

BİDGE Yayınları

202300552 - Kitap Adı Eklenecek

Editör: MEHMET TOPTAŞ

ISBN: -

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: -

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

ÜST EKSTREMİTE PERİFERİK SİNİR BLOKLARI	1
<i>YAVUZ SAYGILI</i>	
SEPSİS VE SEPTİK ŞOK	32
<i>BETÜL ALTINTAŞ ÖNER</i>	
MALİGN HİPERTERMİ	45
<i>TURGAY ATAY</i>	

CHAPTER 1

ÜST EKSTREMİTE PERİFERİK SİNİR BLOKLARI

YAVUZ SAYGILI¹

Giriş

Rejyonel anestezi, bilinç kaybı olmaksızın vücudun belirli alanlarında sinir iletimini ve ağrı hissini yok eden bir yöntemdir. (Erdine, 2005, ss. 7-33, 83-85, 93-95) Temel olarak, bir periferik sinirin çevresine lokal anestezik madde enjekte edilerek sinirin bloke edilmesine dayanır. (Joshi, Gandhi, Shah, Gadsden, & Corman, 2016, ss. 524–529) Periferik sinir blokları; cerrahi işlemler için anestezi sağlamak, ameliyat sırasında kullanılan anestezik madde miktarını düşürmek, ameliyat sonrası ağrı kontrolünü sağlamak, post-operatif ağrı kesici ihtiyacını azaltmak, buna bağlı olarak analjezik ilaçların yan etkilerini en aza indirmek ve ağrıya bağlı stresi hafifletmek amacıyla yaygın şekilde tercih edilen yöntemlerdir. Bu teknikler, uygulanması basit, ekonomik ve etkinliği kanıtlanmış işlemlerdir. Tüm bu sebeplerle üst ekstremitelerde cerrahisinde periferik sinir blokları sıklıkla kullanılmaktadır.

¹ Uzman Doktor, Balıklıgöl Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Orcid: 0009-0006-3036-9089

Periferik Sinir Bloğu Teknikleri

1. Alan Bloğu: Bu yöntemde, terminal kutanöz sinirler hedef alınır ve cerrahi bölge, çoklu enjeksiyonlarla tamamen bloke edilir. Küçük çaplı cerrahi işlemler için yeterli ağrı kontrolü sağlayabilir. Büyük cerrahi operasyonlarda ise ameliyat sonrası ağrı yönetimine destek olur.
2. Parestezi Tekniği: Eski olan bu teknikte iğnenin sinirle temas ettiğinde ortaya çıkan parestezi hissiyle, iğnenin doğru konumda olduğu teyit edilir.
3. Sinir Stimülasyonu Tekniği: İlk kez 1962 yılında kullanılan nörostimülasyon yöntemi, rejyonel anestezinin daha basit ve etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamıştır. Bu yöntemde, gövdesi izole edilmiş bir blok iğnesinin ucu aracılığıyla dokuya elektrik akımı uygulanır. Bu sayede iğne ucunun sinire olan mesafesi belirlenmeye çalışılır. Genellikle en uygun mesafenin sağlanması için 0.2-0.5 mA'lık bir uyarıyla motor yanıt alınması hedeflenir.
4. Ultrasonografi (USG) ile Blok: Hedef sinir, ultrasonografi cihazıyla görüntülenebilir ve işlem sırasında iğnenin konumu eş zamanlı olarak izlenebilir. İlaç dağılımı takip edilerek çevre dokuların korunması sağlanabilir.
5. Fasyal Plan Bloğu: Bu yöntemin temel prensibi, yüksek hacimli lokal anesteziklerin fasyal planlar arasına enjekte edilmesiyle, anestezik ajanın bu planlar arasında bulunan sinirlere ve hedef sinirleri barındıran komşu kompartmanlara dağılmasıdır. Dağılım şekli ve alanı kişiler arasında farklılık gösterebilir. Bu durum, sinirlere ulaşan ve etkileyen lokal anestezik miktarının değişken

olmasına yol açar. (Coşarcan, Manici, Yörükoğlu, & Gürkan, 2021, ss. 205–214)

6. Devamlı Periferik Sinir Blokları: Perinöral lokal anestezi infüzyonu olarak da bilinen bu yöntemde, periferik sinirin yakınına bir kateter yerleştirilir ve siniri uzun süreli bloke etmek amacıyla belirli aralıklarla lokal anestezi verilir. (Ilfeld, 2017, ss. 308–335)

Sinir Bloklarında Kullanılan Ajanlar

Sinir bloklarında, istenen etki seviyesi ve süresine bağlı olarak farklı ajanlar kullanılabilir. Lokal anesteziyle birlikte vazokonstriktör bir ajan (örneğin epinefrin) eklenmesi, lokal anesteziğin sistemik dolaşımın tarafından emilmesini yavaşlatarak etki süresini uzatır ve intravasküler enjeksiyon durumunda, lokal anesteziklerin yan etkileri ortaya çıkmadan önce uygulayıcıyı uyabilir. %1-2 lidokain kullanıldığında etki 10-20 dakikada başlar ve genellikle 2-5 saat devam eder. Lidokain için önerilen maksimum doz 4.5 mg/kg olup, toplamda 300 mg'ın aşılması tavsiye edilir. Epinefrin ile birlikte kullanıldığında bu doz 7 mg/kg'a kadar artırılabilir. %0.25-0.5 bupivakain ise etkisi 15-30 dakikada başlayan ve 30 saate kadar (ortalama 5-15 saat) ağrı kontrolü sağlayan bir ajandır. Maksimum doz 2.5 mg/kg'dır (epinefrin ile birlikte 3 mg/kg'a çıkabilir), ancak toplam dozun 175 mg'ı geçmemesine özen gösterilmelidir. (Kulaçoğlu, 2012, ss. 164–168)

Sinir Blokları İçin Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar ve Kontrendikasyonlar

Periferik sinir blokajının başarılı bir şekilde uygulanması için şu noktalara özen gösterilmelidir:

- Hastadan bilgilendirilmiş onam alınması,

- Hastanın monitörizasyonu (nabız oksimetresi, non-invaziv kan basıncı, EtCO₂, FiO₂, EKG),
- Acil resüsitasyon koşullarının hazır bulunduğu bir ortamın sağlanması,
- En uygun blokaj tekniğinin seçilip en etkili yaklaşımın belirlenmesi,
- Doğru ilacın, uygun hacim ve konsantrasyonda kullanılması,
- Mümkünse hastaya premedikasyon yapılması.
- Periferik sinir blokları için kontrendikasyonlar şunlardır:
- Hasta reddi veya kooperasyon olmaması,
- Enjeksiyon alanında anomali, tümör veya enfeksiyon,
- Sistemik nörolojik hastalık,
- Kontrolsüz koagülasyon bozuklukları,
- Blok seviyesinin distalinde nöropati,
- Lokal anestezi ajanlara karşı alerji. (Kaya, 2010, ss. 561–600)

Üst Ekstremit ve Brakiyal Pleksus Anatomisi

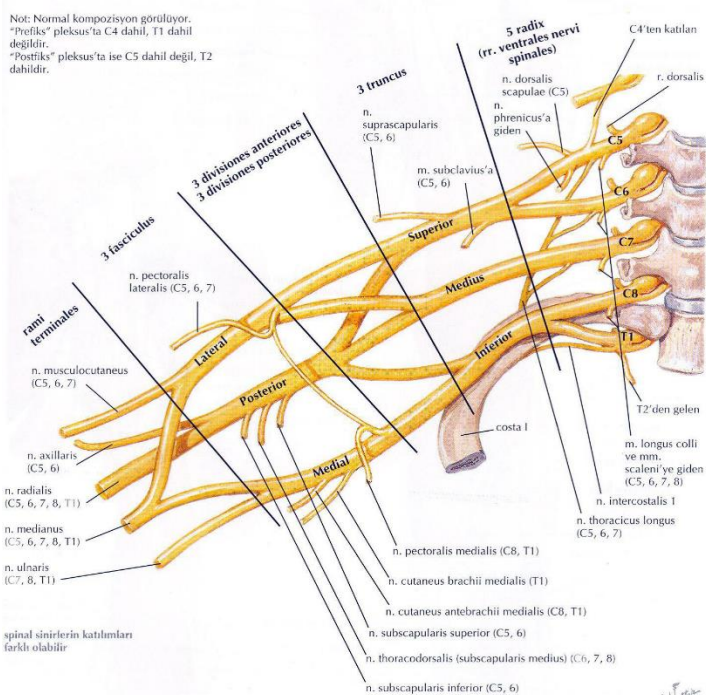
Klavikula ve skapula ile gövdeye bağlanan üst ekstremit pektoral kavşak, kol, ön kol ve elden oluşur. Üst ekstremitenin başarılı rejyonel anestezisi için brakiyal pleksus anatomisinin ayrıntılı şekilde bilinmesi önemlidir.

Brakiyal pleksus, üst ekstremitenin motor ve duysal innervasyonunu sağlayan yapıdır ve boyun arka üçgeninde bulunur. Trapezius kasının ön kenarı, klavikula ve sternokleidomastoid kasın arka kenarı boyun arka üçgenini oluşturur. Brakiyal pleksus; subklaviyan arter ile birlikte ön ve orta skalen kasların arasından

ilerler, ardından klavikula ile 1. kosta arasından geçerek cavum axilla'ya ulaşır. Subklaviyan arter 1. Kaburgayı geçtikten sonra aksiller arter olarak isimlendirilir.

Brakiyal pleksus, son dört servikal spinal sinirin (C5-C8) ve birinci torakal spinal sinirin (T1) ön ramuslarının birleşimiyle meydana gelir. Bunun yanı sıra, C4'ün ön dalından C5'in ön dalına ve T2'nin ön dalından T1'in ön dalına katılım ya çok azdır ya da hiç gözlenmez.

Şekil 1. Brakiyal pleksus ve ana bölümlerinin anatomik illüstrasyonu



Kaynak: Netter, F. H. (2010). İnsan anatomisi atlası (5. baskı). İstanbul, Türkiye: Nobel Tıp Kitabevi.

C5 ve C6'nın ön ramus'ları üst kısımda birleşip trunkus superior'u oluştururken, C8 ve T1'in ön ramus'ları alt kısımda birleşerek trunkus inferior'u meydana getirir. C7'nin ön ramus'u ise orta bölgede trunkus medius olarak yoluna devam eder. Bu trunkuslar, ön ve orta skalen kasların arasında oluşur ve boyun arka üçgeninde ilerler.

Her bir trunkus, 1.kaburga ile klavikula arasından geçerken anterior ve posterior olmak üzere iki divisiyona ayrılır. Daha sonra trunkus superior, medius ve inferiorun posterior divisyonları birleşip posterior kordu oluştururken, trunkus superior ve mediusun anterior divisyonları birleşerek lateral kordu meydana getirir. Trunkus inferiorun anterior divisyonu ise medial kord olarak ilerler. Bu kordlar, cavum axilla içinde pektoralis minör kasının arkasında yer alır ve isimlerini aksiller arter ile olan komşuluk ilişkilerinden alır.

Pektoralis minör kasının lateral kenarında her bir kord, major terminal sinirleri oluşturan önemli dallara ayrılır. Lateral kord, median sinirin lateral dalını verdikten sonra muskulokutanöz sinir olarak biterken; medial kord, median sinirin medial dalını sağlayarak ulnar sinir şeklinde sonlanır. Posterior kord ise aksiller sinir dalını verdikten sonra radial sinir olarak devam eder. (Butterworth, Mackey, & Wasnick, 2015, ss. 975-1022)

Bunun yanı sıra brakiyal pleksusun kök, trunkus ve kord düzeylerinden de dallar çıkar. C5 spinal sinirin ön ramusundan köken alan dorsal skapular sinir, levator skapula kasını, romboid major ve minör kaslarını innerve eder. C5-7 köklerinden başlayıp göğüs duvarının anterolateral kısmından aşağıya doğru ilerleyen uzun torasik sinir ise serratus anterior kasını innerve eder. (Yıldırım Güzelant, Sarıfakıoğlu, Emre, & Ünal, 2014, ss. 43–45)

Superior trunkustan (C5-C6) kaynaklanan subklaviyan sinir, subklavius kasını innerve ederken; supraskapular sinir,

supraspinatus ve infraspinatus kaslarının motor innervasyonunu, ayrıca glenohumeral ve akromioklavikular eklemlerin duysal innervasyonunu üstlenir. (Gürses, Gayretli, Coşkun, Kale, & Öztürk, 2015, ss. 433–437)

Lateral korddan çıkan lateral pektoral sinir, medial pektoral sinirle birleşir. Her iki pektoral sinir, pektoralis majör ve minör kaslarına sinirsel uyarı sağlar. Lateral kordun uzantısı olan muskulokutanöz sinir (C5-7), yoluna devam ederken korakobrakial kasını delip geçer ve bu kasın yanı sıra biceps brachii ile brachialis kaslarını da innerve eder. Ardından, dirsek eklemi hizasında motor lifleri sona erer ve sinir, nervus cutaneus antebrachii lateralis adını alarak ilerler. Bu dal, ön kolun lateral kısmının deri duyusundan sorumludur. (Gökmen, Karahan, Horasanlı, Sivri, & Yıldırım, 2018, ss. 22–25)

Medial kord, kolun iç yüzünün deri duyusunu algılayan n.cutaneus brachii medialis ile ön kolun iç yüzünün deri duyusundan sorumlu n.cutaneus antebrachii medialis dallarını da meydana getirir. Medial kord, median sinirin medial kolunu oluşturarak ulnar sinir olarak devam eder. Medial kordun en kalın dalı olan ulnar sinir (C8-T1), 5. parmağın dorsal ve palmar yüzeyi ile 4. parmağın iç yarısının deri duyusunu alır.

Median sinir (C5-T1), kol bölgesinde herhangi bir dal vermez. Ön kolun fleksör kaslarını innerve eder. İlk üç parmağın ve dördüncü parmağın dış yarısının palmar yüzeyindeki deri duyusundan sorumludur. Bunun yanı sıra, ilk üç distal falanksın dorsal yüzeyi ile dördüncü distal falanksın dış yarısının deri duyusunu da algılar. (Arbona, Khabiri, & Norton, 2011, ss. 31–36)

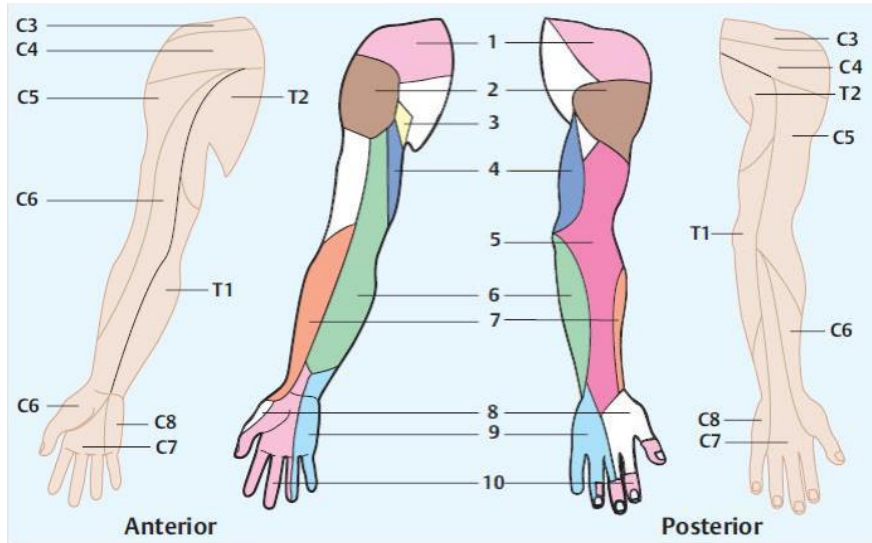
Posterior korddan köken alan torakodorsal sinir, latissimus dorsi kasını innerve eder; subskapular sinirler ise subskapularis ve teres majör kaslarına sinirsel uyarı sağlar. Aksiller sinir (C5-6), deltoid ve teres minör kaslarını innerve eder. Ek olarak, aksiller

sinir, n.cutaneus brachii lateralis superior adıyla bir duyu dalına sahiptir.

