

Anestezi ve Reanimasyona Bütünsel Yaklaşım

Editör
PINAR AYVAT

BİDGE Yayınları

Anestezi ve Reanimasyona Bütünsel Yaklaşım

Editör: Doç. Dr. Pınar AYVAT

ISBN: 978-625-372-179-4

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.06.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	3
Periferik Sinir Blokları.....	4
Poyraz BOZKURTLU.....	4
Periferik Sinir Blok Uygulamasında Lokal Anestezik Ajanların Kullanımı	26
Raife ERASLAN	26
Torasik Gövde Blokları.....	48
Onur KÜÇÜK	48
Abdominal Gövde Blokları.....	74
Erbil TÜRKSAL	74
Üst Ekstremité Blokları.....	90
Fatih SAĞ	90
Alt Ekstremité Blokları	107
Selman KARADAYI.....	107
Anestezide Kullanılan İlaçların Nötrofil Fonksiyonları Üzerine Etkisi	126
Elif EYGİ.....	126
Yoğun Bakımda Endokrin Aciller	161
Melek DOĞANCI	161
Ortopedik Cerrahide Anestezi.....	184
Muhammed Halit SATICI	184
Travma İlişkili Koagülopati	215
Mehtap ÇALIŞ	215

BÖLÜM I

Periferik Sinir Blokları

Poyraz BOZKURTLU¹

Giriş

Periferik sinir blokları (PSB), perioperatif ya da cerrahi olmayan tedavilerde analjezik amaçlı yaygın olarak kullanılan teknikler bütünüdür (Lin & ark., 2013). Çeşitli cerrahi tekniklerdeki son gelişmeler ve daha minimal invaziv prosedürlerin gelişmesi, ayakta tedavi prosedürlerinin artmasına neden olmuştur. Bu gelişmelerle birlikte analjezik tekniklerin de cerrahideki gelişmelere ayak uydurması gerekmektedir. Çalışmalar, periferik sinir bloklarının genellikle iyi tolere edildiğini ve oral ağrı kesici ilaçlar veya genel anestezi (GA) gibi diğer yöntemlere göre bölgesel analjezide daha üstün olduğunu göstermiştir (Kurita & ark., 2019).

¹ Uzm. Dr., Şemdinli Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Hakkari/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8200-853X, poyrazbozkurtlu@gmail.com

Bu bölümde periferik sinir bloklarının uygulama teknikleri, klinikte dikkat edilmesi gerekenler ve komplikasyonları anlatılacaktır.

Endikasyonları - kontraendikasyonları

PSB'lerin endikasyonları çeşitlidir ve geniş ölçüde değişmektedir. Bloklar genelde anesteziklerin ve analjeziklerin etkilerinden kaçınmak için kullanılır. PNB'lerin en yaygın kullanımları başta solunumsal etkileri olmak üzere GA etkilerinden kaçınmak ve opioid kullanımını en aza indirirken yeterli analjeziyi sağlamaktır (Joshi & ark., 2016). Sistemik ya da nöroaksiyel opioidlerin solunum depresyonu oluşturma riskini arttıracak hastalıklar (obstrüktif uyku apnesi, şiddetli obezite, ileri yaş), opioid kullanımının minime çekilmesini gerektirecek durumlar (kronik opioid kullanımı, opioid intoleransı) PSB'nin en uygun analjezi yöntemi olarak kullanılabileceği durumlara örnek olarak gösterilebilir. GA nedenli solunum sıkıntısı riski olan hastalar (obstrüktif uyku apnesi, şiddetli obezite, altta yatan pulmoner hastalıklar, ileri yaş), zor hava yolundan şüphelenilen hastalar, postoperatif bulantı ve kusma riski yüksek hastalar ve işlem sırasında bilincinin açık olmasını isteyen hastalar PSB'lerin GA'ya göre tercih edilebilir olduğu durumlara örnek olarak gösterilebilir (Hadzić & ark., 1998). Antitrombotik tedavi alan ya da koagülopatisi olan hastalar, sempatik blokajın hemodinamik problemlere yol açabileceği durumlar (aort stenozu), üriner retansiyonun yüksek riskli olduğu hastalar (ileri yaş, benign prostat hipertrofisi, mesane ya da prostat işlemi öyküsü) PSB'lerin nöroaksiyel anestezideye göre tercih edilebilir olduğu durumlara örnek olarak gösterilebilir (Hadzić & ark., 1998).

PSB'lerin kontraendikasyonları genel olarak kısıtlıdır. Bu kontraendikasyonlara örnek olarak, bloğun etki alanında daha önceden var olan nöral defisit bulunması, enjeksiyon yerinde enfeksiyon, komprese olmayan yerlere (lumbar pleksus, paravertebral, kuadratus lumborum blok) blok yapılacak hastaların koagülopatisinin olması veya antitrombotik ilaç kullanması verilebilir (Borgeat & ark., 2001).

Sinir blok uygulaması

Periferik blok uygulaması tek enjeksiyon şeklinde yapılabildiği gibi, sinirin veya sinir pleksusunun komşuluğuna yerleştirilen bir perkutanöz katater aracılığı ile sürekli lokal anestezi uygulaması şeklinde de yapılabilir (Bingham & ark., 2012). Uygulamanın gerçekleştirilmesi sırasındaki prosedürler önemlidir.

1. Preoperatif yapılacaklar ve hasta hazırlığı

PSB uygulamadan önce ilk yapılması gereken uygulama yapılacak hastadan alınan detaylı öyküdür. Bloğun etkileyeceği bölgede daha önceden bir sinir ya da motor defisitinin olup olmadığı açısından ihtiyatlı olmak gerekir; çünkü önceden bir sinir defisiti olan bir hastada blok sonrası yeni defisit oluşma riski de artmıştır (Borgeat & ark., 2001). Hasta blok, bloğun geri dönüşü sırasında olabilecekler, uzamış yan etkileri hakkında bilgilendirilmelidir. Blok yapılacak her hastaya, blok sırasında oluşabilecek lokal anestezi (LA) toksitesi, intravenöz (IV) enjeksiyon, ek sedasyon ihtiyacı gibi durumlar oluşabileceğinden, önceden bir intravenöz damar yolu açılmalıdır. Her blok sırasında %20 lipit emülsiyon ve resüsitasyon gereçleri hazırda bulundurulmalıdır. Yetersiz blok ihtimali

nedeniyle vakanın genel anesteziye dönebileceği göz önünde bulundurularak hastanın rutin preoperatif açlık şartlarını sağlaması gerekmektedir (Chang & ark., 2024; Henshaw & ark., 2019).

Yetişkin hastalarda PSB, sinir içine enjeksiyonun önüne geçebilmek için genellikle hasta tam olarak uyanırken yapılır. Blok öncesi hastaya anksiyolitik veya analjezik vermek işlemin konforunu genellikle artırırken hastanın da kooperasyonunun sürdürülmesini sağlayacaktır. Bunun için IV midazolam 1-2 mg, IV fentanil 25-100 mcg verilebilir (Chang & ark., 2024).

PSB uygulanmadan önce hastaya pulse oksimetri, elektrokardiyografi, non-invaziv kan basıncı monitörizasyonu uygulanmalıdır. İşlemler sırasında ağrı ve kaygı oluşabileceğinden öncesinde midazolam ve ya düşük doz ketamin ile hastanın ağrısı ve anksiyetesi azaltılabilir (Küçük, Sarı, & ark., 2024).

2. Uygulama teknikleri

PSB'yi uygularken amaç LA'yı sinire olabildiğince yakın enjekte ederken bir yandan da intranöral enjeksiyon yapmamak ve sinire direkt travmaya ya da toksisiteye yol açmamaktır. PSB için sinir lokalizasyonu yaparken genellikle sinir stimülasyonu yerine ultrason kılavuzluğu tercih edilir. Sinir lokalizasyonu için parestezi önerilmez; çünkü bu teknik sinir hasarına yol açabilir. Parestezi tekniği (blok sırasında sinire yakınlıktıkça hasta tarafından tariflenen batma hissi) yerini ultrason, sinir stimülasyonu ya da ikisinin kombinasyonuna bırakmıştır (Henshaw & ark., 2019).

2.1. Ultrason kılavuzluğu

Ultrason görüntülemesi PSB sırasında sinirlerin, damarların, yakınlarındaki yapıların, bunlarla birlikte verilen LA'nın yayıldığı

alanın da görülebilmesini sağlar. Ultrason kılavuzluğu, bloğun başarı oranını arttırır, bloğun uygulanma süresini kısaltır (Gelfand & ark., 2011), vasküler hasar ve oluşabilecek lokal anestezi sistemik toksikasyonu (LAST) riskini azaltır (Schnabel & ark., 2013), başarılı bir blok için gerekli LA dozunu düşürür (McNaught & ark., 2011), pnömotoraks ve frenik sinir bloğu insidansını düşürür (Barrington & Uda, 2018).

2000'den fazla PSB'yi içeren 23 çalışmanın bir meta-analizinde ultrason kılavuzluğuyla yapılan blokların (sinir stimülasyonu ile birlikte ya da değil), sadece sinir stimülasyonuna göre, daha az damar hasarına yol açtığı (relatif risk [RR] 0,23), işlem sırasında daha az ağrıya yol açtığı (RR 0,6), operasyon sırasında daha az anestezi ve analjeziğe ihtiyaç duyulduğu (RR 0,4) gözlenmiştir (Munirama & McLeod, 2015). Postoperatif nörolojik komplikasyon açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. 23,800 PSB'yi içeren bir retrospektif tek kurum çalışmasında ultrason kılavuzluğunun kısa süreli sinir hasarının (7 günden 6 aya) insidansını azalttığı ancak uzun süreli sinir hasarları insidansını diğer tekniklere göre değiştirmedeği görülmüştür (Melnik & ark., 2018).

Ultrason kılavuzluğu özellikle obezite, eski operasyon skarları gibi anatomik olarak daha zorlu durumlarda kolaylık sağlar. Anormal koagülasyon durumları söz konusu olduğunda ise daha güvenli bir işlem yapılmasında yardımcı olur. Ayrıca blok yetersiz kalmışsa da ek dozlar verilebilmesini sağlar; oysa sinir LA'ya maruz kaldıktan sonra tekrar sinir stimülasyonu yapılamaz. Sinir stimülasyonu tekniğinde tek bir noktaya LA yapılabilirken, ultrason kılavuzluğuyla yapılan PSB'de LA birden fazla noktaya yapılarak bloğun verimliliğinin artmasını sağlanabilir (Melnik & ark., 2018).

Ultrasonun dezavantajı ise bunla ilgili özel eğitimlerin gerekliliğidir. Ultrasonun sinir stimülasyonuna göre daha pahalı olması da herkes tarafından ulaşılabilirliği kısıtlayan başka bir dezavantajdır (Munirama & McLeod, 2015).

Yüksek frekanslı (10-15 MHz) transdüser (prob) daha yüzeysel bloklarda kullanılırken, düşük frekanslı prob (5-7 MHz) daha derin blokları yapabilmemize imkan sağlar (Munirama & McLeod, 2015).

Ultrason ile PSB uygulamasında; aseptik deri hazırlığından sonra, steril bir plastik kılıfa sarılmış ve steril bir iletken jel sürülmüş prob ile blok alanındaki anatomik yapılar gözlenir. Bu yapılar hedef sinir, ven, arter, kemik, organ gibi yapılardan oluşur. Optimal ultrason pozisyonu bulunduktan sonra transdüser hareket ettirilmaz ve blok iğnesi ile ilerlemeye başlanır. Blok iğnesinin ucunu ultrasonda gördükçe iğne hareket ettirilmeye devam edilir. Eğer iğne ucu görüntüde kaybedilirse hiper-hidrasyon yöntemi (çok düşük dozlarda LA verilmesi) ile tekrardan iğnenin lokalizasyonu ayarlanabilir. Görüntüdeki anatomik yapılar kısa veya uzun eksenden gözlenebilir. Kısa eksende gözlenen bir yapıyı uzun eksenden gözleyebilmek için probu istenilen tarafa 90 derece döndürmek yeterlidir. Ayrıca Doppler görüntülemesi sayesinde de damar yapıları daha rahat gözlenebilir. Blok iğnesi iki farklı teknikle yerleştirilebilir. Bunlar in-plane (düzlem içi) ve out-of-plane (düzlem dışı) dir. Düzlem içi yaklaşımında iğne probun uzun hattına paralel yerleştirilir. Böylece iğne uzun eksenden görüntülenir ve tüm iğne gözlemlenebilir. Düzlem dışı yaklaşımında iğnenin kesiti nokta gibi gözlenir. İşlem boyunca iğneyi gözlemleyebilmek oldukça zorlayıcıdır ve iğnenin görülen kısmının iğnenin ucu mu yoksa başka

bir bölgesi mi olduğunu ayırt etmek zor olabilir. Bu durum da sinir ve damarlara direkt iğne travması potansiyelini arttırabilir. İğne probun uzun eksenine dik bir şekilde yerleştirilir (Meiser & ark., 2016).

2.2. Sinir stimülasyonu kılavuzluğu

Sinir stimülasyonu, ultrasona göre daha ucuz bir tekniktir ve ulaşımı daha kolaydır. Yapılar görüntülenemediğinden sinir travması insidansının sinir stimülasyonu tekniğinde, ultrason kılavuzluğuna göre daha fazla olacağına dair endişeler olsa da çalışmalar bunu kanıtlamamıştır (Munirama & McLeod, 2015).

Sinir stimülasyonunun başarısı, hedef sinirin tahmini lokalizasyonunun anatomik olarak iyi bilinmesine bağlıdır. Daha sonra iğne ucunun konumu, blok iğnesi aracılığıyla iletilen elektrik akımlarıyla belirlenecektir. Motor yanıtın oluşabilmesi için gereken akım miktarı hedef sinire yakınlık konusunda yol gösterici olur. Sinire ne kadar yaklaşılsa motor yanıt için gereken akım miktarı o kadar azalacaktır (Munirama & McLeod, 2015).

İçi boş, yalıtımlı, tek kullanımlık iğnelere ayarlanabilir elektrik akımı (2 Hz frekansta 0,3 saniyede 0.0-2.0 mA) gönderebilen birçok periferik sinir stimülatörü mevcuttur. İğnelerin, aspirasyon ve LA injeksiyonu yapabilmek için şırıngaya bağlanabilen hatları da mevcuttur, bu da ilaç enjekte ederken ya da şırınga değiştirirken iğnenin sabit kalabilmesini sağlar. İğne, stimülatör ve hastaya bağlanan topraklama elektrodu arasındaki kablolar da stimülasyonun yapılmasını sağlar.

Sinir stimülasyonu ile PSB uygulamasında; derinin aseptik hazırlığından sonra, blok iğnesi anatomik noktalar yardımıyla sinirin

tahmini bir yakınlığına yerleştirilir. İğne sinirin yakınına gelmeye başladığı zaman, elektrik akımı sayesinde sinirin innerve ettiği kaslarda motor yanıt oluşmaya başlar. Genelde başlangıç akımı 1.0 mA olarak ayarlanır. Sinire yaklaşıldıkça stimülandan elektrik akımı düşülmeye başlanır. 0,5 mA'dayken motor yanıt oluşuyor, 0,4 mA'nın altına düşüldüğünde motor yanıt kayboluyor ise optimal noktaya gelinmiş demektir. İğnenin konumu yukarıda yazıldığı gibi optimize edildikten sonra LA injeksiyonu yapılmaya başlanır. Birkaç mililitrede bir aspire edilip iğnenin intravasküler alana girip girmediği kontrol edilir. Hasta aşırı miktarda ağrı hissederse injeksiyon hemen durdurulur (intranöral injeksiyon ihtimali). LA toksisitesi semptomları göstermeye başlarsa da intravasküler injeksiyon ihtimali nedeniyle işlemin hemen durdurulması gerekir. İşleme tekrar başlamadan önce iğneye yeniden pozisyon verilmeli (biraz geri çekme genelde işe yarar) ve semptomların düzelmesi beklenmelidir (Klein & ark., 2012).

Uzmanların çoğu LA injeksiyonu öncesi 0,5 mA'lık ya da daha düşük bir akımda motor yanıtın alınmasını önerir (Pither & ark., 1985). Çünkü bu akımdayken blok için gereken optimal mesafedir. Motor yanıt için daha yüksek akımlar gerekiyorsa bloğun başarı olasılığı düşer. 0,4 mA'nın altında motor yanıt alıyorsa da sinire çok yakın olma ve intranöral injeksiyon ihtimalinde artış olur. Fakat motor yanıt oluşturan akım ile iğne ve sinir arasındaki mesafe arasındaki ilişki değiştirebilen birçok faktör vardır. Yapılmış olan çalışmalar 0,5 mA'den daha yüksek sevilere motor yanıt alırken de intranöral injeksiyon olabileceğini ya da motor yanıt almıyorken de sinirin içinde olunabileceğini göstermiştir (Klein & ark., 2012).

Diabetes Mellitus veya diyabetik nöropati stimölasyon eşiklerini yükseltebilir (Heschl & ark., 2016). Bir çalışmada diyabetik nöropatisi olan ve olmayan hastalara yapılan popliteal siyatik sinir blokları karşılaştırılmış ve nöropatisi olan hastalarda ortak peroneal sinir yanıtının stimölün eşığı daha yüksek bulunmuştur; ayrıca 55 nöropatili hastanın 15'inde ultrason tarafından konum doğrulanmasına rağmen yanıt oluşturabilmek için 0,5 mA'dan fazla akım gönderilmesi gerekmiştir (Heschl & ark., 2016).

3. Sürekli katater teknikleri

Sinir veya pleksus komşuluğuna ultrason veya sinir stimölasyonu yardımı ile fleksible katater yerleştirilmesi ile aralıklı ineksiyon ya da sürekli infüzyon yapılabilir. Sürekli bloklar hastane ortamında ya da ayaktan gelen hastalarda da kullanılabilir. Ayaktan gelen hastaya sürekli blok uygulanması için gerekli protokol şunları içermelidir: preoperatif detaylı oral ve yazılı talimatlar, postoperatif 24 saat sonra hasta ile iletişime geçilmesi, bütün gün boyunca sorular veya komplikasyonlarla ilgilenebilecek bir anesteziistin varlığı ve postoperatif 1 hafta sonunda mümkünse işlemi yapan doktor tarafından hastanın muayene edilmesi (Ludot & ark., 2008). Yerleştirilen kataterler genellikle 1 hafta sonra çıkarılır, ama daha tipik olarak kataterin kullanımı, hasta taburcu olurken pompa ile verilen LA miktarı ile limitlenir.

Katater kitlerinin içinde genelde iğne, katater ve kateter sabitleyici ekipmanlar bulunur. Çoğu kit iğne-içinden-katater tekniğini kullanır fakat iğne-üstünden-katater tekniği kullanan kitler de mevcuttur.

Sürekli kataterler ultrason veya sinir stimölasyonu teknikleri ile yerleştirilebilirler (Mariano & ark., 2009). Sinir stimölasyonuna kıyasla ultrason kullanımı iğnenin yerleştirilmesi için gerekli zamanı, prosedür sırasında meydana gelen ağrıyı ve yanlışlıkla meydana gelen damar hasarını azaltır (Fredrickson & ark., 2009). Sürekli katater yerleştirildiğinde daha titiz steril teknik ve örtüleme kullanılır. Steril alana direkt temastan kaçınmak için ultrason probu steril bir şekilde kılıfla sarılır. Antibiyotikler katater infeksiyonundan kaçınmak için kullanılabilir ama ameliyat-dışı ağrı kontrolü amaçlı yerleştirilen sürekli kataterler için genelde endikasyon dışıdır.

4. Rebound ağrı

PSB'nin etkisi sonlandıktan sonra meydana gelen hızlıca artan ağrıya rebound ağrı denir. Raporlanan rebound ağrı yakınması olan hastaların insidansı yaklaşık olarak %80 gibi büyük bir orandır (Touil & ark., 2022).

Rebound ağrının azalması çeşitli yöntemler ile sağlanabilir. Hastaya rebound ağrının belirtileri anlatılıp bloğun etkisinin kalkacağı düşünölen zamanda, reçete edilmiş non-opioid ağrı kesicileri (asetaminofen, nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar) alması sağlanabilir. Opioid tedavisi hastayı solunum depresyonu riskine sokabileceğinden çok önerilmez. Bloğun etki süresini göz önüne alıp, hastanın gece ağrıyla uyanmaması için ona uygun LA seçimi yapılabilir. Rebound ağrının, blok etkisi ortadan kalktıktan sonra sistemik analjezik eksikliği nedenli mi ortaya çıktığı; yoksa bloğun bir hiperanaljezik yan etkisi mi olduğı daha tartışma konusudur. İlk mekanizma, PSB'lerin etkisinin postoperatif en acı verici dönemin ötesine uzatılmasının rebound ağrının insidansını azaltacağına

yönelik kanıtlarla desteklenmektedir. Bazı çalışmalarda deksametazon (Woo & ark., 2021) ya da sürekli sinir bloğu (Ding & ark., 2015) kullanıldığında, rebound ağrının insidansının azaldığı gözlenmiştir.

Günübirlik cerrahi geçiren ve PSB yapılan 900'den fazla hastanın katıldığı bir retrospektif kohort çalışmada, yaklaşık %50 hasta rebound ağrı tariflemiştir (Barry & ark., 2021). Genç yaş, kadın cinsiyet ve kemik ameliyatı, rebound ağrı için risk faktörü olarak gösterilir.

Artroskopik omuz cerrahisi geçiren ve interskalen blok yapılan 70 hastayı içeren bir randomize çalışmada blok solüsyonuna deksametazon katılması rebound ağrı insidansını %83'ten %37'lere düşürmüştür ve bloğun uygulanmasından rebound ağrının başlamasına kadar geçen süreyi 12 saatten 18 saate çıkarmıştır (Woo & ark., 2021).

5. Komplikasyonlar

5.1. Sinir Hasarı

Rejyonel anestezi sonrası periferik sinir yaralanması nadir görülen bir komplikasyondur. Hasarın tanımlaması çalışmalar arasında değişkenlik gösterse de; blok sonrası sinir hasarına bağlı semptomların insidansı %8-10'lara kadar çıkabilmektedir (Fredrickson & Kilfoyle, 2009). Semptomların çoğu geçici olup; birkaç günden birkaç aya kadar sürebilir. Yapılmış 3 tane çalışmada kalıcı olabilen majör komplikasyonların çıkma olasılığı %0.015-0.09 arasında saptanmıştır (Auroy & ark., 2002; Malchow & ark., 2018; Sites & ark., 2012). PSB amaçlı sürekli katater takılması ilişkili sinir hasarı insidansı %0,21'lere kadar rapor edilmiştir

(Borgeat & ark., 2006). Çoğu sinir hasarının intranöral injeksiyona sekonder geliştiği düşünölr. Bunlar ekstrasfasiköler ve intrafasiköler olmak üzere 2 grupta kategorize edilirler. Özellikle yüksek basınçlı olarak yapılmış intrafasiköler injeksiyonlar daha yüksek sinir hasarı riski taşırlar (Kapur & ark., 2007). İntrafasiköler enjeksiyon insidansını azaltmak için, hasta parestezi tariflediği zaman ya da işlemleri yaparken normalden daha fazla basınç gerektiriyorsa işlem hemen durdurulmalı. Ayrıca ultrason yardımı ile işlem yapılıyorsa ilacın yayılması gözlenmelidir.

Sinir hasarına yol açabilen diğer risk faktörleri hala belirsizliğini korumaktadır. Önceden var olan bir sinir patolojisi (DM dahil), siniri hasara daha yatkın hale getirebilir (Kroin & ark., 2010). Standart uzun eğimli iğneler, infrafasiköler enjeksiyon ihtimalini, kısa eğimli blok iğnelerine göre daha çok arttırırlar (Macías & ark., 2000). Ultrason kullanılarak blok iğnesinin sürekli görüntüsünün alınabilmesinin, infrafasiköler enjeksiyon ihtimalini azalttığına yönelik bir düşünce olsa da sinir hasarı riskinin azaldığı henüz çalışmalarla gösterilememiştir (Neal, 2010). Sinir hasarı LA'nın direkt etkisinden dolayı da ortaya çıkabilir. Bütün LA'ların belirli doz aşımalarında nörotoksisiteye neden olduğu in vitro çalışmalarda gösterilmiştir (Verlinde & ark., 2016). Ultrason eşliğinde daha düşük dozda LA uygulaması, klasik yöntem ile daha yüksek dozda LA uygulaması ile benzer etki yarattığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Parpucu Ü & ark., 2024).

Sinir hasarının semptomları genelde duyusaldır (ağrı, karıncalanma, parestezi); fakat ilgili sinire ve oluşan hasarın şiddetine bağlı olarak motor ve duyu defisitlerinin kombinasyonları şeklinde de görölebilir. Bazen hastanın semptomlarının bloğa bağlı

olup olmadığı net anlaşılamayabilir. Buna örnek olarak, 1010 PSB'yi içeren bir prospektif çalışmada, 6 ay içinde hastaların %0,6'sı nörolojik bulgu göstermiştir. Fakat bu hastaların 3'te 2'sinden fazlası, bulgusu PSB ile alakalı olmadığı için Nöroloji'ye yönlendirilmiştir (Fredrickson & Kilfoyle, 2009).

Çoğu semptom 6 ay içinde geriler. İnatçı veya şiddetli bir semptom varlığında, hastanın bir uzmana yönlendirilmesi gerekir.

5.2. Hematom

Sinire komşu vasküler yapıların yanlılıkla delinmesi sonucu perinöral hematom oluşabilir. Enjeksiyon yeri komprese edilemeyecek bir noktada olup, koagülopatisi olan hastalara PSB yapmaktan kaçınmak ihtiyatlı bir davranış olacaktır. Hematomların büyük çoğunluğu enjeksiyon yerine bası uygulanarak kontrol altına alınabilir. Ender olarak cerrahi dekompresyon gerekebilir.

5.3. Lokal anestezi sistemik toksisitesi (LAST)

Lokal anestezipler kısmında detaylı olarak anlatılmıştır.

5.4. Alerjik Reaksiyon

LA'ya bağlı çoğu reaksiyon non-alerjiktir. Ancak LA'ya bağlı olan tanımlanmış 2 alerji tipi vardır. Enjeksiyonun yapıldığı yerde alerjik kontak dermatit ve gecikmiş şişme: LA uygulanmasından 72 saat içinde etkilenen hastalarda lokalize ekzematöz ve kaşıntılı döküntüler ortaya çıkabilir.

5.5. Enfeksiyon

Tek enjeksiyonlu PSB'lerde enfeksiyon riski ihmal edilebilecek kadar düşüktür. Periferik sinir kataterlerinin bakteriyel kolonizasyonu insidansı %7,5 ile %57 arasındadır (Gasparini & ark.,

2008); ancak enfeksiyon riski düşüktür (%0-3,2) (Capdevila & ark., 2009). Yoğun bakımda yatan hastalarda, travma hastalarında, immün sistemi baskılı hastalarda enfeksiyon riski artar. Bu hastalarda kataterin 48-72 saat içinde çıkartılması bu riski minimize eder (Compère & ark., 2009).

5.5. Miyotoksisite

Miyotoksisite, LA enjeksiyonu sonrası ender görülen komplikasyonlardan biri olarak kabul edilir. PSB sonrası miyotoksisitenin gerçek insidansı bilinmemekle birlikte, yüksek konsantrasyonlarda veya uzamış LA uygulanmasıyla ilişkilidir (Hussain & ark., 2018). Semptomlar genelde birkaç gün içinde çıkar ve gerilemesi yaklaşık 1 yılı bulabilir.

5.6. Sekonder hasar

Daha seyreltik LA, daha düşük volümlü enjeksiyonlar ve perinöral kateterlerin kullanılması, yoğun duyu ve motor blokları minimize edip yaralanmaların önüne geçebilir. PSB sonrası ilgili ekstremitedeki duyu kaybı yaşayan hastalar, doku ve sinir hasarı riski altındadır. Alt ekstremitte bloklarına eşlik eden motor bloklar düşmeye neden olabilir. Bu yüzden bu hastaların değnek ihtiyacı olabilir. Özellikle alt ekstremitte cerrahilerinde postoperatif analjezi amaçlı motor blok yapmayan fasyal plan blokları tercih edilebilir (Küçük, Sağ, & ark., 2024).

Kaynaklar

Auroy, Y., Benhamou, D., Bargues, L., Ecoffey, C., Falissard, B., Mercier, F. J., . . . Samii, K. (2002). Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology*, 97(5), 1274-1280. doi: 10.1097/00000542-200211000-00034

Barrington, M. J., & Uda, Y. (2018). Did ultrasound fulfill the promise of safety in regional anesthesia? *Curr Opin Anaesthesiol*, 31(5), 649-655. doi: 10.1097/aco.0000000000000638

Barry, G. S., Bailey, J. G., Sardinha, J., Brousseau, P., & Uppal, V. (2021). Factors associated with rebound pain after peripheral nerve block for ambulatory surgery. *Br J Anaesth*, 126(4), 862-871. doi: 10.1016/j.bja.2020.10.035

Bingham, A. E., Fu, R., Horn, J. L., & Abrahams, M. S. (2012). Continuous peripheral nerve block compared with single-injection peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Reg Anesth Pain Med*, 37(6), 583-594. doi: 10.1097/AAP.0b013e31826c351b

Borgeat, A., Blumenthal, S., Lambert, M., Theodorou, P., & Vienne, P. (2006). The feasibility and complications of the continuous popliteal nerve block: a 1001-case survey. *Anesth Analg*, 103(1), 229-233, table of contents. doi: 10.1213/01.ane.0000221462.87951.8d

Borgeat, A., Ekatodramis, G., Kalberer, F., & Benz, C. (2001). Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study.

Anesthesiology, 95(4), 875-880. doi: 10.1097/00000542-200110000-00015

Capdevila, X., Bringuier, S., & Borgeat, A. (2009). Infectious risk of continuous peripheral nerve blocks. *Anesthesiology*, 110(1), 182-188. doi: 10.1097/ALN.0b013e318190bd5b

Chang, A., Dua, A., Singh, K., & White, B. A. (2024). Peripheral Nerve Blocks *StatPearls*. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Anterpreet Dua declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Karampal Singh declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Brad White declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Compère, V., Legrand, J. F., Guitard, P. G., Azougagh, K., Baert, O., Ouennich, A., . . . Dureuil, B. (2009). Bacterial colonization after tunneling in 402 perineural catheters: a prospective study. *Anesth Analg*, 108(4), 1326-1330. doi: 10.1213/ane.0b013e31819673aa

Ding, D. Y., Manoli, A., 3rd, Galos, D. K., Jain, S., & Tejawani, N. C. (2015). Continuous Popliteal Sciatic Nerve Block Versus Single Injection Nerve Block for Ankle Fracture Surgery: A Prospective Randomized Comparative Trial. *J Orthop Trauma*, 29(9), 393-398. doi: 10.1097/bot.0000000000000374

Fredrickson, M. J., Ball, C. M., Dalgleish, A. J., Stewart, A. W., & Short, T. G. (2009). A prospective randomized comparison of ultrasound and neurostimulation as needle end points for interscalene catheter placement. *Anesth Analg*, 108(5), 1695-1700. doi: 10.1213/ane.0b013e31819c29b8

Fredrickson, M. J., & Kilfoyle, D. H. (2009). Neurological complication analysis of 1000 ultrasound guided peripheral nerve blocks for elective orthopaedic surgery: a prospective study. *Anaesthesia*, 64(8), 836-844. doi: 10.1111/j.1365-2044.2009.05938.x

Gasparini, J. R., Mello, S. S., Marques, R. S., & Saraiva, R. A. (2008). Postoperative continuous plexular analgesia. A study on the side effects and risk factors of catheter infection. *Rev Bras Anesthesiol*, 58(6), 602-613. doi: 10.1590/s0034-70942008000600005

Gelfand, H. J., Ouanes, J. P., Lesley, M. R., Ko, P. S., Murphy, J. D., Sumida, S. M., . . . Wu, C. L. (2011). Analgesic efficacy of ultrasound-guided regional anesthesia: a meta-analysis. *J Clin Anesth*, 23(2), 90-96. doi: 10.1016/j.jclinane.2010.12.005

Hadzić, A., Vloka, J. D., Kuroda, M. M., Koorn, R., & Birnbach, D. J. (1998). The practice of peripheral nerve blocks in the United States: a national survey [p2e comments]. *Reg Anesth Pain Med*, 23(3), 241-246.

Henshaw, D. S., Turner, J. D., Dobson, S. W., Douglas Jaffe, J., Wells Reynolds, J., Edwards, C. J., & Weller, R. S. (2019). Preprocedural checklist for regional anesthesia: impact on the

incidence of wrong site nerve blockade (an 8-year perspective). *Reg Anesth Pain Med*. doi: 10.1136/rapm-2018-000033

Heschl, S., Hallmann, B., Zilke, T., Gemes, G., Schoerghuber, M., Auer-Grumbach, M., . . . Rigaud, M. (2016). Diabetic neuropathy increases stimulation threshold during popliteal sciatic nerve block. *Br J Anaesth*, 116(4), 538-545. doi: 10.1093/bja/aew027

Hussain, N., McCartney, C. J. L., Neal, J. M., Chippor, J., Banfield, L., & Abdallah, F. W. (2018). Local anaesthetic-induced myotoxicity in regional anaesthesia: a systematic review and empirical analysis. *Br J Anaesth*, 121(4), 822-841. doi: 10.1016/j.bja.2018.05.076

Joshi, G., Gandhi, K., Shah, N., Gadsden, J., & Corman, S. L. (2016). Peripheral nerve blocks in the management of postoperative pain: challenges and opportunities. *J Clin Anesth*, 35, 524-529. doi: 10.1016/j.jclinane.2016.08.041

Kapur, E., Vuckovic, I., Dilberovic, F., Zaciragic, A., Cosovic, E., Divanovic, K. A., . . . Hadzic, A. (2007). Neurologic and histologic outcome after intraneural injections of lidocaine in canine sciatic nerves. *Acta Anaesthesiol Scand*, 51(1), 101-107. doi: 10.1111/j.1399-6576.2006.01169.x

Klein, S. M., Melton, M. S., Grill, W. M., & Nielsen, K. C. (2012). Peripheral nerve stimulation in regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med*, 37(4), 383-392. doi: 10.1097/AAP.0b013e3182576647

Kroin, J. S., Buvanendran, A., Williams, D. K., Wagenaar, B., Moric, M., Tuman, K. J., & Kerns, J. M. (2010). Local anesthetic sciatic nerve block and nerve fiber damage in diabetic rats. *Reg Anesth Pain Med*, 35(4), 343-350. doi: 10.1097/aap.0b013e3181e82df0

Kurita, G. P., Sjögren, P., Klepstad, P., & Mercadante, S. (2019). Interventional Techniques to Management of Cancer-Related Pain: Clinical and Critical Aspects. *Cancers (Basel)*, 11(4). doi: 10.3390/cancers11040443

Küçük, O., Sağ, F., Eyryce, A., Karadayı, S., Alagöz, A., & Çolak, A. (2024). Comparison of the Analgesic Effect of Pericapsular Nerve Group Block and Lumbar Erector Spinae Plane Block in Elective Hip Surgery. *Medicina (Kaunas)*, 60(5). doi: 10.3390/medicina60050799

Küçük, O., Sarı, E., Zengin, M., Ülger, G., Öztürk Yalçın, F., Baldemir, R., . . . Alagöz, A. (2024). The Effect of Preprocedural Low-Dose Ketamine for Pain and Anxiety in Patients during Thoracic Epidural Catheterization. *Medicina (Kaunas)*, 60(4). doi: 10.3390/medicina60040679

Lin, E., Choi, J., & Hadzic, A. (2013). Peripheral nerve blocks for outpatient surgery: evidence-based indications. *Curr Opin Anaesthesiol*, 26(4), 467-474. doi: 10.1097/ACO.0b013e328362baa4

Ludot, H., Berger, J., Pichenot, V., Belouadah, M., Madi, K., & Malinovsky, J. M. (2008). Continuous peripheral nerve block for postoperative pain control at home: a prospective feasibility study in

children. *Reg Anesth Pain Med*, 33(1), 52-56. doi: 10.1016/j.rapm.2007.07.014

Macías, G., Razza, F., Peretti, G. M., & Papini Zorli, I. (2000). Nervous lesions as neurologic complications in regional anaesthesiologic block: an experimental model. *Chir Organi Mov*, 85(3), 265-271.

Malchow, R. J., Gupta, R. K., Shi, Y., Shotwell, M. S., Jaeger, L. M., & Bowens, C. (2018). Comprehensive Analysis of 13,897 Consecutive Regional Anesthetics at an Ambulatory Surgery Center. *Pain Med*, 19(2), 368-384. doi: 10.1093/pm/pnx045

Mariano, E. R., Afra, R., Loland, V. J., Sandhu, N. S., Bellars, R. H., Bishop, M. L., . . . Ilfeld, B. M. (2009). Continuous interscalene brachial plexus block via an ultrasound-guided posterior approach: a randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Anesth Analg*, 108(5), 1688-1694. doi: 10.1213/ane.0b013e318199dc86

McNaught, A., Shastri, U., Carmichael, N., Awad, I. T., Columb, M., Cheung, J., . . . McCartney, C. J. (2011). Ultrasound reduces the minimum effective local anaesthetic volume compared with peripheral nerve stimulation for interscalene block. *Br J Anaesth*, 106(1), 124-130. doi: 10.1093/bja/aeq306

Meiser, V. C., Kreysa, H., Guntinas-Lichius, O., & Volk, G. F. (2016). Comparison of in-plane and out-of-plane needle insertion with vs. without needle guidance. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 273(9), 2697-2705. doi: 10.1007/s00405-015-3806-3

Melnyk, V., Ibinson, J. W., Kentor, M. L., & Orebaugh, S. L. (2018). Updated Retrospective Single-Center Comparative Analysis of Peripheral Nerve Block Complications Using Landmark Peripheral Nerve Stimulation Versus Ultrasound Guidance as a Primary Means of Nerve Localization. *J Ultrasound Med*, 37(11), 2477-2488. doi: 10.1002/jum.14603

Munirama, S., & McLeod, G. (2015). A systematic review and meta-analysis of ultrasound versus electrical stimulation for peripheral nerve location and blockade. *Anaesthesia*, 70(9), 1084-1091. doi: 10.1111/anae.13098

Neal, J. M. (2010). Ultrasound-guided regional anesthesia and patient safety: An evidence-based analysis. *Reg Anesth Pain Med*, 35(2 Suppl), S59-67. doi: 10.1097/AAP.0b013e3181ccbc96

Parpucu Ü, M., Küçük, O., Sağ, F., Takmaz, S. A., Kiran, B., Durmuş İ, E., . . . Aydemir, S. (2024). Comparison of the clinical efficacy of ultrasound-guided GON blockade using low and high concentrations of bupivacaine in chronic migraine. *Turk J Med Sci*, 54(1), 213-219. doi: 10.55730/1300-0144.5782

Pither, C. E., Ford, D. J., & Raj, P. P. (1985). The use of peripheral nerve stimulators for regional anesthesia a review of experimental characteristics, technique, and clinical applications. *Regional Anesthesia: The Journal of Neural Blockade in Obstetrics, Surgery, & Pain Control*, 10(2), 49-58.

Schnabel, A., Meyer-Frießem, C. H., Zahn, P. K., & Pogatzki-Zahn, E. M. (2013). Ultrasound compared with nerve stimulation guidance for peripheral nerve catheter placement: a

meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth*, 111(4), 564-572. doi: 10.1093/bja/aet196

Sites, B. D., Taenzer, A. H., Herrick, M. D., Gilloon, C., Antonakakis, J., Richins, J., & Beach, M. L. (2012). Incidence of local anesthetic systemic toxicity and postoperative neurologic symptoms associated with 12,668 ultrasound-guided nerve blocks: an analysis from a prospective clinical registry. *Reg Anesth Pain Med*, 37(5), 478-482. doi: 10.1097/AAP.0b013e31825cb3d6

Touil, N., Pavlopoulou, A., Barbier, O., Libouton, X., & Lavand'homme, P. (2022). Evaluation of intraoperative ketamine on the prevention of severe rebound pain upon cessation of peripheral nerve block: a prospective randomised, double-blind, placebo-controlled study. *Br J Anaesth*, 128(4), 734-741. doi: 10.1016/j.bja.2021.11.043

Verlinde, M., Hollmann, M. W., Stevens, M. F., Hermanns, H., Werdehausen, R., & Lirk, P. (2016). Local Anesthetic-Induced Neurotoxicity. *Int J Mol Sci*, 17(3), 339. doi: 10.3390/ijms17030339

Woo, J. H., Lee, H. J., Oh, H. W., Lee, J. W., Baik, H. J., & Kim, Y. J. (2021). Perineural dexamethasone reduces rebound pain after ropivacaine single injection interscalene block for arthroscopic shoulder surgery: a randomized controlled trial. *Reg Anesth Pain Med*, 46(11), 965-970. doi: 10.1136/rapm-2021-102795

BÖLÜM II

Periferik Sinir Blok Uygulamasında Lokal Anestezik Ajanların Kullanımı

Raife ERASLAN¹

Giriş

Lokal anestezikler (LA), sodyum iyonlarının nöronal membranlar içindeki kanallar veya iyonoforlar yoluyla akışını engelleyerek sinir iletimini kesen ilaçlardır. Normalde bu kanallar, sodyum iyonlarının girişinin engellendiği dinlenme durumunda bulunur. Nöron uyarıldığında kanal, sodyum iyonlarının hücreye difüzyonla depolarizasyonu başlattığı aktif veya açık bir duruma geçer. Membran voltajındaki bu ani değişikliğin ardından, sodyum kanalı inaktif bir duruma geçer; bu sırada aktif taşıma mekanizmaları sodyum iyonlarını dışarıya geri döndürürken daha fazla giriş engellenir. Bu repolarizasyonun ardından kanal normal dinlenme durumuna geçer. Bu sodyum kanalı durumlarının anlaşılması,

¹ Öğretim Görevlisi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Sağlık Meslek Yüksekokulu Anestezi Programı, Ankara/Türkiye, Orcid: 0009-0008-4608-0719, raife.eraslan@sbu.edu.tr

LA'ların çeşitli nöronal lif sınıflarına yönelik tercihli duyarlılığının açıklanmasına yardımcı olur (Butterworth & Strichartz, 1990).

LA'lar, aktif ve inaktif hallerinde, dinlenme durumlarına göre sodyum kanalları içindeki reseptörlere daha fazla afiniteye sahiptir. Bu nedenle, daha hızlı uyarılma hızlarına sahip olan sinir lifleri, LA etkiye en duyarlı olanlardır. Ayrıca, daha küçük lifler genellikle daha hassastır çünkü belirli bir hacimdeki LA solüsyon, impuls iletiminin tamamen kesilmesi için gerekli sayıda sodyum kanalını daha kolay bloke edebilir. Bu nedenlerden dolayı, küçük, hızlı uyarılan otonomik lifler en hassas olanlardır, bunu duyuşal lifler ve son olarak da somatik motor lifleri takip eder (Miller & ark., 2010). Karışık spinal sinirleri bloke eden anestezi uzmanı bu fizyolojinin son derece farkındadır. Hastalar spinal anesteziden sonra iyileşirken, önce istemli motor fonksiyonlarını yeniden kazanırlar, ardından duyu geri gelir ve sonunda idrar yapabilirler (otonom kontrol) (Mansur o'g'li, 2023).

Lokal anesteziklerin çalışma mekanizması

LA'lar voltaj-kapılı Sodyum (Nav) kanallarına bağlanarak sinir transmisyonunu reversibl olarak inhibe ederler. Nav kanalları, plazma membranlarına sabitlenmiş integral membran proteinleridir. LA'lar sodyum kanallarına bağlandığında, membrandan Na geçişini sonlandırır ve aksiyon potansiyeli oluşumunu engeller (Butterworth & Strichartz, 1990).

Lokal anesteziklerin yapıları/sınıfları

Artikain harici genel kullanımda olan LA'ların yapısı benzerdir ve lipofilik aromatik halka ile hidrofilik tersiyer amin içerir. Bu iki kısım ya bir karboksil ester ya da bir amid bağı ile

bağlanır. Bu bağ LA'nın bir amino ester mi yoksa bir amino amid mi olacağına karar verir. Prokain, kloroprokain ve tetrakain genelde kullanılan ester LA'lardır. Lidokain, bupivakain, ropivakain, mepivakain ve levobupivakain genel kullanımda olan amid LA'lardır. Artikain ise genelde diş hekimlerince kullanılan bir amid LA'dır. LA'lar hem yüklü hem yüksüz halde, solüsyonlarda bulunan zayıf bazlardır. Aromatik halkaları lipit çözünürlüğünü arttırır. Amin nitrojen protonlandığında, lipit çözünürlük azalır (ve su çözünürlüğü artar). Bu amin nitrojen tersiyer formdayken yüklü değildir ve lipit çözünürlüğü daha fazladır. Yüksüz, lipofilik form sinir membranlarını daha rahat geçerken, yüklü, hidrofilik form ise Na kanallarına daha büyük afinite ile bağlanır. LA'lar (benzokain harici), üretici tarafından quarterner formda hidroklorit tuzları halinde sağlanır. Yüklü ve yüksüz formların oranı (ve dolayısıyla LA'nın plazma membranını geçiş ve klinik etki yaratış hızı), ilacın pKa'sı ve in vivo olarak da dokunun pH'ı tarafından belirlenir (Mansur o'g'li, 2023).

Lokal anestezik farmakodinamiği

LA'nın potensi, etki başlangıç süresi, etki süresi ve izole sinirlerde oluşturduğu duyusal ve motor blok farkı LA'nın fizikokimyasal karakteristikleri ile belirlenir. Bu karakteristikler ayrıca in vivo ortamda, enjeksiyon yeri, ilaç konsantrasyonu ve volümü, sinir bloğunun teknik yönleri, ilacın vazodilatör özellikleri ve dokunun durumu (pH gibi) tarafından etkilenir (Mansur o'g'li, 2023; Tunç & ark., 2023).

Lokal anesteziklerin potensleri

LA'nın potensi, lipid çözünürlüğü ile güçlü bir ilişki içindedir. Daha lipofilik olan LA'lar, lipid çözünürlüğü daha az olan LA'lara göre sinir membranını daha hızlı geçerler (Docherty & Farmer, 2009). Örnek olarak bupivakain, lidokaine göre daha lipofiliktir; bu yüzden epidural anestezide %2'lik lidokain kullanılırken, %0,5'lik bupivakain kullanılır. Moleküler ağırlığı daha yüksek olan LA'lar, daha düşük LA'lara göre membranı daha hızlı geçerler ve Na kanallarına daha yüksek afinite ile bağlanırlar. Moleküler ağırlık arttıkça genelde lipid çözünürlük de artar (Docherty & Farmer, 2009).

Etki başlangıç süreleri

Blok sonrası LA'nın etki başlangıç hızı, ilacın fizikokimyasal yapısına, solüsyonun konsantrasyonuna ve enjeksiyon yerine bağlıdır. İlaç dozu sabit tutulup, ilacın konsantrasyonu arttırıldığında, etki başlangıç süresinin kısaldığı gözlenmiştir (Taboada Muñiz & ark., 2008).

Enjeksiyon yeri

Deri ve derialtı enjeksiyonlarda LA neredeyse anında etki göstermeye başlar. İntratekal enjeksiyonlarda da, dokuya yayılım gerekmeden direkt olarak sinir köklerine yayılım olduğundan LA etkisi çok hızlı başlar. Aksine brakial pleksus bloklarında ilacın hedef sinire ulaşmadan önce dokuda yayılması gerektiğinden etki başlangıç süreleri daha uzundur (20 - 30 dakika). Ultrason kılavuzluğu, ilacın sinire daha yakın bir noktadan verilmesini sağladığı için etki başlangıç süresini kısaltabilir (Soeding & ark., 2005).

Alkalinizasyon

Etki başlangıç sürelerini kısaltmak için, LA solüsyonlarına sodyum bikarbonat eklenip alkalileştirilebilir. Böylece non-iyonize LA molekül fraksiyonu arttırılır. Bu strateji en çok epinefrinli LA solüsyonlarında etkilidir. Bu solüsyonlar, epinefrinin raf ömrünü arttırabilmek amaçlı, içinde sadece LA bulunan solüsyonlara göre daha asidik hazırlanırlar (DiFazio & ark., 1986).

Alkalinizasyon, bupivakain ve ropivakaine, etki başlangıç sürelerini çok değiştirmedeği için kullanılmaz. Bupivakain alkalileştirildiğinde hızlıca çöker; bu yüzden eklenmek isteniyorsa düşük miktarlarda sodyum bikarbonat eklenmelidir (10ml bupivakaine 0,1 ml bikarbonat). Alkalinizasyon ayrıca, ilacın deri altına yayılımı sırasında oluşabilecek ağrıyı azaltmak için de kullanılabilir.

Etki süreleri

Etki süreleri LA'lar arasında değişkenlik gösterir ve izole sinirlerdeki etki süreleri, yağda çözünürlükleri ve kimyasal yapıları ile ilişkilidir. Kloropropain ve propain kısa etkili LA'lardır. Lidokain, mepivakain, prilokain orta etkili LA'lardır. Bupivakain, ropivakain, levobupivakain, etidokain ve tetrakain ise uzun etkili LA'lardır. En potent LA'lar genelde uzun etkilidirlerdir; çünkü lipid çözünürlükleri yavaş alıma neden olur ve kandan da yavaş atılır.

