T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ARTROSKOPİK OMUZ CERRAHİSİNDE UYGULANAN REJYONAL ANESTEZİ UYGULAMALARIMIZIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Burak Taha SARIOĞLAN

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR
2023

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ARTROSKOPİK OMUZ CERRAHİSİNDE UYGULANAN REJYONAL ANESTEZİ UYGULAMALARIMIZIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Burak Taha SARIOĞLAN

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Yeliz KILIÇ

ESKİŞEHİR
2023

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi Dekanlığı'na,

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum **"**Artroskopik Omuz Cerrahisinde Uygulanan Rejyonal Anestezi Uygulamalarımızın Değerlendirilmesi" başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımca yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı tarafından, 09.02.2023 tarihinde, 47 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı:
Tarih:
İmza

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,

Dr. Burak Taha SARIOĞLAN'a ait "Artroskopik Omuz Cerrahisinde Uygulanan Rejyonal Anestezi Uygulamalarımızın Değerlendirilmesi" adlı çalışma jürimiz tarafından Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tarih:……..

Jüri Başkanı Doç. Dr. Yeliz KILIÇ
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr. Gülay ERDOĞAN KAYHAN
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Üye Doç. Dr. Serdar EKEMEN
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu'nun ……/…../……
Tarih ve ……/…. Sayılı Kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Atilla Özcan ÖZDEMİR
Dekan

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda asistanlık eğitimime başladığım günden bu yana, bana bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren sayın hocalarım Prof. Dr. Mehmet Sacit GÜLEÇ'e, Prof. Dr. Birgül YELKEN'e Prof. Dr. Ayten BİLİR'e, Prof. Dr. Gülay ERDOĞAN KAYHAN'a, Doç. Dr. Serdar EKEMEN'e, Doç. Dr. Dilek ÇETİNKAYA'ya, Doç. Dr. Sema ŞANAL BAŞ'a,Doç. Dr. Yeliz KILIÇ'a Doç. Dr. Ferda YAMAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Meryem ONAY'a teşekkür ederim. Asistanlık eğitimim boyunca tez danışman hocalığımı yaparak benden desteklerini esirgemeyen Doç.Dr. Yeliz KILIÇ'a ayrıca minnetlerimi sunarım. Tez sürecimde, hasta takibinde yardımlarını esirgemeyen tüm ESOGÜ Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı araştırma görevlilerine ve anestezi tekniker/teknisyenlerine teşekkür ederim. Asistanlık eğitimimize başladığımız ilk günden beri birbirimize destek olduğumuz, sevgili eş kıdemim Dr. İlker UĞURLU'ya teşekkür ederim. Tanıştığımız andan itibaren her zorluğumda yanımda olan, tez yazma sürecini birlikte atlattığımız ve bu tezde en az benim kadar emeği olan sevgili eşim İrem ERASLAN'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

ÖZET

Sarıoğlan, B T. Artroskopik Omuz Cerrahisinde Uygulanan Rejyonal Anestezi Uygulamalarımızın Değerlendirilmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2023. İnterskalen brakiyal pleksus bloğu (ISB), omuz cerrahisi geçiren hastalarda postoperatif ağrı tedavisinde şu anki altın standarttır. Ancak, özellikle hemidiyafragmatik paralizi riski en önemlisi olmak üzere geniş bir yelpazede komplikasyonlar bu blokla ilişkilendirilmiştir. Tezimizde, interskalen bloğa alternatif olarak anterior supraskapular ve anterior kostoklaviküler düzeylerde yapılan blokların postoperatif analjezi ve hemidiyafragmatik fonksiyonları değerlendirdik ve üç grubu birbiriyle karşılaştırdık. Omuz artroskopisi planlanan 46 hastanın dahil edildiği bu prospektif gözlemcinin kör olduğu çalışmada katılımcılara ISB (n = 15), anterior supraskapular blok (ASB) (n = 15) veya kostoklaviküler brakiyal pleksus bloğu (CCB) (n = 16) yapıldı. Bu çalışmanın birincil amaçları, postoperatif numerik derecelendirme skalası (NRS) ağrı skorunu 1., 2., 6., 12. ve 24. Saatte değerlendirmek ve bloklardan önceki normal solunum sırasında ve bloklardan 30 dakika sonra diyafram ekskürsiyonunu ölçmekti. Cerrahi genel anestezi altında gerçekleştirildi. İlk iki saatlik NRS skorları, ISB grubunda diğer iki gruba göre istatistiksel olarak daha düşüktü ($p<0,001$), ancak bu fark klinik açıdan anlamlı değildi. 6. saatte üç grup arasında NRS skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. 12 ve 24 saatlik NRS skorları, ASB grubunda ISB grubuna göre istatistiksel olarak daha düşüktü ($p<0,05$) ve ASB ve CCB grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). İpsilateral diyafram ekskürsiyonu 30 dakika sonra CCB grubunda en iyi şekilde korundu ve diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu ($p<0,001$). ASB grubunda diyafram ekskürsiyonu, ISB grubuna göre istatistiksel olarak daha iyiydi ($p<0,001$). ISB'ye göre, ASB ve CCB, pulmoner fonksiyona daha az etkisi olan tatmin edici postoperatif analjezi sağlarken diyafram fonksiyonunu korumaktadır. Bu bloklar, omuz artroskopisi için geleneksel ISB'ye alternatif olarak düşünülebilirler.

Anahtar Kelimeler: İnterskalen brakiyal pleksus bloğu, anterior supraskapular blok, kostoklaviküler brakiyal pleksus bloğu, postoperatif ağrı

ABSTRACT

Sarıoğlan, B T. Assessment of Our Regional Anesthesia Applications in Arthroscopic Shoulder Surgery, Eskişehir Osmangazi University Faculty of Medicine, Medical Speciality Thesis in Department of Anesthesiology and Reanimation, Eskişehir, 2023. Interscalene brachial plexus block (ISB) is currently the gold standard for postoperative pain relief in patients undergoing shoulder surgery. But it is associated with a wide spectrum of block related complications, with the risk of hemidiaphragmatic paresis of prominent interest. In our thesis, we evaluated postoperative analgesia and hemidiaphragmatic function for blocks at the anterior suprascapular and anterior costoclavicular levels alternative to the interscalene block, and compared three of them with each other. Forty-six patients scheduled for shoulder arthroscopy were included in this prospective observer blinded study and received either ISB (n = 15), anterior suprascapular block(ASB) (n = 15), or costoclavicular brachial plexus block (CCB) (n = 16). Primary aims for this study were to document postoperative numeric rating scale (NRS) pain score at 1, 2, 6, 12, and 24 hours and assesment of diaphragmatic excursion at the beginings and 30 min after the blocks. Surgery was performed under general anaesthesia. NRS scores at first two hours were statistically lower in the ISB group than in other two groups ($p<0,001$), with no clinical significance. At 6h the was no statistically significant difference at NRS scores between three groups. NRS scores at 12h and 24h were statistically lower in the ASB group than ISB group ($p<0,05$), and there were not statistically significant difference between ASB and CCB groups ($p>0,05$). Ipsilateral diaphragmatic excursion at 30 min was best preserved in CCB group with statistically significant difference than other groups ($p<0,001$). In ASB group diaphragmatic excursion were also statistically significantly better than ISB group ($p<0,001$). Compared with the ISB, the ASB and CCB provides satisfactory postoperative analgesia while preserving diaphragmatic function(with less impact on pulmonary function). These blocks may therefore be considered an alternative to traditional ISB for shoulder arthroscopy.

Key Words: Interscalene brachial plexus block, anterior suprascapular block, costoclavicular brachial plexus block, postoperative pain

İÇİNDEKİLER

		Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI		iii
TEŞEKKÜR		iv
ÖZET		v
ABSTRACT		vi
İÇİNDEKİLER		vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ		ix
ŞEKİLLER DİZİNİ		x
TABLOLAR DİZİNİ		xi
1.	GİRİŞ	1
2.	GENEL BİLGİLER	3
2.1.	Rejyonal Anestezinin Tarihçesi	3
2.2.	Rejyonal Anesteziye Yardımcı Teknolojiler	4
2.2.1.	Sinir Stimülasyonu	4
2.2.2.	Ultrason	5
2.3.	Omuz Eklemi Hastalıkları ve Artroskopik Cerrahi	7
2.3.1.	Oturur Pozisyon	7
2.4.	Omuz Eklem Anatomisi	9
2.5.	Brakiyal Pleksus Anatomisi	14
2.6.	Omuzun İnnervasyonu	16
2.6.1.	Kutanöz İnnervasyon	16
2.6.2.	Derin İnnervasyon	17
2.7.	Brakiyel Pleksusun Topografik Fonksiyonel Anatomisi	18
2.7.1.	İnterskalen Oluk	18
2.7.2.	İnfraklaviküler Fossa	20
2.8.	Frenik Sinir Anatomisi	21
2.8.1.	US Eşliğinde Diyafram Ekskürsiyon Ölçümü	22
2.9.	Omuz Analjezisi İçin Yapılan Periferik Sinir Blokları	25
2.9.1.	İnterskalen Blok (ISB)	25
2.9.2.	Anterior Supraskapuler Sinir Bloğu (ASB)	29
2.9.3.	Kostoklaviküler Brakiyal Pleksus Bloğu (CCB)	31

Sayfa

2.10. Periferik Sinirlerin Fizyolojisi 34
2.10.1. Elektrofizyoloji 36
2.11. Lokal Anestezikler 37
2.11.1. Genel ve Farmakodinamik Özellikler 37
2.11.2. Farmakokinetik 39
2.11.3. Lokal Anestezik Sistemik Toksisitesi (LAST) 40
3. GEREÇ VE YÖNTEM 42
3.1. Blokların Uygulanması 43
3.2. Güç Analizi 48
3.3. İstatistik Analiz 49
4. BULGULAR 50
5. TARTIŞMA 55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 63
KAYNAKLAR 64

SİMGELER VE KISALTMALAR

ASA	Amerikan Anesteziyoloji Cemiyeti (American Society of Anesthesiologists)
ASB	Anterior Supraskapüler Blok
CCB	Kostoklaviküler Brakiyel Pleksus Bloğu
EKG	Elektrokardiyogram
ISB	İnterskalen Brakiyal Pleksus Bloğu
IV	İntravenöz
KAH	Kalp atım hızı
OKB	Ortalama kan basıncı
RSS	Ramsay Sedasyon Skalası
SKB	Sistolik kan basıncı
SpO_2	Periferik oksijen saturasyonu
VKİ	Vücut Kitle İndeksi

ŞEKİLLER

		Sayfa
2.1.	Nörostimülatör	5
2.2.	Lineer US probu	6
2.3.	Konveks US probu	6
2.4.	İğne giriş teknikleri	7
2.5.	Plaj sandalyesi pozisyonu	8
2.6.	Sağ omuz ekleminin önden görünümü	10
2.7.	Sağ omuz ekleminin arkadan görünümü	11
2.8.	Sağ omuz ekleminin yandan görünümü ve glenoid eklem	12
2.9.	Brakiyal pleksusun şematik gösterimi	15
2.10.	Supraskapüler sinirlerin kadavra görüntüsü	17
2.11.	Glenohumeral eklem kapsülünün dört bölgesinin innervasyonu	18
2.12.	İnterskalen oluk	19
2.13.	İnfraklavikuler fossa	20
2.14.	Frenik sinir	21
2.15.	Subkostal görüntüden diyaframın B mod (2D) değerlendirmesi	23
2.16.	İnterskalen bloğu için iğne yerleştirme tekniği	27
2.17.	İnterskalen bloğun seviyesinde frenik sinirin tanımlanması	28
2.18.	Anterior supraskapuler blok için iğne yerleştirme tekniği	31
2.19.	Kostoklaviküler alan	32
2.20.	Ultrason eşliğinde CCB'yi gösteren resim	33
2.21.	Periferik sinirin mikroskopik şematik görünümü	34
2.22.	Aksonda aksiyon potansiyeli	36
2.23.	Lokal anesteziklerin farmakolojik yapısı	38
3.1.	Çalışmamızdan ISB ultrason görüntüsü	44
3.2.	Çalışmamızdan ASB ultrason görüntüsü	44
3.3.	Çalışmamızdan CCB ultrason görüntüsü	45
3.4.	NRS ağrı ölçeği örneği	47
4.1.	Normal soluktaki diyafram ölçümlerinin değişimleri	52
4.2.	Grupların postoperatif NRS puanları	54

TABLOLAR

Sayfa

2.1. Cinsiyetlere göre farklı solunum manevraları için normal ekskürsiyon değerleri 24

2.2. Farklı sinir tipleri, karakteristikleri ve lokal anestezik duyarlılıkları 35

3.1. Ramsay Sedasyon Skalası 47

3.2. Bulantı/Kusma Likert Ölçeği 48

3.3. Taburculuk öncesi ağrı yönetiminden memnuniyet ölçeği 48

4.1. Hastaların demografik ve preoperatif özellikleri 50

4.2. Ek ağrı kesici kullanımlarının gruplara dağılımı 51

4.3. Normal soluktaki diyafram ölçümlerinin değişimleri 52

4.4. Postoperatif gruplardaki NRS puanları 54

1.GİRİŞ

Omuz cerrahisi dünyada en sık yapılan 2. Ortopedik cerrahi olup şiddetli postoperatif ağrı ve opioid ihtiyacıyla ilişkilidir. Artroskopi kullanımı ağrıyı azalttığı, hastanede kalış süresini kısalttığı ve hasta memnuniyetini artırdığı için popülerdir. Bununla birlikte, hastaların %40'ından fazlasında ameliyat sonrası hemen ağrı sorun olmaya devam etmektedir(1). Bu durum sadece hastanın konforunu bozmakla kalmaz aynı zamanda erken dönemde rehabilitasyona engel olarak cerrahi sonrası elde edilecek fonksiyonel sonucu da etkiler. Postoperatif ağrı kontrolünde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. İntravenöz opioid ajanlar en sık kullanılan analjezik tekniklerden biridir. Ancak solunum depresyonu, uzamış sedasyon, konstipasyon, alerji, bulantı, kusma gibi istenmeyen yan etkiler oluşturabilir(2). Bundan dolayı alternatiflere yönelinmiştir.

Omuz cerrahisi analjezisi için rejyonal anestezi teknikleri bu sorunlara yanıt olarak kullanılagelmiştir. Geçmişte rejyonal anestezinin uygulamasının zaman alması, etkisinin geç başlaması ve deneyim gerektirmesi tercih edilmeme nedenleriydi. Günümüzde ultrasonografinin (US) gelişimi, özellikle yüksek frekanslı ve yüzeyel dokuların daha net görüntülenmesine olanak veren US probunun periferik sinir bloklarındaki artan kullanımı daha güvenli, hızlı ve konforlu blok uygulamasını mümkün kılmıştır(3). Böylece brakiyal pleksus rejyonal blokları, anestezi pratiğinde rutin uygulanan etkin ve güvenilir analjezi teknikleri olmuştur.

Günümüzde omuz cerrahisinde postoperatif ağrının kontrolünde interskalen brakiyal pleksus bloğu (ISB) altın standart kabul edilmektedir(4). Omuz cerrahisi analjezisi için güvenilirlik ve etkinliklerine rağmen, blokları, kronik akciğer hastalığı olan hastalarda tolere edilemeyen frenik sinir felci ve diyafram paralizisi ile ilişkilidir(5). Özellikle bu hasta gruplarında omuz analjezisi için frenik siniri etkilemeyen alternatif bloklar geliştirilmeye çalışıkmaktadır. Son yıllarda bu amaçla uygulanan anterior supraskapular sinir bloğu (ASB)(6) ve kostoklavikuler brakial pleksus bloğu (CCB)(7) umut verici sonuçlar vermektedir.

Diyafram fonksiyonundaki değişiklikler solunum sistemi ultrasonografik muayenesi ile ölçülüp takip edilebilmektedir(8). Böylece kronik akciğer hastalığı vb.

ek hastalığı olan hastalarda yapılacak blok yöntemlerine hastaya göre karar verilebilmektedir.

Yaptığımız literatür araştırmasında bu üç blok türünü US görüntüleme ve stimülatörü birlikte kullanarak karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlayamadık. ISB, ve CCB tekniklerinin etkinlik ve güvenilirliğini US ve sinir stimülatörü eşliğinde karşılaştırmayı amaçlamıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Rejyonal Anestezinin Tarihçesi

Güney Amerika yerlileri muhtemelen 1800'lerde Avrupa'ya ithal edilmeden önce kokaini lokal anestezik olarak kullanmışlardı. Freud, Koller'in kokain ile yapılan topikal anesteziyi keşfinin önünü açtı(9) ve Koller, 1884 yılında ilk defa göz cerrahisi için topikal anesteziyi rapor etti(10). Kısa süre sonra cerrahlar, göz cerrahisi, lokal anestezi, periferik sinir blokajı ve spinal anestezi için kokain anestezisini uyguladılar. 1904 yılında Einhorn, prokaini sentezledi, ancak etkisi kısacık sürüyordu ve metaboliti olan para-aminobenzoik asite alerjik tepkiler vardı. Dibukain (1925) ve tetrakain (1928) faydalıydı, ancak terapötik pencereleri dardı(11).

19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında cerrahlar rejyonal anesteziyi popülerleştirdi ve neredeyse tüm modern teknikleri tanımladılar. 1901 yılında Crile, "cerrahi şoku" bloke etmek için rejyonal anesteziyi kullanarak "preemptif analjeziyi" öngördü(12). İspanyol cerrah Pagés-Miravé, 1921 yılında lomber epidural enjeksiyonu tanımladı. 1920 yılında Labat rejyonal anesteziyi popülerleştirdi(13).

Brakiyal pleksus sinir bloğu ise ilk kez 1884 yılında Halsted tarafından gerçekleştirildi(14). Günümüzde kullanılan rejyonal anestezi yöntemlerinin çoğu 1880-1920 yılları arasında geliştirilmiş tekniklerdir.

Rejyonal anestezi tekniğinin kullanımı özellikle spinal anestezide devrin sınırlamalarından kaynaklı 20. yüzyılın ortalarında bir düşüş yaşadı. Ancak 1954 yılında Dripps ve Vandam, spinal anestezi yapılan 10,098 hastada ciddi nörolojik sorun bulunmadığını gözlemleyerek rejyonal tekniklerin canlanmasına katkıda bulundu(15). Moore ve Bonica da bu canlanmaya katkı sağladı(16). Aminoamid lokal anesteziklerin (ilk olarak lidokain 1947'de, ardından mepivakain 1957'de, prilokain 1960'ta ve bupivakain 1963'te) tanıtımı, rejyonal tekniklerin kullanımını daha da artırdı(17).

1980'lerde, periferik sinir stimülatörleri daha güvenli ve daha kolay periferik sinir blokajı sağladı(18) ve intratekal ve epidural opioidlerin segmental analjezi sağlamak amacıyla (nadiren solunum depresyonu gibi nadir durumlar dışında) kullanımı gösterildi(19). Nörostimülasyonu takiben en önemli gelişme ise US aracılığı ile görsel rehberliğin sağlanması ve hedef yapıların, ilaç dağılımının ve önemli

anatomik komşulukların görüntülenmesidir(18). 1990'larda, Viyana Üniversitesinden araştırmacılar ultrason kullanarak periferik sinirleri tanımlayarak, kullanılması gereken lokal anestezik hacmini azaltarak hastaların parestezi oluşturan teknikler veya sinir stimülatörlerinin neden olduğu motor yanıtlardan kaynaklanan rahatsızlığını azalttı(20). Son olarak, geliştirilmiş teknikler (aşamalı artan enjeksiyonlar), daha güvenli yeni anestezikler (ropivakain) ve lokal anestezik toksisitesi için lipit emülsiyonlarının enjeksiyonu, 1980'lerde intratekal veya intravenöz olarak enjekte edilen lokal anesteziklerin güvenliğiyle ilgili endişeleri aşmaya yardımcı oldu(21, 22).

2.2. Rejyonal Anesteziye Yardımcı Teknolojiler

2.2.1. Sinir Stimülasyonu

Ultrason, rejyonal anestezi alanında kullanılmadan önce, sinir lokalizasyonu genellikle sinir stimülasyonu ile yapılırdı. Nörostimülatör cihazı Şekil 2.1.'de verilmektedir. Tipik olarak 1-1.5 mA yüksek stimülasyon akımı kullanılır ve akım, genellikle çoğu periferik sinir için 0.5 mA'de motor yanıtın elde edildiği minimum düzeye yavaşça düşürülür. Daha sık olarak, bu, düşük stimülasyon akımlarında (0.3 mA veya daha az) motor yanıtın kaybedilmesi takip edilir ve intraneural enjeksiyonları dışlamak için lokal anestezik uygulanmadan önce negatif kan aspirasyonunu takiben test dozu verilir, motor yanıtın azaldığını veya yok olduğunu not etmek için stimülasyon akımı artırılırdı (Raj Test)(23). Başlangıçta, düşük akımla elde edilen motor yanıtın, lokal anestezik veya normal salinin hedef siniri iğne ucu yönünde iterek sona erdiği varsayılmıştır. Ancak, bu hipotez, lokal anestezik veya serum fizyolojik içeren çözeltilerle iğne boyunca akımın dağıldığını gösteren çalışmalar tarafından çürütülmüştür. %5 Dextroz (D5W) gibi suda bir iletken olmayan bir sıvı kullanıldığında, elde edilen motor yanıtın devam ettiği veya arttığı gösterilmiştir.(24) Bu yanıt, D5W'nin elektrik alanını iğne ucuna odaklamasına olanak sağlar. Bu nedenle, sinir stimülasyonu kullanırken, iğne ucu pozisyonunun doğruluğunu onaylamak için başlangıç enjeksiyonu yaparken D5W kullanmak önemlidir; aksi takdirde, motor yanıt elde etmek için daha yüksek bir akım eşiği gerekebilir. Tek başına kullnılmasa bile sinir stümülasyonu ultrason ile kombine edildiğinde blok güvenliği ve başarısı için fayda sağlar.

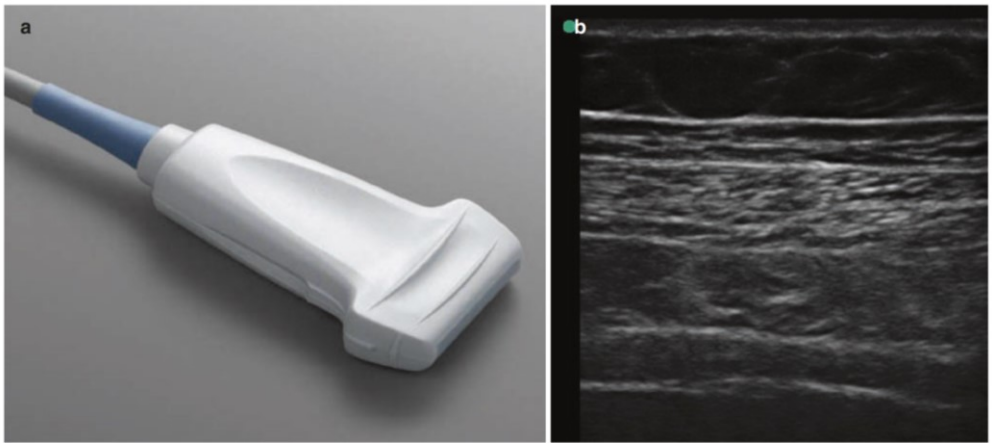


Şekil 2.1. Nörostimülatör (Kendi arşivimizden alınmıştır.)

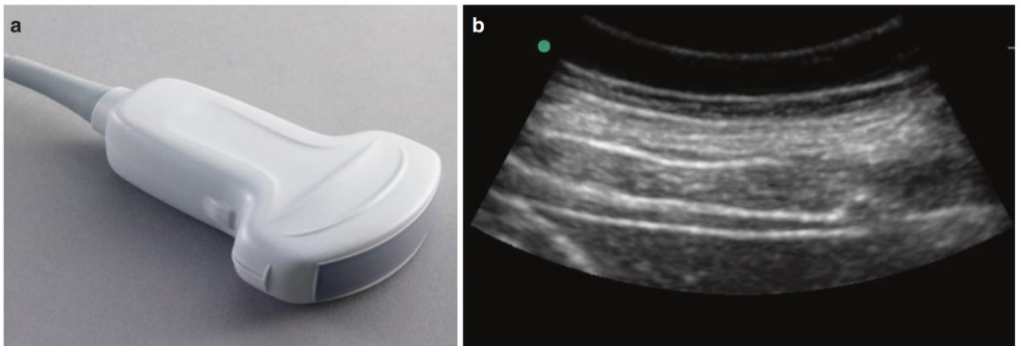
2.2.2. Ultrason

Dr. LaGrange tarafından 1978 yılında brakiyal pleksus bloğuna yardımcı olmak için ultrason kullanımının ilk açıklamasından bu yana, ultrason eşliğinde rejyonal anestezi alanında büyük bir gelişme yaşanmıştır. Ultrason 20 kHz'nin üzerinde frekanslara sahip işitilemeyen ses dalgasıdır. Bir ses dalgası, moleküllerin titreşimiyle bir ortam üzerinden iletilen mekanik enerjinin basınç dalgası olarak tanımlanabilir. Bu dalga gazlar, sıvılar veya plazma gibi ortamlarda moleküllerin lineer bir yönde salınımıyla longitudinal veya katı ortamda moleküllerin perpendiküler salınımıyla transvers olarak yayılır (25).

Ultrason dalgaları etkileştikleri dokularda yansıma (*reflection)*, zayıflama (*attenuation*), kırılma (*refraction*) ve emilime (*absorbtion*) uğrarlar. Yüzeysel dokulardan yüksek frekansta, derindeki dokulardan ise düşük frekansta daha iyi görüntü alınır. Rejyonal anestezide iki tip US probu kullanılmaktadır: Lineer prob, dikdörtgen bir görüntü oluşturan yüzeyi düz probken, konveks prob ise kavisli bir tarama ile konveks görüntü verir (Şekil 2.2). Bu yüzden yüksek frekanslı lineer transdüserler, en üst derinlikteki sinir blokları için (örneğin brakiyal pleksus bloğu gibi) en uygunken, düşük frekanslı kavisli transdüserler (Şekil 2.3.) daha derin bölgelerin taranmasına ve blokların yapılmasına uygundur(örneğin subgluteal bölgede yapılan siyatik blokları, nöraksiyal işlemler, diyafram ölçümleri gibi) (25).



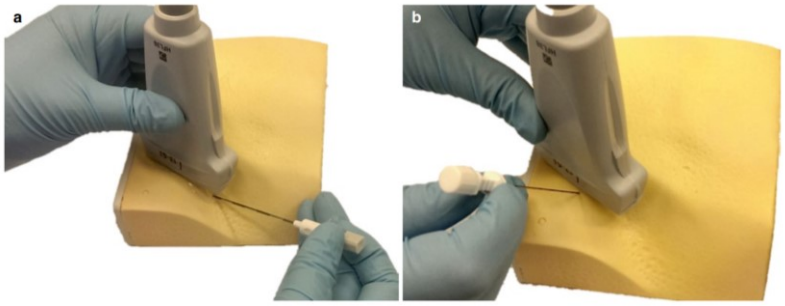
Şekil 2.2. (a) Bir lineer US probu. (b) Bir lineer probun görüş alanı- Sehmbi ve ark. (25)'ndan alınmıştır.



Şekil 2.3. (a) Bir konveks US probu. (b) Bir konveks probun görüş alanı- Sehmbi ve ark. (25)'ndan alınmıştır.