Posterior kordun en geniş dalı olan radial sinir (C5-T1), n.cutaneus brachii lateralis inferior aracılığıyla kolun distal lateral bölgesinin duyunu algılar. Bunun yanı sıra, n.cutaneus brachii posterior ve n.cutaneus antebrachii posterior dallarıyla, kol, ön kol, el ve ilk üç parmak ile dördüncü parmağın dış yarısının dorsal yüzeyinde, distal falanks seviyesine kadar uzanan bölgenin deri duyusundan sorumludur.

Şekil 2. Üst ekstremitenin duyu innervasyonu.

1: Supraklaviküler sinir, 2: Aksiller sinir, 3: İnterkostobrakiyal sinir, 4: Medial brakiyal kutanöz sinir, 5: Radyal sinir, 6: Medial ön kol kutanöz siniri, 7: Lateral ön kol kutanöz siniri (muskulokutanöz sinir), 8: Radyal sinir, 9: Ulnar sinir, 10: Median sinir.



Kaynak: Meier, G., & Buettner, J. (2016). Upper limb: General overview. In [Editör Adı] (Ed.), Atlas of peripheral regional anesthesia: Anatomy and techniques (3rd ed., ss. 47–66). Stuttgart, Germany: Thieme.

Lokal anestezipler, brakial pleksus boyunca istenilen blok seviyesine göre herhangi bir noktadan uygulanabilir. Omuz ve proksimal humerus ameliyatlarında interskalen blok kullanılırken, orta humerusun distal kısmındaki cerrahi işlemler için supraklaviküler, infraklavikular ya da aksiller bloklardan biri seçilebilir. (Armağan Koza, 2012, s. 44)

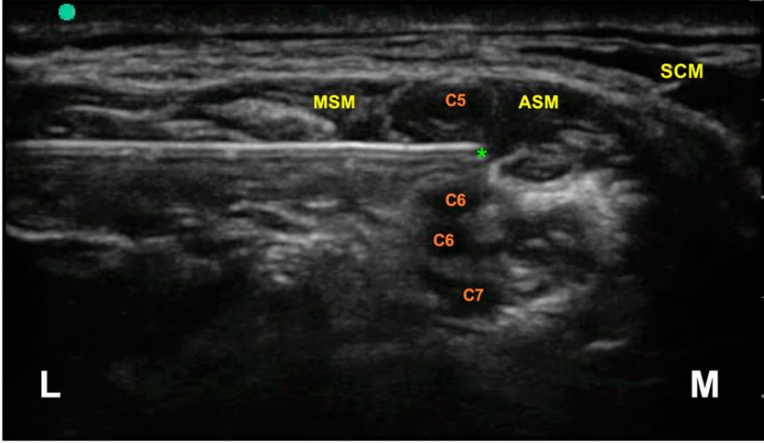
Üst Ekstremit Periferik Sinir Blokları

İnterskalen Brakial Pleksus Bloğu (İSBPB): İnterskalen yaklaşımda, brakial pleksusun distal kökleri ve/veya proksimal trunkus bölümleri hedeflenerek bloke edilir. (Arbona, Khabiri, & Norton, 2011, ss. 37–48) Bu teknik, genellikle omuz, klavikula ve üst kol ameliyatlarında anestezi sağlamak ve ameliyat sonrası ağrı kontrolü için yaygın bir şekilde tercih edilir. (Gencer, 2020, ss. 224-229) İnterskalen yaklaşımda, özellikle C5-7 sinir kökleri bloke edilirken, ulnar sinirin kökenini oluşturan C8-T1 sinir kökleri daha az etkilenir. Bu nedenle interskalen blok, dirsek ve daha distal bölgelerdeki cerrahi işlemler için uygun değildir. Bunun yanı sıra, omuz bölgesinde tam bir cerrahi anestezi elde etmek için interskalen bloğun, yüzeysel servikal pleksus bloğu ile kombine edilmesi gereklidir. (Lipskind, Hendrix, & Ahmed, 2024)

Hasta supin pozisyondayken, baş 30 derece cerrahi uygulanacak tarafın tersine döndürülür. Lineer ultrasonografi probu, transvers şekilde C6 seviyesindeki interskalen oluğa yerleştirilir. Brakial pleksus yapıları, ön ve orta skalen kaslar arasında hipoekoik yuvarlak şekiller olarak izlenir (Şekil 4). Prob daha laterale kaydırılarak, yakınındaki karotis arter, ven ve vertebral arterden uzaklaşılır. Nörostimülasyon iğnesi in-plane şekilde interskalen bölgeye doğru yönlendirilir. İşlem esnasında iğnenin hem ucu hem de gövdesi net bir şekilde görünmelidir. Ameliyat sonrası ağrı kontrolü için daha az hacimde (10 ml) lokal anestezi ajan kullanılabilirken, cerrahi anestezi sağlamak amacıyla

daha büyük hacimler (20-30 ml) tercih edilir. (Butterworth, Mackey, & Wasnick, 2015, ss. 975-1022; Gencer, 2020, ss. 224-229; Sir, Kucukbingoz, & Eksert, 2019, ss. 99-104)

Şekil 3. Brakial pleksusun interskalen oluktaki USG görüntüsü
SCM: Sternokleidomastoid kas, ASM: Anterior skalen kas, MSM:
Orta skalen kas, C5,6,7:Brakialpleksus sinir kökleri



Kaynak: Pascarella, G., Strumia, A., Costa, F., Rizzo, S., Del Buono, R., Remore, L. M., Bruno, F., & Agrò, F. E. (2021). Triple monitoring may avoid intraneural injection during interscalene brachial plexus block for arthroscopic shoulder surgery: A prospective preliminary study. Journal of Clinical Medicine, 10(4), 781. doi:10.3390/jcm10040781

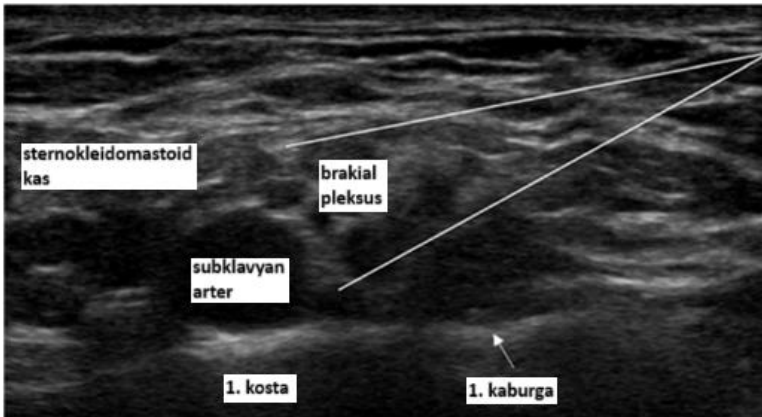
Brakial pleksusun frenik sinire yakın konumu ve lokal anesteziğin sinir köklerine doğru proksimal yayılımı sebebiyle, interskalen blok uygulamalarının neredeyse tamamında aynı tarafta frenik sinir blokajı eşzamanlı olarak gerçekleşir. Bu durum, bilinen akciğer hastalığı olan ya da karşı tarafta frenik sinir felci bulunan hastalarda istenmeyen klinik sonuçlara yol açabilir. Ancak günümüzde ultrasonografi kullanımının yaygınlaşmasıyla bu oran %13'e kadar düşmüştür. İpsilateral anhidrozis, miyozis ve pitozis ile kendini gösteren Horner sendromu, bu yöntemde servikal sempatik zincirin bloke edilmesi nedeniyle ortaya çıkar. Ses

kısıklığı yaşıyan hastalarda ise rekürren laringeal sinir etkilenimi akla gelmelidir; bu komplikasyonun görülme sıklığı %10 ile %20 arasında değişir. Karşı tarafta vokal kord paralizisi olan bir hastada bu durum, solunum zorluğuna neden olabilir. (Knoblanche, 1979, ss. 346-349; Butterworth, Mackey, & Wasnick, 2015, ss. 975-1022)

Bunun yanı sıra, interskalen brakiyal pleksus bloğu (İSBPB) sırasında intratekal, subdural ve epidural alanlara yayılım gerçekleşebilir. Ayrıca, vertebral arter içine yanlışlıkla yapılan bir enjeksiyon sonucunda nöbet aktivitesi ortaya çıkabilir.

Supraklavikular Brakiyal Pleksus Bloğu: Hasta, sırtüstü pozisyonda yatırılır ve başı 30 derece karşı tarafa çevrilir. Lineer ultrasonografi probu, klavikulanın üzerinde ve kaudal yöne bakacak şekilde supraklaviküler fossaya yerleştirilir. Subklaviyan arterin konumunu tespit etmek için ultrasonografi probu medial ve lateral yönde kaydırılır. Brakiyal pleksus, subklaviyan arterin hemen üstünde ve lateralinde, üzüm salkımına benzer bir görünümle izlenir. Birinci kosta, subklaviyan arterin altında hiperekoik bir çizgi olarak ortaya çıkar. Hastanın nefes alıp vermesiyle plevra, birinci kostadan ayırt edilir.

Şekil 4. Brakiyal pleksusun supraklaviküler fossadaki USG görüntüsü



Kaynak: Jones, P., Tsao, H., & Snelling, P. J. (2024). Ultrasound-guided supraclavicular block versus Bier block for emergency reduction of upper limb injuries: Statistical analysis plan. Trials, 25(1), 537. doi:10.1186/s13063-024-08395-0

Out-of-plane yöntemde, 22-gauge kısa iğne kullanılır. Öncesinde cilde lokal anestezi uygulanır. Ultrasonografi probunun üzerinden iğne ile giriş yapılır ve iğne ucu posterior kaudal yönde ilerletilir. Kan gelmediği dikkatli aspirasyonla doğrulandıktan sonra, yaklaşık 30-40 ml lokal anestezik ajan, 5 ml'lik bölünmüş dozlar halinde brakial pleksus çevresine enjekte edilir.

İn-plane yöntemde ise daha uzun bir iğne tercih edilir. Ultrasonografi probunun lateral tarafından iğne ile girilir. İğne ucu, brakial pleksusun yanında gösterilene kadar mediale doğru yönlendirilir. Lokal anestezik ajan, dikkatli aspirasyon yapılarak ve bölünmüş dozlarla brakial pleksus çevresine uygulanır. (Gürkan, Hoşten, Tekin, Acar, Solak, & Toker, 2012, ss. 159-164)

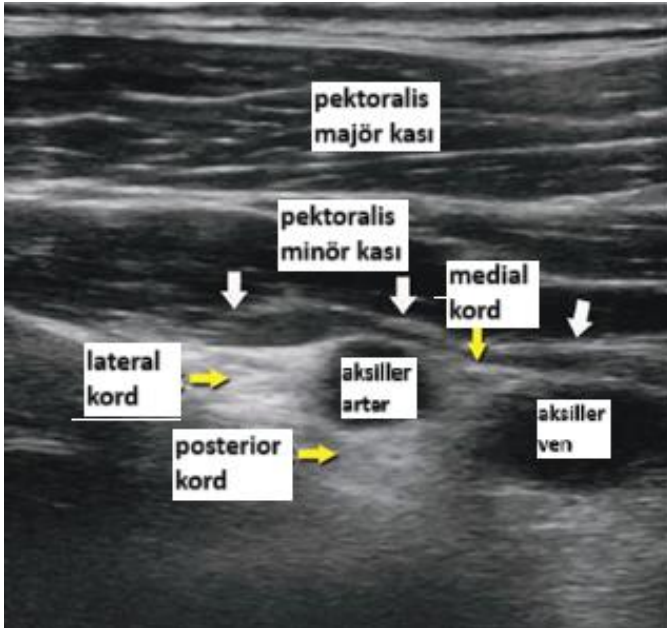
Enfeksiyon, sinir yaralanması, lokal anestezik toksisitesi ve kanama, tüm periferik sinir bloklarında ortak rastlanan komplikasyonlardır. Supraklaviküler brakial pleksus bloğu (SBPB) sırasında ise bunlara ek olarak Horner Sendromu (pitozis, miyozis ve anhidrozis), frenik sinir bloğu (Koçak ve diğerleri, 2022, ss. 395-398), pnömotoraks ve şilotoraks gibi durumlar da ortaya çıkabilir (Arbona, Khabiri ve Norton, 2011, ss. 49-57). Frenik sinir bloğu riski, interskalen bloğa göre yaklaşık yarı orandadır. Pnömotoraks gelişimi ise ultrasonografi kullanımının artmasıyla birlikte azalmıştır. (Barash ve diğerleri, 2017, ss. 395-412)

İnfraklavikular Brakial Pleksus Bloğu (İBPB): Bu yöntemde brakial pleksus kord seviyesinde bloke edilir; böylece dirsek ve daha distal bölgelerdeki cerrahi işlemler için etkili ve kaliteli bir cerrahi anestezi elde edilir. Ancak bu noktadan gerçekleştirilen blok üst kol ve omuz bölgesinde anestezi sağlamaz.

SBPB ile kıyaslandığında, frenik sinir bloğu riski bulunmaması nedeniyle akciğer hastalığı olan hastalarda tercih edilebilir bir alternatiftir. (Güldoğan ve Gürkan, 2013)

Hasta supin pozisyondayken, korakoid çıkıntının yaklaşık 2 cm medialine ve 2 cm kaudaline kavisli ultrasonografi probu parasagittal düzlemde yerleştirilir. Aksiller arter ve ven görüntülenir (Şekil 5). Medial, lateral ve posterior kordlar sırasıyla aksiller arterin aşağısında, yukarısında ve arka kısmında hiperekoik yapılar olarak gözlemlenir. İğne, ultrasonografi probunun üst kısmından deri altına ilerletilir. (Tekin, Gürkan ve Ceyhan, 2010, ss. 41–43) (Kılıçaslan, Topal ve Tavlan, 2013) (Bayar, Yılmaz ve Çelik, 2013, ss. 133–136) İğnenin en uygun konumu posterior kord ile aksiller arter arasındaki bölgedir. Yaklaşık 30 ml lokal anestezi ajanının tek seferde enjeksiyonu, dozun kordlara bölünerek uygulanması kadar etkili sonuçlar sağlar.

Şekil 5. Brakiyal pleksusun infraklavikular bölgedeki USG görüntüsü

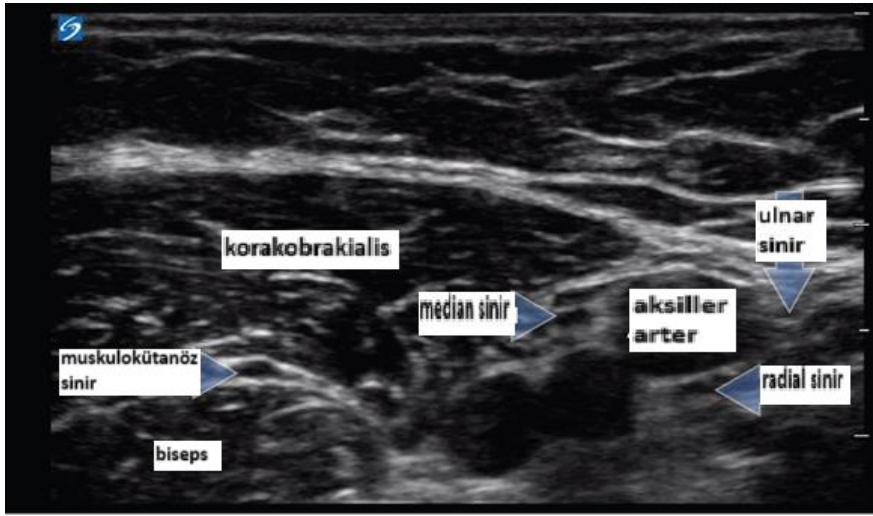


Kaynak: Hadzic, A. (2017). Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. In Hadzic's textbook of regional anesthesia and acute pain management (2nd ed., pp. 574–579). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Aksiller Brakiyal Pleksus Bloğu: Brakiyal pleksusun üç ana terminal dalı olan median, ulnar ve radyal sinirler, aksiller bölgede aksiller arterin yakınında ilerler. Bu anatomik yapı, aksiller bölgeyi brakiyal pleksus bloğu için elverişli bir alan haline getirir. Öte yandan, muskulokutanöz sinir brakiyal pleksusun daha proksimal bir noktasından ayrı bir dal olarak çıkar. Dolayısıyla, aksiller blok seviyesinde muskulokutanöz sinire ek bir enjeksiyon yapılması gerekebilir. Aksiller blok, dirsek, ön kol ve el bölgelerindeki cerrahi işlemler için anestezi sağlar. (Yanlı, Akcaboy ve Utebey, 2014, ss. 39–44)

Hasta supin pozisyondayken kol 90 derece abdüksiyona alınır. Lineer ultrasonografi probu ile aksiller arter ve ven gösterilir. Sonrasında, aksiller arteri saran brakiyal pleksus yapıları belirlenir. İğne, transdüserin üst kısmından deri altına sokulur ve pleksus dallarına doğru yönlendirilir. Ardından, her bir sinirin etrafına 10 ml lokal anestezi enjeksiyonu yapılır. (Kurt, 2010, ss. 81–94) (Franco, 2010, ss. 13–35)

Şekil 6. Brakiyal pleksusun aksiller bölgedeki USG görüntüsü



Kaynak: Farag, E., Soliman, L. M., & Brown, D. L. (2022). Axillary block. In Brown's atlas of regional anesthesia (6th ed., ss. 70–75). Philadelphia, PA: Elsevier.