Lokal anesteziklerin karşılaştırılması

Lidokain, Amerika Birleşik Devletleri'nde en yaygın kullanılan lokal anestezik olarak ön plana çıkmaya devam etmektedir, ancak bu ajanların tümü benzer etkinliğe sahiptir. Anestezinin başlangıcı ve süresindeki farklılıkları açıklayan etki

gücü ve çeşitli farmakokinetik parametreler açısından farklılık gösterirler. Belirli bir ajanın seçiminde planlanan işlemin süresi ve vazopressör konsantrasyonlarıyla ilgili konular dikkate alınmalıdır. Uzun prosedürler için bupivakain mantıklı bir seçimdir, ancak çeşitli anesteziğin karşılaştırıldığı çalışmalara göre enjeksiyon sırasında en ağırlı ajanlardan biri olduğu gösterilmiştir (Wahl & ark., 2001; Wahl & ark., 2002). Lokal anesteziğin başlangıç ve etki süreleri tablo 1 de ayrıntılı olarak paylaşılmıştır.

Tablo 1: Periferik sinir bloklarında kullanılan lokal anesteziğin

Anestezi	Etki Başlangıç Süresi (dakika)	Anestezi süresi* (saat)	Analjezi süresi* (saat)	Maksimum Doz*,** (mg/kg) epinefrinsiz /epinefrinli
%2 lidokain	10-20	2-5	3-8	4,5/7
%1,5 mepivakain	10-20	2-5	3-10	5/7
%0,2 ropivakain	15-30	n/a	5-16	3/3,5
%0,5 ropivakain	15-30	4-12	5-24	3/3,5
%0,25 bupivakain	15-30	n/a	5-26	2,5/3
%0,5 bupivakain	15-30	5-15	6-30	2,5/3
<i>n/a: uygulanamaz</i> <i>* Süre enjeksiyon yerine göre farklılık gösterir. Tablodaki değerler genelleştirilmiş aralıklardır.</i> <i>** Maksimum dozlar; doku infiltrasyonu, epidural enjeksiyon veya sinir bloğu için genel kılavuzları temsil eder. Sistemik toksisite, özellikle intravasküler enjeksiyonlarda, önerilen dozların altında da gerçekleşebilir. Bu tavsiye edilen dozlar, enjeksiyon bölgesini, uygulanma hızını veya sistemik toksisiteye yönelik risk faktörlerini (örneğin karaciğer ve böbrek fonksiyon bozukluğu, kalp yetmezliği ileri yaş, hamilelik) hesaba katmaz.</i>				

Lipozomal bupivakain, çoklu fosfolipit çift katmanları ile kaplanmış sulu bir çekirdek içindeki bupivakainden oluşan sürekli salımlı bir formülasyondur (Grant & ark., 2004). Lipozomlar, pH'ı 5,8 ila 7,4 olan salin içinde süspanse edilir ve %1,3 bupivakain konsantrasyonuyla 20 mL'lik tek kullanımlık bir şişede mevcuttur. Lipozomal bupivakainin izin verilen maksimum dozu doku

infiltrasyonu için 266 mg (yani 20 mL'lik bir şişe) ve interskalen blok için 133 mg'dır. 6 ila 17 yaş arası çocuklar için infiltrasyon için önerilen doz 4 mg/kg'a kadar, maksimum 266 mg'dır. Lipozomal bupivakain yalnızca tek doz olarak uygulanmalıdır.

Lipozomal bupivakain deri altına enjekte edildiğinde maksimum plazma konsantrasyonu doza bağımlıdır (Hu & ark., 2013). Bupivakainin plazma konsantrasyonu, uygulamadan sonraki bir saat içinde, preparasyondaki az miktardaki ekstra lipozomal bupivakaine bağlı olarak bir başlangıç zirvesi sergiler ve bunu 10 ila 36 saat sonra ikinci bir zirve izler. Saptanabilir plazma bupivakainin maksimum konsantrasyonu, maksimum konsantrasyona kadar geçen süre ve süresi, enjeksiyon bölgesine bağlı olarak büyük ölçüde değişir (Bramlett & ark., 2012).

Bupivakain salınımını değiştirmekten kaçınmak için üreticinin infiltrasyon tavsiyelerine uyulmalıdır [43]:

Lipozomal bupivakain uygulaması sırasında çeşitli dikkat edilecek noktalar vardır (Butterwhorth & Lahaye, 2018). Normal salin veya Laktatlı Ringer solüsyonu ile hacimce 1:14'e kadar seyreltilebilir. Su içeren bupivakain dışında diğer LA'larla karıştırılmamalıdır. Su içeren bupivakain ile aynı şırıngada karıştırılabilir veya bupivakain dozu, lipozomal bupivakain dozunun $\leq$ yüzde 50'si olduğu sürece, bir su içeren bupivakain dozundan hemen sonra uygulanabilir. Bupivakainin lipozomdan hemen salınmasını önlemek için, lipozomal bupivakain, lidokain enjeksiyonundan en geç 20 dakika sonra uygulanmalıdır. Lipozomal bupivakain uygulamasını takip eden 96 saat içinde ilave lokal anestezi kullanımı kaçınılmalıdır.

Lipozomal bupivakain, 6 yaş ve üzeri hastalarda cerrahi bölgede lokal infiltrasyon için ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından onaylanmıştır ve cerrahlar tarafından yara kapanmadan önce doku infiltrasyonu olarak kullanılır. Aynı zamanda cerrahi sonrası ağrı için alan bloğu (FDA tarafından alan bloğu olarak tanımlanan transversus abdominis plan [TAP] bloğu dahil), interskalen blok, adduktör kanal bloğu ve popliteal blok için de onaylanmıştır (Butterwhorth & Lahaye, 2018). İlaç üreticisi, diğerk bölgesel, epidural veya intratekal bloklar için lipozomal bupivakainin kullanımını önermemektedir.

Sınırlı kanıtlar, lokal infiltrasyon için enjekte edilen lipozomal bupivakainin salinle karşılaştırıldığında postoperatif analjeziyi iyileştirebileceğini, ancak lipozomal bupivakainin su içeren bupivakainden açıkça üstün olmadığını ileri sürmektedir (Hussain & ark., 2024). Benzer şekilde, periferik sinir bloğu için lipozomal bupivakainin kullanımı giderek daha fazla rapor edilirken, su içeren bupivakain ile karşılaştırıldığında faydalar açıkça gösterilmemiştir (Elmer & ark., 2023) ve mevcut çalışmalar iki ilacın eşdeğer miligram dozlarını karşılaştırmamıştır. Lipozomal bupivakain, su içeren bupivakainden önemli ölçüde daha pahalıdır. 76 randomize çalışmanın gözden geçirilmesi, periferik sinir bloğu veya lokal infiltrasyon için lipozomal olmayan bupivakain yerine lipozomal bupivakain kullanımını destekleyen açık bir kanıt olmadığı sonucuna varmıştır (Ilfeld & ark., 2021).

Lokal anestezik kombinasyonları

Kısa (orta) etkili ve uzun etkili LA'nın kombinasyonu, klinik uygulamada blokajın süresini korurken blok başlangıcını hızlandırmak için sıklıkla kullanılır. Klinik çalışmalarda sonuçlar

karışıktır; bazı çalışmalar tek başına anesteziyelere karşı kombinasyonla başlangıç açısından fark olmadığını gösterirken (Gadsden & ark., 2011) diğerleri tek başına uzun etkili ajana göre kombinasyonla daha hızlı başlangıç hızı bildirmektedir (Laur & ark., 2012). Genel olarak LA'ların kombinasyonu, daha uzun ve daha kısa etkili ajanlar arasında orta düzeyde bir blok başlangıcı ve süresi sağlayabilir (Laur & ark., 2012).

Lipozomal bupivakain, bloğun başlangıcını hızlandırmak için su içeren bupivakain ile karıştırılabilir (bupivakain dozu, lipozomal bupivakain dozunun $\leq$ yüzde 50'si olduğu sürece), ancak diğer LA'larla karıştırılmamalıdır.

Lokal anesteziyel sistemik toksisitesi (LAST)

Lokal anesteziyel sistemik toksisitesi (LAST), her ne yoldan uygulanırsa uygulansın, tüm LA türlerinin uygulanmasından sonra ortaya çıkabilir. Şiddetli LAST, nöbetler dahil santral sinir sistemi toksisitesine, aritmi ve kardiyak arrest dahil kardiyovasküler toksisiteye neden olabilir. LAST'ın neden olduğu semptomlar ve tedavisi tablo 2'de gösterilmiştir (Neal & ark., 2018; Neal & ark., 2021).

Tablo 2: Lokal anestezi sistemik toksisite; genel bakış

Etiyoloji

LA'nın istenmeyen intravasküler enjeksiyonu

LA'nın sistemik emilimi

Risk faktörleri

Yaş (yani <4 ay veya >79 yaş)

Kalp iletim hastalığı

İskemik kalp hastalığı

Böbrek yetmezliği

Karaciğer fonksiyon bozukluğu

Gebelik

Karnitin eksikliği

Yüksek derecede vasküler blok bölgesi

Belirti ve semptomlar (*LAST, LA enjeksiyonundan >15 dakika sonra ortaya çıkabilir)

☐ **Merkezi sinir sistemi:**

Kulak çınlaması

Dairesel uyuşukluk

Metalik tat

Baş dönmesi

Dizartri

Nöbetler

Bilinç kaybı

Solunum durması

☐ **Kardiyovasküler:**

Hipotansiyon

Bradikardi

Ventriküler aritmiler

Kardiyovasküler kollaps

Tedavi *

Enjeksiyonu veya infüzyonu durdur

Yardım iste ve lipid emülsiyonu ver

Hastayı stabilize ederken kardiyopulmoner bypass'ı düzenle

Hava yolu yönetimi: %100 oksijenle havalandır, hipoksemi, hiperkarbi ve asidozu önle

Nöbetleri baskıla: benzodiazepinleri tercih et (yüksek dozda propofolden kaçın)

ACLS'ye göre aritmileri ve kalp durmasını yönet

Bireysel epinefrin boluslarını ≤ 1 mcg/kg'a düşür

Vazopressin, kalsiyum kanal blokerleri, beta blokerler ve LA'dan kaçın

Amiodaronu ilk basamak antiaritmik olarak uygula

%20 lipit emülsiyonu ile lipit emülsiyon tedavisini başlat;
- Yetişkinler ≥ 70 kg: 2 ila 3 dakikada 100 mL IV bolus, ardından 15 ila 20 dakikada 250 mL infüzyon
- Çocuklar veya yetişkinler < 70 kg: 2 ila 3 dakika boyunca 1,5 mL/kg IBW IV bolus, ardından 0,25 mL/kg/dakikada infüzyon
- Kalıcı kardiyovasküler instabilitesi olan hastalar için bolus tekrarı ve iki kat infüzyon hızı
- Hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra infüzyonu en az 15 dakika devam et
- Maksimum doz lipit emülsiyonu yaklaşık 12 mL/kg IV Lipid emülsiyonuna ve ACLS'ye yanıt vermeyen LAST için kardiyopulmoner bypass uygula
Hastayı nöbetten sonra 2 saat, hemodinamik dengesizlikten sonra 4 ila 6 saat veya kalp durmasından sonra uygun şekilde izle.

**Propofol, lipit emülsiyonunun yerine geçmez.*

ACLS: ileri kardiyak yaşam desteği; CNS: merkezi sinir sistemi; IBW: ideal vücut ağırlığı; IV: intravenöz; LA: lokal anestezi; SON: lokal anestezi sistemik toksisite.

** Her hastada tüm belirti ve bulgular ortaya çıkmaz.*

Adjuvanlar

LA'ların etki başlangıç süresini kısaltmak, etki süresini uzatmak, blok yoğunluğunu arttırmak veya ilaç toksisitesini azaltmak için birtakım ilaçlar LA'lara eklenir.

Vazokonstriktörler

Epinefrin PSB'lere en çok eklenen vazokonstriktördür. Tipik olarak 1:200000 veya 1:400000'lik konsantrasyonlarda kullanılır. Yanlışlıkla damar içine enjeksiyonu saptamak ve LA'ların dokudan emilimini azaltmak için kullanılır. Yavaş emilim toksisite potansiyelini azaltacak ve bloğun süresini arttıracaktır. Taşikardi, hayvan deneylerinde görüldüğü üzere kan akışının azalması nedenli sinir ve komşu dokularda iskemi olası yan etkileridir. Bu nedenle kardiyak iskemisi olan veya azalmış perinöral kan akımı (kemoterapi sonrası, DM veya vasküler hastalık) olan hastalarda düşük

konsantrasyonlar (1:400000) halinde kullanmak gerekir (Neal & ark., 2009).

Sodyum bikarbonat

Sodyum bikarbonat bloğun etki başlangıç süresini kısaltmak için kullanılır. Lokal anestezi moleküllerinin sinir membranını yüklenmemiş, basit formda geçmesi gerektiği için, sodyum bikarbonat eklenmesi aktif molekül oranını artırır. Etki başlangıç süresinin kısalması en belirgin bir şekilde jenerik olarak epinefrin eklenmiş LA’larda gözlenir ama genel olarak bunun klinik bir önemi yoktur (Neal & ark., 2009). LA’lara sodyum bikarbonat eklenmesi bazı çalışmalarda etki başlangıç süresini kısaltmış ve blok kalitesini arttırmış olsa da bazı çalışmalarda da böyle bir etki gözlenmemiştir (Capogna & ark., 1995; Quinlan & ark., 1992).

Opioidler

PSB’lere fentanil veya morfin eklenmesi çok fazla klinik yarar sağlamamıştır (Fletcher & ark., 1994; Nishikawa & ark., 2000).

Deksametazon

Deksametazonun, brakial pleksus blokları [43-45], siyatik sinir bloğu [46] ve safen sinir bloğu [47] için LA’lara eklendiği zaman bloğun etki süresini uzattığı raporlanmıştır (Bjørn & ark., 2017; Rahangdale & ark., 2014). Randomize çalışmaların bir meta-analizinde deksametazon eklenen LA ile yapılmış blokların, sadece LA kullanılan bloklara göre daha uzun süreli etki gösterdiği görülmüştür (Huynh & ark., 2015). LA’lara eklenecek optimal deksametazon dozu konusunda henüz bir fikir birliği olmamakla

birlikte, 4-5 mg'dan fazla deksametazon eklenmesinin bir fayda yaratmadığı gözlenmiştir (Kahn & ark., 2018).

Deksametazonun postoperatif bulantı-kusma önleyici dozlarında sistemik uygulanmasının ayrıca PSB sonrası analjezik dönemi de uzattığı görülmüştür. Bir çalışmada omuz cerrahisi için uygulanan interskalen blok sonrası randomize şekilde IV deksametazon (4 – 10 mg) alan hastalarda, salin alan hastalara göre analjezinin daha uzun olduğu bulunmuştur (19,5 saat blok süresine karşı 12 saat blok süresi) (Chalifoux & ark., 2017). Ön kol ve el cerrahisi için infraklavikuler blok uygulanan 122 hastayı içeren başka bir randomize çalışmada, preoperatif oral deksametazon (12 – 24 mg) verilen hastalar, plasebo alan hastalara göre postoperatif ilk ağrıyı daha geç hissetmiştir (Maagaard & ark., 2023).

Deksametazonun intravenöz ya da perinöral injeksiyonunu karşılaştıran çalışmalar birbirleri ile çelişkili sonuçlar elde etmiştir. Bazıları arada bir fark olmadığını gösterirken (Fltaoos & ark., 2023), bazıları da perinöral uygulamanın analjezik etkiyi uzattığını göstermiştir (Aliste & ark., 2017). 900 hastayı içeren 11 randomize kontrollü çalışmanın bir meta-analizi deksametazonun, perinöral ya da sistemik kullanımının analjeziye etkisini araştırmıştır. Perinöral deksametazon bupivakainle kullanıldığında sistemik etkiye göre hafif bir yükselme yaşanmıştır (27 saate karşı 22 saat). Ancak aynı etki ropivakainde gözlenmemiştir (Baeriswyl & ark., 2017).

Şu tarihe kadar henüz perinöral deksametazonun nörolojik komplikasyon yaptığını gösteren bir çalışma gözlenmemiştir (Chong & ark., 2017); ama klinisyenler deksametazonun perinöral kullanımı endikasyon dışı bir kullanım olduğunu unutmamalıdır ve

deksametazonun hiperglisemi, infeksiyon, hipertansiyon gibi yan etkileri konusunda bilinçli olmalıdır.

Alfa-2 agonistler

PSB'lere klonidin eklenen çalışmalarda sensöriyel ve motor blok süreleri uzamış ama; hastaların hipotansiyon, bradikardi ve sedasyon ihtimalleri de artmıştır (Pöpping & ark., 2009). LA'ya deksmedetomidin eklenmesi PSB'nin etki süresini kısaltıp, kalitesini arttırabilse de, yan etki olarak motor bloğu uzatabilir, hipotansiyon ve bradikardiye neden olabilir (Hussain & ark., 2021; Schnabel & ark., 2018).

Ketamin

Bir adjuvan olarak ketaminin sensoriyal bloğu önemli ölçüde arttırmadığı görülmüş olsa da perinöral ketaminin, analjezinin ve sensoriyal bloğun süresini uzattığıyla ilgili kanıt kalitesi düşüktür (Xiang & ark., 2024).

Kaynaklar

Aliste, J., Leurcharusmee, P., Engsusophon, P., Gordon, A., Michelagnoli, G., Sriparkdee, C., . . . Tran, D. Q. H. (2017). A randomized comparison between intravenous and perineural dexamethasone for ultrasound-guided axillary block. *Can J Anaesth*, 64(1), 29-36. doi: 10.1007/s12630-016-0741-8

Baeriswyl, M., Kirkham, K. R., Jacot-Guillarmod, A., & Albrecht, E. (2017). Efficacy of perineural vs systemic dexamethasone to prolong analgesia after peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*, 119(2), 183-191. doi: 10.1093/bja/aex191

Bjørn, S., Linde, F., Nielsen, K. K., Børglum, J., Hauritz, R. W., & Bendtsen, T. F. (2017). Effect of Perineural Dexamethasone on the Duration of Single Injection Saphenous Nerve Block for Analgesia After Major Ankle Surgery: A Randomized, Controlled Study. *Reg Anesth Pain Med*, 42(2), 210-216. doi: 10.1097/aap.0000000000000538

Bramlett, K., Onel, E., Viscusi, E. R., & Jones, K. (2012). A randomized, double-blind, dose-ranging study comparing wound infiltration of DepoFoam bupivacaine, an extended-release liposomal bupivacaine, to bupivacaine HCl for postsurgical analgesia in total knee arthroplasty. *Knee*, 19(5), 530-536. doi: 10.1016/j.knee.2011.12.004

Butterworth, J., & Lahaye, L. (2018). Clinical use of local anesthetics in anesthesia. *UpToDate*. Available online: <https://www.uptodate.com/contents/clinical-use-of-local-anesthetics-in-anesthesia> (accessed on 29 November 2018).

Butterworth, J. F. t., & Strichartz, G. R. (1990). Molecular mechanisms of local anesthesia: a review. *Anesthesiology*, 72(4), 711-734. doi: 10.1097/00000542-199004000-00022

Capogna, G., Celleno, D., Laudano, D., & Giunta, F. (1995). Alkalinization of local anesthetics. Which block, which local anesthetic? *Reg Anesth*, 20(5), 369-377.

Chalifoux, F., Colin, F., St-Pierre, P., Godin, N., & Brulotte, V. (2017). Low dose intravenous dexamethasone (4 mg and 10 mg) significantly prolongs the analgesic duration of single-shot interscalene block after arthroscopic shoulder surgery: a prospective randomized placebo-controlled study. *Can J Anaesth*, 64(3), 280-289. doi: 10.1007/s12630-016-0796-6

Chong, M. A., Berbenetz, N. M., Lin, C., & Singh, S. (2017). Perineural Versus Intravenous Dexamethasone as an Adjuvant for Peripheral Nerve Blocks: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Reg Anesth Pain Med*, 42(3), 319-326. doi: 10.1097/aap.0000000000000571

DiFazio, C. A., Carron, H., Grosslight, K. R., Moscicki, J. C., Bolding, W. R., & Johns, R. A. (1986). Comparison of pH-adjusted lidocaine solutions for epidural anesthesia. *Anesth Analg*, 65(7), 760-764.

Docherty, R. J., & Farmer, C. E. (2009). The pharmacology of voltage-gated sodium channels in sensory neurones. *Handb Exp Pharmacol*(194), 519-561. doi: 10.1007/978-3-540-79090-7_15

Elmer, D. A., Coleman, J. R., Renwick, C. M., Amato, P. E., Werner, B. C., Brockmeier, S. F., . . . Hanson, N. A. (2023).

Comparing bupivacaine alone to liposomal bupivacaine plus bupivacaine in interscalene blocks for total shoulder arthroplasty: a randomized, non-inferiority trial. *Reg Anesth Pain Med*, 48(1), 1-6. doi: 10.1136/rapm-2022-103997

Fletcher, D., Kuhlman, G., & Samii, K. (1994). Addition of fentanyl to 1.5% lidocaine does not increase the success of axillary plexus block. *Reg Anesth*, 19(3), 183-188.

Fltaoos, A. M., Elkadi, G. A., Kamal, K. Y., & Elawady, D. E. S. (2023). Efficacy of Perineural versus Systemic Dexamethasone to Prolong Analgesia after Ultrasound Guided TAP Block for Patients Undergoing Lower Abdominal Surgeries. *QJM: An International Journal of Medicine*, 116(Supplement_1), hcad069.002.

Gadsden, J., Hadzic, A., Gandhi, K., Shariat, A., Xu, D., Maliakal, T., & Patel, V. (2011). The effect of mixing 1.5% mepivacaine and 0.5% bupivacaine on duration of analgesia and latency of block onset in ultrasound-guided interscalene block. *Anesth Analg*, 112(2), 471-476. doi: 10.1213/ANE.0b013e3182042f7f

Grant, G. J., Barenholz, Y., Bolotin, E. M., Bansinath, M., Turndorf, H., Piskoun, B., & Davidson, E. M. (2004). A novel liposomal bupivacaine formulation to produce ultralong-acting analgesia. *Anesthesiology*, 101(1), 133-137. doi: 10.1097/00000542-200407000-00021

Hu, D., Onel, E., Singla, N., Kramer, W. G., & Hadzic, A. (2013). Pharmacokinetic profile of liposome bupivacaine injection

following a single administration at the surgical site. *Clin Drug Investig*, 33(2), 109-115. doi: 10.1007/s40261-012-0043-z

Hussain, N., Brummett, C. M., Brull, R., Alghothani, Y., Moran, K., Sawyer, T., & Abdallah, F. W. (2021). Efficacy of perineural versus intravenous dexmedetomidine as a peripheral nerve block adjunct: a systematic review. *Reg Anesth Pain Med*, 46(8), 704-712. doi: 10.1136/rapm-2020-102353

Hussain, N., Speer, J., & Abdallah, F. W. (2024). Analgesic Effectiveness of Liposomal Bupivacaine versus Plain Local Anesthetics for Abdominal Fascial Plane Blocks: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Trials. *Anesthesiology*, 140(5), 906-919. doi: 10.1097/aln.0000000000004932

Huynh, T. M., Marret, E., & Bonnet, F. (2015). Combination of dexamethasone and local anaesthetic solution in peripheral nerve blocks: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Anaesthesiol*, 32(11), 751-758. doi: 10.1097/eja.0000000000000248

Ilfeld, B. M., Eisenach, J. C., & Gabriel, R. A. (2021). Clinical Effectiveness of Liposomal Bupivacaine Administered by Infiltration or Peripheral Nerve Block to Treat Postoperative Pain. *Anesthesiology*, 134(2), 283-344. doi: 10.1097/aln.00000000000003630

Kahn, R. L., Cheng, J., Gadulov, Y., Fields, K. G., YaDeau, J. T., & Gulotta, L. V. (2018). Perineural Low-Dose Dexamethasone Prolongs Interscalene Block Analgesia With Bupivacaine Compared With Systemic Dexamethasone: A Randomized Trial. *Reg Anesth Pain Med*, 43(6), 572-579. doi: 10.1097/aap.0000000000000817

Laur, J. J., Bayman, E. O., Foldes, P. J., & Rosenquist, R. W. (2012). Triple-blind randomized clinical trial of time until sensory change using 1.5% mepivacaine with epinephrine, 0.5% bupivacaine, or an equal mixture of both for infraclavicular block. *Reg Anesth Pain Med*, 37(1), 28-33. doi: 10.1097/AAP.0b013e318236bc30

Maagaard, M., Plambech, M. Z., Funder, K. S., Schou, N. K., Mølgaard, A. K., Stormholt, E. R., . . . Mathiesen, O. (2023). The effect of oral dexamethasone on duration of analgesia after upper limb surgery under infraclavicular brachial plexus block: a randomised controlled trial. *Anaesthesia*, 78(12), 1465-1471. doi: 10.1111/anae.16149

Mansur o'g'li, A. M. (2023). Local Anesthetics: Review of Pharmacological Considerations. *Texas Journal of Medical Science*, 27, 60-63.

Miller, R. D., Eriksson, L., Fleisher, L. A., Wiener-Kronish, J. P., & Young, W. L. (2010). Miller's anesthesia *Miller's anesthesia* (pp. 2827-2827).

Neal, J. M., Barrington, M. J., Fettiplace, M. R., Gitman, M., Memtsoudis, S. G., Mörwald, E. E., . . . Weinberg, G. (2018). The Third American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Practice Advisory on Local Anesthetic Systemic Toxicity: Executive Summary 2017. *Reg Anesth Pain Med*, 43(2), 113-123. doi: 10.1097/aap.0000000000000720

Neal, J. M., Gerancher, J. C., Hebl, J. R., Ilfeld, B. M., McCartney, C. J., Franco, C. D., & Hogan, Q. H. (2009). Upper extremity regional anesthesia: essentials of our current

understanding, 2008. *Reg Anesth Pain Med*, 34(2), 134-170. doi: 10.1097/AAP.0b013e31819624eb

Neal, J. M., Neal, E. J., & Weinberg, G. L. (2021). American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Local Anesthetic Systemic Toxicity checklist: 2020 version. *Reg Anesth Pain Med*, 46(1), 81-82. doi: 10.1136/rapm-2020-101986

Nishikawa, K., Kanaya, N., Nakayama, M., Igarashi, M., Tsunoda, K., & Namiki, A. (2000). Fentanyl improves analgesia but prolongs the onset of axillary brachial plexus block by peripheral mechanism. *Anesth Analg*, 91(2), 384-387. doi: 10.1097/00000539-200008000-00028

Pöpping, D. M., Elia, N., Marret, E., Wenk, M., & Tramèr, M. R. (2009). Clonidine as an adjuvant to local anesthetics for peripheral nerve and plexus blocks: a meta-analysis of randomized trials. *Anesthesiology*, 111(2), 406-415. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181aae897

Quinlan, J. J., Oleksey, K., & Murphy, F. L. (1992). Alkalinization of mepivacaine for axillary block. *Anesth Analg*, 74(3), 371-374. doi: 10.1213/00000539-199203000-00010

Rahangdale, R., Kendall, M. C., McCarthy, R. J., Tureanu, L., Doty, R., Jr., Weingart, A., & De Oliveira, G. S., Jr. (2014). The effects of perineural versus intravenous dexamethasone on sciatic nerve blockade outcomes: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Anesth Analg*, 118(5), 1113-1119. doi: 10.1213/ane.0000000000000137

Schnabel, A., Reichl, S. U., Weibel, S., Kranke, P., Zahn, P. K., Pogatzki-Zahn, E. M., & Meyer-Frießem, C. H. (2018). Efficacy and safety of dexmedetomidine in peripheral nerve blocks: A meta-analysis and trial sequential analysis. *Eur J Anaesthesiol*, 35(10), 745-758. doi: 10.1097/eja.0000000000000870

Soeding, P. E., Sha, S., Royse, C. E., Marks, P., Hoy, G., & Royse, A. G. (2005). A randomized trial of ultrasound-guided brachial plexus anaesthesia in upper limb surgery. *Anaesth Intensive Care*, 33(6), 719-725. doi: 10.1177/0310057x0503300603

Taboada Muñiz, M., Rodríguez, J., Bermúdez, M., Valiño, C., Blanco, N., Amor, M., . . . Atanassoff, P. G. (2008). Low volume and high concentration of local anesthetic is more efficacious than high volume and low concentration in Labat's sciatic nerve block: a prospective, randomized comparison. *Anesth Analg*, 107(6), 2085-2088. doi: 10.1213/ane.0b013e318186641d

Tunç, M., Küçük, O., Ülger, G., Cirik, M., Baldemir, R., Kaybal, O., & Sazak, H. (2023). Bupivacaine combined with morphine for patient-controlled epidural analgesia after thoracotomy: high volume and low concentration vs. low volume and high concentration. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 27(20), 10041-10052. doi: 10.26355/eurrev_202310_34184

Wahl, M. J., Overton, D., Howell, J., Siegel, E., Schmitt, M. M., & Muldoon, M. (2001). Pain on injection of prilocaine plain vs. lidocaine with epinephrine. A prospective double-blind study. *J Am Dent Assoc*, 132(10), 1396-1401; quiz 1460. doi: 10.14219/jada.archive.2001.0054

Wahl, M. J., Schmitt, M. M., Overton, D. A., & Gordon, M. K. (2002). Injection pain of bupivacaine with epinephrine vs. prilocaine plain. *J Am Dent Assoc*, 133(12), 1652-1656. doi: 10.14219/jada.archive.2002.0115

Xiang, J., Cao, C., Chen, J., Kong, F., Nian, S., Li, Z., & Li, N. (2024). Efficacy and safety of ketamine as an adjuvant to regional anesthesia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Anesth*, 94, 111415. doi: 10.1016/j.jclinane.2024.111415

BÖLÜM III

Torasik Gövde Blokları

Onur KÜÇÜK¹

Giriş

Torasik cerrahi sonrası ağrı yaygındır ve bazen şiddetlidir. Yetersiz postoperatif analjezi, yetersiz mobilite, daha fazla ateletazi, hastanede kalış süresinin uzaması ve sağlık sistemi için artan maliyetlerle ilişkilidir (Muehling & ark., 2008). Yüksek doz opioid kullanımı bulantı, kusma, kabızlık, idrar zorluğu, solunum depresyonu, sedasyon, ameliyat sonrası olası kalıcı ağrı ve opioid kullanımına bağımlılıkla ilgili endişeler gibi istenmeyen yan etkiler nedeniyle ideal değildir (Anwar & ark., 2021). Bu nedenle son yıllarda dengeli multimodal analjezi teknikleri kullanılmaya başlanmış ve bölgesel anestezi teknikleri vazgeçilmez temel taşlardan biri haline gelmiştir (Wildgaard & ark., 2012).

¹ Uzm. Dr., Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Ankara/Türkiye, Orcid: 0000-0001-5534-7579, dr.okucuk@gmail.com

Yakın zamana kadar bölgesel teknikler torasik epidural, torasik paravertebral blok (TPVB) ve interkostal bloklarla sınırlıydı (Kelava & ark., 2020). Ancak son on yılda ultrasonun bölgesel anestezinin klinik uygulamasına girmesiyle sinir blokları daha güvenli ve daha başarılı hale geldi (Blanco, 2011; Zengin & ark., 2022). Bu başlıkta ilgili anatomi, klinik uygulamalar ve bu bloklar için kullanılan ultrason teknikleri ile her bloğa özgü komplikasyonlar tartışılacaktır. Kullanılan ilaçlar, ekipmanlar, kontrendikasyonlar ve tüm sinir bloklarında ortak olan komplikasyonlar ayrı ayrı tartışılmaktadır.

Anatomi ve innervasyon

Toraksın innervasyonu yaygın olarak interkostal sinirler ile sağlanır. Tipik ve atipik interkostal sinirler, interkostal sinirlerin en yaygın iki türüdür. T3 ila T6 tipik interkostal sinirlerdir, T1 ila T2 ve T8 ila T11 ise atipik interkostal sinirlerdir. İki grup arasındaki temel fark, tipik interkostal sinirlerin kendi interkostal aralıklarıyla sınırlı kalması, atipik interkostal sinirlerin ise torasik duvardan geçerek kısmen veya tamamen diğer alanları innerve etmesidir (Haam & ark., 2010).

Tipik interkostal sinir, parietal plevra ile interkostal membran arasındaki interkostal boşluğa girer ve sempatik gövdenin arkasından yanal olarak ilerler. Kosta oluşunda iken interkostal damarlar boyunca ve internal torasik arterin önünde yer alır. Rami bağlantıları, kas dalları, kollateral dalı, lateral kutanöz dalı ve anterior kutanöz dalı, tipik interkostal sinirlerin birincil dallarıdır. Gri ve beyaz rami, rami bağlantı dalları aracılığıyla karşılık gelen torasik ganglionu innerve eder. İnterkostal kaslar, parietal plevra ve kaburga periosteumunun tümü kollateral dal yoluyla innerve edilir. Kaslar lateral kutanöz dal tarafından çaprazlanır. Ön göğüs duvarının

derisini beslemek için medial ve lateral dallara ayrılan ön kutanöz dalı, tipik interkostal sinirlerin terminal dalıdır (Miyawaki, 2006).

C8'in ventral dalıyla birlikte, birinci interkostal sinir brakial pleksusun alt gövdesine katkıda bulunur. Birinci interkostal sinirin geri kalanı, geleneksel interkostal sinirlerde bulunan hem lateral hem de anterior kutanöz dallardan yoksundur. İnterkostobrakial sinir, aksilla tabanı ve üst ekstremitenin üst bölgesinden kutanöz bilgi sağlayan ikinci interkostal sinirin bir dalıdır. Bu sinir, koroner arter hastalığı olan hastaların kolun medial tarafında tarif ettiği patognomonik ağrıdan sorumlu olabilir (Wraight & ark., 2005).

Göğüs cerrahisinde göğüs tüpleri sıklıkla ele alınması zor olan ağrı nedenleridir. Torakostomi tüpü ağrısı potansiyel olarak çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir. Parietal plevra iki farklı kaynaktan somatik afferent (duyusal) innervasyon alır; interkostal sinirler (T1 - T11) ve frenik sinir (C3 - C5). İnterkostal sinirler (T1 - T11) kostal plevra ve periferik diyafragmatik plevranın innervasyonunu sağlar. Mediastinal plevra ve merkezi parietal plevra, frenik sinir (C3 - C5) tarafından innerve edilir (Finley & Rusch, 2011). Bu innervasyon modeli muhtemelen paravertebral boşluğa nüfuz etme potansiyeli olan göğüs duvarı bloklarının göğüs cerrahisinde (torakostomi tüp nedeni) diğerlerinden daha etkili görünmesinin nedenidir (Sertcakacilar & ark., 2022).

1. İnterkostal sinir bloğu (ICNB)

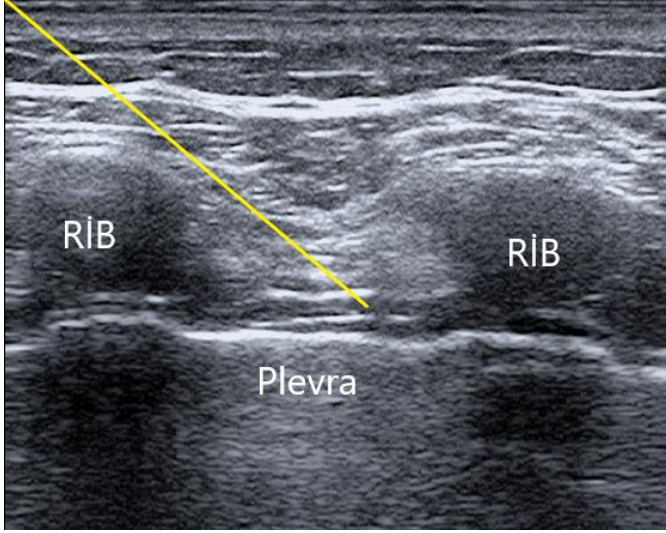
İnterkostal sinirler, torasik cerrahi prosedürler (örn. torakotomi, video yardımcı torakoskopi), göğüs tüpü yerleştirme, kaburga kırıkları ve üst karın prosedürleri için anestezi ve/veya analjezi sağlamak üzere ayrı ayrı bloke edilebilir (Lee & ark., 2019). Her interkostal blok, seçilen seviyede bant benzeri bir anestezi segmenti sağlar. Bu bloğun gerçekleştirilmesi kolaydır, ancak çoğu zaman birden fazla blok gerekir.

Çoklu travmatik kaburga kırıklarında akut ağrının tedavisinde kullanıldığında, interkostal sinir bloklarının opioid ihtiyacını azalttığı ve akciğer mekaniğini iyileştirdiği gösterilmiştir (Karmakar & Ho, 2003). İnterkostal sinir bloğu aynı zamanda meme veya göğüs cerrahisi sonrası ağrının tedavisinde de etkili olabilir (Kang & ark., 2017).

İnterkostal blok, anatomik işaretler kullanılarak veya ultrason rehberliğinde gerçekleştirilebilir. İntravasküler enjeksiyon ve pnömotoraks olasılığını en aza indirmek ve dermatomal innervasyonun güvenilirliğini artırmak için ultrason eşliğinde interkostal blok uygulamak önemlidir. Enjeksiyon vertebral kolona daha yakın (ve sinir boyunca daha proksimal) ultrason eşliğinde yapılabilir. Bu sayede, ultrasonla enjeksiyon, siniri yan ve ön dallara bölünmeden önce daha güvenilir bir şekilde bloke ederek tam dermatomal anestezi olasılığını artırır (Narouze & ark., 2012).

Hasta yan, yüzüstü veya oturma pozisyonuna yerleştirilir. Ultrason probu parasagittal düzlemde spinöz prosesin 4 cm laterale yerleştirilir. Kaburga koyu bir gölge olarak görselleştirilir; plevra ve akciğer interkostal boşluğun altında, kaburganın derinliklerinde görüntülenir (Şekil 1).

Şekil 1: ICNB ultrason görüntüsü



**Sarı çizgi iğne düzlem içi görüntüsü*

İğne transdüserle aynı düzlemde (in plane) veya düzlem dışında (out of plane) yerleştirilir ve iğne ucu kaburganın alt kenarının hemen altına gelecek şekilde ilerletilir (Şekil 1). Negatif aspirasyondan sonra 3 ila 5 mL lokal anestezik (LA) enjekte edilir. İlaç enjekte edilirken, LA tarafından daha derine itildiği için plevranın uzaklaştığı görülebilir.

LA'nın interkostal boşluktan hızlı alımı, anestezi ve analjezi süresini azaltabilir ve LA toksisitesi riskini artırabilir. Epinefrin eklenmesi alımı azaltarak daha düşük konsantrasyonlu LA kullanımına izin verebilir ve daha uzun blok süresi elde edebilir. Analjezi sağlamak için genellikle %0,2 ropivakain veya %0,25 bupivakain ile epinefrin (1:200.000 veya 5 mcg/mL) kullanılır (Narouze & ark., 2012).

İnterkostal blok uygulaması pnömotoraks riski taşır. Aseptomatik ve semptomatik pnömotoraks insidansları sırasıyla yüzde 0,1 ve yüzde 0,5'ten azdır (Brown, 2010). Semptomatik pnömotoraks genellikle iğne dekompresyonuyla tedavi edilebilir; göğüs tüpü ihtiyacı son derece nadirdir. LA toksisitesi özellikle birden fazla blok gerçekleştirildiğinde mümkündür. Nadiren vaka raporlarında, iğne ucunun dura manşonuna girmesi durumunda interkostal bloklarla meydana gelen LA'nın subaraknoid yayılımı tarif edilmiştir (Chaudhri & ark., 2009).

2. Torasik paravertebral blok (TPVB)

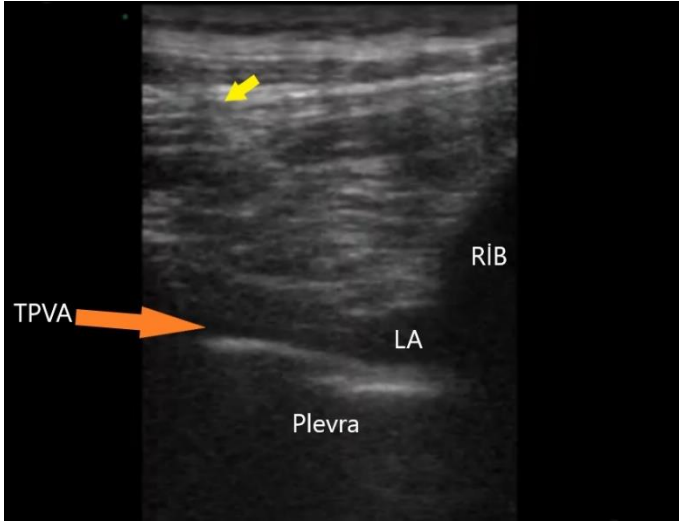
TPVB bir kompartman bloğudur. Başarı, enjekte edilen LA paravertebral boşluğa yayılmasına bağlıdır. Bu blok, intervertebral foramenlerden çıkan ve paravertebral boşluktan geçen omurilik sinirlerini uyuşturur (Chu & ark., 2020).

TPVB, epidural blokajda elde edilene benzer şekilde somatik ve sempatik sinir blokajına neden olur. Paravertebral blok en yaygın olarak mastektomi, kozmetik ve diğer meme ameliyatları, göğüs cerrahisi, nefrektomi ve kaburga kırıklarında anestezi ve/veya analjezi sağlamak için kullanılır (Thavaneswaran & ark., 2010).

TPVB, yüzeydeki işaretler kullanılarak veya ultrasonla gerçekleştirilebilir. Hasta yüzüstü, oturur veya yan yatış pozisyonunda, işlem yapılacak tarafı bloke edilecek şekilde konumlandırılabilir. En iyi pozisyon genellikle klinik duruma bağlıdır. Blok uygulamasında ultrason probu sagittal veya aksial iki yönde de kullanılabilir. Sagittal uygulama daha çok tercih edilen şeklidir. Prob transvers proseslerin uçları üzerindeki hat boyunca, orta hattan yaklaşık 2,5 cm yanal olarak yerleştirilir. Öncelikle

plevra tanımlanır. Gerekirse, plevrayı görselleştirmek amacıyla prob yana doğru kaydırılır veya eğilir. İğne transdüser düzleminde, probun kaudal kenarından 0,5 ila 1 cm uzağa yerleştirilir ve torasik paravertebral alana doğru ilerletilir (Şekil 2). İğne superior kostotransvers ligamandan geçerken bir "patlama" hissedilebilir. Bazı klinisyenler direnç kaybını iğne ucunun torasik paravertebral alanda olduğuna dair ek kanıt olarak kullanırlar, ancak bu son nokta epidural yerleştirmeye göre daha az güvenilirdir. Negatif aspirasyondan sonra, 1 mL izotonik enjekte edilir ve plevranın aşağıya doğru yer değiştirmesi (Şekil 2), iğne ucunun torasik paravertebral alana yerleştirildiğini teyit eder. Negatif aspirasyondan sonra 3 ila 5 mL LA enjekte edilir. Yüksek hacimli tek enjeksiyon bloğu yapılıyorsa, enjeksiyonlar arasında hafif aspirasyonla 5 mL'lik artışlarla 20 mL LA enjekte edilir (Thavaneswaran & ark., 2010).

Şekil 2: TPVB ultrason görüntüsü



**Sarı ok düzlem içi iğne görüntüsü, TPVA: torasik paravertebral alan, LA: lokal anestezi*

T4 seviyesinde tek enjeksiyonlu TPVB, meme cerrahisinde genel anesteziye bir destek veya alternatif olabilir (Cooter & ark., 2007) ve video yardımcı torakoskopik cerrahi için tek anestezi yöntemi olarak tanımlanmıştır (Piccioni & ark., 2010). Epidural blokajla karşılaştırıldığında TPVB, tek taraflı blok avantajı sunar ve daha düşük hipotansiyon, idrar retansiyonu, solunum problemleri ve postoperatif bulantı ve kusma insidansı ile ilişkilidir (Davies & ark., 2006).

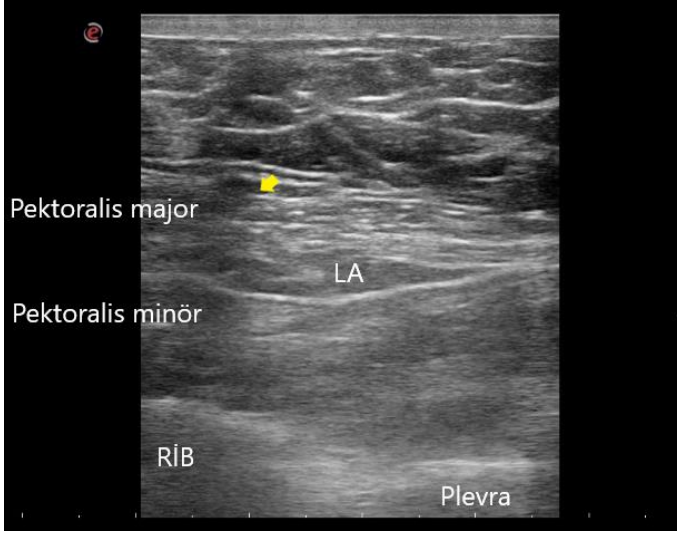
3. Pektoral sinir bloğu (PECS)

Pektoral sinir blokları başlangıçta PECS I (pektoralis majör ve minör kasları arasına tek enjeksiyon) ve PECS II (PECS I bloğu için kullanılan enjeksiyon artı ikinci bir derin enjeksiyon) olarak tanımlanmıştır. 2021'deki çok toplumlu bir konsensüs beyanı, bu blokları anatomik terimlerle yeniden adlandırmıştır. PECS I'in yerine interpektoral blok terimini ve PECS II'nin yerine derin bileşenin adını pektoserratus blok terimini önermiştir (El-Boghdadly & ark., 2021).

İnterpektoral düzlem (PECS I) bloğu, göğüs duvarı ameliyatları için diğer pektoral göğüs duvarı bloklarıyla birlikte tamamlayıcı bir blok olarak kullanılabilir. Bu blok özellikle brakiyal pleksustan çıkan medial ve lateral pektoral sinirlerin motor dallarını hedef alır. Bu blok, doku genişleticinin yerleştirilmesi gibi pektoralis majör ve/veya minör kaslarının diseksiyonunu içeren prosedürler için faydalıdır (Blanco, 2011). PECS I bloğu PECS II bloğunun bir parçasıdır. Lateral ve medial pektoral sinirleri uyuşturmak için pektoralis majör ve minör kasları arasındaki düzleme ultrason rehberliği kullanılarak LA enjeksiyonu ile gerçekleştirilir (Şekil 3).

Bu blok, PECS II bloğu ile kombinasyon halinde, tek iğne geçişiyle ayrı enjeksiyonlarla gerçekleştirilir.