US sırasında görüntü kalitesinin optimizasyonu için hizalama(*alignment)*, rotasyon(*rotation*), *tilt* (*tilting*) ve basınç(*pressure*) olmak üzere dört temel prob manevrası kullanılmaktadır. Ayrıca optimal görüntü için derinlik, frekans, odak, kazanç (gain) ve doppler gibi US fonksiyonlarından faydalanılır.

Uygulanacak blok tipine göre düzlem içi (*in plane*) veya düzlem dışı (*out of plane*) olacak biçimde US eşliğinde iğne yönlendirme teknikleri kullanılmaktadır (Şekil 2.4). Düzlem içi teknikte iğne tüm seyri boyunca takip edilebilir ve iğne derinliği daha iyi kontrol edilebilir. Düzlem dışı teknikte iğne sadece noktasal bir kesit olarak görülebilir.



Şekil 2.4. İğne giriş teknikleri **a.**Düzlem içi teknik **b.** Düzlem dışı teknik. Sehmbi ve ark. (25)'ndan alınmıştır.

2.3. Omuz Eklemi Hastalıkları ve Artroskopik Cerrahi

Biseps tendon yaralanmaları, kemik çıkıntıları, donuk omuz, labrum yırtıkları, osteoartrit, rotator manşet yırtıkları, rotator manşet tendiniti, omuz sıkışma (impigement) sendromu, omuz instabilitesi gibi patolojiler için artroskopik cerrahi uygulanabilmektedir(26).

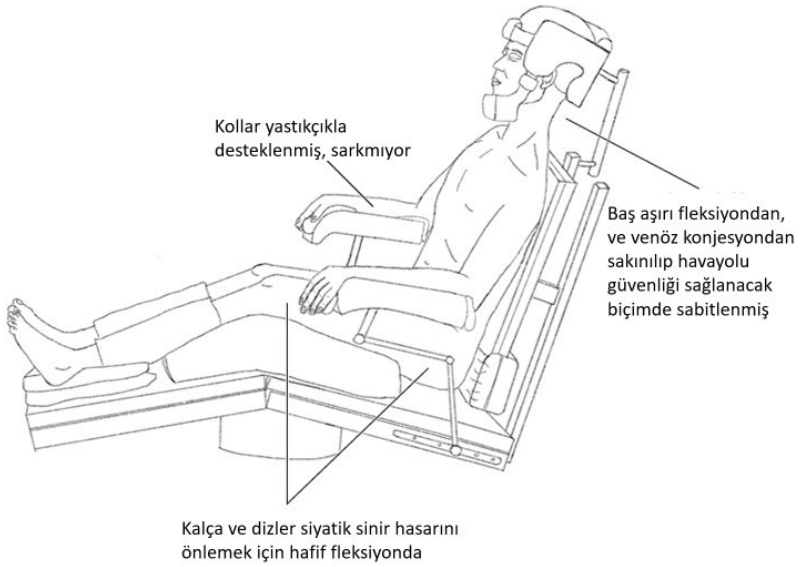
2.3.1. Oturur Pozisyon

Genellikle, arka fossa kraniyotomisi, arka servikal omurga cerrahisi ve omuz işlemleri için oturur pozisyon kullanılır. Omuz cerrahisi için kullanılan oturur pozisyonun çeşidi genellikle "plaj sandalyesi pozisyonu" olarak adlandırılır (Şekil 2.5.). Baş, değişen derecelerde yükseltilebilmektedir ve birçok omuz cerrahı tarihsel olarak kullanılan 45 dereceden ziyade genellikle 20 derecelik bir yükseltme istemektedir(27).

Omuz cerrahisi için baş, bant veya yüz desteği ile desteklenmektedir. Kollar, dolgulu kol tahtaları veya kol destekleri üzerinde desteklenmektedir. Cerrah için avantajlar arasında geliştirilmiş cerrahi erişim, omuz eklemine geliştirilmiş mobilite ve ortopedik cerrahilerde cerrahi alanında azalan kan akışı bulunmaktadır(27).

Kardiyovasküler değişiklikler, oturma pozisyonunun en önemli fizyolojik etkileridir. Alt ekstremitelerde venöz göllenme, genel anestezi ile birlikte gelen vazodilatasyon ve miyokardiyal depresyon, kalp ön yükünde, vuru hacminde, ortalama arteriyel basınçta ve serebral perfüzyon basıncında bir azalmaya neden olabilmektedir.

Hemodinamik değişiklikler, intravenöz sıvı uygulaması, kalçaların bükülü olduğu ve bacakların yüksek olduğu bir pozisyona getirme, sıkıştırma çorapları ve kademeli baş yükseltme ile hafifletilebilir(28).



Şekil 2.5. Plaj sandalyesi pozisyonu- Welch ve ark.(29)'ndan alınmıştır.

Plaj sandalyesi pozisyonunda omuz cerrahisi geçiren hastalarda inme, iskemik beyin hasarı, omurilik yaralanması ve ölüm gibi durumlar rapor edilmiştir. Plaj sandalyesi pozisyonunda nörolojik yaralanmayı önlemeye yönelik çabalarda, serebral perfüzyon ve oksijenasyonun korunmasına odaklanılmıştır. Maalesef oturma pozisyonunun serebral perfüzyon ve oksijenasyon üzerindeki etkileri karmaşıktır ve tam olarak anlaşılmamıştır(30).

Serebral perfüzyon ve oksijenasyonu koruma stratejisi olarak oturma pozisyonundaki hastalarda ortalama arteriyel basınç ölçümlerini kan basıncı manşonu ve beyin arasındaki hidrostatik fark için düzeltilmesini önerilir ve ameliyat öncesi dinlenme değerlerinin yüzde 80'in altındaki kan basıncı değerlerini agresif bir şekilde tedavi ederken, MAP değerinin 70 mmHg'nin üzerinde kalmasını sağlanması hedeflenir(29). Yaşlı hastalar, hipertansiyon hastaları ve serebrovasküler hastalık riski olan diğer hastalarda hastanın temel kan basıncı değerini korunmalıdır(31).

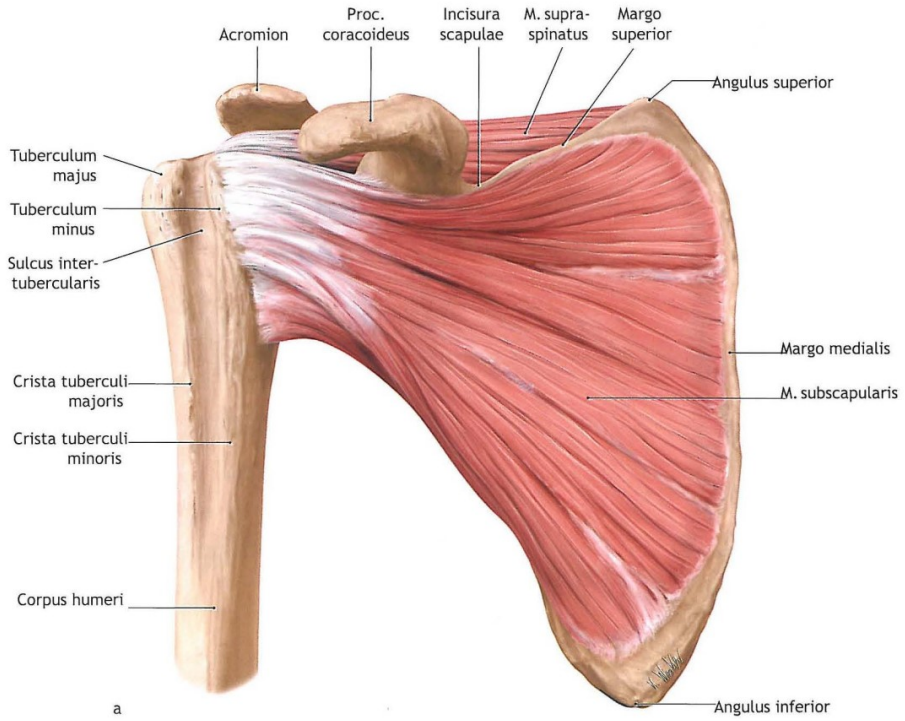
Oturma pozisyonunda fonksiyonel rezidüel kapasite ve akciğer kompliyansı supin, yan ve prone pozisyonlara göre karın içeriği diyaframdan uzaklaştığı için artar. Ancak oksijenlenme üzerindeki nihai etki kalp debisi ile ilgilidir ve bu oturma pozisyonunda genellikle azalır, bu da solunum fonksiyonunun iyileşmiş etkilerini önemsiz hale getirmektedir.(32).

Brakial pleksus, kollar yeterince desteklenmezse gerilime maruz kalabilir. Ulnar sinir dirsek bölgesinde sıkışabilir ve dolayısıyla dolgulu destekleri olmalıdır. Siyatik sinirin gerilme hasarının önlenmesi için kalçalarda 90 dereceden fazla fleksiyona izin verilmemeli, dizler hafifçe fleksiyonda olmalıdır. Zayıf yapıdaki hastalar, pelvisten çıkarken siyatik sinirin sıkışma riski daha yüksek olduğundan ekstra koltuk minderi ile desteklenmedir.

Sırtüstü otururken (veya diğer pozisyonlarda) boyun fleksiyonu, boyundaki damar obstrüksyonuna, endotrakeal tüp veya supraglottik hava yolunun bükülmesine veya tıkanmasına ve dilde ve orofarenkste şişmeye neden olabilir(33). Başın konumlandırılması sırasında çene ile sternum arasında iki parmak genişliğinde boşluk koruyarak bu komplikasyonlardan kaçınılmalıdır.

2.4. Omuz Eklem Anatomisi

Kompleks anatomik yapısı sayesinde insan omuzu vücuttaki diğer tüm eklem bölgelerinden daha büyük bir hareket kabiliyetine sahiptir. Omuz kuşağı üç kemikten (klavikula, skapula ve proksimal humerus) ve dört eklemden (sternoklaviküler [SC], akromiyoklaviküler [AC], glenohumeral ve skapulotorasik) oluşur (Şekil 2.6, 2.7, 2.8.). Glenohumeral eklem, yaygın olarak omuz eklemi olarak adlandırılan ana eklemdir(34).

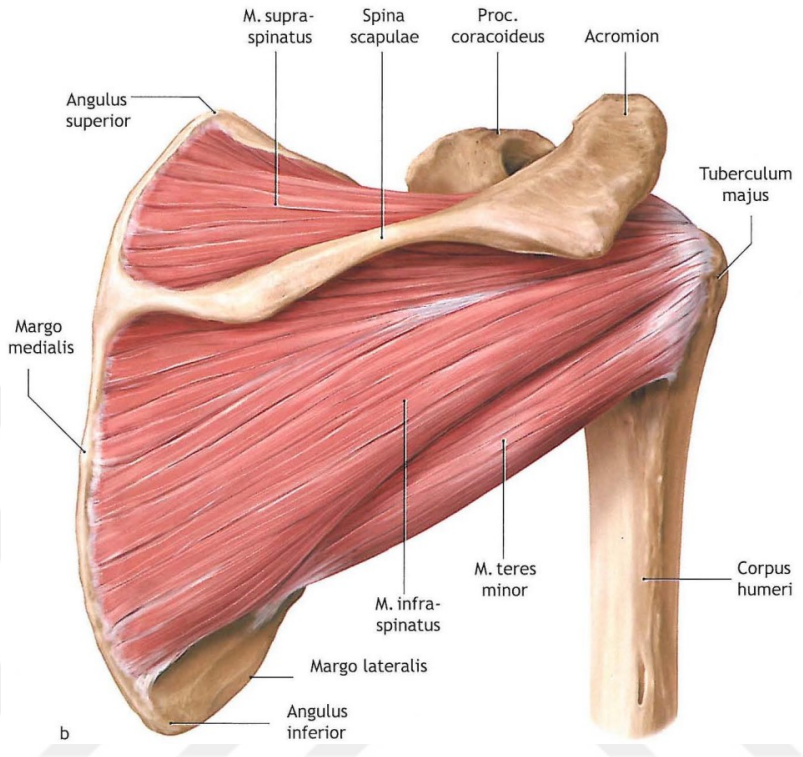


Şekil 2.6. Sağ omuz ekleminin önden görünümü- Schuenke ve ark.(34)'ndan alınmıştır.

Glenohumeral eklem, etrafını saran kaslar ve bağlar tarafından gevşek bir şekilde sınırlanan ince bir kapsül içindedir. Omuzun büyük hareket kabiliyeti, büyük ölçüde glenoidin sığ derinliği ve glenoid ile humeral baş arasındaki sınırlı temas nedeniyledir. Humeral baş yüzeyinin sadece %25'i glenoid ile temas eder. Glenoidin dış kenarına bağlı olan fibrokartilajöz bir halka olan labrum, ekstra bir derinlik ve stabilite sağlar(34).

Glenohumeral eklem, sığ olması ve küçük yüzey alanına sahip olması nedeniyle instabilite ve yaralanmaya yatkındır ve bu nedenle stabilitesi için dış yapılarla sağlanması gerekmektedir. Bu destekleri çevreleyen kaslar ve ligamanlar sağlar. Glenohumeral ligamanlar, temel statik stabilizatörleri oluşturur. Bunlar üst, orta ve alt glenohumeral ligamanları içerir. Rotator manşet ise temel dinamik stabilizatör olarak görev yapar. Bu nedenle, rotator manşetin temel işlevlerinden biri humeral başı eklemin glenoid "çanak" içinde tutmak ve aynı zamanda tam hareket kabiliyetini sağlamaktır. Rotator manşet, supraspinatus, infraspinatus, subskapularis ve teres minör

olmak üzere başı omuz kemiğinin etrafına sararak oluşturulan dört kas grubundan oluşur ve bu kaslar humeral başa bağlanır(34).



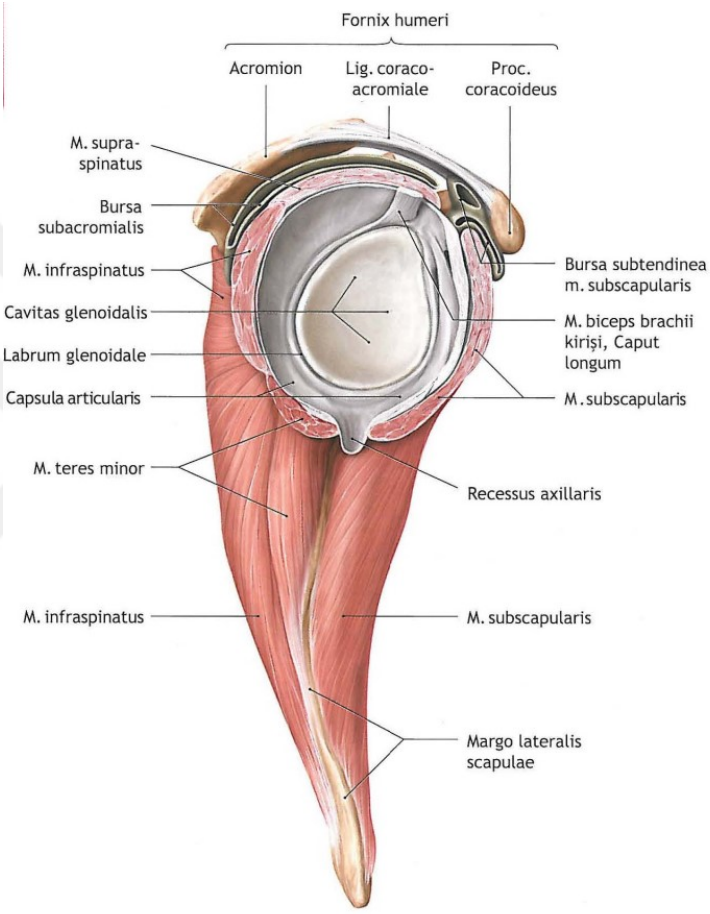
Şekil 2.7. Sağ omuz ekleminin arkadan görünümü- Schuenke ve ark. (34) 'ndan alınmıştır.

Omuz ağrısı genellikle rotator manşetin akut veya kronik bir yaralanması nedeniyle oluşur, en sık olarak supraspinatus kası veya tendonu etkilenir (Şekil 2.6, 2.7). Supraspinatus, üst-posterior skapulanın supraspinöz çukurundan, skapulanın omuz sırtını aşan üstünde çıkar ve biceps tendonunun hemen ardındaki üst-lateral humeral başın büyük tüberkülüne yapışır. İnsersiyosuna yakın bir bölgede, subakromiyal burun ile birlikte akromiyon çıkıntısı ile humeral baş arasındaki dar alandan geçer(35).

Akromiyon, skapulanın omuz sırtının üstünde ve önünde humeral başın üzerine doğru sürekli bir uzantıdır. Bu nedenle, omuz abduksiyonunda supraspinatus büyük tüberkül ile akromiyon arasında sıkışmaya maruz kalabilir. Tekrarlayan abduksiyon

içeren aktiviteler, tekrarlayan kas ve tendon travmasına ve tendonun iskemik sıkışmasına neden olabilir(35).

Subakromiyal bursa, aynı zamanda subdeltoit bursa olarak da adlandırılır ve rotator manşet tendonlarını akromiyonun alt yüzündeki basınç ve sürtünmeden koruma önemli işlevi görür.



Şekil 2.8. Sağ omuz ekleminin yandan görünümü ve glenoid eklem- Schuenke ve ark (34)'ndan alınmıştır.

Rotator manşete üç ekstra kas katkıda bulunur. İnfraspinatus, posterior skapula'nın infraspinatus fossasından çıkar ve üstte supraspinatus ile birleşen yerde lateral humeral başın (büyük tüberkül) üzerine eklenir. Teres minor, inferior-posterior skapula'dan çıkar ve infraspinatus ile birleşir, lateral humeral başa (büyük tüberkül)

eklenir. Subscapularis, dört manşet kasının en büyüğü, anterior skapula'dan, korakoidin altından çıkar ve anterior humeral başa (küçük tüberkül) bağlanır(36).

Rotator manşet kasları humerusun içeride (subscapularis) ve dışarıda (öncelikle infraspinatus ve teres minor) rotasyonunu sağlar ve abduksiyona (supraspinatus) deltoid kasıyla birlikte katkıda bulunur. Subscapularis, dış rotatorların yaklaşık iki katı kuvvet üretebilme kapasitesine sahiptir. Deltoid, glenohumeral bölgeyi örten en üstteki kas olup, ana omuz abdüktorü olarak hareket eder. Akrömiondan çıkar ve orta humerusa bağlanır(36).

Rotator manşet humerus başını glenoid çukura sıkıştırarak glenohumeral eklemi stabilize eder ve deltoidin yukarı doğru kuvvetlerine ve humerusa etki eden diğer kasların kuvvetlerine karşı denge görevi görür . Rotator manşetin zayıflığı, omuz 90 dereceden fazla abdükte olduğunda humerus başının üstüne kaymasına neden olabilir ve bu da sıkışma sendromlarına yatkınlığı artırır(37).

Supraskapular sinir, supraspinatus ve infraspinatus kaslarını innerve eder. Supraskapular sinir hasarı, omuz patolojilerinin %1 ila 2'sinden sorumlu olduğu tahmin edilen bir periferik nöropatiye neden olur(38). Supraskapular sinir hasarları genellikle kistler veya tümörler tarafından nadiren mekanik basınç nedeniyle meydana gelir. Supraskapular nöropati ağrı, ilerleyici kas erimesi ve omuzun abdüksiyon ve dış rotasyonunun zayıflamasına neden olur ve rotator manşet yırtıklarından ayırt etmesi zor olabilir.

Omuz hareketi aynı zamanda AC ve SC eklemi ve skapulotorasik eklemlere bağlıdır. Bu eklemler glenohumeral eklemdeki yaralanmalardan dolayı azalmış hareketi önemli ölçüde telafi edebilirler. Glenohumeral ve skapulothorasic hareketler arasındaki koordinasyon, omuz fonksiyonu için özellikle önemlidir. Doğru skapular hareket ve stabilite, humeral başın abduksiyonda doğru şekilde glenoide yerleşmesine olanak tanır, rotator manşet kaslarının humerusu hareket ettirebileceği sağlam bir taban sağlar ve koroakromiyal kemerin doğru şekilde yükselmesini sağlayarak sıkışma(impingement) sendromu riskini azaltır(39). Skapular stabilite ve hareketten sorumlu başlıca kaslar trapezius, serratus anterior, rhomboids ve levator scapulae'dir. Glenohumeral ekleme ek dinamik stabilite sağlayarak rotator manşeti destekleyen kaslar ise teres major, latissimus dorsi ve pectoralis majordür.

Brakiyal pleksusun dalları glenohumeral eklemle yakından ilişkili olsa da, pleksustan çıkan ana periferik sinirler eklemden aşağıya doğru geçer. Pleksus veya ilgili periferik sinirlerdeki akut veya kronik bir yaralanmadan kaynaklanan ağrı, omuz ağrısı olarak ortaya çıkabilir.

2.5. Brakiyal Pleksus Anatomisi

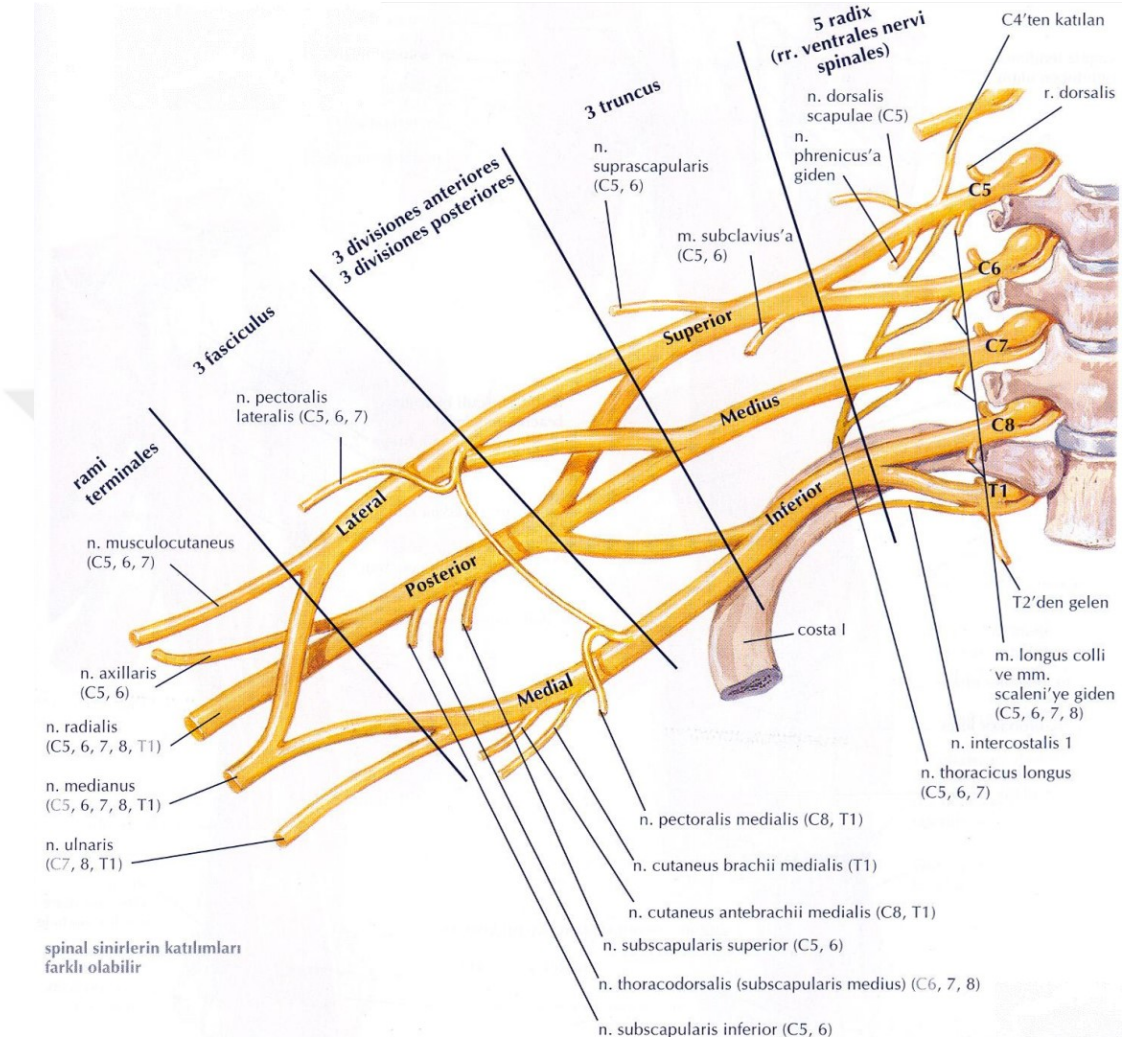
Brakiyal pleksus, üst ekstremitenin ve pektoral kuşağın innervasyonunu sağlayan karmaşık bir sinir ağıdır. Bu pleksus, servikal omur sinirleri C5-8 ve ilk torasik omur siniri T1'in ventral dallalarından köken alır ve C4 ve T2'den de ek katkılar alır. C5'in ön ramusu, C4'ten bir anastomotik dal alarak C6'nın ön ramusu ile birleşerek üst trunkusu oluşturur. C7'nin ön ramusu orta trunkusu oluşturur. T1'in ön ramusu, T2'den bir anastomotik dal alarak C8'in ön ramusu ile birleşerek alt trunkusu oluşturur (Şekil 2.9). Brakiyal pleksusun kökleri ve trunkusları, omurilikten klavikula arkasına doğru lateral olarak uzanır ve ön ve orta skalen kasları arasında yer alan interskalen oluğu geçer(40).

Bu seviyede frenik, uzun torasik, dorsal skapular, subklavyen ve supraskapular sinirleri görebiliriz. Ancak ilk sinir brakiyal pleksusa ait değildir. Anatomisi daha sonra daha ayrıntılı bir şekilde açıklanacak olan Frenik sinir, C4 (C3-C5) kökünden köken alır ve aynı taraftaki diyaframın yarısını innerve eder. Uzun torasik sinir, C5-C7'den köken alır ve toraks çevresinde skapulayı öne doğru çeken serratus anterior kasını innerve eder. Dorsal skapular sinir, C5'ten köken alır ve skapulayı geri çeken romboid kasları ile onu yukarı kaldıran levator skapula kaslarını innerve eder(40). Subklavyen sinir, üst trunkustan köken alır ve subklavyen kası innerve eder. Bu sinirin klavikulanın innerve edilmesine katkısı hala tartışma konusudur(41). Supraskapular sinir üst trunkustan ayrılır. Kaudal, lateral ve posterior yönde üst skapulanın kenarına doğru hareket eder, orta skalene kasının yüzeyel ve trapezius kasının derininde yer alır. Daha sonra üst transvers skapular bağın altından geçerek üst ve alt skapula fossalarına girer. Supraspinatus ve infraspinatus kaslarını, aynı zamanda omuz eklemine büyük bir bölümünü innerve eder(42).

Klavikula seviyesinde, her trunkus anterior ve posterior dallara ayrılır ve klavikulanın altında üç kord oluşturmak üzere yeniden düzenlenir.

Üst ve orta trunkusun anterior dalları lateral kordu oluşturmak üzere birleşir. Posterior kord, üç trunkusun tüm posterior dallarından köken alır. Medial kord, inferior

trunkusun anterior dalından köken alır. Brakiyal pleksusun dalları ve kordları, klavikülanın arkasından aksilla boşluğunun medial kısmına kadar uzanır(40).



