

ANESTEZİDE SPESİFİK SORULARA GÜNCEL CEVAPLAR

Editör
NESLİHAN GÜNBAY



BİDGE Yayınları

ANESTEZİDE SPESİFİK SORULARA GÜNCEL CEVAPLAR

Editör: NESLİHAN GÜNBAY

ISBN: 978-625-372-806-9

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 15.08.2025

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

PERİOPERATİF HEMODİNAMİK OPTİMİZASYON.....	4
NESLİHAN GÜNBAY	4
PERİOPERATİF DELİRYUM VE POSTOPERATİF KOGNİTİF DİSFONKSİYON	22
NESLİHAN GÜNBAY	22
GEBELİKTE ANESTEZİ: GÜNCEL KILAVUZLAR VE TARTIŞMALI KONULAR	45
POYRAZ BOZKURTLU	45
REJYONAL ANESTEZİDE ULTRASON REHBERLİĞİ	63
GÖKHAN GÜNBAY	63
YAPAY ZEKÂ VE ANESTEZİ	79
GÖKHAN GÜNBAY	79

PERİOPERATİF HEMODİNAMİK OPTİMİZASYON

NESLİHAN GÜNBAY¹

Giriş

Perioperatif hemodinamik optimizasyon, cerrahi girişim sırasında hastanın doku perfüzyonunun ve oksijen sunumunun yeterli düzeyde tutulması amacıyla hemodinamik parametrelerin bireye özgü şekilde yönetilmesini ifade eder. Ameliyat sırasında meydana gelen intraoperatif hipotansiyon (IOH) ve perfüzyon bozuklukları; akut böbrek hasarı (ABH), miyokardiyal hasar, inme, postoperatif deliryum ve mortalite gibi ciddi istenmeyen sonuçlarla ilişkili bulunmuştur (Salmasi et al., 2017; Wesselink et al., 2018). IOH süresi veya şiddeti arttıkça bu komplikasyon riskleri belirgin şekilde yükselmektedir (Sessler et al., 2019; Futier et al., 2017). Bu nedenle anestezi yönetiminde hedef, kan basıncını ve dolaşımı hastanın ihtiyaçlarına göre optimal aralıkta tutarak organ perfüzyonunu korumaktır.

Geçmişte yaygın sıvı tedavisi stratejilerinde, “liberal” yaklaşım ile hastalara büyük hacimlerde kristalloid verilerek olası

¹ Arş. Gör. Dr. Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Orcid: 0000-0003-2623-1205

hipovoleminin önlenmesi amaçlanırdı. Ancak aşırı sıvı yükü, doku ödemi, akciğer komplikasyonları ve iyileşmede gecikme gibi sorunlara yol açabilir. Buna tepki olarak son yıllarda bazı merkezlerde “restriktif” sıvı tedavisi benimsendi; yani hastalara mümkün olduğunca az sıvı verilip vazopressörlerle kan basıncı desteklendi. Fakat çok kısıtlı sıvı verilmesinin de perfüzyon yetersizliğine ve özellikle böbrek hasarı riskine yol açabildiği gösterilmiştir (Myles et al., 2018; Chiu et al., 2022). Özellikle restriktif stratejiler uygulanan hastalarda postoperatif akut böbrek hasarı insidansının belirgin şekilde arttığı bildirilmiştir (Myles et al., 2018). Dolayısıyla günümüzde ne aşırı liberal ne de aşırı restriktif uç yaklaşımlar önerilmekte; bunun yerine hastanın anlık ihtiyacına göre hedefe yönelik, bireyselleştirilmiş sıvı ve vazopressör tedavisi ön plana çıkmaktadır.

Çok sayıda randomize kontrollü çalışma ve meta-analizin ortak bulguları, hedefe yönelik hemodinamik tedavi protokollerinin, klasik ampirik tedaviye kıyasla postoperatif komplikasyonları ve yoğun bakım ihtiyacını azaltabildiği yönündedir (Calvo-Vecino et al., 2018; Ripollés et al., 2016; Sun et al., 2017). Örneğin, orta-yüksek riskli cerrahi hastalarında özofageal Doppler ile rehberlik edilen hedefe yönelik sıvı tedavisi, postoperatif majör komplikasyon insidansını %16.6’dan %8.6’ya düşürmüştür (Calvo-Vecino et al., 2018). Benzer şekilde, sistematik derlemeler GDT protokollerinin hastanede kalış süresini kısalttığını, cerrahi sonrası komplikasyonları (ör. enfeksiyon, ileus, zatürre) azalttığını ve bazı çalışmalarda mortaliteyi de düşürebildiğini göstermiştir (Sun et al., 2017; Jessen et al., 2022). Bu bölümde, perioperatif hemodinamik optimizasyonun temel bileşenleri olarak goal-directed therapy (GDT) algoritmaları, invaziv ve non-invaziv monitörizasyon teknikleri ile hedefe yönelik sıvı tedavisi ve vazopressör kullanımına dair güncel yaklaşımlar ele alınacaktır.

Goal-Directed Therapy (GDT) Algoritmaları

Hedefe yönelik tedavi (Goal-Directed Therapy, GDT), hastanın hemodinamik durumunu gerçek zamanlı izleyerek belirli fizyolojik hedeflere ulaşmayı amaçlayan protokollerin genel adıdır. GDT algoritmaları, her hastanın optimal preload (dolaşan kan hacmi), miyokard kontraktilitesi ve afterload (vasküler tonus) düzeyine ulaşmasını hedefler. Klasik uygulamada anestezi sırasında sıvı gereksinimi; idame ve açık kalma (NPO) süresi, tahmini üçüncü boşluk kayıpları ve kanama üzerinden kaba hesaplamalarla belirlenir ve kalp hızı, kan basıncı, idrar çıkışı gibi geleneksel uç noktalar izlenir. Ancak bu geleneksel parametreler hipovolemi için geç ve güvenilir göstergeler olabilir (Davies & Mythen, 2021). Örneğin bir hastada kan hacmi %20-25 azalınca dek arteriyel kan basıncında ciddi düşme görülmeyebilir; kalp hızı ise cerrahi uyarı veya beta-bloker kullanımı gibi birçok faktörden etkilenir ve hipovolemiye özgün olmayabilir. Bu nedenle GDT, ileri hemodinamik monitörler yardımıyla daha duyarlı göstergeleri kullanarak, hemodinamik bozulmayı erken saptamayı ve hedefe yönelik müdahalelerle düzeltmeyi amaçlar.