Şekil 3: PECS I bloğu ultrason görüntüsü



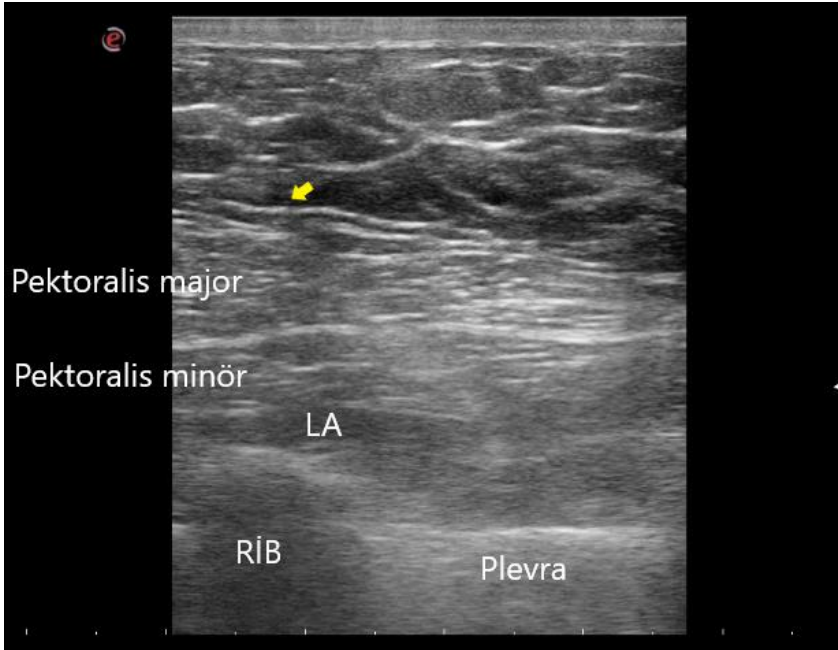
**Sarı ok düzlem içi iğne görüntüsü, LA: lokal anestezi*

Kombine interpektoral ve pektoserratus (PECS II) bloğu, pektoral düzlem enjeksiyonunu ve pektoserratus düzleminde daha derin bir enjeksiyonu içeren ikili bir enjeksiyon tekniğidir. Pektoserratus bileşeni, aksiller kapsama için interkostobrakiyal sinire ek olarak interkostal sinirlerin yan dallarının (böylece derinin, deri altı dokuların ve memenin üst/yan/alt kadrantlarının yüzeysel kapsamını ekler) yanı sıra uzun torasik ve torakodorsal sinirleri (derin göğüs bölgesini daha fazla kaplar) de hedef alır. Bu blok, anterolateral göğüs ve aksilladaki hem yüzeysel hem de daha derin veya daha kapsamlı prosedürler için analjezi sağlar (örn. basit mastektomi, meme dokusu genişleticilerinin yerleştirilmesi, pektoral kas diseksiyonu, kalp pili yerleştirilmesi, kalıcı kateter

yerleştirilmesi, mastektomi, tümör eksizyonu ve aksiller lenf nodu diseksiyonu) (Blanco & ark., 2012). Her iki pektoral sinir bloğunun da interkostal sinirlerin ön dallarını koruduğunu ve bu nedenle göğüs duvarının parasternal alanlarındaki üst deri ve deri altı dokuların yanı sıra memenin orta yarısını kapsamayacağını unutmamak önemlidir. İnterpektoral düzlem artı pektoserratus (PECS II) bloğu, pektoral sinirleri, interkostobrakial siniri, 3'ten 6'ya kadar interkostal sinirleri, torakodorsal siniri ve uzun torasik siniri bloke etmeyi amaçlar. Doğrusal, yüksek frekanslı bir ultrason probu klavikulanın altındaki parasagittal düzleme, korakoid prosesin hemen medialine yerleştirilir. Pektoralis majör ve pektoralis minör kasları tanımlanır. PECS I görüntüsünün yeri belirlendikten sonra, ikinci kaburgayı tanımlamak için prob kaudal olarak kaydırılır. Kaburga gölgeleri parlak beyaz hiperekoik yapılar olarak görselleştirilir. Kaburgaları, interkostal kasları, plevrayı ve akciğerleri görselleştirmek için probun göğüs kemiğine veya akciğerlere doğru eğilmesi gerekebilir. İkinci kaburgayı belirlendikten sonra, kaburgaları sayarken prob yanal ve kaudal yönde hareket ettirilir. Üçüncü kaburga yan göğüs duvarındaki orta aksiller çizgide görünene kadar ultrason probu koltuk altı yönünde kaydırılır. Üçüncü kaburga seviyesinde pektoralis majör ve minör kasları ve serratus anterior kasının yapışma yeri görselleştirilir. Akciğerin solunumla birlikte plevranın altına kaymasıyla birlikte hiperekoik (beyaz) plevra da tanımlanmalıdır. Kaburgaların tanımlanması zorsa, probu mediale yönlendirmek yardımcı olabilir. İğne, kaburgaya temas edene kadar pektoralis ve serratus anterior kaslarını geçecek şekilde düzleme yerleştirilir (Şekil 4). İğne, kaburganın hemen üstüne ve iki kaburga arasına konumlandırılır. Serratus kası

iyi görülemiyorsa LA pektoralis minör kasının hemen derinine enjekte edilebilir. Bu blok için iki enjeksiyon, ilk önce enjeksiyonlardan herhangi biri ile gerçekleştirilebilir. Derin enjeksiyon genellikle ilk önce gerçekleştirilir. Negatif aspirasyondan sonra, enjeksiyonlar arasında hafifçe aspire ederek 5 mL'lik artışlarla 20 mL LA enjekte edilir. İğnenin ucunu pektoralis majör ve pektoralis minör kasları arasındaki fasiyal düzleme yerleştirmek için iğne geri çekilir. Negatif aspirasyondan sonra, enjeksiyonlar arasında hafif aspirasyonla 5 ml'lik artışlarla 10 mL LA enjekte edilir. Ultrasonda enjeksiyon sonrası pektoralis majör kasının yukarı doğru, pektoralis minör kasının ise aşağı doğru yer değiştirdiği görülür.

Şekil 4: PECS II bloğu ultrason görüntüsü



**Sarı ok düzlem içi iğne görüntüsü, LA: lokal anestezi*

4. Serratus plan (SP) bloğu

PECS II bloğunun yüzeysel bileşenine benzer şekilde, SP bloğu anterolateral göğüs ve koltuk altı bölgesindeki derin yapılar için analjezi sağlayabilir. SP bloğu ayrıca kaburga kırıkları (Kunhabdulla & ark., 2014), torakotomi (Saad & ark., 2018) ve meme cerrahisi (Gupta & ark., 2017) sonrasında analjezi sağlayabilir.

SP bloğu, yan göğüs duvarı için analjezi sağlamak amacıyla torasik interkostal sinirleri uyuşturmak üzere tasarlanmıştır. T2'den T9'a kadar olan interkostal sinirler genellikle bloke edilir (Blanco & ark., 2013). SP bloğu, PECS II bloğunun daha posterior ve lateral bir modifikasyonudur; birlikte yapılmazlar. Ancak meme rekonstrüksiyonu veya göğüs ön duvarını içeren ameliyatlara için medial ve lateral pektoral sinirleri bloke etmek için PECS I enjeksiyonunun SP bloğuna eklenmesi gerekir. SP bloğu ultrason rehberliği kullanılarak gerçekleştirilir. Doğrusal, yüksek frekanslı bir ultrason probu orta klavikulanın altındaki parasagittal düzleme yerleştirilir. Probun kaudal ucu laterale bakacak şekilde 45 derece döndürülür ve prob alt yanal olarak hareket ettirilir, orta aksiller hatta beşinci kaburga tanımlanana kadar kaburgalar sayılır. Yüzeysel ve posterior olarak latissimus dorsi, üstte teres major kası, derinde ve altta beşinci kaburganın üzerinde yer alan serratus kası tanımlanır. İğne medial taraftan düzlem içi yerleştirilir ve iğne ucu serratus kasının üzerine konumlandırılır. Enjeksiyon serratus anterior kasına yüzeysel (Şekil 5) veya derin (Şekil 6) olarak yapılabilir ve her iki seçeneği de destekleyen çok az kanıt vardır. Yazarlar tarafından yüzeysel enjeksiyon tercih edilmektedir. Negatif aspirasyondan

sonra, enjeksiyonlar arasında aspire ederek 5 mL'lik artışlarla 20 mL LA enjekte edilir.

Şekil 5: Yüzeysel serratus plan bloğu ultrason görüntüsü



**Sarı ok düzlem içi iğne görüntüsü*

Şekil 6: Derin serratus plan bloğu ultrason görüntüsü



**Sarı ok düzlem içi iğne görüntüsü, LA: lokal anestezi*

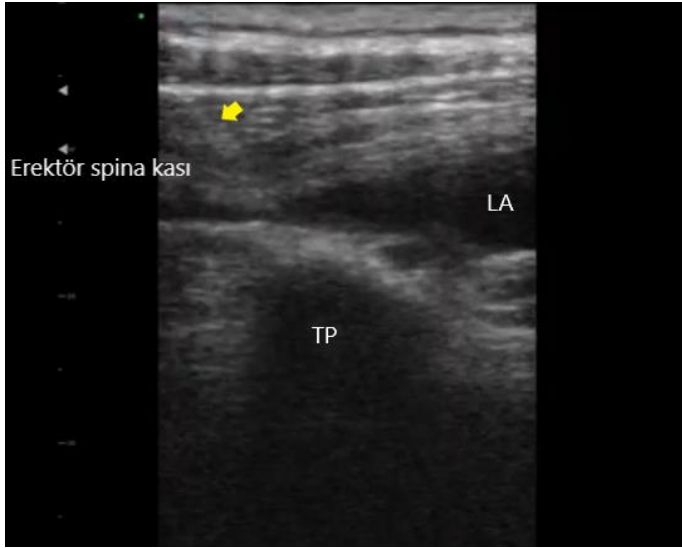
5. Erektör spina plan (ESP) bloğu

ESP bloğu, erektör spina kası ile vertebral transvers proses arasındaki fasyal düzlemdeki yapıları hedefler. ESP bloğu, TPVB ile benzer blok özelliklerini ve komplikasyonlarını içerir. T3-4 seviyesine yapılan ESP blokları meme prosedürleri (Altıparmak & ark., 2019), torasik prosedürler (Alagoz & ark., 2022; Zengin & ark., 2023), kardiyak prosedürler (Krishna & ark., 2019) ve travma için kullanılırken, T7 veya altına yapılan ESP blokları üst abdominal prosedürler için kullanılabilir (Aygün & ark., 2020): epigastrik ve ventral fitik prosedürleri ve bariatrik cerrahi, laparoskopik kolesistektomi (T9 düzeyinde) ve lomber omurga füzyonu (L3). ESP bloğu aynı zamanda alt ekstremité kalça operasyonlarında (L4) da kullanılmıştır (Küçük & ark., 2024).

Torasik ESP bloğu genellikle oturma pozisyonunda gerçekleştirilir. Özellikle blok anestezi indüksiyonundan sonra yapılıyorsa lateral ve yüzüstü pozisyonlar kullanılabilir. ESP bloğu en yaygın olarak, bu bloğu içeren denemelerde rutin olarak kullanılan ve burada tanımladığımız parasagittal yönelimdeki ultrason transdüseri ile gerçekleştirilir. Vaka raporlarında enine yönelim de açıklanmıştır. Bloğun yapılacağı hedef transvers prosesi tanımlamak için kaburgalar veya spinöz prosesler sayılır. Prob orta hattan yaklaşık 6 cm uzakta sagittal yönde yerleştirilir. İlk kaburgayı tanımlamak için kranyal olarak başlanır veya 12. kaburgayı tanımlamak için kaudal olarak başlanarak blok yapılacak hedef transvers proses bulunabilir. Kaburgalarda transvers proses'e geçişi arayarak lateralden mediale doğru prob kaydırılır. Kaburgalar yuvarlak, ince görünür ve plevra ile çevrilidir. Buna karşılık, transvers prosesler düz, kare şeklinde akustik gölgelere sahip ve

çevreleyen plevranın daha az görünür olduğu bir görünümde dir. Ayrıca, transvers proses kaburgadan daha yüzeyseldir. Blok iğnesi her iki ucundan dönüştürücüye düzlem içi yerleştirilir ve iğne ucunu baştan sona görselleştirerek iğne transvers proses'in ucuna temas edecek şekilde ilerletilir (Şekil 7). Negatif aspirasyondan sonra, 1 ila 3 mL salin enjekte ederek, erektör spina kasının fasyasının transvers proses'den yükseldiği görselleştirilir. Negatif aspirasyondan sonra, enjeksiyonlar arasında hafif aspirasyonla 5 mL'lik artışlarla 20 mL lokal aneste zik enjekte edilir.

Şekil 7: Erektör spina plan bloğu ultrason görüntüsü



**Sarı ok düzlem içi iğne görüntüsü, LA: lokal aneste zik, TP: transvers proses*

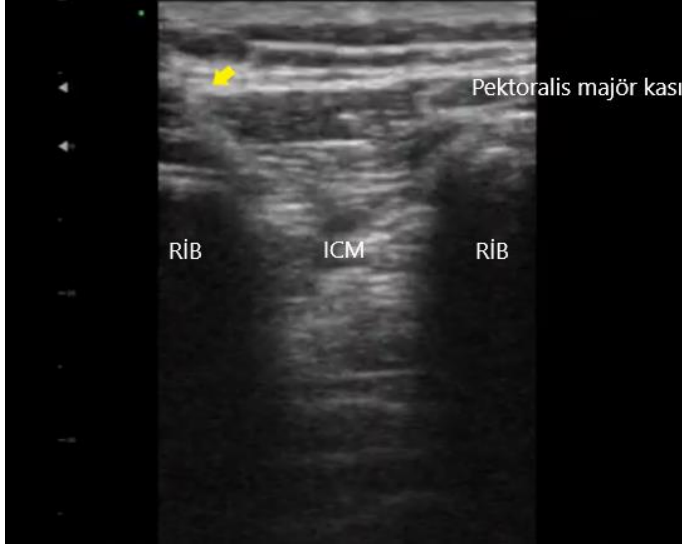
6. Pektointerkostal fasyal blok (PIFB) ve parasternal blok (PSB)

PIFB ve PSB aynı blok olup ve aynı prosedür için farklı isimler ile literatürde kullanılmaya devam eden bloklardır (Piraccini & ark., 2019). Yazımızda PIF bloğu olarak bahsedeceğiz. PIF bloğu,

pektoralis majör ve iç interkostal kaslar arasındaki düzlemi hedef alır. Bu kaslar arasındaki fasyal düzlemde yer alan interkostal sinirlerin ön kutanöz dalları bloke edilir (Hong & ark., 2017). Bu blok ilk olarak meme cerrahisinde ameliyat sonrası ağrıyı tedavi etmek için tanımlanmıştır. Daha sonra timektomi ve sternotomi gibi çeşitli ameliyatlarda da etkinliği gösterilmiştir (Kaya & ark., 2022). Ayrıca sternotomi sonrasında T1 - T6 dermatomlarını kapsayan analjezik etki oluşturduğu da rapor edilmiştir (Liu & ark., 2018).

Hasta sırtüstü pozisyondayken uygulanır. Steril bir kaplamaya sahip yüksek frekanslı doğrusal ultrason probu, kraniyal-kaudal yönde sternumun sınırının 2 ila 3 cm lateraline yerleştirilir. Altta akustik gölgeler bulunan üçüncü ve dördüncü kaburgalar tanımlanır. Daha sonra yüzeyselden derine doğru şu yapılar tanımlanır: deri altı dokusu, pektoralis majör kası, interkostal kaslar (dış, iç ve en iç) ve plevra (Şekil 8). Anatomik değişkenlik nedeniyle transversus torasis kası, özellikle de prob sternumdan çok lateraldeyse görünmeyebilir. Ekojenik bir sinir bloğu iğnesi, proba göre aynı düzlemde - üçüncü kaburganın hemen üstünde ve yüzeyselinde (yanlışlıkla plevradan geçmesini önlemek için) - yerleştirilir ve T3 ila T4 interkostal boşluğa, pektoralis majör ve interkostal kaslar arasındaki fasyal düzleme doğru yönlendirilir. İntravasküler uygulamayı önlemek için negatif bir aspirasyondan sonra, iğne ucunun konumunu ve fasyal düzlem yayılımını doğrulamak için 1 ila 2 mL'lik bir test dozunda steril salin enjekte edilir. Onaylandıktan sonra, intravasküler uygulamayı önlemek için her enjeksiyondan önce aspire etmeye dikkat ederek, 10 ila 20 mL lokal anestezi solüsyonu enjekte edilir. Bu prosedür daha sonra karşı tarafta tekrarlanmalıdır.

Şekil 8: Pektointerkostal fasyal blok ultrason görüntüsü

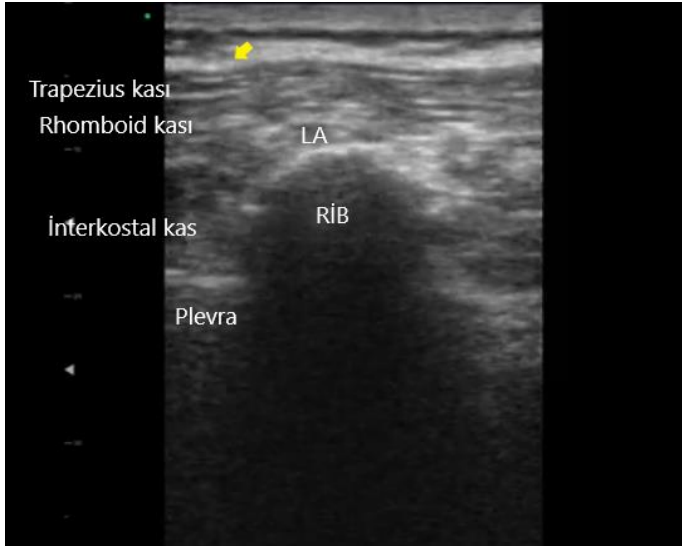


**Sarı ok düzlem içi iğne görüntüsü, ICM: interkostal kas*

7. Rhomboid interkostal blok (RİB)

Pektoral sinir ve serratus plan blokları hemitorasik analjezi sağlamaya yönelik yöntemlerdir, ancak arka primer ramiyi bloke edemezler (Tighe & Karmakar, 2013). RİB, oskültasyon üçgeni (TOA) olarak bilinen arka göğüs duvarındaki interfasiyal boşluğu hedef alır. TOA, skapulanın alt medial sınırı boyunca yer almaktadır. Üstte trapezius, altta latissimus dorsi ve yanlarda skapulanın vertebral sınırı ile sınırlanmıştır. Üçgenin tabanı, 6. ve 7. kaburgaların ve bunların iç ve dış interkostal kaslarının üzerinde yer alan rhomboid major'un alt kısmı, erektör spina kasının lateral kısmı ve serratus anterior kasından oluşur (Elsharkawy & ark., 2016). RİB esas olarak üst interkostal kas düzlemine ve eşkenar dörtgen kasların altına enjeksiyonla gerçekleştirilir. Kaburga kırıklarında ve göğüs cerrahisi operasyonlarında etkinliği gösterilmiştir.

Hasta yüzüstü pozisyondayken ve aynı taraftaki kol göğüse doğru yaklaştırıldığında, skapula yana doğru hareket eder ve bu alanı açar. Doğrusal bir ultrason transdüseri (6-12 MHz), oryantasyon işaretleyicisi kraniale yönlendirilecek şekilde skapulanın alt sınırının medialine yerleştirilir. Rhomboid major ve interkostal kaslar arasındaki doku düzlüğü belirlenerek (Şekil 9) T6-7 seviyesinde tek enjeksiyon ile fasyal düzlem yayılımını doğrulamak için 1 ila 2 mL'lik bir test dozunda steril salin enjekte edildikten sonra her enjeksiyondan önce aspire etmeye dikkat ederek, 20 ila 30 mL lokal anestezik solüsyonu enjekte edilir.



**Sarı ok düzlem içi iğne görüntüsü, LA: lokal anestezik*

Kaynaklar

Alagoz, A., Findik, G., Sazak, H., Demiroz, S. M., Baldemir, R., Ulger, G., & Zengin, M. (2022). Non-intubated video-assisted thoracoscopic surgery under combination of erector spinae plane block and thoracic paravertebral block. *BMC Anesthesiol*, 22(1), 99. doi: 10.1186/s12871-022-01634-4

Altıparmak, B., Korkmaz Toker, M., Uysal, A., Turan, M., & Gümüş Demirbilek, S. (2019). Comparison of the effects of modified pectoral nerve block and erector spinae plane block on postoperative opioid consumption and pain scores of patients after radical mastectomy surgery: A prospective, randomized, controlled trial. *J Clin Anesth*, 54, 61-65. doi: 10.1016/j.jclinane.2018.10.040

Anwar, S., Herath, B., & O'Brien, B. (2021). Adding Insult to Injury-Are We Fueling the Opioid Crisis During the Perioperative Period? *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 35(6), 1712-1714. doi: 10.1053/j.jvca.2021.02.059

Aygun, H., Kavrut Ozturk, N., Pamukcu, A. S., Inal, A., Kiziloglu, I., Thomas, D. T., . . . Nart, A. (2020). Comparison of ultrasound guided Erector Spinae Plane Block and quadratus lumborum block for postoperative analgesia in laparoscopic cholecystectomy patients; a prospective randomized study. *J Clin Anesth*, 62, 109696. doi: 10.1016/j.jclinane.2019.109696

Blanco, R. (2011). The 'pecs block': a novel technique for providing analgesia after breast surgery. *Anaesthesia*, 66(9), 847-848. doi: 10.1111/j.1365-2044.2011.06838.x

Blanco, R., Fajardo, M., & Parras Maldonado, T. (2012). Ultrasound description of Pecs II (modified Pecs I): a novel approach

to breast surgery. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*, 59(9), 470-475. doi: 10.1016/j.redar.2012.07.003

Blanco, R., Parras, T., McDonnell, J. G., & Prats-Galino, A. (2013). Serratus plane block: a novel ultrasound-guided thoracic wall nerve block. *Anaesthesia*, 68(11), 1107-1113. doi: 10.1111/anae.12344

Brown, D. L. (2010). Intercostal block. In D. L. Brown (Ed.), *Atlas of Regional Anesthesia* (pp. 221-226). Philadelphia: Elsevier Health Sciences.

Chaudhri, B. B., Macfie, A., & Kirk, A. J. (2009). Inadvertent total spinal anesthesia after intercostal nerve block placement during lung resection. *Ann Thorac Surg*, 88(1), 283-284. doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.09.070

Chu, H., Dong, H., Wang, Y., & Niu, Z. (2020). Effects of ultrasound-guided paravertebral block on MMP-9 and postoperative pain in patients undergoing VATS lobectomy: a randomized, controlled clinical trial. *BMC Anesthesiol*, 20(1), 59. doi: 10.1186/s12871-020-00976-1

Cooter, R. D., Rudkin, G. E., & Gardiner, S. E. (2007). Day case breast augmentation under paravertebral blockade: a prospective study of 100 consecutive patients. *Aesthetic Plast Surg*, 31(6), 666-673. doi: 10.1007/s00266-006-0230-5

Davies, R. G., Myles, P. S., & Graham, J. M. (2006). A comparison of the analgesic efficacy and side-effects of paravertebral vs epidural blockade for thoracotomy--a systematic

review and meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth*, 96(4), 418-426. doi: 10.1093/bja/ael020

El-Boghdadly, K., Wolmarans, M., Stengel, A. D., Albrecht, E., Chin, K. J., Elsharkawy, H., . . . Elkassabany, N. M. (2021). Standardizing nomenclature in regional anesthesia: an ASRA-ESRA Delphi consensus study of abdominal wall, paraspinal, and chest wall blocks. *Reg Anesth Pain Med*, 46(7), 571-580. doi: 10.1136/rapm-2020-102451

Elsharkawy, H., Saifullah, T., Kolli, S., & Drake, R. (2016). Rhomboid intercostal block. *Anaesthesia*, 71(7), 856-857. doi: 10.1111/anae.13498

Finley, D. J., & Rusch, V. W. (2011). Anatomy of the pleura. *Thorac Surg Clin*, 21(2), 157-163, vii. doi: 10.1016/j.thorsurg.2010.12.001

Gupta, K., Srikanth, K., Girdhar, K. K., & Chan, V. (2017). Analgesic efficacy of ultrasound-guided paravertebral block versus serratus plane block for modified radical mastectomy: A randomised, controlled trial. *Indian J Anaesth*, 61(5), 381-386. doi: 10.4103/ija.IJA_62_17

Haam, S., Kim, D., Hwang, J., Paik, H., & Lee, D. (2010). An anatomical study of the relationship between the sympathetic trunk and intercostal veins of the third and fourth intercostal spaces during thoracoscopy. *Clin Anat*, 23(6), 702-706. doi: 10.1002/ca.21001

Hong, B., Yoon, S. H., Yoon, A. M., Kim, B. J., Song, S., & Yoon, Y. (2017). Thoracic interfascial nerve block for breast surgery

in a pregnant woman: a case report. *Korean J Anesthesiol*, 70(2), 209-212. doi: 10.4097/kjae.2017.70.2.209

Kang, C. M., Kim, W. J., Yoon, S. H., Cho, C. B., & Shim, J. S. (2017). Postoperative Pain Control by Intercostal Nerve Block After Augmentation Mammoplasty. *Aesthetic Plast Surg*, 41(5), 1031-1036. doi: 10.1007/s00266-017-0802-6

Karmakar, M. K., & Ho, A. M. (2003). Acute pain management of patients with multiple fractured ribs. *J Trauma*, 54(3), 615-625. doi: 10.1097/01.ta.0000053197.40145.62

Kaya, C., Dost, B., Dokmeci, O., Yucel, S. M., & Karakaya, D. (2022). Comparison of Ultrasound-Guided Pecto-intercostal Fascial Block and Transversus Thoracic Muscle Plane Block for Acute Poststernotomy Pain Management After Cardiac Surgery: A Prospective, Randomized, Double-Blind Pilot Study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 36(8 Pt A), 2313-2321. doi: 10.1053/j.jvca.2021.09.041

Kelava, M., Alfirovic, A., Bustamante, S., Hargrave, J., & Marciniak, D. (2020). Regional Anesthesia in Cardiac Surgery: An Overview of Fascial Plane Chest Wall Blocks. *Anesth Analg*, 131(1), 127-135. doi: 10.1213/ane.00000000000004682

Krishna, S. N., Chauhan, S., Bhoi, D., Kaushal, B., Hasija, S., Sangdup, T., & Bisoi, A. K. (2019). Bilateral Erector Spinae Plane Block for Acute Post-Surgical Pain in Adult Cardiac Surgical Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 33(2), 368-375. doi: 10.1053/j.jvca.2018.05.050

Kunhabdulla, N. P., Agarwal, A., Gaur, A., Gautam, S. K., Gupta, R., & Agarwal, A. (2014). Serratus anterior plane block for multiple rib fractures. *Pain Physician*, 17(4), E553-555.

Küçük, O., Sağ, F., Eyryce, A., Karadayı, S., Alagöz, A., & Çolak, A. (2024). Comparison of the Analgesic Effect of Pericapsular Nerve Group Block and Lumbar Erector Spinae Plane Block in Elective Hip Surgery. *Medicina (Kaunas)*, 60(5). doi: 10.3390/medicina60050799

Lee, H. J., Park, H. S., Moon, H. I., & Yoon, S. Y. (2019). Effect of Ultrasound-Guided Intercostal Nerve Block Versus Fluoroscopy-Guided Epidural Nerve Block in Patients With Thoracic Herpes Zoster: A Comparative Study. *J Ultrasound Med*, 38(3), 725-731. doi: 10.1002/jum.14758

Liu, V., Mariano, E. R., & Prabhakar, C. (2018). Pecto-intercostal Fascial Block for Acute Poststernotomy Pain: A Case Report. *A A Pract*, 10(12), 319-322. doi: 10.1213/xa.0000000000000697

Miyawaki, M. (2006). Constancy and characteristics of the anterior cutaneous branch of the first intercostal nerve: correcting the descriptions in human anatomy texts. *Anat Sci Int*, 81(4), 225-241. doi: 10.1111/j.1447-073X.2006.00149.x

Muehling, B. M., Halter, G. L., Schelzig, H., Meierhenrich, R., Steffen, P., Sunder-Plassmann, L., & Orend, K. H. (2008). Reduction of postoperative pulmonary complications after lung surgery using a fast track clinical pathway. *Eur J Cardiothorac Surg*, 34(1), 174-180. doi: 10.1016/j.ejcts.2008.04.009

Narouze, S. N., Provenzano, D., Peng, P., Eichenberger, U., Lee, S. C., Nicholls, B., & Moriggl, B. (2012). The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy, and the Asian Australasian Federation of Pain Societies Joint Committee recommendations for education and training in ultrasound-guided interventional pain procedures. *Reg Anesth Pain Med*, 37(6), 657-664. doi: 10.1097/AAP.0b013e318269c189

Piccioni, F., Langer, M., Fumagalli, L., Haeusler, E., Conti, B., & Previtali, P. (2010). Thoracic paravertebral anaesthesia for awake video-assisted thoracoscopic surgery daily. *Anaesthesia*, 65(12), 1221-1224. doi: 10.1111/j.1365-2044.2010.06420.x

Piraccini, E., Calli, M., Corso, R. M., & Maitan, S. (2019). Pectointercostal fascial block (PIFB) and parasternal block (PSB): Two names for the same block? *J Clin Anesth*, 58, 130. doi: 10.1016/j.jclinane.2019.07.010

Saad, F. S., El Baradie, S. Y., Abdel Aliem, M. A. W., Ali, M. M., & Kotb, T. A. M. (2018). Ultrasound-guided serratus anterior plane block versus thoracic paravertebral block for perioperative analgesia in thoracotomy. *Saudi J Anaesth*, 12(4), 565-570. doi: 10.4103/sja.SJA_153_18

Sertcakacilar, G., Tire, Y., Kelava, M., Nair, H. K., Lawin-O'Brien, R. O. C., Turan, A., & Ruetzler, K. (2022). Regional anesthesia for thoracic surgery: a narrative review of indications and clinical considerations. *J Thorac Dis*, 14(12), 5012-5028. doi: 10.21037/jtd-22-599

Thavaneswaran, P., Rudkin, G. E., Cooter, R. D., Moyes, D. G., Perera, C. L., & Maddern, G. J. (2010). Brief reports: paravertebral block for anesthesia: a systematic review. *Anesth Analg*, 110(6), 1740-1744. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181da82c8

Tighe, S. Q., & Karmakar, M. K. (2013). Serratus plane block: do we need to learn another technique for thoracic wall blockade? *Anaesthesia*, 68(11), 1103-1106. doi: 10.1111/anae.12423

Wildgaard, K., Petersen, R. H., Hansen, H. J., Møller-Sørensen, H., Ringsted, T. K., & Kehlet, H. (2012). Multimodal analgesic treatment in video-assisted thoracic surgery lobectomy using an intraoperative intercostal catheter. *Eur J Cardiothorac Surg*, 41(5), 1072-1077. doi: 10.1093/ejcts/ezr151

Wraight, W. M., Tweedie, D. J., & Parkin, I. G. (2005). Neurovascular anatomy and variation in the fourth, fifth, and sixth intercostal spaces in the mid-axillary line: a cadaveric study in respect of chest drain insertion. *Clin Anat*, 18(5), 346-349. doi: 10.1002/ca.20133

Zengin, M., Alagöz, A., Sazak, H., Ülger, G., Baldemir, R., & Şentürk, M. (2023). Comparison of efficacy of erector spinae plane block, thoracic paravertebral block, and erector spinae plane block and thoracic paravertebral block combination for acute pain after video-assisted thoracoscopic surgery: a randomized controlled study. *Minerva Anesthesiol*, 89(3), 138-148. doi: 10.23736/s0375-9393.22.16639-3

Zengin, M., Sazak, H., Baldemir, R., Ulger, G., & Alagoz, A. (2022). The Effect of Erector Spinae Plane Block and Combined

Deep and Superficial Serratus Anterior Plane Block on Acute Pain After Video-Assisted Thoracoscopic Surgery: A Randomized Controlled Study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 36(8 Pt B), 2991-2999. doi: 10.1053/j.jvca.2022.01.048

BÖLÜM IV

Abdominal Gövde Blokları

Erbil TÜRKSAL¹

Giriş

Gövde ve karın duvarının rejyonel anestezi tekniği geçmişten beri epidural blok üstüne yoğunlaşmıştır. Abdominal gövde blokları ise etkin analjezi sağlaması, postoperatif antikoagülasyon rejimlerine ve erken ambulasyona izin vermesi nedeniyle son iki dekaddır uygulanmaktadır (Chin & ark., 2017). Ultrasonun (USG) anestezi pratiğine iyice yerleşmesiyle birlikte Hebbard ve arkadaşları ilk olarak 2007 yılında USG eşliğinde transversus abdominis plan (TAP) bloğunun etkinlik ve güvenilirliğini gösterdikten sonra gövde bloklarının popülaritesi giderek artmış ve birçok yeni gövde bloğu tanımlanmıştır (P. Hebbard & ark., 2007).

¹ Uzm. Dr., Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Ankara/Türkiye, Orcid: 0000-0003-4277-3557, drerbilturksal@hotmail.com

Anatomi

Karın duvarının duysal innervasyonu torakolomber spinal sinirler tarafından sağlanır. İntervertebral foramenlerden çıkan bu sinirler anterior ve posterior ramus olmak üzere ikiye ayrılırlar. Posterior ramus erektör spina kası içinde geriye doğru ilerlerken, anterior ramus ise anterior kutanöz ve lateral kutanöz dallara ayrılarak devam etmektedir. Anterior kutanöz dal, transversus abdominis kası ile internal oblik kas arasında ilerleyerek rektus abdominis kasını deldikten sonra anterior abdominal dallar olarak sonlanır (Yarwood & Berrill, 2010).

Özetle; her iki posterior aksiller çizgi arasındaki alan olarak tanımlanan anterolateral karın duvarı T6-L1 spinal sinirlerin anterior ramisi (T6-T11 interkostal sinirler, T12 subkostal sinir, L1 ilioinguinal-iliohipogastrik sinir) tarafından innerve edilir.

1. Transversus Abdominis Plan (TAP) Bloğu

TAP blok, açık veya laparoskopik abdominal cerrahi sonrası akut postoperatif ağrı tedavisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu blok, batin cerrahilerinde postoperatif ağrı kontrolünde epidural anesteziye göre daha kolay ve daha az riskli bir alternatiftir. Apendektomi, kolesistektomi, nefrektomi gibi tek taraflı girişimlerde unilateral blok uygulanır. Bilateral bloklar ise ventral herni onarımı, umbilikal herni onarımı, eksploratif laparotomi, sezaryen doğum, histerektomi, radikal retropubik prostatektomi, bariatrik cerrahi, laparoskopik cerrahi gibi orta hat ve transvers kesi uygulanan ameliyatlarda uygulanmaktadır (Mavarez & ark., 2024). Ayrıca TAP blok kronik ağrı tedavisinde de kullanılabilir (Sellam & ark., 2023).

İlk kez 2001 yılında Rafi tarafından iliolumbar bölgedeki Petit üçgeninde künt bir iğnenin “çift-pop” tekniği ile tanımlanmıştır (Rafi, 2001). 2007 yılında ise Hebbard ve arkadaşları USG kullanılarak yapılan TAP bloğun etkinlik ve güvenilirliğini göstermişlerdir (P. Hebbard & ark., 2007).

TAP blokta amaç internal oblik kas ile transversus abdominis kası arasında seyreden T7-L1 spinal sinirlerin anterior kutanöz dallarını bloke etmektir. TAP bloğa çeşitli yaklaşımlar tanımlanmıştır ve USG probunun yerleşimine göre isimlendirilmişlerdir. Bu yaklaşımlar; Tablo 1’ de gösterildiği gibi subkostal TAP, lateral TAP, posterior TAP ve oblik subkostal TAP uygulamalarıdır. Klinik pratikte en sık tercih edilen yöntemler lateral ve subkostal TAP blok uygulamalarıdır (Tsai & ark., 2017).

Tablo 1: USG eşliğinde uygulanan TAP blok yaklaşımları

Yaklaşım	Segmental Torakolomber Sinir		Etki Alanı
Subkostal	T6-9	Anterior kutanöz dallar	Üst karın
Lateral	T10-12	Anterior kutanöz dallar	Umbilikus altı anterior abdominal duvar
Posterior	T9-12	Anterior kutanöz dallar (ve muhtemelen lateral kutanöz dallar)	Umbilikus altı anterolateral abdominal duvar
Oblik Subkostal	T6-L1	Anterior kutanöz dallar	Üst ve alt abdomen

Kaynak: Tsai, H. C., Yoshida, T., Chuang, T. Y., Yang, S. F., Chang, C. C., Yao, H. Y., ... & Chen, K. Y. (2017). Transversus abdominis plane block: an updated review of anatomy and techniques. BioMed research international, 2017.

USG eşliğinde uygulanan lateral TAP bloğun klasik uygulanması hasta supine pozisyonda iken sıklıkla lineer USG probu

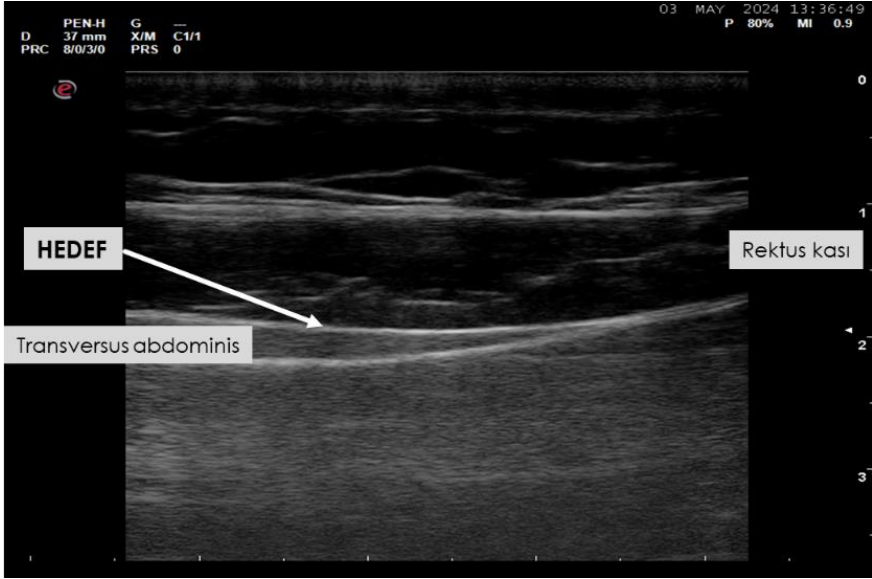
kullanılarak yapılır. Prob, iliak krest ile kostal arkın orta noktasının midaksiller hattı kestiği yere konulur. In plane teknik ile 15-20 ml lokal anestezi Şekil-1’ de görülen internal oblik kas ile transversus abdominis kası arasındaki nörofasiyal boşluğa enjekte edilir. Lateral TAP blok ile T10-12 anterior kutanöz dallar bloke edilir (Lissauer & ark., 2014; Tsai & ark., 2017).

Şekil 1: Lateral TAP blok USG görüntüsü



Subkostal TAP blok da benzer şekilde hasta supine pozisyonda ve genellikle lineer prob kullanılarak yapılır. USG probu umbilikus üstüne konularak linea alba görüntülenir. Daha sonra prob laterale doğru kaydırılarak rektus kası görüntülenir. Probun laterale doğru kaydırılması devam ettikçe rektus kası sonlanırken transversus abdominis kası görülür. Şekil 2’ de görülen rektus kası ile transversus abdominis kası arasındaki fasiyal düzleme in plane teknik ile 20 ml lokal anestezi enjekte edilir (Narouze & Guirguis, 2018; Tsai & ark., 2017).

Şekil 2: Lateral TAP blok USG görüntüsü



TAP blok, spesifik periferik sinir bloklarının aksine dermatomal olmayan bir alan bloğudur. USG eşliğinde kullanılan aynı teknikte bile lokal anestezi ajan yayılma derecesi bireysel anatomik varyasyonlar nedeniyle değişkendir ve duyuşsal blok alanı TAP blokta orta hattan karşıya geçmez. Blok süresi ise büyük farklılıklar olmakla birlikte yaklaşık olarak 10 saattir (Støving & ark., 2015).

TAP blok opioid gereksinimini ve tüketimini azaltan, epidural blok gibi tekniklere göre daha güvenli olan, hasta memnuniyetinin oldukça yüksek olduğu bir plan bloğu olarak anestezi pratiğinde önemli bir yer tutmaktadır (Ma & ark., 2017).

2. Quadratus Lumborum Bloğu (QLB)

QLB hem pediatrik hem de erişkin popülasyonda çeşitli abdomino-pelvik cerrahi girişimler için uygulanan bir interfasiyal

düzlem bloğudur (Gupta & ark., 2019). İlk olarak 2007 yılında Blanco tarafından USG kılavuzlu posterior TAP bloğu olarak tanımlanmıştır (Blanco, 2007). TAP bloğun uzatma bir yöntemi olan QLB, hem yüzeyel somatik ağrıyı hem de visseral ağrıyı bloke ederek TAP bloğa kıyasla daha iyi ve daha uzun süreli analjezi sağladığı gösterilmiştir (Wang & ark., 2020).

QLB, bir arka karın duvarı bloğudur. T12-L4 spinal sinirlerden oluşan ve alt karın bölgesi ile alt ekstremitenin çeşitli bölgelerinin innervasyonunu sağlayan lomber pleksus kökleri intervertebral foramenlerden çıktıktan sonra psoas majör kasından çeşitli noktalarda çıkar. Amaç quadratus lumborum kası etrafındaki torakolomber fasya tarafından tanımlanan düzleme lokal anestezi verilmesidir (Elsharkawy & ark., 2019).

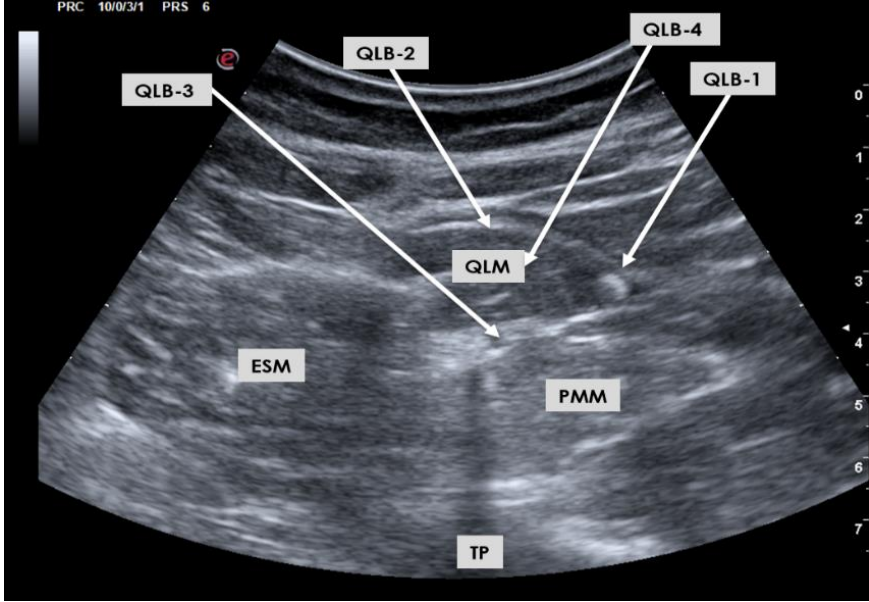
USG eşliğinde uygulanan QLB için hastaya blok yapılacak taraf üstte olacak şekilde lateral dekübit pozisyonu verilir. Genellikle 100 mm uzunluğunda iğne konveks prob eşliğinde in-plane teknik ile 20-30 ml lokal anestezi enjekte edilmek üzere kullanılır.

Lokal anesteziğin enjekte edildiği yere göre dört tip QLB tanımlanmıştır (Akerman & ark., 2018; Ueshima & ark., 2017): (Şekil 3)

- QLB-1 (Lateral QLB); enjeksiyon quadratus lumborum kasının latereline
- QLB-2 (Posterior QLB); enjeksiyon quadratus lumborum kasının posterioruna
- QLB-3 (Anterior/Transmusküler QLB); enjeksiyon quadratus lumborum kası ile psoas majör kası arasına

- QLB-4 (İntramusküler QLB); enjeksiyon doğrudan quadratus lumborum kası içine yapılır.

Şekil 3: QLB USG görüntüsü



ESM: Erektör spina kası, QLM: Quadratus lumborum kası, PMM: Psoas majör kası, TP: transvers process

QLB tekniklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, sadece QLB-3' ün paravertebral lokal anestezi dağılımı olduğu gösterilmiştir (Balocco & ark., 2021).

3. Rektus Kılıf Bloğu

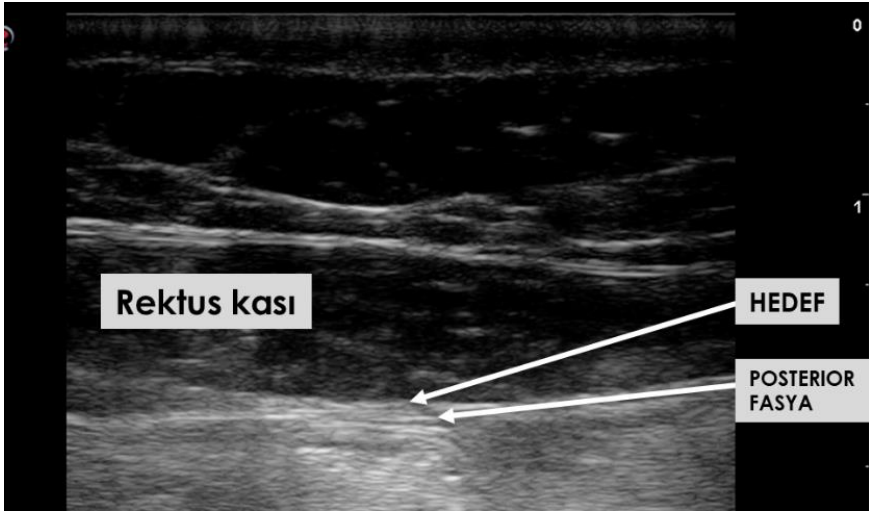
Rektus kılıf bloğu (RKB) ilk olarak 1899 yılında Schleich tarafından tanımlanmış ve nöromusküler blokerler henüz kullanılmadan önce laparotomik cerrahilerde karın ön duvarını gevşetmek için kullanılmıştır. 1996 yılında ise Ferguson ve ark. tarafından umbilikal herni onarımı yapılan çocuklarda postoperatif

analjezi amaçlı kullanılabileceği öne sürülmüştür (Ferguson & ark., 1996).

RKB ile internal oblik ve transversus abdominis kasları arasında uzanan ve rektus abdominis kasının posterior fasyasına penetre olarak göbek bölgesini innerve eden 9., 10. ve 11. interkostal sinirlerin terminal dalları bloke edilir. Böylelikle ksifoidden simfizis pubise kadar olan orta hat ön karın duvarının analjezisi sağlanmaktadır. Umbilikal ve epigastrik herni onarımı, laparoskopik cerrahi ve pilor cerrahisi gibi operasyonlarda postoperatif analjezi amaçlı başarıyla uygulanmaktadır (Willschke & ark., 2006).

RKB uygulaması, hasta supin pozisyonda iken lineer USG probu eşliğinde genellikle 50 mm iğnenin in-plane teknik ile rektus abdominis kasıyla posterior rektus kılıfı arasına yerleştirilerek 15-20 ml lokal anestezi verilmesiyle gerçekleştirilir (Şekil 4). Orta hat cerrahilerinde bilateral uygulama gereklidir.

Şekil 4: RKB USG görüntüsü



4. Transversalis Fasya Plan Bloğu

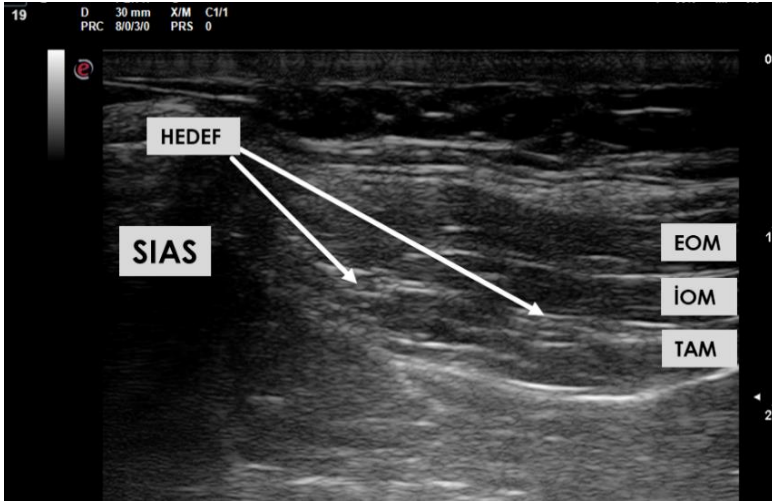
Transversalis fasya plan bloğu (TFPB) 2009 yılında Hebbard tarafından tanımlanmıştır (P. D. Hebbard, 2009). Transversalis fasya; transversus abdominis kasının altında, quadratus lumborum kasının önünde uzanarak karın iç çeperini çevrelemektedir. TFPB’ da amaç; quadratus lumborum kasının ön yüzeyi ile periferik yağ arasındaki transversus abdominis kasının altına lokal anestezi verilererek; TAP blok tarafından bloke edilemeyen T12 ve L1 sinirlerin lateral kutanöz dallarını da bloke etmektir (Abrahams & ark., 2016).

5. İlioinguinal ve İliohipogastrik Sinir Bloğu

İlioinguinal (II) ve iliohipogastrik (IH) sinirler lomber pleksustan köken alan ve T12 spinal sinirden bir dal alan L1’ in ilk ventral dalının terminal dallarıdır. Her iki sinir spina iliaca anterior superior (SIAS) üstündeki seviyede internal oblik kas ile transversus abdominis kasları arasından geçmektedir (van Schoor & ark., 2005).

II ve IH sinir bloğu yapılacak hastalar supin pozisyondayken SIAS ile umbilikusu birleştiren hayali çizgi üzerine lineer USG probu yerleştirilir. II ve IH sinirler, internal oblik kas ile SIAS’ a yakın transversus abdominis kası arasında iki küçük yuvarlak, birbirine yakın hipoekoik yapı olarak görülür (Şekil 5) ve iki kas arasındaki düzleme 5-10 ml lokal anestezi enjekte edilir (Eichenberger & ark., 2006).

Şekil 5: II ve IH Sinir Bloğu USG görüntüsü



EOM: Eksternal oblik kas, İOM: İnternal oblik kas, TAM: Transversus abdominis kası, SIAS: Spina iliaca anterior superior

II ve IH sinir bloğu ile inguinal herni onarımı, hidrosel onarımı, orşiopeksi gibi cerrahi işlemler sonrasında daha az lokal anestezi ile TAP'a benzer şekilde oldukça etkin analjezi sağlanmaktadır (Zhou & ark., 2019).

6. Perikondrial Yaklaşımla Torakoabdominal Sinir Bloğu (Thoraco-Abdominal Perichondrial Approach/ TAPA Blok)

TAPA blok abdominal ve torakoabdominal bileşke cerrahilerinde postoperatif analjezi amaçlı torakoabdominal sinirlerin (T4/5 - T11/12) lateral ve anterior dallarının perikondriyal yaklaşımla bloke edilmesidir ve 2019 yılında Tulgar ve ark. tarafından tanımlanmıştır (Tulgar, Senturk, & ark., 2019).

TAPA blok yapılacak hastalar supin pozisyondayken 9-10. kot seviyesinde, kostokondral bileşke üzerine lineer USG probu konulur. Kostokondral bileşkede kot altına yapışan transversus

abdominis kasıyla internal oblik kasın arasına, kot üzerine yapışan eksternal oblik kas ile internal oblik kas arasına lokal anestezi enjeksiyonu yapılarak T5-12 duyu innervasyonu bloke edilir. T5-6 da yalnızca lateral kutanöz dallar bloke olurken, T7-12 seviyelerinde ise anterior aksiller çizgiden midabdomene kadar anterior dalı da bloke eder (Ohgoshi & ark., 2023).

