. Geçmişte etkili bölgesel anestezi sağlayabilmek için çok yüksek volümlerde lokal anestezik ilaç kullanılmış, hem de istenmeyen etkileri yanında getirmiştir. Ancak yüksek çözünürlükte ultrason görüntülerinin alınabilmesi ile kullanılan lokal anestezik dozları çok ciddi miktarda düşmüştür. Çok daha az volümde lokal anestezik kullanılarak aynı kalitede bölgesel anestezi elde edilmiştir(13).

Bölgesel anestezi uygulamalarında %100 başarı ile sonuçlanan ve güvenli olan bir teknik henüz tanımlanmamış. Ancak ultrason eşliğinde bölgesel anestezinin başarı ve güvenilirliği her geçen gün artmaktadır.

ULTRASON KULLANIMI BÖLGESEL ANESTEZİNİN DAHA GÜVENLİ OLMASINI SAĞLAR MI?

Bu soru rejyonel anestezi camiasını üçe bölmüştür. Bir grup ultrason rehberliğinde alınan görüntü ile yapılan işlemin daha güvenli olduğunu savunsa da bir başka grup da bunun tam tersini savunuyor. 3. Bir grup ise bu konuda yeterli bilgi ve tecrübenin oluşmadığını düşünüyor (13).

Rejyonel anestezide ultrason ve konvansiyonel teknikler karşılaştırıldığında uygulama sonrası nörolojik komplikasyon insidanslarının çok benzer olduğu görülmüştür. Ancak ultrason ile lokasyon seçimi, daha az lokal anestezi kullanımı daha güvenli bir uygulama sunduğu düşünüyor (13).

Rejyonel anestezide ultrason kullanımı hiçbir zaman nadir ve özel durumlarda uygulanan butik bir işlem olarak görülmemiştir. Ultrason kullanım yaygınlığını arttırmak konusunda birçok girişim başlamış ve şirketler cihazların kullanım kolaylığının artması için yatırımlar yapmıştır (13).

Son yıllarda çok daha yüksek frekanslı ultrason cihazlarının keşfi ile yüksek kalitede ve çözünürlükte görüntüler elde edilmeye başlanmıştır. Özellikle rejyonel anestezi uygulamalarında iki boyutlu ultrason cihazlarının kullanımı oldukça yaygındır. 3 ve 4 boyutlu cihazların kullanımı hem klinik olarak pratik değil hem de ilaç dağılımının görüntülenmesi konusunda yetersizdir. Teknolojideki ilerlemelerde daha küçük, daha taşınabilir ve daha kaliteli cihazların geliştirilmesini sağlamıştır. Bu aynı zamanda cihaz maliyetlerinin de düşürülmesini sağlamıştır(13)..

REJYONEL ANESTEZİDE ULTRASON KULLANIMININ AVANTAJLARI [13]

Sinir, Çevre Dokuların Ve İlaç Yayılımının Direkt Görüntülenmesi:

Hiç tartışmasız ki direkt görüntülemenin rejyonel anestezide ultrason kullanımının en önemli avantajıdır.

Anatomik Varyasyonların Belirlenebilmesi

Başarısız rejyonel anestezi girişimlerinin en önemli nedenlerinden birisi anatomik varyasyonlardır. Ultrason ile bu varyasyonların tespiti sayesinde bu başarısız girişimlerin önüne geçilmiştir.

Lokal Anestezi Kullanım Dozunun Azalması

Düşük volümde lokal anestezi kullanımı ancak sinir yapılarının direkt görüntülenebilmesi ile mümkündür.

Blok Kalitesinin Artması

Birçok çalışma uygulama sonrası çok daha süre ve kalitede rejyonel anestezi sağladığını göstermiştir. Kaliteli kavramı, etkili anesteziden düşük volüm kullanımına kadar birçok parametreyi kapsamaktadır.

Ağrısız Blok Uygulaması

Hasta konforu tüm bu işlemlerde en önemli parametrelerden birisidir. Ağrısız ve konforlu bir cerrahi prosedür sağlamak etkili bir rejyonel anestezi ile mümkündür. Ama bir o kadar da rejyonel anestezi uygulamasının ağrısız olması önemlidir. Geniş lümenli iğneler ve stimülatör kullanımı ağrıyı arttırmaktadır. Uygulamanın ultrason rehberliğinde yapılması ağırlı olan işlemin süresini kısaltarak ve bazı uygulamalarda stimülatör kullanım zorunluluğunu arttırarak avantaj sağlamaktadır. Cerrahi prosedür ve blok uygulaması esnasında hasta tatminini hedefleyen çalışmalar çok sınırlıdır (13)..

İĞNENİN GÖRÜNTÜLENMESİ

Ultrason kullanımının en önemli avantajı iğnenin ve lokal anestezi yayılımının görüntülenebilmesidir. Bu konuda görüntülenebilir kaliteli iğneler üretmek için şirketlerin çok çalışmaları olmuştur. İyi bir iğnenin özellikleri neler olmalıdır diye soracak olursak şu özellikler ön plana çıkmaktadır:

- İyi bir şekilde görüntülenebilir olmak.
- Tüm dokular için uygun olmak.
- İğne sınırlarının net olması.
- Az artefakt oluşturması
- Gölge oluşturmaması
- Çevre dokularla kolay ayrılabilir olması

Ne yazık ki ideal iğnenin hangisi olduğunu anlamamızı sağlayacak klinik bir çalışma yoktur. İğnelerin görüntülenebilirliğini ve blok performanslarının artmasını hedefleyen birçok çalışma ve gelişme mevcuttur.

Ultrason rehberliğinde rejyonel anestezide iki ayrı iğne kullanım tekniği tanımlanmıştır. İn-plane yöntem uygulama esnasında iğnenin uzun aksının tamamının sürekli olarak görüntülebilmekte, out-plane yöntem de ise iğne sadece bir nokta olarak görüntülenebilmektedir. Rejyonel anestezi uygulamalarında genellikle in-plane teknik kullanılmaktadır(13,20).

USG Eşliğinde İnfraklavikular Brakiyal Pleksus bloğu

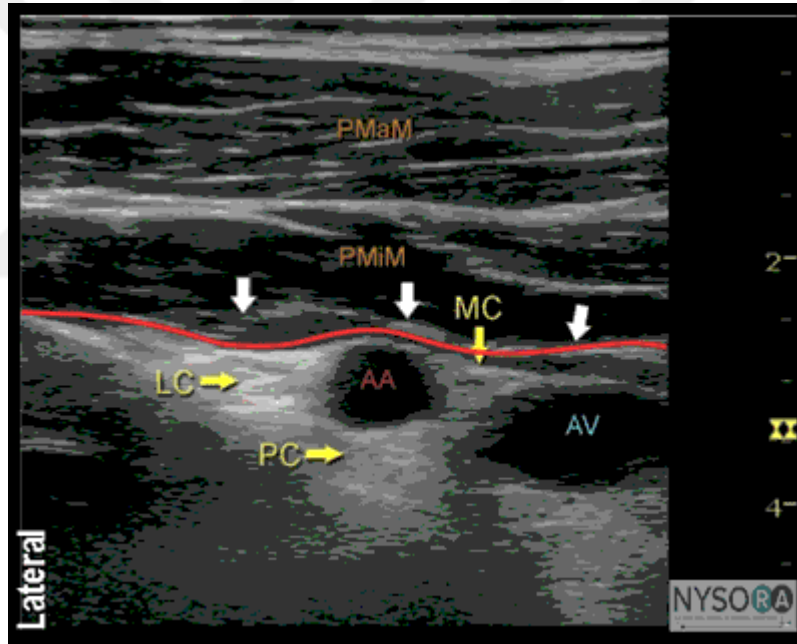
Genel Bilgiler

USG eşliğinde infraklavikular brakiyal pleksus bloğu, sinir stimülatörüne dayalı teknikte olduğu gibi geometrik ölçüm gerekmediği için daha kolaydır. Sonografik görüntüde arteriyel nabızın tesbit edilmesi işaret noktalarının tesbitinde 1. basit hedeftir. Ancak;bu seviyede pleksus daha yerleşimli olduğu ve yaklaşım açısı daha dik olduğu için aynı anda iğnenin ve ilgili anatominin gösterilmesi daha zorlayıcıdır. Neyseki; bu pozisyonda pleksusun 3 kordunun net olarak