Terminal Sinir Blokları: Sınırlı bir alandaki cerrahi işlem veya brakiyal pleksusun herhangi bir seviyeden blokajına ek olarak herhangi bir terminal sinirin blokajına ihtiyaç duyulabilir. Terminal sinir blokajları, istenen anestezi düzeyine göre herhangi bir noktadan gerçekleştirilebilir.

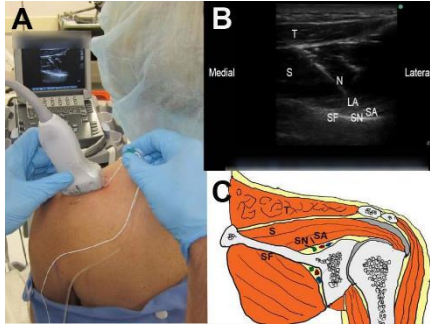
Supraskapular sinir bloğu: Supraskapular sinirin (SSN) bloke edilmesi, omuz bölgesinde anestezi ve ağrı kontrolü sağlamak için etkili bir yaklaşımdır. Bu yöntem, akut, kronik ya da ameliyat sonrası omuz ağrılarının tedavisinde tercih edilmektedir. SSN'nin omuz cerrahisi sonrası ağrının büyük bir kısmını ilettiği düşünüldüğü için, izole bir supraskapular sinir bloğunun (SSNB) ameliyat sonrası analjezi için yeterli olacağı öne sürülmüştür.

(Mojica, Ocker, Barrata ve Schwenk, 2022, ss. 219–231)

Supraskapular sinir bloğunda pnömotoraks gelişme riski yaklaşık %1'dir Bu durum genellikle iğnenin gerekenden daha fazla ilerletilmesiyle ortaya çıkar. (Harmon ve Hearty, 2007, ss. 743–746)

- Posterior Yaklaşım: Lineer ultrasonografi probu, trapezius ve supraspinatus kaslarını göstermek için hastanın spina skapulasının üzerine konumlandırılır. Skapula yüzeyi ultrasonografi ile taranarak supraskapular kanal görüntülenir. Ardından, renkli Doppler kullanılarak bu kanal içerisindeki supraskapular arter ve hemen yanında yer alan supraskapular sinir tespit edilir. Supraskapular siniri bloke etmek için en uygun bölge, supraskapular çentik ile spinoglenoid çentik arasındaki orta noktadır. (Schoenherr, Flynn ve Doyal, 2023)

Şekil 7. A: Prob konumlandırma B: USG görüntüsü C: Anatomi
T: m. trapezius, N: iğne, S: m. supraspinatus, SN: supraskapular sinir, LA: lokal anestezi, SA: supraskapular arter, SF: supraspinöz fossa



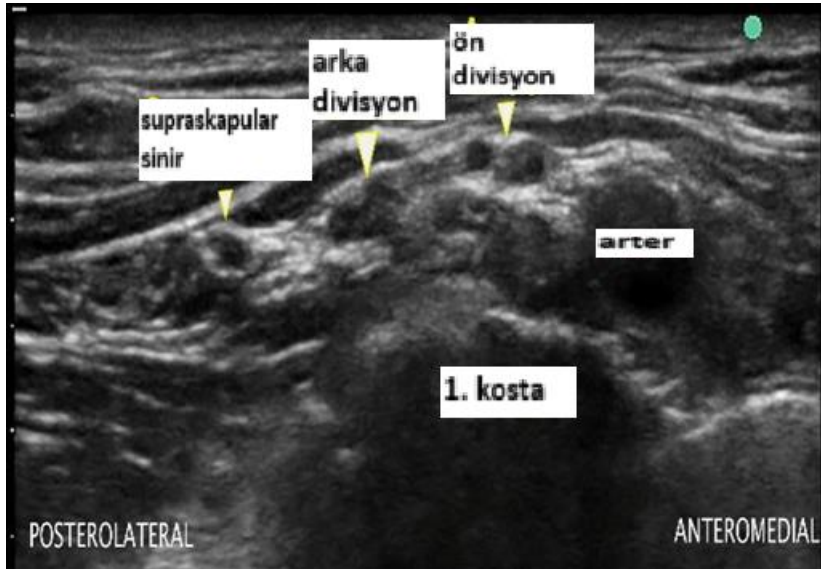
Kaynak: Price, D. J. (2019, August 7). How I do it: Ultrasound-guided combined suprascapular and axillary nerve block. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine News.

- Anterior Yaklaşım: Anterior yaklaşımda, iğnenin supraklaviküler brakiyal pleksusun lateralinden giriş yapabilmesi için hasta sırtüstü (supin) pozisyonda tutulur. Hastanın omzunun altına bir destek yerleştirilmesi, klavikula çevresindeki anatomik yapıların anterior yaklaşımda daha net

görüntülenmesine yardımcı olur. Ultrasonografi rehberliğinde gerçekleştirilen bu blok sırasında, öncelikle supraklaviküler bölgede subklaviyan arter ve çevresindeki brakiyal pleksus trunkusları görselleştirilir. Daha sonra, superior trunkustan ayrılan suprascapular sinir, omohyoid kasın hemen yan tarafında belirlenir. (Gupta ve diğerleri, 2023, ss. 595–602) Blok iğnesi, dıştan içe doğru in-plane tekniğiyle suprascapular sinire yönlendirilir ve lokal anestezi enjeksiyonu, negatif aspirasyon ve hidrodiseksiyon işlemlerinden sonra uygulanır.

Şekil 8. Anterior yaklaşım ile suprascapular sinir bloğunda USG probu konumlandırma ve USG görüntüsü



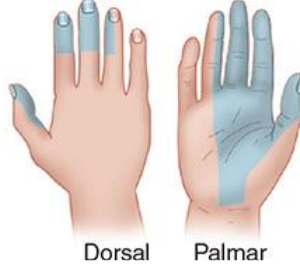


Kaynak: Auyong, D. (2022, February). How I do it: Anterior suprascapular block, superior trunk, and the significance of the suprascapular posterior anterior anatomy. ASRA News. doi:10.52211/asra020122.004

Median sinir bloğu: Median sinir, brakiyal pleksusun lateral ve medial kordlarından köken alır. Kol bölgesine ilerlediğinde, brakiyal arterin tam medial tarafında yol alır. Antekübital bölgeye ulaştığında ise brakiyal arterin medialinde, biceps tendonuna yakın bir konumda bulunur. Bu noktadan hemen aşağıda, bilek ve parmak fleksör kaslarına çok sayıda motor dal gönderir ve interosseöz membranı bileğe kadar izler. Proksimal bilek fleksiyon çizgisi hizasında, karpal tünelin içinde palmaris longus tendonunun hemen altında yer alır. Median sinir, ön kolun el bileği ve parmaklara fleksiyon yaptıran kaslarının yanı sıra tenar kasların ana motor innervasyonundan sorumludur. Şekilde belirtildiği üzere, elin duyu innervasyonunu da üstlenir. Avucun dış kısmı, ilk üç parmak ve dördüncü parmağın yarısının palmar yüzeyindeki küçük işlemler için median sinirin izole bloğu tercih edilebilir. Ayrıca, elin tamamını ya da bir bölümünü bloke etmek amacıyla veya brakiyal

pleksus bloğunun elin bu bölgesini yeterince etkilemediği durumlarda, diğer distal sinir bloklarıyla birlikte kullanılabilir.

Şekil 9. Elin dorsal ve palmar yüzeylerinde median sinir bloğu ile ilişkili duyuusal alanlar

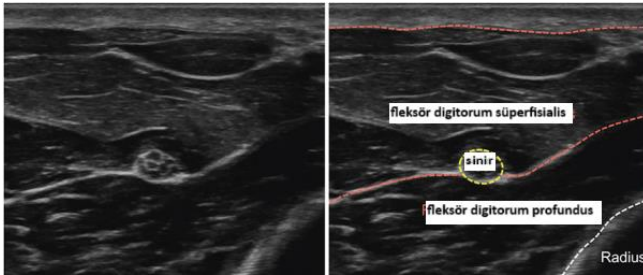


Kaynak: Butterworth, J. F., Mackey, D. C., Wasnick, J. D., & Işık, B. (2024). Morgan & Mikhail klinik anesteziyoloji (7. baskı, B. Işık, Çev. Ed.). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.

Median sinir, ön kol bölgesinde herhangi bir noktada ultrasonografi rehberliğinde bloke edilebilir.

Bununla birlikte, median sinir en kolay şekilde orta ön kol seviyesinde, fleksör digitorum profundus ve fleksör digitorum süperfisialis kasları arasında sıkıştığı noktada görselleştirilip bloke edilir.

Şekil 10. Ultrasonografi görüntüleriyle ön kolda fleksor digitorum süperfisialis ve profundus kasları



Kaynak: Butterworth, J. F., Mackey, D. C., Wasnick, J. D., & Işık, B. (2024). Morgan & Mikhail klinik anesteziyoloji (7. baskı, B. Işık, Çev. Ed.). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.

Bu bölgede, sinir tendonlarla karıştırılabilir; ancak probu proksimale doğru kaydırmak, tendonların çevre kaslarla birleştiğini, sinirin ise yerinde sabit kaldığını gösterir. Kısa bir iğne, probun ulnar tarafından ulnar-radial yönde ilerletilir ve sinirin etrafına halka şeklinde 4-8 mL lokal anestezi uygulanır. (Pester, Bechmann ve Varacallo, 2023)

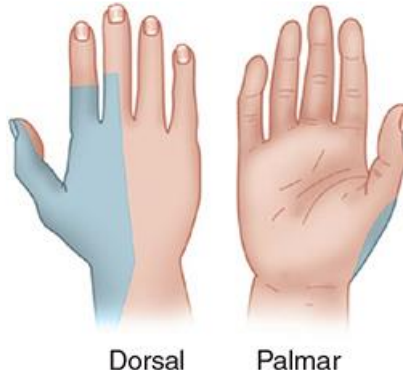
Ulnar sinir bloğu: Ulnar sinir, medial kordun devamıdır. Üst kolun medial tarafında, aksiller ve brakial arterlere göre medialde seyreder. Humerusun distal üçte birinde sinir daha fazla medial yönde ilerler ve medial epikondilin arkuat ligamentinin altından geçer. Sinir, genellikle medial epikondilin proksimaline yakın bir bölgede hissedilebilir; bu alana uygulanan baskı kübital tünel sendromuna yol açabilir. Orta ön kol bölgesinde, sinir fleksör digitorum profundus, fleksör digitorum süperfisialis ve fleksör carpi ulnaris kaslarının arasında bulunur. Bilek seviyesinde ise fleksör carpi ulnaris tendonunun lateralinde ve ulnar arterin medialinde yer alır. Ulnar sinir, elin intrinsik kaslarına (tenar kaslar hariç) motor innervasyon sağlar ve bileğin fleksiyon hareketine katkıda bulunur.

Ulnar sinir bloğunun endikasyonları, median sinir bloğunkilere benzerdir. Sinir, en kolay şekilde ön kolun distal üçte birinde tespit edilir ve ulnar artere paralel bir seyir izler. Arter nabzının hissedilmesi, transdüserin doğru yerleştirilmesinde rehber olabilir. Sinir, çapraz kesitte belirlendikten sonra, intravasküler enjeksiyon riskini önlemek için arterle doğrudan temas halinde olmadığı bir noktaya kadar proksimal yönde izlenmelidir. Kısa bir iğne, ultrasonografinin ulnar tarafından yerleştirilir ve ulnar-radial yönde ilerletilir. Lokal anestezi (4-8 mL), sinirin çevresine halka şeklinde enjekte edilir. (Pester ve Varacallo, 2023)

Radial Sinir Bloğu: Radial sinir, brakial pleksusun posterior kordunun terminal dalıdır ve humerusa posterior yönde yayılarak triceps kasını innerve eder. Humerusun spiral oluşuna

girmeden önce dirsekte lateral tarafa doğru hareket eder. Bu anatomik ilişki, özellikle rejyonel anestezi uygulayıcıları için önem taşır; çünkü bu bölgedeki humerus kırıkları sinir sıkışmasına veya yırtılmasına yol açabilir. Sinirin terminal duyuşal dalları arasında kolun lateral kutanöz siniri ve ön kolun posterior kutanöz siniri bulunur. Spiral oluktan çıktıktan sonra lateral epikondilin posterioruna ve brakioradialis kasının derin kısmına doğru ilerler. Bu noktada radyal sinir, yüzeysel ve derin dallara ayrılır. Derin dal periosta yakın konumlanır ve ön kolun ekstensör kaslarını innerve eder. Yüzeysel dal ise brakioradialis'in altından çıkarak radial arteri takip eder ve “anatomik enfiye çukuru”nu geçerek dorsal el bileğinin radyal tarafını, lateral üç parmağı ve dördüncü parmağın yarısının dorsal yüzeyini innerve eder.

Şekil 11. Elin dorsal ve palmar yüzeylerinde radial sinir bloğu ile ilişkili duyuşal alanlar



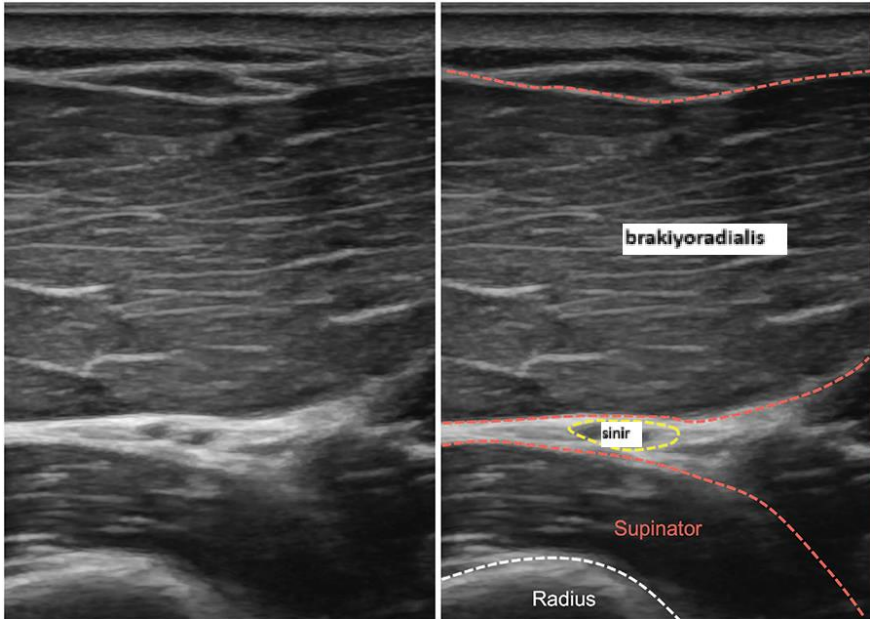
Kaynak: Butterworth, J. F., Mackey, D. C., Wasnick, J. D., & Işık, B. (2024). Morgan & Mikhail klinik anesteziyoloji (7. baskı, B. Işık, Çev. Ed.). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.