Şekil 2.9. Brakiyal pleksusun şematik gösterimi- Netter İnsan Anatomi Atlası(43)'ndan alınmıştır.

Lateral kord'dan üç sinir köken alır: lateral pectoral sinir (pek major kasını innerve eden bir kolateral dal), musculocutaneous sinir (dirseğin fleksörlerini ve ön-yan ön kol cildini innerve eden bir terminal sinir) ve median sinirin bir kısmı (ön koldaki çoğu fleksör, thenar eminans, lumbrical 1-2 ve elin lateral 2/3'ünün volar cildi ile parmak uçları innerve eden bir terminal sinir)(34).

Posterior korddan üç kolateral sinir köken alır: üst subskapüler sinir (subskapüler kası innerve eden), torakodorsal sinir (latissimus dorsi kasını innerve eden) ve alt subskapüler sinirler (subskapüler ve teres major kaslarını innerve eden). Posterior kord, iki sinirle sona erer: aksiller sinir (teres minor ve deltoid kaslarını ve üstteki deriyi innerve eder) ve radial sinir (çoğunlukla kol ve ön kolun ekstansör kaslarını, el ve ön kolun arka tarafını innerve eder)(34).

Medial kord'dan köken alan beş sinir daha vardır, üçü kolateral sinirlerdir: medial pectoral sinir (majör ve minör pectoral kasları innerve eder), medial cutaneous brachii ve medial cutaneous antebrachii sinirler (sırasıyla kolun ve ön kolun medial derisini innerve eder); ikisi terminal sinirlerdir: ulnar sinir (ön kolun bazı fleksör kaslarını ve elin çoğu iç kasını, ayrıca elin medial volar derisini innerve eder) ve median sinirin bir kısmı(34).

Bu bölgede anatomik varyasyonlar sık görülür ve katılımcıların %50'sinde bulunmuştur(44). Bu varyasyonlar köklerden terminal dallara kadar herhangi bir yerde meydana gelebilir(45, 46). Çok eğitimli ellerde bile bir elde bile periferik sinir bloğunun beklenmedik şekillerde gelişmesine veya başarısız olmasına neden olan sebepleri anlamak için bireyler arasındaki anatomik varyasyonlar hakkındaki derin bilgi önemlidir.

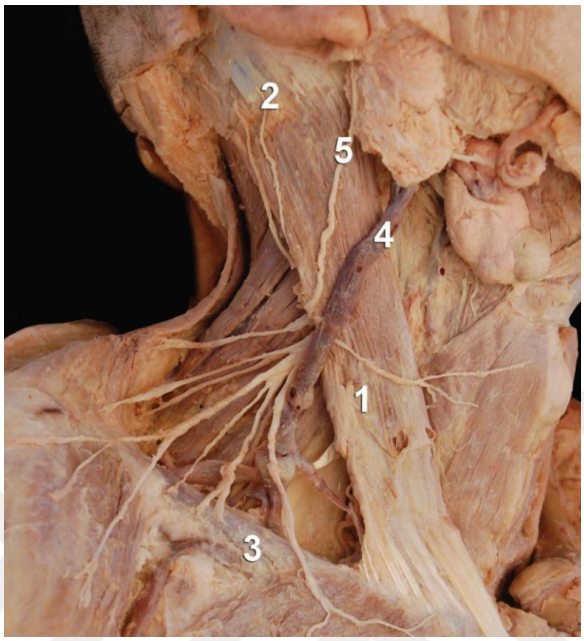
2.6. Omuzun İnnervasyonu

2.6.1. Kutanöz İnnervasyon

Omuzun kutanöz innervasyonu, başlıca supraklavikuler sinirler ve aksiller sinir tarafından sağlanır. Bunlardan ilki, brakiyal pleksustan çıkmaz, yüzeysel servikal pleksustan (C3-4) köken alır(34). (Şekil 2.10)

Supraklaviküler sinirler (medial ve lateral), omuzun üstündeki ve boyunun yan kısmındaki pelerin şeklindeki deri bölgesini innerve eder. Daha spesifik olarak, homonim alan içindeki deriyi ve ön tarafta ilk iki interkostal boşluğu, ayrıca omuzun üst ve arka kısımlarındaki deriyi innerve ederler. Bu sinirler aynı zamanda klavikula innerve etme rolü olabilir, ancak önemleri tartışmalıdır(41). Aksiller sinirin (posterior kordun terminal dalı) dalı olan üst lateral brakial deri siniri, omuzun yan tarafını ve deltoid kasının üzerini kaplayan kalan deriyi innerve eder. Kolun medial tarafı ise

intercostobrakial sinir (2. ve 3. interkostal sinirlerden) ile proksimalde ve medial brakiyal cilt siniri (medial korddan köken alan) ile distalde innerve edilir(34).



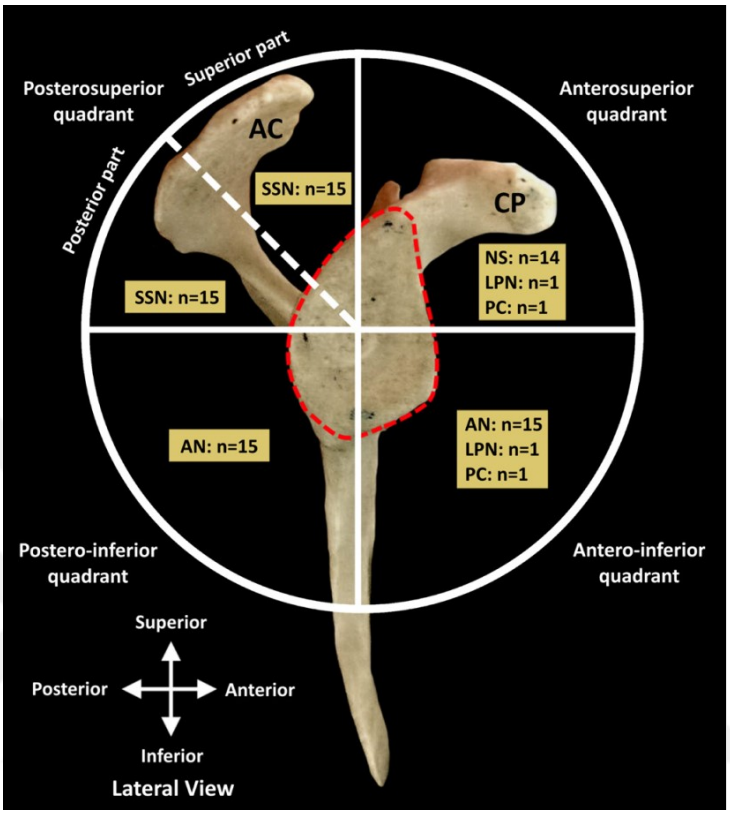
Şekil 2.10. Supraskapüler sinirlerin kadavra görüntüsü. 1: Sternokleidomastoid kası. 2: Mastoid proses 3: Klavikula 4: Eksternal juguler ven. 5: Büyük oksipital sinir.- Vloka ve ark.(47)'ndan alınmıştır.

2.6.2. Derin İnnervasyon

Omuz eklemi başlıca supraskapular ve aksiller sinirler tarafından innerve edilir, subskapular ve lateral pektoral sinirlerden de katkı alır. (Şekil 2.11) Daha önce belirtildiği gibi, supraskapular sinir üst trunkustan köken alır. Aksiller ve subskapular sinirler brakiyal pleksusun posterior kordundan çıkarken, lateral pektoral sinir lateral korddan kaynaklanır(48).

Supraskapular sinir, glenohumeral eklem'in posterosuperior bölgesine innerve ederken, aksiller sinir, inferior kadrana duyusal dallar sağlar ve subskapular sinir anterosuperior yönü besler. Lateral pektoral sinir ve posterior kord dallarının eklem'in anterior kadrana katkı sağlayabileceği, ancak katkılarının tutarlı olmadığı bilinmektedir(48). Bir diğer sinir olan muskulokütanöz sinir, lateral korddan köken alır ve omuz eklem'inin innerve edilmesine katkısı çok küçüktür ve bazen dal

vermeyebilir(49). Akromioklaviküler eklem, lateral pectoral sinirin dalları ve supraskapular sinirin akromiyal dalları tarafından innerve edilir.

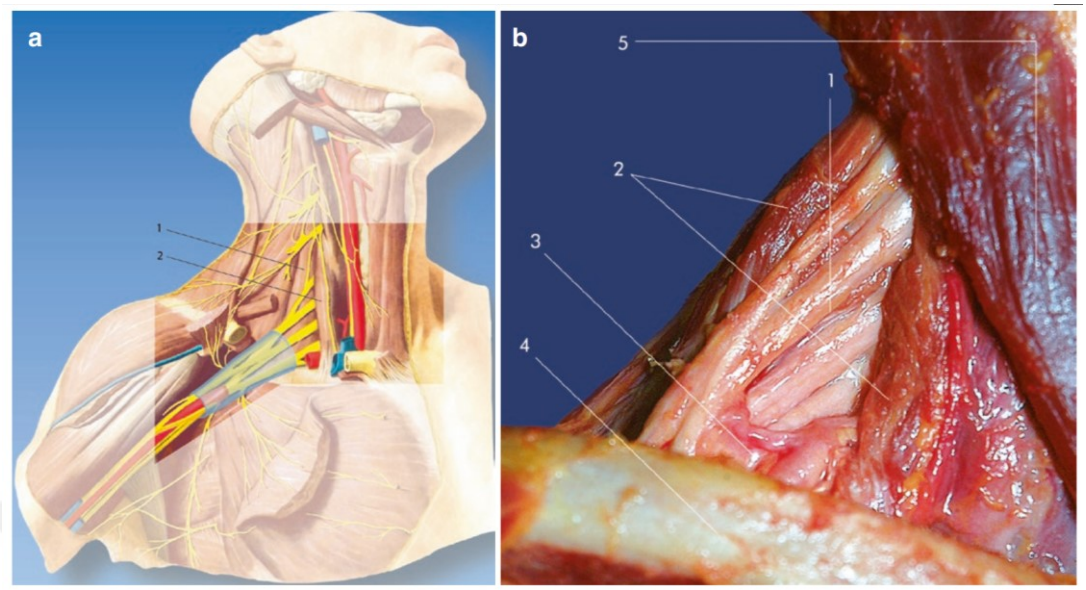


Şeki 2.11. Glenohumeral eklem kapsülünün dört bölgesinin innervasyonu. AC, akromion; AN, aksiller sinir; CP, korakoid çıkıntı; LPN, lateral pectoral sinir; NS, subskapularis sinirler; PC, posterior kord; SSN, supraskapular sinir. Kırmızı kesikli çizgiler, glenoid fossanın sınırlarını gösterir- Tran ve ark.(48)'ndan alınmıştır.

2.7. Brakiyel Pleksusun Topografik Fonksiyonel Anatomisi

2.7.1. İnterskalen Oluk

Bu oldukça dar alan ön tarafından anterior skalen ve arka tarafından orta skalen kasları ile sınırlanır(Şekil 2.12). Yanlarda epidural boşluğa devam eder, gevşek yağ ve bağ dokuyla doludur ve omurilik sinirlerinin C5'ten T1'e kadar olan ventral ramuslarına ev sahipliği yapar. Bu şekilde, lokal anestezik, interskalen yolundan plexus blokajı sırasında epidural boşluğa yayılabilir(50).



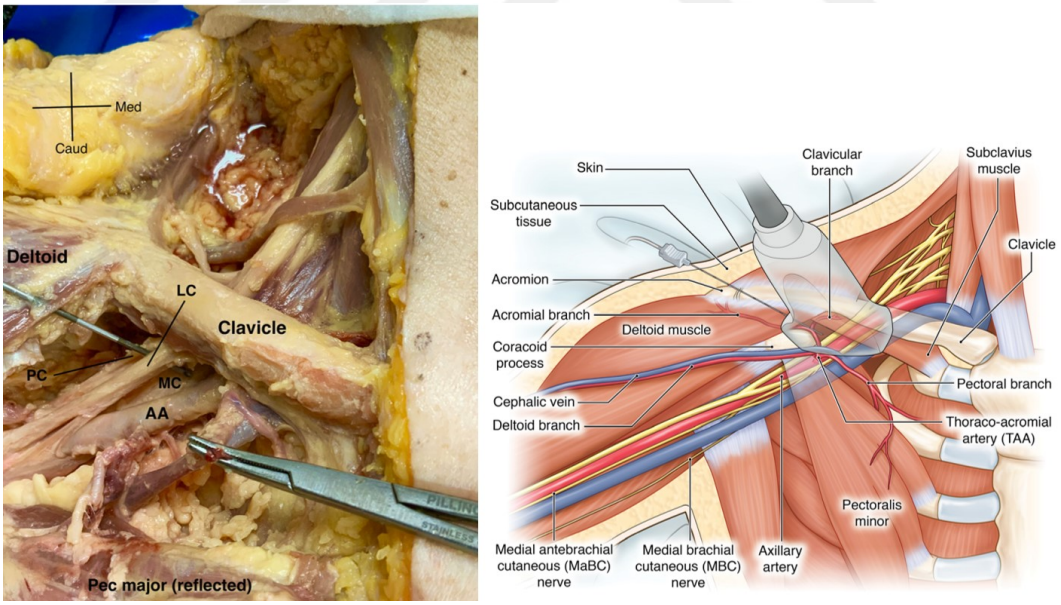
Şekil 2.12. (a) İnterskalen çukur. Median skalen kas (1) ve anterior skalen kas (2). (b) (1) Brakiyal pleksusun trunkusları ve subklavyen arter, (2) orta ve ön skalen kasları, (3) proksimal supraklaviküler pleksus kılıfı, (4) klavikula, (5) sternokleidomastoid kası- Jankovic ve ark.(51)'ndan alınmıştır.

Her ventral ramus, büyük ölçüde yağ dokusu içeren epineural kılıf ile çevrilidir. Prevertebral fasya, lokal sinir yapılarını ve paravertebral kasları (longus colli kası ve skalen kasları) kaplar; genel olarak brakiyal pleksus ve subklavyen arteri ile frenik siniri kapsar. C4 segmentinde başlayan frenik sinir, C5 ventral ramusunun hemen yakınında kavisli bir yol izler ve hala prevertebral fasya tarafından kaplıdır(52). Skalenius anterior kasının ön yüzünü geçer ve subklavyen arterin önünde superior torasik apertürden girer. Kaudale doğru, interskalen boşluk genişler ve sinir yapılar subklavyen artere ve birinci kaburganın gövdesine yaklaşır(51). İnterskalen boşluk içinde iki ayrı anatomik alan bulunur: lateralde prevertebral boşluk ve medialde (lateralde anterior skalen ve medialde longus colli kaslarıyla sınırlanmış olan) skalenovertebral üçgen(51, 53). Bunlardan skanevertebral üçgen, prevertebral fasyası olmayan ventral alanı prevertebral boşluğu bağlar. Bu bağlantı, gevşek bağ dokusuyla dolu interskalen boşluğa büyük bir hacimde lokal anestezik enjekte edildiğinde medial

yönde yayılmasına izin verir. Bunlar rekürren laringeal sinir, servikal sempatik zinciri veya kalbin otonom sinir sisteminin istenmeyen blokajına yol açabilir(50).

2.7.2 İnfraklavikuler Fossa

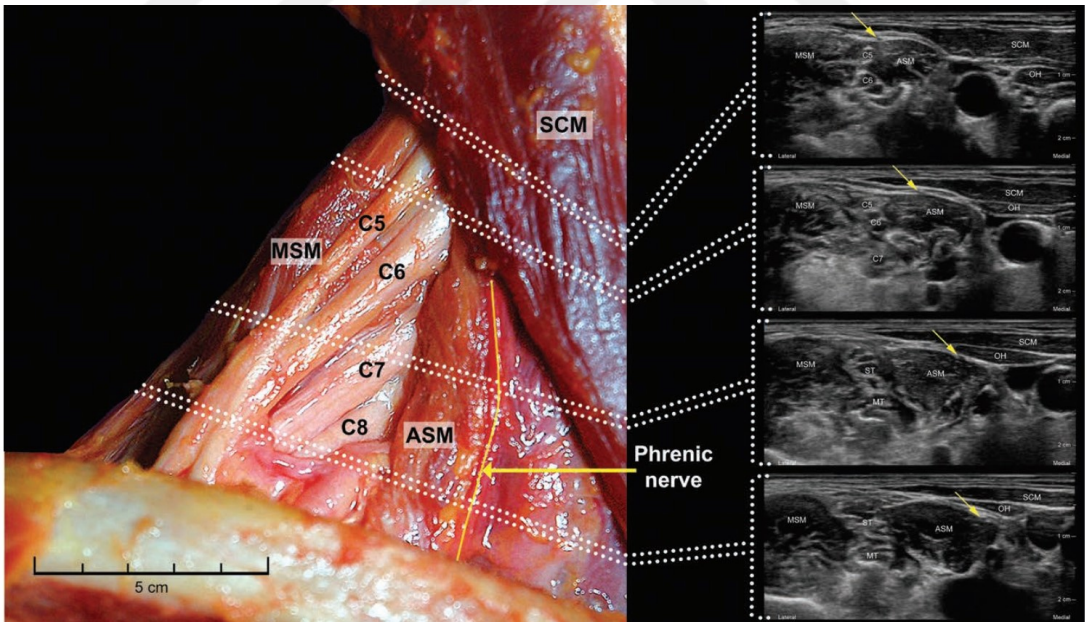
İnfraklavikular fossa, klavikula altında hemen bulunur ve klavikula, deltoid kası, pectoralis majör, göğüs kafesinin üst kısmı ve medioklaviküler çizgi tarafından sınırlanır Klavipektoral fasya, subklavius kasının fasyası ile dışarıya doğru prevertebral fasyayı devam ettirerek bu alanı yüzeyel ve derin katmana ayırır (Şekil 2.13) (54). Subklavyen veni drene ederken bu fossayı delen sefalik ven, infraklavikuler fossanın derin tabakasının en lateral yapısıdır. Brakiyal pleksus, klavikula altından çıktığında, kordlar arterin üst (sefal) tarafında bir araya gelir, nörovasküler demet daha distale doğru seyahat etmesiyle kademeli olarak ayrılır ve sonunda arterin lateral, posterior ve medial olarak klasik tarif edilen konumuna gelir. Bu yerleşim, kol omuzdan abdükte edilirken infraklavikular bölge ultrason ile tarandığında en iyi şekilde anlaşılır(55).



Şekil 2.13. a.İnfraklavikuler fossadaki nörovasküler yapılar iğne lateral ve posterior kordlar arasına yerleştirilmiş ve medial kordla temas etmiş durumda. AA = aksiller arter; Caud = aşağıya; LC = lateral kord; MC = medial kord; Med = medial; PC = posterior kord. b. Kostoklavikuler brakiyal pleksus bloğu için ilgili anatomik yapılar ve ultrason transdüserinin konumu- Bailey ve ark.(56)'ndan alınmıştır.

2.8 Frenik Sinir Anatomisi

Frenik sinirin anatomisi, üst ekstremite sinir bloklarındaki rolü ve bunu önlemek için kullanılan stratejilerin nedeni anlamak için önemlidir. Frenik sinir, temel olarak C4'ten köken alsa da C3, C5 ve servikal sempatik gangliyon veya torasik sempatik pleksustan da katkılar alır. Sinir, ön skalen kasının üst lateral sınırında oluşur ve bu kasın ön yüzeyinde mediolateral yönde inerken, prevertebral fasyanın derininde seyreder. Seyri brakiyal pleksusa yakındır ve başlangıçta krikoid kartilaj (C5-6) seviyesinde C5'in ön ramusunun 18 ila 20 mm medialinde yer alır ve distal yönde her santimetrede 3 mm daha uzaklaşır (Şekil 2.14). Seyrinde anatomik varyasyonlar sık görülür ve aksesuar frenik sinir bireylerin %60 ila 75'inde bulunur mevcuttur. Bu lifler temel olarak C5'ten köken alır ve subklavyen sinir, ansa servikalis veya sternohyoid siniri ile birlikte hareket eder. Bahsedilen katkılar, yukarıda bahsedilen sinirlerin herhangi birinden ortaya çıkarak aksesuar frenik siniri oluşturur ve ana sinire değişken bir yerde katılabilir(57).



Şekil 2.14. Sağdaki resimde, kadavra görüntüsü (sol) ve buna karşılık gelen ultrason görüntüsü (sağ) kullanılarak sağ taraftaki frenik sinirin seyri gösterilmektedir. MT = orta trunk; ST = üst trunkus- El-Boghdadly ve ark.(57)'ndan alınmıştır.

2.8.1. US Eşliğinde Diyafram Ekskürsiyon Ölçümü

Başta ISB olmak üzere brakiyal pleksus bloklarının bir komplikasyonu olarak frenik sinir disfonksiyonu meydana gelebilmektedir. Diyaframın motor innervasyonu sadece frenik sinirle sağlanmaktadır(58). Brakiyal pleksus blokları sonrası frenik sinir tutulumunun varlığı ve derecesi US ile tanımlanmış yöntemlerle ölçülebilmektedir(5).

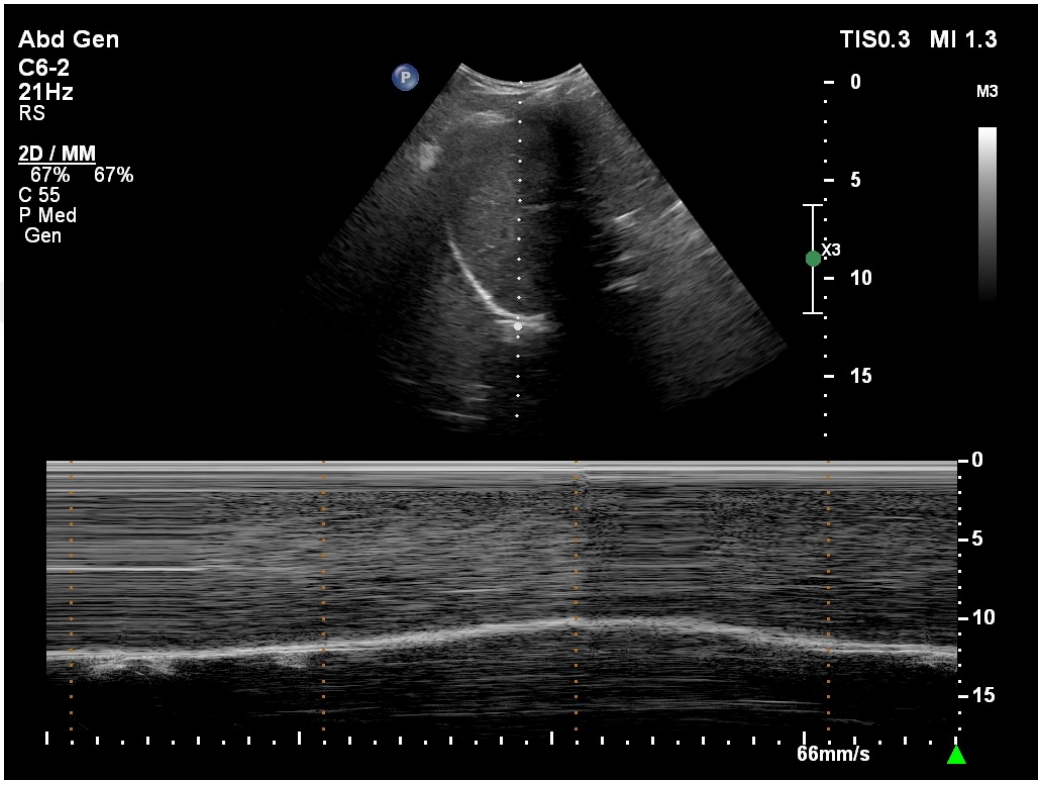
Diyafragmatik ekskürsiyon, ekspirasyonun sonunda ve inspirasyonun sonunda üst diyafragmatik kubbenin pozisyonları arasındaki dik mesafedir. Bu nedenle, göğüs kafesinin genişlemesi ve diyafragmanın solunuma katkı yapma yeteneği ile ilgilidir.

Diyafragmatik hareketin ultrason görüntüleme ile ilk tanımlamaları 1970'lere dayanır(59). O zamandan beri, diyafragmatik ekskürsiyonun iki boyutlu veya M-mod ile ölçümü ve inspirasyon sırasında diyafram kalınlığındaki değişiklikler gibi çeşitli USk yöntemler önerilmiştir.

İlk tanımlanan teknik, subkostal pencereden diyafragmatik ekskürsiyonun değerlendirilmesidir. Sağ hemidiyaframın hareketini kaydetmek için karaciğer bir pencere olarak kullanılır. Prob, sağ kaburga kenarının altında mid-klaviküler ve anterior aksiller hatların arasına yerleştirilir ve mediyal, kranial ve dorsal yönde yönlendirilir, böylece ultrason ışını sağ hemidiyagramın arka kısmına dik olarak ulaşır. Karaciğere yapışık olan hiperkoik çizgi diyaframa yapışan periton ve plevral çizgileri kaynaklıdır. İnceliği(1.5-2 mm), proba olan uzaklığı ve görüntü çözünürlüğü göz önüne alındığında, iki çizgi genellikle net bir şekilde ayırt edilemez. Pratik nedenlerden dolayı, diyafram olarak adlandırdığımız şey aslında periton ve plevra zarlarının ultrason yansımasından kaynaklanan iki zarın oluşturduğu parlak çizgidir(60).

Diyaframın inspiratuar ve ekspiratuar kraniokaudal deplasmanları sırasıyla prob-diyafram mesafesini kısaltır ve uzatır. B modundan M moduna geçişte, seçilen çizgi kubbenin üst kısmına dik olarak yerleştirilir ve inspiratuar ve ekspiratuar kraniokaudal deplasmanlar parlak bir çizgi (hiperekoik) "dalgalar" olarak görünür (Şekil). Ekskürsiyonun güvenilir bir ölçümünü elde etmek için M modunun çizgisi gerçekten hemidiyaframın arka kısmına dik olmalıdır. Bu nedenle, transdüser sıkı bir şekilde yerinde tutulurken, hasta sakin solunum, derin solunum veya istemli iç çekme gibi manevralara katılmaları istenir(60).

M modunda ekskürsiyonu ölçmek için ilk çentik, diyafragmatik ekoik çizginin eğim ayağına yerleştirilir ve ikinci çentik tepeye yerleştirilir (Şekil 2.15). Fizyolojik nefesten nefese değişkenliği göz önünde bulundurarak, her manevra için en az üç farklı kayıt alınmalı ve ortalama bir değer hesaplamak için kullanılmalıdır.



Şeki 2.15. Çalışmamıza ait subkostal görüntüden diyaframın B mod (2D) değerlendirmesi. Diyafram ekranın en alt kısmında hiperekojenik (beyaz) bir çizgi olarak görünmektedir. M-mod için noktalı çizgi diyaframa dik olarak konumlandırılmıştır.

Sol tarafta, inspirasyon sırasında inen akciğer, bağırsak ve mide (gaz araya gelmesi) genellikle diyaframı gizler; bu nedenle daha posterior bir yaklaşım önerilir. Kubbe genellikle probu ön ve arka aksiller çizgiler arasına yerleştirerek, daha iyi görüntüler elde etmek için dalak penceresini kullanarak tanımlanır. Hareket, önceden tarif edildiği gibi M-Mod US kullanılarak kaydedilir(61).