görüntülenmesi her zaman mümkün olmasa da; lokal anesteziğin, arterin etrafında “U” şeklinde uygulanması ile yeterli blok oluşturulabilir. İnterskalen ve supraklavikular gibi yüzeysel yerleşimli tekniklere göre daha derin yerleşimli olduğu için katater tekniği için gayet uygundur (4, 13).

Sonoanatomisi

Aksiler arter pektoralis major ve minör kaslarının derinliğinde, pektoralis minör kasının fasyasının altındadır. Brakiyal pleksusun, lateral, medial ve posterior olmak üzere 3 kordu bulunur. Sefalad tarafa denk gelen ekranın solunda, kordlar çoğu zaman saat 9 hizasında (lateral kord), 7 hizasında (posterior kord) ve 5 hizasında (medial kord) olmak üzere yuvarlar hiperekoik oluşumlar olarak görülebilir (Şekil 8). Arter kesitte görüntülene kadar, prob superior – inferior doğrultuda hareket ettirilir. Seçilen alanın derinliğine ve taramanın yapıldığı seviyeye bağlı olarak , göğüs duvarı ve akciğer de görüntünün alt kadrarında görünebilir. Ortalama boyutlardaki bir hastada, aksiller arter ve brakiyal pleksus tipik olarak 3-5 cm derinlikte görülmektedir (2,3,4,44,45).



Şekil 8: Brakial pleksus (BP), infraklavikular fossada, işaretlenmiş ultrason görüntüsü. LK,lateral kord; PK,posterior kord; MK, medialkord; AA, aksiler arter; AV, aksiler ven; PMiM,Pektoralis minör kası; PMAm, pektoralis major kası.

Bloğun Dağılımı

Brakiyal pleksus bloğuna infraklavikular yaklaşım, omuz distalinde,üst kolun medial derisi(interkostabrakiyal sinir,T2),aksillanın hemen distalinde,kolun medial tarafından ek bir subkutanöz enjeksiyonla bloklanabilir.

Ekipman

Lineer problu (8-14 MHz)USG cihazı,steril kılıf,jel
Standart sinir bloğu tepsisi
Enjektöre çekili 20 ila 30 ml lokal anestezi
8-10 cm'lik 21-22 G eğimli yalıtılmış stimülatör iğnesi.
Periferik sinir stimülatörü
Steril eldiven

İşaret Noktaları ve Hasta Pozisyonu

USG probunun yerleştirilmesinin ve iğnenin ilerletilmesinin rahat olduğu her pozisyonda uygundur.Tipik olarak blok,hasta supin pozisyonunda,baş blok yapılacak yönün tersine dönük şekilde yapılır. Kol 90 derece abduksiyona alınır ve dirsek bükülür.

Korokoid çıkıntı önemli bir işaret noktasıdır ve kol kaldırılıp indirilirken omuzun medialindeki kemik çıkıntı palpe edilerek belirlenir.tarama genellikle, korokoid çıkıntının hemen medialinden ve klavikulanın inferiorundan başlar.

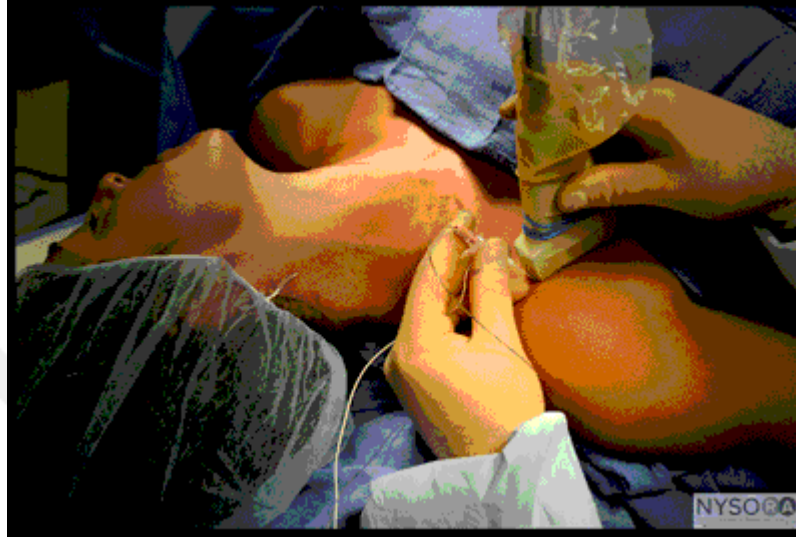
Amaç

Tekniğin amacı,lokal anestezi enjeksiyonunun,arterin etrafında dağılımı ultrasonla gösterilinceye dek devam etmektir.Kordları tek tek görmek ve hedeflemek gerekli değildir.Bunu yerine,lokal anesteziğin ,U-şeklinde saracak şekilde enjekte edilmesi 3 kordun da bloke edilmesi için yeterlidir.