GDT algoritmalarının temel ilkesi, Frank-Starling ilişkisinden yararlanarak hastanın sıvı verilmesine vereceği yanıtı (atım hacmi artışı) öngörmek ve sadece gerekli olduğu kadar sıvı ve ilaç vermektir. Bu amaçla, bir GDT protokolü genellikle aşağıdaki sıralı adımlarla uygulanır (Miller et al., 2015; Calvo-Vecino et al., 2018):

- 1. Ön yükün optimizasyonu (Preload – “Fill”): Hastanın** intravasküler hacmi yetersiz ise, öncelikle sıvı bolusları ile atım hacmi (stroke volume, SV) maksimize edilmeye çalışılır. Bu genellikle 200–250 ml’lik kristalloid boluslarının verilmesi ve sonrasında SV’deki değişimin izlenmesiyle yapılır. Eğer SV’de anlamlı (genelde $\geq 10\%$) bir

artış oluyorsa hasta sıvı yanıt veriyor demektir ve ek boluslarla SV artışı duruncaya dek devam edilir (Vincent et al., 2020; Calvo-Vecino et al., 2018). SV artışı belirli bir noktadan sonra $< \%10$ ise optimum noktaya ulaşılmış kabul edilir ve bu değer “hastanın optimize edilmiş atım hacmi” olarak kaydedilir. Bu aşamada hipovolemi düzeltilerek hasta Frank-Starling eğrisinin yükselen kısmına taşınmış olur.

2. Kontraktilitenin ve debinin optimizasyonu (“Flow”):

Adekuat preload sağlandıktan sonra, eğer halen kardiyak indeks (CI) hastanın metabolik ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde değilse veya miyokard depresyonu bulguları varsa inotrop ajanlar başlanır. Örneğin, SV optimum olduğu halde kalp debisi düşükse dobutamin gibi bir inotrop ile miyokard kontraktilitesi desteklenir (Saugel et al., 2024). GDT algoritmaları, sıvı yüküne artık yanıt vermeyen ancak düşük debili hastada erken dönemde inotrop kullanımını öngörerek oksijen sunumunu iyileştirmeyi hedefler. Bu sayede doku hipoperfüzyonu önlenerek laktat birikimi, organ disfonksiyonları engellenebilir.

3. Afterload’un optimizasyonu (“Pressure”):

Preload ve kontraktilite optimize edildikten sonra, halen ortalama arter basıncı (OAB) hedefin altında kalıyorsa (genellikle OAB < 65 mmHg veya hastanın kendi belirlenen hedefinin altında), bu durum çoğunlukla vazodilatasyon kaynaklıdır. GDT algoritması bu aşamada vazopressör kullanımını devreye sokar. Eğer intravasküler volüm yeterli ve kalp debisi de uygun ise, düşük kan basıncını düzeltmek için vazopressör ajanlar (ör. noradrenalin infüzyonu) başlanarak sistemik vasküler direnç artırılır (Calvo-Vecino et al., 2018). Böylece “dolum, debi, basınç” sıralamasına göre gidilerek her aşamada altta yatan fizyolojik eksiklik uygun tedaviyle giderilir. Örneğin hipovolemiye bağlı hipotansiyonu olan bir

hastada doğrudan vazopressör vermek yerine önce sıvı ile volüm tamamlamak, ardından gerekirse inotrop ve en son vazopressör kullanmak, yanlış tedaviyle iatrojenik zarara yol açmayı engeller (Yerdon et al., 2025).

GDT algoritmaları genellikle her 5-10 dakikada bir hastanın hemodinamik durumunu yeniden değerlendirmeyi ve gerektiğinde sıralı müdahaleleri tekrarlamayı da içerir. Ayrıca anestezi derinliği, cerrahi manipulasyon, pnömoperiton gibi reversibl nedenler de gözden geçirilmelidir – örneğin anestezi aşırı derinse azaltmak, yüksek ventilasyon basıncı veya karın içi basıncı varsa düzeltmek gibi basit önlemler önceliklidir (Scott et al., 2024). GDT'nin esnek algoritmik yaklaşımı, bu temel nedenler düzeltildikten sonra hemodinamik hedeflere odaklanır.

Son on yılda yapılan çalışmalar, GDT protokollerinin cerrahi süreçteki yaygın uygulama farklılıklarını azaltarak tedaviyi standartlaştırdığını ve sonuçları iyileştirdiğini ortaya koymuştur (Boekel et al., 2021; de Keijzer et al., 2024). Önemle vurgulanması gereken bir nokta, farklı çalışmaların GDT protokollerinin hedef parametreleri ve eşik değerlerinin değişiklik gösterebilmesidir. Örneğin bazı protokoller sadece SV optimizasyonunu hedeflerken (OPTIMISE II gibi), daha kapsamlı protokoller SV'ye ek olarak CI ve OAB hedeflerini entegre edebilir. GDT'nin başarısı, uygulanan algoritmanın tüm hemodinamik bileşenleri (preload, akım, afterload) dengeli biçimde ele almasına bağlıdır (Miller & Myles, 2019). Bu kapsamlı yaklaşımla, GDT uygulanan gruplarda ameliyat sonrası akut böbrek hasarı, cerrahi alan enfeksiyonu, ileus, pnömoni ve bulantı-kusma gibi komplikasyonlarda azalma rapor edilmiştir (Giglio et al., 2019; Calvo-Vecino et al., 2018).