7. Modifiye Perikondrial Yaklaşımla Torakoabdominal Sinir Bloğu (M-TAPA Blok)

M-TAPA bazı işlemlerde cerrahi kesi yerine bağlı olarak belirli dermatomları bloke etmek için TAPA' nın modifiye edilmiş halidir. M-TAPA kostokondral köşede kondriyumun sadece alt yüzeyine uygulanarak yapılır (Tulgar, Selvi, & ark., 2019). Bu modifiye teknikte uygulanan lokal anestezi aynı zamanda linea semilunaris de geçtiğinden kondriyumun alt yüzeyine verilen lokal anestezi T5 ve T11-12 dermatom seviyelerini kapsayan geniş bir blokaj alanı sağlar (Ciftci & ark., 2022).

8. Eksternal Oblik İnterkostal Plan Bloğu

Eksternal oblik interkostal plan bloğu (EOİPB) 2019 yılında Hamilton tarafından tanımlanan bir üst abdomen bloğudur (Hamilton & ark., 2019).

Hasta supin pozisyondayken lineer USG probu yardımıyla midklavikuler hat ile ön aksiller hat arasına sagittal düzlemde 6. kot hizasından eksternal oblik kasın derin fasyasına 20-30 ml lokal anestezi enjekte edilerek T7-12 torakoabdominal sinirlerin lateral kutanöz dalları bloke olmaktadır (White & Ji, 2022).

9. Erektor Spina Plan Bloğu (ESP Blok)

ESP, “torakal gövde blokları” bölümünde anlatılmıştır.

Kaynaklar

Abrahams, M., Derby, R., & Horn, J. L. (2016). Update on Ultrasound for Truncal Blocks: A Review of the Evidence. *Reg Anesth Pain Med*, 41(2), 275-288. doi: 10.1097/aap.0000000000000372

Akerman, M., Pejčić, N., & Veličković, I. (2018). A Review of the Quadratus Lumborum Block and ERAS. *Front Med (Lausanne)*, 5, 44. doi: 10.3389/fmed.2018.00044

Balocco, A. L., López, A. M., Kesteloot, C., Horn, J. L., Brichant, J. F., Vandepitte, C., . . . Gautier, P. (2021). Quadratus lumborum block: an imaging study of three approaches. *Reg Anesth Pain Med*, 46(1), 35-40. doi: 10.1136/rapm-2020-101554

Blanco, R. (2007). 271. Tap block under ultrasound guidance: the description of a “no pops” technique: BMJ Publishing Group Ltd.

Chin, K. J., McDonnell, J. G., Carvalho, B., Sharkey, A., Pawa, A., & Gadsden, J. (2017). Essentials of Our Current Understanding: Abdominal Wall Blocks. *Reg Anesth Pain Med*, 42(2), 133-183. doi: 10.1097/aap.0000000000000545

Ciftci, B., Alici, H. A., Ansen, G., Sakul, B. U., & Tulgar, S. (2022). Cadaveric investigation of the spread of the thoracoabdominal nerve block using the perichondral and modified perichondral approaches. *Korean J Anesthesiol*, 75(4), 357-359. doi: 10.4097/kja.22137

Eichenberger, U., Greher, M., Kirchmair, L., Curatolo, M., & Moriggl, B. (2006). Ultrasound-guided blocks of the ilioinguinal

and iliohypogastric nerve: accuracy of a selective new technique confirmed by anatomical dissection. *Br J Anaesth*, 97(2), 238-243. doi: 10.1093/bja/ael103

Elsharkawy, H., El-Boghdadly, K., & Barrington, M. (2019). Quadratus Lumborum Block: Anatomical Concepts, Mechanisms, and Techniques. *Anesthesiology*, 130(2), 322-335. doi: 10.1097/aln.0000000000002524

Ferguson, S., Thomas, V., & Lewis, I. (1996). The rectus sheath block in paediatric anaesthesia: new indications for an old technique? *Paediatr Anaesth*, 6(6), 463-466. doi: 10.1046/j.1460-9592.1996.d01-24.x

Gupta, A., Sondekoppam, R., & Kalagara, H. (2019). Quadratus lumborum block: a technical review. *Current anesthesiology reports*, 9, 257-262.

Hamilton, D. L., Manickam, B. P., Wilson, M. A. J., & Abdel Meguid, E. (2019). External oblique fascial plane block. *Reg Anesth Pain Med*. doi: 10.1136/rapm-2018-100256

Hebbard, P., Fujiwara, Y., Shibata, Y., & Royse, C. (2007). Ultrasound-guided transversus abdominis plane (TAP) block. *Anaesth Intensive Care*, 35(4), 616-617.

Hebbard, P. D. (2009). Transversalis fascia plane block, a novel ultrasound-guided abdominal wall nerve block. *Can J Anaesth*, 56(8), 618-620. doi: 10.1007/s12630-009-9110-1

Lissauer, J., Mancuso, K., Merritt, C., Prabhakar, A., Kaye, A. D., & Urman, R. D. (2014). Evolution of the transversus abdominis plane block and its role in postoperative analgesia. *Best*

Pract Res Clin Anaesthesiol, 28(2), 117-126. doi: 10.1016/j.bpa.2014.04.001

Ma, N., Duncan, J. K., Scarfe, A. J., Schuhmann, S., & Cameron, A. L. (2017). Clinical safety and effectiveness of transversus abdominis plane (TAP) block in post-operative analgesia: a systematic review and meta-analysis. *J Anesth*, 31(3), 432-452. doi: 10.1007/s00540-017-2323-5

Mavarez, A. C., Hendrix, J. M., & Ahmed, A. A. (2024). Transabdominal Plane Block *StatPearls*. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Joseph Maxwell Hendrix declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Andaleeb Ahmed declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Narouze, S. N., & Guirguis, M. (2018). Ultrasound-guided transversus abdominis plane (TAP) block. *Atlas of ultrasound-guided procedures in interventional pain management*, 157-160.

Ohgoshi, Y., Kawagoe, I., Anetai, H., & Ichimura, K. (2023). Injectate spread after superficial injection of thoracoabdominal nerves block through the perichondrial approach. *Can J Anaesth*, 70(7), 1266-1267. doi: 10.1007/s12630-023-02485-4

Rafi, A. N. (2001). Abdominal field block: a new approach via the lumbar triangle. *Anaesthesia*, 56(10), 1024-1026. doi: 10.1046/j.1365-2044.2001.02279-40.x

Sellam, S., Nguyen, A. T., Pogu, M., Kianmanesh, R., Malinovsky, J. M., & Renard, Y. (2023). Transversus Abdominis

Plane Block in the Treatment of Chronic Postsurgical Abdominal Wall Pain Improves Patient Quality of Life: A Retrospective Study and Literature Review. *Pain Physician*, 26(2), E91-e100.

Støving, K., Rothe, C., Rosenstock, C. V., Aasvang, E. K., Lundstrøm, L. H., & Lange, K. H. (2015). Cutaneous Sensory Block Area, Muscle-Relaxing Effect, and Block Duration of the Transversus Abdominis Plane Block: A Randomized, Blinded, and Placebo-Controlled Study in Healthy Volunteers. *Reg Anesth Pain Med*, 40(4), 355-362. doi: 10.1097/aap.0000000000000252

Tsai, H. C., Yoshida, T., Chuang, T. Y., Yang, S. F., Chang, C. C., Yao, H. Y., . . . Chen, K. Y. (2017). Transversus Abdominis Plane Block: An Updated Review of Anatomy and Techniques. *Biomed Res Int*, 2017, 8284363. doi: 10.1155/2017/8284363

Tulgar, S., Selvi, O., Thomas, D. T., Deveci, U., & Özer, Z. (2019). Modified thoracoabdominal nerves block through perichondrial approach (M-TAPA) provides effective analgesia in abdominal surgery and is a choice for opioid sparing anesthesia. *J Clin Anesth*, 55, 109. doi: 10.1016/j.jclinane.2019.01.003

Tulgar, S., Senturk, O., Selvi, O., Balaban, O., Ahiskalioglu, A., Thomas, D. T., & Ozer, Z. (2019). Perichondral approach for blockage of thoracoabdominal nerves: Anatomical basis and clinical experience in three cases. *J Clin Anesth*, 54, 8-10. doi: 10.1016/j.jclinane.2018.10.015

Ueshima, H., Otake, H., & Lin, J. A. (2017). Ultrasound-Guided Quadratus Lumborum Block: An Updated Review of Anatomy and Techniques. *Biomed Res Int*, 2017, 2752876. doi: 10.1155/2017/2752876

van Schoor, A. N., Boon, J. M., Bosenberg, A. T., Abrahams, P. H., & Meiring, J. H. (2005). Anatomical considerations of the pediatric ilioinguinal/iliohypogastric nerve block. *Paediatr Anaesth*, 15(5), 371-377. doi: 10.1111/j.1460-9592.2005.01464.x

Wang, Y., Wang, X., & Zhang, K. (2020). Effects of transversus abdominis plane block versus quadratus lumborum block on postoperative analgesia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Anesthesiol*, 20(1), 103. doi: 10.1186/s12871-020-01000-2

White, L., & Ji, A. (2022). External oblique intercostal plane block for upper abdominal surgery: use in obese patients. *Br J Anaesth*, 128(5), e295-e297. doi: 10.1016/j.bja.2022.02.011

Willschke, H., Bösenberg, A., Marhofer, P., Johnston, S., Kettner, S. C., Wanzel, O., & Kapral, S. (2006). Ultrasonography-guided rectus sheath block in paediatric anaesthesia--a new approach to an old technique. *Br J Anaesth*, 97(2), 244-249. doi: 10.1093/bja/ael143

Yarwood, J., & Berrill, A. (2010). Nerve blocks of the anterior abdominal wall. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care and Pain*, 10(6), 182-186.

Zhou, Y., Chen, M., Zhang, Y., Zhou, H., Yu, X., & Chen, G. (2019). Ilioinguinal/iliohypogastric nerve block versus transversus abdominis plane block for pain management following inguinal hernia repair surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*, 98(42), e17545. doi: 10.1097/md.00000000000017545

BÖLÜM V

Üst Ekstremité Blokları

Fatih SAĞ¹

Giriş

Ekstremité blokları USG eşliğinde ve/veya nörostimülasyon eşliğinde uygulanabilmektedir. Ultrasonografi eşliğinde, iğnenin derinliğinin daha iyi kontrol edilebildiği “in plane” (düzlem içi) ya da iğnenin nokta şeklinde görülebildiği “out of plane” (düzlem dışı) uygulanır. Bölgesel sinir bloklarında USG kullanımının birçok avantajı görülmüştür. Ön plana çıkan ve kısaca ifade edilecek noktalar: uygulama sırasında iğne sürekli ve tamamen takip edilebilmeli, uygulama alanı ve çevresindeki yapılar net olarak görülüp değerlendirilebilmeli, uygulama alanı ve sinirler net olarak görülebilmeli, komplikasyon gelişmesi önlenilebilmeli (Hadzic, 2017).

¹ Uzm. Dr., Tavşanlı Doçent Doktor Mustafa Kalemli Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Kütahya/Türkiye, Orcid: 0000-0001-5251-4618, sag.fatih@gmail.com

Üst ekstremité blokları genellikle yüzeyel uygulama gerektirir. Bundan dolayı USG ile yüksek frekanslı, düşük penetrasyonlu görüntüleme altında blok uygulanır. Klavikula çevresinde görüntüleme hipoeoik ağırlıkta iken, distale doğru hiperekoik kimlik kazanır (Luftig & ark., 2017).

Brakiyal pleksusun ana köklerini servikal 5,6,7,8 (C5-8) sinirler ile torakal 1. sinirin (T1) anterior dalı oluşturur. Ayrıca 4. servikal ve 2. torasik sinirden de dal alır. Bu spinal sinirler, intervertebral foramenden çıkarak kaudal, anterior ve lateral yönlerde ilerler. Bu bölgede ilk dal, 5. servikal sinir dalı dorsal scapular sinir ve torasikus longus siniridir (Hadzic, 2017).

Brakiyal pleksus bloklarında temel yaklaşımlar, interskalen, supraklavikular, infraklavikular ve aksiller yaklaşımdır. Anatomik bölgeden dolayı servikal pleksus bloğu ayrı bir yaklaşım ve başlık altında incelenecektir.

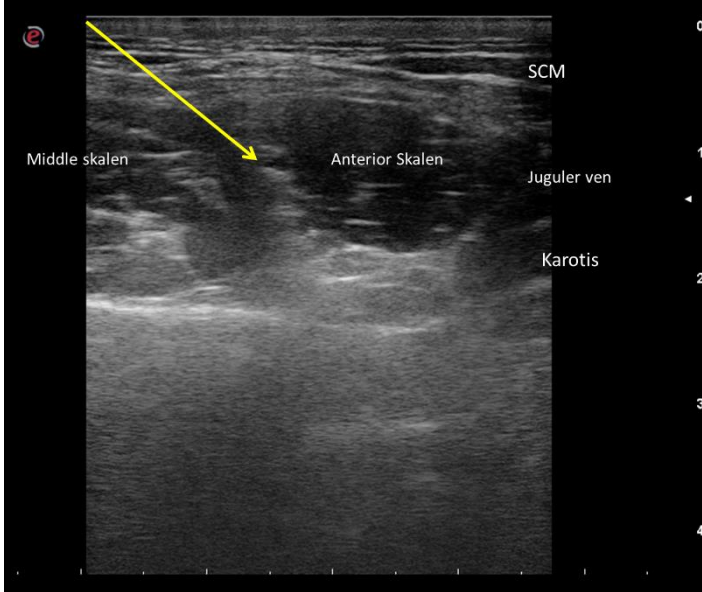
İnterskalen blok

İnterskalen blok benzeri yaklaşım ilk defa, Etienne tarafından 1925 yılında krikotiroid kartilaj seviyesinde uygulanmıştır. İnterskalen sinir bloğu humerus proksimali ve omuz cerrahisi için uygun bir yaklaşımdır. Humerus distali ve el cerrahisi için gereken ulnar sinir bloğu ve interkostabrakial sinirin distal dalları interskalen yöntemde bloke edilemeyebilir. Bu sebeple, el cerrahisi ve distal humerus operasyonlarında, interskalen yaklaşım yetersiz kalabilir (Borgeat, Ekatodramis, & Dumont, 2001; Zisquit & Nedeff, 2024).

Anatomi ve teknik

Ön ve orta interskalen kaslar arasında, intervertebral foraminadan çıkan C5-6 superior trunkusu, C7 orta trunkusu ve C8-T1 inferior trunkusu oluşturur. Kostaların üzerinde ve subklavian arter komşuluğu olan interskalen alanda, trunkuslar laterale ve anteriora doğru distale ilerler. Uygulama öncesinde hasta lateral dekübit veya supin pozisyonda baş boyun karşı tarafa hafif rotasyon sağlanarak, steril hazırlık yapılır. Uygulama alanı antiseptik solüsyon ile silinerek, lineer USG probu kullanılır. Sağlıklı ve yeterli anatomik görüntü topolojisi için, prob orta hatta trakeaya yerleştirilir. Laterale doğru anatomik yapılar sırasıyla, karotid arter, juguler ven, ön skalen kas, brakiyal plexus ve orta skalen kas olarak görülür (Şekil 1).

Şekil 1: İnterskalen blok USG görüntüsü



** Sarı ok düzlem içi iğne girişi, SCM: sternokleidomastoid kas*

Diğer yaklaşım supraklaviküler bölgeden, probun kranyale hareketi ile interskalen alanda trunkusların görülmesidir. İnterskalen yaklaşım ile brakiyal plexus bloğu, C6 kıkırdak hizasında, Adem elması- uygulanır. Uygulama sırasında, enjekte edilen lokal anestezi USG altında, orta ve ön skalen kaslar arasında görülür. Bu yöntemde, uygulanan lokal anestezi dozunun düşürülebileceği ve aynı anestezi-analjezinin sağlanabileceği, USG ile yapılan blokta gösterilmiştir. İnterskalen yaklaşımda önemli bir nokta, bloğun eş zamanlı ve bilateral uygulanmaması gerektiğidir (Borgeat, Ekatothramis, Kalberer, & ark., 2001).

Endikasyonları (Zisquit & Nedeff, 2024):

- Omuz redüksiyonu
- Omuz cerrahisi
- Humerus proksimal operasyonlarında
- Dirsek ve humerus distal cerrahisinde (ulnar sinir blokajdan kaçırılabilir, destek anestezi uygulaması gerekir)

Kontrendikasyonları (Miller & ark., 2010):

- İleri derecede Kronik Obstrüktif Akciğer hastalığı
- Uygulama alanında enfeksiyon
- Laringeal sinir felci hikayesi
- Karşı taraf diyafragma paralizisi
- Koagülasyon bozuklukları
- Hastanın yöntemi istememesi

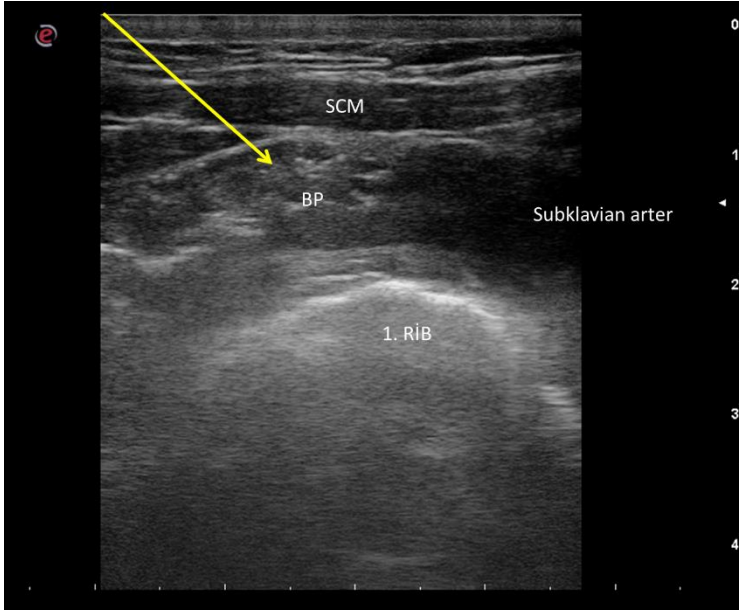
Supraklavikular blok

Supraklavikular blok 1900'lü yılların başında uygulanmaya başlanmıştır. Yüksek pnömotoraks riskinden dolayı perivasküler yaklaşım önerilmiştir. Ultrasonografi kullanımı ile birlikte, bloğun daha kolay, başarılı ve konforlu uygulanması gerçekleşmiştir. Supraklavikular bloğu, diğer brakial pleksuslardan ayıran özelliği analjezi ve motor blokajın hızlı başlamasıdır (D'Souza & Johnson, 2024; Perlas & ark., 2009).

Anatomi ve teknik

İnterskalen alandan distale ilerleyen trunkuslar 1. kostaya yaklaşırken subklavian arterin lateral ve superior komşuluğunda, divisionlara ayrılmak üzere konumlanarak devam eder. Subklavian arterin medial ve inferiorunda plevral yer alır, brakial pleksusun medialinde subklavian arter ve lateral-inferiorunda ise 1. kosta yer alır. Uygulama öncesinde hasta supin pozisyonda baş boyun karşı tarafa hafif rotasyon sağlanarak, steril hazırlık yapılır. Uygulama alanı antiseptik solüsyon ile silinerek, lineer USG probu kullanılır. Prob oblik-koronal düzlemde klavikula trasesindeki oluğa cilt üzerinde yerleştirilir (Şekil 2). Bölge, vasküler yapılardan zengindir ve intravasküler enjeksiyon riski yüksektir. Arteria trasnversis servikalis ve skapula dorsalis pleksus ile birlikte konumlanabilmektedir. Öyle ki, arterlerin konumu supraklavikular yaklaşımı engelleyebilmektedir (1,9).

Şekil 2: Supraklavikular blok USG görüntüsü



* Sarı ok düzlem içi iğne girişi, BP: brakial pleksus, SCM: sternokleidomastoid kas

Endikasyonlar (Sharar & ark., 2021):

- Omuz cerrahisi
- Kol ve önkol cerrahisi

Kontrendikasyonlar (Sharar & ark., 2021):

- İleri derecede kronik obstrüktif akciğer hastalığı
- Uygulama alanında enfeksiyon
- Karşı taraf laringeal sinir felci hikayesi
- Karşı taraf diyafragma paralizisi / pnömotoraks
- Koagülasyon bozuklukları

- Hastanın yöntemi istememesi

İnfraklavikular blok

İnfraklavikular blok, 1973 te Raj tarafından daha önceki teknikler modifiye edilerek uygulanmıştır. Sinir stimülatörü ile uygulanan blok, daha sonraları korakoid ve vertikal yaklaşım ile uygulanmıştır (Raj & ark., 1973).

İnfraklavikular blok, günübirlik cerrahide yeterli anesteziyi sağlarken, özellikle obez hastalarda uygulama kolaylığı görülmektedir. Bloğu, diğer brakiyal pleksuslar ayıran özelliği müsküler (pektoral kaslar sayesinde) komşuluktan dolayı, sürekli blok kateteri yerleştirmeye elverişli olmasıdır.

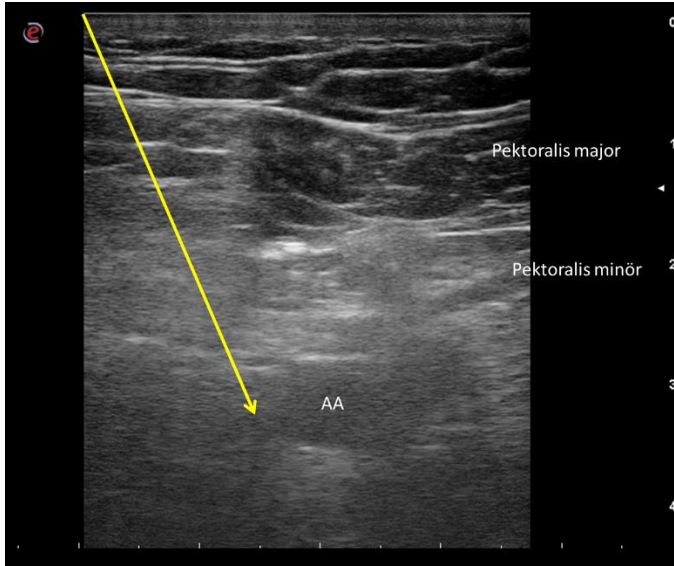
Anatomi ve teknik

Pleksus pektoralis minor kasının altında, subklavian/aksiller arter ve venin etrafında, kordlar olarak devam eder. Superior ve medial trunkusun ön divisionları birleşerek, en yüzeysel kord olarak, lateral kord, devam eder. Lateral kord C5-7 spinal kökü ile, distale doğru muskulokutanöz sinir, median sinirin lateral kökü ve lateral pektoral sinir dallarını verir. Her üç trunkusun posterior divisionları birleşerek posterior kordu oluşturur. Posterior kord (C5-8,T1), distale doğru radial sinir, aksiller sinir, subskapular sinir, torakodorsal sinir dallarını verir. Trunkus inferiorun ön divisionu medial kord olarak devam eder. Medial kord, C8-T1, distale doğru ulnar sinir, median sinirin medial kökü, medial pektoral sinir, medial antebrakial ve brakial kutanöz sinir dalarını verir (Hadzic, 2017).

Uygulama öncesinde hasta supin pozisyonda baş boyun karşı tarafa hafif rotasyon sağlanarak, steril hazırlık yapılır. Uygulama alanı antiseptik solüsyon ile silinerek, lineer USG probu kullanılır.

Prob, korakoid çıkıntının 1 cm ön tarafına longitudinal olarak yerleştirilir ve in-plane teknik ile iğne korakoid-klavikula arasında ilerletilir (Şekil 3). Pnömotoraks riskini azaltmak için iğne, lateral ve sagittal düzlemde ilerletilmelidir. Sinir stimülasyonu kullanılan blokaj da, ön kol fleksiyonu lateral kord bloğunu gösterir (Muskulokutanöz sinir uyarısı) ve bloğun başarısız olma ihtimali yüksektir. İdeal enjeksiyon noktası, posterior düzlemde artere göre saat 8 noktası olarak belirtilmiştir. Aksiller/subklavian arter etrafında “U” (saat 3 ile 11 arasında) şeklinde lokal anestezi dağılımı ile blok başarısı artmaktadır. İntratorasik bölge, vasküler basınç gradyenti açısından negatif olarak ölçülür. İşlem sırasında, olası intravenöz ponksiyon veya travma, lokal anestezi komplikasyonları açısından ayrıca dikkat gerektirmektedir (Hadzic, 2017; Williams & ark., 2024).

Şekil 3: İnfraklavikular blok USG görüntüsü



** Sarı ok düzlem içi iğne girişi, AA: aksiller arter*

Endikasyonlar (Vedavyas & ark., 2023):

- Distal humerus cerrahisi
- Dirsek cerrahisi
- Tüm ön kol cerrahisi

Kontrendikasyonları (Vedavyas & ark., 2023):

- Uygulama alanında enfeksiyon
- Karşı taraf laringeal sinir felci hikayesi
- Karşı taraf diyafragma paralizisi / pnömotoraks
- Koagülasyon bozuklukları
- Hastanın yöntemi istememesi

Aksiller blok

Blok, ilk defa 1800'ün sonlarında uygulanmaya başlanmıştır. Devam eden yıllarda, farklı teknikler ve görüntüleme yöntemleri, aksillerin bloğun mekanizmasını aydınlatmaya devam etmiştir. Bilgisayarlı tomografi görüntülemeleri, radial, ulnar ve median sinirler arasındaki septalarda lokal anestezi hapsini ve aksiller arter çevresinde dağılımı gösterilmiştir. Ön kol ve el cerrahisi için ideal bir bloktur ve USG kullanımı ile kolayca uygulanabilir (Janjua & Pak, 2024).

Anatomi ve teknik

Her üç trunkustan da distal dalla ile oluşan aksiller bölge sinirleri arter etrafında konumlanmıştır. Bu sinirlerden, brakiyal pleksustan daha önce ayrılan muskulokutanöz sinir, arterin uzağında

biseps ve korakobrakial kaslarında arasında, hiperekoik şekilde seyreder.

Uygulama öncesinde hasta supin pozisyonda baş boyun karşı tarafa hafif rotasyon sağlanarak, steril hazırlık yapılır. Uygulama alanı antiseptik solüsyon ile silinerek, lineer USG probu kullanılır. Blok tarafındaki kol gövde ile 90° abduksiyona getirilir. Lineer prob, transvers olarak yerleştirilir ve aksiller boşlukta arter en proksimalde tespit edilir. Proba uygulanan basınç venleri kollabe etmeyecek şekilde uygulanması önerilir. İntratorasik bölge, vasküler basınç gradyenti açısından negatif olarak ölçülür. İşlem sırasında, olası intravenöz ponksiyon veya travma, lokal anestezi komplikasyonları açısından ayrıca dikkat gerektirmektedir (Janjua & Pak, 2024).

Aksiller arterin lokal anestezik ile çevrelenmesi genellikle ulnar, median ve aksiller sinirleri başarılı şekilde bloke eder. Ayrıca sinirlerin tek tek bloke edilmesi de tercih edilebilir. Her iki yaklaşımda da unutulmaması gereken, muskulokutanöz sinirin ayrıca bloke edilmesi gerektiğidir. Bu dört sinir, brakiyal sinirin terminal dallarıdır. Uygulanacak cerrahi işleme göre, ön kol ve el bölgesinde, bu sinirler tek başlarına da bloke edilebilir. Brakiyal pleksusun dalları tablo 1 de detaylı olarak anlatılmıştır.

*Tablo 1. Brakiyal pleksusun terminal dalları ve innervasyonu
(Hadzic, 2017)*

Terminal Dal	Spinal sinir kökü	Motor innervasyonu	Duyusal innervasyonu
Median	C6-T1	Önkol fleksör, tenar ve palmar intrinsek kasları	1,2,3 parmak palmar, 4. parmak palmar radial yarısı, 1,2,3 parmak dorsal tarafın palmar komşuluğu
Ulnar	C8-T1 (C7-T2 varyasyonu görülebilir)	Ön kol flexor carpi ulnaris ve flexor digitorum profundus kasları, hipotenar kaslar	4.parmak ulnar yarısı ve 5. parmak palmar taraf ile 4 ve 5. parmak dorsal taraflarından el bileğine kadar olan cilt
Radiyal	C5-T1	Dirsek, el bileği ve parmakların ekstansör kasları	1,2,3. parmakların dorsumları
Muskulokutanöz	C5-7	Korakobrakial,bisepsbraki ve brakial kaslar	Omuz ve dirsek eklemi, önkol lateral yüzü

Endikasyonlar (Ertug & ark., 2005)

- Humerus distali ve dirsek operasyonları
- Ön kol ve el cerrahisi
- Karpal tünel ve pronator teres sendromu (Median sinir)
- Guyon kanalı ve kübital tünel sendromu (Ulnar sinir)

Kontrendikasyonlar (Ertug & ark., 2005)

- Aksiller bölge enfeksiyonu
- Koagülopati
- Hastanın yöntemi istememesi

Servikal pleksus bloğu

Servikal pleksusu, C2-4 spinal sinirlerinin intervertebral foraminadan sonra yüzeysel ve derin planda lokalizasyonu ile oluşur. Yüzeysel servikal blokta, C2-3-4 sinirleri bloke edilerek, duyusal blok amaçlanır. Derin servikal blokajda, sinirlerin intervertebral foraminadan çıkar çıkmaz bloke edilmesi hedeflenir (Hipskind & ark., 2024).

Anatomi ve teknik

Servikal pleksus sternoklaidomastoid (SCM) kasın posteriorunda, transvers prosesin lateralinde konumlanır. Kutanöz, duyusal dallar C2-4 tarafından verilir. Pleksusta C1 siniri (suboksipital siniri) sadece motor innervasyon sağlar ve servikal pleksus blokajında hedef değildir.

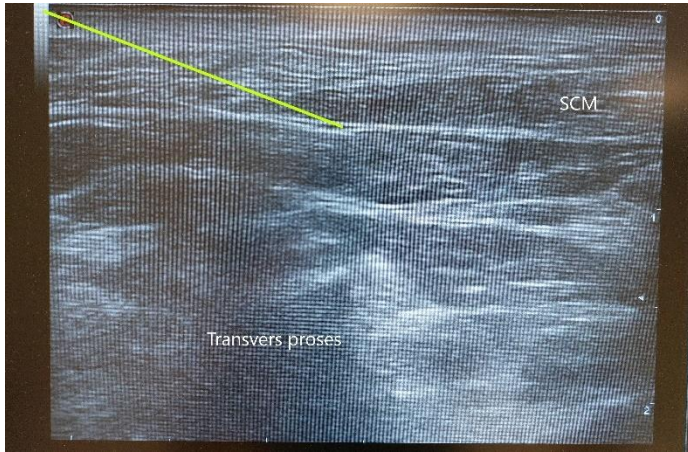
Oksipital bölgenin duyusal innervasyonu, C2-3'in dalları tarafından sağlanır. Oksipital nöralji (Arnold's neuralgia) patofizyolojisinde yer alan sinirler, büyük oksipital, küçük oksipital ve 3.oksipital sinirdir. Tedavide izole C2-3 blokajı önerilebilmektedir.

Boyun bölgesinin anterior ve lateral duyusunu sağlayan bu sinirler; küçük oksipital sinir (C2-3), büyük aurikuler sinir (C2-3), transvers servikal sinir (C3-4), supraklavikular sinir (C3-4).

Pleksusta, C4 brakiyal pleksusa da dal verirken, frenik sinir C3-4-5 sinirlerinden kök alır.

Uygulama öncesinde hasta supin pozisyonda baş-boyun karşı tarafa hafif rotasyon sağlanarak, steril hazırlık yapılır. Uygulama alanı antiseptik solüsyon ile silinerek, lineer USG probu SCM kasının orta kısmına konumlandırılır. Pleksus, hipoekoik yapıda fasya prevertebralis altında görünür. Prob yaklaşımı, hem in-plane hem de out of plane şeklinde yapılabilir (Şekil 4). Bazı merkezlerde daha az travma amacıyla out-of-plane yaklaşımı tercih edilebilmektedir (Hipskind & ark., 2024; Singh, 2015).

Şekil 4: Servikal pleksus bloğu USG görüntüsü



* Sarı ok düzlem içi iğne girişi, SCM: sternokleidomastoid kas

Endikasyonları (Kim & ark., 2018):

- Boyun cerrahisi (adjuvan)
- Karotis operasyonları
- Oksipital nöralji (Arnold's neuralgia)

Kontrendikasyonları (Singh, 2015):

- Uygulama alanında enfeksiyon

- Koagülopati
- Solunum sıkıntısı
- Hastanın yöntemi istememesi

Kaynaklar

Borgeat, A., Ekatodramis, G., & Dumont, C. (2001). An evaluation of the infraclavicular block via a modified approach of the Raj technique. *Anesth Analg*, 93(2), 436-441, 434th contents page. doi: 10.1097/00000539-200108000-00040

Borgeat, A., Ekatodramis, G., Kalberer, F., & Benz, C. (2001). Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. *Anesthesiology*, 95(4), 875-880. doi: 10.1097/00000542-200110000-00015

D'Souza, R. S., & Johnson, R. L. (2024). Supraclavicular Block *StatPearls*. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Rebecca Johnson declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Ertug, Z., Yegin, A., Ertem, S., Sahin, N., Hadimioglu, N., Dösemeci, L., & Erman, M. (2005). Comparison of two different techniques for brachial plexus block: infraclavicular versus axillary technique. *Acta Anaesthesiol Scand*, 49(7), 1035-1039. doi: 10.1111/j.1399-6576.2005.00756.x

Hadzic, A. (2017). *Hadzic's textbook of regional anesthesia and acute pain management*: McGraw-Hill Education New York.

Hipskind, J. E., Hendrix, J. M., & Ahmed, A. A. (2024). Cervical Plexus Block *StatPearls*. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Joseph Maxwell Hendrix declares no relevant financial relationships with ineligible companies.

Disclosure: Andaleeb Ahmed declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Janjua, M. S., & Pak, A. (2024). Axillary Block *StatPearls*. Treasure Island (FL) with ineligible companies. Disclosure: Aimee Pak declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Kim, J. S., Ko, J. S., Bang, S., Kim, H., & Lee, S. Y. (2018). Cervical plexus block. *Korean J Anesthesiol*, 71(4), 274-288. doi: 10.4097/kja.d.18.00143

Luftig, J., Mantuani, D., Herring, A. A., & Nagdev, A. (2017). Ultrasound-guided retroclavicular approach infraclavicular brachial plexus block for upper extremity emergency procedures. *Am J Emerg Med*, 35(5), 773-777. doi: 10.1016/j.ajem.2017.01.028

Miller, R. D., Eriksson, L., Fleisher, L. A., Wiener-Kronish, J. P., & Young, W. L. (2010). Miller's anesthesia *Miller's anesthesia* (pp. 2827-2827).

Perlas, A., Lobo, G., Lo, N., Brull, R., Chan, V. W., & Karkhanis, R. (2009). Ultrasound-guided supraclavicular block: outcome of 510 consecutive cases. *Reg Anesth Pain Med*, 34(2), 171-176. doi: 10.1097/AAP.0b013e31819a3f81

Raj, P. P., Montgomery, S. J., Nettles, D., & Jenkins, M. T. (1973). Infraclavicular brachial plexus block--a new approach. *Anesth Analg*, 52(6), 897-904.

Sharar, S. R., Cullen, B. F., Stock, C. M., Ortega, R., Holt, N., Nathan, N., & Connor, C. (2021). *Clinical Anesthesia Fundamentals: Ebook without Multimedia*: Lippincott Williams & Wilkins.

Singh, S. K. (2015). The cervical plexus: anatomy and ultrasound guided blocks. *Anaesthesia, Pain & Intensive Care*, 19(3).

Vedavyas, R., Saravanan, R., Mirunalini, G., & Gayathri, B. (2023). A Randomized Controlled Trial to Compare the Efficacy of Single versus Triple Injection Technique for Ultrasound-Guided Infraclavicular Block in Upper Limb Surgeries. *Local Reg Anesth*, 16, 51-58. doi: 10.2147/lra.s409211

Williams, L. M., Singh, K., Dua, A., Singh, A., & Cummings, A. (2024). Infraclavicular Nerve Block *StatPearls*. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Karampal Singh declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Anterpreet Dua declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Abhishek Singh declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Adrienne Cummings declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Zisquit, J., & Nedeff, N. (2024). Interscalene Block *StatPearls*. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Nicholas Nedeff declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

BÖLÜM VI

Alt Ekstremitte Blokları

Selman KARADAYI¹

Giriş

Alt ekstremitenin innervasyonundan sorumlu olan lumbosakral pleksus, L1'den S4'e kadar sinir köklerini kapsar. Brakiyal pleksustan farklı olarak tek bir enjeksiyon yöntemi kullanılarak etkili bir şekilde bloke edilemez (Tran & ark., 2019). Kapsamlı alt ekstremitte anestezisi için genellikle birden fazla enjeksiyon gerekli olsa da, ayakta tedavi senaryoları için tercih edilen bir seçim olmaya devam etmektedir.

1. Lomber pleksus

Anatomi

Torakal 12. sinir ve Lomber 1-4 spinal sinirlerin, foramen intervertebralisten çıktıktan sonra anterior dallarının oluşturduğu

¹ Doktor Öğretim Üyesi, Kırklareli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon ABD, Kırklareli/Türkiye, Orcid: 0000-0001-9321-075X, selman.karadayi@klu.edu.tr

pleksus psoas kası ile kaplı olarak, quadratus lumborum ve psoas kaslarına dağılarak kaudale doğru seyretmektedir. Pleksus motor ve duyu iletimini sağlamaktadır. Pleksus dalları terminal dalları olarak anlatılacaktır.

İlioinguinal sinir

Lomber 1. sinirin anterior ramusu tarafından oluşturulur. Motor (İnternalis ve obliquus kasları) ve duyu lifleri taşır. Quadratus lumborum kasından krista iliakaya uzanır. Erkeklerde ön skrotal siniri ve kadınlarda labium majus duyusal siniri olarak distalde dağılır (Enneking & ark., 2005; Jankovic, 2022).

İliohipogastrik sinir

Torakal son sinir, 12, ile lomber 1. sinirin ön dalları oluşturur. Gluteal bölge laterali ile inguinal ve pubik bölgenin duyusunu sağlar (Dilger, 2000).

Genitofemoral sinir

Lomber 1 ve 2 sinirin anterior ramileri oluşturur. Üreterin posteriorunda kaudal olarak retroperitoneal alanda ilerler. İki dala ayrılır; genital ve femoral dal. Genital dalı, erkeklerde Creamasteris kasının motor innervasyonu ve çevre bölgesinde duyu iletimi sağlar. Kadınlarda ise mons pubis ve labium majus innervasyonunu sağlar. Femoral dalı, uylukta, hiatus safenus bölgesinde, fasya Lata dan dağılarak, uyluk üst bölgesinin duyusal innervasyonunu sağlar (Dilger, 2000).

Cutaneus femoris lateralis siniri

Lomber 1,2,3 sinirlerinin dorsal dalları ile oluşturulur. İnguinal ligamente derin circumflex iliak arter ve veni çaprazlayarak

ulaşır. Spinal iliaka anterior superiorun aşağısında, fasya Lata ile fasya İliaca arasında yer alır. Uyluk antero-lateralinde, dize kadar duysal innervasyon sağlar (Dilger, 2000; Enneking & ark., 2005).

Obturator sinir

Lomber 2,3,4 anterior dalları ile oluşturulur. Ön dalı uyluk addüktör kaslarına motor ve duysal innervasyon sağlar. Aşağıya devam ederek, uyluk medial üst bölgesinde cilt duysunu sağlar (Gray, 2018). Obturator sinirin posterior dalı, diz eklemine arka taraftan girerek dağılır. Bu duysal innervasyonu sağlayan dallar, posteriorda popliteal arter yakınında ilerler (Tran & ark., 2019; Yurgil & ark., 2020).

Femoral sinir

Lomber 2,3,4 spinal sinirler tarafından oluşturulan fomeral sinir, pleksusun en kalın distal dalıdır. Psoas major kasından başlayan sinirin yolculuğu, inguinal ligamentin altından geçerken dallarına ayrılmasıyla devam etmektedir. Motor ve duysal lifleri taşır. Motor dallarının innerve ettiği başlıca kaslar; vastus medialis/lateralis/intermedius, rektus femoris, sartorius, pektinatus ve iliak kaslardır. Duysal dalların bir kısmı uyluk ön tarafını innerve ederken, diz altında duysal lif taşımaya devam eden terminal dalı ise safen sinirdir. Diz hizasında cilt altına çıkan safen siniri, bacak medial yüzünde seyreder ve ayak 1. parmak yakınına kadar olan bölgenin duysal şnnervasyonunu sağlar. Lomber pleksusta, diz altında bulunan ve femoral sinirin dalı olan tek sinir N. Saphenustur (Gray, 2018; Tran & ark., 2019).

Lomber pleksus rejyonal blok uygulamaları, psoas kompartman bloğu ve terminal dal blokları olarak anlatılacaktır.

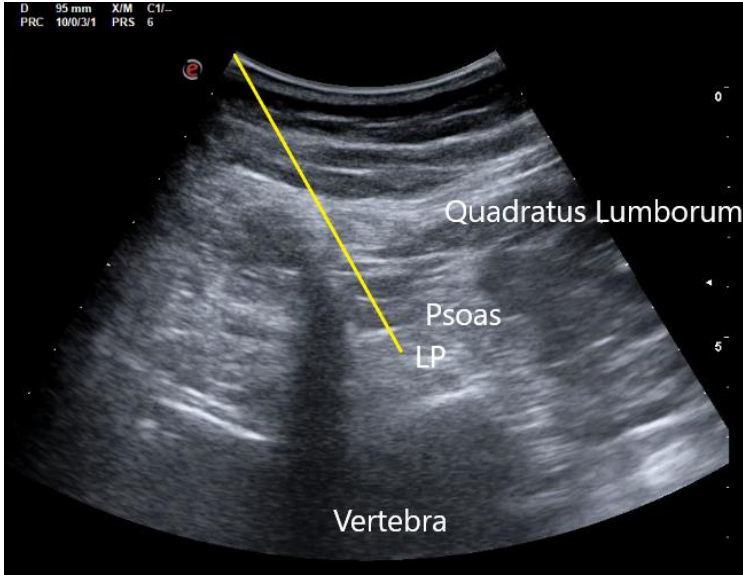
Lomber pleksus / Psoas kompartman bloğu

Teknik

Kompartman bloğu, uyluk ön-iç yüzü ve diz-diz altı iç tarafında, pleksusun innerve ettiği alanlarda anestezi sağlamaktadır (Mannion, 2007). Üçü bir yerde bloğu olarak tanımlanan, femoral, obturator ve lateral femoral kutanöz sinir bloğunun başarılı şekilde uygulanması psoas kompartman bloğu ile sağlanmaktadır.

Psoas kompartman bloğu birden fazla teknik ile uygulanabilmektedir. Genellikle uygulanan teknik ise, lateral dekübit pozisyonda yapılardır. Hastaya pozisyon verildikten sonra, cilt antiseptik solüsyon ile silinir, steril şartlarda konveks USG probu hazırlanır. Krista iliaka yukarısında, L2-3 veya L4-5 hizasında psoas kompartmanı transvers veya longitudinal olarak USG altında görülür (Şekil 1). Transvers prosese paralel şekilde tutulan prob transvers görüntü sağlayacaktır. Transvers prosese dik tutulan prob longitudinal bir görüntü sağlayacaktır. Ayrıca yapılan görüntülemelerde, lomber pleksusun ciltten derinliği 7-8 cm olarak ifade edilmiştir. Blok uygulanırken, nörostimülatör kullanılırsa, quadriseps kasılması gözlenecektir. Yavuz Gürkan ve arkadaşlarının tanımladığı yonca tekniğinde ise, lateral dekübit pozisyonundaki hastada konveks prob flank bölgesine yerleştirilir. Abdominal kasların devamında, quadratus lumborum kası, transversus abdominis kası ve erector spinae kası görülür. Vertebral proses transversalis üzerinde, hiperekoik paternde ise lomber pleksus görülür (Gurkan, 2014; Salvız & ark., 2014).

Şekil 1: Lomber pleksus bloğu USG görüntüsü



* Sarı ok düzlem içi iğne girişi, LP: lomber pleksus

Endikasyonlar (Capdevila & ark., 2005)

- Patellar fraktür ve tendon tamirleri
- Diz artroskopisi/protez
- Kalça artroskopisi
- Femur fraktürü
- Turnike ağrısında
- Safen venin cerrahisi
- Uylukta cilt greftleme ve biyopis işlemleri

Kontrendikasyonları (Capdevila & ark., 2005)

- İşlem bölgesinde enfeksiyon

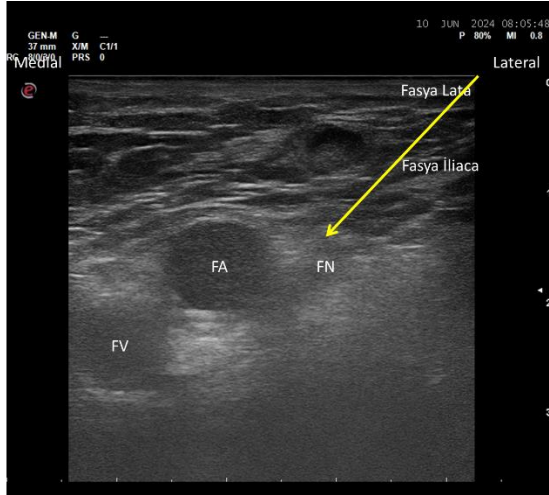
- Koagülopati
- Hastanın yöntemi istememesi

Femoral sinir bloğu

Teknik

Lomber pleksusun en kalın dalı olan femoral sinir bloğu kalça, diz ve uyluk cerrahisinde etkili analjezi yöntemlerinden biri olarak tanımlanmıştır. Özellikle diz ve femur cerrahisinin ardından, postoperatif analjezi için sürekli periferik sinir kateteri yerleştirilerek etkili analezji sağlanabilmektedir. Supin pozisyonundaki hastada, inguinal ve femoral bölge antiseptik olarak temizlenir ve lineer USG probu steril hazırlanır. Femoral sinir, fasya İliaca ve fasya Lata altında, femoral arterin dış tarafında ve iliopsoas kasının üzerinde hiperekoik görünümde yer almaktadır (Şekil 2) (Sykes & Pak, 2024).

Şekil 2: Femoral sinir bloğu USG görüntüsü



* Sarı ok düzlem içi iğne girişi, FN: femoral sinir, FA: femoral arter, FV: femoral ven

Endikasyonlar (Banik, 2022; Widmer & ark., 2013)

- Diz cerrahileri
- Uyluk biyopsi ve greft işlemleri
- Safen venin çıkarılması
- Patella ve collum femoris fraktürleri

Kontrendikasyonları (Banik, 2022)

- İşlem bölgesinde enfeksiyon
- Koagülopati
- Hastanın yöntemi istememesi

Safen sinir bloğu (Adduktor kanal bloğu)

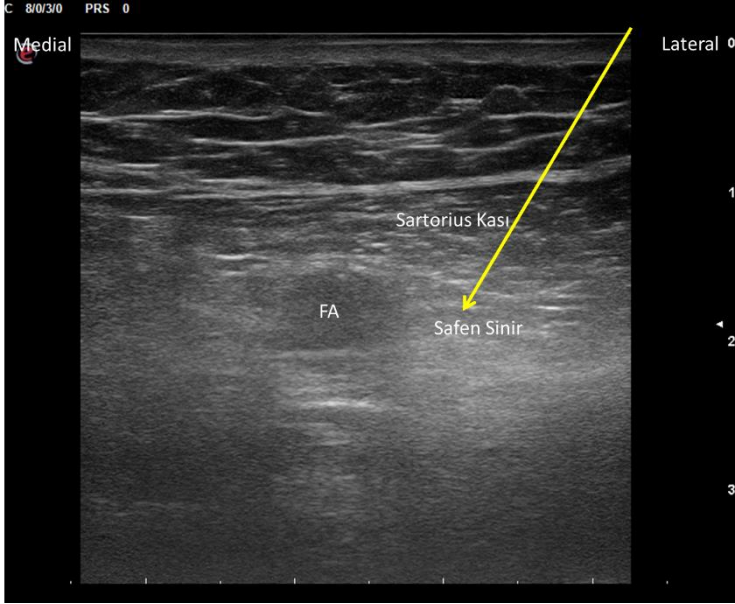
Diz altına devam eden, femoral sinirin tek dalı olan safen sinir, bacak ve ayak mediali ile başparmak köküne kadar olan cildin duyuşal innervasyonunu sağlamaktadır Adduktor kanalda femoral arter ile seyrederek, kanaldan çıktıktan sonra sartorial ve infrapatellar olarak terminal dallara ayrılır (Kolli & Malik, 2019; Lavand'homme & ark., 2022).

Teknik

Supin pozisyonundaki hastada, adduktor kanal trasesindeki bölge antiseptik olarak temizlenir ve lineer USG probu steril hazırlanır. Uyluk hafif eksternal rotasyona alınır, in-plane yaklaşım ile lineer probu adduktor kanal seviyesinde cilde yerleştirilir. Safen sinirin medial sınırını arter ven paketi oluşturur, alt sınırı vastus medialis kası, üst sınırında sartorius kası bulunmaktadır (Şekil 3). Uygulanacak cerrahi işleme göre safen sinir, perifemoral,

subsartorial, medial femoral kondil, diz altı paravenöz ve medial malleol seviyelerinde bloke edilebilir.