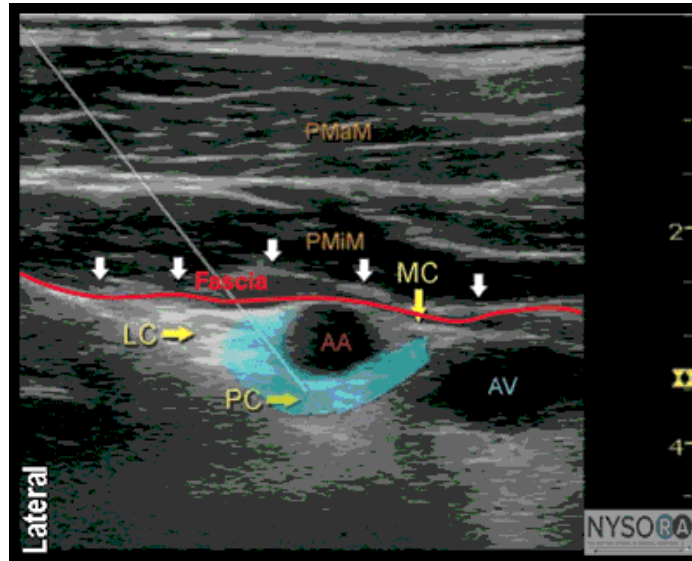
Teknik

Hasta uygun pozisyonda iken,cilt dezenfekte edilir ve prob aksiler arteri belirleyecek şekilde parasagital düzleme yerleştirilir (şekil 9). Hastanın göğüs duvarı kas yapısının kalınlığına bağlı olarak derinliğin ayarlanması gerekebilir.arter tipik olarak 3-5 cm arasında görülür.Arter belirlendiğinde ,brakiyal plexus kordları hiperekoik kordları arterle ilişkilerine göre yerleşimleri belirlenmeye çalışılır ancak her zaman bu mümkün olmaz. Neyse ki kordların gösterilmesi başarılı blok için şart değildir.İğne, giriş noktası klavikulanın hemen inferiorunda alacak şekilde,sefalad yönde in-plane olarak girilir. İğne pektoralis major ve minör kaslardan geçerek, aksiler arterin posterioruna doğru yönlendirilir. Eş zamanlı olarak sinir stimülasyonu kullanılıyorsa (0,5-0,8 mA,0,1 msn) ilk motor yanıt sıklıkla lateral kordandır (dirsek yada parmak fleksiyonu). İğne arterin altına doğru ilerletildiğinde posterior kord motor yanıtı alınır (parmak yada bilek ekstansiyonu). Dikkatli aspirasyondan sonra ,uygun iğne yerleşimini doğrulamak için 1-2 ml lokal anestezi enjekte edilir.Enjekte edilen lokal anesteziğin ,lateral ve medial kordları sarabilmesi için sırasıyla, sefaled ve kaudale doğru yayılması gerekir (şekil 10). Tek lokal anestezi enjeksiyonu, yeterli dağılımı sağlamazsa, aksiler arter etrafına ek iğne yönlendirmeleri ve enjeksiyonu gerekli olabilir (şekil 11).

Erişkin bir hastada, başarılı bir blok için, genellikle 20-30 ml lokal anestezi yeterli olur. Her ne kadar, lokal anesteziğin bu kadar geniş volümlerinin tek enjeksiyonu yeterli olsa da, brakiyal plexusu kapsayan her alana lokal anestezi sağlamak için, daha küçük iki- üç parça halinde farklı bölgelere enjekte etmek daha yararlı olabilir (4,14,45)

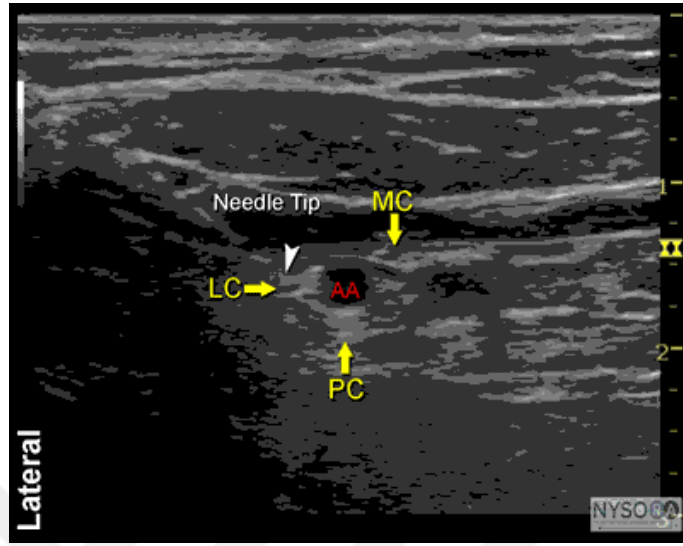


Şekil 9: İfraklavikular brakiyal plexus bloğu için iğne girişi sırasında hastanın pozisyonu. Prob, korokoid çıkıntının hemen medialinde ve klavikulanın inferioruna parasagittal olarak yerleştirilir (4).



Şekil 10: İfraklavikuler brakiyal plexus bloğu için ideal iğne yolunu gösteren USG görüntüsü. Mavi taralı alan ;aksiler arter (AA) etrafına dağılan ve pektoralis minör kasının fasyasının (kırmızı çizgi) altındaki brakiyal plexusun her 3 korduna da (LK;PK;MK) ulaşan ideal lokal anestezi

yayılımını temsil etmektedir.PMaK,pektoralis major ;MPiK,pektoralis minör kası (4).



Şekil 11: İnfraklavikular blok iğne yerleşimi [4].

MATERYAL VE METOD

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurul onamı alınarak (**Karar No:786**), Ekim 2016- Ocak 2017 tarihleri arasında Plastik Rekonstruktif ve Estetik Cerrahi kliniğinde anestezisi ultrason eşliğinde, periferik sinir stimülatörü kullanılmadan infraklaviküler brakial pleksus bloğu ile yapılan, el ve veya önkol cerrahisi geçiren ASA I-II , 18-65 yaş arası 70 hastanın dosyaları incelenerek retrospektif çalışmamıza dahil edildi.

Acil operasyon gerektiren, dört saatten uzun operasyon planlanan, ciddi organ yetmezliği olan kritik hastalar, gebeler, nöropsikiyatrik sorunları olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

İnfraklaviküler brakial pleksus bloğu periferik sinir stimülatörü kullanılmadan sadece USG (EsoateMyLab™30Gold linear probe, 8–18 MHz, Genova, Italy); Lineer prop 8-12 HZ) ile prob deltopektoral boşluğa klavikulaya dik olarak yerleştirilerek, inplane teknik kullanılıp, kısa aksta aksiller arter pektoral kasın altında görüntülenerek ve 80 mm periferik sinir blok iğnesi 22 g (Braun ,melsungen) aksiler artere göre saat 6 hizasına yönlendirilerek tek noktadan lokal anestezinin iki tarafta dağılımının görüldüğü 70 hasta dosyası incelendi. 20 ml % 0,5'lik bupivakain (Bustesin® % 0.5,5 mg/ml,20 ml;VEM İlaç) + 10 mL %2 'lik lidokain (Aritmal®%2, 20 mg/ml, 5 ml;OSEL İlaç) lokal anestezi karışımından 15 ml enjekte edilmiş Grup 1 n =35 hasta, 20 ml enjekte edilmiş Grup 2 n=35 hasta dosyası karşılaştırıldı.

Olguların demografik verileri; yaş, kilo, boy, vücut/kitle indeksi cinsiyet, operasyon ve turnike süreleri karşılaştırıldı.

Hasta dosyalarında duyuşal blok Pin-Prick testi (0= blok yok, 1= dokunma hissi var, ağrı yok, 2= dokunma hissi ve ağrı yok), Motor blok modifiye Bromage skalası (0-hiç paralizi yok, hasta dirseğini tam olarak fleksiyona getirebilir, 1- elini ve dirsekten sadece kolunu hareket ettirebilir, kolunu düz olupak kaldıramaz,2- kolunu dirsekten bükemez, sadece elini hareket ettirir, 3-elini ve parmaklarını hareket ettiremez, tam paralizi olarak derecelendirilir) ile değerlendirilmiş, lokal anestezi ilaç karışımı verildikten sonra 5.,10.,20.,30. dakikalarda kayıta alınmış veriler karşılaştırılmıştır.

Duyuşal blok süresi lokal anestezi enjeksiyonu bittikten sonra elde pin prick testi 0 olana kadar geçen süre, Motor blok süresi lokal anestezi enjeksiyonu bittikten sonra parmaklarını oynatana kadar geçen süre, Analjezi süresi lokal anestezi enjeksiyonu bitiminden ilk analjezik ihtiyacı olana kadar geçen süre olarak karşılaştırıldı. Ağrı değerlendirilmesi Visual analog skala

(VAS) skoru ile değerlendirilmiş olan blok öncesi, blok sonrası 2.saat, 4.saat, 6.saat, 12.saat ve 24.saatte istirahat ve hareketle değerlendirilmiş veriler karşılaştırıldı.