İnvaziv ve Non-invaziv Monitörizasyon Teknikleri

Hemodinamik monitörizasyon, GDT'nin temel taşıdır. Hastanın kan dolaşımını gerçek zamanlı ve hassas şekilde

değerlendirebilmek için farklı invaziv veya non-invaziv monitörler kullanılabilir:

- **İnvaziv Kan Basıncı ve Arteriyel Çizgi:** Radyal veya femoral arteriyel kateter ile sürekli kan basıncı izlemi, yüksek riskli cerrahilerde standart kabul edilir. **Arteriyel dalga formu analizi** ile de bu invaziv basınç dalgasından ileri hemodinamik veriler elde edilebilir. Örneğin; **atım hacmi (SV)**, **kalp debisi (cardiac output, CO)**, **atım hacmi varyasyonu (stroke volume variation, SVV)** ve **nabız basıncı varyasyonu (pulse pressure variation, PPV)** gibi parametreler, arteriyel dalga kontür analiz cihazları sayesinde hesaplanabilir. Özel yazılımlara sahip monitörler (FloTrac/Vigileo, LiDCO, PiCCO vb.), her sistolik atımda oluşan basınç dalgasını analiz ederek sürekli CO ve SV tahmini yapar. Bu sistemlerden bazıları (PiCCO, LiDCO klasik versiyonu) başlangıçta termodilüsyon kalibrasyonu gerektirirken, bazıları (FloTrac gibi) harici kalibrasyon olmaksızın demografik veriler ve arter dalga analiziyle çalışır. Arteriyel çizgi üzerinden ayrıca **SVV** ve **PPV** gibi **dinamik parametreler** de hesaplanabilir; bu parametreler hastanın mekanik ventilasyon altındayken volüm durumuna duyarlı değişkenlerdir ve yüksek değerleri (> %12-13) sıklıkla hastanın sıvı yanıtı olduğunu gösterir (Martin *et al.*, 2020). Ancak SVV/PPV yalnızca düzenli ritimli ve kontrollü ventilasyondaki (spontan solunumu baskılanmış) hastalarda güvenilirlidir.
- **Santral Venöz Kateter (CVP izlemi):** Santral venöz basınç (SVB) uzun yıllar sıvı durumunu değerlendirmede kullanılmış invaziv bir yöntemdir. Ancak araştırmalar SVB değerinin veya değişiminin volüm durumunu öngörmeye **güvenilir olmadığını** ortaya koymuştur (Marik *et al.*, 2013).

Yine de santral kateter varlığında, santral oksijen saturasyonu ($ScvO_2$) gibi ek veriler alınabilir ve vazopressör/inotrop titrasyonunda yardımcı olabilir. Günümüzde tek başına SVB hedeflemesi terk edilmiş olup, GDT protokollerinde daha dinamik ölçütler tercih edilmektedir.

- **Pulmoner Arter Kateteri (PAK, Swan-Ganz):** Kalp debisinin termodilüsyon ile direkt ölçümü, pulmoner arter basıncı ve wedge basıncı gibi veriler sağlayan PAK, invaziv hemodinamik monitörizasyonun klasik altın standardıydı. Ancak işlem invaziv ve riskli olduğu için günümüzde rutin cerrahi olgularda nadiren kullanılmakta, daha çok kompleks kardiyak cerrahiler veya ileri kalp yetmezliği hastalarında tercih edilmektedir. PAK verileri GDT için zengin içerik sunsa da daha az invaziv alternatiflerin gelişmesiyle yaygınlığı azalmıştır.
- **Özofageal Doppler:** Yemek borusuna yerleştirilen ince bir prob ile inen aort akım hızını ölçen bu yöntem, minimal invaziv sayılır ve anlık atım hacmi trendini gösterir. Özofageal Doppler cihazları (ör. Deltex CardioQ) GDT çalışmalarında erken dönemde sık kullanılmıştır. Hastanın pozisyonu veya probun kayması ölçümü etkileyebildiğinden, kullanıcı deneyimi ve uygun hasta seçimi önemlidir. Özofageal Doppler ile yönlendirilen protokollerde sıvı boluslarına SV yanıtı anbean görölerek hızlı karar verilebilir ve çalışmalar bu yöntemin postoperatif komplikasyonları azalttığını göstermiştir (Calvo-Vecino *et al.*, 2018).
- **Kalp Debisi için Non-invaziv Cihazlar:** Son yıllarda **non-invaziv kardiyak output monitörleri** geliştirilmiştir. Örneğin **biyoreaktans (bioreactance)** teknolojisi kullanan cihazlar (Nicom ©), göğüs duvarına yapıştırılan elektrotlarla

elektriksel impedans değişimini ölçerek atıma bağlı hacim değişimini hesaplar. Bu yöntem tamamen non-invaziv olup trend takibi için kullanışlıdır, ancak mutlak doğruluk açısından invaziv yöntemlere göre değişkenlik gösterebilir. Bir diğer non-invaziv yaklaşım, **parmak manşonu** ile sürekli arterial dalga izlemeye dayalı cihazlardır (Finapres/ClearSight). Parmaktan fotopletismografi ve servosistem ile atım hacmi ve kan basıncı sürekli ölçülebilir. Bu teknik, non-invaziv olarak dakikadan dakikaya kan basıncı ve CO takibi olanağı sağlar; özellikle orta riskli hastalarda arteriyel kateter alternatifi olarak kullanılabilir. Ancak vasokonstriksiyon, periferik soğukluk gibi durumlar parmak dalga kalitesini etkileyebilir.