Şekil 3: Adduktor kanal bloğu bloğu USG görüntüsü



** Sarı ok düzlem içi iğne girişi, FA: femoral arter*

Endikasyonlar

Perifemoral bölgeden itibaren, ayak başparmak köküne kadar safen sinir alanında uygulanan herhangi bir cerrahi girişimde blokaj uygulanır. Ayak bileği bloğu için gereken 5 sinir blokajından birisini oluşturmaktadır. Diğer 4 sinir, posterior tibial, derin peroneal, yüzeysel peroneal ve sural siniridir. Bu 4 sinir siyatik sinirin terminal dallarıdır (Saranteas & ark., 2011).

Kontrendikasyonları ve komplikasyonları femoral sinir bloğu başlığı altında anlatılmıştır.

Cutaneus femoris lateralis sinir bloğu

Supin pozisyonadaki hastada, inguinal ve femoral bölęe antiseptik olarak temizlenir ve lineer USG probu steril hazırlanır. Prob spina iliaca anterior superiorun medialine transvers olarak yerleştirilir. Lokal anestezi, in-plane teknik ile fasya lata ile fasya iliaca arasına verilir (Kim & ark., 2011).

Endikasyonlar

- Turnika ağrısının giderilmesinde
- Gref ve biyopsi işlemi
- Lateral cilt insizyonlarında
- Meralgia paresthetica

Kontrendikasyonları (Morgan & Mikhail, 2018; Sharar & ark., 2021)

- İşlem bölgesinde enfeksiyon
- Koagülopati
- Hastanın yöntemi istememesi

Obturator sinir bloğu

Özellikle diz cerrahilerinde, 3'ü 1 yerde bloğuna eklenmesi, analjezide iyileşme sağlamıştır. Supin pozisyonadaki hastada, işlem bölgesi antiseptik sıvı ile temizlenir ve lineer USG probu steril hazırlanır. Genellikle, sinir obturatör arter ile birlikte seyrederken, obturatör kanaldan çıkarken bloke edilir. Sinir stimülatörü kullanıldığı halde, addüktör kasılmalar takip edilir. Her iki dalının blokajı için bacak küçük açılı eksternal rotasyona alınır, lineer prob kullanılır. Prob, uyluk medialinde addüktör kasların hemen üzerine

yerleştirilir. Adduktor brevis kası ile adduktor longus kası arasında anterior dal blokajı, adduktor brevis kası ile adduktor magnus kası arasında posterior dal blokajı uygulanır (Yoshida & ark., 2017).

Endikasyonlar

- Kalça eklemi ağrı tedavisinde
- Diz ve kalça operasyonlarında destek analjezi
- Addüktör kasların spazmını çözmek için
- Mesanenin endoskopik işlemlerinde, obturator refleksi ortadan kaldırmak için

Kontrendikasyonları

- İşlem bölgesinde enfeksiyon
- Koagülopati
- Hastanın yöntemi istememesi

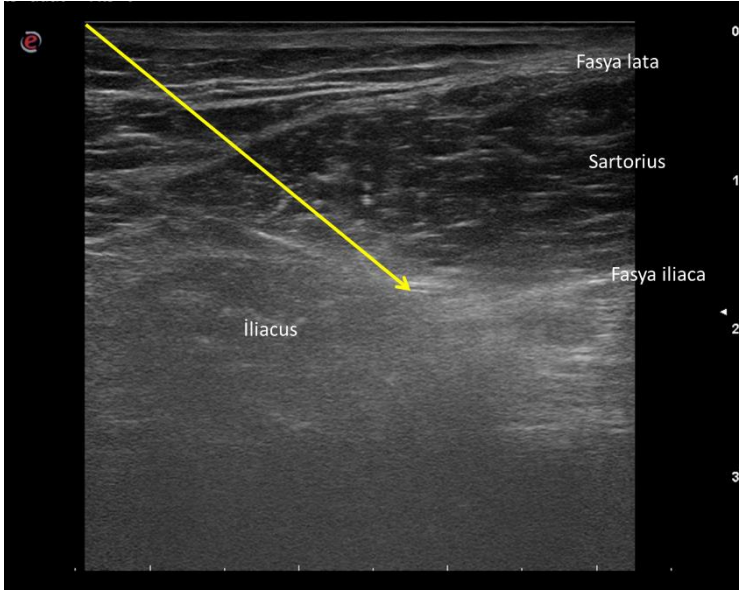
Fascia iliaka kompartman bloğu

Anatomi ve Teknik

Fasya iliaka sinir/kompartman bloğu, femoral sinir veya lomber pleksus sinir bloğuna alternatif olabilir. Femoral sinir ve lateral kutanöz sinir, iliacus kası fasyası altında seyretmektedir. Bu alana uygulanan lokal anestezi medial ve lateral yönlerde yayılarak sinir blokajını sağlamaktadır. Bazı çalışmalarda, bu lokal anestezi ajanının lumbosakral pleksusa doğru da yayıldığı ifade edilmiş ancak henüz kanıtlanamamıştır. Supin pozisyonundaki hastada, işlem bölgesi antiseptik sıvı ile temizlenir ve lineer USG probu steril hazırlanır. Prob blokaj planlanan tarafta spina iliaka anterior superiorun medialine transversal olarak yerleştirilir (Şekil 4). Geleneksel

yöntemin bir parçası olan, fasya lata ve fasya iliaka yı geçerken hissedilen “çift pop”, USG kullanımının pratiklik kazanmasıyla birlikte arka planda kalmıştır (O'Reilly & ark., 2019; Widmer & ark., 2013).

Şekil 4: Fascia iliaka kompartman bloğu USG görüntüsü



** Sarı ok düzlem içi iğne girişi*

Endikasyonlar

- Anterior uyluk cerrahisi
- Diz ve kalça cerrahisi

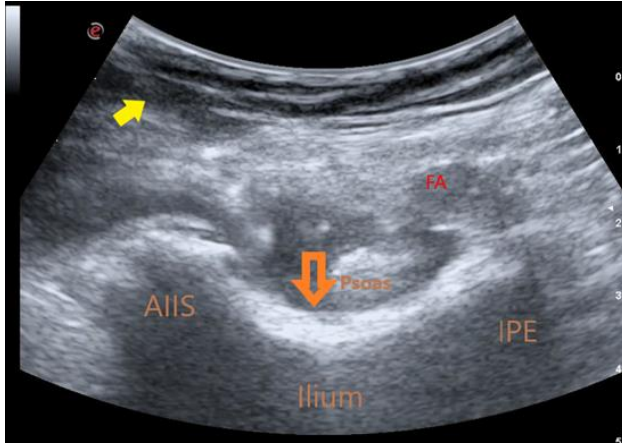
Kontrendikasyonları femoral sinir bloğu başlığı altında değerlendirilmiştir.

Perikapsüler sinir grubu bloğu (PENG)

Perikapsüler sinir bloğu, ilk defa total kalça artroplastisi operasyonlarında postoperatif analjezi için uygulanmaya

başlanmıştır. Bu blok ile postoperatif analjezi, motor gücünde azalma/kayıp olmadan sağlanmaktadır. Lokal anesteziik yayılımı asetabulum proksimali, iliopsoas kası ve anterior kalça kapsülünün insertiosuna gerçekleşmektedir. Böylece, lokal anesteziik ajan superior pubis ramus ile iliopsoas kasının fasyası arasında birikir ve yayılır (Ben Aziz & Mukhdomi, 2024) (Şekil 5).

Şekil 5: Perikapsüler sinir grubu bloğu USG görüntüsü



* Sarı ok düzlem içi iğne girişi, FA: femoral arter, AIIS: anterior-inferior iliak omurga, IPE: iliopubik eminens

Endikasyonları (Anger & ark., 2021)

- Total kalça protezinde analjezi
- Kalça fraktürü
- Kronik kalça ağrısı

Kontrendikasyonları

- İşlem bölgesinde enfeksiyon
- Koagülopati

- Hastanın yöntemi istememesi

Kalça ameliyatı geçiren hastalarda yüksek volüm (40 cc %0.25 bupivakain) PENG blok uygulamasının postoperatif analjezi ihtiyacını azalttığı ve multimodal analjezinin kalitesini arttırdığı gösterilmiştir (Küçük & ark., 2024).

2. Sakral pleksus

Anatomi

Lomber 5. sinir, sakral 1-2-3. sinirlerin anterior ramileri ile L4 ve S5'in bazı dalları sakral pleksusu oluşturur. Gluteal ve perineal bölge ile, uyluk posteriorundaki kasları ve diz altı bölgenin (safen sinir alanı hariç) innervasyonunu sakral pleksus sağlamaktadır (Hadzic, 2017).

Siyatik sinir

Vücuttaki en büyük sinir olarak tanımlanan siyatik siniri, L4 – S3 spinal sinirleri oluşturur. Siyatik sinir, uyluk posterioru, bacak ve ayaktaki tüm kasları innerve eder. Ayak ve ayak tabanı ile bu kasların trasesindeki duyuusal innervasyonunu sağlar (Hadzic, 2017).

Foramen ischiadicum majustan çıkar. Piriformis kasının altında gluteal bölgede devam ederek, uyluk posteriorunda, çoğunlukla popliteal alanda iki dala ayrılır. Lomber 4 ve S3 anterior ramilerinden kök alan N.Tibialis ve L4-S2 posterior ramilerinden kök alan N.Fibularis (Tran & ark., 2019; Yurgil & ark., 2020).

Gluteal sinir

Gluteal bölgenin innervasyonunu sağlar. Lomber 4-S1 sinirleri tarafından oluşturulur. Gluteus maksimus kası, inferior gluteal sinir, gluteus medius kası - gluteus minimus kası ve tensor

fasya lata superior gluteal sinir tarafından innerve edilir (Tran & ark., 2019).

Pudendal sinir

Pudendal sinir, perinenin başlıca siniridir ve S2-4 ile oluşturulur. Motor ve sensöriyel liflerden oluşmaktadır. Ayrıca, sempatik otonomik lifler de içerebilir. Perinede Alcock's kanalında seyreder. Pelvik taban, anal bölgenin cilt duyusu ve eksternal üretral-anal sfinkterin innervasyonundan sorumludur (Yurgil & ark., 2020).

Posterior femoral kutanöz sinir

Uyluk posteriorunda, dize kadar olan alanın ve komşu perineal alanın cilt duyusunu sağlar, S1-3 tarafından oluşturulur (Enneking & ark., 2005).

Siyatik sinir bloğu

Teknik

Siyatik sinir bloğunda hastaya lateral dekübit veya prone pozisyonu verilir. Enjeksiyon alanı antiseptik solüsyon ile silinir, USG probu steril şartlarda hazırlanır. Siyatik blok yaklaşımları, Labat, anterior, litotomi, subgluteal ve parasakral yaklaşımlar olarak sayılabilir. Parasakral ve subgluteal yaklaşım blok başarısı açısından ön plana çıkmaktadır. Gluteal bölgede üçgen şeklini andıran bir yapıya sahip olan siyatik sinir, daha distale doğru yuvarlak bir şekil almaktadır. Bu seviyelerde elde edilen USG görüntüleri hiperekoid karakterdedir. Siyatik sinirin en derin olduğu gluteal seviyede düşük frekanslı konveks USG probu tercih edilmesi önerilir. Bu noktada uygulanan sinir bloğunda, posterior femoral kutanöz sinir hedeflenir. Bu sinir sadece duyusal innervasyon sağlamaktadır. Lateral pozisyonunda kalça ve diz hafifçe fleksiyona alınır, prob büyük

torakanter ve koksiks hizasında cilde yerleştirilir. Gluteal yaklaşıma benzer şekilde, sinirin derinliği göz önüne alınarak düşük frekanslı konveks prob tercih edilmesi önerilir. Bu seviyede siyatik sinir yakınında art. Gluteus inferior seyredir. Doppler ve renkli akım kullanımı, sinirin yerini ve görüntüsünü netleştirmek açısından faydalı olacaktır. Siyatik sinirin seyrinde, en yüzeysel olduğu ve daha kolay tespit edilebildiği seviye, subgluteal ve midfemoral bölgelerdir. Popliteal bölgeye devam edilirse, klasik ‘4’ pozisyonunda (bacak-diz-kalça), semimembranöz kası – semitendinöz kası ile biceps femoris kaslarının arasında kalan anatomik alanda popliteal fossanın üst sınırında, popliteal arter-ven ve siyatik sinirin, popliteal ve peroneal dalları görülecektir (Hadzic, 2017; Rodziewicz & ark., 2024).

Endikasyonları

- Diz altı ve üstü amputasyonlarda
- Diz protezi, artroskopisi
- Halluks valgus
- Fibula ve tibia cerrahilerinde
- Aşil tendonu cerrahisi ve ayak bileği operasyonları

Gerektiğinde lomber pleksus veya safen sinir bloğu ile kombine olarak uygulanır (Hadzic, 2017).

Kontrendikasyonları

- Hastanın yöntemi kabul etmemesi
- Blok uygulanan bölgede enfeksiyon
- Koagülopati

Kaynaklar

Anger, M., Valovska, T., Beloeil, H., Lirk, P., Joshi, G. P., Van de Velde, M., & Raeder, J. (2021). PROSPECT guideline for total hip arthroplasty: a systematic review and procedure-specific postoperative pain management recommendations. *Anaesthesia*, 76(8), 1082-1097. doi: 10.1111/anae.15498

Banik, R. K. (2022). *Anesthesiology In-Training Exam Review: Regional Anesthesia and Chronic Pain*: Springer Nature.

Ben Aziz, M., & Mukhdomi, J. (2024). Pericapsular Nerve Group Block *StatPearls*. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Junaid Mukhdomi declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Capdevila, X., Coimbra, C., & Choquet, O. (2005). Approaches to the lumbar plexus: success, risks, and outcome. *Reg Anesth Pain Med*, 30(2), 150-162. doi: 10.1016/j.rapm.2004.12.007

Dilger, J. A. (2000). Lower extremity nerve blocks. *Anesthesiol Clin North Am*, 18(2), 319-340. doi: 10.1016/s0889-8537(05)70166-8

Enneking, F. K., Chan, V., Greger, J., Hadzić, A., Lang, S. A., & Horlocker, T. T. (2005). Lower-extremity peripheral nerve blockade: essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med*, 30(1), 4-35. doi: 10.1016/j.rapm.2004.10.002

Gray, A. T. (2018). *Atlas of Ultrasound-Guided Regional Anesthesia E-Book*: Elsevier Health Sciences.

Gurkan, Y. (2014). Ultrasound guided psoas block using shamrock method for developmental dysplasia of the hip: case report. *British Journal of Anaesthesia*, 113(eLetters).

Hadzic, A. (2017). *Hadzic's textbook of regional anesthesia and acute pain management*: McGraw-Hill Education New York.

Jankovic, D. (2022). Regional Nerve Block in Anesthesia and Pain Therapy: General Consideration *Regional Nerve Blocks in Anesthesia and Pain Therapy: Imaging-guided and Traditional Techniques* (pp. 3-31): Springer.

Kim, J. E., Lee, S. G., Kim, E. J., Min, B. W., Ban, J. S., & Lee, J. H. (2011). Ultrasound-guided Lateral Femoral Cutaneous Nerve Block in Meralgia Paresthetica. *Korean J Pain*, 24(2), 115-118. doi: 10.3344/kjp.2011.24.2.115

Kolli, S., & Malik, M. F. (2019). The adductor canal block: a clinical review. *Current Anesthesiology Reports*, 9, 291-294.

Küçük, O., Sağ, F., Eyryce, A., Karadayı, S., Alagöz, A., & Çolak, A. (2024). Comparison of the Analgesic Effect of Pericapsular Nerve Group Block and Lumbar Erector Spinae Plane Block in Elective Hip Surgery. *Medicina (Kaunas)*, 60(5). doi: 10.3390/medicina60050799

Lavand'homme, P. M., Kehlet, H., Rawal, N., & Joshi, G. P. (2022). Pain management after total knee arthroplasty: PROcedure SPEcific Postoperative Pain ManagemenT recommendations. *Eur J Anaesthesiol*, 39(9), 743-757. doi: 10.1097/eja.0000000000001691

Mannion, S. (2007). Psoas compartment block. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*, 7(5), 162-166.

Morgan, G. E., & Mikhail, M. S. (2018). *Morgan & Mikhail's clinical anesthesiology*: McGraw-Hill Education.

O'Reilly, N., Desmet, M., & Kearns, R. (2019). Fascia iliaca compartment block. *BJA Educ*, 19(6), 191-197. doi: 10.1016/j.bjae.2019.03.001

Rodziewicz, T. L., Stevens, J. B., Ajib, F. A., & Tunnell, D. J. (2024). Sciatic Nerve Block *StatPearls*. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Joshua Stevens declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Faye Ajib declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: David Tunnell declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Salvız, E. A., Gürkan, Y., Tekin, M., & Buluç, L. (2014). Ultrasound-guided psoas compartment block and general anesthesia for arthroscopic knee surgery: a case report. *Agri*, 26(1), 34-38. doi: 10.5505/agri.2014.30633

Saranteas, T., Anagnostis, G., Paraskeuopoulos, T., Koulalis, D., Kokkalis, Z., Nakou, M., . . . Kostopanagiotou, G. (2011). Anatomy and clinical implications of the ultrasound-guided subsartorial saphenous nerve block. *Reg Anesth Pain Med*, 36(4), 399-402. doi: 10.1097/AAP.0b013e318220f172

Sharar, S. R., Cullen, B. F., Stock, C. M., Ortega, R., Holt, N., Nathan, N., & Connor, C. (2021). *Clinical Anesthesia*

Fundamentals: Ebook without Multimedia: Lippincott Williams & Wilkins.

Sykes, Z., & Pak, A. (2024). Femoral Nerve Block
StatPearls. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure:
Aimee Pak declares no relevant financial relationships with
ineligible companies.: StatPearls Publishing

Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.

Tran, D. Q., Salinas, F. V., Benzon, H. T., & Neal, J. M.
(2019). Lower extremity regional anesthesia: essentials of our
current understanding. *Reg Anesth Pain Med*. doi: 10.1136/rapm-
2018-000019

Widmer, B., Lustig, S., Scholes, C. J., Molloy, A., Leo, S. P.,
Coolican, M. R., & Parker, D. A. (2013). Incidence and severity of
complications due to femoral nerve blocks performed for knee
surgery. *Knee*, 20(3), 181-185. doi: 10.1016/j.knee.2012.11.002

Yoshida, T., Nakamoto, T., & Kamibayashi, T. (2017).
Ultrasound-Guided Obturator Nerve Block: A Focused Review on
Anatomy and Updated Techniques. *Biomed Res Int*, 2017, 7023750.
doi: 10.1155/2017/7023750

Yurgil, J. L., Hulsopple, C. D., & Leggit, J. C. (2020). Nerve
Blocks: Part II. Lower Extremity. *Am Fam Physician*, 101(11), 669-
679.

BÖLÜM VI

Anesteziye Kullanılan İlaçların Nötrofil Fonksiyonları Üzerine Etkisi

Elif EYGİ¹

Giriş

A) Anesteziye Kullanılan İlaçlar: Genel bir bakış (Şekil 1)

A1. Anestezi Türleri

Anestezi ilaçları genellikle uygulama türüne göre sınıflandırılır:

a.Genel Anestezi:

Hastanın bilincini tamamen kaybettiği ve tüm vücudunun duyarsızlaştığı anestezi türüdür. Ameliyat sırasında hastanın ağrı hissetmemesini ve hareket etmemesini sağlar. Kullanılan ilaçlar: Sevofluran, izofluran, desfluran, propofol, ketamin, vb.

¹ Uz. Dr., Gaziantep Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Gaziantep/Türkiye, Orcid: 0000-0002-4734-1879, drelifeygi6@gmail.com

b.Bölgesel Anestezi:

Vücudun belirli bir bölgesinin uyuşturulmasıdır. Hasta bilinci açık kalabilir, ancak ağrı hissetmez. Kullanılan ilaçlar: Lidokain, bupivakain, ropivakain, vb. Yaygın kullanılan anestezi ilaçları: sevofluran, propofol, ketamin, vb.

c.Lokal Anestezi:

Vücudun küçük bir bölgesine uygulanan anestezi türüdür. Küçük cerrahi işlemler ve diş tedavilerinde kullanılır. Kullanılan ilaçlar: Lidokain, prokain, vb. (Qiao, Haskins, & Liu, 2024; M. F. Ramirez & Gan, 2023; Sun et al., 2023; Vellinga, Eleveld, Struys, & van den Berg, 2023; Xie et al., 2018).

A2. Yaygın Kullanılan Anestezi İlaçları

a. İntravenöz Anestezi (Vellinga et al., 2023)

Propofol: Hızlı etki gösterir ve hızlı toparlanma sağlar. Antiemetik özelliklere sahiptir, bu da ameliyat sonrası bulantı ve kusmayı azaltır. Nötrofil fonksiyonları üzerindeki etkileri Fagositoz ve oksidatif patlamadır.

Ketamin: Analjezik ve disosiyatif anestezi sağlar. Hemodinamik stabilite sağlar ve kardiyovasküler sistemi korur. Nötrofil fonksiyonları üzerindeki etkileri Fagositoz ve degranülasyondur.

Etomidate: Hızlı indüksiyon ve kısa etki süresine sahiptir. Kardiyovasküler stabilite sağlar, ancak adrenal supresyon riski taşır.

b. İnhalasyon Anestezi (Sun et al., 2023)

Sevofluran: Hızlı indüksiyon ve toparlanma özelliği vardır. Hoş kokulu olduğundan inhalasyon için uygun hale getirir. Nötrofil fonksiyonları üzerindeki etkileri fagositoz ve kemotaksistir.

Desfluran: Hızlı indüksiyon ve toparlanma özelliği vardır. Yoğun bakım gerektiren hastalar için uygundur, ancak hava yolu irritasyonu yapabilir.

İzofluran: Güçlü analjezik ve kas gevşetici etkileri vardır. Düşük maliyetli, ancak daha yavaş indüksiyon yapar ve toparlanma süresi uzundur.

c. Bölgesel Anestezikler (Qiao et al., 2024)

Lidokain: Hızlı başlangıç ve orta uzunlukta etki süresi vardır. Hem bölgesel hem de lokal anestezi için kullanılır. Anti-aritmik özelliklere de sahiptir.

Bupivakain: Uzun etkili olduğundan uzun süreli anestezi sağlar. Epidural ve spinal anestezide yaygın olarak kullanılır. Kardiyotoksikite riski nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır.

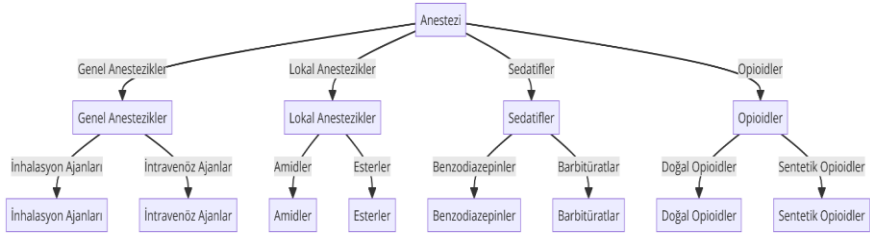
Ropivakain: Uzun etkili, ancak bupivakaine göre daha az kardiyotoksiktir. Ameliyat sonrası ağrı yönetimi için tercih edilir.

d. Destekleyici İlaçlar (Xie et al., 2018)

Kas Gevşeticiler: Ameliyat sırasında kasların gevşetilmesini sağlar. Kullanılan ilaçlar Süksinilkolin, rokuronyum, vekuronyum vb.dir.

Opioidler: Güçlü analjezik etki sağlar. Kullanılan ilaçlar: Fentanil, morfin, sufentanil vb.dir.

Anti-emetikler: Ameliyat sonrası bulantı ve kusmayı önler. Kullanılan ilaçlar: Ondansetron, metoklopramid, vb.dir.



Şekil 1. Anestezide Kullanılan İlaçlar

B) Nötrofiller

Nötrofiller, polimorfonükleer lökositler (PMN'ler) olarak da bilinir ve dolaşımdaki lökositlerin %50-70'ini oluşturur (Carlos Rosales, 2020). Kemik iliğinde üretilen bu hücreler, dolaşıma girdikten sonra dokulara göç eder ve burada görevlerini yerine getirirler. PMN'ler, enfeksiyon ve inflamasyon bölgelerine hızlı bir şekilde hareket edebilirler. Bu hareket, lökosit yapışma kademesi olarak bilinen ve lökositler ile endotel arasındaki karmaşık yapışma adımlarından oluşan bir süreçle gerçekleşir (C. Rosales, 2018).

Nötrofiller, doğuştan gelen bağışıklık sisteminin mikroorganizmalara karşı ilk savunma hattını oluşturur ve bu görevlerini çeşitli antimikrobiyal işlevlerle yerine getirirler (Burn, Foti, Marsman, Patel, & Zychlinsky, 2021; Carlos Rosales, 2020).

Nötrofillerin başlıca işlevleri arasında fagositoz, degranülasyon, reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi ve nötrofil hücre dışı tuzaklarının (NET'ler) oluşumu yer alır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, nötrofillerin bağışıklık sistemi fonksiyonlarının düzenlenmesine, inflamasyonun başlatılmasına ve çözülmesine, ayrıca bağışıklık yanıtının sitokin ve kemokinler aracılığıyla

modülasyonuna katkıda bulunan sitokinler ve diğer inflamatuvar belirteçleri ürettiğini göstermiştir (Brinkmann, 2018; Malech, DeLeo, & Quinn, 2014; Papayannopoulos, 2017).

Son birkaç yılda, anestezi ajanlarının nötrofillerin hem sayısını hem de alt popülasyonlarını ve fonksiyonlarını etkileyebildiği gösterilmiştir, bu nedenle anestezi ajanlarının nötrofil fonksiyonları üzerindeki etkilerini açıklamadan önce bu fonksiyonları kısaca açıklamak önemlidir.

B1. Nötrofillerin İşlevleri (Şekil 2)

a.Fagositoz

Fagositoz, bir parçacığın nötrofiller tarafından patojenlerin çoğunun öldürüldüğü bir fagozom içine içselleştirildiği süreçtir. Bu süreç, nötrofillerin yüzeyindeki PAMP'lere yönelik spesifik reseptörler nedeniyle patojenlerin tanınmasında patojenle ilişkili moleküler modellerin (PAMP'ler) rol oynadığı reseptör aracılı bir süreçtir (Lim, Grinstein, & Roth, 2017; Carlos Rosales, 2020)

b.Kemotaksi

Kemotaksi, nötrofillerin kimyasal sinyalleri takip ederek enfeksiyon veya yaralanma bölgesine doğru hareket etmeleri sürecidir. Kemotaktik faktörler, enfeksiyon veya doku hasarı durumunda salınan kimyasal maddelerdir. Kemotaksinin temel özellikleri:

Kemotaktik Faktörler: Bakteriyel ürünler (örneğin, formil metionil peptitler), Kompleman sisteminin ürünleri (örneğin, C5a), Sitokinler ve kemokinler (örneğin, IL-8, MCP-1)

Hücre Hareketi: Nötrofiller, kemotaktik faktörlerin oluşturduğu kimyasal gradienti algılar. Hücre zarındaki reseptörler, kemotaktik faktörlerle etkileşime girerek nötrofillerin yönelmesini sağlar.

Aktin Polimerizasyonu: Nötrofillerin hareketi, aktin filamentlerinin polimerizasyonu ve depolimerizasyonu ile sağlanır.

Bu dinamik yapı, hücre zarının belirli bir yöne doğru uzamasını ve hücrenin hareket etmesini sağlar (Kaiser, Escaig, Erber, & Nicolai, 2022; Martemucci et al., 2022).

c.Degranülasyon

Degranülasyon, nötrofillerin iç granüllerinde depolanan efektör moleküllerin bakterileri/patojenleri yok ettiği süreçtir. Bu iç granüller birincil, ikincil ve üçüncül olarak sınıflandırılır ve mieloperoksidaz (MPO), azurasidin ve defensinler (birincil granüller, nötrofil gelişimi sırasında ilk üretilen promiyelosit fazı), metaloproteinaz (MMP)-9, laktoferrin (ikincil granüllerde bulunur), albümin ve sitokinler ve oldukça sitotoksiktirler (PMN'de salgı granülleri olarak) (Ramadass & Catz, 2016; Carlos Rosales, 2020).

Dolaşımdaki nötrofiller normalde dinlenme durumundadırlar ve degranüle olamadıklarında doku hasarına yol açarlar. Nötrofillerin degranülasyonu, bakteriyel patojenler veya ürünler, pro-inflamatuar sitokinler ve kemokinlerin yardımıyla hazırlanmayı gerektirir; bu da nötrofillerin, patojenle ilişkili moleküler modeller (PAMP'ler) ve hasarla ilişkili modeller (DAMP'ler) gibi farklı uyarılarla temas ettiğinde degranülasyona hazır olmasını sağlar (El-Benna et al., 2016; Mol et al., 2021).

d.Reaktif Oksijen Türleri (ROS)

Nötrofillerin ürettiği reaktif oksijen türleri (ROS), nikotinamid adenin dinükleotid fosfat oksidaz (NADPH-oksidad) enzimi aracılığıyla meydana gelir ve bu hücreler bakteriyel ve fungal enfeksiyonlarla savaşmada ve inflamasyon sürecinde kritik bir rol oynar. Buna ek olarak, nötrofillerin tersiyer granüllerinin aşırı degranülasyonunu önleme işlevi görür. ROS yetersizliği, sık tekrarlayan ve ciddi bakteriyel enfeksiyonlara neden olabilir. Buna karşın ROS'un aşırı üretimi, aşırı inflamasyona ve Sistemik İnflamatuvar Yanıt Sendromu (SIRS) gibi durumlara yol açabilir. ROS, doğrudan bakterileri, mantarları ve bazı virüsleri öldüren antimikrobiyal aktiviteye sahiptir, fakat aynı zamanda bakteriyel hücre zarını geçerek nükleik asitlere, hücre zarına ve hücre proteinlerine zarar verebilir (Nguyen, Green, & Mecsas, 2017; Veenith et al., 2022; Winterbourn, Kettle, & Hampton, 2016)

Lidokain gibi bazı anestezi ilaçların ROS üretimine veya doku etkilerine müdahale edebilmesi de ilgi çekicidir. Benzer şekilde C vitamini ve E vitamini de ROS'u ortadan kaldıran maddeler olarak görev yapar (Lee, Suh, Jeong, Cho, & Kim, 2010).

e.Nötrofil Hücre Dışı Tuzakları (NET'ler)

NET'ler, sitrulinlenmiş histon 3 (CitH3) ile birlikte NETosis'in dolaylı belirteçleri olarak kullanılabilen histonlar, granüllerden gelen enzimler (örneğin, mieloperoksidaz (MPO) ve nötrofil elastaz (NE) ile kaplı) kromatin yoğunluğu azaltılmış liflerden oluşan ağlardır. Bu ağ, bakteri ve kanser hücrelerinin yakalanmasında ve son olarak bu hücrelerin dolaşımdan çıkarıldıktan sonra öldürülmesinde rol oynar (Efrimescu, Buggy, &

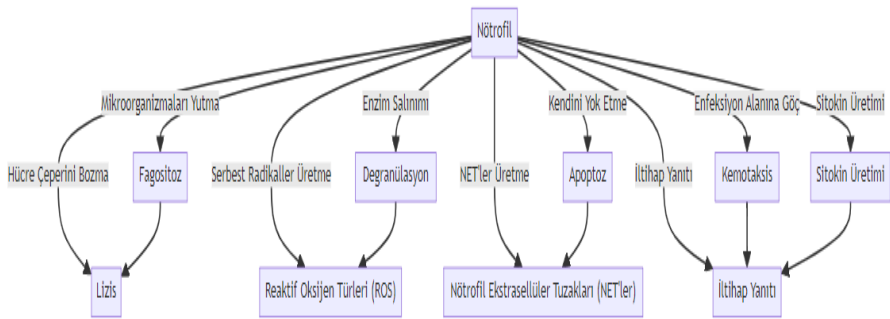
Buggy, 2021; Kasprzycka, Homa-Mlak, Mlak, & Małecka-Massalska, 2019).

Daha önce gösterildiği gibi NET'ler bakteriyel temizliğe katkıda bulunsa da, aşırı NET'ler sepsis ve diğer inflamatuvar hastalıklarda inflamasyonu ve doku hasarını teşvik eder. Bu nedenle, ARDS'nin bakteriyel kökeni (pnömoni) veya ventilasyon pnömonisi için yüksek düzeyde NET oluşumu tanımlanmıştır. ARDS'nin ciddiyeti ile NET serum düzeyi arasında ve NET ile NET arasında bir korelasyon vardır. NET'lerin bir dizi inflamatuvar reaksiyonun tetikleyicisi olarak hareket ettiği ve bu viral enfeksiyonun bir özelliği olan sitokin fırtınasına yol açtığı COVID-19 sırasında daha yüksek NET seviyeleri tanımlanmıştır. NET'ler ayrıca kardiyovasküler hastalıklarda, özellikle ateroskleroz, venöz tromboz ve pankreatit gibi inflamatuvar patolojilerde de artmaktadır (Denning, Aziz, Gurien, & Wang, 2019; Lefrançais, Mallavia, Zhuo, Calfee, & Looney, 2018; Mikacenic et al., 2018; Szturmowicz & Demkow, 2021; Zhao & Jin, 2022).

Tümörün ilerlemesi, tümöre sızan bağışıklık hücreleri tarafından oluşturulan inflamatuvar yanıt ile tümör mikroçevresindeki (TME) tümör kaynaklı faktörler arasındaki dengeye bağlıdır. Nötrofiller iltihap/yaralanma bölgesine ulaşan ilk hücrelerdir. Son veriler, inflamasyonun kanser gelişimi ile yakından bağlantılı olduğunu ve TME'de nötrofiller tarafından üretilen NET'lerin, tümör gelişiminde, ilerlemesinde, metastazında ve tedaviye dirençte kritik bir rol oynadığını göstermektedir (Z.-Z. Jiang et al., 2022; Kaltenmeier et al., 2021).

B2. Sitokin Salınımı

Nötrofiller, degranülasyon, protein sentezi, NET ile ilişkili sitokin salınımı ve reseptöre bağlı sitokinlerin ekspresyonu yoluyla sitokinler üretir. Son birkaç yılda nötrofil salınımının pro- (IL-6, TNF- α , IL-1, IL-17, IFN- α ve γ) ve antiinflamatuvar interlökinler (IL-4, IL-10, vb.), ayrıca diğer kemokinler (CXCL1, CXCL8, CXCL10, CCL2-4), anjiyojenik faktörler ve büyüme faktörlerle ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu, nötrofillerin akut inflamatuvar hastalıklar, yara iyileşmesi, otoimmün hastalıklar ve kanser gibi farklı klinik durumlarda rol oynadığına dair başka bir argümandır (Tamassia et al., 2018; Xiao et al., 2021).

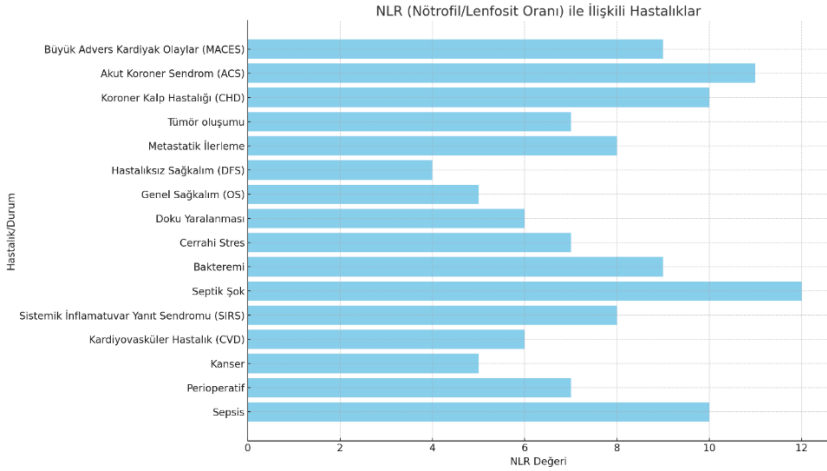


Şekil 2. Nötrofillerin İşlevleri

B3. Nötrofil-Lenfosit Oranı (NLR)

NLR (periferik kandaki nötrofil ve lenfosit sayıları arasındaki oran), doğuştan gelen (birinci basamak nötrofiller) ve kazanılmış bağışıklığı (lenfositler) çok sayıda ilişki yoluyla sepsis, kanser, miyokard enfarktüsü gibi farklı hastalıklarla bağlayan yeni tanımlanmış bir biyobelirteçtir. Kesin olarak bir kesme değeri belirlenmemiş ve farklı değerlerin referans olduğu bildirilmiş olsa da birçok klinik durumda NLR'nin önemi yüksektir. Çalışmaların çoğu,

üçün üzerindeki NLR değerinin mortaliteyi önemli ölçüde artırdığı ve prognozu kötüleştirdiği konusunda hemfikirdir (Buonacera, Stancanelli, Colaci, & Malatino, 2022; Huang, Fu, Huang, & Huang, 2020; J. Jiang et al., 2019) (Şekil 3).



Şekil 3. NLR'nin ilişkili olduğu hastalıklar

Anestezi açısından özellikle ilgi çekici olan, NLR'nin sepsis ve kanserde ve perioperatif dönemde bir biyobelirteç olarak değeridir. NLR'nin özellikle lökositozu olmayan hastalarda sepsis ve sepsis prognozu için erken bir biyobelirteç olduğu gösterilmiştir (Buonacera et al., 2022; Huang et al., 2020; Jang, Yoo, Lee, Uh, & Kim, 2022).

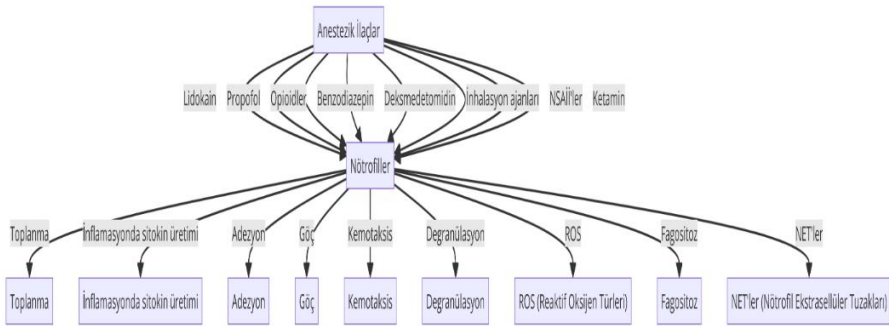
Kanser biyolojisinde inflamasyon, tümör oluşumunda önemli bir rol oynarken, kanser bir kez başlatıldığında, tümörden salınan proinflamatuvar sitokinler nedeniyle inflamasyonu sürdürür ve daha sonra bağışıklık hücrelerini toplar. Bu nedenle NLR'nin, özellikle hepatokarsinom veya kolorektal kanser gibi katı tümörlerde kansere bağlı inflamasyon ve prognoz için erken ve güvenilir bir

biyobelirteç olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca NLR'nin cerrahi kanser hastalarında genel sağkalım (OS) ve hastalıksız sağkalımı (DFS) öngörebileceği gösterilmiştir (Buonacera et al., 2022; Hibino et al., 2021; Malietzis et al., 2014).

Cerrahide, NLR'nin preoperatif değerinin, farklı cerrahi müdahale türlerinde postoperatif komplikasyonlar ve mortalite ile ilişkili olduğu kanıtlanmıştır (Hajibandeh, Hajibandeh, Hobbs, & Mansour, 2020).

C) Anestezik İlaçların Nötrofiller ve Fonksiyonları Üzerindeki Etkisi

Yıllar boyunca çok sayıda çalışma, anestezik ajanların nötrofilleri ve fonksiyonlarını etkileyebileceğini bildirmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Anestezik ilaçların nötrofiller üzerindeki etkisi. ROS: reaktif oksijen türleri. NET'ler: nötrofil hücre dışı tuzakları.

C1. İntravenöz Anestezik Ajanlar ve Nötrofiller

a.Propofol

Propofol (2,6-diizopropilfenol), anestezinin hem indüksiyonunda hem de sürdürülmesinde (total intravenöz anestezi - TIVA) en sık kullanılan intravenöz ajanlardan biridir. TIVA,

çevresel koruma, iyileşme kalitesi, malign hipertermi riskinin azaltılması, deliryum riskinin potansiyel olarak düşürülmesi ve cerrahi alanın etkilenmemesi gibi çeşitli sebeplerle son yıllarda klinik uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Özellikle son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, TIVA'nın sindirim sistemi kanserleri gibi belirli kanser türlerinde ameliyat sonrası genel sağkalım ve hastalıksız sağkalımı artırdığını bildirmektedir (Che & Li, 2023; Hasselager, Hallas, & Gögenur, 2021; Yap, Lopez-Olivo, Dubowitz, Hiller, & Riedel, 2019).

Propofol, GABA A reseptörlerine etki ederek kloriyonlarının hücrelere girişini sağlar. GABA, merkezi sinir sistemindeki en önemli nörotransmitterlerden biridir ve GABA-A (ve B) reseptörleri nötrofiller, monositler ve makrofajlar gibi bağışıklık hücrelerinde yaygın olarak bulunur. Bu reseptörler, propofolün bağışıklık hücreleri üzerindeki etkilerini aracılık edebilir. Yüksek konsantrasyonlarda, propofol doğrudan klorür kanallarını açar ve belirli sodyum kanallarının inhibisyonu yoluyla glutamat salınımını engeller. Ayrıca, propofol N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörlerini inhibe eder ve kalsiyum akışını düzenler. Muskarinik ve dopaminerjik reseptörler de propofolün etki mekanizmalarında önemli rol oynar (Meier & Nizet, 2019; Yi et al., 2022).

Propofolün klinik olarak ilgili konsantrasyonlarda, daha eski çalışmalar fagositoz ve E. coli ile Staphylococcus aureus'un öldürülmesini inhibe ettiğini bildirirken, bazı araştırmalar bu etkiyi tespit edememiştir. Yeni çalışmalar ise propofolün makrofaj ve nötrofil fagositozunu düzenleme, piroptoz, proinflamatuvar sitokinlerin (özellikle IL-6) üretimini ve makrofajların göç ve toplanmasının inhibisyonu gibi etkilerine odaklanmıştır. Propofolün

bakteriyel öldürme üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, yoğun bakım ünitelerinde uzun süreli sedasyon amacıyla kullanıldığında kritik hastalarda enfeksiyon sıklığının artması beklenebilir. Ancak klinik çalışmalar sınırlı olsa da bugüne kadar yayınlanan çalışmalarda TİVA hastalarında inhalasyon anestezisine kıyasla pnömoni veya cerrahi alan enfeksiyonu görülme sıklığında bir artış bildirilmemiş, aksine abdominal cerrahi olgularında görülme sıklığının daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Yoğun bakım ünitelerinde propofol ve deksmedetomidin ile sedasyon arasında da aynı anlamlı farkların olmadığı rapor edilmiştir (Hughes et al., 2021; D. C. Ionescu et al., 2013; Koo et al., 2016). İlginç olan, insanlarda bu etkilerin, nötrofillerin yüzeylerinde ortaya çıkmayan, ancak ROS üretiminin inhibisyonu, p44/42 mitojenle aktiveleşen protein kinaz fosforilasyonu ve diğer mekanizmalar yoluyla ortaya çıkan GABA A reseptörleri aracılığıyla aracılık etmediği gerçeğidir. Bu çalışmaların çoğu hayvanlar üzerinde yapıldığından, kafa karıştırıcı faktörlerin müdahale edebileceği insan çalışmaları, özellikle de kritik hastalarda yapılan çalışmalar yoktur. Bu nedenle, propofol sedasyonunun potansiyel etkileri açısından kritik hastalarda prospektif randomize kontrollü çalışmalar (RKÇ) zorunludur.

b.Ketamin

Son yıllarda solunumu baskılamadan analjezik ve antidepresan özelliklere sahip olan ketaminin intravenöz anestezi ajanı olarak kullanımı artmaktadır. Ketamin, özellikle kan basıncını artırıcı hemodinamik etkileri göz önünde bulundurularak stabil olmayan hastalarda indüksiyon ajanı olarak tek başına veya diğer ajanlar ya da opioidlerle birlikte kullanılabilir. Ketamin, esas olarak NMDA reseptör antagonisti olarak görev yapar, ancak başka

hedefleri de bulunmaktadır: GABA A reseptörü, siklik nükleotid kapılı alt tip 1 reseptörü (hiperpolarizasyonla aktifleştirilmiş) ve α -ve β -adrenerjik, muskarinik ve opioid reseptörleri. Ketaminin nötrofiller üzerindeki etkilerini inceleyen birkaç çalışma, ketaminin PMA (forbol miristat asetat) uyarımı ile insan nötrofillerinin süperoksit anyon üretimini zayıflattığını, oksidatif patlamayı azalttığını (p47'nin fosforilasyonunun azalması yoluyla) ve nötrofil yapışmasını konsantrasyona bağlı olarak sağladığını göstermiştir. (Meier & Nizet, 2019; Wang, Penna, & Orser, 2017; Zhou et al., 2013). Ancak ketaminin anesteziye yardımcı ve antidepresan olarak kullanımının artması bağlamında daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

c.Benzodiazepinler

Benzodiazepinler, postsinaptik bölgede GABA'nın inhibitör etkisini güçlendirerek etki göstererek, hiperpolarizasyon yoluyla nöronal membranın inhibisyonuna neden olur. Bazı benzodiazepinler, GABA A'nın periferik benzodiazepin reseptörleri üzerinde etkili olur. Benzodiazepinlerin insan nötrofilleri üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar sınırlı olup, sonuçlar çelişkilidir. Birçok çalışma, benzodiazepinlerin insan nötrofil kemotaksisini ve süperoksit üretimini (özellikle diazepam için) inhibe ettiğini, oksidatif patlamayı azalttığını ve nötrofillerde (özellikle midazolam için) CD11b/CD18 ekspresyonu ile p38 mitojenle aktive olan protein kinaz fosforilasyonunu azalttığını göstermektedir (Ghori, O'Driscoll, & Shorten, 2010; Meier & Nizet, 2019). Ancak Marino ve arkadaşları, diazepamın periferik benzodiazepin reseptörleri ile etkileşimi yoluyla insan nötrofil göçünü ve fagositozunu artırdığını bildirmiştir. Diazepamın hücre içi kalsiyumu artırarak fagositozu

teşvik ettiği gözlemlenirken, göç üzerindeki uyarıcı etkisinin kalsiyuma bağımlı olmadığı görülmüştür (Marino et al., 2001).

d.Alfa-2 Agonistleri

α 2-adrenerjik reseptör agonistleri, α 2 adrenerjik reseptörleri uyarır ve klonidin durumunda merkezi imidazolin reseptörlerini de hedef alır. Son dönemde deksmedetomidin, yoğun bakım ünitelerinde kritik hastaların sedasyonu için (72 güne kadar veya bazı durumlarda daha uzun süreyle) veya anesteziye yardımcı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Hem deksmedetomidin hem de klonidin analjezik etkiye sahiptir ve opioid kullanımını azaltır. Deliryum tedavisi veya alkol yoksunluğu gibi diğer endikasyonlar da bulunmaktadır. Nötrofiller yüzeylerinde adrenoreseptörler (α 2 dahil) eksprese eder, bu nedenle α 2 agonistleriyle bir etkileşim beklenebilir. Son yıllarda yapılan çoğunlukla in vitro çalışmalar, deksmedetomidinin pro-inflamatuar sitokinleri (IL-6, TNF- α , Nekroz faktörü) ve antimikrobiyal efektörleri (ROS, RNS, NO, iNOS) ve ayrıca nötrofillerin lokal toplanmasını inhibe ederek in vitro anti-inflamatuar etki gösterdiğini ve sistemik artmış inflammatuar yanıtın (SIRS) olduğu durumlarda kritik hastalarda yararlı olabileceğini göstermektedir. Bir dizi klinik öncesi ve orta klinik çalışma, deksmedetomidinin dolaylı anti-inflamatuar etkiler gösterdiğini ve tümör hücrelerinin hayatta kalmasını, çoğalmasını ve istilasını doğrudan inhibe ederek anti-tümör etkileri olabileceğini düşündürmektedir. (Carnet Le Provost, Kepp, Kroemer, & Bezu, 2024; Chen et al., 2022).

e.İnhalasyon Ajanları ve Nötrofiller

İnhalasyon ajanları, GABA A reseptörlerinin duyarlılığını artırmak, inhibitör bir verici olan glisin glisin reseptörleri üzerindeki etkilerini güçlendirmek, $\alpha 4\beta 2$ nikotinik asetilkolin reseptörlerini inhibe etmek ve nörotransmitter reseptör ailesi dahil olmak üzere çeşitli iyon kanalları ile etkileşime girmek gibi birçok mekanizma ile etki gösterir. Uçucu anestezikler, reaksiyona giren PMN'lerin sayısını, kemotaksiyi, adezyonu ve ROS üretimini azaltarak nötrofil fonksiyonlarını bozmuştur. Bununla birlikte, aksi sonuçları bildiren, yani apoptotik nötrofillerin makrofajlar tarafından fagositozunun arttığını, dolayısıyla izofluran maruziyetinden sonra akciğer inflamatuvar hasarını azalttığını veya izofluran maruziyetinden sonra fagositoz üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını bildiren çalışmalar vardır (Ryffel et al., 2017; Stollings et al., 2016; Zhou et al., 2015). İnhalasyon ajanlarının nötrofil infiltrasyonunu ve ardından gelen organ hasarını, TNF- α ve IL-6 düzeylerini azalttığı rapor edilmiştir. Ayrıca inhalasyon ajanlarının NK hücrelerinin aktivitesini baskıladığı ve bunun kanser cerrahisi sonrasında immün sürveyans ve immün baskılama için potansiyel etkileri olduğu da gösterilmiştir (Alam, Rampes, Patel, Hana, & Ma, 2021; Kim, 2018; Ryffel et al., 2017). Ancak bu etkilerin klinik uzun vadeli sonuçlar üzerindeki etkilerine ilişkin veriler hala eksiktir.

f.Lokal Anestezikler (LA'lar)

LA'lar çoğunlukla bölgesel anestezi bağlamında kullanılır. Ancak, son birkaç yılda lidokainin intravenöz infüzyonu çok yönlü etkileri nedeniyle popülerlik kazanmıştır. Bölgesel anestezi/analjezinin, ameliyata verilen stres tepkisini ve opioid

ihtiyacını azalttığı, aynı zamanda NK hücrelerinin aktivitesini ve T-yardımcı hücrelerinin sayısını artırdığı gösterilmiştir.