Ultrasonografi kullanıldığında, radial sinir en kolay şekilde ön kol bölgesinde, lateral epikondilin 2-3 cm distalinde, brakioradialis kasının derininde görselleştirilir. Bu konumda sinir, hiperekoik sınırlarla çevrili iki hipoeoik daire şeklinde bir yapı olarak belirir ve bu karakteristik görünüm sıklıkla “yılan gözleri”

olarak tanımlanır. 22 gauge kısa bir iğne, probun ön tarafından yerleştirilir ve arkaya doğru ilerletilir. Brakioradialis fasyası geçildikten sonra, sinirin çevresini tamamen kaplayacak şekilde 4-8 mL lokal anestezi enjekte edilir. Sinir ayrıca ultrasonografi rehberliğinde, kol bölgesinde görselleştirilebildiği kadar proksimalde, humerusun spiral oluğunu terk ettiği noktada veya ön kolun distalinde yüzeysel dalının radial artere paralel ilerlediği yerde bloke edilebilir.

Alternatif bir yöntem olarak, lokal anestezi, başparmak ve işaret parmağının tabanına yakın dorsal cilt altı dokuya alan bloğu şeklinde uygulanabilir.

Şekil 12. USG görüntüleriyle ön kolda radial sinir ve çevresel yapılar



Kaynak: Durrani, M. I., & Dasgupta, S. (2022). Radial nerve block. In StatPearls. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.

Muskülokütanöz Sinir Bloğu: Aksiller brakiyal pleksus bloğu sırasında, ön kol ve bileğin tam anesteziyi sağlamak için muskülokütanöz sinirin bloke edilmesi kritik bir öneme sahiptir. Muskülokütanöz sinir, brakiyal pleksusun lateral kordunun terminal dalı olup pleksustan ayrılan ana sinirler arasında en proksimal konumda bulunmaktadır. Bu sinir, korakobrakialis ve biceps kaslarının inervasyonunu üstlenir ve daha distal bölgede lateral antebrakiyal kutanöz sinire dönüşerek ön kol ile bileğin lateral kısmına duyu katkısı sağlar.

Ultrasonografi rehberliğinde aksiller blok uygulandıktan sonra muskülokütanöz siniri hedeflemek için, iğne yeniden lateral yönde, sinirin korakobrakialis kasının iki başı arasında ya da korakobrakialis ile biceps brakii kasları arasındaki bölgeye doğru ilerletilir. İğne sinire yaklaştırıldıktan sonra, sinirin çevresine 4-8 mL lokal anestezi enjeksiyonu yapılır.

Şekil 13. Üst kol ve ön kol bölgesinde radial sinir ve çevresel kasların anatomisi



Kaynak: Butterworth, J. F., Mackey, D. C., Wasnick, J. D., & Işık, B. (2024). Morgan & Mikhail klinik anesteziyoloji (7. baskı, B. Işık, Çev. Ed.). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.

Dijital Sinir Blokları: Dijital sinir blokları, parmaklarda gerçekleştirilen küçük cerrahi girişimler için veya brakial plexus ya da terminal sinir bloklarının eksik kaldığı durumları tamamlamak amacıyla kullanılır. Her parmağın duysal innervasyonu, parmağın tabanında dört köşeden giren dört küçük dijital sinir tarafından sağlanır. İşlem için seçilen parmağın medial ve lateral yanlarına ince bir iğne yerleştirilir ve 2-3 mL lokal anestezi uygulanır. Lokal anesteziye vazokonstriktör (örneğin epinefrin) eklenmesi parmağa olan kan akışını azaltsa da, epinefrin içeren lidokain veya diğer lokal anesteziklerin kullanımından sonra nekroz vakası bildirilmemiştir. (Napier, Howell ve Taylor, 2024)

İnterkostobrakial sinir bloğu: İnterkostobrakial sinir, üst toraks bölgesinden (T2) köken alır ve üst kolun medial kısmında yüzeysel bir konuma ulaşır. Kolun proksimal medial yüzüne kutanöz duyu sağlar ve brakial plexus bloğu ile anestezisi mümkün değildir. Bu bölge, üst ekstremitte cerrahilerinde turnike uygulamasının yaygın olduğu bir alan olduğu için, interkostobrakial sinir bloğu genellikle uyanık hastalarda rejyonel anestezi ile yapılan üst ekstremitte cerrahilerinde brakial plexus bloğuna ek olarak tercih edilir. Hasta supin pozisyona alınır, kol abduksiyon ve dış rotasyon pozisyonuna getirilir. Anestezist, deltoid çıkıntısından başlayarak posteriora doğru ilerler ve 5 mL lokal anestezi kullanarak kolun medial arka yüzüne kadar uzanan çizgisel bir alan bloğu oluşturur. (Yeşiltaş ve diğerleri, 2018)

RİVA: İntravenöz rejyonel anestezi, diğer adıyla Bier blok, bir ekstremitede nispeten kısa süreli (45-60 dakika) ve yüzeysel cerrahi girişimler için cerrahi anestezi sunabilir. Genellikle el (veya ayak) sırtına bir intravenöz kateter yerleştirilir ve ön kol, kol, diz altı ya da uyluk bölgesine çift pnömatik turnike uygulanır. Ekstremitte, pasif boşaltım için yukarı kaldırılır ve ardından distalden proksimale doğru Esmarch elastik bandajı sıkıca sarılarak aktif boşaltım gerçekleştirilir. Ekstremitenin yeterince kansız

bırakılamaması, hem anestezinin hem de cerrahinin etkinliğini olumsuz etkileyebilir. Proksimal turnike şişirildikten sonra Esmarch bandajı çıkarılır ve %0.5 lidokain (ön kol için 30-40 mL, kol için 50 mL) kateter yoluyla 2-3 dakika içinde enjekte edilir. Daha sonra kateter çıkarılır. Anestezi genellikle 5-10 dakika içinde etkili hale gelir. Turnike ağrısı çoğu zaman 20-30 dakika meydana çıkar. Bu esnada distal turnike şişirilir ve ardından proksimal turnike gevşetilir. Distal turnike, anestezi uygulanmış bölgenin üzerinde yer aldığından, hastalar genellikle bunu daha iyi tolere eder. Çok kısa süreli cerrahi işlemler için dahi, hızlı intravenöz lokal anestezi bolusunun sistemik toksisiteye yol açmasını önlemek amacıyla turnike en az 15-20 dakika boyunca şişirilmiş halde tutulmalıdır. Ekstra güvenlik sağlamak için turnikenin kademeli olarak indirilmesi de tavsiye edilir. İntravenöz rejyonel anestezide yalnızca lidokain kullanılırken, bupivakain ve ropivakain gibi ajanlar potansiyel kardiyak toksisiteleri nedeniyle kontrendikedir. (Löser ve diğerleri, 2019, ss. 99–108)

Servikal epidural bloklar akut ve kronik ağrıların tedavisinde kullanılsa da cerrahi anestezi ve analjezi için kullanımı yaygın değildir.

Sonuç

Rejyonel anestezi, etkili ağrı kontrolünün yanı sıra stres yanıtını, sistemik analjezik gereksinimini, opioid kaynaklı yan etkileri, genel anestezi ihtiyacını ve potansiyel postoperatif kronik ağrı oluşumunu azaltabilir. Ayrıca rejyonel analjezi, ameliyat sonrası iyileşme sürecini de hızlandırabilir. Tüm bu sebeplerden dolayı rejyonel anestezi yöntemleri gittikçe artan sıklıkta uygulanmaktadır.

Kaynakça

Arbona, F. L., Khabiri, B. ve Norton, J. A. (2011). Upper extremity peripheral nerve blocks. *Ultrasound-guided regional anesthesia* (ss. 31-36, 37-48, 49-57). Cambridge: Cambridge University Press.

Armağan Koza, K. (2012). Rejyonel anestezi teknikleri. *Anestezi Dergisi*, 20(1), 44.

Barash, P. G., Cullen, B. F., Stoelting, R. K., Cahalan, M. K., Stock, M. C., Ortega, R. ve Sharar, S. R. (2017). Rejyonel anestezi. *Klinik anestezi temelleri* (ss. 395-412). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Bayar, İ. (2018). The use of neurostimulation with ultrasound guided brachial plexus block: Does increasing success? *Ağrı - The Journal of the Turkish Society of Algology*, 30(2), 93-96. doi:10.5505/agri.2018.44827

Bayar, S., Yılmaz, A. ve Çelik, M. (2013). Geniş cilt grefti gerektiren üst ekstremité rekonstrüksiyonunda ultrason rehberliğinde infraklavikular blok ve lateral femoral kutanöz sinir blok uygulamasının kombine kullanımı: Olgü sunumu. *Ağrı*, 25(3), 133-136. doi:10.5505/agri.2013.64326

Butterworth, J. F., Mackey, D. C. ve Wasnick, J. D. (2015). *Morgan & Mikhail clinical anesthesiology* (5. baskı, ss. 975-1022). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Butterworth, J. F., Mackey, D. C., Wasnick, J. D. ve Işık, B. (2024). *Morgan & Mikhail klinik anesteziyoloji* (7. baskı, B. Işık, Çev.). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Coşarcan, S. K., Manici, M., Yörükoğlu, H. U. ve Gürkan, Y. (2021). Ultrasound guided thoracic wall blocks. *Ağrı - The*

Journal of the Turkish Society of Algology, 33(4), 205-214.
doi:10.14744/agri.2021.43827

Erdine, S. (2005). *Rejyonel anestezi: Temel prensipler ve uygulamalar*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Farag, E., Soliman, L. M. ve Brown, D. L. (2022). Axillary block. *Brown's atlas of regional anesthesia* (6. baskı, ss. 70-75). Philadelphia, PA: Elsevier.

Franco, C. (2010). Local anesthetics. *A practical approach to regional anesthesia* (4. baskı, ss. 13-35). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Gencer, M. (2020). İnterskalen brakial pleksus bloğu: Güncel yaklaşımlar. *Anestezi ve Yoğun Bakım Dergisi*, 28(4), 224-229.

Gökmen, N., Karahan, N., Horasanlı, E., Sivri, F. ve Yıldırım, F. (2018). Üst ekstremité sinir blokları: Anatomi ve uygulamalar. *Türk Anestezi ve Reanimasyon Dergisi*, 46(1), 22-25.

Gupta, K., Gupta, M., Sabharwal, N., Subramaniam, B., Belani, K. G. ve Chan, V. (2023). Ultrasound-guided anterior suprascapular nerve block versus interscalene brachial plexus block for arthroscopic shoulder surgery: A randomised controlled study. *Indian Journal of Anaesthesia*, 67(7), 595-602.
doi:10.4103/ija.ija_126_23

Gürkan, Y., Hoşten, T., Tekin, M., Acar, S., Solak, M. ve Toker, K. (2012). Supraklaviküler brakial pleksus bloğunda ultrason kullanımı. *Ağrı*, 24(3), 159-164.

Gürses, I. A., Gayretli, Ö., Coşkun, Ö., Kale, A. ve Öztürk, H. (2015). Supraskapular sinir anatomi ve klinik önemi. *Anatomi Dergisi*, 9(2), 433-437.

Güldoğuş, F. ve Gürkan, Y. (2013). *Rejyonal anestezi*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Hadzic, A. (2017). Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Hadzic's textbook of regional anesthesia and acute pain management* (2. baskı, ss. 574-579). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Harmon, D. ve Hearty, C. (2007). Ultrasound-guided suprascapular nerve block technique. *Pain Physician*, 10(6), 743-746.

Hipskind, J. E., Hendrix, J. M. ve Ahmed, A. A. (2024). Cervical plexus block. *StatPearls*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing. Erişim adresi:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557382/>

Ilfeld, B. M. (2017). Continuous peripheral nerve blocks: A review of the published evidence. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 42(5), 308-335.

Jones, P., Tsao, H. ve Snelling, P. J. (2024). Ultrasound-guided supraclavicular block versus Bier block for emergency reduction of upper limb injuries: Statistical analysis plan. *Trials*, 25(1), 537. doi:10.1186/s13063-024-08395-0

Joshi, G., Gandhi, K., Shah, N., Gadsden, J. ve Corman, S. (2016). Peripheral nerve blocks: A review. *Anesthesia & Analgesia*, 122(3), 524-529.

Kaya, S. (2010). Periferik sinir bloklarında dikkat edilmesi gerekenler. *Anestezi ve Yoğun Bakım Dergisi*, 18(6), 561-600.

Knoblanche, G. E. (1979). The incidence and etiology of phrenic nerve block associated with supraclavicular brachial plexus block. *Anaesthesia and Intensive Care*, 7(4), 346-349.

Koçak, T., Alparslan, M. ve Aydın, G. (2022). Supraklaviküler brakiyal pleksus sinir bloğu sonrası gelişen ipsilateral frenik sinir hasarı. *Pamukkale Tıp Dergisi*, 15(2), 395-398. doi:10.31362/patd.1066081

Kulaçoğlu, H. (2012). Lokal anestezi ajanları ve kullanımı. *Cerrahi Dergisi*, 28(3), 164-168.

Kurt, E. (2010). Rejyonel anestezide ultrasonografi kullanımı. *Türk Anestezi ve Reanimasyon Derneği Dergisi*, 38(2), 81-94.

Löser, B., Petzoldt, M., Löser, A., Bacon, D. R. ve Goerig, M. (2019). Intravenous regional anesthesia: A historical overview and clinical review. *Journal of Anesthesia History*, 5(3), 99-108. doi:10.1016/j.janh.2018.10.007

Meier, G. ve Buettner, J. (2016). Upper limb: General overview. *Atlas of peripheral regional anesthesia: Anatomy and techniques* (3. baskı, ss. 47-66). Stuttgart, Germany: Thieme.

Napier, A., Howell, D. M. ve Taylor, A. (2024). Dijital sinir bloğu. *StatPearls*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing. Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526111/>

Netter, F. H. (2010). *İnsan anatomisi atlası* (5. baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Pascarella, G., Strumia, A., Costa, F., Rizzo, S., Del Buono, R., Remore, L. M., Bruno, F. ve Agrò, F. E. (2021). Triple monitoring may avoid intraneural injection during interscalene brachial plexus block for arthroscopic shoulder surgery: A prospective preliminary study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(4), 781. doi:10.3390/jcm10040781

Pester, J. M., Bechmann, S. ve Varacallo, M. A. (2023). Median nerve block techniques. *StatPearls*. Treasure Island, FL:

StatPearls Publishing. Erişim adresi:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459141/>

Pester, J. M. ve Varacallo, M. A. (2023). Ulnar nerve block techniques. *StatPearls*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.

Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459208/>

Price, D. J. (2019, 7 Ağustos). How I do it: Ultrasound-guided combined suprascapular and axillary nerve block. *American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine News*.

Schoenherr, J. W., Flynn, D. N. ve Doyal, A. (2023). Suprascapular nerve block. *StatPearls*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing. Erişim adresi:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535430/>

Sir, E., Küçükbingöz, C. ve Eksert, S. (2019). Ultrason rehberliğinde brakiyal pleksus bloğunun başarısı. *Anestezi ve Analjezi Dergisi*, 17(2), 99-104.

Tekin, M., Gürkan, Y. ve Ceyhan, A. (2010). Ultrason rehberliğinde bilateral infraklaviküler blok: Olgu sunumu. *Ağrı*, 22(1), 41-43.

Yanlı, Y., Akcaboy, Z. N. ve Utebey, G. (2014). Our experiences with a single injection axillary block technique. *North Clinics of Istanbul*, 1(1), 39-44. doi:10.14744/nci.2014.02996

Yıldırım Güzelant, A., Şanfakoğlu, S., Emre, S. ve Ünal, N. (2014). Brakiyal pleksus anatomi ve varyasyonları. *Anatomi Bilim Dergisi*, 2(1), 43-45.