- **Ekokardiyografi (TTE/TEE):** Transtorasik veya transözofageal ekokardiyografi, anlık olarak kalp boşluklarının hacim ve fonksiyon değerlendirmesini mümkün kılar. Özellikle anestezi altında **TEE** kullanımı, kardiyak cerrahilerde rutin olup yüksek riskli non-kardiyak cerrahilerde de tanısai ve yönlendirici amaçla kullanılabilir. Ekokardiyografi ile kalp boşluklarının doluluk düzeyi, kontraktile, bölgesel duvar hareketleri ve hatta debi hesaplamaları yapılabilir. Bu yöntem doğrudan görsel bilgi verdiği için volüm durumunun kalitatif değerlendirilmesinde kıymetlidir; ancak sürekli bir monitör olmaması ve operatör deneyimine bağımlılığı nedeniyle GDT algoritmalarında genelde destekleyici bir araçtır.
- **Pleth Variability Index (PVI) ve Diğer Non-invaziv İndeksler:** Pulse oksimetre sinyalinden türetilen **pleth variability index (PVI)**, SVV'ye benzer şekilde solunumla oluşan pleth dalga genliğindeki değişimi yüzde olarak verir. Tam mekanik ventilasyondaki hastalarda yüksek PVI (>

%13) değerleri hipovolemi göstergesi olabilir ve bazı çalışmalarda intraoperatif sıvı yönetimine rehber olarak kullanılmıştır (Futier *et al.*, 2017). Yine karotid arter akımının ultrason ile ölçülmesi, inferior vena cava çap değişimi gibi çeşitli non-invaziv ölçütler de volüm durumu ngrmnde araştırılmaktadır. Ancak bunların çoğu, **SV veya CO takibi kadar güvenilir bulunmamış** ve yaygın uygulamaya girmemiştir.

İnvaziv vs. non-invaziv monitör seçimi, hastanın risk profiline, cerrahi büyüklüğe ve kurumsal imkanlara göre belirlenir. Yüksek riskli, büyük cerrahilerde genellikle invaziv arteriyel monitörizasyon ve gerekirse ileri bir cihaz (r. FloTrac, PiCCO veya zofageal Doppler) kullanımı tavsiye edilirken; düşük riskli olgularda temel non-invaziv yöntemlerle birlikte dinamik parametrelerden yararlanılabilir. nemli olan, hastanın hemodinamik trendlerinin yakından izlenmesi ve sadece ölçülebilen parametrelere göre değil, bütüncül bir değerlendirmeyele tedavinin yönlendirilmesidir (Perel, 2020). Örneğin tek başına kan basıncına bakarak sıvı vermek yerine, kan basıncı + atım hacmi + SVV birlikte değerlendirilirse, hipotansiyonun volüm eksikliğinden mi yoksa vazodilatasyondan mı kaynaklandığı daha doğru anlaşılabilir.

Hedefe Yönelik Sıvı Tedavisi ve Vazopressör Kullanımı

Hedefe yönelik sıvı tedavisi (Goal-Directed Fluid Therapy, GDFT), hastaya gereken zamanda gereken miktarda sıvı vermek ve gereksiz fazladan sıvı yükünü önlemek prensibine dayanır. Bu yaklaşımda her sıvı bolusu, bir “sıvı meydan okuması (fluid challenge)” olarak görülür ve etkisi objektif verilerle değerlendirilir (Vincent *et al.*, 2020). Örneğin 250 ml kristalloid infüzyonu sonrasında atım hacminde kayda değer bir artış olduysa, hastanın halen preload rezervi olduğu anlaşılır ve perfüzyonu artırmak için ek sıvı verilebilir. Ancak ek bolus yaptığınızda artık atım hacmi

artmıyorsa ($\leq$ %5-10 artış), daha fazla sıvı vermek sadece ödem riskini artıracak, oksijen sunumunu ise iyileştirmeyecektir. Bu noktada GDFT, sıvı vermeyi durdurmayı ve diğer müdahalelere geçmeyi öngörür. Böylece hastalar ne gereğinden az ne de fazla sıvı alır; hemodinamik denge korunurken sıvı kaynaklı komplikasyonlar en aza indirilir (Miller & Myles, 2019).

GDFT protokollerinde sıklıkla kullanılan sıvılar dengeli kristalloid çözeltilerdir (ör. Ringer laktat veya asetat). Kolloidlerin kullanımı son yıllarda azalmakla birlikte, bazı algoritmalarda kristalloide yeterli yanıt alınamadığında albümin gibi kolloidlerin eklenmesi önerilmektedir. Özellikle hidroksetil nişasta (HES) tipi sentetik kolloidler, böbrek yan etkileri nedeniyle artık tercih edilmemektedir. GDFT kapsamında hangi sıvının kullanıldığı kadar ne zaman ve ne kadar kullanıldığı önemlidir. “Küçük hacimli bolus ve yeniden değerlendirme” yaklaşımı ideal kabul edilir (Vincent et al., 2020). Bunun yanında, ciddi kanama veya travma gibi durumlar dışında, idame kristalloid hızlarının gereksiz yüksek tutulmasından kaçınılır. Örneğin eski “4-2-1 kuralı” ile saatlik idame hesaplamaları yerine, GDT kapsamında hasta normovolemik ise idame sıvısı minimal verilir ve esasen kayda değer sıvı ancak hemodinamik göstergeler bozulduğunda hedefe yönelik olarak uygulanır (Davies & Mythen, 2021).

Yapılan büyük çalışmalarda hedefe yönelik sıvı tedavisi uygulanan gruplarda, toplam verilen sıvı miktarının her zaman daha az olmadığı, bazen standart bakımla benzer hacimlerde sıvı verildiği ancak zamanlamasının ve dağılımının daha optimal olduğu vurgulanmaktadır (Calvo-Vecino et al., 2018). Örneğin FEDORA çalışmasında GDT grubuyla kontrol grubunun ortalama toplam sıvı volümleri benzerken, GDT grubunda sıvı daha erken dönemde ve gerektiğinde verilip, ihtiyaç yoksa fazla yükleme yapılmamıştır (Calvo-Vecino et al., 2018). Bu da komplikasyon insidansında anlamlı azalma sağlamıştır. Dolayısıyla GDFT, “daha az sıvı”

demekten ziyade “doğru miktarı, doğru zamanda sıvı” vermek demektir.