İnfraklavikular blok girişiminden 30 dk. sonra bloke olmamış veya kısmen bloke olmuş sinirler için, el bileği veya dirsek hizasından ek blok uygulanmış hastalar da gruplar arasında karşılaştırıldı..

İlacı ya da tekniğe bağlı gelişmiş komplikasyonlar ve veya yan etkiler; hemotoraks, pnomo toraks, sinir hasarı, lokal anestezi toksisitesi, intravasküler ilaç ponksiyonu, horner sendromu kaydedildi.

Uygulanacak istatistiksel yöntem: Örneklem büyüklüğü G*Power Version 3.1.6 programı ile hesaplanmıştır. Duyusal blok sürelerine göre örneklem sayısı Power analizde α 0.05, β % 80 aralığında 70 hasta olarak belirlendi. İstatistiksel analiz için SPSS 15.0 for Windows programı kullanıldı.

Tanımlayıcı istatistikler: Kategorik değişkenler için – sayı ve yüzde; değişkenin gruplar arasındaki oranı Ki Kare Analizi ile test edildi, koşulların sağlanamadığı durumlarda Monte Carlo Simülasyonu uygulandı., Sayısal değişkenler için – ortalama, standart sapma, minimum/maksimum, median; bağımsız iki grupta sayısal değişkenler normal dağılım koşulunu sağladığında Student T test, sağlamadığında Mann Whitney U testi ile karşılaştırıldı, ikiden çok bağımlı grupta sayısal değişkenlerin farkları normal dağılım koşulunu sağlamadığından Friedman analizi ile yapıldı, alt grup analizleri Wicoxon Analizi ile yapılp Bonferroni düzeltmesi ile yorumlandı.

İstatistiksel alfa anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

Bulgular

Gruplar arası demografik veriler operasyon ve turnike süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Tablo1).

Tablo 1. Demografik veriler, operasyon ve turnike süreleri.

	Grup 1		Grup 2		p
	Ort.±SD	Min-Maks	Ort.±SD	Min-Maks	
Cinsiyet (K/E)	5/30		9/26		0,232
Yaş (yıl)	36,6±17,4	17-86	36,8±15,2	17-77	0,597
Boy (cm)	174,0±4,9	163-183	172,6±5,2	159-180	0,240
Kilo (kg)	76,7±10,9	52-97	75,6±11,6	55-93	0,685
BMI	25,3±3,3	19-30,9	25,4±3,5	19,3-30,9	0,902
Turnike süresi (dk)	56,9±26,0	25-110	64,6±38,5	20-175	0,697
Operasyon süresi (dk)	64,6±28,5	30-130	78,7±47,3	30-230	0,380

p<0,05 olarak kabul edildi.

Gruplar arası blok karakteristikleri karşılaştırıldığında; Duyusal blok başlama süresi ($p<0,001$) ve Motor blok başlama süresinde ($p=0,017$) istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. Duyusal blok başlama süresi Grup n 1’de ortalama 20 dk, Grup n 2’de 10dk sürmüştür. Motor blok başlama süresi de Grup n 1’ de ortalama 25 dk , Grup n 2’de 20 dk sürmüştür.

Duyusal blok süresi Grup n 1’de ortalama 150 dk, Grup n 2’de 260 dk devam etmiştir. Duyusal blok süresi ($p<0,001$) ve Motor blok süresi ($p<0,001$) Grup 2’de Grup 1’e göre anlamlı olarak uzun saptandı.

Grup 1’de ortalama 365 dk, Grup 2’de 640dk sürmüştür. Analjezi süresi ($p<0,001$) karşılaştırıldığında. Grup 2’de Grup 1’e göre anlamlı olarak uzun saptandı.(tablo 2.)

Tablo 2. Blok Karakteristikleri

	Grup 1 n (35)			Grup 2 n (35)			p
	Ort.±SD	Min-Maks	Median	Ort.±SD	Min-Maks	Median	
Duyusal Blok Başlama Süresi (dk)	19,0±6,9	5-30	20	12,0±5,0	5-25	10	<0,001
Motor Blok Başlama Süresi (dk)	22,9±7,7	10-40	25	19,3±5,2	10-35	20	0,017
Duyusal Blok Süresi (dk)	147,6±32,0	90-210	150	245,7±38,1	150-305	260	<0,001
Motor Blok Süresi(dk)	130,4±28,0	85-190	135	234,0±36,3	150-310	230	<0,001
Analjezi süresi(dk)	369,9±27,6	325-460	365	631,7±47,3	460-690	640	<0,001
	n	%	n	%			p
Ek blok ihtiyacı(var/yok)	5	14,3	2	5,7			0,428

$p<0,05$ olarak kabul edildi.

Karşılaştırılan hastalarda ek blok ihtiyacı Grup 1’de 5 hasta, Grup n 1’de 2 hasta olmuştur. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. (tablo 2.)

Gruplar arası istirahat VAS skoru ortalaması Grup 1 de 6.saat, 12.saat Grup 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti (her ikisi için $p<0,001$). (Tablo 3) (Grafik 1)

Tablo 3 . İstirahat VAS skoru

		Grup 1			Grup 2			p
		Ort.±SD	Min-Maks	Median	Ort.±SD	Min-Maks	Median	
İstirahat VAS skoru	Blok Öncesi	1,94±2,26	0-7	0	1,34±1,76	0-5	0	0,315
	2.sa	0,00±0,00	0-0	0	0,00±0,00	0-0	0	1,000
	4.sa	0,74±1,42	0-5	0	0,20±0,68	0-3	0	0,054
	6.sa	1,89±1,53	0-7	2	0,51±0,98	0-3	0	<0,001
	12.sa	2,20±1,11	0-6	2	1,14±1,29	0-5	1	<0,001
	24.sa	1,80±1,37	0-6	2	1,37±1,31	0-5	2	0,182