Yeşiltaş, S. (2018). Our performance of supraclavicular, intercostobrachial and lateral femoral cutaneous block in a patient with high risk undergoing malign melanoma surgery on the forearm. *Ağrı - The Journal of the Turkish Society of Algology*, 30(3), 135-138. doi:10.5505/agri.2018.56767

CHAPTER 2

SEPSİS VE SEPTİK ŞOK

1. BETÜL ALTINTAŞ ÖNER¹

Giriş

Sepsis, enfeksiyona karşı kontrolsüz bir konak yanıtının neden olduğu fizyolojik, biyolojik ve biyokimyasal anormalliklere sahip klinik bir sendromdur. Sepsis ve bunun sonucunda oluşan inflamatuvar yanıt, çoklu organ disfonksiyonu sendromuna ve ölüme yol açabilir. Erken tanı ve resüsitasyondaki ilerlemelere rağmen, sepsis dünya çapında önemli bir morbidite ve mortalite nedeni olmaya devam etmektedir.

Septik şok, yeterli sıvı resüsitasyonuna rağmen ortalama arter basıncını ≥ 65 mmHg tutmak için vazopressörlere ihtiyaç duyulması ve serum laktat seviyesi >2 mmol/L olması durumudur. Septik şok kan basıncında düşüşle kendini gösterir, bu da doku perfüzyon basıncını azaltır ve hipoksiye neden olur. Şok mevcut olduğunda mortalitenin $\geq 40\%$ olduğu tahmin edilmektedir (Singer et al., 2016). Sepsis ve septik şoklu hastalar için zamanında tanı çok önemlidir.

¹ Uzm. Dr.,Eskişehir şehir hastanesi,Enfeksiyon hastalıkları ve klinik mikrobiyoloji, Orcid: 0000-0003-0955-3923

Sepsis ve septik şok tanımları 1990'ların başından beri hızla değişmiştir. Sepsis ve septik şokun görülme sıklığı, 1991'deki ilk tanımından bu yana istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Sepsis konusunda farkındalığın artması, önemi ve tedavilerin geliştirilmesine duyulan ihtiyaç, sepsisin tanımlanmasında ve tedavisi için kılavuzların geliştirilmesine yol açmıştır. İlk kılavuzlar 2004'te, ikincisi 2008'de, üçüncüsü 2013'te, dördüncüsü 2016'da yayınlanmış ve son revize kılavuzlar 2021'de yayınlanmıştır (L Evans et al., 2021). Son klavuza göre, sepsis veya septik şok için tek tarama aracı olarak qSOFA'nın Sistemik İnflamatuvar Yanıt Sendromu (SIRS), Ulusal Erken Uyarı Sistemleri (NEWS) veya Modifiye Erken Uyarı Sistemleri (MEWS) ile karşılaştırıldığında kullanılması önerilmemektedir.

NEWS, altı fizyolojik parametreden oluşmaktadır:

- Solunum hızı
- Oksijen saturasyonu
- Sistolik kan basıncı
- Nabız sayısı
- Bilinç düzeyi veya yeni konfüzyon
- Ateş

MEWS skoru aşağıdaki parametrelerden oluşmaktadır:

- Solunum hızı
- Sistolik kan basıncı
- Nabız sayısı
- Bilinç düzeyi
- Ateş
- İdrar çıkışı

SIRS, aşağıdakilerden iki veya daha fazlası olması durumunda tanımlanır:

- Ateş $>38^{\circ}\text{C}$ ya da $<36^{\circ}\text{C}$
- Nabız $>90/\text{dk}$
- Solunum sayısı $>20/\text{dk}$ ya da $\text{PaCO}_2 <32 \text{ mmHg}$
- Beyaz Küre Sayısı >12.000 ya da $>10\%$ immatür bant formları

qSOFA Sıralı Organ Yetmezliği Değerlendirme skorunun (SOFA) değiştirilmiş bir versiyonudur. Skoru ≥ 2 olması sepsis nedeniyle kötü sonuçlarla ilişkilidir. Üç parametreden oluşmaktadır:

- Solunum hızı $\geq 22/\text{dakika}$
- Değişen mental durum
- Sistolik kan basıncı $\leq 100 \text{ mmHg}$

SOFA, bir şiddet puanı hesaplamak için majör organ fonksiyonunun basit ölçümlerini kullanır. Puanlar, yoğun bakım ünitesine kabulden 24 saat sonra ve bundan sonra her 48 saatte bir hesaplanır bu nedenle, "Sıralı" organ yetmezliği değerlendirmesi terimi kullanılır. Yaklaşık %30 oranında artan puanlar, en az %50'lik bir mortalite ile ilişkilidir (Ferreira, Bota, Bross, Mélot, & Vincent, 2001).

SOFA şiddet skoru organ fonksiyonunun aşağıdaki ölçümlerine dayanmaktadır:

- Solunum sistemi – $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ oranı
- Kardiyovasküler sistem – Hipotansiyon ve hipotansiyonu önlemek için gerekli vazoaktif ilaç miktarı
- Karaciğer – Bilirubin seviyesi

- Koagülasyon – Trombosit konsantrasyonu
- Böbrek – Serum kreatinin veya idrar çıkışı
- Merkezi sinir sistemi – Glasgow koma skoru

Organ fonksiyon bozukluğu, enfeksiyonu takiben SOFA skorunda ≥ 2 puanlık artış ile belirlenir. Enfeksiyon öncesi SOFA skoru bilinmeyen hastalarda, skor “0” kabul edilir.

Tanısal Değerlendirme ve İzleme

Saturasyon ve vital bulgular ölçülür, idrar çıkışı takip edilir ve sık sık kontrol edilir.

Aşağıdakilerin başvurdan itibaren bir saat içinde çalışılması önerilmektedir:

Rutin laboratuvarlar testleri: Tam kan sayımı, temel elektrolitler, böbrek fonksiyon testleri, karaciğer fonksiyon testleri, lipaz, kan gazı, pıhtılaşma parametreleri çalışılır.

Kan gazı analizi: Asidoz, hipoksemi veya hiperkapniyi ortaya çıkarabilir. Yüksek serum laktat (örneğin, >2 mmol/L veya laboratuvarın normal üst sınırından fazla) sepsis şiddetini gösterebilir ve terapötik yanıtı takip etmek için kullanılabilir.

Prokalsitonin: Sepsis hastalarında, mümkün olduğunda, özellikle pnömoni veya solunum yolu enfeksiyonlarına bağlı olarak, antibiyotik kullanım süresini yönlendirmek amacıyla prokalsitonin ölçümü önerilmektedir.

Enfeksiyon kaynağı araştırılır. Sepsis hastalarında mümkün olan en kısa sürede şüpheli enfeksiyon kaynağına yönelik araştırmalara başlanmalıdır. Gerekliyse görüntüleme yapılmalıdır. İki ayrı bölgeden aerobik ve anaerobik kan kültürleri alınır; klinik bulgu olması halinde diğer kültürler alınır (örneğin idrar, yara, balgam, BOS).

Kaynak kontrolü yapılır (örneğin apse/ampiyem drenajı, enfekte/nekrotik doku debridmanı, enfekte olmuş yerleşik donanım/kateterin çıkarılması). Enfeksiyon odağı ortadan kaldırılmalıdır çünkü drene edilmemiş enfeksiyon odağı tek başına antibiyotiklere yanıt vermeyebilir. Kaynak kontrolünün en uygun zamanlaması bilinmemektedir ancak kılavuzlar, yetersiz kaynak kontrolünün sağ kalımı olumsuz etkilemesi nedeniyle tanıdan sonra 6 ila 12 saatten daha geç olmamasını önermektedir (L Evans et al., 2021)

İnvaziv *Candida* veya *Aspergillus* enfeksiyonundan şüpheleniliyorsa, 1,3 beta-D-glukan, galaktomannan ve anti-mannan antikorları için serolojik analizler, varsa, bu mantar enfeksiyonlarına dair erken kanıt sağlayabilir.

İlk Tedavi

SpO₂ ≥ %92'yi korumak için gerekirse ek oksijen desteği sağlanır. Nazal kanül yoluyla yüksek akımlı oksijen, geri solumasız maske veya balon-maske aparatı yöntemlerinden uygun olanı kullanılabilir. Gerektiğinde trakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon uygulanır.

Doku perfüzyonu genellikle intravenöz sıvıların agresif bir şekilde uygulanmasıyla sağlanır, 30 cc/kg agresif sıvı replasmanı ilk 3 saatte tamamlanır. IV erişimi sağlanır. IV erişimi elde etmek zorsa intraosseöz kateter yerleştirilebilir. İzotonik kristaloidin hızlı IV bolusları (tipik olarak 500 ila 1000 mL) uygulanır. Boluslar klinik yanıtı göre tekrarlanır. Tedavi başlangıcından sonraki ilk saatlerde 30 mL/kg'lık hacim toplamaları makul olmakla birlikte, klinik durumlar daha büyük (örn. şiddetli ishal) veya daha küçük (örn. kalp yetmezliği) hacimleri gerektirebilir. Tedavi hedefleri arasında ortalama arteriyel basıncın (OAB) ≥65 mmHg ve idrar çıkışının saatte ≥0,5 mL/kg olması yer alır.

IV sıvılara hemodinamik yanıt yetersizse veya sıvı yüklenmesi kısıtlanmışsa vazopressör uygulanır. Norepinefrin (5 ila 15 mcg/dakika) tercih edilir.

Olası septik şoku olan veya sepsis olasılığı yüksek olan yetişkinler için antimikrobiyallerin hemen, ideal olarak bir saat içinde başlanması önerilmektedir. Şok olmaksızın olası sepsisi olan yetişkinler için ise, mevcut kliniğin nedeninin hızlı bir şekilde değerlendirilmesi önerilmektedir. Hızlı değerlendirme, öykü ve klinik muayeneyi, akut hastalığın hem enfeksiyöz hem de enfeksiyöz olmayan nedenlerine yönelik testleri ve sepsisi taklit edebilen akut durumlar için acil tedaviyi içerir. Mümkünse hastanın başvurusunun enfeksiyöz bir nedeni olma olasılığına ilişkin bir karar verilebilmeli ve sepsis olasılığının yüksek olduğu düşünülüyorsa antimikrobiyal tedavi başvurudan sonraki üç saat içinde tamamlanmalıdır. Enfeksiyon olasılığı düşük olan ve şoku olmayan yetişkinler için, hastayı yakından izlemeye devam ederken antimikrobiyallerin ertelenmesini önerilmektedir (L Evans et al., 2021).

Ek Tedavi ve Müdahaleler

Anemi varsa hemoglobin konsantrasyonu >7 g/dL olacak şekilde eritrosit süspanasyonu transfüzyonu yapılmalıdır.

Yeterli IV sıvı resüsitasyonu ve vazopressör tedavisine rağmen hipotansiyon devam ederse , ikinci bir vazopressöre veya inotrop ilaca ihtiyaç duyulabilir.

Yeterli sıvı resüsitasyonu ve vazopressör uygulamasına dirençli olan septik şoklu hastalarda kortikosteroid tedavisi uygulanabilir. Önerilen uygulama her 6 saatte bir 50 mg iv veya 200 mg/gün devamlı infüzyonla hidrokortizon verilmesi şeklindedir. Kullanım süresi 7 gündür.

IVIG kullanımı ve C vitamini desteği önerilmez.

ECMO kullanımı: Veno-venöz ekstrakorporeal membran oksijenasyonu, Refrakter hipoksi veya hiperkapnik respiratuar asidozu olan ARDS hastalarında, Konvansiyonel mekanik ventilasyon başarısız ise önerilmektedir.

Pantoprozol ile stres ülseri profilaksisi önerilmektedir.

Düşük molekül ağırlıklı heparin ile VTE profilaksisi önerilmektedir.

İnsülin tedavisi kan glukoz düzeyi ≥ 180 mg/dl olduğunda başlanmalıdır.

Bikarbonat tedavisi septik şok, şiddetli metabolik asidemi ($\text{pH} \leq 7.2$) ve akut böbrek yetmezliği olan erişkinlerde önerilir.

Uygun analjezi ve sedasyon sağlanır.

Antimikrobiyal Tedavi

Ampirik antibiyotik tedavisi, şüpheli organizma ve enfeksiyon bölgesine yönelik olarak ilk bir saat içinde ve kültürler alındıktan sonra uygulanır. Antibiyotiklere ek olarak, etkili kaynak kontrolü için kapalı alan enfeksiyonları boşaltılmalı veya debride edilmelidir (örn. ampiyem, apse).

Hedefe yönelik antimikrobiyal tedaviyi seçilirken hastanın geçmişi (örneğin, yakın zamanda alınan antibiyotikler, varsa hastanın önceki kültür verileri), eşlik eden hastalıklar (örneğin, diyabet, organ yetmezlikleri, bağışıklık yetersizlikleri), toplum kaynaklı veya hastane kaynaklı enfeksiyon, şüpheli enfeksiyon bölgesi, invaziv cihazların varlığı, Gram boyama verileri, ve yerel kolonizasyon veya yerel direnç durumu dikkate alınır (De Waele et al., 2018).

Ampirik tedavide, olası tüm patojenleri kapsayacak şekilde bir veya daha fazla antimikrobiyal ile geniş spektrumlu tedavi önerilmektedir. Kapsam hem gram pozitif hem de gram negatif

bakterilere ve endike ise mantarlara ve virüslere yönelik olmalıdır. Antibiyotik seçiminde sepsise neden olan en yaygın organizmalara yönelik olmasına dikkat edilmelidir. Sepsis hastalarından izole edilen organizmalar arasında *Escherichia coli* , *Staphylococcus aureus* , *Klebsiella pneumoniae* ve *Streptococcus pneumoniae* en yaygın olarak tespit edilenlerdir (Savage et al., 2016).

Metisiline dirençli *S. aureus* (MRSA) yalnızca hastanede yatan hastalarda değil aynı zamanda yakın zamanda hastaneye yatırılmamış toplum içinde yaşayan bireylerde de sepsis nedenidir. Özellikle şokta olan veya MRSA riski taşıyanlarda, ampirik rejimlere intravenöz vankomisin veya teikoplanin eklenmesi önerilmektedir. Diğer alternatif ajanlar olarak linezolid veya akciğer dışı MRSA enfeksiyonları için daptomisin, dirençli veya virülen MRSA'lı hastalar için düşünülmelidir.

Pseudomonas' ın olası bir patojen olmaması durumunda MRSA için etkili olan bir antibiyotik aşağıdakilerden biriyle kombine edilebilir:

Üçüncü kuşak (örneğin seftriakson veya sefotaksim) veya dördüncü kuşak bir sefalosporin (sefepim) veya

Bir beta-laktam/beta-laktamaz inhibitörü (örneğin, piperasilin-tazobaktam) veya

Bir karbapenem (örneğin, imipenem veya meropenem)

Pseudomonas muhtemel bir patojen ise, lokal antibiyotik duyarlılık modellerine bağlı olarak vankomisini bir veya iki antipseudomonal antibiyotikle kombine edilmelidir. Antibiyotik olarak seçilebilecek alternatifler:

Antipseudomonal sefalosporin (örneğin; seftazidim, sefepim) veya

Antipseudomonal karbapenem (örneğin; imipenem, meropenem) veya

Antipseudomonal beta-laktam/beta-laktamaz inhibitörü (örneğin; piperasilin-tazobaktam)

Pseudomonas olasılığına ve hastanın enfeksiyon şiddetine bağlı olarak, ampirik rejimin izolata karşı etkili olma olasılığını artırmak için genellikle ikinci bir antipseudomonal antibiyotik eklenir. Uygun ikinci ajanlar aşağıda yer verilmiştir ve yerel direnç oranlarına göre seçilmelidir:

Antipseudomonal aktiviteye sahip bir florokinolon (örneğin, siprofloksasin, levofloksasin) veya

Yerel *Pseudomonas* duyarlılıklarına göre seçilen bir aminoglikozid

Ampirik antifungal tedavinin rutin uygulanması gerekli değildir. Yüksek riskli hastalarda düşünülmelidir. İnvaziv fungal enfeksiyonlar şu risk faktörleri mevcut olduğunda daha yüksek oranda görülmektedir: cerrahi, parenteral beslenme, uzun süreli antimikrobiyal tedavi veya hastaneye yatış (özellikle yoğun bakım ünitesinde), kemoterapi, transplantasyon, kronik karaciğer veya böbrek yetmezliği, diyabet, majör abdominal cerrahi, vasküler cihazlar, septik şok veya *Candida* spp. ile kolonizasyon. Çalışmalar ampirik antifungallerin rutin kullanımını desteklememektedir (Cortegiani et al., 2016), (Bailly et al., 2015).