Vazopressör kullanımı, perioperatif hemodinamik optimizasyonun diğer kritik bileşenidir. Anestezi indüksiyonu ve cerrahi manipulasyonlar sırasında sıklıkla sistemik vazodilatasyon ve relatif hipovolemi meydana gelir, bu da kan basıncında düşmeye yol açar. GDT yaklaşımı, yukarıda belirtildiği gibi, öncelikle volüm durumunu düzeltmeyi tavsiye eder; ancak volüm uygun hale geldikten sonra devam eden hipotansiyonda gecikmeden vazopressör desteği başlanmalıdır (Futier et al., 2017). Özellikle OAB < 65 mmHg gibi kritik eşiklerin altına düşülmesi durumunda, organ perfüzyonunu korumak için vazopressör tedavinin erken kullanılması önerilir (Sessler et al., 2019; Saugel et al., 2024). Nitekim yüksek riskli cerrahilerde kişiye özel kan basıncı hedefi ile proaktif noradrenalin uygulamasının, standart uygulamaya göre postoperatif organ disfonksiyonunu azalttığı gösterilmiştir (Futier et al., 2017). Bu çalışma (INPRESS) kapsamında, hastaların preoperatif normal değerlerine yakın bir arter basıncı hedeflenmiş ve gereken hastalarda erken vazopressör infüzyonlarıyla hipotansiyon süresi kısaltılmış, sonuçta çoklu organ disfonksiyon skoru daha düşük bulunmuştur (Futier et al., 2017).

Vazopressör seçimi ve kullanımı klinik duruma göre değişir. Ameliyat sırasında en sık kullanılan vazopressör ajanlardan biri fenilefrindir; refleks bradikardi yapabilse de güçlü alfa-agonist etkisiyle sistemik vasküler direnci hızla arttırarak hipotansiyonu düzeltir. Ephedrin ise hem alfa hem beta etkileri ile kalp hızını ve kontraktileti de arttırarak kan basıncını destekler, kısa süreli hipotansiyon epizodlarında tercih edilebilir. Uzun süren veya tekrarlayan hipotansiyonlarda sürekli düşük doz norepinefrin infüzyonu, günümüzde giderek daha sık tercih edilmektedir (French et al., 2021). Norepinefrin, doz titrasyonuna uygun ve dengeli bir vazopressördür; periferik bir hattan kısa süreli uygulanabileceği

konusunda da yayınlar mevcut olup (French et al., 2021), kritik durumlarda gecikmeden başlanması önem kazanmaktadır. Vazopressörlerin yetersiz kaldığı refrakter vazodilasyon durumlarında vazopressin analogları da (ör. terlipressin, argipressin) nadiren kullanılabilir. GDT algoritmalarında önemli olan, vazopressörün uygun endikasyonda ve zamanlamayla kullanılmasıdır: Eğer hipotansiyonun ana nedeni vazodilatasyonsa, volüm yüklemesiyle zaman kaybetmeden vazopressör başlanmalı; tersi durumda yani hipovolemi söz konusuysa önce sıvı tedavisi yapılmalıdır. Yanlış endikasyonda vazopressör başlanması, intravasküler hacmi düşük bir hastada aşırı vazokonstriksiyon yaparak doku perfüzyonunu daha da bozabilir (Yerdon et al., 2025). Bu nedenle klinisyen, monitörizasyon verilerini bütüncül değerlendirmeli ve “hangi hemodinamik problem, hangi tedaviyle düzelir” sorusuna yanıt aramalıdır.

Son yıllarda vazopressör kullanımındaki artış eğilimi ile birlikte, çok restriktif sıvı tedavisi uygulanan hastalarda böbrek hasarı gibi komplikasyonların arttığına dair veriler de mevcuttur (Chiu et al., 2022; Ariyaratna et al., 2022). Örneğin büyük abdominal cerrahilerde 2015-2019 yılları arasını kapsayan birçok merkezli analizde, perioperatif dönemde az sıvı verilip yüksek doz vazopressör kullanılan hastalarda AKI insidansının anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır (Chiu et al., 2022). Bu bulgular, vazopressör kullanımının mutlaka dikkatli bir volumetrik değerlendirme ile yürütülmesi gerektiğine işaret etmektedir. Kısacası, hedefe yönelik hemodinamik optimizasyon, sıvı ve vazopressör tedavisinin birbirini tamamlayıcı şekilde kullanıldığı, dengeye dayalı bir stratejidir: Optimal intravasküler volüm sağlanır, gerektiğinde inotrop ile kalp debisi desteklenir ve uygun vazopressör ile arter basıncı hedef aralıkta tutulur. Bu yaklaşım sayesinde hastalar daha stabil bir hemodinami ile ameliyatı geçirir ve hayati organların perfüzyonu kesintiye uğramaz.

Sonuç

Perioperatif hemodinamik optimizasyon, modern anestezi uygulamalarının temel hedeflerinden biri haline gelmiştir. Özellikle yüksek riskli ve büyük cerrahi girişimlerde, hastanın hemodinamik parametrelerinin gerçek zamanlı izlenmesi ve bireye özgü hedeflerle yönetilmesi, cerrahi sonuçları iyileştirmektedir. Goal-directed therapy (GDT) algoritmaları, hemodinamik instabilitenin altında yatan nedenini (volüm eksikliği, kalp debisi düşüklüğü veya vazodilatasyon) adım adım ele alarak doğru tedaviyi doğru zamanda uygulamaya yardımcı olur. İnvaziv ve non-invaziv monitörizasyon tekniklerindeki gelişmeler, artık hemodinamik durumun daha güvenilir göstergelerle değerlendirilmesini mümkün kılmıştır. Hedefe yönelik sıvı tedavisi ne fazla ne de eksik, hastanın ihtiyacı kadar sıvı verilmesini sağlarken; vazopressör ve inotropaların akılcı kullanımı ile doku perfüzyonu korunur ve intraoperatif hipotansiyon mümkün olduğunca önlenir.