$p<0,05$ olarak kabul edildi

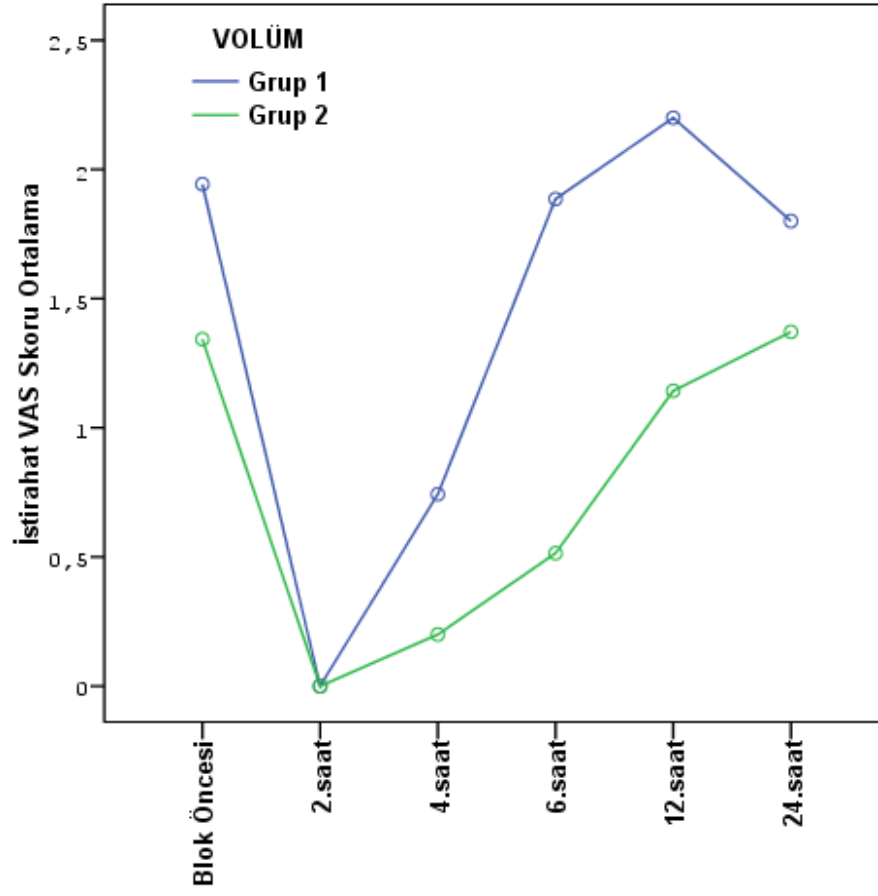
Alt grup analizlerinde Grup 1'de VAS skoru ortalamaları 2. ($p<0,001$) ve 4. ($p=0,008$) saatte blok öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düşüktü , Grup 2'de istirahat VAS skoru ortalamaları 2.saat ($p=0,001$), 4saat ($p=0,002$). ve 6saatte ($p=0,026$) blok öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düşüktü. (Tablo 4)

Tablo 4 . İstirahat VAS skoru (Alt Grup Analizleri)

	Grup 1	Grup 2
	p	p
Blok öncesi vs. 2.sa	<0,001	0,001
Blok öncesi vs. 4.sa	0,008	0,002
Blok öncesi vs. 6.sa	0,598	0,026
Blok öncesi vs. 12.sa	0,554	0,597
Blok öncesi vs. 24.sa	0,898	0,877

$p < 0,05$ olarak kabul edildi

Grafik 1 . İstirahat VAS skoru



Grup 1 de 4.saat (p=0,001), 6.saat (p<0,001), 12.saat (p=0,026) hareket VAS skoru ortalaması Grup 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti. (tablo 5) (Grafik 2)

Tablo 5. Hareket VAS Skoru

		Grup 1			Grup 2			P
		Ort.±SD	Min-Maks	Median	Ort.±SD	Min-Maks	Median	
Hareket VAS Skoru	Blok Öncesi	4,71±2,97	0-9	5	4,09±2,67	0-9	3	0,301
	2.sa	0,09±0,51	0-3	0	0,00±0,00	0-0	0	0,317
	4.sa	2,09±2,03	0-8	2	0,77±1,66	0-7	0	0,001
	6.sa	4,17±1,71	0-9	5	2,26±1,90	0-6	2	<0,001
	12.sa	4,57±1,61	0-9	5	3,71±1,82	0-8	3	0,026
	24.sa	4,03±1,84	0-7	5	3,86±1,68	0-7	3	0,436

p< 0,05 olarak kabul edildi

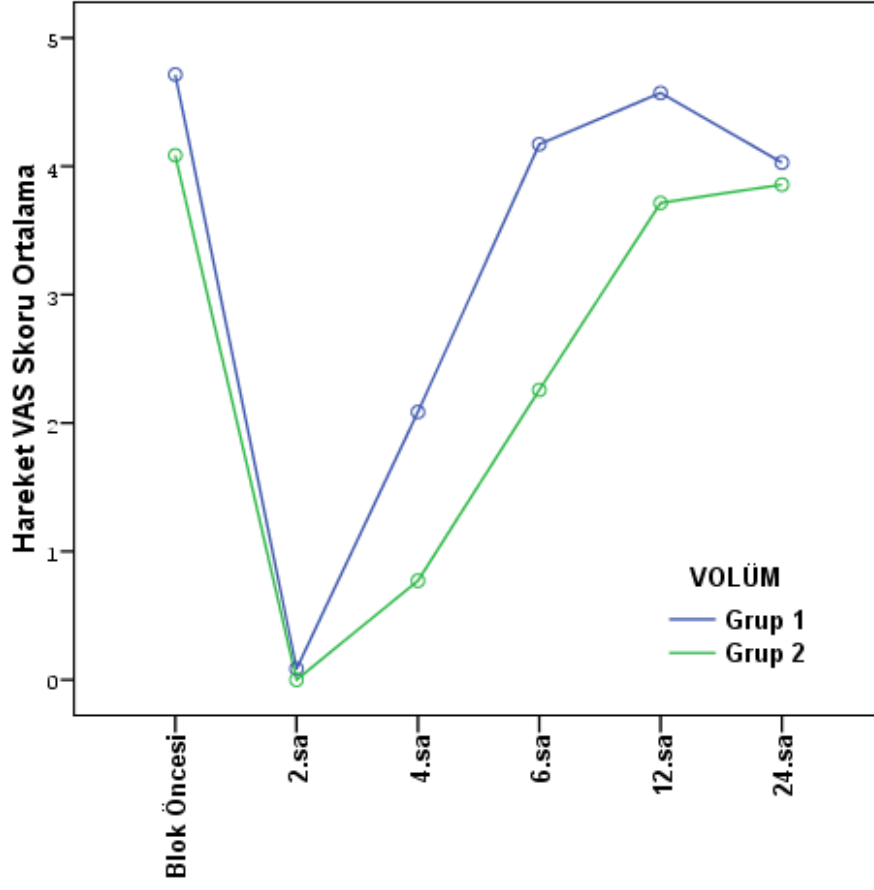
Alt grup analizlerinde Grup 1 de hareket VAS skoru ortalamaları 2.saat (p<0,001) ve 4.saat'de (p<0,001) Grup 2 de 2.saat (p<0,001), 4.saat (p<0,001) ve 6.saatte (p=0,001) blok öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düşüktü. (tablo 6)

Tablo 6 . Hareket VAS skoru (Alt Grup Analizleri)

	VOLÜM	
	Grup 1	Grup 2
	p	P
Blok öncesi vs. 2.sa	<0,001	<0,001
Blok öncesi vs. 4.sa	<0,001	<0,001
Blok öncesi vs. 6.sa	0,192	0,001
Blok öncesi vs. 12.sa	0,868	0,549
Blok öncesi vs. 24.sa	0,378	0,606

p< 0,05 olarak kabul edildi

Grafik 2 . Hareket VAS Skoru



TARTIşMA VE SONUÇ

Bu retrospektif alışmamızda USG eşliğinde yapılan infraklavikuler brakial pleksus bloğunda aynı konsantrasyonda lokal anestezi karışımının 20 ml uygulanması ile duyuusal bloğun daha hızlı başladığı ve analjezi sũresinin 15 ml uygulanan gruplara gũre daha uzun olduğunu bulduk.