Diyafram parçaları arasında hareketlilik açısından bölgesel farklılıklar vardır ve bunlar göz önünde bulundurulmalıdır. Spontan solunum sırasında, diyafram orta ve arka kısımları daha fazla kraniokaudal hareketi gösterir.

Anatomik sorunları aşmak için bazı alternatif yöntemler önermiştir, bunlar:

- B modunda: en büyük böbrek kutup uzunluğunu içeren bir longitudinal düzlem elde edilerek, ekskürsiyon, diyafram ve böbrekler arasındaki mesafe değişimi(60), veya portal venin sol dallarının kraniokaudal deplasmanı (sağ tarafta)(62) ve dalak hilum veya dalak alt kutbu(sol tarafta) arasındaki mesafe değişimi olarak değerlendirilir(61).

-"Akciğer silueti" yöntemi(8): Transdüser, omuz hattında akciğerin en alt kısmına yerleştirilir. Probun yönlendirmesi inspirasyon sırasında akciğer siluetinin en yüksek ve en düşük noktaları arasındaki mesafeyi ölçecek şekilde uzunlamasına olmalıdır.

- "Alan yöntemi": Ultrason cihazının dahili alan hesaplama işleviyle, B modunda solunum sırasında göğüs içi alanındaki değişiklikler hesaplanır(63) .

Tüm bu yöntemlerin, diyafram hareketinin doğru değerlendirmesine izin verdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte hangi yöntemin diğerlerine göre üstünlüğünü değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Diyafram hareketi üç zaman noktasında değerlendirilebilir: sessiz solunum sırasında, maksimum inspirasyonda derin solunum sırasında ve istemli iç çekme yaparken. Normal değerler üç durum için rapor edilmiştir ve Tablo 2.1'de belirtilmiştir. Yaş, cinsiyet, antropometrik veriler ve pozisyon gibi birçok faktör diyafram hareketini etkileyebileceği unutulmamalıdır.

Tablo 2.1 Cinsiyetlere göre farklı solunum manevraları için normal ekskürsiyon değerleri - Boussuges ve ark. (64)'ndan alınmıştır.

	SAĞ		SOL	
Cinsiyet	E	K	E	K
Spontan solunum	1,8±0,3	1,6±0,3	1,8±0,4	1,6±0,4
Gönüllü iç çekme	2,9±0,6	2,6±0,5	3,1±0,6	2,7±0,5
Derin solunum	7,0±0,6	5,7±1,0	7,5±0,9	6,4±1,0

Spontan solunum yapan hastalarda, diyafram disfonksiyonu veya yorgunluğu nedeniyle ekskürsiyon azalır. Felçli bir diyafram hareketsiz olabilir veya tek taraflı felç durumunda kontralateral hemidiyaframın kompanse kontraksiyonu veya ekstral solunum kaslarının pasif üst hareketi nedeniyle negatif bir dalga ("paradoksal") oluşturabilir. Gerçekten de, felçli tarafta inspirasyonun başlangıcında paradoksal bir hareket gözlemlenebilir. Bunun nedeni, felçli tarafta sağlam hemidiyafram ve inspiratuvar dış solunum kasları tarafından üretilen kuvvet nedeniyle plevral basıncın azalması arasındaki dengeye bağlıdır, bu da kaudal bir deplasmana neden olur(65).

Diyafram hareketlerini supin pozisyonda incelemenin faydalarına da değinmek gerekir.Bu pozisyonda karın içi organ kitlesi diyafram çalışmasını artırır ve sırt üstü pozisyonunun paradoksal hareketi artırdığı ve ön karın duvarı tarafından kompansatuar aktif solunumu azalttığı bildirilmiştir. Böylece hemidiyafram felcinin gözlemlenmesi kolaylaşır(66).

2.9. Omuz Analjezisi İçin Yapılan Periferik Sinir Blokları

2.9.1. İnterskalen Blok (ISB)

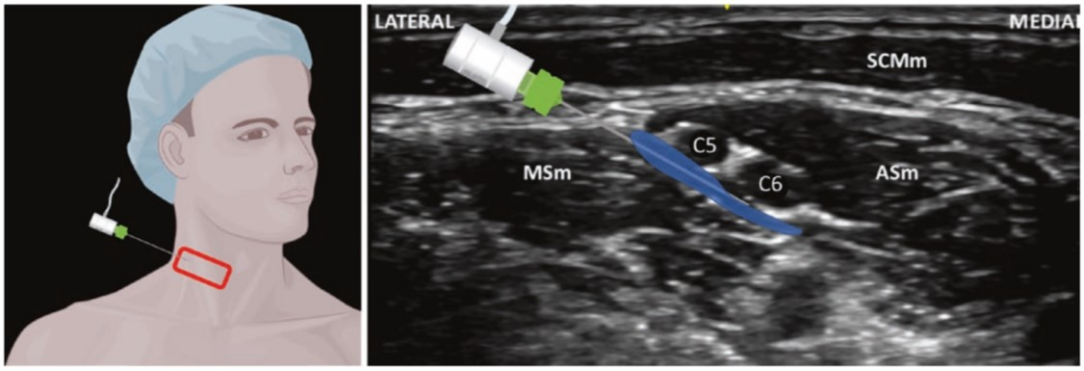
ISB, brakiyal pleksusun distal kökleri ve proksimal trunkusları seviyesinde yapılır. Eğer lokal anestezik interskalen oluğa, yani ön ve orta skalen kasları arasına 15cc ve üzeri hacimde enjekte edilirse, brakiyal pleksusun daha yüksek kökleri olan C5 ve C6 gibi sinirleri bloke eder ve servikal pleksusun supraclavicular sinirini de bloke edecek şekilde proksimal ve yüzeysel olarak yayılır. Önemli bir şekilde, C5 ve C6 sinir köklerinin T8 ve T1 gibi daha alt sinir köklerine olan fiziksel mesafesi, brakiyal pleksusun inferior trunkının eksik blokaj ihtimalini artırır(67).

ISB, omuz, proksimal humerus ve klavikulanın lateral iki üçte biri üzerinde yapılan cerrahi işlemler için endikedir. Kol veya ön kol ameliyatları için önerilmez, çünkü inferior trunk veya ulnar sinir eksik bloke olur. Mutlak kontrendikasyonları; hastanın reddi, lokal enfeksiyon, lokal anesteziklere karşı alerji, kontralateral pnömonektomi veya pnömotoraks, kontralateral frenik veya rekürren laringeal sinir paralizisi ve kontralateral interskalen bloktur. Göreceli kontrendikasyonlar arasında koagülopati, ipsilateral kolun önceki nörolojik defekti ve azalmış solunum rezervi bulunur. Tüm durumlarda, seçilen brakiyal pleksus blok tekniğinin riskleri ve faydaları hasta ve cerrahla tartışılmalıdır.

Sonoanatomi

İnterskalen oluğunda, anterior ve orta skaleni kasları arasındaki sinir köklerini bulmak için brakiyal pleksus ya medialden lateral bir yaklaşımla ya da supraclaviküler çukurdan izlemle bulunabilir. Medialden lateral yaklaşımda, ultrason probu kranioid kartilaj seviyesinde yatay olarak yerleştirilir ve ön taramada sternokleidomastoid kas, internal juguler ven ve karotid arter belirlenir. Ultrason probunun lateral ve posterior hareketi daha sonra ön sternokleidomastoid kasının konik arka sınırı altında, anterior ve orta skaleni kasları arasındaki sinir köklerinin lineer düzenlemesi açığa çıkar. Supraclaviküler çukurdan geri izleme yönteminde ise ultrason probu klavikülün orta noktasına hemen proksimal ve paralel olarak yatay olarak yerleştirilir ve kaudad eğim verilir. Ön taramada subklavyen arter ve brakiyal pleksusun üç gövdesi, "üzüm salkımı" görünümünde belirlenir(68). Ultrason probunun kranial hareketi, brakiyal pleksusun üst gövdesini takip ederek, anterior ve orta skalen kasları arasındaki sinir köklerinin "inciler dizisi" veya "trafik lambaları" görünümüne geçişini gösterecektir. Ultrason probunun kaudad eğimi, ultrason ışınının sinir kökleriyle dik bir açıda etkileşime girmesini sağlayarak, ultrason cihazının monitöründeki görüntüyü optimize etmelidir(69, 70).

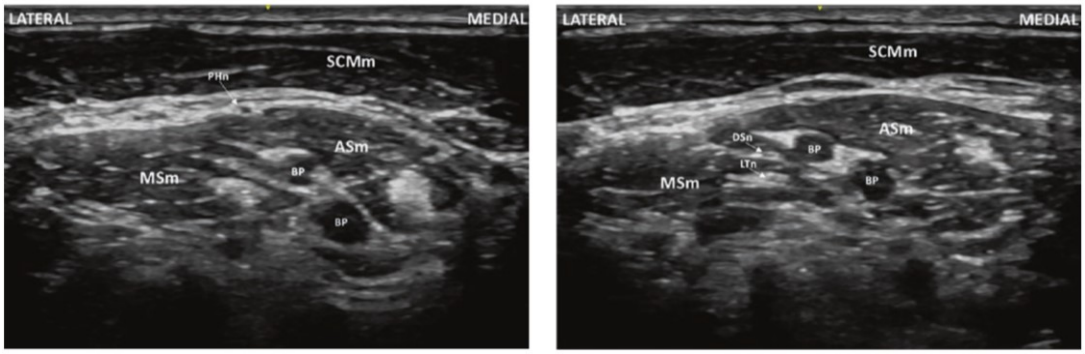
Brakiyal pleksusun interskalen görünümünde, sinir kökleri ultrasonda hipoekoik dairesel veya oval yapılar olarak görünür ve düşük ekojeniteleri, içerdikleri sinir olmayan doku oranına göre yansıtılır. Brakiyal pleksusun kadavra çalışmaları, ultrasonografik "trafik lambaları" işaretinin anatomik karşılığını ortaya çıkarmıştır. Kraniyal olarak kaudal olarak, C5 kökü, C6 kökünün üst fasikülü ve C6 kökünün alt fasikülünden oluşur(Şekil 2.16). C7 kökü brakiyal pleksusun orta gövdesini oluşturur ve C6 köküne kıyasla C5 kökünden fiziksel olarak daha fazla ayrılmıştır. C8 ve T1 kökleri daha derindir ve daha kaudadadır ve bu nedenle bu seviyede görülmeleri zordu. Sinir kökleri, transvers proseslerin tüberküllerinin arasında çıktıkları noktadan kraniyal yönde takip edilerek ve ilgili transvers proseslerin karakteristik şekilleri tanınarak ultrasonda belirlenebilir. C5 ve C6 transvers proseslerin ön ve arka tüberkülleri vardır, ancak C7 transvers prosesin sadece arka tüberkülü vardır, ön tüberkülü yoktur.



Şekil 2.16. İnterskalen bloğu için iğne yerleştirme tekniği. Sol panel, iğnenin lateral-medial yöne doğru nasıl yerleştirileceğini göstermektedir. Sağ panelde, lokal anestezik enjeksiyonunun C5 ve C6 sinir köklerinin lateraline yayıldığı görülmektedir. ASM - anterior skalen kas, MSM - orta skalen kas, SCMm - sternokleidomastoid kas- Desai ve ark.(70)'ndan alınmıştır.

Dikkat edilmesi gereken diğer önemli bir nokta, C6'nın ön tüberkülün (Chassaignac tüberkülü) özellikle belirgin olmasıdır. C7 kökü transvers proseslerin seviyesinde, vertebral arter, C6 transvers proseslerin foramen transversariumuna girişinden önce belirlenebilir (69, 70).

Bu anatomik bölgede birçok sinir ve kan damarının bulunmaktadır. Bu yapılar tanınmadığı takdirde, iğnenin yolunda olmaları durumunda iatrojenik yaralanmaya maruz kalabilirler veya lokal anestezik maddenin kazara damar içine enjekte edilmesine yol açabilirler. Frenik sinir, sternokleidomastoid kasın derininde, anterior skalen kasının ön kenarında hipoekoik bir yapı olarak bulunur(57). Dorsal skapular sinir ve uzun torasik sinir, her ikisi de hiperekoik yapıdadır, orta skalen kas içinden geçer (Şekil 2.17). Önemli olan, dorsal skapular sinirin orta skalen kasının üst kısmında bulunması ve lateral-orta yaklaşım için iğnenin seyri içinde olmasıdır(71). Uzun torasik sinir normalde orta skalen kasın alt kısmında ve kasın tendinöz kısmına yakındır, iğnenin yoluyla daha uzakta bulunur. İnferior tiroid, transvers servikal ve supraskapular arterler gibi kan damarları, subklavyen arterin tirokervikal gövdesinin dalları olan hepsi renkli Doppler kullanılarak tanımlanabilir.



Şekil 2.17. a. İnterskalen bloğun seviyesinde anterior skalen kasın ön kenarında frenik siniri. b. İnterskalen bloğun seviyesinde orta skalen kas içinde dorsal skapular ve uzun torasik sinirleri. BP Brakiyal pleksus, MSm Orta skalen kası, PHn Frenik sinir, SCMm Sternokleidomastoid kası, DSn Dorsal skapular sinir, LTn Uzun torasik sinir- Desai ve ark.(70)'ndan alınmıştır.

Optimal ultrason görüntüsü elde edildikten ve ilgili yapılar tanındıktan sonra iğne yerleştirilebilir. Yaygın görüş iğnenin lateral-medial yönde düzlem içi(in plane) yaklaşımıyla yerleştirilmesidir, böylece frenik sinire zarar verilmesi önlenir. Dorsal skapular ve uzun torasik sinirlerin zedelenmesini önlemek için bu yaklaşımda orta skalen kas içinde aranmalıdır ve yanlışlıkla sinir hasarı önlenmelidir (Şekil 2.17). İğne, prevertebral fasya üzerinden C6 kökünün derininde, C5 ve C6 kökleri arasında veya C5 kökünün yüzeyine doğru yönlendirilmelidir. İlk tercih, iğnenin ucu C6 kökünün derinine yerleştirilmeli ve negatif aspirasyonu takiben enjeksiyon sırasında brakiyal pleksus etrafında lokal anestezik yayılımı gözlenmelidir. Lokal anestezik madde enjeksiyonu sonrasında ultrason probu ile distal ve proksimal tarama yaparak yayılımı değerlendilmelidir. Eğer lokal anestezik madde uygun olmayan bir şekilde orta skalen kasın içine yayılırsa, iğne yeniden yönlendirilmeli, ancak iğnenin ucu sinir köklerinin fasikülusları arasına asla yerleştirilmemelidir, aksi takdirde sinir içi enjeksiyon meydana gelebilir. Ayrıca, pleksus fasyasının dışında ve sinir köklerinin bir tarafında lokal anestezik maddenin yayılımı, blokaj için yeterli olmasına rağmen, çevresel ve pleksus içi yayılıma kıyasla süresi daha uzundur(72). Arada bir C5 ve C6 kökleri anterior skalen kas içinden ayrı veya birlikte ilerleyebilir, bu durumda iğnenin optimal yerleşimi hakkında bilgi sahibi olmak için onların seyri takip edilebilir. Altta yatan

anatomiyi anlamamanın zor olduğu durumlarda, ultrason eşliğinde sinir stimülasyonu, deltoid veya biseps kaslarının uyarılmasını ile birlikte yardımcı olarak düşünülmelidir(73).

2.9.2 Anterior Supraskapuler Sinir Bloğu(ASB)

Omuz cerrahisinden sonra postoperatif analjezi için interskalen bloğun alternatifleri arayışı interskalen bloğun invazivliği ve frenik sinir bloğu ile ilişkili istenmeyen solunumla ilgili yan etkiler nedeniyle belirli popülasyonlarda kullanımını kısıtlayan durumlar göz önünde bulundurularak yapılagelmiştir(5). Supraskapular çentikteki posterior supraskapular sinir bloğu, frenik siniri koruyan bir alternatif olarak önerilmiştir, ancak birkaç randomize klinik çalışma, interskalen bloğa göre ağrı kontrolünde daha az etkili olduğunu ve ayaktan omuz cerrahisi sonrası taburcu süresini geciktirebileceğini göstermiştir(74).

Daha önce omuz eklemine supraskapuler sinirin %70'ini innerve ettiği şeklindeki inanışın aksine son anatomik çalışmalar katkısının sınırlı olduğunu ve sadece eklemi posterior üst kadrana kadar içerdiğini göstermiştir(48). Brakiyal pleksusu oluşturan C5 ve C6 sinir kökleri (C5-C6), aksiller, subskapular ve supraskapular sinirlerin önemli katkı sağlayıcılarıdır. Bu nedenle, bunların birleşimi olan superior trunkus omuz cerrahisi için etkili bir ağrı kontrolü sağlayabilir. Bununla birlikte, superior trunkusun yerleşimi frenik sinire çok yakın olup lokal anesteziklerle blokajında diyafram fonksiyonu üzerindeki etkisi hala beklenmektedir(57).

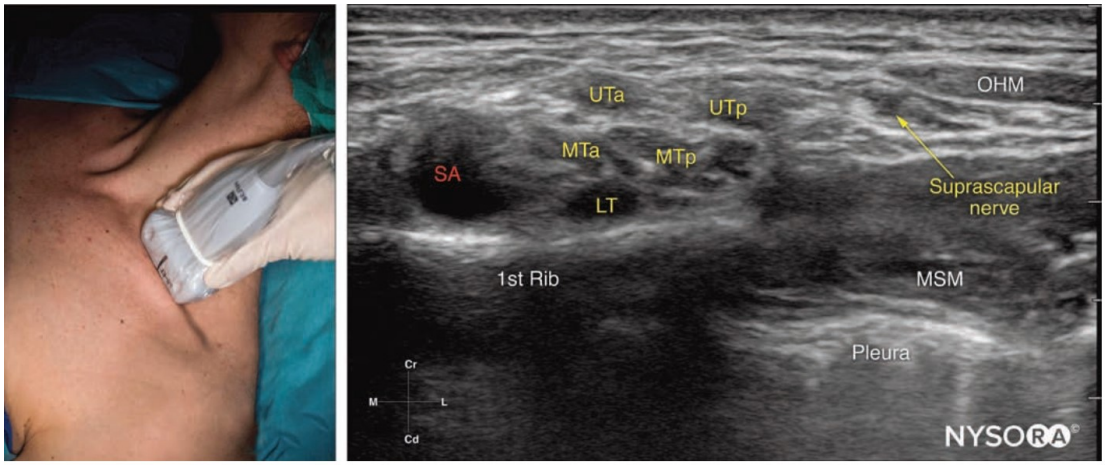
Siegenthaler et al.(75) ve Laumonerie et al.(76) çalışmalarında anterior supraskapular bloğu boyun ve frenik sinirden nispeten uzak olan superior trunkusu bloke etmek için dolaylı bir yaklaşım olarak keşfedilmiştir. Anatomik yakınlığı ve proksimal yayılımı nedeniyle supraclavicular fossa'da omohiyoid kasın inferior karını altında ASB, çok küçük lokal anestezik hacimlerinin kullanıldığı durumlarda bile superior trunkus ve brakiyal pleksusu tutarlı bir şekilde bloke ediyor gibi görünmektedir.

Arthroskopik omuz cerrahisi için multimodal analjezi veya interskalen blok uygun olmadığında omuz cerrahisi analjezisi için tek başına veya aksiller sinir bloğu, supraklavikuler/infraklavikuler brakiyal pleksus bloğu gibi bloklarla beraber uygulanmaktadır.

ASB omuzun dış rotasyonunu sağlayan supraspinatus ve infraspinatus kaslarında zayıflık yapabilir, lokal anesteziğin yakın yerleşimine bağlı olarak supraklaviküler brakiyal pleksusun superior trunkusuna değişen miktarlarda yayılabilir ve büyük hacimler kullanılıyorsa omuz ve kolda daha belirgin bir zayıflığa neden olabilir. Vasküler ponksiyon nedeniyle hematoma, sinir hasarına, pnömotoraksa, frenik bloktan kaynaklanan dispneye yol açabilir.

Sonoanatomi

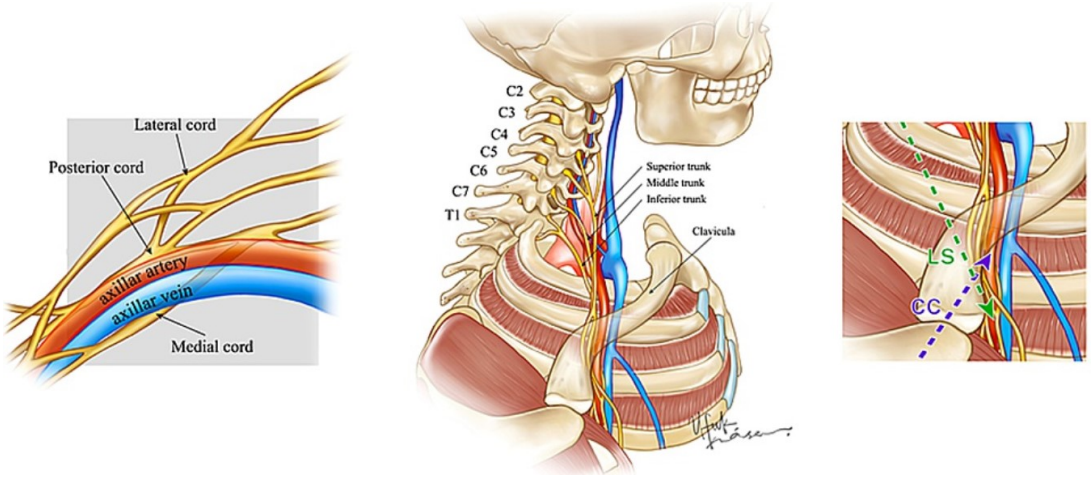
Supraklaviküler fossada distal trunkuslar ve proksimal divizyonları bulmak için ultrason probu klavikulanın orta noktasına yakın, klavikula ile hemen paralel ve kaudal eğimli olarak transvers yönde yerleştirilir; bu, ISB ile ilgili başlangıç pozisyonuna benzer şekilde yapılan izleme yönteminin başlangıç konumudur. Ön taramada, medialden laterale doğru subklavyen ven, anterior skalen kasın eklem yeri, subklavyen arter ve posterolateral brakiyal pleksus, "üzüm salkımı" şeklinde bir görünümle ve orta skaleni kasın eklem yeri tanımlanır. C5 ve C6 köklerini tanımlayarak brakiyal pleksusu interskalen çıkıntıya kadar izlenir. C5 ve C6 köklerini distal yönde izlerken dikkatlice köklerin birden fazla fascikül olarak bölündüğünü ve tek bir kılıf içine birleştiği(üst trunkus) gözlemlenir(69). Üst trunkusu supraklaviküler bölgeye doğru dikkatlice izlerken üst trunkusun en lateral fasikülü aranır. Bu lateral fasikül supraskapüler sinir olup, üst trunkustan uzaklaşarak supraklaviküler pleksusun geri kalanından ayrılır ve uzun ince bir kasın (omohyoid) altından geçerek (Şekil 2.18) bazen küçük bir arterle (supraskapüler arter) beraber hareket eder(75). Eğer supraskapüler sinir görülmüyorsa bile omohioid kasının altındaki superfisiyal servikal fasya ve prevertebral fasya arasına infiltrasyon uygulanarak sinir bloke edilebilir.



Şekil 2.18.. Uygun ultrason yerleşimi ve supraklaviküler fossa bölgesinde ASB için ideal ultrason resmi. SA, subklavyen arter; LT, alt trunkus; UTa ve UTp, üst(superior) trunkusun ön ve arka bölümleri; MTa ve MTp, orta trunkusun ön ve arka bölümleri; OHM, omohyoid kası; MSM, orta skalen kas- Lopez ve ark.(77)'ndan alınmıştır.

2.9.3 Kostoklaviküler Brakiyal Pleksus Bloğu (CCB)

CCB, lokal anestezik maddenin brakiyal pleksusun kordları arasına kostoklaviküler alanda enjekte edildiği proksimal infraklaviküler brakiyal pleksus bloğu tekniğidir(78). Son zamanlarda, ultrason eşliğinde kostoklaviküler alanda brakiyal pleksus bloğu, geleneksel infraklaviküler bloğa alternatif bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır.(79). Bu düzeyde brakiyal pleksusun yoğun düzenlenişi, arterin lateralinde kümelenmiş ve geleneksel yaklaşıma göre daha yüzeysel olması, tek bir iğne geçişiyle blokaj için daha elverişli hale getirir(54). (Şekil 2.19) Kostoklaviküler yaklaşım, üst ekstremite ve ön omuzun duyusal ve motor blokuna neden olur. Daha büyük hacimlerdeki (20 mL) lokal anesteziğin sefale yönlenmesiyle supraklaviküler ve interskalen brakiyal pleksusa ulaşabilir ve omuzun tamamen bloke olmasına yol açabilir. Daha büyük hacimlerdeki (35 ml) lokal anestezik frenik sinire kadar ulaşabilir(80).



Şekil 2.19. Kostoklaviküler alanda brakiyal pleksus anatomisinin ve iğne yolunun şematik gösterimi - LS: lateral sagittal; CC: kostoklaviküler- Dost ve ark.(81)'ndan alınmıştır.

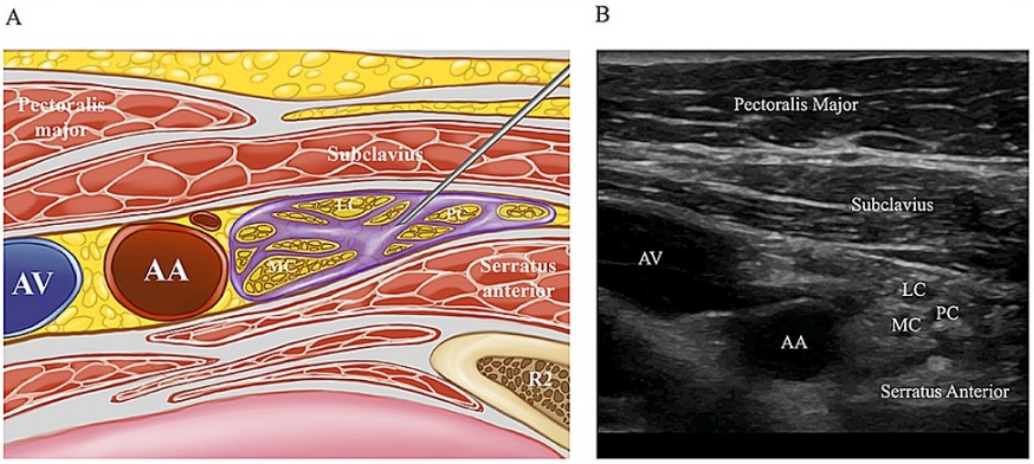
Kostoklaviküler alan, klavikulanın orta noktasının hemen derin ve arka tarafında yer alan, önde pectoralis major'un klavikuler başı ile subklavius kası arasındaki kaslar arası alandır ve arkada serratus anterior kasının üst kayışları ve ikinci kaburgalar bulunur. Brakiyal pleksusun kordları, kostoklaviküler alanda bir araya gelmiş durumdadır ve birbirlerine ve aksiller artere göre tutarlı bir ilişki paylaşırlar. Bu kordlar, aksiller arterin lateral ve paralel olduğu bir konumda bulunur. Lateral kord, üç kordun en yüzeysel olanıdır. Medial kord, lateral kordun doğrudan arkasında bulunurken, posterior kordun medialindedir. Posterior kord, kostoklaviküler alanda üç kordun en dıştaki kordudur. Parietal plevra, kostoklaviküler alanda hem kordlardan hem de aksiller damarlardan daha derinde yer alır. Sefalik ven, lateral'den medial'e doğru kordların üzerinden kavisli bir şekilde hareket ederek costoklaviküler alandan hemen distalde aksiller venle birleşir. Torakoakromiyal arter, pectoralis minor kasının üst sınırına yakın aksiller arterden köken alır ve sefalik venin hemen distalinde, lateral infraklaviküler fossaya yakındır(54, 81).