Lokal anestezikler, voltaj kapılı sodyum kanallarını (VGSC'ler) bloke ederek etki gösterirler ve bu sayede sinir sinyallerinin iletimini engellerler. VGSC'ler, dokuz tip α alt birimi tarafından tanımlanan dokuz üyeden oluşan bir ailedir ve sadece sinir sisteminde değil, aynı zamanda kalp kasları, pankreas hücreleri ve kanser hücreleri gibi diğer hücre türlerinde de bulunur. Bu nedenle VGSC'ler ve LA'lerin kalp ve solunum bozuklukları, diyabet, bilişsel işlev bozuklukları ve kanserde birçok klinik etkisi vardır (de Lera Ruiz & Kraus, 2015; Tikhonov & Zhorov, 2017).

Son çalışmalar, lidokainin, in vitro ve insanlarda (Kulińska'nın ropivakain çalışmasında olduğu gibi), klinik olarak ilgili konsantrasyonlarda nötrofillerde NETosis'i arttırdığını, dolayısıyla inflamasyon ve metastazın seyrini değiştirme olasılığına sahip olduğunu göstermiştir Kulinska ve ark. ayrıca LA'lerin nötrofiller tarafından nitrik oksit sentaz (NOS) üretimini yukarı regüle ettiğini, böylece NO sentezini arttırdığını gösterdi (Kulińska, Szałkowska, Andrusiewicz, Kotwicka, & Billert, 2023). Ayrıca yakın zamanda yapılan bir meta-analiz, perioperatif iv lidokainin elektif cerrahi için antiinflamatuvar ve analjezik olarak önerilebileceğini göstermiştir (Castro, Carvalho, Vale, Monjardino, & Mourão, 2023). Aynı etkiler acil servislerde farklı ağırlı inflamatuvar durumlar için de rapor edilmiştir (Zhong et al., 2022). Elektif cerrahi sonrasında lidokainin IL-6, TNFa ve IL-1RA düzeylerini azalttığı gösterilmiştir (Castro et al., 2023; Kulińska et al., 2023; Zhong et al., 2022). LA'ların ve özellikle de iv lidokainin

antiinflamatuvar ve analjezik ilaçlar olarak rollerini daha iyi tanımlamak için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

g.Opioidler

Opioidler, perioperatif dönemde ve ağrılı durumlarda analjezi amacıyla kullanılır. Bu ilaçlar, G-bağılı protein μ -, δ - ve κ -reseptörlerine etki ederek çalışırlar. Opioid reseptörleri, merkezi ve periferik sinir sistemlerinde ve gastrointestinal sistem ile bağışıklık hücreleri gibi nöronal olmayan hücrelerde geniş bir şekilde eksprese edilir. μ -opioid reseptörleri ve nosiseptin-orfanin reseptörleri, polimorfonükleer hücreler ile NK, T ve B hücrelerinde tanımlanmıştır. Bu reseptörler, sadece opioidler tarafından değil, aynı zamanda sitokinler (IL-1, IL-2, IL-7, IFN, TNF) ve diğer inflamatuvar araçlar tarafından da aktive edilebilir. Bu, opioidlerin merkezi opioid reseptörlerinin aracılık ettiği iyi bilinen yan etkilerinin (örn., solunum depresyonu) yanı sıra, periferik opioid reseptörlerinin aracılık ettiği başka bir etki olan immün baskılamının farmakolojik mantığıdır. Son birkaç yılda morfin ve diğer opioidlerin enfeksiyon ve sepsis riskinde artışla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Brejchova, Holan, & Svoboda, 2020; Brogi & Forfori, 2022). Morfin ve diğer opioidler, fagositoz, göç, antikor ve interlökin/kemokin üretimi dahil olmak üzere nötrofil fonksiyonlarını inhibe eder ve bu nedenle enfeksiyonlar veya kanser sırasında bağışıklık tepkisini etkileyebilir. Bununla birlikte, kanserde bazı nötrofiller, ağrıyı ve iltihabı azaltan endojen opioidleri salgılar ve bu durum tümörün ilerlemesi üzerinde potansiyel olumsuz etkilere sahip olabilir. Ayrıca, opioidlerin bağışıklık üzerindeki etkileri ile kanserin ilerlemesi üzerindeki etkileri farklılık göstermektedir; morfin muhtemelen en bağışıklık baskılayıcı

opioiddir, fentanilin ise düzenleyici T hücreleri üzerinde bazı bağışıklık uyarıcı etkileri bulunmaktadır (Brogi & Forfori, 2022; Kelly, Henderson, & Bailey, 2018). Opioidler arasındaki bu farklılıkların çeşitli hastalıklarda klinik öneme sahip olup olmadığını belirlemek için daha ileri çalışmalara çok ihtiyaç vardır.

C2. Minör Analjezikler ve Nötrofiller

a.NSAID'ler / Aspirin

NSAID'ler, perioperatif dönemde analjezi için kullanılır. Temel etki mekanizmaları, prostaglandin sentezinde yer alan siklooksijenaz 1 ve 2 (COX) enzimlerinin inhibisyonudur; bu nedenle, NSAID'ler prostaglandin sentezini engeller. Diğer etki mekanizmaları arasında kanser hücreleri, trombositler ve lökositlerin yapışmasını içeren hücre adezyonuna müdahale etmek; lökositlerin plazma membranlarında süperoksit anyon oluşumunu ve nötrofil elastazı inhibe etmek bulunmaktadır. Ayrıca, NSAID'lerin antineoplastik ve nöroprotektif etkileri vardır. Çeşitli kanser türleri COX'i aşırı eksprese eder ve bu durum tümör oluşumuna katkıda bulunur. Bazı NSAID'ler, NF-kappa B gibi transkripsiyon faktörlerini inhibe eder, nötrofil kemotaksisini etkiler veya anti-inflamatuar etkiler için tanımlanan diğer sinyal yollarını düzenler(Tsoi, Ho, Chan, & Sung, 2019; Venuta et al., 2023).

b.Nefopam

Yeni tanıtılan merkezi etkili, opioid olmayan bu analjezik, esas olarak dopamin, noradrenalin/norepinefrin ve serotonin gibi çeşitli nörotransmitterlerin sinaptik alımını inhibe ederek etki gösterir. Son araştırmalar, nefopamın nötrofil göçünü ve yara kaynaklı nötrofil alımını inhibe ettiğini, dolayısıyla başlangıçta anti

inflamatuvar bir ilaç olarak görülmesi bile antiinflamatuvar etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Hall et al., 2014).

c.Kısa ve Uzun Vadeli Sonuçlar Üzerindeki Etkiler

Anestezik ajanların sadece nötrofiller üzerindeki değil, aynı zamanda bağışıklık tepkisi ve kanser hücresi biyolojisi üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, bu etkilerin cerrahi hastaların kısa ve uzun vadeli sonuçlarını etkileyip etkilemediği sorusu ortaya çıkmaktadır. Şu anda, anestezik ajanların hastaların sonuçları üzerindeki etkisine ilişkin kesin sonuçlar mevcut değildir ve bu konuda yapılan çalışmaların çoğu halen devam etmektedir. Bununla birlikte, kanser hastalarında bölgesel anestezi ve postoperatif uzun vadeli sonuçlarla ilgili olarak, çalışmaların çoğu bölgesel anestezinin kanser mortalitesi ve nüks insidansı üzerinde anlamlı bir etkisi bulamadı (Maria F. Ramirez & Cata, 2021; Sessler et al., 2019).

Son yıllarda, intravenöz lidokain üzerine yapılan klinik öncesi ve klinik çalışmalar, bu ilacın anti-inflamatuvar ve anti-tümör etkilerini dikkate alarak kanser hastalarında kısa vadeli sonuçlar (ağrı, inflamasyon) açısından cesaret verici bulgular sunmuştur. Bu nedenle, intravenöz lidokainin ameliyat geçiren kanser hastalarında hastalıksız sağkalımı ve genel sağlığı etkileyip etkilemeyeceği başka bir önemli sorudur. Şu anda bu konuyla ilgili veri yok, ancak yukarıda belirtilen RKÇ'ler de bu konuda daha fazla veri üretebilir.

Son fakat önemli bir diğer soru ise anesteziklerin nötrofillerin tümör oluşumuna neden olan aktivitelerini destekleyip desteklemeyeceğidir. Bildiğimiz kadarıyla, şu anda bu konuda herhangi bir veri bulunmamaktadır. Bu nedenle, gelecekteki çalışmaların yalnızca belirli anestezik ajanların/tekniklerin anti-

tümör etkilerine değil, aynı zamanda pro-tümörojenik etkilerini teşvik eden potansiyel etkilerine de odaklanması gerekecektir.

d.Anestezi İlaçları ve NLR

Daha önce belirtildiği gibi, NLR (nötrofil-lenfosit oranı), hasta sonuçlarıyla yakından ilişkili yeni tanımlanmış bir biyobelirteçtir. NLR'nin sepsis ve kanserde anestezi ve postoperatif komplikasyonları öngörme konusunda önemli etkileri vardır. Bu nedenle, birçok çalışma anestezi ilaçlarının NLR üzerinde etkili olup olmadığını araştırmayı amaçlamıştır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, cerrahi girişim uygulanmayan sağlıklı gönüllülerde NLR'nin propofol anestezisi sırasında ve 1. günde sevofluranla karşılaştırıldığında anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirdi (Hasselager et al., 2021). Ancak Ní Eochagáin, propofol-paravertebral bloğun meme kanseri cerrahisinde NLR'deki artışı hafifçe azalttığını, ancak uzun vadeli sonuçlar açısından hiçbir fayda sağlamadığını bildirdi (Buonacera et al., 2022; Hajibandeh et al., 2020; Ní Eochagáin, Burns, Riedel, Sessler, & Buggy, 2018).

I.v. Lidokain ameliyat sonrası meme kanseri ameliyatından sonra NLR'yi azaltırken, Ionescu ve arkadaşları kolorektal ameliyattan 24 saat sonra iv lidokainin bir etkisi bulamadılar (D. Ionescu et al., 2023). Erektör spina düzlem bloğu (ESPB), omurga cerrahisinden sonra NLR'yi önemli ölçüde azaltmıştır (Domagalska et al., 2023). Anestezi ajanlarının hasta sonuçları açısından NLR üzerindeki etkisinin belirlenmesi için, uzun vadeli sonuçları inceleyen gelecekteki randomize kontrollü çalışmalar (RKÇ) gerekmektedir. Bu tür çalışmalar, NLR değişimlerinin klinik sonuçlarla ilişkisini değerlendirmek için hastaları ameliyat sonrası uzun süre takip etmelidir.

D) Sonuçlar

Anestezi uygulamaları, çeşitli ilaçların kombinasyonlarını ve bu ilaçların hastaya özgü etkilerini dikkate alarak gerçekleştirilir. Her ilacın farmakolojik profili, hastanın genel durumu, ameliyatın türü ve süresi gibi faktörler göz önünde bulundurularak seçilir. Bu bağlamda, anesteziye kullanılan ilaçların nötrofil fonksiyonları üzerindeki etkileri de önemli bir araştırma ve klinik uygulama alanıdır. Nötrofiller, enfeksiyon ve kansere karşı savunmada anahtar faktörlerdir ve bu nedenle anestezi ve perioperatif dönemde büyük önem taşırlar. Bu dönemde birçok faktör etkili olsa da anestezi ajanlarının nötrofiller ve onların fonksiyonları üzerindeki etkilerine dair güçlü tartışmalar bulunmaktadır. Bu etkinin cerrahi hastaların kısa ve uzun vadeli sonuçları üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığının belirlenmesi için acilen büyük ölçekli, randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

Alam, A., Rampes, S., Patel, S., Hana, Z., & Ma, D. (2021). Anesthetics or anesthetic techniques and cancer surgical outcomes: a possible link. *Korean Journal of Anesthesiology*, 74(3), 191-203. doi:10.4097/kja.20679

Brejchova, J., Holan, V., & Svoboda, P. (2020). Expression of Opioid Receptors in Cells of the Immune System. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1). doi:10.3390/ijms22010315

Brinkmann, V. (2018). Neutrophil Extracellular Traps in the Second Decade. *Journal of Innate Immunity*, 10(5-6), 414-421. doi:10.1159/000489829

Brogi, E., & Forfori, F. (2022). Anesthesia and cancer recurrence: an overview. *Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care*, 2(1). doi:10.1186/s44158-022-00060-9

Buonacera, A., Stancanelli, B., Colaci, M., & Malatino, L. (2022). Neutrophil to Lymphocyte Ratio: An Emerging Marker of the Relationships between the Immune System and Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(7). doi:10.3390/ijms23073636

Burn, G. L., Foti, A., Marsman, G., Patel, D. F., & Zychlinsky, A. (2021). The Neutrophil. *Immunity*, 54(7), 1377-1391. doi:10.1016/j.immuni.2021.06.006

Carnet Le Provost, K., Kepp, O., Kroemer, G., & Bezu, L. (2024). Trial watch: dexmedetomidine in cancer therapy. *OncoImmunology*, 13(1). doi:10.1080/2162402x.2024.2327143

Castro, I., Carvalho, P., Vale, N., Monjardino, T., & Mourão, J. (2023). Systemic Anti-Inflammatory Effects of Intravenous Lidocaine in Surgical Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(11). doi:10.3390/jcm12113772

Che, X., & Li, T. (2023). Total versus inhaled intravenous anesthesia methods for prognosis of patients with lung, breast, or esophageal cancer: A cohort study. *Frontiers in Surgery*, 10. doi:10.3389/fsurg.2023.1155351

Chen, R., Sun, Y., Lv, J., Dou, X., Dai, M., Sun, S., & Lin, Y. (2022). Effects of Dexmedetomidine on Immune Cells: A Narrative Review. *Frontiers in Pharmacology*, 13. doi:10.3389/fphar.2022.829951

de Lera Ruiz, M., & Kraus, R. L. (2015). Voltage-Gated Sodium Channels: Structure, Function, Pharmacology, and Clinical Indications. *Journal of Medicinal Chemistry*, 58(18), 7093-7118. doi:10.1021/jm501981g

Denning, N.-L., Aziz, M., Gurien, S. D., & Wang, P. (2019). DAMPs and NETs in Sepsis. *Frontiers in Immunology*, 10. doi:10.3389/fimmu.2019.02536

Domagalska, M., Ciftsi, B., Janusz, P., Reysner, T., Kolasinski, J., Wieczorowska - Tobis, K., & Kowalski, G. (2023). The neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) and platelet-to-lymphocyte ratio (PLR) levels following erector spinae plane block (ESPB) in posterior lumbar decompression: a randomized, controlled trial. *European Spine Journal*, 32(12), 4192-4199. doi:10.1007/s00586-023-07913-z

Efrimescu, C. I., Buggy, P. M., & Buggy, D. J. (2021). Neutrophil Extracellular Trapping Role in Cancer, Metastases, and Cancer-Related Thrombosis: a Narrative Review of the Current Evidence Base. *Current Oncology Reports*, 23(10). doi:10.1007/s11912-021-01103-0

El-Benna, J., Hurtado-Nedelec, M., Marzaioli, V., Marie, J. C., Gougerot-Pocidallo, M. A., & Dang, P. M. C. (2016). Priming of the neutrophil respiratory burst: role in host defense and inflammation. *Immunological Reviews*, 273(1), 180-193. doi:10.1111/imr.12447

Ghori, K., O'Driscoll, J., & Shorten, G. (2010). The effect of midazolam on neutrophil mitogen-activated protein kinase. *European Journal of Anaesthesiology*, 27(6), 562-565. doi:10.1097/EJA.0b013e3283328442

Hajibandeh, S., Hajibandeh, S., Hobbs, N., & Mansour, M. (2020). Neutrophil-to-lymphocyte ratio predicts acute appendicitis and distinguishes between complicated and uncomplicated appendicitis: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Surgery*, 219(1), 154-163. doi:10.1016/j.amjsurg.2019.04.018

Hall, C. J., Wicker, S. M., Chien, A.-T., Tromp, A., Lawrence, L. M., Sun, X., . . . Crosier, P. S. (2014). Repositioning drugs for inflammatory disease-fishing for new anti-inflammatory agents. *Disease Models & Mechanisms*. doi:10.1242/dmm.016873

Hasselager, R. P., Hallas, J., & Gögenur, I. (2021). Inhalation or total intravenous anaesthesia and recurrence after colorectal cancer surgery: a propensity score matched Danish registry-based

study. *British Journal of Anaesthesia*, 126(5), 921-930. doi:10.1016/j.bja.2020.11.019

Hibino, S., Kawazoe, T., Kasahara, H., Itoh, S., Ishimoto, T., Sakata-Yanagimoto, M., & Taniguchi, K. (2021). Inflammation-Induced Tumorigenesis and Metastasis. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(11). doi:10.3390/ijms22115421

Huang, Z., Fu, Z., Huang, W., & Huang, K. (2020). Prognostic value of neutrophil-to-lymphocyte ratio in sepsis: A meta-analysis. *The American Journal of Emergency Medicine*, 38(3), 641-647. doi:10.1016/j.ajem.2019.10.023

Hughes, C. G., Mailloux, P. T., Devlin, J. W., Swan, J. T., Sanders, R. D., Anzueto, A., . . . Pandharipande, P. P. (2021). Dexmedetomidine or Propofol for Sedation in Mechanically Ventilated Adults with Sepsis. *New England Journal of Medicine*, 384(15), 1424-1436. doi:10.1056/NEJMoa2024922

Ionescu, D., Al Hajjar, N., Breazu, C., Sargarovschi, S., Valean, D., Zaharie, F., . . . Alexa, A. L. (2023). The Influence of Intravenous Lidocaine Infusion on Postoperative Outcome and Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio in Colorectal Cancer Patients. A Pilot Study. *Journal of Gastrointestinal and Liver Diseases*, 32(2), 156-161. doi:10.15403/jgld-4962

Ionescu, D. C., Margarit, S. C. D., Hadade, A. N. I., Mocan, T. N., Miron, N. A., & Sessler, D. I. (2013). Choice of anesthetic technique on plasma concentrations of interleukins and cell adhesion molecules. *Perioperative Medicine*, 2(1). doi:10.1186/2047-0525-2-8

Jang, J. Y., Yoo, G., Lee, T., Uh, Y., & Kim, J. (2022). Identification of the robust predictor for sepsis based on clustering analysis. *Scientific Reports*, 12(1). doi:10.1038/s41598-022-06310-8

Jiang, J., Liu, R., Yu, X., Yang, R., Xu, H., Mao, Z., & Wang, Y. (2019). The neutrophil-lymphocyte count ratio as a diagnostic marker for bacteraemia: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Emergency Medicine*, 37(8), 1482-1489. doi:10.1016/j.ajem.2018.10.057

Jiang, Z.-Z., Peng, Z.-P., Liu, X.-C., Guo, H.-F., Zhou, M.-M., Jiang, D., . . . Wu, Y. (2022). Neutrophil extracellular traps induce tumor metastasis through dual effects on cancer and endothelial cells. *OncoImmunology*, 11(1). doi:10.1080/2162402x.2022.2052418

Kaiser, R., Escaig, R., Erber, J., & Nicolai, L. (2022). Neutrophil-Platelet Interactions as Novel Treatment Targets in Cardiovascular Disease. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8. doi:10.3389/fcvm.2021.824112

Kaltenmeier, C., Yazdani, H. O., Morder, K., Geller, D. A., Simmons, R. L., & Tohme, S. (2021). Neutrophil Extracellular Traps Promote T Cell Exhaustion in the Tumor Microenvironment. *Frontiers in Immunology*, 12. doi:10.3389/fimmu.2021.785222

Kasprzycka, W., Homa-Mlak, I., Mlak, R., & Małecka-Massalska, T. (2019). Direct and indirect methods of evaluating the NETosis process. *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research*, 13(1), 50-56. doi:10.26444/jpccr/105563

Kelly, E., Henderson, G., & Bailey, C. P. (2018). Emerging areas of opioid pharmacology. *British Journal of Pharmacology*, 175(14), 2715-2716. doi:10.1111/bph.14343

Kim, R. (2018). Effects of surgery and anesthetic choice on immunosuppression and cancer recurrence. *Journal of Translational Medicine*, 16(1). doi:10.1186/s12967-018-1389-7

Koo, B.-W., Sim, J.-B., Shin, H.-J., Kim, D.-W., Kang, S.-B., Do, S.-H., & Na, H.-S. (2016). Surgical site infection after colorectal surgery according to the main anesthetic agent: a retrospective comparison between volatile anesthetics and propofol. *Korean Journal of Anesthesiology*, 69(4). doi:10.4097/kjae.2016.69.4.332

Kulińska, K. I., Szałkowska, S., Andrusiewicz, M., Kotwicka, M., & Billert, H. (2023). The effect of local anaesthetics on apoptosis and NETosis of human neutrophils in vitro: comparison between lidocaine and ropivacaine. *Human Cell*, 36(6), 2027-2039. doi:10.1007/s13577-023-00963-x

Lee, J. M., Suh, J. K., Jeong, J. S., Cho, S. Y., & Kim, D. W. (2010). Antioxidant effect of lidocaine and procaine on reactive oxygen species-induced endothelial dysfunction in the rabbit abdominal aorta. *Korean Journal of Anesthesiology*, 59(2). doi:10.4097/kjae.2010.59.2.104

Lefrançois, E., Mallavia, B., Zhuo, H., Calfee, C. S., & Looney, M. R. (2018). Maladaptive role of neutrophil extracellular traps in pathogen-induced lung injury. *JCI Insight*, 3(3). doi:10.1172/jci.insight.98178

Lim, J. J., Grinstein, S., & Roth, Z. (2017). Diversity and Versatility of Phagocytosis: Roles in Innate Immunity, Tissue Remodeling, and Homeostasis. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 7. doi:10.3389/fcimb.2017.00191

Malech, H. L., DeLeo, F. R., & Quinn, M. T. (2014). The Role of Neutrophils in the Immune System: An Overview. In *Neutrophil Methods and Protocols* (pp. 3-10).

Malietzis, G., Giacometti, M., Kennedy, R. H., Athanasiou, T., Aziz, O., & Jenkins, J. T. (2014). The Emerging Role of Neutrophil to Lymphocyte Ratio in Determining Colorectal Cancer Treatment Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Surgical Oncology*, 21(12), 3938-3946. doi:10.1245/s10434-014-3815-2

Marino, F., Cattaneo, S., Cosentino, M., Rasini, E., Di Grazia, L., Fietta, A. M., . . . Frigo, G. (2001). Diazepam Stimulates Migration and Phagocytosis of Human Neutrophils: Possible Contribution of Peripheral-Type Benzodiazepine Receptors and Intracellular Calcium. *Pharmacology*, 63(1), 42-49. doi:10.1159/000056111

Martemucci, G., Costagliola, C., Mariano, M., D'andrea, L., Napolitano, P., & D'Alessandro, A. G. (2022). Free Radical Properties, Source and Targets, Antioxidant Consumption and Health. *Oxygen*, 2(2), 48-78. doi:10.3390/oxygen2020006

Meier, A., & Nizet, V. (2019). Impact of Anesthetics on Human Neutrophil Function. *Anesthesia & Analgesia*, 128(3), 569-574. doi:10.1213/ane.0000000000003927

Mikacenic, C., Moore, R., Dmyterko, V., West, T. E., Altemeier, W. A., Liles, W. C., & Lood, C. (2018). Neutrophil extracellular traps (NETs) are increased in the alveolar spaces of patients with ventilator-associated pneumonia. *Critical Care*, 22(1). doi:10.1186/s13054-018-2290-8

Mol, S., Hafkamp, F. M. J., Varela, L., Simkhada, N., Taanman-Kueter, E. W., Tas, S. W., . . . de Jong, E. C. (2021). Efficient Neutrophil Activation Requires Two Simultaneous Activating Stimuli. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(18). doi:10.3390/ijms221810106

Murphy, O., Forget, P., Ma, D., & Buggy, D. J. (2023). Tumour excisional surgery, anaesthetic-analgesic techniques, and oncologic outcomes: a narrative review. *British Journal of Anaesthesia*, 131(6), 989-1001. doi:10.1016/j.bja.2023.07.027

Nguyen, G. T., Green, E. R., & Mecsas, J. (2017). Neutrophils to the ROScue: Mechanisms of NADPH Oxidase Activation and Bacterial Resistance. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 7. doi:10.3389/fcimb.2017.00373

Ní Eochagáin, A., Burns, D., Riedel, B., Sessler, D. I., & Buggy, D. J. (2018). The effect of anaesthetic technique during primary breast cancer surgery on neutrophil–lymphocyte ratio, platelet–lymphocyte ratio and return to intended oncological therapy. *Anaesthesia*, 73(5), 603-611. doi:10.1111/anae.14207

Papayannopoulos, V. (2017). Neutrophil extracellular traps in immunity and disease. *Nature Reviews Immunology*, 18(2), 134-147. doi:10.1038/nri.2017.105

Qiao, W. P., Haskins, S. C., & Liu, J. (2024). Racial and ethnic disparities in regional anesthesia in the United States: A narrative review. *J Clin Anesth*, 94, 111412. doi:10.1016/j.jclinane.2024.111412

Ramadass, M., & Catz, S. D. (2016). Molecular mechanisms regulating secretory organelles and endosomes in neutrophils and their implications for inflammation. *Immunological Reviews*, 273(1), 249-265. doi:10.1111/imr.12452

Ramirez, M. F., & Cata, J. P. (2021). Anesthesia Techniques and Long-Term Oncological Outcomes. *Frontiers in Oncology*, 11. doi:10.3389/fonc.2021.788918

Ramirez, M. F., & Gan, T. J. (2023). Total intravenous anesthesia versus inhalation anesthesia: how do outcomes compare? *Curr Opin Anaesthesiol*, 36(4), 399-406. doi:10.1097/ACO.0000000000001274

Rosales, C. (2018). Neutrophil: A Cell with Many Roles in Inflammation or Several Cell Types? *Front Physiol*, 9, 113. doi:10.3389/fphys.2018.00113

Rosales, C. (2020). Neutrophils at the crossroads of innate and adaptive immunity. *Journal of Leukocyte Biology*, 108(1), 377-396. doi:10.1002/jlb.4mir0220-574rr

Ryffel, B., Du, X., Jiang, C., Lv, Y., Dull, R. O., Zhao, Y.-Y., . . . Hu, G. (2017). Isoflurane promotes phagocytosis of apoptotic neutrophils through AMPK-mediated ADAM17/Mer signaling. *Plos One*, 12(7). doi:10.1371/journal.pone.0180213

Sessler, D. I., Pei, L., Huang, Y., Fleischmann, E., Marhofer, P., Kurz, A., . . . Tey, J. B. L. (2019). Recurrence of breast cancer after regional or general anaesthesia: a randomised controlled trial. *The Lancet*, 394(10211), 1807-1815. doi:10.1016/s0140-6736(19)32313-x

Stollings, L. M., Jia, L.-J., Tang, P., Dou, H., Lu, B., & Xu, Y. (2016). Immune Modulation by Volatile Anesthetics. *Anesthesiology*, 125(2), 399-411. doi:10.1097/aln.0000000000001195

Sun, D., Li, K., Chai, Z., Wang, L., Gu, S., Sun, N., . . . Wang, T. (2023). Effects of propofol intravenous general anesthesia and inhalational anesthesia on T-lymphocyte activity after breast cancer surgery: A meta-analysis. *J Res Med Sci*, 28, 86. doi:10.4103/jrms.jrms_336_23

Szturmowicz, M., & Demkow, U. (2021). Neutrophil Extracellular Traps (NETs) in Severe SARS-CoV-2 Lung Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16). doi:10.3390/ijms22168854

Tamassia, N., Bianchetto-Aguilera, F., Arruda-Silva, F., Gardiman, E., Gasperini, S., Calzetti, F., & Cassatella, M. A. (2018). Cytokine production by human neutrophils: Revisiting the “dark side of the moon”. *European Journal of Clinical Investigation*, 48(S2). doi:10.1111/eci.12952

Tikhonov, D. B., & Zhorov, B. S. (2017). Mechanism of sodium channel block by local anesthetics, antiarrhythmics, and anticonvulsants. *Journal of General Physiology*, 149(4), 465-481. doi:10.1085/jgp.201611668

Tsoi, K. K. F., Ho, J. M. W., Chan, F. C. H., & Sung, J. J. Y. (2019). Long-term use of low-dose aspirin for cancer prevention: A 10-year population cohort study in Hong Kong. *International Journal of Cancer*, 145(1), 267-273. doi:10.1002/ijc.32083

Veenith, T., Martin, H., Le Breuil, M., Whitehouse, T., Gao-Smith, F., Duggal, N., . . . Moss, P. (2022). High generation of reactive oxygen species from neutrophils in patients with severe COVID-19. *Scientific Reports*, 12(1). doi:10.1038/s41598-022-13825-7

Vellinga, R., Eleveld, D. J., Struys, M., & van den Berg, J. P. (2023). General purpose models for intravenous anesthetics, the next generation for target-controlled infusion and total intravenous anesthesia? *Curr Opin Anaesthesiol*, 36(5), 602-607. doi:10.1097/ACO.0000000000001300

Venuta, A., Nasso, R., Gissona, A., Iuliano, R., Montesarchio, S., Acampora, V., . . . Ruocco, M. R. (2023). Celecoxib, a Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drug, Exerts a Toxic Effect on Human Melanoma Cells Grown as 2D and 3D Cell Cultures. *Life*, 13(4). doi:10.3390/life13041067

Wang, D.-S., Penna, A., & Orser, B. A. (2017). Ketamine Increases the Function of γ -Aminobutyric Acid Type A Receptors in Hippocampal and Cortical Neurons. *Anesthesiology*, 126(4), 666-677. doi:10.1097/aln.0000000000001483

Winterbourn, C. C., Kettle, A. J., & Hampton, M. B. (2016). Reactive Oxygen Species and Neutrophil Function. *Annual Review of Biochemistry*, 85(1), 765-792. doi:10.1146/annurev-biochem-060815-014442

Xiao, Y., Cong, M., Li, J., He, D., Wu, Q., Tian, P., . . . Hu, G. (2021). Cathepsin C promotes breast cancer lung metastasis by modulating neutrophil infiltration and neutrophil extracellular trap formation. *Cancer Cell*, 39(3), 423-437.e427. doi:10.1016/j.ccell.2020.12.012

Xie, S., Ma, W., Guo, Q., Liu, J., Li, W., McLeod, H. L., & He, Y. (2018). The pharmacogenetics of medications used in general anesthesia. *Pharmacogenomics*, 19(3), 285-298. doi:10.2217/pgs-2017-0168

Yap, A., Lopez-Olivo, M. A., Dubowitz, J., Hiller, J., & Riedel, B. (2019). In reply: Comment on “Anesthetic technique and cancer outcomes: a meta-analysis of total intravenous versus volatile anesthesia”. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*, 67(1), 152-153. doi:10.1007/s12630-019-01423-7

Yi, S., Tao, X., Wang, Y., Cao, Q., Zhou, Z., & Wang, S. (2022). Effects of propofol on macrophage activation and function in diseases. *Frontiers in Pharmacology*, 13. doi:10.3389/fphar.2022.964771

Zhao, J., & Jin, J. (2022). Neutrophil extracellular traps: New players in cancer research. *Frontiers in Immunology*, 13. doi:10.3389/fimmu.2022.937565

Zhong, J., Hu, J., Mao, L., Ye, G., Qiu, K., Zhao, Y., & Hu, S. (2022). Efficacy of Intravenous Lidocaine for Pain Relief in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Medicine*, 8. doi:10.3389/fmed.2021.706844

Zhou, C., Douglas, J. E., Kumar, N. N., Shu, S., Bayliss, D. A., & Chen, X. (2013). Forebrain HCN1 Channels Contribute to Hypnotic Actions of Ketamine. *Anesthesiology*, 118(4), 785-795. doi:10.1097/ALN.0b013e318287b7c8

Zhou, C., Liang, P., Liu, J., Ke, B., Wang, X., Li, F., . . . Chen, X. (2015). HCN1 Channels Contribute to the Effects of Amnesia and Hypnosis but not Immobility of Volatile Anesthetics. *Anesthesia & Analgesia*, 121(3), 661-666. doi:10.1213/ane.0000000000000830

BÖLÜM VIII

Yoğun Bakımda Endokrin Aciller

Melek DOĞANCI¹

Giriş:

Endokrin acilleri nispeten nadir olmasına rağmen, yaşamı tehdit edici nitelikte durumlardır. Endokrin fonksiyondaki ani bir değişiklik yoğun bakım hastalarında ciddi sekellere neden olabilir (1). Endokrin krizler genellikle ikincil bir olayla, çoğunlukla bir enfeksiyon durumuyla tetiklenir ve klinik tetikleyici hastalıkla karışabileceğinden altta yatan endokrin bozukluk kolaylıkla gözden kaçabilir. Bu durumların zamanında teşhis edilememesi kritik hastalarda sonucu ve prognozu önemli ölçüde etkilemektedir (2). Bu makalede yoğun bakımda en sık karşılaşılan erişkin endokrin acil durumlar ve akut yönetimlerinden bahsedilecektir. Bunlar; diyabetik ketoasidoz (DKA), hiperglisemik hiperosmolar koma (HHK),

¹ Yoğun bakım uzmanı. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Atatürk Sanatoryum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Ankara, Türkiye

hipoglisemi, miksödem koması, tiroid fırtınası, adrenal yetmezlik, diyabetes insipidus'tur.

Glisemik Bozukluklar:

Kritik hastalıklarda strese bağlı artan kortizol glukoneogenezi teşvik ederken aynı zamanda periferik glikoz alımını bozar. Salgılanan büyüme hormonu ile insülin antagonize olur, katekolaminlerin de insülin salınımını engellemesiyle insülin direnci, hiperglisemi ve glikoz intoleransı meydana gelir. Kullanılan ilaçlar, karaciğer hastalığı gibi altta yatan hastalık durumları bu etkileri arttırabilir (3). Stresin ortadan kalkmasıyla insülin ihtiyacı da azalmaktadır.

Kılcal damar seviyelerinden bakılan kan şekeri düzeyi hatalı olabileceğinden yoğun bakımlarda arteriyel kan gazı numunesi ile takip önerilmektedir (4).

Numune alınırken, alınan hattan glukoz ya da insülin içeren solüsyon gitmediğine emin olunmalıdır.

1. Diyabetik Ketoasidoz:

DKA'un patofizyolojisinin daha anlaşılır olması, elektrolit bozukluklarının daha yakından takip edilmesi nedeniyle son 20 yılda DKA'a bağlı ölümlerde azalma görülmüştür (5).

Yeni tanı konmuş, akut olarak hastalanmış tip 1 Diyabetes Mellitus (DM) hastaları başta olmak üzere, tip 2 DM hastalarında katabolik stres yaratan akut hastalık durumlarının olması ve insülin tedavisinin aksatılması durumlarında da gelişebilir. En yaygın hazırlayıcı faktör insülin eksikliğinin bir enfeksiyon durumuyla karşılaşması olup diğer olası faktörler pankreatit, alkol kullanımı,

travma, yanık, serebrovasküler olaylar, miyokard infarktüsü, insülin tedavisindeki hatalar (insülini kesme, doz yetersizliği, hatalı enjeksiyon tekniği, vb.), diyet sırasında yapılan hatalar, yeme bozuklukları (özellikle tekrarlayan DKA öyküsü olan tip 1 diyabetli genç kızlarda kilo alma korkusu, hipoglisemi korkusu), karbonhidrat toleransını bozan ilaçlar (kortikosteroidler, tiyazid grubu diüretikler, adrenerjik agonistler), hipertiroidi, feokromositoma ve akromegali gibi durumlardır (6).

Klinik bulgular:

Poliüri, polidipsi, ağız kuruluğu, nefes darlığı, kilo kaybı, iştahsızlık, bulantı, kusma, karın ağrısı, kramplar ve tetikleyici bir hastalık varsa ona ait belirti ve semptomlar bulunur. Fizik muayenede, ozmotik etkilere bağlı deri turgorunda azalma, sıcak kuru cilt, hipotansiyon, taşikardi görülürken metabolik asidozu kompanze etmek için ise takipne (Kussmaul solunumu) olur. Ayrıca batında hassasiyet, ağızda keton kokusu, letarji, zihinsel küntleşme ve koma gibi muayene bulguları da karşımıza çıkabilir (2, 3).

Tanı:

DKA tanısını koyarken bazı kriterlerin olması gerekir. Bunlar; plazma glukoz düzeyinin 250 mg/dL'nin üzerinde olması, 3 mmol/L üstünde ketonemi varlığı, idrarda ketonun ++ olması, kan pH'nın ≤ 7.30 olması, (artmış anyon açıklı metabolik asidoz), serum bikarbonat düzeyinin ≤ 15 mEq/L olması, dehidratasyon ve asidoza bağlı olarak hafif ya da orta derecede lökositoz ($10.000-15.000/mm^3$) varlığı, nadiren serum amilaz ve lipaz düzeylerinin normalin üst sınırının 2-3 katı olmasıdır (5). Bazen keton cisimlerinin varlığı sonucu yanlış yüksek kreatinin sonuçları

görülebilmektedir. Sıklıkla yüksek anyon gapli metabolik asidoz olmakla birlikte sık kusmalara bağlı hiperkloremik metabolik asidoz ya da miks asidoz da oluşabilmektedir (6).

Terapötik yönetim:

Şiddetli DKA olan hastalar yakın takip ve tedavi gerektirdiğinden yoğun bakım koşullarında takip edilmelidir. Tedavi hedefimiz; dolaşım hacmini ve doku perfüzyonunu düzenlemek, serum glukoz ve osmolalitesini normal sınırlara getirmek, idrar ve serumdaki keton cisimlerini temizlemek, elektrolit dengesini düzeltmek ve metabolik dekompanse durumun gelişim sürecindeki kolaylaştırıcı faktörleri tanımlamak olmalıdır.

Tedavi 4 bölümden oluşur.

1. Sıvı açığının yerine konulması: DKA'da ortalama 5-7 litre kadar sıvı açığı vardır. Sıvı replasmanı ile hipoperfüzyonu düzeltmek, insülin direncini kırmak ve glomerüler filtrasyonu düzeltmek hedeflenir. Genellikle replasman sıvısı olarak %0,9 sodyum klorür kullanılır (7). Övolemik sağlandıktan sonra aşırı sıvı replasmanına devam edilmesi serebral ve pulmoner ödeme neden olabileceği için dikkatli olunmalıdır (3).

2. İnsülin tedavisi: İnsülin 0.1 ünite/kg/sa infüzyon hızıyla başlanır, saatlik ölçülen kan şekeri değerlerine göre doz ayarlaması yapılır. İlk saatte %10luk bir kan şekeri düşüşü olmazsa insülin dozu artırılır. Kan şekeri 250'nin altına indiğinde %5 dekstroz eklenerek insülin infüzyon dozu 0.02-0.05 ünite/kg/saat dozuna düşülür (8). 2 saat arayla kangazı takibi yapılarak, venöz pH >7.30 ve serum bikarbonat >18 mmol/lit değerlerine ulaşana kadar insülin infüzyonuna devam edilir. Gereken değerlere ulaşıldığında hastaya

oral beslenme başlanarak insülin infüzyonu kesilir ve subkutan insüline geçilir. İnsülin infüzyonu, geçişi kolaylaştırmak için ilk subkutan dozdan 4 saat sonra durdurulmalıdır (6).

3. Elektrolit replasmanları: DKA’da hipopotasemi osmotik kayıba ve insülin tedavisi sonrası potasyumun hücre içine geçmesine bağlıdır. Serum potasyumunu 3.5-5.5 arasında tutmak amaçlı potasyum replasmanı yapılmalıdır. Uygulama hızı 20mmol/sa hızı geçmemelidir.

Serum fosfat düzeyi 1.5mg/dl altında olduğunda ya da tedavi sırasında miyokardiyal kasılmanın azalması, solunum yetmezliği, rabdomiyoliz gibi hipofosfatemi durumları gözlenmesi durumunda fosfat replasmanı yapılmalıdır.

4. Bikarbonat replasmanı: İnsülin tedavisine başlandığında lipolizin baskılanmasıyla sıklıkla asidoz düzeldiği için bikarbonat tedavisine ihtiyaç olmaz. pH <7.0 olduğunda bikarbonat replasmanı yapılır. pH<6.9 ise 100mmol NaHCO₃ 2 saatte infüzyon pH: 6.9-7.0 arası ise 50mmol 2 saat infüzyon olacak şekilde 2 saatlik kangazı ölçümleriyle pH>7.0 oluncaya kadar NaHCO₃ infüzyonuna devam edilir (8).

2. Hiperglisemik Hiperosmolar Koma:

DKA’un kliniğine ve patogenezin benzemesine rağmen DKA’dan daha az sıklıkta görülmektedir ancak daha yavaş klinik seyirli olduğu için hastalar daha geç hastaneye ulaştıklarından mortalitesi daha yüksektir (6). Genellikle 50 yaş üstü, daha önceden tanı almamış ilk kez diyabetle başvuran tip-2 DM hastaları ya da ciddi derecede susuz kalmış, hiperglisemik ve sıklıkla komada olan hastalardır (2).

Klinik bulgular:

Klinik semptomlar günler içinde ilerlediği için derin dehidratasyon ve metabolik sorunlar ile gelirler. Poliüri, polidispsi, halsizlik, güçsüzlük, taşikardi, hiperosmolar durum ve elektrolit bozukluğuna bağlı bilinç değişikliklikleri gözlenebilir. Hücre içi alandan intravasküler alana sıvı kaymaları olduğundan ilk aşamada dehidratasyonun ciddiyeti maskelenmektedir (3).

Tanı:

Tanı kriterleri:

- Hipovolemi
- Plazma glukoz düzeyinin 600mg/dl üstünde olması
- Plazma osmolaritesinin 320mOsm/kg üstünde olması
- Plazmada veya idrarda keton bileşiklerinin olmaması

Bilinç bozukluğu (Glaskow koma skalası <12), hemodinamik bozukluk (SKB<90mmHg, SpO₂ <%92, kalp hızı <60atım/dk yada >100atım/dk), kan değeri anormallikleri (pH<7, serum potasyum<3.5mmol/l, serum keton>6mmol/l, serum HCO₃<5mmol/l, anyon açığı>16) kriterlerinden birinin karşılanması durumunda yoğun bakım endikasyonu vardır (3).

Terapötik yönetim:

HHK'nın tedavi amacı, volumun ve elektrolit kayıplarının yerine konulması ve osmolaritenin düzeltilmesinin yanında trombotik olaylar ve enfeksiyonlar gibi komplikasyonların önlenmesi olmalıdır.

Bu hastalarda çok derin bir sıvı açığının yanında sodyum ve klorür açığı da olduğu için sıvı seçiminde ilk tercih %0,9 sodyum klorür olmalıdır. Sıvı replasmanında ilk saat 1000-1500 ml hızlı bolus mayi sonrası ilk 2-4. saatlerde 500-750 ml/st hızında sıvı replasmanı yapılır.

Serum osmolalitesi, sodyum ve kan şekeri değerleri saatlik olarak kontrol edilir. Plazma glukozunun düşme hızı yaklaşık 100 mg/dl/saat, osmolalitenin düşme hızı ise 3-8 mOsmol/kg /sa hedeflenmelidir. Serum sodyum düzeyindeki azalma günde 10 mmol/l'ten fazla olmamalıdır (9,10).

İnsülin tedavisi ilk tercih değildir. Yeterli sıvı replasmanından önce verildiğinde osmolaritenin hızlıca düşmesine neden olarak kardiyovasküler kollapsa neden olabilir. Hasta övolemik olmasına rağmen kan şekerinde düşme sağlanamıyorsa o zaman başlanır (3).

Potasyum değeri de yakından takip edilip, düşüklüğü durumunda replasmanı yapılmalıdır.

Ayrıca hiperozmolar durum tromboz riski artıracağından eğer herhangi bir kontrendike durum yoksa tromboprolaksi başlanmalıdır.

3. Hipoglisemi:

Hipoglisemi yoğun bakımlarda sıklıkla karşılaşılan, genellikle agresif ya da yanlış kullanılan insülin veya diyabetik ilaçlar sonucu meydana gelen ancak karaciğer yetmezliği, hipotiroidizm, adrenal yetmezlik ve aşırı alkol kullanımı gibi diğer sebeplerden kaynaklı da olabilen acil glisemik bir sorundur. Non-diyabetik hastalar için glisemi ≤ 50 mg/dL olması hipoglisemi olarak

kabul edilirken bu sınır DM’li hastalar için Amerikan Endokrin Cemiyeti (ADA) tarafından ≤ 70 mg/dL olarak tanımlanmıştır (6).

Klinik bulgular ve Tanı:

Klinik olarak, terleme, taşikardi, titreme, anksiyete, bulantı, serebral glukoz azalmasına bağlı bilinç bozukluğu, konfüzyon, ataksi, baş dönmesi, konuşma bozukluğu, konsantrasyon güçlüğü görülebilir. Bu durum fokal/jeneralize nöbetlere, felç veya komaya kadar ilerleyebilir. Bilinci kapalı veya sedasyon alan hastalarda klinik özellikler maskelenebileceği için sık kan şekeri takibi yapmak gerekir.

Terapötik yönetim:

Tedavide; hedef kan şekeri değeri 110mg/dl’dir. Oral alımı olan hastalarda 15-20 gr glukoz meyvesuyu, kesme şeker veya çikolata gibi yağ içerikli ürünler ile verilerek normoglisemi yeniden sağlanmalı, uzun etkili insülin preparatlarından kaçınılmalı, insülin kullananlarda kısa etki süreli insülinler tercih edilmeli.

Yoğun bakım hastaları genellikle oral beslenemeyen, bilinci kapalı ya da yutamayan hastalar olduğu için bu tarz hastalarda 75-100ml %20 glukoz (ya da 150-200ml %20 glukoz) iv yoldan verilir, 10-15 dakika sonra kan şekeri kontrolü yapılır. Bu sırada hipogliseminin nedenini araştırıp, uzun etkili insülin veya uzun etkili oral antidiyabetik ilaç almadığından emin olunmalıdır. Glukagon (1mg iv/im/sc) tip-1 DM ağır hipoglisemi durumunda alternatif olabilir. Ancak bu durum, karaciğer glikojen depolarını harekete geçirdiği için oral alımı az olan hastalarda veya ciddi düzeyde karaciğer rahatsızlığı olanlarda etkisi daha az olacaktır. Ayrıca

glukagon sulfonilüreeye bağı hipoglisemilerin tedavisinde insülin sekresyonunu artıracığı için kullanılamamaktadır (11).

Tiroid Fonksiyon Bozuklukları:

1. Miks Ödem Koması:

Miksödem koması, günümüzde sağık taramaları ve farkındalık kaynaklı nadir görölse de, geliştiğinde mortalitesi tedaviye rağmen yüksek olan, mental durum bozukluğu, hipotermi gibi semptomlarla karakterize, sıklıkla yaşlı kadınlarda görülen ölümcül ciddi bir hipotiroidizm durumudur.

Genellikle yeterli tedavi almamış ya da tanı konulamamış hipotiroidi hastasında tetikleyici bir faktörün araya girmesiyle gelişmektedir. En yaygın tetikleyici faktörler olarak; cerrahi, travma, sepsis, yanık, ilaçlar (lityum, sedatifler, amiodaron, anestezik ajanlar), hipotermi, gastrointestinal kanama sayılabilir (2, 12).

Klinik bulgular:

Miks ödem komasının belirgin özellikleri; hipotermi ve bilinç bozukluğudur. Her ne kadar koma denilse de bilinç bozukluğu sıklıkla koma düzeyinde değildir. Değişiklik bilinç değişiklikleri olabileceğı gibi sıklıkla letarji ve konfüzyon aşamasındadır. Yoğun bakım hastalarında enfeksiyon sık görüldüğü için, hipotermi vücut sıcaklığında düşüklük şeklinde kendini gösterebilirken, aktif bir enfeksiyona ateş yanıtının olmamasıyla da kendini gösterebilir.

Kuru cilt, gode bırakmayan ödem, makroglossi, saç dökülmesi, tendon reflekslerinde yavaşlama gibi hipotiroidi bulguları görülür. Merkezi sinir sisteminin depresyonundan dolayı hipoksi ve hiperkapniye eğilim ve buna bağı solunum yetmezliğı

görülmektedir. Ayrıca solunum kaslarının zayıflığı, plevral efüzyon, obezite, makroglossi varlığı da solunum yetmezliğini tetikler.