Hastaya ve ameliyat tipine gũre en uygun olan anestezi yũntemin belirlenmesi zaman zaman tartışma konusu olabilmektedir. Őst ekstremitte blokları hem çok etkin olmaları, hem de USG eşliğinde gũvenle uygulanmaları nedeniyle gũn geçtikçe daha popũler olmaktadır (5,7,8,11,12,14). Őst ekstremitenin anatomik yapısı gereği, sinir demetlerinin arter çevresinde olması, uygulanacak rejyonel anesteziyi daha gũvenli ulaşılabilir hale getirmektedir. Őst ekstremitte anotomisini iyi bilmek de yapılan bloğun ulaştığı alanla, cerrahi alanın uyumlu olması açısından önemlidir (1,20,36,47,48,43). Uygulanacak ideal anestezi tekniği ve ilaç dozu hakkında değişik gũrũřler olduğundan bu konuda literatũrde bir çok çalışma bulunmaktadır. Hadzic ve ark,(6) gũnũbirlik el cerrahisinde genel anestezi ile infraklavikular bloğu karşılaştırdıkları çalışmada, infraklavikular blokaj ile analjezinin daha iyi sağlandığı, ek analjeziye ihtiyaç olmadığı, daha erken mobilizasyon sağladığı ve yan etkiler açısından daha Őstũn olduğu ortaya koymuştur. Őnceleri sinir sitũmũlatũrũ eşliğinde yapılan bloklar, gũnũmũzde USG ile yapıldığında, vaskũler, sinirsel yapılar ve plevra net olarak gũrũlebilmektedir (5,11,12,14). Bunların yanısıra periferik sinir iğnesi ve enjekte edilen ilacın dağılımı da iyi gũrũnmektedir. Anatomik farklılıklar daha kolay tesbit edilebildiğinden, pnũmotoraks, frenik sinir ve stallet ganglion blokajı, intraarteriel enjeksiyon gibi komplikasyonlar daha nadir ortaya çıkmaktadır (5,11,12,14).

USG eşliğinde yapılan bloklarda genel olarak direkt ilgili siniri hedeflemek yerine, difũzyon (yayıma) alanı hedeflenmektedir. Enjeksiyonların çoğu, tek bir seferde perivaskũler bũlgeye yapılmaktadır. Őst ekstremitte cerrahisinde interskalen blok ȳzelikle omuz cerrahisinde, supraklavikular blok ȳzellikle dirsek Őstũ, aksiller blok dirsek altı cerrahi girişimlerde, infraklavikular blok ise ȳzellikle midhumerus altı ameliyatlarda daha etkin olabilmektedir (4,5,11,12,14). İnftraklavikular bloğun amacı aksiller arterin komşusu olan lateral, medial ve posterior kordları bloke etmektir (4).

Çalışma konumuz olan tek noktalardan enjeksiyonla yapılan infraklavikular blokla ilgili bir çok çalışma vardır (1,3,11,20,46). İnftraklavikular blok tekniklerinde tek, çift ve ũ noktadan enjeksiyon yapılarak sinir blokajı sağlanabilmektedir. Tek nokta enjeksiyonunun yeterli olduğu ile ilgili çalışmalar daha çoktur (1,20). Heid ve ark. (51) Infraklavikuler blok ile aksiller bloğun teknik olarak karşılaştırıldığı çalışmada başarısının daha yũksek olması ve tam bloğun daha hızlı başlaması ũstũnlũkleriyle infraklavikuler bloğu tercih ederken, Koscielniak ark. (54) blok etkinliğinin, başlanıç zamanının ve hasta memnuniyetinin benzer olduğunu belirtmiştir. Ertuğ ve arkadaşları

(53). ise motor ve duyuşal blok süresi ve etkinliği yönünden benzer olduklarını, ancak kolunda mobilite sorunu olan hastalarda infraklavikular tekniğin daha kullanışlı olduğunu belirtmiştir.

Biz bu retrospektif çalışmamızda USG eşliğinde, periferik sinir stimulatoru kullanılmaksızın tek noktadan infraklavikular brakial pleksus bloğuyla opera edilmiş , el ve veya önkol travmalı hastaların dosyasını inceledik.

Rejyonel anestezi uygulamasını yaş, kilo, ASA, anestezi solüsyonun içeriği ve hacmi gibi birçok faktör etkilemektedir. Brown, brakial pleksus anatomisini, blokajın tipini, hasta seçimini, blokaj amacını iyi bilmek gerektiğine değinmiştir (19). Çalışmamızda demografik verilerin (yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi, cinsiyet) dağılımı, operasyon ve turnike süreleri bakılmış olup, her iki grup da benzer özellikler göstermiştir.

Infraklavikuler blokla ilgili olarak, Arcand ve arkadaşlarının (52) yaptığı 0,5 ml/kg (maksimum 40 ml), Koscielniak ve arkalarının (54) yaptığı 0,5 ml/kg (30-50 ml) dozda lokal anestezi kullanmış çalışmalar vardır. Sandhu ve ark (37). ise toplamda 21 ml ile başarılı sonuçlar elde ettiklerini açıklamışlardır. Bizim çalışmamızda periferik sinir stimilatörü kullanılmadan yalnızca USG ile infraklavikuler brakial pleksus blokağu yapılan hastalar iki gruba ayrıldı . 20 ml % 0,5'lik bupivakain (Bustesin® %0.5, 5 mg/ml,20 ml;VEM İlaç) + 10 mL %2 'lik lidokain (Aritmal®%2, 20 mg/ml, 5 ml;OSEL İlaç) lokal anestezi karışımından Grup 1'de (35 hasta) 15 cc, Grup 2'de (35 hasta) 20 cc lokal anestezi karışımı verilmiş 70 hasta çalışmaya dahil edildi.

Lokal anestezi volümünün artırılması lokal anestezinin nöral yapılar arasındaki dağılımını hızlandırarak duyuşal blok başlama süresini kısaltabilir (57). Aksiller blok uygulamasında , Krenn ve ark. (56) ropivakaini 30-60 ml aralığında kullanmışlar volümün artması ile duyuşal ve motor bloğun daha hızlı başladığını göstermişlerdir. Andrea P. Gonza'lez ve ark. (57) ları USG eşliğinde bizimle aynı teknikte tek noktadan, aksiller arterin saat 6 hizasında altına lidokaini aynı dozda, farklı konsantrasyonlarda vermişler, duyuşal ve motor blok başlama sürelerini gruplar arasında farklı bulmamışlardır. Infraklaviküler bölgede brakial pleksus kordlarının daha gevşek bir doku ile sarılması nedeniyle lokal anestezi konsantrasyonunun artırılması infraklavikuler bloğun başlama süresini kısaltmayabilir. Diğer taraftan Yang ve ark. (58) ropivakaini değişik doz ve konsantrasyonlarda infraklavikuler blokta 110 hastada yaptıkları çalışmada artan dozların motor bloğun uzamasına rağmen, anestezi başlangıcı, başarılı blok oranı ve duyuşal blok oranını etkilemediği ve artan dozun hacim artışı veya konsantrasyonun artması açısından daha iyi sonuç vermediği, ancak aynı zamanda sistemik toksisiteye neden olma ihtimalini arttırdığı kanısına varmışlardır. Casati ve ark. (59) aynı volümde lokal anestezinin artmış konsantrasyon ve dozda kullanılmasının duyuşal ve motor blok başlamasını hızlandırdığını, Bertini ve ark. (60) farklı volümlerde 400 mg bupivakainin duyuşal ve motor blok başlama süresini etkilemediği ancak postoperatif analjeziyi etkiledikleri sonucuna varmışlardır. Mosaffa F ve ark. (61) infraklavikuler blok uygulamasında konsantrasyon ve volümün anestezi başlaması ve başarısı üzerine etkilerini karşılaştırdıkları çalışmada volümün konsantrasyona göre daha üstün olduğunu göstermişlerdir.