Sonoanatomi

Prob medial infraklaviküler fossanın alt sınırına yerleştirilir. Kostoklaviküler alanda, subklavius kasının altında aksiller arter belirlenir. Brakiyal pleksusun üç kordu arterin lateralinde görüntülenecektir. Eğer sefalik ven (veya torakoakromiyal arter) görüntülenirse, ultrason probu hafifçe sefalik yönde eğilerek kostoklaviküler alana ve

brakiyal pleksusun üç korduna uygun ultrason görüntüsü sağlanır. İkinci kaburga, genellikle subklavius kasının derininde görüntülenebilir. Plevra, görüntünün en derin ve medial kısmında görülebilir. Aksiller arter ve brakiyal pleksus tipik olarak ortalama büyüklükteki hastalarda 3-4 cm derinlikte belirlenir. Tanımlanması gereken yapılar Aksiller arter, Brakiyal pleksusun kordlarıdır. Görülebilecek yapılar ise subklavius kası, Pectoralis minor kası, plevradır. (Şekil 2.20) Eğer subklavius kası, pectoralis major kasının klaviküler başının altında yer aldığı, iğne yerleştirme sırasında hedeflenen ultrason penceresinde görüntülenirse, sefalik venin önüne geçileceği önemlidir(81, 82).

Obezite veya vücut geliştirenler gibi büyük miktarda yağ dokusu veya büyük pektoral kaslara sahip hastalarda, lateral infraklaviküler fossadaki nörovasküler demet daha derinde konumlanır, bu da yeterli görüntülemenin zor olmasına neden olur. Sefalik ven ve torakoakromiyal arter iğnenin yolunda olabilir. İğne ilerlerken bu damarların dikkatlice önünden geçilmelidir. Diğer riskler çoğunlukla aksiller arter, ven ve plevranın yakınlığından kaynaklanan infraklaviküler blok (pnömotoraks, kompres edilmesi zor vasküler yaralanma, intravasküler enjeksiyon, brakiyal pleksus yaralanması gibi) ile benzerdir(55)



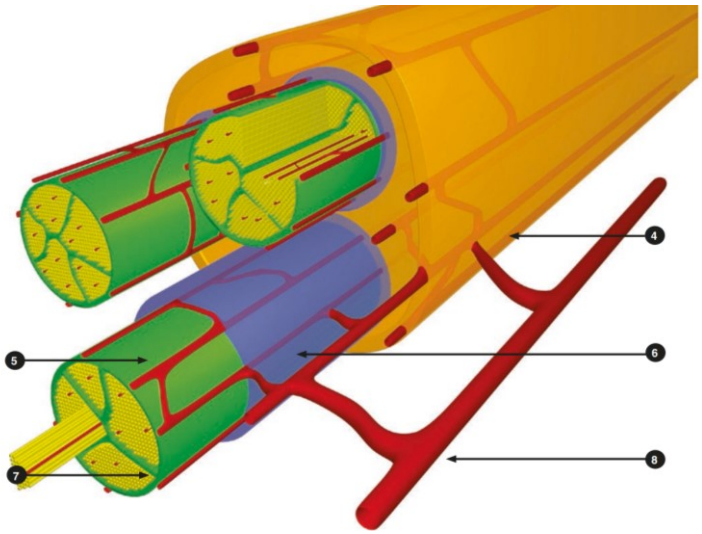
Şekil 2.20. A) Ultrason eşliğinde CCB'yi gösteren şematik resim. CCB'de enjeksiyon, posterior, lateral ve medial kord arasına uygulanır. (B) Ultrason eşliğinde CCB sonoanatomisi. PC: Posterior kord; LC: Lateral kord; MC: Medial kord; AA: Aksiller arter; AV: Aksiller ven- Dost ve ark.(81)'ndan alınmıştır.

2.10. Periferik Sinirlerin Fizyolojisi

Sinir hücrelerinin ve aksonların zarı, iyon kanalları da dahil olmak üzere çeşitli proteinleri barındıran bir fosfolipid çift tabakadan oluşur. Miyelinli sinir aksonları, miyelin kılıfını oluşturan Schwann hücreleri olarak adlandırılan diğer hücreler tarafından sarılır. Bu kılıf boyunca, Ranvier düğümleri olarak adlandırılan boşluklarla kesilir. Bölgesel anestezi açısından en önemli sinirler miyelinli olsa da, otonom ve bazı nosisepsiyon afferent lifler miyelin kılıfına sahip değildir(83).

Sinir lifleri, glial hücreler ve fibroblastlardan oluşan bir bağ doku olan endoneuryumla sarılıdır ve kan damarlarıyla birlikte bulunur. Bu lifler yoğun bir bağ doku olan perineuryumla çevrelenir ve bu yapısal birim olan fasiyolu oluşturur. Fasyalardan, kan damarlarıyla birlikte daha kalın bir bağ doku tabakası olan epineuryumla çevrilen siniri oluşturur (Şekil 2.21). Periferik sinir, fasya ile çevrili bireysel sinirlerden oluşur. Bunlar, lokal anestezik maddenin sinir iletişimini bloke etmek için sodyum kanallarına bağlanması gereken yapılar olarak karşımıza çıkar (Tablo 2.2).

Sinirler, genellikle miyelinasyon derecesi ve impuls iletim hızıyla yaklaşık olarak uyumlu olan çaplarına göre sınıflandırılır.



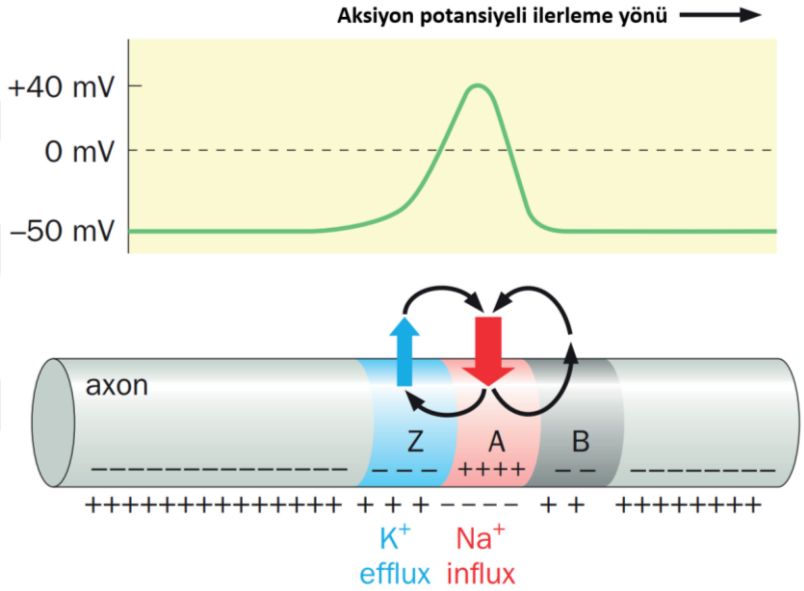
Şekil 2.21. Periferik sinirin mikroskopik şematik görünümü.1.Epineural arteriyal dal, 2.Yükselen arteriyal dal, 3.İnen arteriyal dal, 4.Epinöryum ve bağ doku, 5.Endonöryum, 6.Perinöryum, 7.Akson, 8. Vasa nervorum- Rigoard ve ark.(84)'ndan alınmıştır.

Tablo 2.2. Farklı sinir tipleri, karakteristikleri ve lokal anestezik duyarlılıkları- Hemmings ve ark.(85)'ndan alınmıştır.

Sinir Lifi	**Çap (µm)**	**İletim Hızı (m/s)**	**Blok Sensiti -vitesi**	**Miyelin**	**Anatomik yerleşim**	**Fonksiyon**
A-α	15-20	80-120	++	+++	Kaslar ve eklemler	Motor Propriosepsi-yon
A-β	8-15	80-120	++	+++	Kaslar ve eklemler	Dokunma Basınç Propriosepsi-yon
A-γ, A-δ	3-8	4-30	+++	++	Kas iğleri Duyusal Kökler Afferent periferik sinirler	Ağrı Sıcaklık Dokunma/ Motor
B	4	10-15	++++	+	Pregangliyonik sempatik	Otonom – preganglionik
C	1-2	1-2	++++	-	Postgangliyonik sempatik Duyusal kökler Aferent periferik sinirler	Ağrı Sıcaklık Dokunma

2.10.1 Elektrofizyoloji

Akson membranı sodyum iyonlarına oldukça geçirgen olmamakla birlikte, potasyum iyonlarına seçici olarak geçirgendir. Na+/K+-pompası, membranın içinde konsantrasyon gradyanı oluşturmak ve sürdürmek için sodyumu dışarıya ihraç ederken potasyumu içeriye aktarır. Hücre içindeki K+ iyonlarının daha yüksek konsantrasyonu, bu iyonlara olan daha büyük geçirgenlikle birlikte, hücre içinde nispeten negatif bir elektrik potansiyeli oluşturur ve yaklaşık -70 mV'dir(86).



Şekil 2.22.. Bir aksonda aksiyon potansiyeli anında gerçekleşenlerin şematik gösterimi..- Luo ve ark.(86)'ndan alınmıştır.

Nöronlar, kimyasal, moleküler, termal veya mekanik uyarılarla hücre içine katyonların akışıyla elektriksel potansiyele dönüşür. Uyarılar yeterince güçlü olduğunda Na+-kanallarının açılmasıyla nöral membranın depolarizasyonuna neden olurlar, bu katyonların hücre içine akmasına ve membran potansiyelinin (yaklaşık +20 mV'ye) ters çevrilmesine yol açar. Sodyum iyonları akson boyunca yayılır ve ek Na+-kanallarının tetiklenmesiyle komşu membranı depolarize eder. Dalga, voltaj-kapılı Na+ kanallarının açıldığı ve membranın depolarize olduğu A noktasında yer alır. A noktasındaki pozitif yükler aksonda eşiği aşarak depolarizasyona neden olacakları B

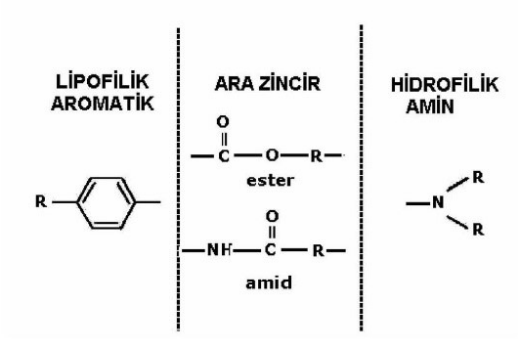
noktasına yayılırlar. Böylece bir sonraki anda dalga cephesi B noktasına ulaşır. Dalga önünden geçtiği Z noktasında, gecikmiş K+ kanallarının aktivasyonu ve Na+ kanallarının inaktivasyonu nedeniyle aksiyon potansiyelinin A'dan Z'ye doğru geriye yayılmasını engelleyen bir refraktör periyot gerçekleşmektedir. Kırmızı ve mavi oklar sırasıyla Na+ girişini(influx) ve K+ çıkışını(efflux) gösterir. Kavisli oklar, Na+ girişi sonucu solda ve sağda devreleri tamamlayan akım akışını temsil eder. Aşağıdaki yükler, aksonun farklı segmentlerindeki membran potansiyellerini temsil etmektedir (Şekil 2.22). Orijinal dinlenme potansiyeli, K+ çıkışı ve Na+/K+-pompasının daha fazla etkisiyle geri kazanılır. Bu aşamada membran refrakter bir dönemdedir ve uyarı sadece anterograd yönde yayılabilir. Miyelinle çevrili aksonlarda miyelin, izolasyon görevi görür ve depolarizasyon, Ranvier nodlarının düzeyinde gerçekleşerek daha hızlı, sıçramalı bir iletim sağlar(86).

2.11 Lokal Anestezikler

2.11.1 Genel ve Farmakokinetik Özellikler

Yaygın olarak kullanılan lokal anestezikler (LA'ler) benzer yapısal özelliklere sahiptir ve (artikain dışında) lipofilik aromatik bir halka ve hidrofilik üçüncül bir amin içerirler. Bu iki parça, karboksilik ester (-COO-) veya amid (-NCO-) bağı ile birbirine bağlanmıştır. Bu bağlanma, bir LA'nın amino ester veya amino amid olarak adlandırılıp adlandırılmayacağını belirler. Yaygın olarak kullanılan ester bazlı LA'ler arasında kloroprokain, prokain ve tetrakain bulunur. Yaygın olarak kullanılan amid bazlı LA'ler ise lidokain, bupivakain, ropivakain ve mepivakain içerir. Artikain, çoğunlukla diş hekimliğinde kullanılan bir amid bazlı LA'dir (87).

Aromatik halka, lipit çözünürlük için önemlidir. Bu özellik, molekülün sinir membranı üzerinden difüzyonu için kritiktir ve lokal anestezik (LA) potensi ile ilişkilidir. Liposolübilite ne kadar yüksekse, verilen dozun daha büyük bir kısmı sinir hücrelerine girebilir. Orta zincir metabolizasyon yolunu belirler ve bu, farmakokinetik profili ve alerji potansiyeli üzerinde etkisi vardır. Amin grubu bir proton alıcıdır ve lokal anesteziklerin amfipatik doğasının kaynağı olan yüklü (hidrofilik) ve yüksüz (hidrofobik) izomerleri sağlar(87).



Şekil 2.23. Lokal anesteziklerin farmakolojik yapısı- Alpaslan ve ark.(88)'ndan alınmıştır.

Lokal anestezikler (LA'ler) zayıf bazlardır ve çözeltide hem yüklü hem de yüksüz formlarda bulunurlar. Klinik olarak kullanılan tüm LA'ler belirli yapısal özellikleri paylaşırlar. Aromatik (benzen) halka, daha yüksek lipid çözünürlüğüne yol açar. Amin grubu (aromatik halkanın karşı ucunda yer alan) protonlanmış (kuaterner) olduğunda lipid çözünürlüğü azalır (ve suda çözünürğü artar). Bu amin azotu üçlü bir forma sahip olduğunda ise yüksüz ve daha lipit çözünürlüğüne sahip olur. Yüksüz, daha lipofilik form sinir membranlarına daha kolay nüfuz ederken, yüklü, daha su çözünür form sodyum kanalına daha yüksek afinitede bağlanır. LA'ler (benzokain hariç) üretici firmalar tarafından hidroklorür tuzları olarak kuaterner formda gelir. Yüklü ve yüksüz formların oranı (ve dolayısıyla plazma membranını daha ne kadar hızlı geçtikleri ve klinik etkilerini ne kadar hızlı ürettikleri) ilacın pKa'sı tarafından ve in vivo olarak doku pH'ı tarafından belirlenir(89).

Lokal anestezikler, sinir iletimini geri dönüşümlü olarak baskılayarak, sinir plazma membranındaki voltajlı sodyum kanallarına (Nav) bağlanarak etki gösterir(90). Nav kanalları, plazma membranına bağlı olan integral membran proteinleridir. Lokal anestezikler sodyum kanalına bağlandığında, Na'yı geçirmez hale getirirler, bu da eylem potansiyeli başlatma ve yayılmasını önler. Bu etki mekanizması hem analjezik etkilerinden hem de sistemik etkilerinden sorumludur. Lokal anestezikler, hücrenin içinden Na+-kanalına açık formunda bağlanır, bu nedenle lipid çözünürlüğünden etkilenir. Hücre içinde, moleküller sulu bir ortamda difüzyona uğrar, bu nedenle lokal anesteziklerin amfipatik yapısı önemlidir.

Lokal anesteziklerin sinire yakın bir yere yapılsa da birkaç faktör sebebiyle ilaç molekülünün sadece çok küçük bir kısmı membrana ulaşır. Molekülün hem kimyasal hem de farmakolojik değişkenleri, enjeksiyon yapılan ortam ile birlikte rol oynar. Lokal anestezik, konsantrasyon gradyanı boyunca difüze olur, yani merkezinden önce sinirin dış yüzeyi bloke olur. Difüzyon hızı, ilacın konsantrasyonu, iyonlaşma derecesi, hidrofobisitesi, siniri çevreleyen anatomik yapılar ve sinirin kendisi tarafından etkilenir. Konsantrasyon ve hacim de önemli değişkenlerdir. Bir lokal anestezik etkinliği, tam bir blok sağlamak için minimum etkin konsantrasyon (MEC) olarak ifade edilebilir. Ayrıca lokal anesteziklerin hacmi önemlidir çünkü bir sinirin kritik minimum uzunluğu bloke edilmelidir; böylece, bitişik bir Ranvier nodunda aksiyon potansiyelinin yenilenmesi engellenir(83).

2.11.2 Farmakokinetik

Lokal anesteziklerin plazma konsantrasyonu farmakokinetiklerinden ve yaş, vücut büyüklüğü, yapıldıkları yerin anatomisi ve organ fonksiyonu gibi hastaya bağlı faktörler tarafından belirlenir.

Lokal anesteziklerin emilimi hasta ile ilgili olan dağıtım, metabolizma ve atılımın aksine, anestezistin etkileyebileceği en önemli farmakokinetik adımdır. Lokal anesteziklerin emilimi, enjeksiyon yerine, doza, molekülün fizikokimyasal özelliklerine ve gerektiğinde adjuvanların kullanımına bağlıdır. Daha vaskülerize bir bölgeye yapılan bir enjeksiyon, daha kısa sürede daha yüksek bir plazma konsantrasyonuna neden olur. Genel bir kural olarak, intravenöz, intraplevral, interkostal, kaudal, epidural, brakiyal pleksus, femoral, siyatik ve subkütan enjeksiyonlar yapılırsa, plazma konsantrasyonunun azalması beklenir, bu da bu dokuların vasküler beslemesini yansıtır. Plazma konsantrasyonu genellikle kullanılan toplam doza orantılıdır, kullanılan konsantrasyon veya enjeksiyon hızından bağımsız olarak. Ayrıca lipit çözünebilirliği yüksek moleküller muhtemelen lipofilik dokularda ayrışmaları nedeniyle hidrofilik ajanlardan daha yavaş emilir(89).

Dağılım, ilaçların lipid çözünebilirliğine ve organların vaskülarizasyonuna bağlı olarak değişir. Lokal anestezikler beyin, kalp, karaciğer ve akciğerlere hızlı bir şekilde dağılırken, kaslar ve yağ dokusuna daha yavaş dağılır. Hastaların yaşları ve kardiyovasküler durumu, dokuların kan akışını etkiler.

Lokal anesteziklerin metabolizması karaciğerde gerçekleşir ve karaciğer kan akışına bağlıdır. Esterler, plazma esterazları tarafından para-aminobenzoik asit (PABA) haline hidrolize edilir ve bu, hassas bireylerde alerjik reaksiyonlara neden olabilir. Amidler ise karaciğerde metabolize edilir ve PABA'yı bir metabolit olarak üretmezler ve bu nedenle çok nadiren alerjik reaksiyonlara yol açarlar. Metabolik hız farklı ajanlar arasında değişir (prilokain > lidokain > mepevakin > bupivakain). Karaciğer veya böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalarda eliminasyon daha yavaş olur ve sistemik toksisite riski daha yüksektir(83).

2.11.3. Lokal Anestezik Sistemik Toksisitesi (LAST)

Lokal anesteziklerin uygulanmasını sınırlandıran faktör, toksisiteleridir. Bu genellikle kardiyovasküler ve nörolojik belirtilere yol açar. Uygun durumlarda, lokal anestezikler oldukça güvenlidir, ancak istenmeyen intravasküler, intratekal veya intranöral enjeksiyonlardan veya daha yüksek sistemik emilime yol açan durumlardan kaynaklanan lokal veya sistemik toksisite ortaya çıkabilir(91).

Doğrudan kardiyotoksisite, Purkinje liflerinde ve kardiyomiyositlerde azalan iletimle, uzun süren iyileşme süresi ve Ca++ kanallarına etki eden bir mekanizma yoluyla ortaya çıkar; bu da bu iyonun hücreye girişini ve sarkoplazmik retikulumdan salınımını azaltır. Düşük konsantrasyonlarda vasküler sistem üzerinde de etkisi vardır, vasküler düz kaslar üzerinde etki ederek, düşük konsantrasyonlarda damarları daraltırken, yüksek konsantrasyonlarda genişlemeye neden olur. Farmakokinetik özellikler toksisiteyi de etkiler. Tetrakain ve bupivakain gibi daha güçlü, lipofilik lokal anestezikler, prokain ve lidokain gibi daha az lipofilik maddelerden daha fazla kardiyotoksiktir(89).

Klinik sunum oldukça değişken olup, bir lokal anestezik ilaç uygulamasından sonra beklenmedik klinik veya fizyolojik değişiklikler meydana geldiğinde Lokal Anestezik Sistem Toksisitesi (LAST) şüphelenilmelidir. Klasik klinik sunum, lokal anesteziklerin enjeksiyonundan sonra belirtilerin ilerlemesiyle başlar ve CNS uyarıcı belirtilerden, CNS baskılanmasına, kardiyovasküler uyarıdan kardiyovasküler baskılamaya ve dolaşım çökmesine kadar ilerleyebilir. Ancak klinik uygulamada, sunum daha sonra başlayabilir ve sadece kardiyovasküler belirtiler gösterebilir(92).

Lokal anestezik ilaçların beyindeki kan düzeyleri başlangıçta kortikal inhibitör yolları bloke eder ve bu nedenle perioral parestezi, metalik tat, görme ve işitsel

değişiklikler, kas seğirmesi, anksiyete gibi mental durum değişiklikleri ve son olarak nöbet gibi uyarıcı belirtilere neden olabilir. Lokal anesteziklerin kan konsantrasyonları arttıkça, sedasyon, uyuklama, koma ve solunum depresyonu gibi CNS depresyonuna yol açabilir(93).

Kardiyovasküler belirtiler, CNS belirtileriyle birlikte veya ondan sonra veya tek başına ortaya çıkabilir. Başlangıçta sempatik aktivasyon, taşikardi veya hipertansiyona yol açabilir. Ancak, kardiyovasküler inhibisyon belirtileri hakim olabilir, bradikardi ve hipotansiyonla birlikte. Doğrudan kardiyotoksisite, ventriküler aritmilere ve asistole kadar ilerleyebilir(92).

Lokal anesteziklerin toplam dozu, istenilen etki ve süreyi elde etmek için gereken en düşük seviyede olmalıdır. Birçok yayında maksimum önerilen dozlarla ilgili birçok rehber bulunmaktadır. Bununla birlikte, bunların kesin rehberler olarak ele alınmamaları önemlidir, çünkü kanıta dayalı değillerdir ve enjeksiyon yeri, teknik ve hasta faktörleri (yaşın aşırı uçları, organ fonksiyon bozuklukları, gebelik, metabolik bozukluklar gibi) arasında toksisite riskini artırabilecek farklılıkları göz önünde bulundurmazlar(94).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamıza, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nın 09.02.2023 tarihli ve 47 sayılı kararı ile etik kurul onayı alındıktan sonra başlandı. Hastalar operasyon öncesi ortopedi servisinde rahat iletişim kurabilecekleri uygun ortam sağlanarak bilgilendirildi. Aydınlatılmış sözlü ve yazılı onamları alındı. Çalışmaya elektif şartlarda geçireceği omuz artroskopisi operasyonu için genel anestezi planlanan American Society of Anesthesiologists (ASA) sınıf 1-3, Vücut Kitle İndeksi (VKİ) 20 – 40 arası 46 hasta dahil edildi. Onam vermeyen/veremeyecek durumdaki hastalar, Mevcut nöropati (hikaye ve/veya fizik muayene ile tespit edilmiş), Koagülopati (hikaye ve/veya fizik muayene ile tespit edilmiş veya preoperatif Platelet<100 µl, Inr>1.5, veya protrombin zamanı>50sn olan), Obstrüktif veya restriktif akciğer hastalığı (hikaye ve/veya fizik muayene ile tespit edilmiş), Renal yetmezlik (hikaye ve/veya fizik muayene ile tespit edilmiş), Hepatik yetmezlik (hikaye ve/veya fizik muayene ile tespit edilmiş), Lokal anestezik alerji öyküsü, Gebelik, Boyun, infraklaviküler bölge veya supraskapular fossaya cerrahi müdahale öyküsü, Kronik ağrı sendromu nedenli evde opioid kullanan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Preoperatif değerlendirmede hastaların demografik verileri, komorbid hastalıkları, operasyona ait verileri kaydedildi. Hastalar önce ameliyathanedeki işlem odasına alındı ve nazal kanülle 2L/dk oksijen verilen hastaların, EKG monitörizasyonu yapılıp, kalp atım hızı (KAH), periferik oksijen satürasyonu (SpO2) izlendi ve 5 dk aralıklı kan basıncı (KB) takipleri alındı sonrası 20 Gauge branül ile iv damar yolu açıldı. 2mg IV midazolam ile premedikasyon yapıldı.

Bloklar yapılmadan önce hastaya supin pozisyon verildi. Omuz artroskopisi yapılacak taraftaki diyafram ekskürsiyonu, bloklar gerçekleştirilmeden önce 2-5 MHz konveks US probu(Philips Affiniti 50, Philips Medical Systems, Seattle, WA, United States) karaciğer veya dalak komşuluğundaki anterior aksiller midklavikular çizgi arasındaki subkostal akustik pencereler aracılığıyla US ışınları diyafram kubbesine dik gelecek şekilde yerleştirilerek değerlendirildi. Ölçümde B modundan M moduna geçilerek inspiratuar ve ekspiratuar kraniokaudal deplasmanlar parlak bir çizgi (hiperekoik) "dalgalar" olarak görüntüsünün normal soluktaki ölçümleri yapıldı.

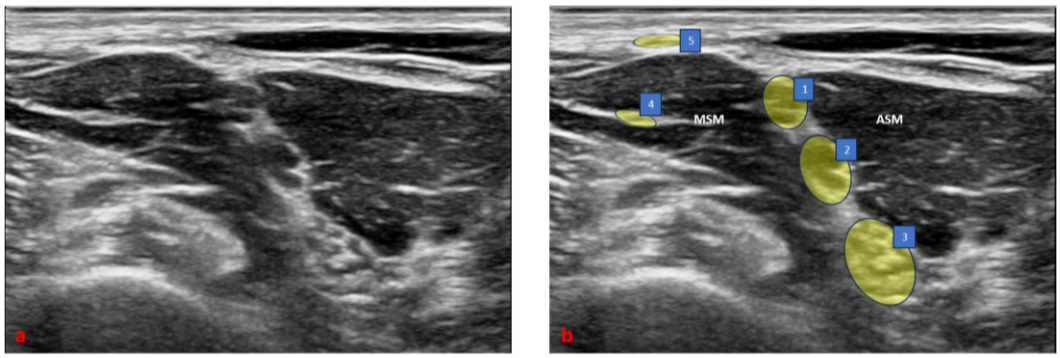
Hastalar İnterskalen brakiyal pleksus bloğu(ISB) , anterior supraskapular sinir bloğu (AS) veya kostoklavikuler brakial pleksus bloğu (CCB) olarak 3 gruba ayrıldı.