Güncel kanıtlar, bu bütüncül yaklaşımın postoperatif komplikasyonları azaltıp iyileşmeyi hızlandırdığını desteklemektedir (Calvo-Vecino et al., 2018; Jessen et al., 2022). Ancak GDT'nin etkinliği, protokollere uyum ve klinisyenin deneyimi gibi faktörlere de bağlıdır. Eğitim programları ve ekip uyumu sağlanarak, hedefe yönelik hemodinamik yönetimin standart bakıma entegrasyonu daha başarılı olacaktır (de Keijzer et al., 2024). Sonuç olarak, perioperatif hemodinamik optimizasyon kavramı, hasta güvenliğini artıran ve cerrahi sonuçları iyileştiren kanıta dayalı bir yaklaşım olup, anesteziyoloji pratiğinde önemli bir yere sahiptir.

Kaynakça/References

Ariyaratna, D., Bhonsle, A., Nim, J., Huang, C. K. L., Wong, G. H., Sim, N., ... Lim, A. K. H. (2022). Intraoperative vasopressor use and early postoperative acute kidney injury in elderly patients undergoing elective noncardiac surgery. *Renal Failure*, 44(1), 648-659. DOI: 10.1080/0886022X.2022.2061997

Boekel, M. F., Venema, C. S., Kaufmann, T., van der Horst, I. C. C., Vos, J. J., & Scheeren, T. W. L. (2021). The effect of compliance with a perioperative goal-directed therapy protocol on outcomes after high-risk surgery: a before-after study. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 35(5), 1193-1202. DOI: 10.1007/s10877-020-00585-w

Calvo-Vecino, J. M., Ripollés-Melchor, J., Mythen, M. G., Casans-Francés, R., Balik, A., Artacho, J. P., ... FEDORA Trial Investigators Group. (2018). Effect of goal-directed haemodynamic therapy on postoperative complications in low-moderate risk surgical patients: a multicentre randomised controlled trial (FEDORA trial). *British Journal of Anaesthesia*, 120(4), 734-744. DOI: 10.1016/j.bja.2017.12.018

Chiu, C., Fong, N., Lazzareschi, D., Mavrothalassitis, O., Kothari, R., Chen, L. L., ... Legrand, M. (2022). Fluids, vasopressors, and acute kidney injury after major abdominal surgery between 2015 and 2019: a multicentre retrospective analysis. *British Journal of Anaesthesia*, 129(3), 317-326. DOI: 10.1016/j.bja.2022.05.002

Davies, S. J., & Mythen, M. (2021). Hemodynamic and Intestinal Microcirculatory Changes in a Phenylephrine Corrected Porcine Model of Hemorrhage. *Anesthesia and analgesia*, 133(4), 1060–1069. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005388>

de Keijzer, I. N., Vos, J. J., Yates, D., Reynolds, C., Moore, S., Lawton, R. J., Scheeren, T. W. L., & Davies, S. J. (2024). Impact of clinicians' behavior, an educational intervention with mandated blood pressure and the hypotension prediction index software on intraoperative hypotension: a mixed methods study. *Journal of clinical monitoring and computing*, 38(2), 325–335. <https://doi.org/10.1007/s10877-023-01097-z>

French, W. B., Rothstein, W. B., & Scott, M. J. (2021). Time to Use Peripheral Norepinephrine in the Operating Room. *Anesthesia and analgesia*, 133(1), 284–288. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005558>

Futier, E., Lefrant, J.-Y., Guinot, P.-G., Godet, T., Lorne, E., Cuvillon, P., ... INPRESS Study Group. (2017). Effect of individualized vs standard blood pressure management strategies on postoperative organ dysfunction among high-risk patients undergoing major surgery: a randomized clinical trial. *JAMA*, 318(14), 1346-1357. DOI: 10.1001/jama.2017.14172

Giglio, M., Dalfino, L., Puntillo, F., & Brienza, N. (2019). Hemodynamic goal-directed therapy and postoperative kidney injury: an updated meta-analysis with trial sequential analysis. *Critical Care*, 23(1), 232. DOI: 10.1186/s13054-019-2516-4

Jessen, M. K., Vallentin, M. F., Holmberg, M. J., Bolther, M., Hansen, F. B., Holst, J. M., ... Andersen, L. W. (2022). Goal-directed haemodynamic therapy during general anaesthesia for noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Anaesthesia*, 128(3), 416-433. DOI: 10.1016/j.bja.2021.10.046

Marik, P. E., & Cavallazzi, R. (2013). Does the central venous pressure predict fluid responsiveness? An updated meta-analysis and a plea for some common sense. *Critical care medicine*, 41(7), 1774–1781. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31828a25fd>

Martin, G. S., Kaufman, D. A., Marik, P. E., Shapiro, N. I., Levett, D. Z. H., Whittle, J., ... Miller, T. E. (2020). Perioperative Quality Initiative (POQI) consensus statement on fundamental concepts in perioperative fluid management: fluid responsiveness and venous capacitance. *Perioperative Medicine*, 9(1), 12. DOI: 10.1186/s13741-020-00142-8

Miller, T. E., & Myles, P. S. (2019). Perioperative fluid therapy for major surgery. *Anesthesiology*, 130(5), 825-832. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002603

Miller, T. E., Roche, A. M., & Mythen, M. (2015). Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to Enhanced Recovery After Surgery (ERAS). *Canadian Journal of Anesthesia*, 62(2), 158-168. DOI: 10.1007/s12630-014-0266-y

Myles, P. S., Bellomo, R., Corcoran, T., Forbes, A., Peyton, P., Story, D., ... ANZCA Clinical Trials Network. (2018). Restrictive versus liberal fluid therapy for major abdominal surgery. *New England Journal of Medicine*, 378(24), 2263-2274. DOI: 10.1056/NEJMoa1801601

Perel, A. (2020). Using dynamic variables to guide perioperative fluid management. *Anesthesiology*, 133(4), 929-935. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003408

Ripollés, J., Espinosa, A., Martínez-Hurtado, E., Abad-Gurumeta, A., Casans-Francés, R., Fernández-Pérez, C., ... Calvo-Vecino, J. M. (2016). Intraoperative goal directed hemodynamic therapy in noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 66(5), 513-528. DOI: 10.1016/j.bjane.2015.02.001