Bizim de çalışmamızda Grup 1 (15 cc volüm) le yapılan blok, Grup 2 (20 cc) le yapılan blokla karşılaştırıldığında 20 cc volüm ile yapılan infraklavikuler blokda sensorial ve motor blok başlama süresi daha kısa bulunmuştur, postoperatif analjezi süresi, hem istirahat hem hareket VAS skorları bakımından 20 cc ile infraklavikuler blok yapılan grupta daha üstün bulundu. Sensoryel ve motor blok devam etme süresinin de uzamış olduğu saptandı.

Bu retrospektif çalışmamızda hiç bir olguda komplikasyon görülmemiştir. Literature bakıldığında; Neuburger ve arkadaşları (55) MR görüntüleme ile yaptıkları çalışmada infraklaviküler tekniğin pnömotoraks riskine karşı güvenilir olduğunu göstermişlerdir. Fonksiyonel ekspiratuar volümleri ölçmeye dayalı bir başka çalışmada, infraklavikuler tekniğin solunum fonksiyonları açısından olumsuz etki oluşturmadığını ortaya konulmuştur . Çalışmamızda hiçbir hastada solunum sıkıntısı ve pnömotoraks gelişmemesini blokları bu konuda tecrübeli bir ekibin uygulamış olmasına bağlıyoruz.

Bedder ve arkadaşlarının (7), 3 mg/kg bupivakain uygulayarak yaptıkları brakiyal pleksus blokajı çalışmasında herhangi bir toksisite belirtisi gelişmemiştir. Hilgier ve Lanz (9) da daha yüksek dozda bupivakain kullanarak uyguladıkları brakiyal pleksus bloklarında, toksik etkilerden bahsetmemişlerdir. Bizim çalışmamızda da hiçbir hastamızda sistemik toksisite izlenmemiştir.

Sistemik toksisite riski özellikle yaşlı, genel durum bozukluğu, karaciğer ve böbrek yetmezliği olan hastalarda ve gebelerde artar. Bu yüzden yapılan çalışmalarda volüm olabildiğince düşük tutularak başarılı blok elde edilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan infraklavikuler blokların hepsinde amaç minimum komplikasyon ile cerrahiye uygun maksimum analjeziyi sağlamaktır. Olguların travma vakası olması, motor fonksiyonların değerlendirilmesini güçleştirmiştir. Olguların blok öncesi nörolojik muayeneleri tam olarak bir nörolog tarafından yapılmadığından blok sonrası bulguların bazılarının hastada daha önceden mevcut motor yada sensorial hasara ait olup olmadığını yorumlayamadık. Bu konuda mevcut çalışmalarda da ayrıntılı nörolojik muayenelerin yapılamamış olmasının önemli bir faktör olduğu vurgulanmaktadır (45).

Sonuç olarak el ve önkol cerrahisi için uygulanan infraklavikuler blokta bupivakain ve lidokain karışımının 20 ml uygulamasının hem duysal ve motor blok başlama süresinin kısa olması, hem de postop analjezi süresinin daha uzun olması nedeniyle 15 ml uygulamasına daha üstün olduğu düşüncesine vardık.

KAYNAKLAR

1. Desgagnes MC, Levesque S, Dion N, et al. A comparison of a single or triple injection technique for ultrasound-guided infraclavicular block: a prospective randomized controlled study. *Anesth Analg* 2009; 109: 668–72
2. Sauter AR, Smith HJ, Stubhaug A, Dogson MS, Klaastad O. Use of magnetic resonance imaging to define the anatomical location closest to all three cords of the infraclavicular brachial plexus. *Anesth Analg* 2006; 103: 1574-6
3. Tran DQ, Bertini P, Zaouter C, Munoz L, Finlayson RJ. A prospective, randomized comparison between single- and doubleinjection ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2010; 35: 16-21
4. Hadzic A.ve Ark. Periferik sinir blokları ve ultrason eşliğinde rejyonel anestezi için anatomi 2.baskı. Güneş tıp kitapevi: Ankara.2013-6
5. Gürkan Y., Hoşten T.,Tekin M., Acar S.,Solak S.,Toker K. Brakiyal pleksus bloğunda ultrason eşliğinde supraklavikuler ve infraklavikuler yaklaşımın karşılaştırılması. *Ağrı* 2012; 24(4):159-164
6. Moore D.C.: Regional Block Fourth Edition Charles C. Thomas Publish 221-256, 1979.
7. Bedder MD, Kozody R, Craig DB.: Comparison of bupivacaine and alcalinized bupivacaine in brachial plexus anesthesia. *Anesth Analg.* 67: 48-52, 1988
8. Sandhu NS, Capan LM. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth* 2002; 89: 254–9
9. Greher M, Retzl G, Niel P, Kamholz L, Marhofer P, Kapral S. Ultrasonographic assessment of topographic anatomy in volunteers suggests a modification of the infraclavicular brachial block. *Br J Anaesth* 2002; 88: 632–6
10. Aguirre J, Blumenthal S, Borgeat A. Ultrasound guidance and success rates of axillary brachial plexus block—I. *Can J Anaesth* 2007; 54: 583
11. Bartussek E, Fatehi S, Motsch J, Grau T. Survey on practice of regional anaesthesia in Germany, Austria, and Switzerland. Part 1: quality assurance and training concepts. *Anaesthesist* 2004; 53: 836–46
12. Bigeleisen P., Wilson M.,(2006). A comparison of two techniques for ultrasound guided infraclavicular block *British Journal of Anaesthesia* 96 (4): 502–7
13. Marhofer, P., Harrop—Griffiths, W., Willschke, H. ve Kirchmair, L. ,Fifteen years of ultrasond guidance in regional anaesthesia: Part 2-Recent Developments in Block Techniques. *British Journal of Anaesthesia.* (2010);104 (6): 673-83.
14. Marhofer P., Harrop-Griffiths W., Kettner S.C., Kirchmair L. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: Part 1. *British Journal of Anaesthesia.*2010; 1-9
15. Nadeau M J., Levesque S.,Dion N.Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery. *J Can Anesth.*2013; 60:304–320

16. Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S. The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg Anesth Pain Med* 2006; 31(5):445-50.
17. Tsai TP, Vuckovic I, Dilberovic F, Obhodzas M, Kapur E, Divanovic KA, et al. Intensity of the stimulating current may not be a reliable indicator of intraneural needle placement. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33(3):207-10.
18. Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. Study Group on Regional Anesthesia. *Anesth Analg* 1999;88(4):847-52.
19. Brown DL, Bridenbaugh LD. The upper extremity somatic block. In: Cousins MJ, Bridenbaugh PO, editors. *Neural blockade*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998:345-370.
20. Casati A, Danelli G, Baciarello M, Corradi M, Leone S, Di Cianni S, et al. A prospective, randomized comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance for multiple injection axillary brachial plexus block. *Anesthesiology* 2007;106(5):992-6.
21. Gaertner E, Estebe JP, Zamfir A, Cuby C, Macaire P. Infraclavicular plexus block: multiple injection versus single injection. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:590 –4
22. Erdine S. Rejyonel Anestezi. *Nobel Tıp Kitabevleri*. 2005;7-33, 83-85,93-95.
23. Şahin Ş. Santral ve periferik sinir blokları el kitabı. *Rejyonel Anestezi Derneği*. 2004;1-2,112-117.
24. Reinhard M., Safer R. : Klinik Kılavuzu Anesteziyoloji Yüce reklam /yayım /dağıtım A. ş. 159-161, 292- 299, 2002
25. Kayhan Z. : Klinik Anestezi Logos Yayıncılık. 439, 441-452, 1997
26. Morgan GE., MAGED SM. : Klinik Anesteziyoloji 3. Baskı Güneş Kitabevleri Ltd. şti., McGraw-Hill, 284-308, 2004
27. Kayaalp O. : Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji Hacettepe-Taş Kitapçılık Ltd.şti, 792-804, 2002
28. Bigeleisen PE. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology* 2006; 105: 779–83
29. Esener Z. *Klinik Anestezi*, 1. Baskı, Samsun: Logos Yayıncılık, 1991.
30. Erdine S. Brakiyal pleksus bloğu, *Sinir Blokları*, Emre Matbaacılık, İstanbul, 1993; 111-113.
31. Morgan EG, Michail SM. *Clinical Anesthesiology*. 2nd Ed. Appleton and Lange. 1996.
32. Veering BT, Brown DL. *Regional Anesthesia and Analgesia*, 1th Ed., Rochester:W.B. SaundersCompany, 1996.
33. Strichartz GR, Bedre CB. *Lokal Anesthetics*. Miller RD, *Anesthesia* 4th Ed. United States of America: Churchill Livingstone Inc, 1994; 489-521.
34. *Anesthesia* Churchill Livingstone Inc. New York 1986, 985-1013

35. Kayaalp SO. Lokal Anestezikler: Tıbbi Farmakoloji 8.baskı, Ankara,Hacettepe-Tas,1998; 797-806.
36. Eappen S, Datta S. Pharmacology of local anesthetics. Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain 1998; 17: 10-7.
37. Sandhu NS, Manne JS, Medabalmi PK, Capan LM. Sonographically guided infraclavicular brachial plexus block in adults: a retrospective analysis of 1146 cases. J Ultrasound Med 2006;25:1555– 61
38. Jankov c D. : Regional Nerve Blocks and Infiltration Therapy Third Edition Blackwell Publishing Ltd. 82-122, 2004
39. Ceydeli N.,Radyolojik Görüntüleme Tekni i,Gama kitapevi. 2000
40. Zagzebski JA. Physics and instrumentation in Doppler and B mode ultrasonography In: Zwiebel WJ. Introduction to vascular ultrasonography, 3rd ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia 1992;pp:19-44.
41.  nal D.Tipta Kullanılan görüntüleme teknikleri tez.Ankara 2008
42. Se il Mustafa, Temel Ultrasonografi, İzmir 2008
43. la Grange P, Foster PA, Pretorius LK. Application of the Doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block. Br J Anaesth 1978; 50: 965–7
44. Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, Fitzgerald R, Gosch M, Weinstabl C. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. Anesth Analg 1994; 78: 507–13
45. Hadzic A, Gadsden J, Shariat AN. Local and nerve block techniques for analgesia after shoulder surgery. Anaesthesia 2010; 65: 547-8.
46. Lecours, M., Levesque, S., Dion, N., Nadeau, M.J., Dionne, A. Ve Turgeon, A.F. (2012).
47. Complications of Single-Injection Ultrasound-Guided Infraclavicular Block: A Cohort Study. J Can Anesth.2012;60: 244-52
48. Fredrickson M J., Wolstencroft P., Kejriwal R., Yoon A., Boland M R., Chinchawala S. Single Versus Triple Injection Ultrasound-Guided Infraclavicular Block: Confirmation of the Effectiveness of the Single Injection Technique. Anesth Analg.2010; 111:1325–7
49. Dingemans E, Williams SR, Arcand G, Chouinard P, Harris P, Ruel M, Girard F. Neurostimulation in ultrasound-guided infraclavicular block: a prospective randomized trial. Anesth Analg2007;104:1275–80
50. Tran de QH, Charghi R, Finlayson RJ. The “double bubble” sign for successful infraclavicular brachial plexus blockade. Anesth Analg 2006;103:1048–9.
51. Heid FM, Jage J, Guth M, Bauwe N, Brambrink AM. Efficacy of vertical infraclavicular plexus block vs. modified axillary plexus block: a prospective, randomized, observer blinded study.Acta Anaesthesiol Scand 2005 May; 49(5): 677- 82.
52. Arcand G, Williams SR, Chouinard P, Boudreault D, Harris P, Ruel M and Girard M.

Ultrasound Guided Infraclavicular Versus Supraclavicular Block. *Anesth Analg* 10/2005; 101(3): 886-90.

53. Ertug Z, Yegin A, Ertem S, Sahin N, Hadimioglu N, Dösemecı L, Erman M. Comparison of two different techniques for brachial plexus block: infraclavicular versus axillary technique.
54. Koscielniak-Nielsen ZJ, Rasmussen H, Hesselbjerg L, Nielsen TP, Gürkan Y. Infraclavicular block causes less discomfort than axillary block in ambulatory patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005 Aug; 49(7): 1030-4.
55. Neuburger M, Kaiser H, Rembold-Schuster I, Landes H. Vertical infraclavicular brachial plexus blockade. A clinical study of reliability of a new method for plexus anesthesia of the upper extremity. *Anaesthesist* 1998 Jul; 47(7): 595-9
56. Krenn H, Deusch E, Balogh B, Jellinek H, Oczenski W, Plainer-Zochling E, et al. Increasing the injection volume by dilution improves the onset of motor blockade, but not sensory blockade of ropivacaine for brachial plexus block. *Eur J Anaesthesiol*. 2003;20(1):21-5.
57. González AP¹, Bernucci F, Pham K, Correa JA, Finlayson RJ, Tran DQ. Minimum effective volume of lidocaine for double-injection ultrasound-guided axillary block. *Reg Anesth Pain Med*. 2013 Jan-Feb;38(1):16-20.
58. Yang CW, Kang PS, Kwon HU, Lee KC, Lee MJ, Kim HY, et al. Effects of increasing the dose of ropivacaine on vertical infraclavicular block using neurostimulation. *Korean J Anesthesiol*. 2012;63(1):36-42.
59. Casati A, Fanelli G, Aldegheri G, Berti M, Colnaghi E, Cedrati V, et al. Interscalene brachial plexus anaesthesia with 0.5%, 0.75% or 1% ropivacaine: a double-blind comparison with 2% mepivacaine. *Br. J Anaesth*. 1999;83(6):872-5.
60. Bertini L, Palmisani S, Mancini S, Martini O, Iocolano R, Arcioni R. Does local anesthetic dilution influence the clinical effectiveness of multiple-injection axillary brachial plexus block?: a prospective, double-blind, randomized clinical trial in patients undergoing upper limb surgery. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34(5):408-13.
61. Mosaffa F, Gharaei B, Rafeeyan M, Gachkar L. Comparing vertical and coracoids approaches for infraclavicular block in orthopedic surgery of the forearm and hand. *J Clin Anesth*. 2012;24(3):196-200.