Blok işlemi başlangıcında hastalar supin pozisyona alındı ve başları hafifçe blok yapılacak tarafın aksi yönüne çevrilerek ters tarafına destekleyici yastık yerleştirildi ve boyun açığa çıkarıldı. Blok yapmadan önce hastanın fonksiyonel intravenöz erişimi sağlandı ve elektrokardiogram, non-invaziv tansiyon monitörü ve nabız oksimetre monitörizasyonu yapıldı. Ergonomiyi optimize etmek için işlem yapan kişi bloğun yapılacağı tarafa ve ultrason cihazı karşı tarafına konumlandırdı. Rutin olarak uygulanan aseptik şartlar sağlandı.

Tüm bloklarda yüksek frekanslı US probu (Philips Affiniti 50, Philps Medical Systems, Seattle, WA, United States 5-13 MHz lineer prob), 50 mm boyunda 22-G kısa eğimli bir rejyonal blok iğnesi ve sinir stimülatörü (Vygon (UK) Ltd., Swindon, UK) kullanıldı. Bloklar uygulanırken sinir stimülatörü ile uyarı 1 Hz frekansında ve 0,1 ms darbe süresinde, 1,5–2,5 mA akım sağlayacak şekilde ayarlanarak iğne, deriden aşağıya ve içe doğru yönlendirilip 1 mA'de uyarı alındığı 0.3 mA'de uyarı kaybolduğunda lokal anestezik uygulanacak biçimde yapıldı.

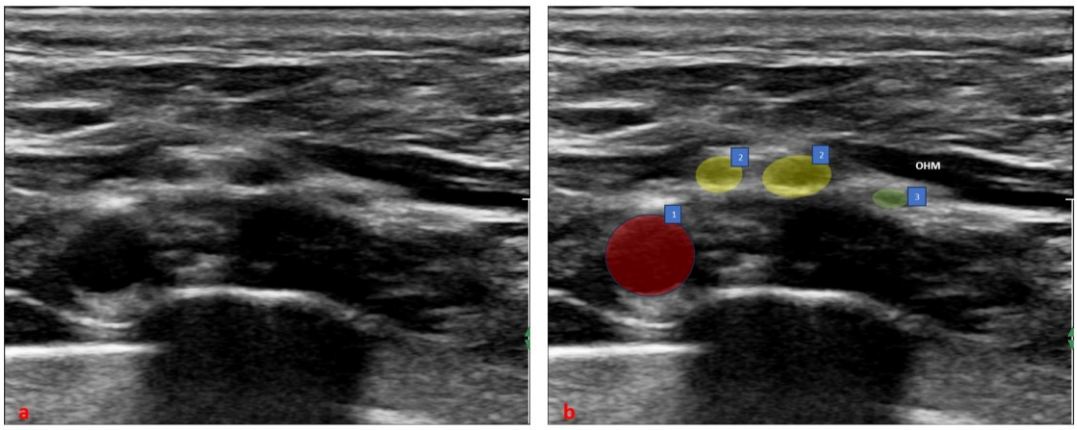
3.1. Blokların Uygulanması

ISB grubunda, hasta supin pozisyonunda ve kol adduksyonda iken supraklaviküler fossaya klavikulanın orta noktasına hemen proksimal ve paralel bir transvers pozisyonda aşağı doğru eğim verilerek yerleştirildi. Brakiyal pleksus subklavyen arterin posterolateralinde parlak bir ekojenik yapı olarak(üzüm demeti işareti) tanımlandı. Sonrasında, sinirler ekranın ortasında tutularak prob sefalik yönde interskalen oluğa kadar sinir köklerinin ön ve orta skalen kasları arasına yerleştirilmiş "inci dizisi" veya "trafik lambaları" görüntüsü elde edilene kadar hareket ettirildi (Şekil 3.1.). Yoğun nöronal içeriği sebebiyle sinir kökleri ultrasonda hipoekoik yuvarlak veya oval yapılar olarak görüntü optimize edildikten sonra probun posterolateralinden blok iğnesi yerleştirilip ve düzlem içinde ilerletildi. İğne, orta skalen kası ve brakiyal pleksus kökleri arasına gelecek şekilde ayarlanıp 15 ml %0,25'lik bupivakain yavaş yavaş C5-6 kökleri arasındaki alana bitişik olarak enjekte edildi.



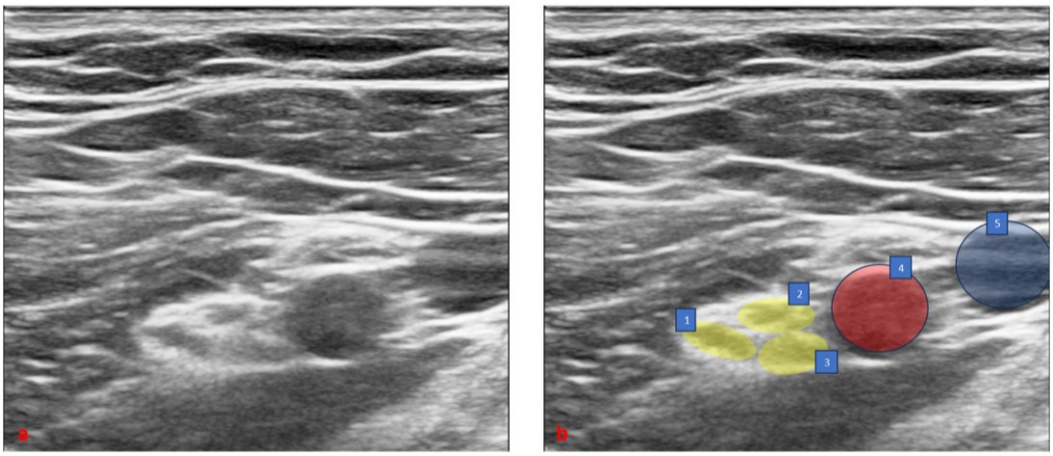
Şekil 3.1. Çalışmamızdan ISB ultrason görüntüsü ve önemli anatomik yapılar. 1. C5 sinir kökü, 2. C6 sinir kökü, 3. C7 sinir kökü, 4. Uzun torasik sinir, 5. Supraklaviküler sinirler, ASM: Anterior skalen kas, MSM: Orta skalen kas.

ASB grubunda, ipsilateral kol adduksiyona getirildi, ultrason probu brakiyal pleksusun belirlenmesi için supraklaviküler fossaya yerleştirildi. Daha sonra pleksus, üst gövdeden dallanan supraskapular sinir görülene kadar proksimalden takip edilip, daha sonra omohyoid kasın derinliklerinde görüntülenene kadar distale doğru takip edildi. Lokal anestezik, iğne posterolateralden anteromedial ilerletilirken, in-plane teknikle elde edilebilecek sinirin en lateral transvers görüntüsü bulundu(Şekil 3.2.). Omohioid kasının altındaki superfisiyal servikal fasya ve prevertebral fasya arasına sinirin lateralinden girilip DW5 ile hidrodiseksyon ve negatif aspirasyon sonrası 5 ml %0,5'lik bupivakain enjekte edildi.



Şekil 3.2. Çalışmamızdan ASB ultrason görüntüsü ve önemli anatomik yapılar. 1. Subklavyen arter, 2. Üst trunkus, 3. Supraskapüler sinir, OHM: omohiyoid kas

CCB grubunda, İpsilateral kol, el avuç içi tavana bakacak şekilde 90 derece açıyla abduksiyona getirildi ve ultrason transdüseri klavikulanın orta üçüncü kısmının hemen altına paralel olarak yerleştirildi. Transdüserin uzun ekseni hafifçe sefale doğru eğildi, böylece ultrason ışını kostoklaviküler boşluğa yönlendirildi. Ultrason görüntüsü brakial pleksusun her üç kordu aksiller arterin lateralinde, anteriorda pectoralis major'un klavikular başı ile subklavius kası arasında ve posteriorda ikinci kostanın üzerine yerleşmiş serratus anterior kasının arasına sıkışmış olarak bir arada görülecek şekilde optimize edildi (Şekil 3.3.). Blok iğnesi daha sonra düzlem içinde lateral yönden medial yöne doğru ilerletildi. İğne ucu hedeflenen konumundayken her enjeksiyondan önce, iğne ucunun brakial pleksus kılıfının altında ve brakial pleksusun kordlarının arasında yer alan hiperkoekojenik bağ dokusu matrisinin içinde olup, intranöral olarak konumlanmadığından emin olmak için ilk olarak küçük bir hacim (0.5 ila 1 ml) DW5 enjekte edildi. Doğrulamadan sonra lokal anestezik, blok iğnesini yeniden yönlendirerek 4 ila 5 ml'lik parçalarda çoklu bölgelere enjekte edilerek, lokal anesteziğin homojen dağıtacak bir şekilde toplam 20 mL %0,25'lik bupivakain enjekte edildi.



Şekil 3.3. Çalışmamızdan CCB ultrason görüntüsü ve önemli anatomik yapılar.
1. Posterior kord, 2. Lateral kord, 3. Medial kord, 4. Aksiller arter, 5. Aksiller ven

Blok uygulandıktan 30 dk sonra bloğun yapıldığı taraftaki hemidiyafragmatik ekskürsiyon normal soluk derinliğinde daha önce tarif edilen yöntemle ölçüldü ve kaydedildi. Bu süreçte kör gözlemci tarafından 30 dk boyunca 5 dk aralıklarla, motor fonksiyon omuz abdüksiyonu ile (aksiller ve supraskapular sinirler) ve kol adduksiyona ve dirsek 90° fleksiyona getirilirken humerusun manuel dirence karşı lateral rotasyonu (supraskapular sinir) ile 0 ila 3 puan arasında (0=motor blok yok, 1=omuz abdüksiyonu yok, 2=hem omuz abdüksiyonu hem dirsek fleksiyonu yok, 3=tam motor blok) değerlendirildi. Aynı zamanda duyusal fonksiyon da klavikula (supraklaviküler sinirler) ve deltoidin lateral yüzeyi (aksiller sinir) üzerindeki deri üzerinde ‘’pinprick test’’ (2=dokunmayı hissediyor, 1=dokunma hissi azalmış, 0=his yok) ile değerlendirilerek, pinprick testine yanıt kaybolduğunda genel anesteziye hazır kabul edilecek şekilde yapıldı.

Her üç gruba da anestezi indüksiyonunda 1.5-2.5 mg/kg IV propofol (Lipuro, Braun), 1.5-3 µg/kg IV fentanil (Talinat, VEM), 0.6 mg/kg IV rokuronyum (Esmeron, Alessandroorsini) uygulanarak entübasyon gerçekleştirildi. Anestezi idamesi ise %50/50 O2/Hava karışımı içinde sevofluran (Sevorane, Abbott) (1-1,3 MAK) ve remifentanil (Ultiva, VLD) infüzyonu (0.01-0.1 µg/kg/dk) ile sürdürüldü. Mekanik ventilatör ayarları tidal volüm 6-8 mL/kg, end-tidal CO2 30-35 mmHg olacak şekilde ayarlandı. Hastalara aynı cerrahi ekip tarafından plaj sedyesi pozisyonunda artroskopik omuz cerrahisi yapıldı. Vaka süresince hastanın hemodinamik verileri(kan basıncı, kalp atım hızı, spO2) kaydedildi.

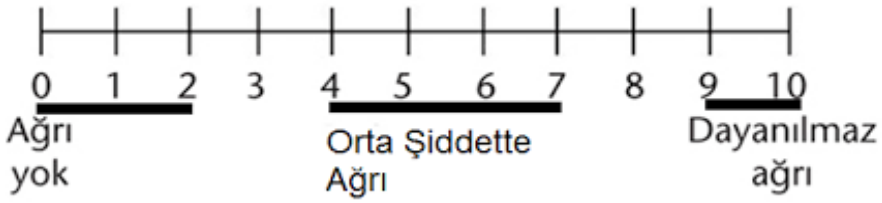
Ameliyat sonrası ayılma ünitesinde ve devamında ortopedi servisinde ameliyatın tamamlanmasından sonra postoperatif 1.saat, 2.saat, 6.saat, 12.saat ve 24.saatte takipleri yapıldı.

Hastaların uyanıklık hali Ramsay Sedasyon Ölçeği (Tablo 3.1.) ile postoperatif 1.saat, 2.saat, 6.saat, 12.saat ve 24.saatte kaydedildi. Bu ölçek en basit haliyle 1-2-3 skorları hastanın uyanık, 4-5-6 skorları ise hastanın sedoanaljezi altında olduğunu göstermektedir(95).

Tablo 3.1. Ramsay Sedasyon Skalası

Ramsay Sedasyon Skalası
1. Anksiyete, ajitasyon, huzursuz
2. Koopere, oryante, sakin
3. Sadece komutlara yanıt veriyor
4. Hafif glabellar uyarı, yüksek sesli uyarıya yanıt var
5. Glabellar uyarı ve yüksek sesli uyarıya azalmış yanıt var
6. Yanıt yok

Hastaların ağrı takibi 0 ile 10 arasında değişen 11 puanlık sayısal derecelendirme ölçeği(NRS)(96) kullanılarak yapıldı(resim). Hastaların ağrılarına verdiği puanlar postoperatif 1.saat, 2.saat, 6.saat, 12.saat ve 24.saatte kaydedildi. Multimodal ağrı yönetiminin bir parçası olarak Parol 3*1 gr IV rutin başlanan hastalarda NRS >4 olması halinde NSAİİ(deksketoprofen 50 mg/2 ml IV), buna da yanıt alınmaması halinde contramal 1mg/kg İV verildi. Hastaların aldığı ek ağrı kesiciler yine aynı saatlerde kaydedildi.



Şekil 3.4. NRS ağrı ölçeği örneği

Hastaların ipsilateral üst ekstremitedeki motor ve duyusal şikayetleri, blok ile ilgili yan etkiler ve komplikasyonlar 1.saat, 2.saat, 6.saat, 12.saat ve 24.saatte kaydedildi. Gelişen komplikasyonlar halinde hastaların ilerleyen zamandaki takipleri yapıldı.

Hastaların postoperatif bulantıları 0-3 arasında değişen 4 puanlı, postoperatif bulantıları ise 0-4 arasında değişen 5 puanlı likert ölçekleri (Tablo 3.2.) ile 1.saat, 2.saat, 6.saat, 12.saat ve 24.saatte kaydedildi.

Tablo 3.2. Bulantı/Kusma Likert Ölçeği

BULANTI Skoru	**KUSMA Skoru**
0-Yok	**0-**Yok
1-Yemek yemeğe engel olmayan	**1-**24 Saatte 1 kez
2-Oral alımını önemli derecede azaltan	**2-**24 saatte 2-5 kez
3-IV sıvı gerektiren	**3-**24 saatte 6 veya daha fazla kez veya ıv sıvı ihtiyacı olması
	4-Yatış gerektiren

Taburculuk öncesi ağrı yönetiminden hastalar ve cerrahların memnuniyetleri 24. Saatte 1-5 arasında değişen 5 puanlı likert ölçekleri (Tablo 3.2.) ile kaydedildi.

Tablo 3.3. Taburculuk öncesi ağrı yönetiminden memnuniyet ölçeği

(5) Çok Memnun (4) Memnun (3) Kararsız (2) Memnun Değil (1) Hiç Memnun Değil

3.2. Güç analizi

Çalışmanın örneklem büyüklüğü güç analizi G power 3.1.9.4 kullanılarak yapıldı. Referans alınan Auyong ve ark. Tarafından yapılan çalışmadaki(97) hemidiyafram paralizisi ölçümüne göre elde edilen değerlerden yola çıkılarak yapılan güç analizi sonucunda çalışmaya en az 30 kişi alındığında (her grup için en az 10 kişi) %80 güç ve %5 tip I hata elde edilebileceği hesaplandı. Gruplar olası takip kaybı ihtimaline karşı gruplar 15'er kişi olarak belirlendi.

3.3. İstatistik analiz

Veriler SPSS 26 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) paket programıyla analiz edildi. Sürekli değişkenler (yaş, boy, kilo, VKİ, duyusal blok, motor blok gibi aritmetik ortalaması alınabilen ölçümler) ortalama ± standart sapma ve kategorik değişkenler (cinsiyet, ASA, hasta ve cerrah memnuniyeti, komplikasyonlar, başarısız blok gibi yüzde ve sayı olarak belirtilebilen ölçümler) sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Normal dağılıma uyan değişkenler parametrik testlerle, normal dağılıma uymayan değişkenler ise non-parametrik testlerle incelendi. Parametrik test varsayımları sağlandığında bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında üç grubun birbirinden farklılığını inceleyen tek yönlü varyans analizi (ANOVA); parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında non parametrik bir test olan ve üç grubun birbirinden farklılığını inceleyen kruskal-wallis testi kullanıldı.

4.BULGULAR

Çalışmamızda herhangi bir hasta çalışma dışı bırakılmamış olup toplam 46 hastaya ait verilerin analizi yapılmıştır. Araştırmaya dâhil edilen hastaların demografik ve preoperatif özellikleri için frekans analizi sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir

Tablo 4.1. Hastaların demografik ve preoperatif özellikleri. Değerler, ortalama ± standart sapma veya sayı olarak ifade edilmiştir.

	ISB	ASB	CCB	Total	p değeri
Sayı	15	15	16	46	
Yaş	46,73 ±10,68	53,67 ±10,19	52,73 ±14,825	51,04±12,203	0,167
VKİ (kg/m^2)	27,20± 3,028	29,53± 5,705	26,69±4, 362	27,78±4,570	0,188
Taraf(sağ/sol)	9/6	9/6	9/7	27/19	0,970
Cinsiyet					
Erkek	10	9	9	28	0,835
Kadın	5	6	7	18	
ASA I	7	4	2	13	
ASA II	8	10	13	31	0,279
ASA III	0	1	1	2	
Komorbiditeler					
HT	1	4	8	13	0,021
DM	0	1	4	5	0,106
Astım	2	1	5	8	0,238

Grupların sayı, yaş, VKİ, ameliyat tarafı, cinsiyeti, ASA skoru, ek hastalıkları dağılımı Tablo ’da gösterildi. Gruplar arasında anlamlı istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Sadece HT hastası sayısı bakımından gruplar arasında anlamlı fark bulundu($p<0.05$).

Hastaların 30. Dakikada yapılan motor blok muayenelerinde ISB grubunda hastaların %26,7'sinde motor blok puanı 0, %73,3'ünde motor blok puanı 1; ASB grubunda hastaların %13,3'ünde motor blok puanı 0, %86,7'sinde motor blok puanı 1; CCB grubunda hastaların %37,5'inde motor blok puanı 0, %62,5'sinde motor blok puanı 1 olarak saptandı. Motor blok oturmayan hasta yoktu. Gruplar arasında motor blok puanları açısından anlamlı fark bulunmadı (p 0,345).

Hastaların 30. Dakikada yapılan duyusal blok muayenelerinde ISB grubunda hastaların 40'ında duyusal blok puanı 0, %60'ında duyusal blok puanı 1; ASB grubunda hastaların %33,3'ünde duyusal blok puanı 0, %66,7'sinde duyusal blok puanı 1; CCB grubunda hastaların %62,5'inde duyusal blok puanı 0, %37,5'sinde duyusal blok puanı 1 olarak saptandı. Duyusal blok oturmayan hasta yoktu. Gruplar arasında duyusal blok puanları açısından anlamlı fark bulunmadı (p 0,230).

Hastaların 0-6. Saat NSAİ, 6-12. Saat NSAİ, 12-24. Saat NSAİ ve kurtarma analjezisi (tramadol) kullanımında hastalar arasında anlamlı fark görülmedi(p>0.05).

Tablo 4.2. Ek ağrı kesici kullanımlarının gruplara dağılımı.

İhtiyacı olan hasta sayısı	ISB	ASB	CCB	P
0-6. Saat NSAİ	5	6	3	0,441
6-12. Saat NSAİ	6	2	5	0,304
12-24.Saat NSAİ	3	2	1	0,497
Tramadol	2	1	2	0,814

Başlangıçta yapılan normal soluktaki diyafram ölçümlerinin ortalamaları ISB grubunda 1,97±0,22cm , ASB grubunda 1,81±0,15cm ve CCB grubunda 1,75±0,17cm olarak hesaplandı. ISB grubunda başlangıç değerleri, CCB grubuna kıyasla anlamlı olarak yüksekti (p 0,006). Diğer başlangıç değerlerinde ikili karşılaştırmalarda anlamlı fark görülmedi (p>0,05).

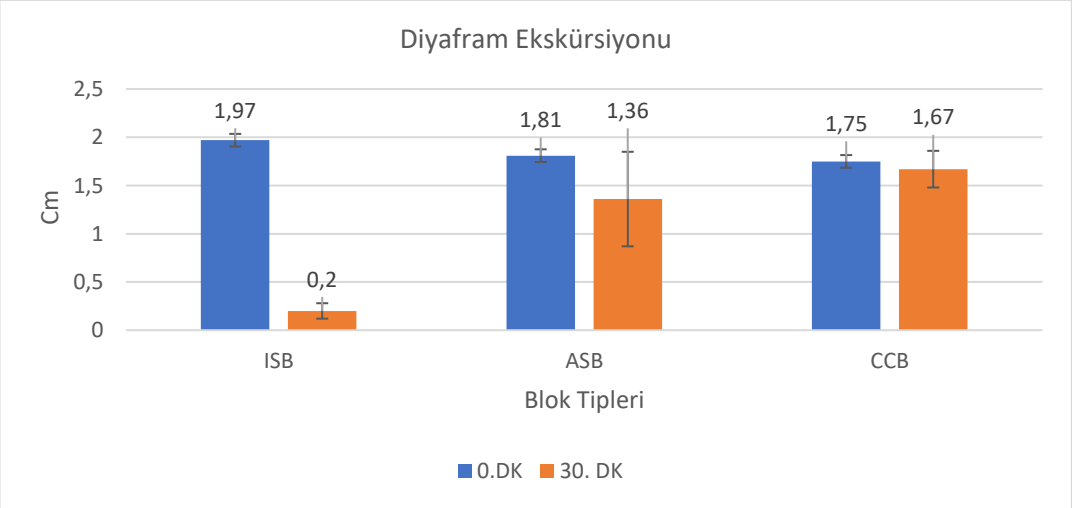
30. dk'da yapılan normal soluktaki diyafram ölçümlerinin gruplar arasındaki karşılaştırmalarında ise ISB grubundaki diyafram ölçümleri, ASB ve CCB gruplarına

kıyasla güçlü anlamlı olarak düşük bulundu (p <0,001). Aynı zamanda ASB grubundaki diyafram ölçümleri de CCB grubuna kıyasla anlamlı olarak düşük bulundu (p 0,036).

Normal soluktaki diyafram ölçümlerinin başlangıç ile 30. dakika arasındaki değişimleri her grubun kendi içinde değerlendirildiğinde, ISB grubunda ve ASB grubunda güçlü anlamlı düşüş görüldü(p <0,001). CCB grubunda anlamlı değişiklik saptanmadı (p>0,05). (Tablo 4.3, Şekil 4.1)

Tablo 4.3. Normal soluktaki diyafram ölçümlerinin başlangıç ile 30. dakika arasındaki değişimleri. Değerler, ortalama ± standart sapma veya sayı olarak ifade edilmiştir. *P değerleri her bir grubun kendi içindeki karşılaştırmalarından elde edilmiştir.

	0.DK	30. DK	*P
ISB	1,97±0,22	0,2±0,1	<0,001
ASB	1,81±0,15	1,36±0,5	<0,001
CCB	1,75±0,17	1,67±0,2	0,312



Şekil 4.1. Normal soluktaki diyafram ölçümlerinin başlangıç ile 30. dakika arasındaki değişimleri grafik gösterimi

Hastaların sedasyon düzeyini değerlendiren Ramsay skorlarında (RS) üç grubun birbirleriyle ikili karşılaştırmalarında herhangi bir anlamlı fark görülmedi ($p>0,05$).

Hastaların ağrı düzeyini değerlendiren NRS puanları Tablo 4.4. ve Şekil 4.2.'de gösterilmektedir. NRS puanlarının giriş değerleri açısından gruplar arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$). Hastaların 1. Saat, 2. Saat, 6. Saat, 12 saat, ve 24. Saat NRS puanları birbirleriyle karşılaştırıldı. 1. saatte ISB grubunun NRS puanları ASB ve CCB grubundan anlamlı düşük bulundu ($p <0,001$). İlk 2 saatte ISB grubunun 2. saatte ISB grubunun NRS puanları ASB ve CCB grubundan anlamlı düşük bulundu ($p<0,001$). İlk 2 saatte ASB ve CCB grubu arasında anlamlı puan farkı bulunmadı. 6. Saatteki NRS puanları açısından 3 grubun ikili karşılaştırmalarında anlamlı fark saptanmadı. 12. Saatteki NRS puanlarına bakıldığında ASB grubunun NRS puanları ISB'den anlamlı düşük bulundu ($p<0,05$). 24. Saatteki NRS puanlarına bakıldığında ASB'nin ISB'den anlamlı düşük ağrı skorları olduğu görüldü ($p<0,05$). 12. saatte CCB ile ISB arasında ve CCB ile ASB arasında ise anlamlı fark saptanmadı. 24. saatte CCB ile ISB arasında ve CCB ile ASB arasında ise anlamlı fark saptanmadı. ($p>0,05$)

Hastaların postoperatif bulantı skorları açısından 3 grubun çoklu analizinde anlamlı fark saptanmadı (p 0,764).

Hastaların postoperatif kusma skorları açısından 3 grubun çoklu analizinde anlamlı fark saptanmadı (p 0,852).

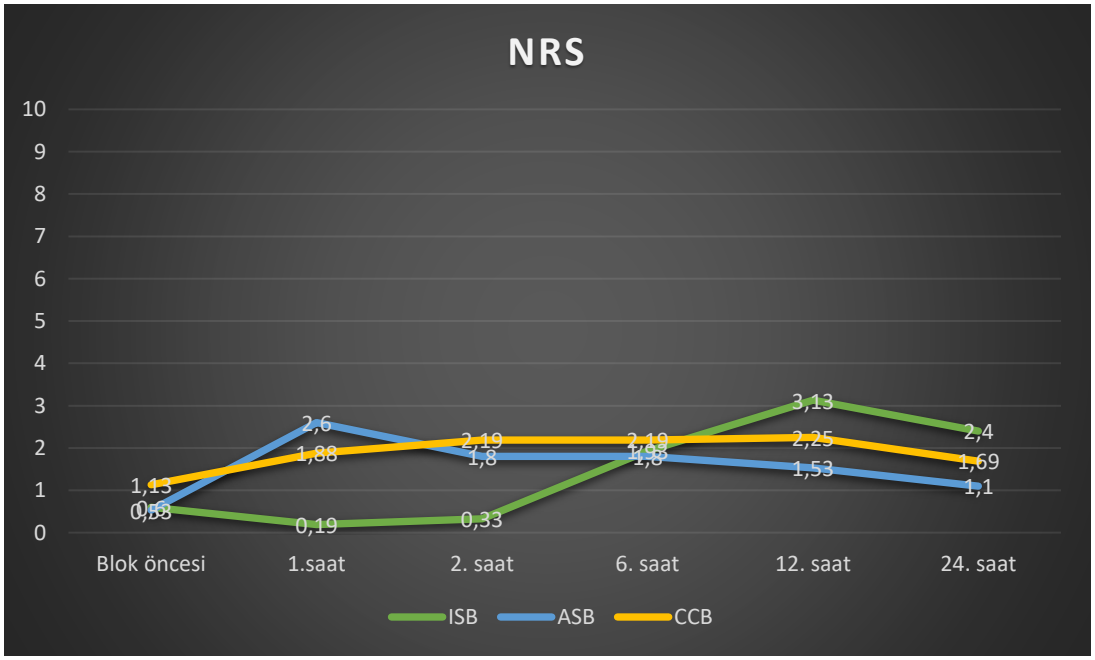
Hasta memnuniyeti skorları arasında 3 grubun çoklu analizinde anlamlı fark saptanmadı. (p 0,611).