Salmasi, V., Maheshwari, K., Yang, D., Mascha, E. J., Singh, A., Sessler, D. I., & Kurz, A. (2017). Relationship between intraoperative hypotension, defined by either reduction from

baseline or absolute thresholds, and acute kidney injury and myocardial injury after noncardiac surgery: a retrospective cohort analysis. *Anesthesiology*, 126(1), 47-65. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001432

Saugel, B., Fletcher, N., Gan, T. J., Grocott, M. P. W., Myles, P. S., Sessler, D. I., & PeriOperative Quality Initiative XI (POQI XI) Workgroup Members (2024). PeriOperative Quality Initiative (POQI) international consensus statement on perioperative arterial pressure management. *British journal of anaesthesia*, 133(2), 264–276. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2024.04.046>

Scott, Michael J. MB, ChB* (2024). the APSF Hemodynamic Instability Writing Group. Perioperative Patients With Hemodynamic Instability: Consensus Recommendations of the Anesthesia Patient Safety Foundation. *Anesthesia & Analgesia* 138(4):p 713-724. DOI: 10.1213/ANE.0000000000006789

Sessler, D. I., Bloomstone, J. A., Aronson, S., Berry, C., Gan, T. J., Kellum, J. A., ... POQI-3 Workgroup. (2019). Perioperative Quality Initiative consensus statement on intraoperative blood pressure, risk and outcomes for elective surgery. *British Journal of Anaesthesia*, 122(5), 563-574. DOI: 10.1016/j.bja.2019.01.013

Sun, Y., Chai, F., Pan, C., Romeiser, J. L., & Gan, T. J. (2017). Effect of perioperative goal-directed hemodynamic therapy on postoperative recovery following major abdominal surgery – a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Care*, 21(1), 141. DOI: 10.1186/s13054-017-1728-8

Vincent, J.L., Cecconi, M. & De Backer, D. (2020). The fluid challenge. *Critical Care* 24, 703. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03443-y>

Wesselink, E. M., Kappen, T. H., Torn, H. M., Slooter, A. J. C., & van Klei, W. A. (2018). Intraoperative hypotension and the risk

of postoperative adverse outcomes: a systematic review. *British Journal of Anaesthesia*, 121(4), 706-721. DOI: 10.1016/j.bja.2018.04.036

Yerdon, A., Taylor, K., Woodfin, K., Richey, R., McMullan, S., & Chappell, D. (2025). Goal-directed therapy: what is the goal again?. *Perioperative medicine* (London, England), 14(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s13741-025-00533-9>

PERİOPERATİF DELİRYUM VE POSTOPERATİF KOGNİTİF DİSFONKSİYON

NESLİHAN GÜNBAY²

Giriş

Perioperatif deliryum (POD) ve postoperatif kognitif disfonksiyon (POKD) özellikle yaşlı hastalarda sık görülen ve klinik sonuçları ciddi olabilen nörokognitif komplikasyonlardır (Hughes & ark., 2020; Zhao & ark., 2024). Deliryum genellikle ameliyatı takiben saatler veya ilk birkaç gün içinde ortaya çıkan, dalgalanan bilişsel durum ve dikkat bozukluğu ile karakterize akut bir sendromdur (Hughes & ark., 2020). Buna karşılık, POKD ameliyat sonrası haftalar veya aylar boyunca sürebilen, subtıl bilişsel bozulmaları ifade eder ve genellikle nöropsikolojik testlerle saptanır (Zhao & ark., 2024). Güncel literatürde bu durumlar, başlangıç zamanına ve süresine göre perioperatif nörokognitif bozukluklar (PND) üst terimi altında sınıflandırılmaktadır (Evered & ark., 2023).

POD ve POKD insidansı hastanın yaşı ve cerrahinin tipine bağlı olarak değişir. Özellikle kardiyak cerrahi veya büyük ortopedik cerrahi geçiren 65 yaş üstü hastaların %30–50’sinde deliryum

² Arş. Gör. Dr. Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Orcid: 0000-0003-2623-1205

gelişebildiği, bilişsel işlevlerde kalıcı bozulmaların ise %10–15 oranında görülebildiği bildirilmektedir (Hughes & ark., 2020; Zhao & ark., 2024). Bu komplikasyonlar sadece hastanın konforunu değil, aynı zamanda mortalite ve morbiditeyi de etkiler: Deliryum yaşayan hastalarda hastanede kalış süresi uzar, taburculuk sonrası bakım ihtiyacı ve kurumsal bakım gereksinimi artar, uzun dönemde demansa yakalanma riskinin yükseldiği gösterilmiştir (Huang & ark., 2021; Hughes & ark., 2020). Dolayısıyla, perioperatif deliryum ve kognitif disfonksiyonun patofizyolojisini anlamak, risk faktörlerini belirlemek ve önleyici stratejiler geliştirmek, anestezi uygulayıcıları için kritik öneme sahiptir (Hughes & ark., 2020). Aşağıda, bu konular bilimsel veriler ışığında ele alınmıştır.

Patofizyoloji

Nöroinflamasyon: Cerrahi stres ve anestezi, sistemik inflamatuvar yanıtı yol açarak deliryum ve POKD gelişiminde önemli rol oynar. Ameliyat sonrası C-reaktif protein (CRP) ve interlökin-6 (IL-6) gibi periferik inflamatuvar mediyatörlerin düzeyleri yükselir ve bu artış deliryum riski ile ilişkilidir (Safavynia & Goldstein, 2018; Brattinga & ark., 2022). Kan-beyin bariyerinde cerrahiye bağlı yapısal/işlevsel bozulma meydana gelmesi, periferik inflamatuvar sitokinlerin ve immün hücrelerin merkezi sinir sistemine geçişini kolaylaştırır. Mikroglia aktivasyonu sonucunda beyinde pro-inflamatuvar sitokin salınımı artar; sinaptik plastikitede azalma, nöronal apoptoz ve azalmış nöroenez gibi değişiklikler gözlenir (Safavynia & Goldstein, 2018). Nitekim yaşlı onkoloji hastalarında yapılan bir çalışmada, cerrahi sonrası anti-inflamatuvar sitokin IL-10 ve nötrofil kaynaklı lipokalin (NGAL) düzeylerindeki belirgin yükselişin deliryum gelişimiyle korele olduğu gösterilmiştir (Brattinga & ark., 2022). Bu bulgular, nöroinflamasyonun POD ve POKD patogenezinin kilit mekanizmalarından biri olduğunu desteklemektedir (Safavynia & Goldstein, 2018; Brattinga & ark., 2022).