Kalbin kasılmasında azalmaya bağlı kalp debisinde azalma, bradikardi, sistolik hipotansiyon, sistemik vasküler rezistansın artmasıyla diyastolik hipertansiyon, kalp seslerinin derinden duyulması, perikardiyal efüzyon, uzamış QT aralığı görülebilmektedir.

Tanı:

Uygunsuz Antidiüretik Hormon (ADH) Sendromu ya da eşlik eden adrenal yetersizlik sonucu hiponatremi hastaların hemen hemen yarısında mevcuttur. Hipotalamik-hipofizer bozukluğa bağlı meydana gelen adrenal yetmezlik sonucu hipoglisemi de görülebilmektedir. Hiponatremi, hipoglisemi hipotermi, hiperkapni, bilinç değişikliği ve otoimmün adrenal hastalık veya tablosu olan hastalarda miks ödem koması akla gelerek tiroid fonksiyon testlerine bakılmalıdır. Serum T₄ düzeyi genelde düşük olup, Tiroit Stimülan Hormon (TSH) primer hipotiroidizmde yüksek, santral hipotiroidizmde düşük, normal veya biraz yüksek olabilir.

EKG’de sinüs bradikardisi, sol dal bloğu, atrioventriküler blok, nadiren torsades de pointes, düşük voltaj, uzamış QT, nonspesifik ST-T değişiklikleri, akciğer grafisinde kardiomegali görülebilir.

Terapötik Yönetim:

Miksödem koması mortalitesi yüksek bir hastalık olduğu için, tedavisine hızlı bir şekilde başlamak gereklidir.

Tedavinin 3 bileşeni vardır:

1. Tiroid hormon tedavisi:

Gastrointestinal absorpsiyonun bozulmasından dolayı ilaçlar iv yoldan verilmelidir. Oral tedaviye, hasta klinik olarak iyileştikten sonra geçilmelidir. T3 her ne kadar hızlı başlangıçlı olması ve miksödemde T4'ün T3'e dönüşümünün bozulabileceği şüphesiyle bazıları tarafından tercih edilse de, bu preparasyonun zor temini ve hızlı uygulama ile kardiyak etkilere yol açması nedeniyle mortaliteyi artırma potansiyeli mevcuttur (12,13).

T₃ ve T₄ dozlarının uygun dozları konusunda halen fikir ayrılıkları mevcuttur. Ancak çalışmalar, ara dozdan ziyade yüksek doz ya da düşük dozun verilmesi gerektiğini savunmaktadır (14). Genellikle T₄ preparatı verilecekse 300-500mcg tiroksin yükleme dozu sonrası 50-100mcg iv günlük doz hasta oral T₄ preparatı alana kadar devam edilir. Eğer T₃ yani triiyoditironin verilecekse 5-20 mcg başlangıç dozunu takiben; 2.5-10 mcg 8-12 saatte bir idame doz olacak şekilde verilir (2,12,13).

2. Hızlandırıcı faktörlerin tedavisi: Tiroid hormon konsantrasyonlarının artması hızla miyokard enfarktüsü ya da atriyal aritmileri hızlandırabilir. Bu nedenle bu hastalar yoğun bakımda monitorize bir şekilde tedavi edilmelidir. Ayrıca elektrolit imbalansı durumu kötüleştirebileceğinden yakın takip edilip, düzeltilmelidir.

3. Destekleyici tedavi: Oksijen tedavisi, pasif ısıtma, mekanik ventilasyon desteği (invaziv ya da non-invaziv), glukokortikoid tedavisi ve vazopressörlerin kullanılması gerekli olabilir.

Hızlı ısınma dolaşım bozukluğuna neden olabileceği için pasif ısıtma önerilmektedir.

Miks ödemle birlikte sıklıkla adrenal yetmezlik de görülebileceğinden stres dozunda (100mg hidrokortizon 8-12 saatte infüzyon) steroid verilmelidir.

2. Tiroid Fırtınası:

Hipertiroidizm bulgularının hayatı tehdit edici şekilde abartılı oranda artmasıyla görülen, nadir görülen ancak mortalitesi yüksek tiroid bezi komplikasyonudur. Ciddi enfeksiyonlar, miyokard infarktüsü, diyabetik ketoasidoz, cerrahi, travma, serebrovasküler olay, pulmoner trombo-embolizm, tiroid bezi travması veya cerrahisi, doğum, iyot tedavisi veya anti-tiroid ilaçların kesilmesi gibi hızlandırıcı faktörler ile aşırı hormon üretiminin arttığı durumlar neden olabilmektedir (15).

Klinik bulgular ve Tanı:

Tanı, ciddi tirotoksikoz bulguları ve sistemik bulguların yardımıyla klinik olarak konur. Klinikte artmış vücut ısısı, santral sinir sistemi bulguları (bilinç bozukluğu, ajitasyon, deliryum, koma), kardiyovasküler sistem bulguları (Atrial fibrilasyon, aritmiler, kalp yetmezliği, miyokard infarktüsü), gastrointestinal sistem bulguları (bulantı, kusma, gastrointestinal kanamalar, karaciğer yetmezliği, diyare) görülmektedir (12,13). Klinikte görülen bu hipermetabolik durumlar bazen nöroleptik malign semptom, feokromasitoma, malign hipertermi gibi acil durumlar ile karışabilmektedir (15).

Laboratuvar bulguları olarak hipertiroidi bulguları yani serbest T4 ve T3 seviyelerinin yükselip negatif feedback ile TSH düzeyinin baskılanması beklense de eş zamanlı tiroid dışı hastalıklar

T3 ve T4 düzeylerini etkileyebildiğinden tiroid fırtınasının asıl tanısı klinik olarak konulmaktadır.

Terapötik yönetim

Tedavide bazı temel prensipler mevcuttur:

1. Destekleyici tedavi ve semptomatik tedavi

Sıvı elektrolit desteği, solunum desteğine yönelik oksijen tedavisi, hipertermiyi önlemeye yönelik çevresel soğutma ve antipiretikler, hemodinamik desteğe yönelik hipertansiyon, kardiyak aritmiler ve kalp yetmezliği gibi durumların tedavisini içermektedir. Salisilatlar tiroid hormonunu tiroid bağlayıcı globulinden uzaklaştırabilirler, bu nedenle salisilat kullanımından kaçınmak gerekir (13). Yakın hemodinamik takip ve desteğin sağlanması için yoğun bakım takibi önemli yer tutar.

2. Hipertiroidinin etkisini azaltan tedavisi:

Propiltiyoürasil hormon sentezini ve T4'ün T3'e dönüşümünü engellediği için ilk basamak tedavidir. Enteral ya da rektumdan 600-1000 mg yükleme dozunun ardından 4-6 saatte bir 200-250mg dozlar uygulanabilir. Propiltiyoürasile alternatif olarak karbimazol (günde 20-30mg p.o.) ya da oral alamayan hastalarda i.v. metimazol (4-6saatte bir 20mg) de kullanılabilir. Ancak etkinlikleri propiltiyoürasile göre kısmen düşüktür.

Tiroid hormon salgılanmasının azaltılması için, satüre potasyum iyodür (3-5 damla/6 saat), lugol solüsyonu (4-8 damla p.o./6-8 saat), sodyum ipodat (1-3 g/gün p.o.), iyopanoik asit (1 g p.o./8 saat 24 saat, sonra 500 mg p.o./12 saat) kullanılabilir. Verilen iyot, yeni tiroid sentezine girip hipertiroidiyi kötüleştirebilir, bu

nedenle iyot tedavisinin thionamidlerin kullanımından en az 30 dk sonra verilmesi gerekir. Lityum T4'ün T3'e dönüşümünü engellediği için iyot allerjisi olan hastalarda alternatif olarak kullanılabilir. Dar terapötik aralığı nedeniyle sık kan düzeyi bakılarak verilmelidir.

Ayrıca kortikosteroidler de T4'ün periferik dönüşümünü engellediği için rutin olarak kullanılmaktadır. Glukokortikoid üretimi artmasına rağmen adrenal rezerv yetersiz kaldığından glukokortikoidler stres dozunda (hidrokortizon 50–100 mg/6–8 saat iv) verilmelidir.

Kolestiramin tiroid hormonunun enterohepatik dolaşımını engellemek amacıyla günde 2 kez 1-4 gr olarak kullanılabilmektedir.

Periferik klinik etkileri azaltmak için beta blokerler kullanılır. T4-T3 dönüşümünü inhibe eden propranolol 60-120mg 6 saatte bir p.o. ya da 0.5-1mg iv yavaş puşe sonrası monitörizasyon eşliğinde 1-2mg 15dk arayla verilebilir. Alternatif olarak esmolol 250-500mcg/kg yükleme dozu sonrası 50-100mcg/kg/dk hızında infüzyon olarak verilebilir.

Dirençli durumlarda tiroid hormonunu vücuttan uzaklaştırmak için periton diyalizi, plazmaferez, tiroidektomi gibi ciddi müdahaleler gerekebilmektedir (12).

3. Hızlandırıcı/altta yatan hastalığın tedavisi

Altta yatan presipite eden hastalık mutlaka tedavi edilmelidir. Enfeksiyon, ağrı, stres, diyabetik ketoasidoz gibi durumların tedavisi sağlanarak kontrol altına alınması tiroid fırtınasının tedavisinde son derece önemlidir.

Adrenal Bozukluklar:

Adrenal Yetmezlik:

Adrenal yetmezlik durumu hayatı tehdit edici ve acil tedavi gerektiren bir durumdur. Adrenal yetmezlik primer, sekonder ve tersiyer olarak sınıflandırılmakta olup en sık primer adrenal yetmezlik görülmektedir. En sık nedenleri, otoimmün bozukluklar, steroid tedavisinin ani kesilmesi, operasyon ya da travma nedenli adrenal ya da hipofizer hasar, enfeksiyon veya adrenal bezde kanamadır (2, 16).

Yoğun bakımda yaşanan yoğun stres nedeniyle meydana gelen karmaşık mekanizmalar adrenal yetmezlik tanısını zorlaştırabilmektedir. Stres durumunda yeterli kortizol salgılanamayıp stresle başa çıkılamadığı durumlarda adrenal yetmezlik söz konusu olmaktadır. Bu duruma ilk başlarda “adrenal tükenme”, “görece adrenal yetmezlik” denilse de sonradan ismi “kritik hastalık ile ilişkili kortikosteroid yetmezliği (KHİKY)” olarak değiştirilmiştir. Bu yazı da adrenal yetmezliklerden daha çok KHİKY’den bahsedilecektir.

Klinik bulgular:

Klinikte halsizlik, bulantı, kusma, kilo kaybı, karın ağrısı, eklem ağrısı, ateş, konfüzyon, vazopresör ajan ve sıvı tedavisine yanıt vermeyen hipotansiyon, şok durumu, mekanik ventilasyon süresinde artış, hemodinamik bozukluk, hiperpigmentasyon ile karşımıza çıkmaktadır.

Laboratuvar bulguları olarak; Hipoglisemi, hiponatremi, hiperkalemi, eosinofili, hiperkalsemi, asidoz görülebilmektedir.

Tanı:

Tanıda kortizol değeri için net bir eşik değeri ya da altın standart bir test bulunmamaktadır. Genel görüş, tanı için Adrenokortikotropik Hormon (ACTH) uyarı testinin kullanılmasıdır.

Kortizol için kesin bir eşik değeri olmasa da, serum kortizolü 10mcg/dL altı değerin spesifikite oranı %90'dır. 35mcg/dL'nin üstü değerler ise ekartasyonda kullanılabilir (17). KHKY tanısında serum ACTH düzeyinin ölçümü önerilmemektedir.

ACTH stimülasyon testi için iv olarak kortotropin 250mcg verilerek 0, 30 ve 60.dakikalarda serum kortizol düzeylerine bakılır. Serum kortizol düzeylerinin başlangıçtan en az 9 mcg/dL artması ya da 60. Dakikadaki değeri 18mcg/dL'den büyük olması adrenal yetmezliği dışlar (2,17). Tanıdan büyük ölçüde eminsek, test sonuçları beklenmeden tedaviye başlanabilir.

Terapötik Yönetim:

Tanı konulmadan yoğun bakıma gelen hastalar genellikle yüksek miktarda sıvı resüsitasyonu almış ancak tedaviye dirençli hipotansiyonu olan hastalar olduğu için, dikkatli bir şekilde (yaklaşık 2-3lt izotonik kristaloid) sıvı replasmanı yapılmalıdır (18). Hemodinamik anstabilite yönünden yoğun bakımda takipleri önemlidir.

Temel tedavi kortikosteroid replasmanıdır. Hidrokortizon 50-100mg/ 6-8saat infüzyon şeklinde verilir. Hiperglisemi riskinden dolayı bolus enjeksiyon yerine, düşük dozda sürekli infüzyon tercih edilmektedir. Hastanın genel durumu düzeldiğinde, vazopressör ihtiyacı kalmadığında doz her gün %50 azaltılarak, oral replasman

tedavisine geçilene kadar devam edilir. Ne kadar süre verileceği ile ilgili yeterli veri bulunmamakla birlikte önerilen, 3 günden uzun olmasıdır (13,17).

Tedavide önemli bir diğer nokta da, adrenal krizi tetikleyen durumların (bakteriyal bir enfeksiyon, viral gastroenterit vb.) uygun bir şekilde tedavi edilmesidir.

Hipofiz Bezi Bozuklukları:

Diyabetes İnsipidus:

Diyabetes insipidus (Dİ) nadir görülen (1/25.000) ve tedavi edilmediğinde hastanın yaşam kalitesini olumsuz etkileyen bir durumdur. Dİ sıklıkla, idrar osmolalitesi 300 mOsmol/kg'ın altında iken, 24 saatte idrar hacminin 3-3,5 litreden fazla olması olarak tanımlanmaktadır. Çoğu vakada idrar hacmi 24 saatte 3-3,5 litreden daha fazla olmaktadır. Santral, nefrojenik, dipsojenik (primer polidipsi) ve gestasyonel olmak üzere dört çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan en sık görülenleri santral ve nefrojenik Dİ'dur (19,20).

Santral Dİ, ADH üretiminin eksikliği sonucu olmaktadır. Sıklıkla sebep; travmatik beyin yaralanması, tümörler, enfeksiyonlar, arka hipofiz veya hipotalamusta kanama olmakla birlikte genetik ya da beyin cerrahisi sonrası iatrojenik kaynaklı da olabilmektedir. Nefrojenik Dİ ise, terminal distal kıvrımlı tübülün veya toplama kanalının ADH'ye duyarsızlığı sonucu oluşmaktadır. En sık nedenleri; lityum tedavisi veya diğer ilaçlar (foskarnet, klozapin), hiperkalsemi, hipokalemi, yaşlanma ve protein malnütrisyonudur (21).

Klinik ve Laboratuvar Bulguları:

Dİ'da ADH mekanizmasının bozulması sonucu, elektrolit dengesizlikleri, su kaybı, serum ve idrar ozmolalitesinde değişiklikler meydana gelir. Serum sodyum düzeyleri >145 mEq/, serum ozmolalitesi >295 mOsm/kg olması santral veya nefrojenik Dİ'ü gösterirken, düşük serum sodyum düzeyi, normal veya düşük serum ozmolalitesi (< 285 mOsm/kg) primer polidipsiyi işaret etmektedir. Hipovolemi, hipotansiyon, konfüzyon, ajitasyon, kuru mukoza ve cilt, kilo kaybı, idrar ozmolalitesi <200 mOsm/kg, idrar sodyum düzeyinde azalma görülebilmektedir (21).

Tanı:

Dİ için tanının, hastanın oral alımının normal olduğu ve sonuçları değiştirecek bir ilaç almadığından emin olunduğu durumlarda konulmalıdır.

Klinik olarak; anamnez ve fizik muayene ile şüphelenilen hastalarda polidipsi, poliüri, noktüri görüldüğü durumda plazma ozmolalitesi hesaplanarak, poliürinin doğrulanması için 24 saatlik idrar hacmi biriktirilir. İdrar ozmolalitesi ve plazma elektrolitleri de inceleme sırasında oldukça önemlidir. Tanıdan şüphelenildiğinde sıvı kısıtlama testi yapılarak, hastanın idrar atılımı, idrar ozmolalitesi, plazma sodyumu ve plazma ozmolalitesi düzenli olarak ölçülür (22). Sıvı kısıtlama testi primer polidipsi ile Dİ'un ayrıcı tanısı için yapılır. Bu testte hasta 8 saat susuz bırakılır ve idrar dansitesi 1008'in altında ve idrar osmolaritesi 300 mosm'nin altında ise Dİ var diyebiliriz.

Bir sentetik ADH olan desmopressin'in (DDAVP) ekzojen uygulanmasından sonra, hastanın idrar ozmolalitesi, DDAVP

uygulamasından önceki osmolaliteyle karşılaştırılır. Testin sonunda sağlıklı bireylerde idrar osmolalitesi 800 mOsm/kg'ın üzerinde olmalı ve idrar osmolalitesinde artış olmamalıdır. Hem nefrojenik hem de santral Dİ'da idrar osmolalitesi 300 mOsm/kg'ın altında olur. DDAVP'ye verilen yanıt ise nefrojenik ve santral Dİ ayrımını yapmamızı sağlar (23).

Terapötik yönetim:

Hiperosmolaritenin tedavisinde enteral su yeterli olmadığında %5 dekstroza da tedaviye eklenebilmektedir. Hiperglisemi, yüklenme ve hipernatreminin hızlı düzeltilmesinden sakınmak için verilen sıvı miktarı 500-750mL/saati geçmemelidir.

Santral Dİ'nin tedavisinde, DDVAP kullanılır. DDAVP, endojen hormon ADH'nin sentetik bir analogu olup ADH ile kıyaslandığında daha düşük antidiüretik etkiye sahiptir. DDAVP oral, intranazal veya parenteral olarak kullanılabilir. Uygulandıktan 1-2 saat sonra idrar çıkışları azalır. Etki süresi 6-18 saat arasında değişir. Karaciğerde ilk geçiş metabolizmasını önlediği için intranazal ve intravenöz yol en çok tercih edilen yollardır (24).

Nefrojenik Dİ'de DDAVP kullanımı etkili değildir çünkü asıl bozukluk ADH salınımında eksikliğin olması değil, nefronda ADH'ye duyarsızlıktan kaynaklıdır. Edinsel nedenlerde altta yatan nedenin eliminasyonu gerekir. Poliüriyi azaltmak için diüretik ve nonsteroidal anti inflamatuvar ilaçlar kullanılabilir.

Dipsojenik Dİ da ise ideal yaklaşım, hastaya uygulanan davranışsal terapi ile su alımını azaltmaya çalışmaktır. Eğitim, grup terapisi, dengeli beslenme, kilo kontrolü, ağız kuruluşuna yol açan ilaçlardan kaçınmak gibi davranışsal terapilerin yanında

hiponatremiyi ve polidipsiyi iyileştirmek için olanzapin, klozapin, risperidon, fenitoin, bupropion ve propranolol gibi ilaçlar da kullanılabilir (21).

Sonuç:

Yoğun bakımda endokrin acil durumlar nadir görülen ancak yaşamı tehdit eden mortalitesi yüksek durumlardır. Klinik yk özenli bir şekilde değerlendirilmelidir. Klinik yk sonrası duyulan şüphe, bu durumlarda tanının atlanmasına engel olur. Bu hastaların tanılarının hızlı bir şekilde konulup tedavilerinin mümkün olan en erken dönemde başlanması son derece önemlidir.

KAYNAKLAR:

Hassan-Smith Z & Cooper MS. (2011). Overview of the endocrine response to critical illness: how to measure it and when to treat. Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism, 25(5), 705-717.

Bajwa SJS & Jindal R. (2012). Endocrine emergencies in critically ill patients: Challenges in diagnosis and management. Indian Journal of Endocrinology and Metabolism, 16(5), 722-727.

Elizabeth Kerr D, Wenham T & Munir A. (2017). Endocrine problems in the critically ill 1: diabetes and glycaemic control. BJA Education, 17(11), 370-376.

Finfer S & al. Clinical review: consensus recommendations on measurement of blood glucose and reporting glycaemic control in critically ill adults. Crit Care 2013; 17: 229–39

Joint British Diabetes Societies for Inpatient Care. The management of diabetic ketoacidosis in adults, second edition. Available from <http://www.diabetes.org.uk/Documents/About%20Us/What%20we%20say/Management-of-DKA-241013.pdf> (accessed 9 July 2016)

Diabetes Mellitus Ve Komplikasyonlarının Tani, Tedavi Ve İzlem Kılavuzu-2022 © Türkiye Endokrinoloji Ve Metabolizma Derneği -2022

Dhatariya KK. (2007). Diabetic ketoacidosis. BMJ, 334:1284-1285.

Kitabchi AE & al. (2009). Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. *Diabetes care*, 32(7), 1335.

Lpp E & Huang C (2008). Diabetes mellitus, hyperglycemia and critically ill patient. In: Bongard FS, Sue DY, Vintch JRE editors. Current diagnosis and treatment critical care. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, p. 581-97.

Scott AR & al. (2015). Management of hyperosmolar hyperglycaemic state in adults with diabetes. Diabet Med, 32: 714–24

Joint British Diabetes Societies for Inpatient Care. (2016). The hospital management of hypoglycaemia in adults with diabetes mellitus. Available from [https://www.diabetes.org.uk/Documents/About%20Us/Our%20views/Care%20recs/JBDS%20hypoglycaemia%20position%20\(2013\).pdf](https://www.diabetes.org.uk/Documents/About%20Us/Our%20views/Care%20recs/JBDS%20hypoglycaemia%20position%20(2013).pdf) (accessed 31October 2016)

Tiroid Hastalıkları Tani Ve Tedavi Kılavuzu. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. 2023 ISBN: 978-605-66410-3-9. 7. Baskı: Mayıs 2023

Kerr DE, Wenham T & Newell-Price J. (2017). Endocrine problems in the critically ill 2: endocrine emergencies. BJA Education, 17(11), 377-382.

Yamamoto T, Fukuyama J & Fujiyoshi A. (1999). Factors associated with mortality of myxedema coma: report of eight cases and literature survey. Thyroid; 9:1167.

Chong HW, See KC & Phua J. (2010). Thyroid storm with multiorgan failure. Thyroid; 20:333-6.

Goldberg PA & Inzucchi SE. (2003). Critical issues in endocrinology. Clin Chest Med; 24:583-606.

Adrenal ve Gonadal Hastalıklar Kılavuzu. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği.2022. ISBN: 978-605-66410-9-1

Bornstein SR & al. (2016). Diagnosis and treatment of primary adrenal insufficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. J Clin Endocrinol Metab; 101: 364–89.

Christ-Crain M & al. (2019). Diabetes insipidus. Nat Rev Primers. 5:54. 10.1038/s41572-019-0103-2

Moeller HB, Rittig S & Fenton RA. (2013). Nephrogenic diabetes insipidus: essential insights into the molecular background and potential therapies for treatment. Endocrine Rev. 34:278-301. 10.1210/er.2012-1044

Mutter CM & al (2021). Diabetes insipidus: pathogenesis, diagnosis, and clinical management. *Cureus*, 13(2).

Robertson GL. (2016). Diabetes insipidus: differential diagnosis and management. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab; 30: 205–18

Refardt J. (2020). Diagnosis and differential diagnosis of diabetes insipidus: update. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab, 34:101398. 10.1016/j.beem.2020.101398

Bichet DG & al. (2014). Treatment of central diabetes insipidus. In *UpToDate*. UpToDate, Waltham (MA).

BÖLÜM IX

Ortopedik Cerrahide Anestezi

Muhammed Halit SATICI¹

1. Giriş

Ortopedik cerrahi, çeşitli yaş gruplarından bireyleri kapsayan ve genellikle birden fazla komorbiditeyi barındıran bir tıbbi alandır. Bu hastalar, cerrahi sonrası dönemde genellikle hızlı mobilizasyon ve yoğun rehabilitasyon gerektirir. Bu ihtiyaçlar, anestezi uygulamalarında özelleştirilmiş planlamalar yapılmasını zorunlu kılar. Hastaların yaşları ve eşlik eden sağlık durumları, anestezi yönteminin seçiminde belirleyici faktörlerdir ve bu, anestezi türünün (genel veya rejyonel) ve yönetim stratejilerinin kişiselleştirilmesini gerektirir. Ortopedik müdahaleler çoğunlukla lokalize edimli bölgelerde gerçekleştirildiğinden, periferik ve santral bloklar içeren rejyonel anestezi, bu tür operasyonlar için sıklıkla tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. Rejyonel anestezi uygulamalarında, son

¹ Uzm. Dr., Konya Şehir Hastanesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü, Konya/TÜRKİYE, ORCID ID: 0009-0005-0652-3624, halit_satıcı@hotmail.com

yıllarda ultrasonografi (USG) teknolojisinin kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Ultrason teknolojisi, anestezi hekimlerine sinirlerin ve çevre dokuların gerçek zamanlı görüntülerini sağlamakta, bu da anestezi uygulamalarının hassasiyetini artırarak, sinir veya damar yaralanma risklerini azaltmaktadır. Anestezi sırasında ortaya çıkabilecek komplikasyonlar, özellikle yüksek risk taşıyan hastalarda daha sık görülebilir. Bu nedenle, anestezi ekibinin bu potansiyel komplikasyonlara karşı önceden hazırlıklı olması ve acil durumlara hızlı müdahale edebilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, hasta güvenliğini optimize etmek ve operasyon sonrası komplikasyonları en aza indirmek için kritik öneme sahiptir. Dolayısıyla, ortopedik cerrahi uygulamalarında anestezi yönetimi, multidisipliner bir yaklaşımı ve sürekli gelişen teknolojik destekleri barındıran kompleks bir süreçtir.

2. Anestezi Yöntemi

Anestezi yöntemi seçimi, hastanın yaş, operasyonun yeri ve süresi gibi objektif faktörlerin yanı sıra anestezi uzmanının tecrübesi ve hastanın kişisel tercihleri gibi subjektif faktörler tarafından da etkilenir. Bu durum, her bir hastaya özgü ayrıntılı bir anestezi planının oluşturulmasının zorunluluğunu vurgular. Özellikle pediatrik hastalar veya çoklu yaralanmaları bulunan ciddi travma vakaları gibi karmaşık ve uzun süreli müdahalelerde genel anestezi, geniş kontrol ve stabilizasyon olanakları sebebiyle tercih edilir. Bu yöntem, hastanın durumunu sürekli izleme ve gerektiğinde hızlı müdahale imkanı sağlar. Genel anestezi, cerrahi müdahale sırasında hastanın tamamen bilinçsiz olmasını sağlarken, rejyonel anestezi teknikleri, belirli vücut bölgelerindeki ağrıyı hedef alır. Rejyonel anestezi, özellikle postoperatif dönemde ağrı kontrolünü optimize

ederek, hastanın erken dönemde etkin analjezi sağlamasına ve potansiyel olarak kronik ağrı oluşumunu önlemesine katkıda bulunur. Ayrıca, hastayla iletişim kurma imkanı sunarak, hasta konforunu ve güvenliğini artırır. Bu yöntem, sempatik sinir sisteminin blokajı yoluyla da bazı fizyolojik avantajlar sunar. Ancak, rejyonel anestezi uygulamasının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Koagölasyon bozuklukları, sinir hasarı ve erken dönemde akut kompartman sendromu gibi komplikasyonların maskeleymesi, bu yöntemin kullanımında dikkat edilmesi gereken riskler arasındadır. Bu nedenle, anesteziistin hastanın tıbbi geçmişini, mevcut sağlık durumunu ve cerrahi müdahaleye özgü riskleri dikkatlice değerlendirmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, anestezi yönteminin seçimi, her hastanın bireysel ihtiyaçlarına göre titizlikle yapılmalıdır. Anesteziistin deneyimi ve hastanın tercihleri, bu süreçte önemli bir rol oynar ve optimal hasta sonuçlarını sağlamak için bu faktörlerin her biri dikkate alınmalıdır. Bu bireyselleştirilmiş yaklaşım, hem cerrahi başarısını hem de hastanın iyileşme sürecini olumlu yönde etkileyebilir (Sarı & Aydın, 2015).

3. Anestezi Yöntemlerinin Seçimi ve Uygulamaları

Anestezi uygulamaları, cerrahi müdahalelerin doğası ve gerekliliklerine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Anestezi yöntemleri arasında lokal anestezi, genel anestezi ve çeşitli rejyonel anestezi teknikleri bulunur. Bu tekniklerin her biri, ameliyatın gereksinimleri, hastanın sağlık durumu ve müdahale edilecek vücut bölgesine göre özenle seçilmelidir.

3.1. Lokal Anestezi

Lokal anestezi, küçük cerrahi işlemler için uygundur ve yalnızca anestezi uygulanan bölgedeki sinir uçlarını geçici olarak bloke eder. Bu yöntem, hasta bilincinin tam olarak korunmasıyla, minimal invaziv işlemlerde tercih edilir.

3.2. Genel Anestezi

Genel anestezi, hastanın bilincini tamamen kapatarak, vücut fonksiyonlarının kontrolünün anestezi ekibi tarafından üstlenilmesini gerektirir. Bu yöntem, geniş ve kompleks cerrahi müdahalelerde sıklıkla kullanılır.

3.3. Rejyonel Anestezi

Rejyonel anestezi, belirli bir vücut bölgesine yönelik daha geniş bir anestezi sağlar. Nöroaksiyal bloklar ve periferik sinir blokları olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır:

3.3.1. Nöroaksiyal Bloklar

- **Epidural ve Spinal Bloklar:** Bu teknikler, omurilik ve çevresindeki sinir dokusunu hedef alır. Epidural anestezi, omurga dışında bulunan epidural boşluğa ilaç enjekte edilerek uygulanırken, spinal anestezi omurilik sıvısına doğrudan ilaç verilmesini içerir.

- **Kombine Epidural-Spinal Bloklar:** Bu çift yöntem, epidural ve spinal anestezinin avantajlarını birleştirir, genellikle doğum sırasında tercih edilir.

3.3.2. Periferik Sinir Blokları:

- **Üst Ekstremité Blokları:** İnterskalen, supraklaviküler, aksiller ve dirsek seviyesinde uygulanan bloklar, kollar ve omuz bölgesi için etkili bir analjezi sağlar.

- **Alt Ekstremité Blokları:** Femoral, psoas kompartmanı, suprainguinal fasya iliaca, popliteal ve siyatik bloklar bacaklarda ve ayaklarda cerrahi müdahaleleri kolaylaştırır.

Her bir rejyonel anestezi tekniği, cerrahi müdahalenin yeri ve hastanın spesifik ihtiyaçlarına göre titizlikle seçilmelidir. Bu teknikler, etkili ağrı kontrolü sağlar ve bazı durumlarda hastanın daha hızlı iyileşmesine yardımcı olur. Anestezi uygulamalarında bu geniş yelpaze, anestezi uzmanlarının her bir hasta için en uygun anestezi planını özelleştirmesine olanak tanır, böylece hem cerrahi başarıyı hem de hasta konforunu maksimize eder.

4. Ultrasonografi Eşliğinde Rejyonel Anestezi

Son yıllarda, rejyonel anestezi prosedürlerinin daha etkili ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi için ultrasonografi teknolojisinden yararlanılmaktadır. Eskiden sıklıkla kullanılan nörostimülasyon yöntemi, sinirlerin yerini doğru bir şekilde belirlemede yetersiz kalabiliyordu. Ancak, ultrasonografi ile sinirler ve çevresel dokular doğrudan görselleştirilebildiğinden, anestezi uygulamaları çok daha hassas bir şekilde yapılabilmektedir.

Ultrason teknolojisi, sinirlerin doğru lokasyonunu ve ilacın yanlış yerlere enjekte edilme riskini azaltır. Bu durum, özellikle pediatrik ve yetişkin popülasyonlar için büyük önem taşır, çünkü bu yöntem sayesinde anestezi uygulamasının doğruluğu artmış ve prosedür süreleri kısaltılmıştır. Aynı zamanda, komplikasyon riskleri, örneğin yanlış damar içi enjeksiyonlar ve sinir hasarları, azalmıştır. Dolayısıyla, ultrason eşliğinde yapılan rejyonel anestezi, hem hastaların güvenliği hem de konforu açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Ayanoğlu, Sertöz & Kısmalı, 2010).

4.1. Ultrasonografi

Ultrasonografi teknolojisi, USG transdüserinde bulunan piezoelektrik kristallerin elektrik akımı ile titreşim yapması prensibine dayanır. Bu titreşimler, ses dalgaları şeklinde doku içine yönlendirilir. Ses dalgaları, dokulara ulaştıktan sonra, çeşitli etkileşimler neticesinde farklı miktarlarda yansiyabilir, absorbe olabilir veya kırılabilir. Geri yansıyan dalgalar, transdüsera geri döner ve burada elektrik sinyallerine çevrilir. Bu sinyaller, dokuların yoğunluğu ve diğer özellikleri hakkında bilgi verir ve böylece ultrason görüntüsü oluşturulur. Yansımayan veya enerjisi düşen dalgalar ise görüntü kalitesini etkileyebilir. Bu süreç, görüntü oluşumunu ve dokuların incelenmesini sağlayan kritik bir mekanizmadır (Topçu & Aysel, 2015).

Ultrasonografi cihazlarında kullanılan transdüser türleri, tarama yapılacak doku derinliğine göre farklılık gösterir. Konveks transdüserler derin dokuların incelenmesi için, lineer transdüserler ise daha yüzeysel yapıların gözlemlenmesi için idealdir. Ultrason dalgalarının dokularla etkileşimi sonucu oluşan görüntüler, dokuların akustik impedans farklılıklarına bağlı olarak değişir. Bu farklılık, dokuların ultrason dalgalarını yansıtma kapasitelerini ifade eder ve "ekojenisite" olarak adlandırılır. Dokuların ekojenisitesi, ultrason dalgalarını ne kadar güçlü yansıttığına bağlı olarak değişir. Sıvı içeren yapılar gibi düşük impedanslı dokular, ultrason dalgalarını yansıtmaz ve absorbe eder, bu nedenle bu tür yapılar ultrason görüntüsünde koyu veya siyah olarak, "anekoik" olarak görülür. Orta düzeyde yansıtıcı solid organlar ise "hipoekoik" olarak adlandırılan gri tonlarda görünür. Derin yerleşimli yapılar, ses dalgalarının daha uzun bir mesafe katetmesi ve bu süreçte enerji

kaybına uğraması nedeniyle genellikle daha koyu görünür. Diğer yandan, kemik ve tendon gibi yüksek yoğunluklu dokular ultrason dalgalarını neredeyse tamamen yansıttığı için "hiperekoik" olarak adlandırılır ve bu yapılar beyaz renkte görüntülenir.

Ultrason cihazının ayarlanabilir özelliği olan 'gain' veya kazanç, alınan yansıma sinyallerinin amplitüdünü artırarak görüntü parlaklığını iyileştirmek için kullanılır. Bu ayarlama, dokuların farklı özelliklerinin daha net bir şekilde ayırt edilmesine olanak tanır (Topçu & Aysel, 2015).

4.2. Hastaların ve Ultrasonografinin Blok İşlemine Hazırlanması

Uygulama öncesinde, ilgili sağlık profesyoneli tarafından yapılacak işlem ve amaç hakkında bilgi alınması gerekir. İşlem, damar yolu açıldıktan ve hasta uygun şekilde monitorize edildikten sonra, ya ayrı bir işlem odasında ya da ameliyathanede gerçekleştirilmelidir. Hastanın vital bulguları, özellikle kan basıncı, kalp ritmi ve periferik oksijen doygunluğu sürekli olarak izlenmelidir. İşlem sırasında kullanılacak yardımcı ekipmanlar (cilt dezenfektanı, steril örtüler, steril eldivenler, sinir stimülatörü, blok seti, farklı rejyonel iğneler, resüsitasyon ilaçları, pozisyon yastığı vb.) ve lokal anestezikler uygun dozlarda hazırlanmalıdır. Hastaların anksiyeteyi azaltmak ve anestezi ile cerrahiye stres yanıtını baskılamak amacıyla benzodiazepin türevi ilaçların kullanılması önerilir.

Ultrasonografi cihazının yerleşimi, uygulayıcı tarafından belirlenmeli ve genellikle uygulayıcının ve hastanın konumuna göre ayarlanmalıdır. Bu, uygulayıcının gereksiz hareketlerini minimuma

indirgeyecektir. Yardımcı kişinin, gerektiğinde cihaz üzerinde ayarlamaları yapabilmesi için cihazın yanında konumlanması faydalı olacaktır. Cihazı açtıktan sonra hastanın bilgileri ultrason cihazına girilmelidir. Uygun prob seçimi yapılmalı, probun temizliği ve işlevselliği kontrol edilmelidir. Proba uygun olan USG jeli (ister steril ister nonsteril) sürülmeli ve proba steril bir kılıf giydirilmelidir. Hedef nokta belirlendikten sonra uygun derinlik ayarları yapılmalı, komşu damar yapılarının veya vasküler akımın görüntülenebilmesi amacıyla gerekirse Doppler akımı kullanılabilir. Ayrıca, anesteziistler tarafından görüntü kalitesini artırmak için PART manevraları (Basınç, Düzeltme, Rotasyon, Eğme) uygulanabilir (Ayanoglu, Sertöz & Kısmalı, 2010).

İlaç uygulaması sırasında, intravasküler enjeksiyon riskini azaltmak için aralıklı geri aspirasyon yapılarak enjeksiyonun doğruluğu kontrol edilmelidir. Ayrıca, enjeksiyon sırasında karşılaşılan direnç incelenmelidir, çünkü bu, iğnenin konumunu ve potansiyel doku direncini gösterebilir. İşlem esnasında, nörolojik değişiklikler açısından hasta sürekli gözlemlenmelidir; bu, anestezi uygulamasının olası yan etkilerini erken fark etmek için kritik öneme sahiptir. Bu süreç, ilacın güvenli ve etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamak için elzemdir.

Rejyonel blok uygulamalarında ultrasonografi yardımıyla, acil bir duruma hazırlıklı olmak üzere atropin, adrenalin, efedrin, propofol gibi acil müdahale ilaçları yanı sıra kas gevşeticiler ve %20 lipid solüsyonu gibi tedavi edici ajanların hazır bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca, laringoskop, çeşitli boyutlarda endotrakeal tüpler ve hava yolu (airway) ekipmanları gibi resüsitasyon araçlarının da erişilebilir olması önem taşımaktadır. Bu önlemler,

olası komplikasyonlara karşı hızlı ve etkili bir müdahale sağlamak için elzemdir.

Her hasta tedavisinin ardından ve günün sonunda, ultrasonografi cihazı ve özellikle transdüserler titizlikle incelenmeli ve temizlenmelidir. Alkol bazlı olmayan, hastane standartlarında temizlik mendilleri veya solüsyonlar kullanılarak cihazın temizliği yapılmalıdır. Bu temizlik ürünleri, alkol içeren solüsyonlara göre tercih edilmelidir çünkü alkol içerikli solüsyonlar, transdüserlerin kullanım ömrünü kısaltabilmektedir. Herhangi bir cihaz sorunu tespit edildiğinde, derhal ilgili satış veya teknik servis temsilcisi ile iletişime geçilmelidir. Bu yaklaşım, cihazın verimliliğini korumak ve olası arızaları minimuma indirmek için önemlidir (Ismail, Miladi & Elgendy, 2022).

Ultrasonografi ile gerçekleştirilecek rejyonel blok işlemleri öncesinde aşağıdaki önlemlerin alınması önerilir:

1. İşlem sırasında karşılaşılabilecek acil durumlar için atropin, adrenalin, efedrin, propofol, kas gevşeticiler ve %20 lipid solüsyonu gibi acil müdahale ilaçları hazır bulundurulmalıdır. Ayrıca, laringoskop, farklı boyutlarda endotrakeal tüpler ve airway gibi resüsitasyon ekipmanları da erişilebilir olmalıdır.

2. Blok işlemleri için gerekli olan boyama pensi, steril örtüler ve tamponlar blok tepsisinde hazır bulundurulmalıdır.

3. Periferik sinir blokları için kullanılacak iğneler, genellikle 21-25 gauge (G) arasında tek kullanımlık iğnelerdir.

4. İnterskalen, supraklaviküler ve aksiller bloklar için 25 mm veya 50 mm iğneler; infraklaviküler, siyatik, femoral ve popliteal bloklar için ise 100 mm iğneler tercih edilmelidir.

5. Cilt infiltrasyonu işlemleri için, uygulayıcı %1 lidokain içeren 5 ml'lik enjektör kullanabilir.

6. Blok tipine bağlı olarak, bupivakain veya levobupivakin gibi uzun etkili lokal anestezikler ile lidokain veya prilokain gibi kısa etkili lokal anesteziklerin kombinasyonu, genellikle toplamda 20-30 ml olarak hazırlanmalıdır.

7. Lokal anestezi etkisinin süresini ve etkinliğini artırmak amacıyla, epinefrin, klonidin, opioidler, ketamin ve bikarbonat gibi çeşitli adjuvan ilaçlar eklenmesi düşünülebilir.

Bu önlemler, rejyonel blok işlemlerinin güvenliği ve etkinliğini artırmak için kritik öneme sahiptir.

5. Anestezi ve Cerrahi İşlem Öncesi Hastaya Pozisyon Verilmesi

Ameliyat sürecinde hastalara uygulanan pozisyonlar, cerrahi erişimi kolaylaştırmak ve işlemi optimize etmek amacıyla önemlidir. Ancak, bu pozisyonlar aynı zamanda görme kaybı, periferik nöropatiler ve abrazyon gibi yumuşak doku yaralanmaları riskini de beraberinde getirebilir. Ameliyathane içinde güvenli ve uygun bir pozisyonun sağlanması, anestezi ve cerrahi ekibin ortak sorumluluğudur. Anestezistler ve teknisyenler, hastanın cerrahi ve fizyolojik gereksinimlerini dikkate alarak, operasyon sırasında gerekebilecek pozisyon değişikliklerini öngörmeli ve bu pozisyonlarda olası yaralanmaları minimize edecek önlemleri almalıdır. Pozisyon verilmesi sırasında, basınç, sürtünme ve kesilere

bağlı zararlar meydana gelebilir. Cerrahi sırasında yapılan manipölasyonlar, hastanın pozisyonunun kaymasına ve hatta hastanın operasyon masasından düşmesine neden olabilir. Bu tür durumları önlemek için, hastalar ameliyat masasına vücut ve ekstremitelerinin desteklenmesi suretiyle güvenli bir şekilde sabitlenmelidir. Uzun süreli bası ve aşırı gerilim, sinir hasarlarına yol açabilir; bu tür hasarlar kısa sürede iyileşebileceği gibi kalıcı zararlara da neden olabilir. Hastanın bası yaralanmalarından korunması için, yatak pedleri kullanılmasının yanı sıra, ekstra baş, omuz ve bacak destekleri ile desteklenmesi önerilir. Bu yaklaşım, ameliyat sürecinde hastanın güvenliği ve konforunun sağlanmasına katkıda bulunur. Cerrahi işlemin süresi ve cerrahın, farkında olmadan hastanın vücuduna yaslanması, hastanın eklem yapılarına aşırı fleksiyon veya ekstansiyon uygulanması, yaralanmaların oluşmasına yol açabilir. Anestezi altında, özellikle hareket kabiliyeti kısıtlı olan hastalarda, verilen pozisyon nedeniyle eklem kırıkları meydana gelebilir. Örnek olarak, boyun hareketleri kısıtlı bir hastada, boynun aşırı gerilmesi servikal hasara sebebiyet verebilir. Pozisyonlama sırasında, eklemlerin mümkün olduğunca nötral pozisyonlarının korunması önem taşır. Hastaya pozisyon verilirken yapılan hareketlerin yavaş, dikkatli ve koordineli olması gerekmektedir. Pozisyon değişikliği yapıldıktan sonra, hastanın durumu dikkatle gözlemlenmeli ve herhangi anormal bir durum tespit edildiğinde, pozisyon derhal düzeltilmelidir. Bu prosedürler, cerrahi süreç sırasında hastanın güvenliği ve sağlığının korunmasına katkıda bulunur (Çelik, 2015).

Uzun süreli basınç veya aşırı gerilme nedeniyle sinir hasarları meydana gelebilir; bu tür hasarlar altı ay gibi nispeten kısa

bir sürede iyileşebilirken, bazen kalıcı ve ciddi hasarlara da neden olabilir. Bu tür basınç kaynaklı hasarları önlemek amacıyla, hastaların baş, omuz ve bacak bölgeleri ekstra pedler kullanılarak desteklenmelidir. Bu yöntem, sinir hasarlarının önlenmesinde etkili bir strateji olarak uygulanmalıdır. Hastanın pozisyonlandırılması ve bu pozisyonun desteklenmesi için, kumanda veya ayak pedalı ile kontrol edilen cerrahi masalar, kol destekleri, anestezi çerçeveleri, vücut destekleri, omuz ve diz destekleri kullanılmaktadır. Bu ekipmanlar, hastanın ameliyat sırasında güvenli ve uygun bir şekilde sabitlenmesini sağlamakta, böylece hem cerrahi erişimi kolaylaştırmakta hem de hasta konforunu artırmaktadır (Garg& et al., 2023).

5.1. Sırtüstü (supin) pozisyon

Hastaların sırtüstü pozisyonlandırılması, anestezi uygulamalarında en sık başvuru başlangıç pozisyonudur. Bu pozisyon, solunum fonksiyonlarını en az derecede etkilediği ve vasküler yapılar üzerinde yerçekiminin etkilerini minimize ettiği için tercih edilir. Ayrıca, bu pozisyon genel cerrahi prosedürlerde erişimi kolaylaştırır ve anestezi ekibine optimal çalışma koşulları sunar. Sırtüstü pozisyon, diafragma hareketine olanak tanıyarak solunum fonksiyonlarını destekler ve akciğer ventilasyonunu iyileştirir. Aynı zamanda, bu pozisyon kalp ve büyük damarlar üzerindeki mekanik baskıyı azaltarak vasküler dönüşü ve dolayısıyla hemodinamik stabiliteyi korur. Uzun süreli cerrahi işlemlerde, hastanın bel kısmının ergonomik desteklerle desteklenmesi önerilir. Bu destek, bel bölgesindeki aşırı gerilimi önlemek ve potansiyel bel ağrısını azaltmak için kritik önem taşır. Ergonomik yastıklar veya özel

şekillendirilmiş pedler kullanılarak hastanın konforu artırılabilir ve spinal hizalama sağlanabilir.

Hastanın kollarının yerleştirilmesi sırasında dikkatli olunmalıdır; kolların abdüksiyon açısının 90 dereceyi geçmemesi önerilir. Aşırı abdüksiyon, brakial pleksus üzerindeki baskıyı artırarak sinir hasarı ve potansiyel olarak paraliziye yol açabilir. Ayakların ve bileklerin konumlandırılması da önemlidir; ayakların çaprazlanması ve bileklerin aşırı plantar fleksiyonu, peroneal ve tibial sinirler üzerinde baskı oluşturarak sinir hasarına neden olabilir. Hastaların pozisyonlandırılması sırasında alınacak önlemler, yaralanma risklerini azaltır ve cerrahiye uygun erişim sağlar. Pozisyonlandırma stratejileri arasında, uygun boyutta yastıklar ve pedler kullanarak destek sağlamak, kollar ve bacaklar için nötral pozisyonları korumak ve düzgün bir spinal hizalama sağlamak yer alır.

Ayrıca, cerrahi sırasında hastanın konumunun periyodik olarak kontrol edilmesi ve gerekirse düzeltilmesi, olası komplikasyonları en aza indirger.

5.2. Yan (lateral) pozisyon

Ortopedik cerrahide, özellikle asetabulum kırıklarının

postero-lateral yaklaşımı, kalça protezi ile humerus ve dirsek operasyonlarında yan pozisyon sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Bu pozisyon, cerrahi müdahale yapılacak taraf karşısına dönük şekilde uygulanarak, hastanın sağ veya sol yanı yere paralel olacak şekilde yerleştirilir. Yan pozisyonlandırma, cerrahiye erişimi kolaylaştırırken, aynı zamanda doku bütünlüğünü korumak için özenle düzenlenmelidir. Yan pozisyonda, alt bacak kalça bölgesinde

hafif bir fleksiyon ile yerleştirilmeli, üst bacak ise düz bir konumda tutulmalıdır. Bu düzenleme, hem venöz dönüşü optimize eder hem de pelvik ve alt ekstremité yapılarına zarar verme riskini minimize eder. Hastanın avuç içleri yukarı bakacak şekilde ayarlanmalı ve göğüs, genital bölge ile alt kollar, basınca maruz kalmayacak şekilde korunmalıdır. Bu koruma, yastıkların stratejik yerleştirilmesiyle sağlanır; örneğin başın altına ve bacaklar arasına konumlandırılan yastıklar, basınç noktalarını azaltır ve doku bütünlüğünü korur. Yan pozisyonlama sırasında, kolun venöz dönüşü düzenli olarak kontrol edilmelidir. Ayrıca, servikal ve torakolomber vertebra hizasının aynı düzlemde olmasına özen gösterilmelidir. Bu düzenleme, spinal hizalanmayı korur ve olası nöral kompresyonu önler. Göz ve kulak gibi hassas bölgeler de uygun şekilde desteklenmiş yastıklar ile korunmalıdır, bu da cerrahi sırasında bu organlara zarar gelmesini engeller.

Bu detaylı pozisyonlandırma stratejileri, cerrahi erişimi maksimize ederken, hastanın güvenliği ve konforunu da ön planda tutar. Cerrahi ekip için optimal çalışma alanı sağlanmış olur, bu da prosedür süresince daha etkin ve güvenli bir çalışma ortamı yaratır. Hastanın doğru şekilde pozisyonlandırılması, postoperatif komplikasyon risklerini azaltır ve genel iyileşme sürecini hızlandırır.