Cerrah memnuniyeti skorları arasında 3 grubun çoklu analizinde anlamlı fark saptanmadı. (p 0,450).

Bloklardan sonra gelişen komplikasyonlar değerlendirildiğinde, CCB grubunda ve ISB grubunda birer hastada parestezi görüldü. ISB grubudaki başka bir hastada Horner sendromu görüldü. Blok yapılan hastalarda ek bir komplikasyon görülmedi. Bloklardan sonra gelişen komplikasyonlar açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı. (p 0,607).

Tablo 4.4. Postoperatif Gruplardaki NRS puanları. Değerler, ortalama ± standart sapma veya sayı olarak ifade edilmiştir. *P değerleri her bir grubun interkalen ile karşılaştırmaktadır.

Saat	ISB(n=15)	ASB(n=15)	CCB(n=16)
Blok öncesi	0,60±0,73	0,53±0,74	1,13±1,02
Postoperatif 1.saat	0,19±0,10	2,60±1,50[*P<0,001]	1,88±1,31[*P<0,001]
Postoperatif 2. Saat	0,33±1,05	1,80±1,01[*P<0,001]	2,19±1,04[*P<0,001]
Postoperatif 6. Saat	1,93±1,75	1,80±1,74	2,19±1,42
Postoperatif 12. Saat	3,13±1,81	1,53±1,55[*p<0,05]	2,25±1,77
Postoperatif 24. Saat	2,40±2,19	1,10±1,00[*p<0,05]	1,69±1,01



Şekil 4.2. Grupların postoperatif NRS puanlarının çizgi grafiği sunumu.

5.TARTIŞMA

Bu prospektif, gözlemcinin kör olduğu çalışmamızda genel anestezi altında omuz artroskopisi olan hastalarda brakiyel pleksusun farklı lokalizasyonlardan bloke etme teknikleri olan ISB, ASB ve CCB'u diyafram tutulumları ve ağrı skorları açısından karşılaştırdık. Çalışmamız bu üç farklı bloğun aynı protokolde birbirleriyle karşılaştırılması bakımından bir ilk teşkil etmektedir.

ISB omuz cerrahilerinde tarihsel olarak analjezi ve anestezi amacıyla altın standart olarak uygulanagelmekte olup, frenik sinir paralizisi(98) ve bundan kaynaklı olumsuz solunum olayları başta olmak üzere sinir hasarı(99), hemodinamik bozulma(100), rebound ağrı(101), horner sendromu(102) birçok komplikasyonla ilişkili bulunmuştur. Literatüre bakıldığında omuz cerrahisi için akciğer koruyucu rejyonal anestezi yöntemleri hakkında birçok öneri ve yayın bulunmaktadır(5).

Bu çalışma, analjezi ve pulmoner fonksiyon için üç farklı brakiyal pleksus sinir bloğu varyantı üzerinde etkililik verileri sunmaktadır. Sonuçlar, çalışmamızda brakiyal pleksus boyunca uyguladığımız farklı blok lokalizasyon ve tekniklerinin etkin omuz analjezi sağladığını, ancak akciğer fonksiyonu üzerinde farklı etkileri olduğunu göstermektedir. ISB ile karşılaştırıldığında ASB ve CCB blokları ile elde edilen sonuçlarda bahsedilmeye değer birçok nokta dikkat çekmektedir

Omuz cerrahisi için ilgili periferik sinirler üst trunkusta birleşen C5 ve C6 köklerinin distal dalları olup(103) bunlar üst skapular, aksiller, subskapular ve lateral pectoral sinirleri içerir(104). Omuz innervasyonu ile ilgili bilgilerde son zamanlarda önemli gelişmelerden biri supraskapuler sinirin önceden tasvir edildiği gibi(105) omuz innervasyonunun dominant siniri olmadığıdır(48). Gerçekten de, geçmiş yıllarda yapılan klinik çalışmalarda omuzun sadece posterior üst kadranının innervasyonunu bloke eden posterior supraskapular bloğunun plaseboya kıyasla sadece sınırlı bir avantajı olduğu, ağrı skorları ve opioid tüketimi üzerindeki klinik olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür(106). Günümüzde subskapular sinir omuz ekleminin anterior üst kadranına önemli bir katkı sağlayan bir sinir olarak kabul edilirken, aksiller sinir eklemi alt yarısını innerve ettiği gösterilmiştir(48). Bu sınırlılıkların farkına varılması, araştırmacıları posterior supraskapular bloğunu supraklaviküler(107) ve infraklaviküler(108) bloklar gibi ek bloklar ile kombine etmeye veya yeni blok

lokalizasyonları arayarak interskalen bloğun analjezik etkinliğine eriştirmeye çalışmıştır.

Supraskapuler siniri daha proximalinde ve anteriorda güvenilir bir şekilde tespit etmesiyle dikkat çeken ASB, supraskapüler sinire posterior yaklaşımın eksikliklerine yanıtlardan biri olarak öne çıkmaktadır(75). Çalışmamızda ASB ile ISB analjezik etkinlikleri karşılaştırıldığında her ne kadar ilk iki saatte aralarında ISB lehine anlamlı fark olsa da, ASB grubunda ilk 2 saatte NRS puanı 4 puanın üzerinde sadece tek hasta görülmüştür. Devam eden 6. Saatte anlamlı analjezik etkinlikler arasında fark bulunamamıştır. 12 ve 24. Saatlerde anlamlı şekilde ASB grubunun daha iyi analjezik etkinlik gösterdiği ve ISB grubundaki iki hastanın 24. Saatte şiddetli ağrı(NRS ≥7) tariflerken, ASB grubunun daha istikrarlı bir analjezi gösterdiği görülmüştür. Bu bulgular, önceki anatomik ve klinik çalışmalardaki gibi(6, 109) ASB yapıldığında tutarlı bir şekilde üst trunkusun tutulduğu açıklamasını desteklemektedir.

Üst trunkus bloğu ASB ile anatomik yakınlığı sebebiyle özel bir ilgiyi haketmektedir. Yakın zamanda önceki inanışın aksine üst trunkusun anterior yerine posterior bölümünün supraskapüler sinire yakın konumda olduğu bulunmuştur(110). Bu mekansal ilişki, üst trunkus bloğunun ve ASB'nun analjezik etkinliğini açıklayabilmektedir. Düşük bir hacimde lokal anesteziğin supraskapular sinirin proksimal kökenine yönlendirerek, büyük olasılıkla üst trunkusun posterior bölümlerinin ve böylece omuzu innerve eden aksiller ve subskapular sinirlerin bloke olması sağlanabilmektedir(97).

Frenik sinir ve C5 sinir kökü birbirlerinden krikoid kıkırdak seviyesinde yetişkinlerde anatomik olarak 1.8 ila 2.0 mm uzaklıktadır ve aralarındaki mesafe boyun köküne doğru daha fazla ilerledikçe frenik sininrin mediale doğru kaymasıyla her santimetre için ek 3 mm artmaktadır(57). Supraskapüler sinir ise proksimalde üst trunkustan posterolateral bir seyirde dallanarak daha sonra omohyoid kasın derinliklerinde görüntülenene kadar distale doğru seyreder(6). Bu artan mesafe sebebiyle ASB (ve üst trunkus bloğunda) lokal anesteziğin frenik sinire yayılma olasılığı azaltılmıştır. ISB grubunda 30. dk diyafram ölçümlerini, ASB grubuna kıyasla güçlü anlamlı olarak düşük bulduğumuz sonuçlarımız da bu anatomik hipotezi önceki benzer çalışmalar gibi desteklenmektedir(6, 97). Sağlıklı bireylerde geçici

hemidiyafragmatik paralizi genellikle asemptomatik seyretmekle beraber solunum fonksiyonu bozulmuş hastalarda omuz cerrahisi geçiren hastalarda rejyonal anestezi tekniği seçiminde önemli olumsuz sonuçlar doğurabilir(5). Geleneksel ISB sonrası hemidiyafragmatik parezi insidansı, 20 ml veya daha fazla lokal anestezik hacimlere %100'e kadar çıkmaktadır(111, 112). Bu insidans, lokal anestezik hacmini 5 ila 10 ml'ye düşürerek %45'e kadar azaltılabilmekle(111, 113) beraber, perioperatif analjezinin süresi ve etkinliğinde klinik olarak anlamlı bir azalmayla beraberdir ve blok başarısızlık riski taşımaktadır(114). Bu nedenle, çalışmamızda artroskopik omuz cerrahisi geçiren hastalarda ISB için standart 15 ml %0.25 bupivakain uygulanmıştır. ISB'de kullanılan lokal anestezik konsantrasyonu ise gruplar arasında uygulanan toplam ilaç dozları arasındaki farkları azaltmak adına %0.25 olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızdaki bulguların önemi ve genelleştirilebilirliği için pragmatik olarak ASB grubu için daha önceki çalışmalarda da örneği olan 5 ml %0.25 bupivakain kullanılmıştır(6). Dikkat çekici olan bu hacim ve dozda blok sonrası incelenen 30. Dakika diyafram fonksiyonu ISB grubuna göre iyi olsa da kendi içinde anlamlı düşüş göstermiş olmasıdır(1,81±0,15 vs. 1,36±0,5 [p<0,001]). İlgili literatür incelendiğinde "Köşe cebi(corner pocket)" tekniği supraklavicüler brakiyal pleksus bloğu yapılan bir çalışmada hemidiyafragmatik paralizi azalmış, ancak hastaların %28'inde hala gözlenmiştir(115). Üst trunkus bloğunun diyafragmatik ve solunum fonksiyonlarını koruma açısından değerlendirildiği aynı hacim (15 ml) ve aynı tanısal araç (diyafram ekskursiyonunun ultrason değerlendirmesi) kullanılan 3 farklı çalışmada hemidiyafragmatik paralizi oranlarının (sırasıyla %54.3(116),%4.8(117) ve %5.3(118)). önemli ölçüde farklı olduğu görülmüştür. Bildirilen en düşük hemidiyafragmatik paralizi oranı olan çalışmada, erkek katılımcılarıların ekseriyette olması ve üst trunkusun üstüne (5 ml) ve altına (10 ml) iki farklı bölünmüş enjeksiyon yönteminin sonuçları açıklayabileceği düşünülmüştür(117). Son olarak yapılan bir kadavra çalışmasında metilen mavisi içeren bir karışımın 5 ml ile yapılan ASB'nin superior trunkusu %100 boyarken, %20'oranında frenik sinirde retrograd boyanmaya neden olduğunu bildirilmiştir(119). Bununla birlikte kadavra çalışmalarının sınırlamaları klinik bulgularla her zaman uyumlu olmayabileceği akılda tutulmalıdır. Bu bilgiler ışında ASB için farklı hacimler ve enjeksiyon tekniklerinin diyafram

fonksiyonu ve analjezisini optimizasyonu için ilerleyen çalışmalarda değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada doğrudan değerlendirmese de, ASB'nin diğer potansiyel avantajı da ISB uygulamasındaki teknik zorlukları aşmasıdır. ISB'da C5 ve C6 sinir köklerininin bulunduğu krikoid kıkırdağı seviyesinden ve ön ve orta skalen kasları arasındaki oluk içinden ultrason eşliğinde yapılır(69). Hipoekojenik C5 ve C6 köklerini çevreleyen fasiyal tabakanın çok ince olması bu köklerin sınırlarını ayırt etmeyi zorlaştırmakla kalmaz, aynı zamanda subepineurial enjeksiyon riskini ve iğne-sinir temasından kaynaklanan yaralanma riskini artırır(120). Ayrıca C5 ve C6 köklerinin anatomik seyri birçok varyasyon gösterir. Bunlara birkaç örnek:C5 sinir kökü, interskalen oluk yerine önde skalen kası içinde bulunabilmektedir(121), ayrıca C6 sinir kökü neredeyse her zaman iki hipoekojenik kök hâlinde ayrılmaktadır ve bu iki ayrı kök (C6 ve C7) olarak yanlışlıkla kabul edilebilmesine ve istenmeyen intraneural enjeksiyona yol açabilmektedir(68). Bununla birlikte C5 ve C6 sinir kökleri proksimaldeki varyasyonlarına bakılmaksızın üst trunkusu oluşturmak üzere kaçınılmaz bir şekilde birleşir ve bu nedenle anatomik varyasyon, üst trunkus bloğu ve bu seviyeden yapılan ASB açısından önemsizdir(69, 122). Ayrıca, C5 ve C6 köklerinin aksine, üst trunkus açıkça görünen ve iyi tanımlanmış bağ dokusu kılıfı ile çevrilidir. Bu, sadece hedef yapıyı tanımlamayı kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda iğne-sinir temasına karşı direnci de artırır(68). Ek olarak konvansiyonel ISB'da dorsal skapular sinir ve uzun torasik sinirlerin yaralanması da bir endişedir(71); çünkü bu iki sinir, orta skalene kası içinden geçer ve bu nedenle iğne yolunun üzerindedir. ASB'da iğne orta skalen kasından geçmez bunun yerine omohioid kasının altındaki superfisiyal servikal fasya ve prevertebral fasya arasında seyreder(75), böylece bu sinirlere yönelik iğne travmasının riskini en aza indirir. Tüm bu avantajlarına rağmen ASB'nun yapıldığı seviyede supraskapuler arter ve transvers servikal arter(123, 124) gibi vasküler yapılara dikkat edilmesi gerektiği ve bazı hastalarda supraskapüler sinirin üst trunkustan ayrılışının görülememesi(75, 109) gibi zorluklar unutulmamalıdır.

CCB, görece yakın bir zamanda tanımlanmış(78), hızlı ve güvenilir blok oluşturması ile hızla yaygınlaşan bir infraklaviküler blok yaklaşımıdır(55, 82). Omuz eklemi ve bitişik yapılardan gelen duyusal innervasyon, lateral kord (yani lateral

pectoral sinir), posterior kord (yani aksiller ve subskapular sinirler) ve üst trunkus (yani supraskapular sinir) tarafından sağlandığı için distale doğru gereğinden fazla giden bir blok yaklaşımında bu sinir yapılarından birininin (özellikle supraskapular sinir) eksik blokaj riski artmıştır(5). Kostoklaviküler boşlukta, brakiyal pleksusun üç kordu bir araya toplanırken her kord birbirine tutarlı bir ilişki sürdürür. Ayrıca bu alan, klasik infraklaviküler yaklaşımın hedef aldığı alandan daha yüzeysel konumlanmıştır. CCB'un omuz analjezisi alternatifleri arasında popüler hale getiren güvenilir bir şekilde lateral ve posterior kordları ve iddia edilen retrograd kanal aracılığıyla supraclavicular brakiyal pleksusu ve supraskapular siniri bloke edebilirken(7); ayrıca, klavikula altındaki iğne giriş yerinin, frenik sinir ve brakiyal pleksusun birbirlerinden yeterince uzak olduğu bir konumda meydana geleceğini ve dolayısıyla hemidiyafragmatik paraliziyi engellemek için yeterli olacağı(125) tezidir.

Bu noktada optimal yaklaşımı etkileyen önemli değişkenlerden biri olan lokal anestezik dozundan bahsetmek gerekir. Daha önce yapılan bir doz bulma çalışmasında, CCB için %1.5 adrenalize lidokainin ortalama 90% hastada minimum etkili hacminin (MEV90) 34 mL olduğunu bildirilmiştir(126). Çalışmamızda ise ilk olarak Karmakar ve arkadaşlarının önerdiği şekilde(78), omuz cerrahisi için lateral ve posterior kordların (ancak medial kordun değil) blokajı gerekmesi nedeniyle hacmi 20ml olarak seçilmiştir ve toplam lokal anestezik miktarları arasındaki farkı azalmak adına konsantrasyonu %0,25 olarak belirlenmiştir. Yine de kabul ediyoruz ki, gelecekteki doz bulma çalışmaları ile CCB için optimal analjezik/diyafram koruyucu lokal anestezik hacmini açıklığa kavuşturmak için gerekliliği söz konusudur.

Belirlenen doz ve protokolde yapılan CCB'nun ISB'a karşı analjezik etkinliği incelendiğinde ise çalışmamızda ASB ile benzer sonuçlar göze çarpmaktadır. ISB analjezik etkinlikleri karşılaştırıldığında ilk iki saatte aralarında ISB lehine anlamlı fark saptanmıştır. Buna rağmen CCB grubunda sadece tek bir hastada ilk saatte NRS puanı 5 ve 2. saatten itibaren 4 olarak ölçülmüş olup, bu tek hasta haricinde NRS puanı 4'ten yüksek hasta görülmemiştir. Devam eden 6. 12. ve 24. saatlerde ISB ve CCB analjezik etkinlikleri arasında fark bulunamamıştır. Aynı zamanda CCB'nin 24 saat boyunca hiçbir takibinde ağrı skorları açısından ASB ile arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Sonuçlarımız CCB'nun istikrarlı analjezisini göstermektedir. CCB sırasında, lateral pektoral, subskapular ve aksiller sinirler, lateral ve posterior kord bloğu sayesinde doğrudan kapsanmaktadır(127). Ancak, supraskapular sinir yalnızca lokal anestezinin supraklaviküler yayılmasıyla bloke edilebilir. Bu yayılımı sınırlayabilecek birtakım anatomik yapılar tanımlanmıştır: Supraklaviküler fossada birden fazla intrapleksus septumun varlığı bunlardan biridir(5). Ayrıca kostoklaviküler alanda üç kordun arasındaki paraneural kılıfın ve intrapleksus septumun varlığı hem kadavralarda hem de canlı organizmalarda rapor edilmiş olup(127, 128); bu durumun, yapılan enjeksiyonun çevreleyen kordlara ve brakiyal pleksusun proksimal doğru yayılımını azalttığına inanılmaktadır. Paraneural kılıf, brakiyal pleksusun kordlarını çevreleyen hipoekoik fasyal tabaka olarak görüntülenmektedir ve CCB sırasında lokal anestezik yayılımının supraklaviküler alana bir "aksiller tünel" olarak hizmet ettiği düşünülmektedir(54). Ayrıca, subparaneural bölmeyi iki fasyal bölmeye bölen bir intrapleksus septum görülmektedir(82). Brakiyal pleksusu çevreleyen bu hipoekoik bağ doku, supraklaviküler blokta da görüntülenebilmektedir(129).Bu sınırlayıcı yapıların varlığında omuz cerrahisi için farklı fasiyal bölmelere ayrı enjeksiyonların ve farklı hacim seçimlerinin lokal anesteziğin yayılma mesafesini nasıl etkileyeceği henüz bilinmemektedir. Dahası, supraskapular sinir, üst gövdeden erken dallanıp pleksustan daha uzak bir seyir izlediğinde, uygun supraklaviküler yayılımına rağmen bloke olmayabilileceği unutulmamalıdır(109). Bu sebeplerle, CCB grubundaki bir hastada ortaya çıkan şiddetli ağrının, supraskapular sinire yetersiz supraklaviküler yayılma nedeniyle kaynaklandığı düşünülebilir. Sonuçlarımız CCB için supraskapüler siniri güvenle bloke eden lokal anestezik volümünün ve farklı enjeksiyon tekniklerinin gelecek çalışmalarda araştırılması gerektiğini göstermektedir.

Çalışmamızda ISB grubundaki blok sonrası 30. dk diyafram ölçümleri CCB gruplarına kıyasla anlamlı olarak düşük bulundu(p <0,001). İlginç olarak ASB grubundaki blok sonrası 30. Dk diyafram ölçümleri de CCB grubuna kıyasla anlamlı olarak düşük bulundu(p 0,036). Omuz analjezisinde supraklaviküler fossadan infraklaviler fossaya hareket etmenin hemidiyafragmatik paralizi riskini daha da düşürdüğü bilinmektedir(125, 130). Kostaklaviküler boşluk kordları çevreleyen paraneural kılıf ve fasyal kompartmanlar lokal anesteziğin yayılması üzerinde kritik olan çift taraflı bir rol oynamaktadır. Buradaki bağ doku ve üç kord

organizasyonlarıyla potansiyel bir retrograd kanal oluşturarak lokal anesteziği kordlar etrafında ve sefalik yönde yayılmaya zorlar. Öte yandan, lokal anestezik enjeksiyonu ile kostoklaviküler boşluk ile interskalen oluk arasındaki mesafenin artması, lokal anesteziğin frenik sinire, stellat gangliyona veya rekürren laringeal sinire yayılmasını engelleyen fiziksel bir bariyer vazifesi görmektedir(131). Çalışmamızda diğer gruplardan farklı olarak CCB grubunda diyafram ölçümlerinin başlangıç ile 30. Dakikası arasında da anlamlı değişiklik saptanmadı. Bu önceki çalışmalarla benzer şekilde(7, 131) CCB'nin çalışmamızda kullanılan lokal anestezik hacimlerinde hemidiyafragmatik paraliziden koruyucu rolünü kanıtlamaktadır.

Üzerinde durulması gereken bir nokta ASB ve CCB gruplarının iyi analjezi sağlamalarına karşın ilk 2 saatte ISB'daki gibi yaygın "0" NRS skorlarını yakalayamamış olmalarıdır. Tarafımızca buna sebep olabilecek iki etken düşünülmüştür: Birincisi, mevcut çalışmada hiçbir grupta orta(*intermediate*) veya yüzeyel(*superficial*) servikal pleksus bloğu hastalara uygulanmamıştır. Temel amacımız, lokal anesteziklerin benzer eşdeğer dozları kullanılarak üç bloğun analjezik etkilerini kendileri arasında karşılaştırmak olduğu için böyle bir karar aldık. ASB ve ISB grubunda eksik analjeziye neden supraklaviküler sinir, ISB sırasında ise bu sinirin C4'e doğru sefalik yayılma ile bloke olabilmesi buna sebep olmuş olabilir(116). İkinci olası mekanizma ise lateral pektoral sinir ile ilgilidir. genellikle üst ve orta kordların anterior dallarından iki dal olarak çıkan bu sinir(48), CCB'un yetersiz supraklaviküler yayılmadan dolayı bloke olmayabilir . Öte yandan, ASB'nda C5 ve C6 nın birleştiği üst trunkus etkilenirken, lateral pektoral sinire C7 kökünden de dallar gelmektedir(46) ve bu sinir yalnızca kısmen bloke edilebilmektedir. ASB grubunda ISB grubuna göre ilk 2 saatte birkaç hastada gözlemlenen eksik analjezi, lateral pectoral sinirin eksik blokajından kaynaklanmış olabilir.

Ayrıca hiçbir grupta IV veya perinöral adjuvan olarak dexametazon kullanılmamıştır. Uzamış analjezik etkinliğe olan katkıları bilinen(101) bu ilacın kullanılmaması her ne kadar tartışma yaratabilecek olsa da, amacımız verili doz ve hacimlerde blokların anajezik etkinliklerini ve sürelerini ölçmek olduğu için böyle bir karar aldık. ISB grubunda postop ilerleyen saatlerde iki hastada rebound ağrı olarak değerlendirilebilecek durumun dexametazonun koruyucu etkisinin yokluğuna

bağlayabiliriz. Yine de diğer gruplarda rebound ağrı olarak yorumlanabilecek vakalara rastlanmaması dikkate değerdir.

Çalışmamızın birkaç kısıtlaması bulunmaktadır. İlk olarak, tüm bloklar tek bir anestezist tarafından tek bir merkezde gerçekleştirilmiş olup bu her ne kadar standardizasyonu kolaylaştırsa da sonuçların genellenebilirliğini sınırlamıştır. Bloklar genel anestezi alacak hastalara analjezi amacıyla yapılmıştır. Özellikle ASB ve CCB gruplarının postop analjezinin ötesinde tek başlarına anestezik yeterlilikleri için daha fazla çalışma gerekmektedir. Çalışmadaki bloklar sadece omuz artroskopisi geçirecek hastalara yapılmış olup sonuçlarımız, omuz artroplastisi gibi farklı cerrahilere genelleştirilemeyebilir. Blokların tümü tek enjeksiyon tekniğiyle yapılmış olup kateter tabanlı bloklar ve lokal anestezik kümülasyonuna bağlı gelişebilecek yan etkiler başka yeni çalışmaların konusudur. Postoperatif dönemde hasta kontrollü analjezi kullanılmadığı için hastaların postoperatif opioid tüketimleri ölçülememiştir. Son olarak hastaların sadece diyafram ekskürsiyon ölçümleri yapılmış olup ayrıntılı solunum fonksiyon testleri yapılmamıştır. Her ne kadar hiçbir hastada ciddi yan etki görülmese de, araştırmamızın sonuçlarını ciddi solunumsal komorbiditeleri olan hastalara genellemekte tedbirli olunmalıdır.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda, omuz artroskopisi operasyonu geçiren hastalarda postoperatif analjezi için altın standart kabul edilen ISB'yi supraklaviküler fossadan yapılan ASB ile kostoklaviküler boşluktan yapılan CCB ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlarımıza göre postoperatif ilk 2 saatte NRS skoru ISB grubunda diğer her iki gruba göre anlamlı olarak daha düşüktür. Postoperatif 12. ve 24. Saatte ise ASB grubunda NRS skoru ISB grubuna göre düşüktür. Her üç grup da klinik olarak anlamlı analjezik yeterliliği mevcuttur.

Blok sonrası gelişebilecek diyafram felcinden korunma bakımından gruplar içi ve gruplar arası en iyi blok CCB olup, ASB ise diyafram felcinde azalmayla ilişkilidir. ISB grubunda ise tüm hastalarda diyafram felci gelişmiştir.

Sonuç olarak omuz artroskopilerinde etkin postoperatif analjezi amacıyla ISB yerine frenik sinir felci gibi komplikasyonlardan kaçınmak için ASB ve CCB blokları yeterli ve güvenli olup solunum yolu hastalığı olan artroskopik omuz cerrahisi geçirecek hastalarda, olası solunum komplikasyonlarından kaçınması açısından umut vadedici gözükmektedir. Bu yeni blokların uygulamalarındaki optimal doz ve teknik geliştirmeler için gelecekte yeni çalışmalar gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Goertz AW, Lindner KH, Schütz W, Schirmer U, Beyer M, Georgieff M. Influence of phenylephrine bolus administration on left ventricular filling dynamics in patients with coronary artery disease and patients with valvular aortic stenosis. Anesthesiology. 1994;81(1):49-58.
2. D'Alessio JG, Rosenblum M, Shea KP, Freitas DGJRA, Medicine P. A retrospective comparison of interscalene block and general anesthesia for ambulatory surgery shoulder arthroscopy. 1995;20(1):62-8.
3. Klaastad O, Sauter AR, Dodgson MS. Brachial plexus block with or without ultrasound guidance. Current opinion in anaesthesiology. 2009;22(5):655-60.
4. Liu SS, Gordon MA, Shaw PM, Wilfred S, Shetty T, Yadeau JT. A prospective clinical registry of ultrasound-guided regional anesthesia for ambulatory shoulder surgery. Anesthesia and analgesia. 2010;111(3):617-23.
5. Tran DQ, Elgueta MF, Aliste J, Finlayson RJ. Diaphragm-Sparing Nerve Blocks for Shoulder Surgery. Regional anesthesia and pain medicine. 2017;42(1):32-8.
6. Abdallah FW, Wijeysundera DN, Laupacis A, Brull R, Mocon A, Hussain N, et al. Subomohyoid Anterior Suprascapular Block versus Interscalene Block for Arthroscopic Shoulder Surgery: A Multicenter Randomized Trial. Anesthesiology. 2020;132(4):839-53.
7. Aliste J, Bravo D, Layera S, Fernández D, Jara Á, Maccioni C, et al. Randomized comparison between interscalene and costoclavicular blocks for arthroscopic shoulder surgery. Regional anesthesia and pain medicine. 2019.
8. Scheibe N, Sosnowski N, Pinkhasik A, Vonderbank S, Bastian A. Sonographic evaluation of diaphragmatic dysfunction in COPD patients. International journal of chronic obstructive pulmonary disease. 2015;10:1925-30.
9. Bernfeld S. Freud's studies on cocaine, 1884-1887. Journal of the American Psychoanalytic Association. 1953;1(4):581-613.