Tedavi takibi

Sıvılar ve ampirik antibiyotikler uygulandıktan sonra, terapötik yanıt sık sık değerlendirilmelidir. Hastalar OAB (OAB = $[(2 \times \text{diyastolik}) + \text{sistolik}]/3$), idrar çıkışı, kalp hızı, solunum hızı, cilt rengi, sıcaklık, nabız oksimetresi ve mental durum açısından takip edilmelidir. Bunlar arasında OAB ≥ 65 mmHg ve idrar çıkışı $\geq 0,5$ mL/kg/saat klinik uygulamada kullanılan yaygın hedeflerdir.

Laboratuvar

- Serum laktatını ölçmenin optimum sıklığı bilinmemekle birlikte, laktat değeri düşene kadar serum laktatının belirli aralıklarla (örneğin, her altı saatte bir) takibi önerilmektedir.

- Trombosit sayısı, biyokimyasal parametreler ve karaciğer fonksiyon testleri genellikle değerler normale veya başlangıç seviyesine ulaşana kadar (örneğin her altı saatte bir) değerlendirilir.

- Prokalsitonin: Sepsis veya septik şok şüphesi olan erişkinlerde, antimikrobiyal tedaviye ne zaman başlanacağına karar vermede prokalsitonin kullanılması önerilmemektedir. Ancak sepsis veya septik şok tanısı almış ve yeterli kaynak kontrolü sağlanmış yetişkinlerde, tedavinin optimal süresi belirsizse, antimikrobiklerin ne zaman kesileceğine karar vermek için klinik değerlendirmeye ek olarak prokalsitonin kullanılması önerilmektedir (Laura Evans et al., 2021). Prokalsitoninin en büyük faydası, bilinen toplum kökenli pnömoni ve akut bronşit hastalarında antibiyotik kesilmesine rehberlik etmesidir (Schuetz et al., 2009).

- Arteriyel kan gazları: Asidozun şiddetini ve türünü (örneğin, metabolik asidozun çözülmesi ve hiperkloremik asidozun gelişmesi) takip etmek önerilmektedir.

- Kültür sonuçları takip edilerek gerek görülürse antibiyotik rejimi değiştirilmelidir.

Sonuç

Sepsis, beyin, kalp ve böbrekler gibi kritik organları etkileyen, çoklu sistem işlev bozukluğu ile karakterize, yaşamı tehdit eden bir tıbbi acil durumdur. Önemli morbidite ve mortalite ile ilişkilidir. Erken teşhis ve zamanında müdahale, klinik sonuçları iyileştirmek ve bilişsel, miyokardiyal ve renal işlev bozukluğu dahil olmak üzere komplikasyonları en aza indirmek için

esastır. Sepsis yönetiminin temel taşı, hastaları stabilize etmek ve organ hasarını azaltmak için hızlı antimikrobiyal tedavi ve hemodinamik destek de dahil olmak üzere erken müdahalede bulunmaktadır.

,

Kaynaklar

Bailly, S., Bouadma, L., Azoulay, E., Orgeas, M. G., Adrie, C., Souweine, B., . . . Darmon, M. (2015). Failure of empirical systemic antifungal therapy in mechanically ventilated critically ill patients. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 191(10), 1139-1146. doi: 10.1164/rccm.201409-1701OC.

Cortegiani, A., Russotto, V., Maggiore, A., Attanasio, M., Naro, A. R., Raineri, S. M., & Giaratano, A. (2016). Antifungal agents for preventing fungal infections in non-neutropenic critically ill patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(1). doi: 10.1002/14651858.CD004920.pub3.

De Waele, J. J., Akova, M., Antonelli, M., Canton, R., Carlet, J., De Backer, D., . . . Lipman, J. (2018). Antimicrobial resistance and antibiotic stewardship programs in the ICU: insistence and persistence in the fight against resistance. A position statement from ESICM/ESCMID/WAAAR round table on multi-drug resistance. *Intensive Care Medicine*, 44, 189-196. doi: 10.1007/s00134-017-5036-1.

Evans, L., Rhodes, A., Alhazzani, W., Antonelli, M., Coopersmith, C., French, C., . . . Prescott, H. (2021). Surviving sepsis campaign: International guidelines for management of sepsis and septic shock 2021., 2021, 47. *Intensive Care Medicine*, 1181-1247. doi:10.1007/s00134-021-06506-y. doi: 10.1007/s00134-021-06506-y.

Ferreira, F. L., Bota, D. P., Bross, A., Mélot, C., & Vincent, J.-L. (2001). Serial evaluation of the SOFA score to predict outcome in critically ill patients. *Jama*, 286(14), 1754-1758. doi: 10.1001/jama.286.14.1754.

Savage, R. D., Fowler, R. A., Rishu, A. H., Bagshaw, S. M., Cook, D., Dodek, P., . . . Lauzier, F. (2016). Pathogens and

antimicrobial susceptibility profiles in critically ill patients with bloodstream infections: a descriptive study. *Canadian Medical Association Open Access Journal*, 4(4), E569-E577. doi: 10.9778/cmajo.20160074.

Schuetz, P., Christ-Crain, M., Thomann, R., Falconnier, C., Wolbers, M., Widmer, I., . . . Schild, U. (2009). Effect of procalcitonin-based guidelines vs standard guidelines on antibiotic use in lower respiratory tract infections: the ProHOSP randomized controlled trial. *Jama*, 302(10), 1059-1066. doi: 10.1001/jama.2009.1297.

Singer, M., Deutschman, C. S., Seymour, C. W., Shankar-Hari, M., Annane, D., Bauer, M., . . . Coopersmith, C. M. (2016). The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3). *Jama*, 315(8), 801-810. doi: 10.1001/jama.2016.0287.

CHAPTER 3

MALİGN HİPERTERMİ

TURGAY ATAY¹

Giriş

Malign hipertermi (MH), MH'ye duyarlılığı olan bireylerde uçucu anestezi ajanları (halotan, izofluran, sevofluran, desfluran) veya depolarizan kas gevşetici süksinilkolin maruziyeti sonrasında gelişen, hipermetabolik bir kriz ile karakterize edilen farmakogenetik bir hastalıktır (Wappler, 2001:18). MH, erken tanı ve hızlı müdahale gerektiren, anestezi pratiğinde hayati öneme sahip bir acil durumdur. Bu yüzden, MH'nin moleküler mekanizmalarının daha iyi anlaşılması, erken tanı ve hedefe yönelik yeni tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

1. Patofizyoloji

1.1. Moleküler Mekanizmalar ve Kalsiyum Dengesizliği

Hastalığın temelinde, iskelet kası hücrelerinde sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımının kontrolsüz artışı yatar.

Malign hiperterminin (MH) başlıca nedeni, RYR1 geni tarafından kodlanan ryanodin reseptör-1 (RyR1) kalsiyum kanalında

¹ Uzm. Dr., Konya Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, ORCID: 0000-0002-6760-8606

meydana gelen mutasyonlardır. Bu mutasyonlar, volatil anestezi ajanlar veya süksinilkolin gibi tetikleyicilerin etkisiyle RyR1'in anormal aktivasyonuna yol açarak hücre içi Ca^{2+} seviyelerinin kontrolsüz artışına neden olur. Sonuç olarak, sürekli kas kontraksiyonu ve dramatik düzeyde artan enerji tüketimi ile karakterize bir hipermetabolik süreç gelişir. Bu süreç, artmış oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimi, metabolik ve respiratuvar asidoz, aşırı ısı üretimi ve hiperpireksi, hızlı ATP tükenmesi ve enerji dengesizliği, kas membran bütünlüğünün bozulmasına bağlı rabdomiyoliz ve miyoglobini ile sonuçlanır. Ayrıca, hiperkalemiye bağlı aritmi ve kardiyak arrest riski artar. Bu patofizyolojik değişimler, erken tanı ve hızlı müdahale gerektiren, hayatı tehdit eden bir klinik tabloya yol açmaktadır (Rosenberg & ark. 2020).

1.2. RYR1 Mutasyonlarının Rolü ve Genetik Temel

MH vakalarının %50-70'i RYR1 genindeki mutasyonlar ile ilişkilidir. RYR1 mutasyonları, RyR1 kanalının kontrolsüz Ca^{2+} salınımına neden olarak hücre içi Ca^{2+} seviyelerinin patolojik şekilde yükselmesine yol açar. Daha nadir görülen mutasyonlar şunlardır:

CACNA1S mutasyonları: Voltaj bağımlı kalsiyum kanalı $\alpha 1$ alt birimini etkileyerek Ca^{2+} dengesini bozar.

STAC3 mutasyonları: Özellikle Native American Myopathy sendromu ile ilişkilidir.

1.3. Hücresel Metabolik Etkiler

Hücre içi Ca^{2+} artışı, sürekli aktin-miyozin etkileşimi ve kas kontraksiyonlarını tetikleyerek ATP tüketimini hızlandırır. Sarkoplazmik retikulumda Ca^{2+} -ATPaz pompalarının aşırı çalışması sonucu yüksek düzeyde ısı üretimi meydana gelir. ATP tükenmesiyle birlikte kas membran bütünlüğü bozulur ve hiperkalemi, rabdomiyoliz, miyoglobini ve metabolik asidoz gibi sistemik komplikasyonlar gelişir.

İleri evrede, yaygın intravasküler koagülasyon (DIC) ve multiorgan yetmezliği görülebilir. MH'ye özgü farmakolojik tedavi olan dantrolen, RyR1 kanalı üzerinden aşırı Ca^{2+} salınımını inhibe ederek bu süreci durdurur.

MH atakları nadiren ameliyathane dışı koşullarda da bildirilmiştir. Aşırı fiziksel efor ve çevresel hipertermi, duyarlı bireylerde RyR1 aracılı Ca^{2+} düzensizliğini tetikleyerek benzer klinik tablolara yol açabilir.

2. Genetik Yatkınlık ve Epidemiyoloji

2.1. Genetik Kalıtım ve Mekanizmaları

Malign hipertermi duyarlılığı, otozomal dominant geçiş gösteren bir genetik hastalıktır. Bu nedenle, duyarlı bir ebeveyninden doğan her çocuğun MH'ye yatkınlık taşıma olasılığı %50'dir. Ancak, penetrans değişkenlik gösterebildiğinden, mutasyonu taşıyan her bireyde klinik olarak MH atağı gelişmeyebilir. Atak genellikle volatil anestezipler veya süksinilkolin gibi tetikleyici ajanlara maruziyet sonucu ortaya çıkar.

Malign hipertermi (MH) ile ilişkili temel genetik mutasyonlar arasında RYR1, CACNA1S ve STAC3 genleri öne çıkmaktadır. RYR1 geni (19q13.1 kromozomu), MH vakalarının %50-70'inden sorumlu olup, şu ana kadar 300'den fazla mutasyonu tanımlanmış, ancak yalnızca birkaç düzinesi MH ile güçlü şekilde ilişkilendirilmiştir (Kraeva & ark. 2011:58). CACNA1S geni, MH'ye neden olan ikinci en önemli gen olup, vakaların %1'inden daha azından sorumludur; özellikle p.Arg1086His mutasyonu MH ile ilişkilendirilen spesifik varyantlardan biridir (Stewart & ark. 2001:59). STAC3 geni ise özellikle Yerli Amerikalı miyopatisi ile bağlantılı olup, MH duyarlılığına katkıda bulunabilmektedir (Zaharieva & ark. 2018:39). Bununla birlikte, MH duyarlılığı olan bireylerin %30-40'ında bilinen bir genetik mutasyon tespit

edilememekte, bu da henüz tanımlanmamış başka genlerin de etiyojide rol oynayabileceğini düşündürmektedir.

2.2. Epidemiyoloji

Malign hipertermi (MH) duyarlılığı genel popülasyonda yaklaşık 2.000 ila 3.000'de 1 bireyde görülmekte olup, anestezi sırasında MH krizi insidansı yaş gruplarına göre değişkenlik göstermektedir. Yetişkinlerde yaklaşık 100.000'de 1 oranında bildirilen MH krizi, pediatrik hastalarda daha yüksek bir insidansa sahiptir (Brady & ark. 2009:109) ve çocuklarda yaklaşık 30.000'de 1 vaka olarak raporlanmıştır. Özellikle pediatrik hasta grubunda MH krizlerinin daha sık gözlemlendiği bildirilmiştir (Li & ark. 2011:21).

MH tüm etnik grupları etkileyebilir. Erkeklerde MH atağı insidansı hafifçe daha yüksek olarak bildirilmiştir. Coğrafi bölgelere göre sıklığı değişkenlik gösterebilir. Örneğin, ABD'de Wisconsin, Nebraska, Batı Virginia ve Michigan gibi bazı bölgelerde duyarlı aile kümeleri nedeniyle MH sıklığının daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

2.3. Yaş Dağılımı

MH her yaş grubunda ortaya çıkabilir ancak çoğu vaka genç erişkinlik döneminde tanımlanır. Bunun nedeni, bu yaş grubundaki bireylerin cerrahi prosedürlere daha sık maruz kalmasıdır. Ancak, yaş fark etmeksizin anestezi altında MH'ye uyumlu belirtiler gösteren her hastada bu tanı akılda tutulmalıdır.

3. Klinik Yönetim

3.1. Acil Durum Tespiti ve İlk Müdahale

Malign hipertermi (MH), anestezi uygulamaları sırasında hızla gelişebilen ve acil müdahale gerektiren yaşamı tehdit eden bir hipermetabolik krizdir. Erken tanı ve hızlı tedavi, mortaliteyi azaltmada kritik öneme sahiptir.

MH tanısı için en önemli belirtiler şunlardır:

- Ekspirasyon sonu CO₂ (ETCO₂) seviyesinde beklenmedik artış (değişmeyen ventilasyona rağmen),
- Açıklanamayan taşikardi ve aritmiler,
- Kas sertliği (süksinilkolin sonrası çene/masseter kas sertliği veya yaygın kas rijiditesi),
- Hızla yükselen vücut sıcaklığı (>38.5°C),
- Benekli veya kızarmış cilt,
- Metabolik ve respiratuvar asidoz,
- Rabdomiyoliz ve miyoglobini (kola renginde idrar) (Rosenberg & ark. 2015:10).

MH'den şüphelenildiğinde yapılması gerekenler:

- Tetikleyici ajanların derhal kesilmesi (uçucu anesteziklerin kapatılması, vaporizatörün çıkarılması, süksinilkolin uygulamasının durdurulması).
- Alternatif anestezi yöntemi uygulanması (gerekirse intravenöz ajanlar ile sedasyon sağlanması).
- Yardım çağırılması ve cerrahi ekibin bilgilendirilmesi (mümkünse cerrahi prosedür sonlandırılmalıdır).
- Kurumsal MH acil durum protokolünün aktive edilmesi.
- Gerçek zamanlı uzman rehberliği için MH acil yardım hattına başvurulması.

3.2. Dantrolen Uygulaması

Dantrolen sodyum, malign hiperterminin (MH) spesifik antidotu olup, RyR1 reseptöründen kalsiyum salınımını inhibe ederek patolojik kas kontraksiyonunu ve hipermetabolik döngüyü durdurur. İlk doz olarak 2.5 mg/kg IV bolus uygulanır (örneğin, 70 kg'lık bir yetişkin için 175 mg IV). Semptomlar düzelmezse, her 5-10 dakikada bir toplam 10 mg/kg'a kadar tekrar edilebilir. Ağır vakalarda ise 700 mg'a kadar kümülatif doz gerekebilir.

MH yönetimi için tüm sağlık kuruluşlarında yeterli dantrolen stoğu bulundurulmalıdır. Amerika Birleşik Devletleri Malign Hipertermi Derneği (MHAUS) yönergeleri, en az 36 şişe (20 mg/şişe) dantrolen veya eşdeğer formülasyonun (örneğin, Ryanodex®) stoklanmasını önermektedir. Ryanodex® gibi yeni formülasyonlar, şişe başına 250 mg dantrolen içerdiğinden, aynı doz için yalnızca 3 şişe yeterlidir (Anon n.d. 2025).