5.3. Yüzüstü (pron) pozisyon

Yüzüstü pozisyon, özellikle Aşil tendonu yaralanmaları ve omurga cerrahileri gibi ortopedik prosedürlerde tercih edilen kritik bir pozisyonlandırma yöntemidir. Bu pozisyonda, hastanın göğüs, karın, bacak, diz ve ayak ön yüzeyleri ameliyat masası ile doğrudan temas halindedir. Hastanın kolları yanlara doğru açık şekilde yerleştirilir ve baş, ya yan çevrilir ya da özel bir pron yastığı

kullanılarak nötral konumda sabitlenir. Bu pozisyonlama, cerrahi alana optimal erişim sağlarken, hastanın fizyolojik stabilitesini de destekler. Aşırı kilo, abdominal asit ve kifoz gibi durumlar, yüzüstü pozisyonda cerrahi işlemi zorlaştırabilir. Bu tür durumlar, göğüs ve pelvis bölgesinin özenle desteklenmesini gerektirir. Aksiller bölgeden iliak kemiklere kadar uzanan yastıklar kullanılarak abdominal basınç azaltılır ve venöz dönüşün engellenmesi önlenir.

Bu düzenlemeler, hastanın hemodinamik stabilitesinin korunmasına yardımcı olur. Yüzüstü pozisyonlandırma öncesi, genel anestezi indüksiyonu sırtüstü pozisyonda yapılmalıdır. Indüksiyon ve entübasyon işlemleri tamamlandıktan sonra, güvenli damar yolları sağlandığı teyit edildikten sonra hastanın yüzüstü çevrilmesi gerçekleştirilir. Bu süreçte, entübasyon tüpünün yerinden çıkma riskine karşı özellikle dikkatli olunmalıdır. Pozisyon verildikten sonra, hastanın periferik nabızları düzenli olarak kontrol edilmelidir. Uzun süreli operasyonlarda yüzde ödem oluşabileceği göz önünde bulundurularak, hastanın yüz ve baş bölgesinin uygun şekilde desteklenmesi ve korunması önemlidir. Pozisyon değişiklikleri sırasında veya sonrasında, hastanın durumu yakından izlenmeli ve herhangi bir fizyolojik değişiklik derhal tespit edilmelidir.

5.4. Oturur Pozisyon

Oturur pozisyon, vücudun üst kısmının yatay düzlemde 30 ila 90 derece arasında yükseltilmiş olduğu bir duruşu ifade eder. Bu pozisyon, genellikle şezlong veya yarı Fowler pozisyonu olarak adlandırılan bir varyasyon olup, özellikle omuz ve humerus cerrahileri gibi ortopedik vakalarda sıkça tercih edilir. Oturur pozisyonun kullanımı, cerrahi alana erişimi iyileştirirken, aynı

zamanda solunumun kontrolünü ve izlenmesini kolaylaştıran önemli avantajlar sağlar. Bu pozisyon, hastanın başı, boynu ve kollarının uygun şekilde desteklenmesini ve sabitlenmesini gerektirir. Baş ve boyun bölgesinin aşırı fleksiyon veya ekstansiyondan kaçınılmalıdır, çünkü bu, nörovasküler komplikasyonlara yol açabilir. Ayrıca, hastanın kalçaya uygulanan fleksiyon ve dizlerin kalp seviyesine yükseltilmesi gibi düzenlemeler, oturur pozisyona bağlı olarak gelişebilecek hipotansiyon riskini azaltmaya yardımcı olur. Sistolik arter basıncında potansiyel olarak görülebilecek %20'lik bir düşüş, bu pozisyonun hemodinamik üzerindeki etkilerini gösterir. Oturur pozisyonda, serebral perfüzyonun yetersiz olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu, özellikle kan basıncındaki düşüşler sırasında beyin dokusuna yeterli oksijen ve besin maddelerinin taşınmasında azalmaya neden olabilir. Bu nedenle, anestezi ve cerrahi ekiplerin, bu pozisyonda hastanın serebral perfüzyonunu yakından izlemeleri ve uygun önlemler almaları gerekmektedir.

Oturur pozisyona geçirilirken ve bu pozisyonda tutulurken, hastanın fizyolojik parametrelerinin sürekli olarak izlenmesi kritik önem taşır. Ayrıca, bu pozisyon sırasında gözlemle belirlenen herhangi bir değişiklik, hızla değerlendirilmeli ve gerekirse pozisyon düzeltilmelidir. Hastanın hemodinamik stabilitesinin korunması ve nörovasküler sağlığın desteklenmesi, cerrahi başarının ve hasta güvenliğinin temelini oluşturur.

Sonuç olarak, oturur pozisyon, ortopedik cerrahilerde stratejik bir öneme sahiptir ve bu pozisyonun doğru uygulanması, cerrahi sonuçların iyileştirilmesine ve hastanın postoperatif iyileşme sürecinin optimizasyonuna katkı sağlar. Bu pozisyonun kullanılması

sırasında alınacak tedbirler, cerrahi ve anestezi ekipleri tarafından titizlikle uygulanmalıdır.

6. Ortopedi Vakalarında Komplikasyonlar

6.1. Sistemik Lokal Anestezik Toksisitesi

Yanlışlıkla intravasküler enjeksiyon veya maksimum dozun aşılması sonucu görülen sistemik lokal anestezik (LA) toksisitesi, periferik sinir blokajı tekniklerinin en ciddi komplikasyonlarından biridir ve mortalite riski yüksektir. Bu durumda hasta yönetimi kritiktir ve uzun süreli resüsitasyon gerekebilir. Her hasta için LA dozu önceden hesaplanmalı ve enjeksiyon sırasında aralıklı aspirasyon yapılmalıdır.

Tipik olarak, santral sinir sistemi belirtileri ve kardiyovasküler sistem bulguları ortaya çıkar. Bu belirtiler genellikle ağız çevresinde uyuşukluk, metalik tat, kulak çınlaması, sersemlik, baş dönmesi ve ardından ajitasyon, konuşma bozukluğu, kafa karışıklığı ve nöbet gibi santral sinir sistemi bulgularını; hipotansiyon, aritmi ve kardiyak arrest gibi kardiyovasküler sistem toksisitesi bulgularını içerir.

LA toksisitesinden şüphelenildiğinde ilaç enjeksiyonu hemen durdurulmalıdır. Tedavide hasta %100 oksijenle ventile edilmeli ve nöbetler propofol gibi bir hipnotik ilaçla kontrol altına alınmalıdır (Davies & Cashman, 2008).

Hastanın kardiyak arrest durumunda hemen kardiyopulmoner resüsitasyona başlanmalıdır. Bu süreçte, hastanın kilosuna göre hesaplanan %20 lipid emülsiyonu 1,5 ml/kg IV yoluyla, 2-3 dakika içinde bolus şeklinde verilmelidir. Örneğin, 70 kilogramlık bir hasta için bu, yaklaşık 100 ml'lik bir miktar olacaktır.

Daha sonra, %20 lipid emülsiyonu IV infüzyon ile 0,25 ml/kg/dakika hızında başlanır. Bu, 200-250 ml'nin 15-20 dakika içinde verilmesi anlamına gelir. Eğer hastanın kardiyak stabilizasyonu sağlanamazsa, bolus dozları 2 kez tekrarlanabilir. Ancak, her bolus dozu arasında en az 5 dakika olmalıdır ve maksimum 3 kez tekrarlanabilir. Bu süre zarfında, infüzyon dozu ihtiyaca göre 2 katına çıkarılabilir. Hasta kardiyak açıdan stabil olana kadar infüzyona devam edilmelidir. Maksimum %20 lipid emülsiyon dozu, kilo başına 12 ml'yi geçmemelidir (Long& et al., 2022).

Sistemik lokal anestezi toksisitesi, lokal anesteziklerin yanlılıkla intravasküler yolla uygulanması veya maksimum dozun aşılması sonucunda ortaya çıkan, periferik sinir bloğu tekniklerinin en yüksek ölüm oranına sahip komplikasyonudur. Bu durum, ciddi kardiyovasküler yan etkiler ve nörolojik sorunlar gibi hayati tehlikelerle ilişkilidir.

6.2. Pnömotik Turnike Sendromu

Operasyon sırasında daha detaylı bir görünüm elde etmek, operasyon süresini kısaltmak ve kanamayı önlemek amacıyla ekstremitelere üzerine pnömotik turnike uygulanmaktadır. Ancak, bu uygulamanın potansiyel komplikasyonları da göz önünde bulundurulmalıdır. Turnike manşonları çeşitli boyutlarda bulunmaktadır ve mümkün olan en kısa sürede ve en düşük basınçla uygulanmalıdır. Üst ekstremitelerde kol, alt ekstremitelerde ise uyluğun proksimal kısmına yerleştirilir. Manşonun şişme basıncı, hastanın bazal sistolik kan basıncının yaklaşık 100 mmHg üzerinde olmalıdır. Üst ekstremitelerde bu basınç 50 mmHg, alt ekstremitelerde ise 100 mmHg eklenir. Maksimum basınç değerleri,

üst ekstremiteler için 250-300 mmHg ve alt ekstremiteler için 350-500 mmHg olarak belirlenmiştir. Turnike uygulaması sırasında, her saatte 5-10 dakika arasında ara verilerek reperfüzyona izin verilmelidir. Turnike uygulama süresi maksimum 2 saatle sınırlıdır. Ancak, turnike kullanımına bağlı olarak hemodinamik değişiklikler, ağrı, metabolik değişiklikler ve arteriyel hatta pulmoner tromboemboli gibi komplikasyonlar gelişebilir. Genel anestezi altında olmayan hastalarda, rejyonel blokaj uygulanmış olsa bile, zamanla terleme, taşikardi ve hipertansiyon gibi semptomlar ortaya çıkabilir ve hastaların ek analjezik ihtiyacı olabilir. Manşon indirildiğinde, bu semptomlar genellikle azalır. Turnike indirildiğinde, santral venöz basınç ve arteriyel kan basıncı düşerken, kalp hızı artar ve vücut iç sıcaklığı azalır. Bu nedenle, kardiyak rezervi yetersiz olan hastalarda ciddi sorunlar gelişebilir. Hastalarda oksijenasyon, normokarbi, normotansiyon ve normotermi sağlanması önemlidir. Son olarak, turnike uygulaması sırasında hastanın tüm fizyolojik parametreleri yakından izlenmeli ve komplikasyonların erken tanınması ve tedavisi sağlanmalıdır. Bu, hasta güvenliğini ve operasyonun başarısını artırmaya yardımcı olacaktır (Tecimer& ark., 1995). Pnömotik turnikelerin uygulanan basıncı, hastanın temel sistolik kan basıncının yaklaşık 100 mmHg üzerinde olmalıdır. Üst ekstremitelerde bu basınca 50 mmHg, alt ekstremitelerde ise 100 mmHg eklenir. Bu şekilde, ekstremiteler kan dolaşımını kısıtlanır ve cerrahi işlem sırasında kanamayı azaltmak için kontrol sağlanır. Her saatte, turnike 5-10 dakika arasında açılarak reperfüzyona izin verilmelidir. Bu, ekstremitelere kan akışının geçici olarak geri kazanılmasını ve doku hasarının önlenmesini sağlar. Turnike uygulama süresi maksimum 2 saati aşmamalıdır, çünkü

uzun süreli kısıtlama doku hasarına ve komplikasyonlara yol açabilir. Bu protokollerin dikkatlice takip edilmesi, ekstremitte cerrahisi sırasında kanama kontrolünün etkin bir şekilde sağlanmasına ve komplikasyonların minimize edilmesine yardımcı olur.

6.3. Kemik Çimento Sendromu

Polimetilmetakrilat (PMMA) yapısındaki kemik sementi, eklem replasman cerrahilerinde yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Bu sement, özellikle metilmetakrilat sement monomerlerinin doku ile teması sonucu çeşitli sistemik etkileri tetikleyebilir. Bu etkiler arasında, dolaşım sistemine geçiş, histamin salınımı, kompleman aktivasyonu ve endojen kannabinoidlerle ilişkili vazodilatasyon bulunur. Söz konusu biyokimyasal reaksiyonlar, sistemik vasküler direncin azalmasına ve sonuç olarak hipotansiyonun gelişmesine neden olabilir. Ayrıca, hastalarda hipoksi, kardiyak aritmiler, pulmoner vasküler direncin artışı ve nadir durumlarda kardiyak arrest gibi ciddi klinik tablolar ortaya çıkabilir. Genel anestezi altındaki hastalarda, polimetilmetakrilatın sistemik etkilerinin ilk belirtileri genellikle end-tidal CO₂ konsantrasyonunda meydana gelen düşüşle kendini gösterir. Bu durum, anesteziistler için erken bir uyarı işareti olabilir. Öte yandan, rejyonel anestezi uygulanan hastalarda dispne ve farklı algılamalar gibi belirtiler daha belirgin hale gelebilir. Rejyonel anestezi, cerrahi sahanın kurumasını sağlayarak sementin kemik içine daha iyi nüfuz etmesini kolaylaştırabilir; ancak, bu süreçte hipovolemi riski artabilir ve dikkatli bir yaklaşım gerektirir. Sement uygulamasından önce, hastaya intravenöz sıvı verilerek vücut dengesinin korunması sağlanmalıdır. Ayrıca, inspire edilen oksijen konsantrasyonunun

artırılması, doku atıklarının yüksek basınçlı yıkama ile uzaklaştırılması ve intramedüller basınç artışını önlemek amacıyla distal femurda bir havalandırma deliği açılması önerilir. Bu önlemler, sementasyon sendromunun etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir ve cerrahi müdahalenin genel güvenliğini artırabilir. Sonuç olarak Polimetilmetakrilatın eklem replasman cerrahilerinde kullanımı, belirli sistemik riskleri beraberinde getirebilir. Bu nedenle, cerrahi ekiplerin, sement uygulamasının potansiyel etkilerini iyi anlamaları ve gerekli tüm önlemleri titizlikle uygulamaları gerekmektedir. Böylece, hastanın sağlık durumu korunabilir ve cerrahi müdahaleler daha güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilir. (Donaldson& et al., 2009; Butterworth, Mackey& Wasnick, 2015).

6.4. Yağ Embolisi Sendromu

Yağ embolisi sendromu (YES), özellikle pelvis, femur ve tibia gibi büyük kemik kırıkları sonucunda yağ partiküllerinin dolaşım sistemine karışmasıyla ortaya çıkan kompleks bir klinik durumdur. Bu partiküllerin damar içine girmesi sonucu oluşan embolik olaylar, solunumsal, hematolojik, nörolojik ve dermatolojik belirtilerle karakterize edilen bir tablo oluşturur. Sendrom, travma sonrası 24-72 saat içerisinde belirginleşen klinik bulgular ile kendini gösterir ve tedavi edilmezse ciddi komplikasyonlara yol açabilir.

YES klasik klinik triadı; dispne, konfüzyon ve peteşial döküntülerdir. Bu döküntüler, özellikle konjunktivalar, oral mukoza ve vücudun üst bölgesinde görülür. Solunumsal belirtiler arasında hipoksi ve pulmoner ödem öne çıkar. Genel anestezi altındaki hastalarda ani end-tidal karbondioksit düşüşü ve oksijen saturasyonundaki azalma, yağ embolisi sendromunun erken

belirtileri arasındadır. Ayrıca, hastalarda trombositopeni, koagülasyon bozuklukları, ateş, taşikardi ve eritrosit sedimentasyon hızında artış gibi sistemik reaksiyonlar gözlemlenebilir.

YES tedavisi büyük ölçüde destekleyicidir ve spesifik bir tedavisi bulunmamaktadır. Erken tanı, hasta prognozunu önemli ölçüde iyileştiren bir faktördür. Tedavi, oksijen desteği, sıvı resüsitasyonu ve gerektiğinde ventilatör desteği ile desteklenir. Ayrıca, koagülasyon bozukluklarının düzeltilmesi ve hemodinamik stabilizasyon da tedavi protokollerinde yer alır. YES oluşumunu önlemek amacıyla, özellikle büyük kemik kırıkları olan hastalarda erken dönemde stabilizasyon ve mobilizasyon kritik öneme sahiptir. Kafa veya göğüs travması olmayan hastalarda, travma sonrası ilk 24 saat içinde aktif mobilizasyon önerilir. Bu yaklaşım, emboli oluşum riskini azaltabilir ve hastanın genel sağlık durumunu korumaya yardımcı olur.

Sonuç olarak YES, büyük kemik kırıklarının neden olduğu ciddi bir komplikasyondur ve multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Erken tanı ve etkili destekleyici tedavi, hastanın sağ kalım oranını artırabilir ve kalıcı hasar riskini minimize eder. Bu nedenle, risk altındaki hastaların yakından izlenmesi ve uygun önlemlerin alınması, bu potansiyel olarak ölümcül durumun yönetiminde hayati öneme sahiptir. (Butterworth, Mackey& Wasnick, 2015; Kristiansen& et al., 2024).

6.5. Tromboembolik Komplikasyonlar

Venöz tromboz, kanın damar içinde pıhtılaşması sonucu oluşan bir durumdur. Bu pıhtılar genellikle derin venlerde oluşur ve bu nedenle derin ven trombozu (DVT) olarak adlandırılır. DVT'nin

en sık görüldüğü yerler alt ekstremitelerin derin venleridir, ancak nadir durumlarda üst ekstremiteler, pelvis ve diğer venlerde de oluşabilir. Büyük cerrahiler sonrası, özellikle kalça cerrahisi veya diz rekonstrüksiyonu gibi işlemler sonrasında, DVT riski artar. Bunun nedeni, cerrahi sırasında uzun süreli immobilizasyon ve venöz stazdır.

DVT'nin oluşumunda etkili olan ana faktörler Virchow üçlüsü olarak bilinir. Bu üçlü; venöz staz, endotel hasarı ve hiperkoagülasyondan oluşur. Venöz staz, kan akışının yavaşlaması veya durması sonucunda oluşur ve pıhtı oluşumunu kolaylaştırır. Endotel hasarı, damar duvarındaki hasar veya inflamasyon sonucunda meydana gelir ve pıhtı oluşumunu tetikler. Hiperkoagülasyon ise kanın normalden daha fazla pıhtılaşması durumunu ifade eder. DVT'nin klinik belirtileri genellikle etkilenen bacakta şişlik, kızarıklık ve ağrı şeklindedir. Bu semptomlar genellikle tek taraflıdır. Pulmoner tromboemboli (PTE), derin ven trombozunun bir komplikasyonudur ve akciğer arterlerindeki bir veya daha fazla damarın tıkanması sonucunda oluşur. PTE'nin semptomları ani başlayan nefes darlığı, solunum hızında artış, kalp atışlarında hızlanma ve göğüs ağrısıdır. Derin ven trombozunun tedavisi ve önlenmesi önemlidir çünkü PTE gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilir.

Tedavi genellikle antikoagülan ilaçlarla yapılır. Önleyici tedbirler arasında erken mobilizasyon, yatak içi egzersizler, kompresyon çorapları, yeterli hidrasyon sağlanması ve düşük molekül ağırlıklı heparin gibi kanı sulandıran ilaçların kullanımı yer alır. Bu önlemler, özellikle büyük cerrahiler öncesinde ve

sonrasında, derin ven trombozu riskini azaltmaya yardımcı olabilir (Butterworth, Mackey& Wasnick, 2015).

6.6. Enfeksiyon

Protez uygulanan hastalarda enfeksiyon riski oldukça ciddidir çünkü enfeksiyon, protez revizyonuna ve hatta ekstremitte amputasyonuna kadar ilerleyebilir. Bu nedenle, protez cerrahisi yapılan hastalarda enfeksiyonun önlenmesi büyük önem taşır. Profilaktik antibiyotik kullanımı bu önlemlerin başında gelir. Protez cerrahilerinde, ameliyat ortamının sterilizasyonu ve hijyenine özel önem verilmesi gerekmektedir. Ameliyathane ortamında filtre edilen hava akım sistemleri kullanılmalı, operasyon salonunun kapısı kapalı tutulmalı ve salon içindeki kişi sayısı minimum seviyede tutulmalıdır. Cerrahi ekibin maske takması, enfeksiyon riskini azaltmak için yaygın bir uygulamadır, ancak bu konuda kesin kanıtlar bulunmamaktadır. Ayrıca, cerrahi müdahale sonrası enfeksiyon riskini azaltmak için antibiyotik profilaksisi uygulanmalıdır.

Grade 1 ve 2 açık kırıklarda, enfeksiyonu önlemek için ilk 24 saat içinde antibiyotik verilmesi önemlidir. Ancak grade 3 açık kırıklarda, antibiyotik profilaksisinin 48 ila 72 saat içinde başlatılması gerekebilir. Cerrahi ekipler ayrıca antibiyotikli sement kullanarak enfeksiyon riskini azaltabilirler. Bu önlemler, protez cerrahisi yapılan hastalarda enfeksiyon riskini azaltmak için alınabilecek önemli adımlardır. Cerrahi ekibin ve hastane personelinin bu yönergeleri dikkatle takip etmesi, hastaların enfeksiyonla ilişkili ciddi komplikasyonlardan korunmasına yardımcı olabilir (Hebl, 2006; Metsemakers, & et al.,2017). Ortopedik cerrahide protez uygulanan hastalar, cerrahi alan

enfeksiyonlarına karşı en hassas gruplardan birini oluşturur. Bu nedenle, ameliyathane ortamında enfeksiyon kontrolüne maksimum düzeyde önem verilmelidir. Bu, hem cerrahi ekipmanların sterilizasyonu hem de personel hijyenine büyük özen gösterilmesini içerir.

7. Bazı Cerrahilerde Önem Verimesi Gerekenler

7.1. Travma Hastaları

Genç yaşta ölümlerin en önde gelen sebebi, genellikle büyük damar, kalp, kafa veya yüksek spinal kord yaralanmalarına bağlı olan travmaları içerir. Bu tür travmalar genellikle ciddi komplikasyonlara ve hatta ölüme neden olabilirken, sağ kalan hastalarda ise kalıcı sekellerin gelişme olasılığı oldukça yüksektir. Travma hastalarına yaklaşım, özellikle stabil olmayan kanama durumu söz konusu olduğunda, agresif ve dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Majör travma vakalarında, hastaların sürekli olarak izlenmesi ve agresif tedavi gerekebilir. Hastane öncesi veya hastane ortamında travma hastalarında kanama ve ortam sıcaklığına bağlı hipotermi sıkça görülebilir. Bu durum, travma nedenli kanama bozukluğunu daha da kötüleştirebilir. Bu nedenle, hastaların vücut sıcaklığı yakından izlenmeli ve gerektiğinde uygun ısıtma yöntemleri kullanılarak hipotermi önlenmelidir. Travma hastalarının yönetimi, multidisipliner bir yaklaşım gerektirir ve genellikle acil tıp, cerrahi, anesteziyoloji ve yoğun bakım alanlarını içerir.

Bu hastaların tedavisinde erken tanı, hızlı müdahale ve uygun destekleyici tedavilerin sağlanması hayati önem taşır. Bu nedenle, travma hastalarının yönetiminde, hem akut travma durumuna hem de travma sonrası komplikasyonlara karşı etkili bir

şekilde mücadele edilmesi gerekmektedir. Bu, hastanın sağ kalma şansını artırabilir ve kalıcı sekellerin oluşma riskini azaltabilir.

Travma hastalarının yönetiminde bir dizi önemli adım bulunmaktadır. Bu adımlardan biri, hızlı sıvı ve kan transfüzyonu için geniş intravenöz damar yollarının açılmasıdır. Ayrıca, kan hazırlığının önceden yapıp yapılmadığı kontrol edilmeli ve gerektiğinde hızlıca kan örnekleri alınmalıdır. Travma hastalarının midesi dolu olabileceği ve aspirasyon riskinin yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, hızlı bir şekilde seri entübasyon yapılmalı ve hava yolu güvence altına alınmalıdır. Özellikle önemli kafa travması olan hastalarda, servikal vertebralarda hasar olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumda, entübasyon sırasında servikal ekstansiyondan kaçınılmalıdır. Servikal boyunluluk olan hastalarda videolaringoskopi, entübasyon sürecine yardımcı olabilir. Kot fraktürü veya pnömotoraks şüphesi olan hastalarda, tidal volümün düşük ve solunum frekansının yüksek tutulması önemlidir. Ayrıca, hastaların tepe inspiratuar basıncı yakından izlenmelidir. Bu hastalar genellikle kan transfüzyonuna ihtiyaç duyarlar. Kan transfüzyonu gerektiğinde, uygun kan ürünleri seçilmeli ve dikkatlice yönetilmelidir. Bu önlemler, travma hastalarının hızlı ve etkili bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunabilir ve komplikasyon riskini azaltabilir.

Travma nedeniyle oluşan koagülopatiyi düzeltmek için eritrosit, taze donmuş plazma ve trombositlerin dengeli bir şekilde 1:1:1 oranında verilmesi gerekmektedir. Bu denge, günümüzde hasar kontrollü resüsitasyon olarak adlandırılan bir transfüzyon yaklaşımının temelini oluşturur. Hasar kontrollü resüsitasyon,

travma cerrahisi alanında önemli bir stratejidir. Bu yaklaşım, kan transfüzyonlarını dengeli bir şekilde gerçekleştirerek hastanın kanama ve koagülopati durumunu düzeltmeyi amaçlar. Bu protokol, travma hastalarının yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır. Kan transfüzyonları, çeşitli komplikasyon risklerini de beraberinde getirebilir. Bunlar arasında bağışıklık sisteminin baskılanması, transfüzyon ilişkili akut akciğer hasarı ve hepatit B ve C gibi enfeksiyonların bulaşma riski bulunmaktadır. Bu nedenle, kan transfüzyonlarının dikkatlice yönetilmesi ve uygun önlemlerin alınması önemlidir. Travma cerrahisi gerçekleştiren merkezler, majör travma hastalarının yönetiminde hangi kan ve kan ürünlerinin kullanılacağına dair kendi masif kan transfüzyonu protokollerini oluşturmaktadır. Bu protokoller, hastaların durumuna ve ihtiyaçlarına uygun şekilde belirlenmeli ve uygulanmalıdır. Bu sayede, travma hastalarının yönetimindeki etkinlik artırılabilir ve komplikasyon riski azaltılabilir (Ismail, Miladi & Elgendy, 2022; Butterworth, Mackey& Wasnick, 2015).

7.2. Artroplasti Cerrahisi

Bozulmuş kıkırdağa bağlı olarak fonksiyonunu ve hareket kabiliyetini kaybetmiş eklem bölgesinin cerrahi olarak metal veya benzeri materyaller kullanılarak yeniden şekillendirilmesi işlemine artroplasti adı verilir. Bu prosedür, genellikle kalça, diz ve omuz eklemlerinde gerçekleştirilir. Kalça ve diz artroplastileri, hastaların yaşam kalitesini artırmak ve ağrılarını azaltmak için sıklıkla tercih edilen cerrahi müdahalelerdir. Ancak, bu işlemlerle ilişkili birkaç komplikasyon riski bulunmaktadır. Örneğin, kalça ve diz artroplastilerinden sonra mortalite oranı genellikle %0,1 ile %0,5 arasında değişmektedir.

Kalça artroplastileri, genellikle lateral pozisyonda gerçekleştirilir. Bu işlem sırasında ve sonrasında, hastalarda intraoperatif ve postoperatif kan kaybı olabilir. Bu nedenle, geniş damar yolları açılmalı ve gerektiğinde kan transfüzyonu düşünülmelidir. Üriner kateter takılması, sıvı ihtiyacını gözlemlemek açısından faydalı olabilir. Hastaların vücut ısısının korunması da önemlidir. Diz artroplastilerinde hasta genellikle supin pozisyonda bulunurken, kalça artroplastilerinde lateral pozisyonda bulunurlar. Turnike kullanımı, kan kaybını azaltmak için etkili bir yöntemdir. Artroskopi vakalarında, erken mobilizasyonun sağlanması ve postoperatif analjezi kontrolü önemlidir. Bu amaçla, rejyonel anestezi teknikleri ve hasta kontrollü analjezi gibi yöntemler kullanılabilir.

8. Sonuç

Ortopedik cerrahi uygulamaları, yaş sınırlaması olmaksızın günümüzde yaygın bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu tür cerrahilerde anestezi yönetimi, her hasta ve her cerrahi prosedüre özgü şekilde titizlikle planlanmalıdır. Anestezi sürecinin özenle yönetilmemesi durumunda, yüksek mortalite riski taşıyan ciddi komplikasyonlar meydana gelebilmektedir. Her bir hastanın tıbbi geçmişi, fizyolojik durumu ve cerrahi müdahalenin özellikleri, anestezi planlamasında dikkate alınması gereken temel unsurlardır. Bu nedenle, anestezi uygulamalarında multidisipliner bir yaklaşım esastır ve cerrahi öncesi, sırası ve sonrasında sürekli hasta izlemi gerekmektedir. Sonuç olarak, artroplasti işlemleri, eklem fonksiyonunu geri kazandırmak ve hastaların yaşam kalitesini artırmak için etkili bir yöntemdir. Ancak, bu işlemler özenle

planlanmalı ve komplikasyon riskleri en aza indirilmelidir (Butterworth, Mackey& Wasnick, 2015).

Kaynaklar

Sarı, S., & Aydın, O. N. (2015). Ortopedik Girişimlerde Rejyonel Anestezi. *Türkiye Klinikleri J AnestReanim-Special Topics*, 8(3), 142-147.

Ayanoğlu, H. Ö., Sertöz, N., & Kısmalı, E. (2010). *Ortopedik Cerrahide Periferik Sinir Blokları*. İzmir: Ege Üniversitesi Bilgi İletişim Teknolojileri Araştırma Merkezi.

Topçu, İ., & Aysel, İ. (2015). *Ultrasonografi Eşliğinde Periferik Sinir Blokları El Kitabı Üst Ekstremité*. Yazarın kendi yayını.

Ismail, A., Miladi, G., & Elgendy, H. (2022). Regional Anesthesia for Anesthesia Technologists. In *Improving Anesthesia Technical Staff's Skills* (pp. 213-229). Cham: Springer International Publishing.

Mahoney, P. F., Jeyanathan, J., Wood, P., & Craven, R. (2017). *Anaesthesia Handbook*. Geneva, Switzerland: International of the Red Cross.

Çelik, M. G. (2015). *Teknikerler ve Teknisyenler İçin Anesteziyoloji* (2. baskı). Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri.

Garg, B., Bansal, T., Mehta, N., & Sharan, A. D. (2023). Patient positioning in spine surgery: what spine surgeons should know?. *Asian Spine Journal*, 17(4), 770.

Davies, N. J. H., & Cashman, J. N. (Çeviri Editörü: Doç. Dr. Işıl Özkoçak Turan). (2008). *Lee's Synopsis of Anaesthesia* (13. baskı). Ankara: Güneş Kitabevi.

Long, B., Chavez, S., Gottlieb, M., Montrief, T., & Brady, W. J. (2022). Local anesthetic systemic toxicity: a narrative review for emergency clinicians. *The American journal of emergency medicine*, 59, 42-48.

Tecimer, T., Yedek, İ., Bilgiç, E., Zaim, E., & Kılıçkap, C. (1995). Ekstremitte cerrahisinde turnike kullanımı. *ACTA Orthop. Traumatol Turc.*, 29, 172-176.

Donaldson, A. J., Thomsan, H. E., Harper, N. J., & Kenny, N. W. (2009). Bone Cement Implantation Syndrome. *British Journal of Anaesthesia*, 102, 12-22.

Butterworth, J. F., Mackey, D. C., & Wasnick, J. D. (2015). *Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology* (5. baskı). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Kristiansen, S., Jarmund, A. H., Hilmo, J., Mollnes, T. E., Leth-Olsen, M., Nyrnes, S. A., ... & Nielsen, E. W. (2024). Femoral Nailing in a Porcine Model Causes Bone Marrow Emboli in the Lungs and Systemic Emboli in the Heart and Brain. *JBJS Open Access*, 9(1), e23.

Hebl, J. R. (2006). The importance and implications of aseptic techniques during regional anesthesia. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, 31(4), 311-323.

Metsemakers, W. J., Onsea, J., Neutjens, E., Steffens, E., Schuermans, A., McNally, M., & Nijs, S. (2017). Prevention of fracture-related infection: a multidisciplinary care package. *International orthopaedics*, 41, 2457-2469.

BÖLÜM X

Travma İlişkili Koagülopati

Mehtap ÇALIŞ¹

Giriş

Travma, günümüzde genç erişkinlerde önde gelen ölüm ve kalıcı sakatlık nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Travmaya bağlı ölümlerin %30-40'ı kanama sonucu olup, genellikle yaralanmadan sonraki ilk saatlerde gerçekleşir [1]. Ciddi travma hastalarında görülen travma ilişkili koagülopati (TİK) ile bu oran %50'lere kadar yükselmektedir (2). Masif transfüzyon ihtiyacı olan hastaların intraoperatif metabolik yetmezlik nedeniyle ölüm olasılıklarının daha yüksek olduğu düşünülmektedir (3).

TİK risk faktörleri arasında hipotermi, metabolik asidoz ve dilüsyonel koagülopati birincil faktörler olarak kabul edilmiştir (4). Ayrıca, eşlik eden hastalıkların varlığı, hipoalbüminemi, ciddi

¹ Bursa Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Yoğun Bakım

travmatik beyin hasarı ve hipoperfüzyon gibi faktörlerin de TİK riskini artırdığına dair çalışmalar bulunmaktadır (5, 6).

Patofizyolojisi:

TİK'in patofizyolojisinin anlaşılması, ciddi travma geçiren hastaların yönetiminde tedavi stratejilerinin belirlenmesinde kritik bir rol oynar. TİK, genel olarak endojen akut travmatik koagülopati ve resüsitasyonla ilişkili koagülopati olmak üzere iki temel bileşenden oluşur (3). Travmanın kendisi, travmatik şokun neden olduğu endojen akut travmatik koagülopatiyeye yol açar ve bu durum, yaralanmadan hemen sonra başlayıp resüsitasyon aşamasında da devam eder. Hipotermi, metabolik asidoz ve dilüsyonla ilişkili koagülopati ise resüsitasyon sürecinde ortaya çıkan koagülopatinin ana nedenleridir.

Kanamanın erken evrelerinde, vücutta bulunan trombosit ve fibrinojen depoları hızla tükenir. Pıhtılaşma hücreleri sıvı resüsitasyonu ile hemodilüsyona uğrar ve kanın viskozitesi azalır. Yüksek hacimde verilen sıvı resüsitasyonu, hem hipotermiyi artırarak hem de trombin üretimini engelleyerek koagülopati gelişimine katkıda bulunur. Bu nedenle, travma resüsitasyonunda kristaloid sıvıların kullanımında sınırlama yapılması gerekmektedir (2).

Ani ve büyük miktarda kan kaybına bağlı olarak gelişen hipoperfüzyon durumunda, vücut ısısının düzenlenmesi bozulur. Vücut sıcaklığı 36°C'nin altına düştüğünde, trombin üretimi yavaşlar ve pıhtılaşma süresi uzar (7). Yüksek hacimli kan kaybı sonucunda ortaya çıkan şok ve hipoperfüzyon tablosunda, hücrel anaerobik metabolizma artar, bu da laktat üretimi ve asidemiye yol açar. Bunun

yanı sıra, aşırı miktarda verilen normal salin de hiperkloremik metabolik asidemiye neden olabilir. Asidemi durumunda tromboelastografinin yavaşladığı çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır (8).

Travmaya bağlı doku hasarı ve doku hipoperfüzyonu, kontrolsüz pıhtılaşma ile sonuçlanan pıhtılaşma aktivasyonunun artmasına ve fibrinolizin artmasına neden olur. Buna ek olarak, tüketim koagülopatisi sonucu gelişen pıhtılaşma faktörü eksikliği, pıhtılaşma bozukluğuna ve hipokoagülabiliteye yol açar (9).

TİK patogenezinde, aktive protein C'nin merkezi bir rolü vardır. Normal şartlarda, doku hasarı meydana geldiğinde trombin oluşur ve ekstrinsik pıhtılaşma yolu aktive olur, bu da fibrin ve pıhtı oluşumuna yol açar. Oluşan trombin, endotel yüzeyindeki trombomodulin ile birleşerek trombin-trombomodulin kompleksini oluşturur ve bu kompleks protein C'yi aktif hale getirir. Aktif protein C, Faktör 5a ve 8a'yı inaktive ederek trombozu engeller ve doku perfüzyonunu korumaya çalışır. Ancak TİK durumunda, hipoperfüzyon nedeniyle endotel hasarı oluşur ve çözünür trombomodulin seviyesindeki artış, protein C'nin aşırı aktivasyonuna yol açar. Bu durumda, trombin prokoagülan rolünden antikoagülan role geçer. Bu duruma travma şokunun akut koagülopatisi (ACOTS) denir (10,11). Doku hasarının ardından salınan çeşitli mediatörler, inflamatuvar yolları uyarır ve hasar ilişkili moleküler paternlerin (DAMP) salınımını tetikler. DAMP'ler, trombositleri hiporeaktif hale getirerek trombosit fonksiyonlarını etkiler (12).

Tanı:

Majör transfüzyon ihtiyacı olan hastalarda TİK riski yüksek olduğundan, laboratuvar sonuçları büyük önem taşır. Trombosit sayısı, Protrombin zamanı (PT), aktif parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT), Uluslararası Normalleştirilmiş Oran (INR) ve fibrinojen düzeyi rutin olarak incelenen testler arasındadır. Uzun süre boyunca PT, aPTT ve INR, TİK'i tanımlamak için önerilen klinik testler olmuştur. Ancak son dönemde yapılan çalışmalarda, pıhtılaşma faktörü aktivite seviyesi normal olan hastalarda bile INR ve PT yüksekliği olabileceği gösterilmiştir (13). Bu nedenle, TİK değerlendirmesinde PT veya INR ve aPTT değerlerinin eksiklikleri kabul edilmiştir. Tromboelastografi (TEG) ve Rotasyonel tromboelastometri (ROTEM) gibi viskoelastik hemostatik analizler (VHA), TİK değerlendirmesi ve tedavisinde en yaygın kullanılan testlerdendir. VHA'ların hızlı sonuç vermesi, masif kanamalı hastalarda hızlı müdahale açısından avantaj sağlarken, yüksek maliyetleri kaynakların yetersiz olduğu yerlerde erişilebilirliğini sınırlamaktadır (14,15). VHA'lar birçok ülkede TİK analizi için standart olarak kabul edilse de, trombosit fonksiyonunu güvenilir bir şekilde değerlendirememeleri ve fibrinolizi ölçme konusunda yeterince hassas olmamaları nedeniyle, TİK'in tek bir laboratuvar testi ile doğru bir şekilde analiz edilemeyeceği açıktır. Mevcut hiçbir test, vasküler homeostazın kritik ve koordine olaylarını tek başına kapsamlı bir şekilde değerlendirememektedir.

Erken TİK'te şok, geç TİK'te ise daha çok doku hasarı ön plandadır. Erken TİK'te, doku hasarı ve hemorajik şoka karşı vücutta endojen bir pıhtılaşma yanıtı oluşur. Verilen kan ürünleri, sıvılar ve hemostatik ajanlar ise hemodilüsyon, asidoz, hipotermi ve sekonder

koagülopatiyeye yol açabilir (16). Kan kaybının devam etmesi koagülopatinin şiddetlenmesine neden olarak hipokoagülopatiden hiperkoagülopatiyeye geçişi tetikler. Hiperkoagülopatinin baskın olduğu geç TİK'te trombotik farmakolojik profilaksiye başlanması gerekmektedir. Ancak, tromboembolizm profilaksisinin yaralanma sonrası uygulanma zamanı kesin olarak belirlenmemiştir. Hiperkoagülopatinin etkin olduğu geç TİK'te de spesifik laboratuvar ölçütleri net olmasa da VHA'lar kullanılabilir (12).

Tedavi Yönetimi:

Hastane Öncesi Yönetim:

Avrupa travma kılavuzlarına göre, kanayan travma hastalarına en kısa sürede müdahale edilmesi ve yaralanma ile cerrahi kanama kontrolü arasındaki sürenin minimuma indirilmesi önemlidir. Tam donanımlı bir travma merkezine kabul edilen hastaların hayatta kalma oranlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır (17). Hayatı tehdit eden ekstremitte kanamalarında ve pelvis kırığından kaynaklanan iç kanamalarda turnikeler ve pelvik bağlar kritik öneme sahiptir.

Kanaması kontrol altına alınamayan ve hipotansif olan hastalarda, kanamayı kontrol altında tutmak için kan basıncını belirli bir seviyede tutmak (hedef ortalama arter basıncı: 65 mmHg veya sistolik kan basıncı: 80-90 mmHg olacak şekilde permisif hipotansiyon) ve kanamanın şiddetlenmesini önlemek amacıyla sıvı tedavisinin düşük düzeyde başlanması tavsiye edilmektedir. Sıvı replasmanında izotonik kristaloid solüsyonların kullanılması önerilir (18).

Hastane İçi Yönetim

Travma merkezlerinde tanısal Bilgisayarlı Tomografi (BT), beyin BT ve tüm vücut BT olarak rutin şekilde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, Travmada Sonografi ile Odaklanmış Değerlendirme (FAST) görüntülemesinin hızla gerçekleştirilmesi de oldukça önemlidir.

İntraabdominal, intratorasik ve retroperitoneal kanama yaşayan ve kanama ile koagülopati nedeniyle şokta olan anstabil hastalarda "Hasar kontrolü" amaçlı acil cerrahi müdahale gereklidir (19). Pelvik kanaması olan hastalarda ise girişimsel radyoloji yararlı olabilir, ancak bu işlem deneyimli bir ekip gerektirir.

Verilecek kan ürünlerinin oranı konusunda halen tartışmalar mevcuttur. Ancak, Hasta Kontrol Resüsitasyonu (DCR) 1:1:1 oranını önermektedir (2). Holcomb ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptığı ve 2.312 hastayı içeren retrospektif çalışmada, 1:1:1 oranına yakın tedavi gören hastaların 24 saatlik ve 30 günlük sağkalım oranlarının daha iyi olduğu görülmüştür (20). Avrupa travma kılavuzu, masif kan transfüzyonu gereken hastalarda iki stratejiyi savunmaktadır. İlk olarak, taze donmuş plazma: eritrosit süspansiyonu (ES) oranının en az 1:2 olması gerektiğini, ikinci olarak ise fibrinojen konsantresi ve ES miktarının bireysel hemoglobin seviyesine göre ayarlanmasını önermektedir. Laboratuvar değerlerine göre koagülasyon parametreleri ve viskoelastik test analizleri dikkate alınarak, hedefe yönelik bir stratejinin protokol odaklı tedaviden daha üstün olduğu vurgulanmıştır (21). TEG ve ROTEM kullanılarak TİK'in erken tanısının konulması, erken müdahale ile pıhtılaşma testlerinde iyileşme sağlayarak kan transfüzyonu ihtiyacını ve çoklu organ

yetmezliği insidansını azaltmıştır (22). Bu yöntemle, TEG ve ROTEM sonuçlarına göre uygun kan bileşenleri verilir. TEG'de uzamış R süresinde protrombin veya rekombinant faktör VII, artan fibrinolizde traneksamik asit ve sub-optimal pıhtı amplitüdü için fibrinojen konsantresi verilmesi gibi stratejiler uygulanır (23). Bu bağlamda, viskoelastik verilerin doğru yorumlanması tedavi açısından büyük önem taşır.

Farmakolojik tedavi açısından, traneksamik asit ve Rekombinant aktive edilmiş pıhtılaşma faktörü VII (rFVIIa)'den bahsedilmektedir. Traneksamik asitin, fibrinolizi önleyici etkisi nedeniyle, yüksek kanama riski taşıyan veya majör kanaması olan hastalara mümkün olan en kısa sürede verilmesi önerilmektedir. Çalışmalar, traneksamik asitin yaralanmadan sonraki ilk 3 saat içinde verilmesi gerektiğini, bu süreden sonra verildiğinde etkili olmadığını ve yan etkileri nedeniyle önerilmediğini göstermiştir (24,25). Bu nedenle, traneksamik asit birçok ülkede hastane öncesi tedavi algoritmalarında yer almaktadır.

rFVIIa, majör kanama durumlarında tüm diğer girişim ve tedavilere rağmen kanamanın devam etmesi halinde kullanılmaktadır. rFVIIa'nın etkili olabilmesi için hastanın yeterli trombosit ve fibrinojen seviyelerine sahip olması gerektiği vurgulanmıştır.

Asidoza bağlı koagülopati durumunda, bikarbonat kullanımı yeterince etkili olmadığından, hiposemi ve asidozun önlenmesi ana hedef olmalıdır. Benzer şekilde, hipotermi de koagülopatiyeye yol açabileceği için normoterminin sağlanması ve hipotermik hastaların ısıtılması büyük önem taşır. Ayrıca, kanama kontrol altına alındıktan

sonra ilk 24 saat içinde anti-embolik çorapların giydirilmesi veya aralıklı pnömatik kompresyon cihazlarının kullanılması ile erken mekanik tromboprofilaksi ve farmakolojik tromboprofilaksi önerilmektedir (18).

Avrupa travma kılavuzu, ciddi yaralanmaları olan ve kanamalı hastaların kabul edildiğı merkezlerde yerel ve kanıta dayalı bir tedavi algoritması oluşturulmasını ve bu algoritmaya göre tedavi planının yapılmasını tavsiye etmektedir. Bu algoritmaların kalite kontrol ve güvenlik açısından gerekli olduğu da vurgulanmıştır.

Kaynaklar:

1. Holcomb JB & et al. (2015). Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA*. 2015;313:471–82.
2. Simmons, JW., Pittet, J. F., & Pierce, B. (2014). Trauma-induced coagulopathy. *Current anesthesiology reports*, 4, 189-199.
3. Kushimoto, S., Kudo, D., & Kawazoe, Y. (2017). Acute traumatic coagulopathy and trauma-induced coagulopathy: an overview. *J Intensive Care*. 2017; 5: 1–7.
4. Cap, A., & Hunt, B. (2014). Acute traumatic coagulopathy. *Current opinion in critical care*, 20(6), 638-645.
5. Doganci, M., & et al. (2023). Evaluation of coagulopathy frequency and risk factors in trauma patients in intensive care unit. *Iran Red Crescent Med J*. 25(3):e2533.
6. XU, S., & et al. (2012). Risk factors and clinical effects of trauma induced coagulopathy in ICU patients with major trauma. *Chinese Journal of Emergency Medicine*, 1007-1011.
7. Mitrophanov, A.Y., Rosendaal, F.R. & Reifman, J. (2013). Computational analysis of the effects of reduced temperature on thrombin generation: the contributions of hypothermia to coagulopathy. *Anesth Analg*. 117(3):565–74.
8. Engstrom M & et al. (2006). Acidosis impairs the coagulation: a thromboelastographic study. *J Trauma*. 61(3):624–8.

9. Dobson, G.P., & et al. (2015). Mechanisms of early trauma-induced coagulopathy: the clot thickens or not? *J Trauma Acute Care Surg.* 79:301–9.

10. Chesebro, B.B., & et al. (2009). Increase in activated protein C mediates acute traumatic coagulopathy in mice. *Shock.* 32:659–65.

11. Hess, J. R., & et al. (2008). The coagulopathy of trauma: a review of mechanisms. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery,* 65(4), 748-754.

13. Stettler, G. R. & et al. (2019). Variability in international normalized ratio and activated partial thromboplastin time after injury are not explained by coagulation factor deficits. *J. Trauma Acute Care Surg.* 87, 582–589.

12. Moore, E. E., & et al. (2021). Trauma-induced coagulopathy. *Nature Reviews Disease Primers,* 7(1), 30.

14. Gonzalez, E., & et al. (2017). Management of trauma-induced coagulopathy with thrombelastography. *Crit. Care Clin.* 33, 119–134.

15. Veigas, P. V., & et al. (2016). A systematic review on the rotational thrombelastometry (ROTEM®) values for the diagnosis of coagulopathy, prediction and guidance of blood transfusion and prediction of mortality in trauma patients. *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.* 24, 114.

16. Moore, H. B. & et al. (2020). Defining trauma-induced coagulopathy with respect to future implications for patient

management: communication from the SSC of the ISTH. *J. Thromb. Haemost.* 18, 740–747.

17. Härtl, R., & et al. (2006). Direct transport within an organized state trauma system reduces mortality in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma* 60:1250-6; discussion 1256.

18. Rossaint, R., & et al. (2016). The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. *Crit Care.* 20:100.

19. Ball CG. (2015). Damage control surgery. *Curr Opin Crit Care.* 21:538-43.

20. Holcomb JB & et al. (2011). Increased platelet: RBC ratios are associated with improved survival after massive transfusion. *J Trauma.* 71(2 Suppl 3):S318–28

21. Maegele, M. (2017). Management of trauma-induced coagulopathy (TIC): a synopsis of the updated European trauma guideline. *Annals of Research Hospitals*, 1(4).

22. Spahn DR, & et al. (2013). Management of bleeding and coagulopathy following major trauma: an updated European guideline. *Crit Care.* 17(2):R76.

23. Schochl H, & et al. (2012). Early and individualized goal-directed therapy for trauma-induced coagulopathy. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 20:15.

24. McCormack PL. (2012). Tranexamic acid: a review of its use in the treatment of hyperfibrinolysis. *Drugs.* 72(5):585–617.

25. Crash-2 Collaborators. (2011). The importance of early treatment with tranexamic acid in bleeding trauma patients: an exploratory analysis of the CRASH-2 randomised controlled trial. *The Lancet*, 377(9771), 1096-1101.