10. Goerig M, Bacon D, van Zundert A. Carl Koller, cocaine, and local anesthesia: some less known and forgotten facts. Regional anesthesia and pain medicine. 2012;37(3):318-24.

11. Link W. Alfred Einhorn: Sc. D: Inventor of novocaine. Dent Radiog Photog 1959; 1959.

12. Tetzlaff JE, Lautsenheiser F, Estafanous FGJRA, Medicine P. Dr. George Crile-Early contributions to the theoretic basis for twenty-first century pain medicine. 2004;29(6):600.

13. Labat G. Regional anesthesia; its technic and clinical application: WB Saunders; 1922.

14. Halsted WSJSoA. PRACITAL COMMENTS ON THE USE AND ABUSE OF COCAINE; SUGGESTED BY ITS INVARIABLY SUCCESSFUL EMPLOGYMENT IN MORE THAN A THOUSAND MINOR SURGICAL OPERATIONS. 1984;28(2):156.

15. Dripps RD, Vandam LDJJotAMA. Long-term follow-up of patients who received 10,098 spinal anesthetics: failure to discover major neurological sequelae. 1954;156(16):1486-91.

16. Moore DCJJotAMA. PONTOCAINE® SOLUTIONS FOR REGIONAL ANALGESIA OTHER THAN SPINAL AND EPIDURAL BLOCK: AN ANALYSIS OF 2,500 CASES. 1951;146(9):803-9.

17. Covino BJRA, Medicine P. One hundred years plus two of regional anesthesia. 1986;11(3):105-17.

18. Gropper MA, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Cohen NH, Leslie K. Miller's Anesthesia, 2-Volume Set E-Book: Elsevier Health Sciences; 2019.

19. Ready LB, Loper KA, Nessly M, Wild LJA. Postoperative epidural morphine is safe on surgical wards. 1991;75(3):452-6.

20. Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H, Kapral S, Weinstabl C, Mayer NJA, et al. Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks. 1997;85(4):854-7.

21. Mulroy MF, Norris MC, Liu SSJA, Analgesia. Safety steps for epidural injection of local anesthetics: review of the literature and recommendations. 1997;85(6):1346-56.

22. Weinberg GL, VadeBoncouer T, Ramaraju GA, Garcia-Amaro MF, Cwik MJJTJotASoA. Pretreatment or resuscitation with a lipid infusion shifts the dose-response to bupivacaine-induced asystole in rats. 1998;88(4):1071-5.

23. Tsui BCH. Electrical Nerve Stimulation. In: Tsui BCH, Pharm B, editors. Atlas of Ultrasound and Nerve Stimulation-Guided Regional Anesthesia. New York, NY: Springer New York; 2008. p. 9-18.

24. Tsui BCH, Kropelin B. The electrophysiological effect of dextrose 5% in water on single-shot peripheral nerve stimulation. Anesthesia and analgesia. 2005;100(6):1837-9.

25. Sehmbi H, Perlas A. Basics of Ultrasound Imaging. In: Jankovic D, Peng P, editors. Regional Nerve Blocks in Anesthesia and Pain Therapy: Imaging-guided and Traditional Techniques. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 33-52.

26. Hewson DW, Oldman M, Bedforth NM. Regional anaesthesia for shoulder surgery. BJA education. 2019;19(4):98-104.

27. Charbel F, Kehrli P, Pain L. [The sitting position in neurosurgery: the viewpoint of the surgeon]. Annales francaises d'anesthesie et de reanimation. 1998;17(2):160-3.

28. Dalrymple DG, MacGowan SW, MacLeod GF. Cardiorespiratory effects of the sitting position in neurosurgery. British journal of anaesthesia. 1979;51(11):1079-82.

29. Welch MB, Wahr J, Crowley M. Patient positioning for surgery and anesthesia in adults. UpToDate; 2018.

30. Friedman DJ, Parnes NZ, Zimmer Z, Higgins LD, Warner JJ. Prevalence of cerebrovascular events during shoulder surgery and association with patient position. Orthopedics. 2009;32(4).

31. Laflam A, Joshi B, Brady K, Yenokyan G, Brown C, Everett A, et al. Shoulder surgery in the beach chair position is associated with diminished cerebral autoregulation but no differences in postoperative cognition or brain injury biomarker levels compared with supine positioning: the anesthesia patient safety foundation beach chair study. Anesthesia and analgesia. 2015;120(1):176-85.

32. Lumb AB, Nunn JF. Respiratory function and ribcage contribution to ventilation in body positions commonly used during anesthesia. Anesthesia and analgesia. 1991;73(4):422-6.

33. Pivalizza EG, Katz J, Singh S, Liu W, McGraw-Wall BL. Massive macroglossia after posterior fossa surgery in the prone position. Journal of neurosurgical anesthesiology. 1998;10(1):34-6.

34. Schuenke M, Schulte E, Schumacher U. General Anatomy and Musculoskeletal System - Latin Nomencl. (THIEME Atlas of Anatomy): Thieme; 2011.

35. Reinold MM, Escamilla RF, Wilk KE. Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2009;39(2):105-17.

36. Clark JM, Harryman DT, 2nd. Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1992;74(5):713-25.

37. Lippitt SB, Vanderhooft JE, Harris SL, Sidles JA, Harryman DT, 2nd, Matsen FA, 3rd. Glenohumeral stability from concavity-compression: A quantitative analysis. Journal of shoulder and elbow surgery. 1993;2(1):27-35.

38. Gosk J, Urban M, Rutowski R. Entrapment of the suprascapular nerve: anatomy, etiology, diagnosis, treatment. Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja. 2007;9(1):68-74.

39. Gleason PD, Beall DP, Sanders TG, Bond JL, Ly JQ, Holland LL, et al. The transverse humeral ligament: a separate anatomical structure or a continuation

of the osseous attachment of the rotator cuff? The American journal of sports medicine. 2006;34(1):72-7.

40. Cornish PB, Greenfield LJ. Brachial plexus anatomy. Regional anesthesia. 1997;22(1):106-7.

41. Tran DQ, Tiyaprasertkul W, González AP. Analgesia for clavicular fracture and surgery: a call for evidence. Regional anesthesia and pain medicine. 2013;38(6):539-43.

42. Vorster W, Lange CP, Briët RJ, Labuschagne BC, du Toit DF, Muller CJ, et al. The sensory branch distribution of the suprascapular nerve: an anatomic study. Journal of shoulder and elbow surgery. 2008;17(3):500-2.

43. Netter FHJB, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. İnsan Anatomi Atlası. 5. 2011;38.

44. Emamhadi M, Chabok SY, Samini F, Alijani B, Behzadnia H, Firozabadi FA, et al. Anatomical Variations of Brachial Plexus in Adult Cadavers; A Descriptive Study. The archives of bone and joint surgery. 2016;4(3):253-8.

45. Matejcik V. Variations of nerve roots of the brachial plexus. Bratislavske lekarske listy. 2005;106(1):34-6.

46. Singh R. Variations of Cords of Brachial Plexus and Branching Pattern of Nerves Emanating From Them. The Journal of craniofacial surgery. 2017;28(2):543-7.

47. Vloka JD, Smeets A-S, Tsai T, Bouts C. Cervical plexus block–landmarks and nerve stimulator technique. 2020.

48. Tran J, Peng PWH, Agur AMR. Anatomical study of the innervation of glenohumeral and acromioclavicular joint capsules: implications for image-guided intervention. Regional anesthesia and pain medicine. 2019.

49. Borgeat A, Ekatodramis G. Anaesthesia for shoulder surgery. Best practice & research Clinical anaesthesiology. 2002;16(2):211-25.

50. Feigl GC, Litz RJ, Marhofer P. Anatomy of the brachial plexus and its implications for daily clinical practice: regional anesthesia is applied anatomy. Regional anesthesia and pain medicine. 2020;45(8):620-7.

51. Jankovic D, Peng P. Brachial Plexus Anatomy. In: Jankovic D, Peng P, editors. Regional Nerve Blocks in Anesthesia and Pain Therapy: Imaging-guided and Traditional Techniques. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 323-35.

52. Franco CD, Rahman A, Voronov G, Kerns JM, Beck RJ, Buckenmaier CC, 3rd. Gross anatomy of the brachial plexus sheath in human cadavers. Regional anesthesia and pain medicine. 2008;33(1):64-9.

53. Feigl G. Fascia and spaces on the neck: Myths and reality. 2015;51:430-9.

54. Sala-Blanch X, Reina MA, Pangthipampai P, Karmakar MK. Anatomic Basis for Brachial Plexus Block at the Costoclavicular Space: A Cadaver Anatomic Study. Regional anesthesia and pain medicine. 2016;41(3):387-91.

55. Songthamwat B, Karmakar MK, Li JW, Samy W, Mok LYH. Ultrasound-Guided Infraclavicular Brachial Plexus Block: Prospective Randomized Comparison of the Lateral Sagittal and Costoclavicular Approach. Regional anesthesia and pain medicine. 2018;43(8):825-31.

56. Bailey JG, Donald S, Kwofie MK, Sandeski R, Uppal V. Critical structures in the needle path of the costoclavicular brachial plexus block: a cadaver study. Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie. 2021;68(8):1156-64.

57. El-Boghdadly K, Chin KJ, Chan VWS. Phrenic Nerve Palsy and Regional Anesthesia for Shoulder Surgery: Anatomical, Physiologic, and Clinical Considerations. Anesthesiology. 2017;127(1):173-91.

58. Fell SC. Surgical anatomy of the diaphragm and the phrenic nerve. Chest surgery clinics of North America. 1998;8(2):281-94.

59. Haber K, Asher M, Freimanis AK. Echographic evaluation of diaphragmatic motion in intra-abdominal diseases. Radiology. 1975;114(1):141-4.

60. Houston JG, Angus RM, Cowan MD, McMillan NC, Thomson NC. Ultrasound assessment of normal hemidiaphragmatic movement: relation to inspiratory volume. Thorax. 1994;49(5):500-3.

61. Toledo NS, Kodaira SK, Massarollo PC, Pereira OI, Dalmas JC, Cerri GG, et al. Left hemidiaphragmatic mobility: assessment with ultrasonographic measurement of the craniocaudal displacement of the splenic hilum and the inferior pole of the spleen. Journal of ultrasound in medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine. 2006;25(1):41-9.

62. Toledo NS, Kodaira SK, Massarollo PC, Pereira OI, Mies S. Right hemidiaphragmatic mobility: assessment with US measurement of craniocaudal displacement of left branches of portal vein. Radiology. 2003;228(2):389-94.

63. Skaarup SH, Løkke A, Laursen CB. The Area method: a new method for ultrasound assessment of diaphragmatic movement. Critical ultrasound journal. 2018;10(1):15.

64. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by m-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values. Chest. 2009;135(2):391-400.

65. Gottesman E, McCool FD. Ultrasound evaluation of the paralyzed diaphragm. American journal of respiratory and critical care medicine. 1997;155(5):1570-4.

66. Scillia P, Cappello M, De Troyer A. Determinants of diaphragm motion in unilateral diaphragmatic paralysis. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985). 2004;96(1):96-100.

67. Albrecht E, Mermoud J, Fournier N, Kern C, Kirkham KR. A systematic review of ultrasound-guided methods for brachial plexus blockade. Anaesthesia. 2016;71(2):213-27.

68. Franco CD, Williams JM. Ultrasound-Guided Interscalene Block: Reevaluation of the “Stoplight” Sign and Clinical Implications. 2016;41(4):452-9.

69. Burckett-St Laurent D, Chan V, Chin KJ. Refining the ultrasound-guided interscalene brachial plexus block: the superior trunk approach. Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie. 2014;61(12):1098-102.

70. Desai N, Albrecht E, Jankovic D. Brachial Plexus Block Above the Clavicle. In: Jankovic D, Peng P, editors. Regional Nerve Blocks in Anesthesia and Pain Therapy: Imaging-guided and Traditional Techniques. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 337-50.

71. Hanson NA, Auyong DB. Systematic ultrasound identification of the dorsal scapular and long thoracic nerves during interscalene block. Regional anesthesia and pain medicine. 2013;38(1):54-7.

72. Palhais N, Brull R, Kern C, Jacot-Guillarmod A, Charmoy A, Farron A, et al. Extrafascial injection for interscalene brachial plexus block reduces respiratory complications compared with a conventional intrafascial injection: a randomized, controlled, double-blind trial. British journal of anaesthesia. 2016;116(4):531-7.

73. Silverstein WB, Saiyed MU, Brown AR. Interscalene block with a nerve stimulator: a deltoid motor response is a satisfactory endpoint for successful block. Regional anesthesia and pain medicine. 2000;25(4):356-9.

74. Neuts A, Stessel B, Wouters PF, Dierickx C, Cools W, Ory JP, et al. Selective Suprascapular and Axillary Nerve Block Versus Interscalene Plexus Block for Pain Control After Arthroscopic Shoulder Surgery: A Noninferiority Randomized Parallel-Controlled Clinical Trial. Regional anesthesia and pain medicine. 2018;43(7):738-44.

75. Siegenthaler A, Moriggl B, Mlekusch S, Schliessbach J, Haug M, Curatolo M, et al. Ultrasound-guided suprascapular nerve block, description of a novel supraclavicular approach. Regional anesthesia and pain medicine. 2012;37(3):325-8.

76. Laumonerie P, Ferré F, Cances J, Tibbo ME, Roumiguié M, Mansat P, et al. Ultrasound-guided proximal suprascapular nerve block: A cadaveric study. Clinical anatomy (New York, NY). 2018;31(6):824-9.

77. Lopez AM, Balocco AL, Vandepitte C, Hadzic AJ. Hadzic's peripheral nerve blocks and anatomy for ultrasound-guided regional anesthesia. 2022.

78. Karmakar MK, Sala-Blanch X, Songthamwat B, Tsui BCH. Benefits of the Costoclavicular Space for Ultrasound-Guided Infraclavicular Brachial Plexus Block: Description of a Costoclavicular Approach. 2015;40(3):287-8.

79. Leurcharusmee P, Elgueta MF, Tiyaprasertkul W, Sotthisopha T, Samerchua A, Gordon A, et al. A randomized comparison between costoclavicular and paracoracoid ultrasound-guided infraclavicular block for upper limb surgery. Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie. 2017;64(6):617-25.

80. Tran DQH, Dugani S, Dyachenko A, Correa JA, Finlayson RJ. Minimum Effective Volume of Lidocaine for Ultrasound-Guided Infraclavicular Block. 2011;36(2):190-4--4.

81. Dost B, Kaya C, Ustun YB, Turunc E, Baris S. Lateral Sagittal Versus Costoclavicular Approaches for Ultrasound-Guided Infraclavicular Brachial Plexus Block: A Comparison of Block Dynamics Through A Randomized Clinical Trial. Cureus. 2021;13(3):e14129.

82. Li JW, Songthamwat B, Samy W, Sala-Blanch X, Karmakar MK. Ultrasound-Guided Costoclavicular Brachial Plexus Block: Sonoanatomy, Technique, and Block Dynamics. 2017;42(2):233-40.

83. Riazi S, Moreno CAIJA, Analgesia. Pharmacology and Physiology for Anesthesia: Foundations and Clinical Application. 2019;129(2):e57.

84. Rigoard P. The Normal Nerve. In: Rigoard P, editor. Atlas of Anatomy of the peripheral nerves: The Nerves of the Limbs – Expert Edition. Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 2-13.

85. Hemmings HC, Egan TD. Pharmacology and physiology for anesthesia e-book: foundations and clinical application: Elsevier Health Sciences; 2012.

86. Luo L. Principles of neurobiology: Garland Science; 2020.

87. Becker DE, Reed KL. Essentials of local anesthetic pharmacology. Anesthesia progress. 2006;53(3):98-108; quiz 9-10.

88. ALPASLAN C. Diş Hekimliğinde Sık Kullanılan İlaçlar 2 Baskı. 2014.

89. Thompson J, Moppett I, Wiles M. Smith and Aitkenhead's Textbook of Anaesthesia: Elsevier Health Sciences; 2019.

90. Butterworth JFt, Strichartz GR. Molecular mechanisms of local anesthesia: a review. Anesthesiology. 1990;72(4):711-34.

91. Mulroy MF. Systemic toxicity and cardiotoxicity from local anesthetics: incidence and preventive measures. Regional anesthesia and pain medicine. 2002;27(6):556-61.

92. Di Gregorio G, Neal JM, Rosenquist RW, Weinberg GL. Clinical presentation of local anesthetic systemic toxicity: a review of published cases, 1979 to 2009. Regional anesthesia and pain medicine. 2010;35(2):181-7.

93. Vasques F, Behr AU, Weinberg G, Ori C, Di Gregorio G. A Review of Local Anesthetic Systemic Toxicity Cases Since Publication of the American Society of Regional Anesthesia Recommendations: To Whom It May Concern. Regional anesthesia and pain medicine. 2015;40(6):698-705.

94. Rosenberg PH, Veering BT, Urmey WF. Maximum recommended doses of local anesthetics: a multifactorial concept. Regional anesthesia and pain medicine. 2004;29(6):564-75; discussion 24.

95. Ramsay M, Savege T, Simpson B, Goodwin RJBmJ. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. 1974;2(5920):656-9.

96. Hartrick CT, Kovan JP, Shapiro SJPP. The numeric rating scale for clinical pain measurement: a ratio measure? 2003;3(4):310-6.

97. Auyong DB, Hanson NA, Joseph RS, Schmidt BE, Slee AE, Yuan SC. Comparison of Anterior Suprascapular, Supraclavicular, and Interscalene Nerve Block Approaches for Major Outpatient Arthroscopic Shoulder Surgery: A Randomized, Double-blind, Noninferiority Trial. Anesthesiology. 2018;129(1):47-57.

98. Verelst P, van Zundert A. Incidence of phrenic nerve block after interscalene brachial plexus block. Regional anesthesia and pain medicine. 2011;36(4):411-2; author reply 2.

99. Holbrook HS, Parker BR. Peripheral Nerve Injury Following Interscalene Blocks: A Systematic Review to Guide Orthopedic Surgeons. Orthopedics. 2018;41(5):e598-e606.

100. Lee HW. Hypotensive and bradycardic episodes in the sitting position during shoulder arthroscopy using interscalene block: can those be alerted? Korean journal of anesthesiology. 2010;58(1):1-3.

101. Barry GS, Bailey JG, Sardinha J, Brousseau P, Uppal V. Factors associated with rebound pain after peripheral nerve block for ambulatory surgery. British journal of anaesthesia. 2021;126(4):862-71.

102. Sukhani R, Barclay J, Aasen M. Prolonged Horner's syndrome after interscalene block: a management dilemma. Anesthesia and analgesia. 1994;79(3):601-3.

103. Aszmann OC, Dellon AL, Birely BT, McFarland EG. Innervation of the human shoulder joint and its implications for surgery. Clinical orthopaedics and related research. 1996(330):202-7.

104. Eckmann MS, Bickelhaupt B, Fehl J, Benfield JA, Curley J, Rahimi O, et al. Cadaveric Study of the Articular Branches of the Shoulder Joint. Regional anesthesia and pain medicine. 2017;42(5):564-70.

105. Gardner E. The innervation of the shoulder joint. The Anatomical record. 1948;102(1):1-18.

106. Cho N, Kang RS, McCartney CJL, Pawa A, Costache I, Rose P, et al. Analgesic benefits and clinical role of the posterior suprascapular nerve block in shoulder surgery: a systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis. Anaesthesia. 2020;75(3):386-94.

107. Trabelsi W, Ben Gabsia A, Lebbi A, Sammoud W, Labbène I, Ferjani M. Suprascapular block associated with supraclavicular block: An alternative to

isolated interscalene block for analgesia in shoulder instability surgery? Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR. 2017;103(1):77-83.

108. Aliste J, Bravo D, Finlayson RJ, Tran DQ. A randomized comparison between interscalene and combined infraclavicular-suprascapular blocks for arthroscopic shoulder surgery. Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie. 2018;65(3):280-7.

109. Wiegel M, Moriggl B, Schwarzkopf P, Petroff D, Reske AW. Anterior Suprascapular Nerve Block Versus Interscalene Brachial Plexus Block for Shoulder Surgery in the Outpatient Setting: A Randomized Controlled Patient- and Assessor-Blinded Trial. Regional anesthesia and pain medicine. 2017;42(3):310-8.

110. Hanna A. The SPA arrangement of the branches of the upper trunk of the brachial plexus: a correction of a longstanding misconception and a new diagram of the brachial plexus. Journal of neurosurgery. 2016;125(2):350-4.

111. Riazi S, Carmichael N, Awad I, Holtby RM, McCartney CJ. Effect of local anaesthetic volume (20 vs 5 ml) on the efficacy and respiratory consequences of ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. British journal of anaesthesia. 2008;101(4):549-56.

112. Urmey WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. Anesthesia and analgesia. 1991;72(4):498-503.

113. Lee JH, Cho SH, Kim SH, Chae WS, Jin HC, Lee JS, et al. Ropivacaine for ultrasound-guided interscalene block: 5 mL provides similar analgesia but less phrenic nerve paralysis than 10 mL. Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie. 2011;58(11):1001-6.

114. Fredrickson MJ, Abeysekera A, White R. Randomized study of the effect of local anesthetic volume and concentration on the duration of peripheral nerve blockade. Regional anesthesia and pain medicine. 2012;37(5):495-501.

115. Kang RA, Chung YH, Ko JS, Yang MK, Choi DH. Reduced Hemidiaphragmatic Paresis With a "Corner Pocket" Technique for Supraclavicular Brachial Plexus Block: Single-Center, Observer-Blinded, Randomized Controlled Trial. Regional anesthesia and pain medicine. 2018;43(7):720-4.

116. Kim H, Han JU, Lee W, Jeon YS, Jeong J, Yang C, et al. Effects of Local Anesthetic Volume (Standard Versus Low) on Incidence of Hemidiaphragmatic Paralysis and Analgesic Quality for Ultrasound-Guided Superior Trunk Block After Arthroscopic Shoulder Surgery. Anesthesia and analgesia. 2021;133(5):1303-10.

117. Kim DH, Lin Y, Beathe JC, Liu J, Oxendine JA, Haskins SC, et al. Superior Trunk Block: A Phrenic-sparing Alternative to the Interscalene Block: A Randomized Controlled Trial. Anesthesiology. 2019;131(3):521-33.

118. Kang R, Jeong JS, Chin KJ, Yoo JC, Lee JH, Choi SJ, et al. Superior Trunk Block Provides Noninferior Analgesia Compared with Interscalene Brachial Plexus Block in Arthroscopic Shoulder Surgery. Anesthesiology. 2019;131(6):1316-26.

119. Sehmbi H, Johnson M, Dhir S. Ultrasound-guided subomohyoid suprascapular nerve block and phrenic nerve involvement: a cadaveric dye study. Regional anesthesia and pain medicine. 2019;44(5):561-4.

120. Orebaugh SL, McFadden K, Skorupan H, Bigeleisen PE. Subepineurial injection in ultrasound-guided interscalene needle tip placement. Regional anesthesia and pain medicine. 2010;35(5):450-4.

121. Sakamoto Y. Spatial relationships between the morphologies and innervations of the scalene and anterior vertebral muscles. Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft. 2012;194(4):381-8.

122. Lin JA, Chuang TY, Yao HY, Yang SF, Tai YT. Ultrasound standard of peripheral nerve block for shoulder arthroscopy: a single-penetration double-

injection approach targeting the superior trunk and supraclavicular nerve in the lateral decubitus position. British journal of anaesthesia. 2015;115(6):932-4.

123. Faruch Bilfeld M, Lapègue F, Sans N, Chiavassa Gandois H, Laumonerie P, Larbi A. Ultrasonography study of the suprascapular nerve. Diagnostic and Interventional Imaging. 2017;98(12):873-9.

124. Murata H, Sakai A, Hadzic A, Sumikawa K. The presence of transverse cervical and dorsal scapular arteries at three ultrasound probe positions commonly used in supraclavicular brachial plexus blockade. Anesthesia and analgesia. 2012;115(2):470-3.

125. Petrar SD, Seltenrich ME, Head SJ, Schwarz SK. Hemidiaphragmatic paralysis following ultrasound-guided supraclavicular versus infraclavicular brachial plexus blockade: a randomized clinical trial. Regional anesthesia and pain medicine. 2015;40(2):133-8.

126. Sotthisopha T, Elgueta MF, Samerchua A, Leurcharusmee P, Tiyaprasertkul W, Gordon A, et al. Minimum Effective Volume of Lidocaine for Ultrasound-Guided Costoclavicular Block. Regional anesthesia and pain medicine. 2017;42(5):571-4.

127. Areeruk P, Karmakar MK, Reina MA, Mok LYH, Sivakumar RK, Sala-Blanch X. High-definition ultrasound imaging defines the paraneural sheath and fascial compartments surrounding the cords of the brachial plexus at the costoclavicular space and lateral infraclavicular fossa. Regional anesthesia and pain medicine. 2021;46(6):500-6.

128. Monzó E, Boezaart AP, Tubbs RS, Sanromán-Junquera M, Nin OC, Reina MA. A reliable septum exists between the lateral cord and medial and posterior cords in the costoclavicular region: Clinical and microanatomical considerations in brachial plexus anesthetic blockade. Clinical anatomy (New York, NY). 2021;34(3):411-9.

129. Siddiqui U, Perlas A, Chin K, Reina MA, Sala-Blanch X, Niazi A, et al. Intertruncal approach to the supraclavicular brachial plexus, current

controversies and technical update: a daring discourse. Regional anesthesia and pain medicine. 2020;45(5):377-80.

130. Georgiadis PL, Vlassakov KV, Patton ME, Lirk PB, Janfaza DR, Zeballos JL, et al. Ultrasound-guided supraclavicular vs. retroclavicular block of the brachial plexus: comparison of ipsilateral diaphragmatic function: A randomised clinical trial. European journal of anaesthesiology. 2021;38(1):64-72.

131. Luo Q, Yang C, Wei W, Wang K, Xiang X, Yao W, et al. Effects of costoclavicular block versus interscalene block in patients undergoing arthroscopic shoulder surgery under monitored anaesthesia care: a randomized, prospective, non-inferiority study. Korean journal of anesthesiology. 2023.