Dantrolen tedavisine ek olarak, malign hiperterminin (MH) yönetiminde destekleyici önlemler büyük önem taşımaktadır. Yüksek akışlı %100 oksijen ile hiperventilasyon sağlanarak artmış karbondioksit eliminasyonu desteklenmeli ve hiperkapni kontrol altına alınmalıdır. Hipertermiye bağlı komplikasyonları önlemek amacıyla aktif soğutma protokolleri uygulanmalıdır. Bu kapsamda, dış ısıtıcılar çıkarılmalı, kasık ve aksiller bölgelere buz torbaları yerleştirilmeli, soğutulmuş intravenöz sıvılar uygulanmalı ve gerektiğinde mide-mesane lavajı yapılmalıdır. Ayrıca, vücut sıcaklığı sürekli olarak izlenmeli ve bu amaçla özofagus, nazofaringeal veya rektal prob gibi güvenilir yöntemler kullanılmalıdır. Bu destekleyici yaklaşımlar, MH'nin sistemik etkilerini sınırlayarak mortalite ve morbiditeyi azaltmada kritik rol oynamaktadır (Paul-Pletzer & ark. 2002:277).

3.3. Kriz Yönetimi ve Destekleyici Tedavi

MH sırasında gelişen metabolik ve sistemik komplikasyonlar agresif şekilde yönetilmelidir (Riazi, Kraeva & Hopkins 2018:65):

- Metabolik Asidoz:
 - a) Hiperventilasyon genellikle yeterlidir.
 - b) Ciddi vakalarda (baz açığı >8 mEq/L) IV sodyum bikarbonat uygulanabilir.
- Hiperkalemi:
 - a) IV insülin ve dekstroz ile tedavi edilir.

- b) Yaşamı tehdit eden aritmilerde yalnızca kalsiyum glukonat uygulanmalıdır.
- c) Verapamil ve diltiazem gibi kalsiyum kanal blokerlerinden kaçınılmalıdır, çünkü dantrolen ile birlikte şiddetli hiperkalemiye neden olabilirler.
- Aritmiler:
 - a) Standart ileri kardiyak yaşam desteği (ACLS) protokolleri uygulanır.
 - b) Ventriküler aritmilerde lidokain veya amiodaron tercih edilir.
- Böbrek Koruması:
 - a) Rabdomiyolize bağlı miyoglobinin riskini azaltmak için IV hidrasyon sağlanmalı, diürez teşvik edilmelidir.
 - b) Gerekirse mannitol uygulanabilir (ancak bazı dantrolen formülasyonlarının mannitol içerdiği unutulmamalıdır).
- Koagülopati/DIC:
 - a) Şiddetli hipertermiye bağlı olarak gelişebilir.
 - b) PT, aPTT, fibrinojen ve D-dimer seviyeleri takip edilmeli, gerektiğinde kan ürünleri uygulanmalıdır.

MH Kriz Yönetimi Sırasında Dikkat Edilmesi Gerekenler:

- Yaşamsal bulgular (ETCO₂, kalp atış hızı, kan basıncı, sıcaklık, oksijen saturasyonu) sürekli izlenmelidir.
- İlaç dozajlarını takip edecek ek personel atanmalıdır.

- Ameliyathanelerde MH kriz yönetimi için yazılı protokoller ve kontrol listeleri bulundurulmalıdır (Hopkins & ark. 2021b:76).

3.4. Kriz Sonrası İzlem ve Uzun Dönem Yönetim

Akut kriz kontrol altına alındıktan sonra, hastalar ilk 2-6 saat içinde %10-25 oranında nüks riski nedeniyle en az 24 saat boyunca yoğun bakımda yakından izlenmelidir.

- Dantrolen Tedavisi:
 - a) 4-6 saatte bir 1 mg/kg IV veya eşdeğer sürekli infüzyon uygulanmalıdır.
- Laboratuvar Takibi:
 - a) Kas hasarı: CK, elektrolitler, laktat düzeyleri.
 - b) Böbrek fonksiyonları: Serum kreatinin, idrar çıkışı, idrar rengi (miyoglobinin takibi).
 - c) Koagülopati/DIC: PT, aPTT, fibrinojen, D-dimer seviyeleri.
- Kritik Organ Yetmezlikleri:
 - a) Solunum yetmezliği gelişen hastalar ventilatör desteğine ihtiyaç duyabilir.
 - b) Rabdomiyolize bağlı akut böbrek yetmezliği gelişen vakalarda diyaliz gerekebilir (Hopkins, Gupta & Bilmen 2018:157).

Psikososyal destek ve uzun vadeli takip

MH krizi sonrası hastaya ve ailesine MH duyarlılığı hakkında genetik danışmanlık verilmelidir. Kesin tanı için genetik testler (RYR1, CACNA1S, STAC3 mutasyonları için) ve in vitro kas kontraktür testi (IVCT) önerilebilir.

MH geçirmiş hastalar ve aileleri şu konularda bilgilendirilmelidir:

- MH duyarlılığı yaşam boyu devam eder ve genel anestezi alacakları durumlarda önceden MH duyarlılığı bildirilmelidir.
- Tetikleyici ajanlardan kaçınılmalı, güvenli anestezi protokolleri uygulanmalıdır.
- Tıbbi uyarı bileziği veya kartı taşımaları önerilir (Hopkins & ark. 2015:115).

4. Tanı Yöntemleri

MH tanısında kullanılan yöntemler, hastaların duyarlılığını belirlemek ve risk altındaki bireyleri tanımlamak için kritik öneme sahiptir. İn vitro kas kontraktür testi (IVCT) ve genetik testler, MH duyarlılığını saptamada en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

4.1. İn Vitro Kas Kontraktür Testi (IVCT/CHCT)

MH duyarlılığı için altın standart tanı testi, in vitro kas kontraktür testi (IVCT) olup Kuzey Amerika’da kafein-halotan kontraktür testi (CHCT) olarak da bilinmektedir. Bu test, taze bir iskelet kası biyopsisinin (genellikle kuadriseps kasından) zel bir laboratuvar ortamında test edilmesini gerektirir.

Testin uygulanışı:

- Kas rnekleri, halotan (uçucu anestezik) ve kafeine (RyR1 kalsiyum salınımını duyarlılaştıran ajan) maruz bırakılarak kasılma kuvveti ölçülür.
- Düşük konsantrasyonlarda anormal derecede yüksek kontraktür kuvveti, MH duyarlılığını düşündürür.
- Tanı kriterleri, Kuzey Amerika MH Kayıt Defteri (NAMHR) ve Avrupa MH Grubu (EMHG) tarafından standartlaştırılmıştır.

Testin duyarlılığı ve özgüllüğü:

- Duyarlılığı %97-99 olup, negatif sonuçlar MH duyarlılığını büyük oranda dışlar.
- Özgüllüğü daha düşük olduğundan, bazı bireylerde bilinen bir mutasyon olmaksızın yanlış pozitif sonuçlar gözlenebilir.

IVCT invaziv bir testtir (anestezi altında kas biyopsisi gerektirir) ve yalnızca özel tanı merkezlerinde uygulanabilmektedir. Testin önerildiği hasta grupları şunlardır:

- Geçmişte MH atağı geçiren bireyler (genetik test negatifse duyarlılığı doğrulamak için),
- Şüpheli anestezi reaksiyon öyküsü olan hastalar,
- Genetik testin sonuç vermediği MH hastalarının yakın akrabaları.

Genellikle 10 yaşın altındaki çocuklarda (özellikle Avrupa’da) invazivliği nedeniyle gereksizse uygulanmaz. Dünya genelinde MHAUS ve EMHG gibi kuruluşlar, IVCT testi için belirlenmiş referans merkezlerini koordine etmektedir.

4.2. Genetik Testler

Genetik testler, daha az invaziv bir alternatif olup, bilinen MH duyarlılık mutasyonlarını saptamak için kullanılır. Bu testlerde kan veya tükürük örnekleri alınarak RYR1, CACNA1S ve STAC3 genlerinde patojenik mutasyonlar analiz edilir.

Genetik testlerin avantajları:

- Non-invazivdir, biyopsi gerektirmez.
- Pozitif bir mutasyon saptanırsa, ek tanısal testlere gerek kalmadan MH duyarlılığı doğrulanır.
- Aile taraması açısından önemlidir; MH hastasında mutasyon saptandıktan sonra diğer aile üyeleri hedeflenmiş testler ile değerlendirilerek risk taşıyıp taşımadıkları belirlenebilir.

Ancak genetik testlerin bazı sınırlamaları bulunmaktadır:

- MH hastalarının %30-40'ında bilinen bir mutasyon tespit edilememektedir (negatif test sonucu, duyarlılığı tamamen dışlamaz).
- Mevcut genetik paneller, MH duyarlılığı olan ailelerin yalnızca %50-60'ında nedensel bir mutasyonu tespit edebilmektedir.
- Belirsiz öneme sahip varyantlar (VUS - Variants of Uncertain Significance) tespit edilebilir, ancak bunların klinik anlamı net olmayabilir.

Bu nedenlerle, genetik testler ve IVCT çoğu zaman tamamlayıcı yöntemler olarak kullanılmaktadır. Avrupa MH Grubu (EMHG) ve Klinik Farmakogenetik Uygulama Konsorsiyumu (CPIC) gibi kuruluşlar, genetik testin ilk basamak olarak yapılmasını, negatif veya sonuçsuz olması durumunda IVCT uygulanmasını önermektedir(Glahn & ark. 2010:105).

4.3. Biyobelirteçler ve Diğer Tanısal Yaklaşımlar

Şu ana kadar asemptomatik bireylerde malign hipertermi (MH) duyarlılığını kesin olarak teşhis edebilecek spesifik bir biyobelirteç bulunmamaktadır. Ancak, çeşitli araştırmalarda bazı biyobelirteçler incelenmiştir. Kreatin kinaz (CK) düzeyi, MH duyarlılığı olan bireylerde bazal olarak yüksek bulunabilmekle birlikte, spesifik değildir ve diğer kas hastalıklarında da artış gösterebilir. Lökositler üzerinde yapılan in vitro testler ise henüz klinik kullanıma girmemiştir. MH tanısında ayrıca, kafein-halotan kontraktür testine dayalı klinik derecelendirme ölçeği (CGS) kullanılmaktadır. Bu ölçek, bir anestezi olayın MH ile ilişkili olma olasılığını hesaplamada yardımcı olup, ≥ 50 puan "neredeyse kesin" MH tanısını düşündürmektedir. Ancak, CGS retrospektif analizlerde faydalı olsa da kesin tanı için in vitro kontraktür testi (IVCT) veya genetik test gereklidir (Larach & ark. 2019:130).

4.4. Tanıda Önerilen Yaklaşım

Malign hiperterminin (MH) tanısında en etkili yöntem, genetik testler ve in vitro kontraktür testi (IVCT) ile kombine bir yaklaşımdır. Öncelikli olarak genetik testler uygulanır, çünkü non-invaziv olmaları nedeniyle hasta açısından daha az risk taşır. Ancak, genetik testlerin negatif veya belirsiz sonuç vermesi durumunda, kesin tanı için IVCT testi gereklidir. MH duyarlılığı olan bireylerin aile taraması, pozitif mutasyon taşıyan bireyler için hedeflenmiş genetik testler kullanılarak yapılmalıdır. Bu kombine yaklaşım, anestezi öncesinde risk altındaki bireylerin tanımlanmasını sağlayarak MH'nin önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Larach & ark. 2010:110).

5. Tedavi Protokolleri

5.1. Mevcut Klinik Kılavuzlar

Malign hipertermi (MH) yönetimi ve önlenmesi için MHAUS (ABD Malign Hipertermi Derneği), Amerikan Anesteziyologlar Derneği (ASA), Avrupa Malign Hipertermi Grubu (EMHG) ve Anestezistler Birliği (2020 kılavuzu) gibi uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen kılavuzlar mevcuttur. Bu kılavuzlar, erken tanı, hızlı müdahale ve spesifik tedavi protokollerinin uygulanmasını vurgulamaktadır.

Genel anestezi uygulanan her sağlık tesisinde:

- MH acil durum planı,
- MH kriz yönetimi için hazırlanmış acil müdahale kiti (MH arabası),
- Personelin düzenli eğitim ve tatbikatlarla bilgilendirilmesi,
- Kriz yönetiminde kullanılacak MH algoritmalarının ameliyathanelerde görünür bir şekilde bulundurulması zorunludur.

MH acil müdahale kitinin içeriği:

- Dantrolen (örneğin, 36 şişe 20 mg Dantrium® veya 3 şişe 250 mg Ryanodex®),
- Steril su (dantrolenin hızlı çözülmesi için),
- Anestezi makineleri için aktif karbon filtreler,
- İntravenöz sıvılar ve IV setleri,
- Hiperkalemiyi yönetmek için insülin, dekstroze ve kalsiyum glukonat,
- Metabolik asidoz tedavisi için bikarbonat,
- Aritmiler için antiaritmik ajanlar (lidokain, amiodaron),
- Kan gazı analizi için gerekli ekipman,
- Vücut sıcaklığını kontrol etmek için soğuk salin, buz torbaları ve soğutma cihazları.

Kılavuzlara göre, dantrolen tedavi kararından sonraki 10 dakika içinde uygulanabilir olmalıdır, çünkü erken müdahale, mortaliteyi önemli ölçüde azaltmaktadır.

5.2. MH Duyarlılığı Olan Hastaların Perioperatif Yönetimi

MH duyarlılığı bilinen veya şüphelenilen hastalar için tüm tetikleyici ajanlardan kaçınılması gerekmektedir.

Güvenli anestezi protokolleri:

- Total intravenöz anestezi (TIVA): Propofol, opioidler ve non-depolarizan kas gevşeticiler tercih edilir.
- Bölgesel veya nöroaksiyel anestezi (uygunsa tercih edilir).
- Kesinlikle kaçınılması gereken ajanlar:
 - a) Volatil anestezikler (halotan, sevofluran, izofluran, desfluran),
 - b) Depolarizan kas gevşetici (süksinilkolin).

Anestezi makinesinin hazırlanması:

- Eski kılavuzlar, yüksek taze gaz akışı (10 L/dk O₂) ile 20-30 dakika yıkama ve vaporizatörlerin çıkarılmasını önermekteydi.

- Güncel uygulamalar, aktif karbon filtreleri kullanarak 2 dakika içinde anestezi gazları güvenli seviyelere düşürmeyi mümkün kılmaktadır.
- Hastanın sıcaklığı sürekli olarak izlenmelidir (özofagus veya nazofaringeal prob kullanılarak).

Ameliyat sırasında tetikleyicilerden kaçınılsa bile, olası komplikasyonlara karşı MH acil müdahale kitinin hazır bulundurulması gerekmektedir. MH duyarlılığı olan hastalar, ameliyat sonrası iyileşme sürecinde daha uzun süre gözlem altında tutulmalıdır (Hopkins & ark. 2021a:76).

5.3. Kriz Sonrası İzlem ve Takip

MH atağından kurtulan hastaların uzun dönem yönetimi, duyarlılığın kesin olarak belirlenmesi, tetikleyicilerden kaçınma eğitimi ve aile taraması üzerine odaklanmaktadır.

Kesin tanı için ileri testler:

- Kas kontraktür testi (IVCT) veya genetik testler önerilir.
- Aile bireyleri, otozomal dominant kalıtım nedeniyle MH duyarlılığı açısından taranmalıdır.

MH hastalarına önerilen önlemler:

- Tıbbi uyarı bileziği veya kimlik kartı taşımaları gereklidir.
- Herhangi bir tıbbi prosedür öncesinde sağlık profesyonellerine MH duyarlılığı hakkında bilgi vermelidirler.
- MH krizleri Kuzey Amerika MH Kayıt Defteri gibi veri tabanlarına rapor edilerek, gelecekteki tedavi protokollerinin geliştirilmesine katkı sağlanmalıdır.

Kriz sonrası dönemde hastalar, kas hasarı (rabdomiyoliz), böbrek yetmezliği veya koagülopati gibi olası komplikasyonlar açısından takip edilmelidir (Yamazawa & ark. 2021:12).

5.4. Yeni Tedavi Yaklaşımları ve Gelecek Perspektifleri

Dantrolen, MH tedavisinde temel ilaç olmaya devam etmektedir. Yeni formülasyonlar (örneğin Ryanodex®) kullanım kolaylığını artırarak, tedavi süresini kısaltmıştır. Ancak, alternatif tedavi yaklaşımları üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Gelecek vaat eden yeni tedavi stratejileri:

- Yeni geliştirilen oksolinik asit türevleri, MH fare modellerinde aşırı kalsiyum salınımını önleyerek krizleri durdurmuştur.
- Bu ajanlar, gelecekte dantrolene alternatif veya destekleyici bir tedavi olarak değerlendirilebilir (Rosenberg et al. 2007:2).
- RYR1 mutasyonlarına yönelik gen terapileri ve alele özgü susturma stratejileri araştırılmaktadır.
- Araştırmalar, bazı MH duyarlı bireylerde aşırı sıcak veya ağır egzersiz sırasında MH benzeri krizlerin gelişebileceğini göstermektedir.
- Dantrolenin sıcak çarpması tedavisinde potansiyel kullanımını inceleyen çalışmalar devam etmektedir (Frassanito & ark. 2023:12).

6. Hasta Popülasyonları: Pediatrik ve Yetişkin Hususları

6.1. Pediatrik Hastalar

Çocuklar, anestezi sırasında MH insidansının daha yüksek olması nedeniyle özel bir değerlendirme gerektiren hasta grubunu oluşturmaktadır. MH, yaklaşık 30.000 pediatrik anestezi uygulamasında 1 oranında görülürken, yetişkinlerde bu oran 100.000’de 1 olarak bildirilmiştir.

Pediatrik hastalarda MH insidansının daha yüksek olmasının nedenleri şunlardır:

- Süksinilkolin kullanımı: Çocuklarda, hızlı sıralı entübasyon veya IV erişim sağlanmadan önce inhalasyon indüksiyonu sırasında sık kullanılması, MH tetiklenme riskini artırır.
- Masseter kas sertliği (trismus): Süksinilkolin sonrası çene kaslarında sertlik gelişmesi, pediatrik hastalarda fulminan MH'nin erken bir habercisi olabilir. Bu durumda, prosedür durdurulmalı ve hasta yakından izlenmelidir.
- Farklı klinik sunumlar:
 - a) Küçük çocuklarda belirgin kas sertliği gözlenme olasılığı daha düşüktür.
 - b) Daha küçük yaş gruplarında (bebekler ve yürümeye başlayan çocuklar), erken evrede ciltte beneklenme sık görülür.
 - c) Ekspirasyon sonu CO₂ artışı, taşikardi ve hızlı sıcaklık yükselmesi her yaş grubunda gözlenirse de, ergenlerde daha belirgin olabilir.
 - d) Masseter spazmı, en sık 2-12 yaş grubunda bildirilmiştir.

Pediatrik hastalarda MH yönetimi yetişkinlerle benzer olup, kilo bazlı tedavi protokolleri uygulanmaktadır:

- Dantrolen dozu: 2.5 mg/kg IV olarak başlanmalı ve semptomlar düzelene kadar her 5-10 dakikada bir tekrar edilebilmektedir.
- İntravenöz erişim sağlanmasındaki güçlükler: Küçük çocuklarda damar yolu açmak zor olabileceğinden, intraosseöz (IO) erişim seçeneği düşünülmelidir.
- Dantrolen hazırlama süreci: Standart formülasyonlar çok sayıda şişenin sulandırılmasını gerektirse de, Ryanodex® gibi yeni formülasyonlar bu süreci hızlandırarak yönetimi kolaylaştırabilir.

Pediatrik hastalar, kriz sonrasında erişkinlerle benzer şekilde YBÜ'de izlenmeli ve muhtemel geç komplikasyonlar açısından yakından takip edilmelidir. MH duyarlılığı olan birçok çocuk, henüz

ameliyat geçirmediğinden tanı konmamış olabilir, bu nedenle anestezi uzmanları, her pediatrik hastada MH gelişimi açısından dikkatli olmalıdır (Nelson & Litman 2014:118).

6.2. Yetişkin Hastalar

MH, yetişkinlerde daha nadir görülmekle birlikte, anestezi sırasında geliştiğinde klinik tablo ağır seyredebilmektedir. Önceden sorunsuz anestezi geçirmiş bir yetişkin hastada bile, uygun tetikleyici kombinasyonları veya predispozan faktörler nedeniyle MH gelişebilmektedir.

Yetişkinlerde MH tanısını karmaşıklatabilecek faktörler şunlardır:

- Komorbiditeler:
 - a) Tiroid fırtınası, feokromositoma, sepsis veya diğer hipermetabolik sendromlarla karışabilir.
 - b) İskemik kalp hastalığı olan hastalarda taşikardi ve hipertansiyon, kardiyak iskemiye yol açabilir.
- Kas kütlelerinin etkisi:
 - a) Genç, kaslı hastalar (özellikle erkekler), kriz sırasında daha fazla ısı ve CO₂ üretir, bu da hızla aşırı hipertermiye yol açabilir.
 - b) Yaşlı hastalarda kas kütlesi daha düşük olduğu için ateş eğrisi daha yavaş yükselebilir.
- Metabolik yanıtın şiddeti:
 - a) Ergen ve erişkin hastalarda, MH atağı sırasında daha yüksek tepe sıcaklıkları ve potasyum seviyeleri gözlenmiştir.

Yetişkin hastalarda MH yönetimi, pediatrik hastalarla büyük ölçüde benzerdir:

- Dantrolen dozu, vücut ağırlığına göre hesaplanır (2.5 mg/kg IV başlangıç dozu).

- Hiperkapni, taşikardi ve hipertermi gibi klasik belirtiler MH şüphesi uyandırmalıdır.
- Eşlik eden hastalıklar (örn. kardiyovasküler hastalıklar) nedeniyle, oksijenasyon ve kardiyak yük kontrolü dikkatle sağlanmalıdır (Yang & ark. 2020:34).

6.3. Yaşa Göre Anestezik Hususlar

Malign hipertermi (MH) duyarlılığı bilinen bireylerde anestezi yönetimi, yaşa özgü faktörler dikkate alınarak uyarlanmalıdır. Pediatrik hastalarda, intravenöz (IV) indüksiyon genellikle zorlayıcı olabileceğinden, güvenli alternatifler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda, IV erişimin sağlanamadığı durumlarda, yalnızca oksijen veya nitrojen protoksit ile inhalasyon indüksiyonu uygun bir seçenek olabilir. Ayrıca, özellikle tonsillektomi gibi cerrahi prosedürlerde süksinilkolin kullanımına dikkat edilmesi önemlidir, zira bu ajan MH atağını tetikleyebilir. Yetişkin hastalarda ise IV indüksiyonun rutin olarak propofol ile gerçekleştirilmesi önerilir. Kas gevşetici kullanımında, süksinilkolin yerine non-depolarizan kas gevşeticilerin tercih edilmesi güvenli bir yaklaşımdır.

Postoperatif dönemde, yaşa bağlı yönetim farklılıkları belirginlik göstermektedir. Pediatrik hastalar, kas ağrısı veya güçsüzlük gibi semptomları ifade etmede zorluk yaşayabileceğinden, klinik izlem öncelik taşınmalıdır. Küçük çocuklarda, sempatik aktivasyonun tetiklediği hava yolu ödemi riski göz önünde bulundurulmalı ve solunum fonksiyonları yakından izlenmelidir. Yetişkin hastalar, MH atağı veya dantrolen tedavisini takiben gelişebilen kas ağrısını ifade edebilir ve bu durumda uygun analjezik tedavi planlanmalıdır. Geriatrik hastalarda ise, MH sırasında ortaya çıkabilen hipertansiyon ve taşikardi, altta yatan kardiyovasküler hastalıklar nedeniyle ciddi komplikasyonlara yol açabileceğinden dikkatle yönetilmelidir. Bu farklılıkların göz

önünde bulundurulması, MH duyarlılığı olan hastalarda güvenli bir perioperatif süreç sağlanması açısından kritik öneme sahiptir.

7. Sonuç

Malign hipertermi, genetik yatkınlığı olan bireylerde uçucu anestezikler veya süksinilkolin maruziyetiyle tetiklenen, hızla ilerleyen ve ölümcül olabilen bir hipermetabolik krizdir. Erken tanı ve hızlı müdahale, mortaliteyi azaltmada kritik öneme sahiptir.

Dantrolen tedavisi, tetikleyici ajanların kesilmesi ve destekleyici önlemlerle birlikte MH yönetiminin temelini oluşturur. MH duyarlılığı olan bireylerde tetikleyici ajanlardan kaçınılması ve güvenli anestezi protokollerinin uygulanması gereklidir.

Güncel araştırmalar, MH'nin genetik ve moleküler mekanizmalarını daha iyi anlamayı amaçlamakta, yeni tedavi stratejileri üzerine çalışmalar devam etmektedir. Farkındalık, hızlı tanı ve uygun yönetim protokolleri, MH'nin güvenli şekilde yönetilmesini sağlayarak hasta güvenliğini artıracaktır.

Kaynakça

Anon. n.d. "MHAUS Recommendations - MHAUS." Retrieved February 27, 2025 (<https://www.mhaus.org/healthcare-professionals/mhaus-recommendations/>).

Brady, Joanne E., Lena S. Sun, Henry Rosenberg, and Guohua Li. 2009. "Prevalence of Malignant Hyperthermia Due to Anesthesia in New York State, 2001-2005." *Anesthesia and Analgesia* 109(4):1162–66. doi: 10.1213/ANE.0B013E3181AC1548.

Frassanito, Luciano, Fabio Sbaraglia, Alessandra Piersanti Stefano Catarci, and Gaetano Draisci. 2023. "Real Evidence and Misconceptions about Malignant Hyperthermia in Children: A Narrative Review." *Journal of Clinical Medicine* 12(12):3869. doi: 10.3390/JCM12123869/S1.

Glahn, K. P. E., F. R. Ellis, P. J. Halsall, C. R. Müller, M. M. J. Snoeck, A. Urwyler, and F. Wappler. 2010. "Recognizing and Managing a Malignant Hyperthermia Crisis: Guidelines from the European Malignant Hyperthermia Group." *British Journal of Anaesthesia* 105(4):417–20. doi: 10.1093/BJA/AEQ243.

Hopkins, P. M., T. Girard, S. Dalay, B. Jenkins, A. Thacker, M. Patteril, and E. McGrady. 2021a. "Malignant Hyperthermia 2020." *Anaesthesia* 76(5):655–64. doi: 10.1111/ANAE.15317.

Hopkins, P. M., T. Girard, S. Dalay, B. Jenkins, A. Thacker, M. Patteril, and E. McGrady. 2021b. "Malignant Hyperthermia 2020: Guideline from the Association of Anaesthetists." *Anaesthesia* 76(5):655–64. doi: 10.1111/ANAE.15317.

Hopkins, P. M., H. Rüffert, M. M. Snoeck, T. Girard, K. P. E. Glahn, F. R. Ellis V. Tegazzin, and I. Tzanova. 2015. "European Malignant Hyperthermia Group Guidelines for Investigation of

Malignant Hyperthermia Susceptibility.” *British Journal of Anaesthesia* 115(4):531–39. doi: 10.1093/BJA/AEV225.

Hopkins, Philip M., Pawan K. Gupta, and Jonathan G. Bilmen. 2018. “Malignant Hyperthermia.” *Handbook of Clinical Neurology* 157:645–61. doi: 10.1016/B978-0-444-64074-1.00038-0.

Kraeva, Natasha, Sheila Riazi, Julian Loke, Wanda Frodis, Mary Lou Crossan, Kevin Nolan, Alexander Kraev, and David H. MacLennan. 2011. “Ryanodine Receptor Type 1 Gene Mutations Found in the Canadian Malignant Hyperthermia Population.” *Canadian Journal of Anaesthesia = Journal Canadien d’anesthésie* 58(6):504–13. doi: 10.1007/S12630-011-9494-6.

Larach, Marilyn Green, Gerald A. Gronert, Gregory C. Allen, Barbara W. Brandom, and Erik B. Lehman. 2010. “Clinical Presentation, Treatment, and Complications of Malignant Hyperthermia in North America from 1987 to 2006.” *Anesthesia and Analgesia* 110(2):498–507. doi: 10.1213/ANE.0B013E3181C6B9B2.

Larach, Marilyn Green, Thomas T. Klumpner, Barbara W. Brandom Zachary A. Turnbull, and Robert B. Schonberger. 2019. “Succinylcholine Use and Dantrolene Availability for Malignant Hyperthermia Treatment: Database Analyses and Systematic Review.” *Anesthesiology* 130(1):41–54. doi: 10.1097/ALN.0000000000002490.

Li, Guohua, Joanne E. Brady, Henry Rosenberg, and Lena S. Sun. 2011. “Excess Comorbidities Associated with Malignant Hyperthermia Diagnosis in Pediatric Hospital Discharge Records.” *Paediatric Anaesthesia* 21(9):958–63. doi: 10.1111/J.1460-9592.2011.03649.X.

Nelson, Priscilla, and Ronald S. Litman. 2014. "Malignant Hyperthermia in Children: An Analysis of the North American Malignant Hyperthermia Registry." *Anesthesia and Analgesia* 118(2):369–74. doi: 10.1213/ANE.0B013E3182A8FAD0.

Paul-Pletzer, Kalanethee, Takeshi Yamamoto, Manjunatha B. Bhat, Ma Jianjie, Noriaki Ikemoto, Leslie S. Jimenez, Hiromi Morimoto, Philip G. Williams, and Jerome Parness. 2002. "Identification of a Dantrolene-Binding Sequence on the Skeletal Muscle Ryanodine Receptor." *The Journal of Biological Chemistry* 277(38):34918–23. doi: 10.1074/JBC.M205487200.

Riazi, Sheila, Natalia Kraeva, and Philip M. Hopkins. 2018. "Updated Guide for the Management of Malignant Hyperthermia." *Canadian Journal of Anaesthesia = Journal Canadien d'anesthésie* 65(6):709–21. doi: 10.1007/S12630-018-1108-0.

Rosenberg, Henry, Mark Davis, Danielle James, Neil Pollock, and Kathryn Stowell. 2007. "Malignant Hyperthermia." *Orphanet Journal of Rare Diseases* 2(1):21. doi: 10.1186/1750-1172-2-21.

Rosenberg, Henry, Neil Pollock, Anja Schiemann, Terasa Bulger, and Kathryn Stowell. 2015. "Malignant Hyperthermia: A Review." *Orphanet Journal of Rare Diseases* 10(1):1–19. doi: 10.1186/S13023-015-0310-1.

Rosenberg, Henry, Nyamkhishig Sambuughin, Sheila Riazi, and Robert Dirksen. 2020. "Malignant Hyperthermia Susceptibility." *GeneReviews®*.

Stewart, S. L., K. Hogan, H. Rosenberg, and Je Fletcher. 2001. "Identification of the Arg1086His Mutation in the Alpha Subunit of the Voltage-Dependent Calcium Channel (CACNA1S) in a North American Family with Malignant Hyperthermia." *Clinical Genetics* 59(3):178–84. doi: 10.1034/J.1399-0004.2001.590306.X.

Wappler, F. 2001. “Malignant Hyperthermia.” *European Journal of Anaesthesiology* 18(10):632–52. doi: 10.1046/J.1365-2346.2001.00888.X.

Yamazawa, Toshiko, Takuya Kobayashi, Nagomi Kurebayashi Takashi Sakurai, and Takashi Murayama. 2021. “A Novel RyR1-Selective Inhibitor Prevents and Rescues Sudden Death in Mouse Models of Malignant Hyperthermia and Heat Stroke.” *Nature Communications* 12(1):4293. doi: 10.1038/S41467-021-24644-1.

Yang, Lukun, Timothy Tautz, Shulin Zhang, Alla Fomina, and Hong Liu. 2020. “The Current Status of Malignant Hyperthermia.” *Journal of Biomedical Research* 34(2):75–85. doi: 10.7555/JBR.33.20180089.

Zaharieva, Irina T., Anna Sarkozy, Laurent Servais Christoph Bachmann, and Francesco Muntoni. 2018. “STAC3 Variants Cause a Congenital Myopathy with Distinctive Dysmorphic Features and Malignant Hyperthermia Susceptibility.” *Human Mutation* 39(12):1980–94. doi: 10.1002/HUMU.23635.