Nörotransmitter dengesizlikleri: Deliryumun klasik açıklamalarından biri kolinerjik yetersizlik hipotezidir. Yaşlı hastalarda bazal kolinerjik aktivitenin düşük olması, dikkat ve bellek süreçlerini olumsuz etkileyerek deliryuma yatkınlık yaratır (Hshieh & ark., 2008). Nitekim deliryum geçiren hastalarda preoperatif ve postoperatif dönemde düşük plazma asetilkolinesteraz aktivitesi saptandığı bildirilmiştir (Hshieh & ark., 2008). Dopaminerjik aşırı aktivite de deliryum belirtilerine katkıda bulunur; kolinerjik ve dopaminerjik sistemler arasındaki dengesizlik (asetilkolin düşüklüğü ve dopamin artışı) akut konfüzyon durumunun nörokimyasal temelini oluşturur (Hshieh & ark., 2008). Ayrıca serotonin, GABA ve glutamat gibi diğer nörotransmitter sistemlerindeki değişikliklerin de deliryumda rol oynadığı düşünülmektedir. Ameliyat sonrası uyku-uyanıklık döngüsünün bozulmasıyla ilişkili melatonin sekresyonundaki değişimler de postoperatif deliryumu tetikleyebilmektedir (Safavynia & Goldstein, 2018).

Oksidatif stres ve nörodejenerasyon: Cerrahi sırasında oluşan reaktif oksijen türleri (ROS) artışı, nöronal hücrelerde lipit peroksidasyonu ve DNA hasarına yol açarak kognitif fonksiyonları olumsuz etkileyebilir (Safavynia & Goldstein, 2018). Özellikle yaşlılarda mitokondriyal fonksiyonların zayıflaması ve antioksidan kapasitenin düşüklüğü, beyinde oksidatif hasara yatkınlığı artırır. Bu durum, POKD patogenezinde potansiyel bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir (Dilmen & ark., 2024; Safavynia & Goldstein, 2018). Benzer şekilde, sistemik inflamasyon ve cerrahi anestezi kombinasyonunun Alzheimer hastalığı patolojisini (ör. beta-amiloid plak oluşumu veya tau protein fosforilasyonu) hızlandırabileceğine dair prelinik veriler bulunmaktadır (Safavynia & Goldstein, 2018). Bu nedenle, ameliyat ve anestezi, halihazırda subklinik nörodejeneratif değişiklikleri olan bireylerde bu patolojileri tetikleyen bir “stress test” gibi düşünülebilir.

Serebral hipoperfüzyon ve vasküler olaylar: İntraoperatif hemodinamik instabilite, özellikle hipotansiyon ve hipoksi, beyin perfüzyonunda azalmaya yol açarak akut deliryumu ve uzun dönemde bilişsel bozukluğu kolaylaştırabilir (Safavynia & Goldstein, 2018). Kan basıncının serebral otoregülasyon sınırlarının altına düşmesi veya üstüne çıkması, serebral hasar riskini artırır. Özellikle kardiyopulmoner bypass uygulanan kalp cerrahilerinde, mikroemboli oluşumu ve global serebral hipoperfüzyon sonucunda postoperatif nörokognitif bozukluklar sık görülür (Zhao & ark., 2024). Örneğin, koroner arter baypas cerrahisi sonrası ilk hafta hastaların %50–70’inde bilişsel test performansında düşüş saptanmış, %10–30’unda ise 3 ay sonrasında dahi bu bozukluğun devam ettiği rapor edilmiştir (Zhao & ark., 2024). Dolayısıyla, vasküler faktörler POKD gelişiminde önemli bir yer tutar.

Genetik ve yapısal faktörler: Hastanın nörobiyolojik rezervi ve genetik yatkınlıkları da perioperatif nörokognitif sonuçları etkiler. Örneğin APOE ε4 aleli taşıyıcılarında postoperatif bilişsel bozukluk insidansının daha yüksek olduğuna dair bazı bulgular mevcuttur (Montufar & ark., 2017). Benzer şekilde, beyin MR incelemelerinde belirgin beyaz cevher lezyonları veya atrofi bulguları olan yaşlılarda postoperatif delirium riskinin artabileceği bildirilmiştir (Cavallari & ark., 2015). Bu durum, ameliyat öncesi mevcut sessiz beyin patolojilerinin (ör. sessiz beyin enfarktleri, preklinik demans değişiklikleri) cerrahi sonrası belirgin hale gelebileceğini düşündürmektedir.

Özetle, perioperatif delirium ve kognitif disfonksiyonun patofizyolojisi çok faktörlüdür ve nöroinflamatuvar süreçler, nörotransmitter dengesizlikleri, serebral oksidatif stres ve vasküler değişikliklerin etkileşimi sonucu ortaya çıkar (Safavynia & Goldstein, 2018; Huang & ark., 2021). Delirium daha çok akut, geri dönüşümlü biyokimyasal değişikliklerle ilişkilendirilirken, POKD’nin altında yatan bozukluklar daha kalıcı nöronal hasarlarla

bağlantılı olabilir. Ancak ikisi tamamen ayrı fenomenler değildir: Postoperatif deliryum geçiren hastalarda, geçirmeyenlere kıyasla taburculuk sonrası aylar içinde bilişsel fonksiyonların daha kötü seyrettiği meta-analizlerle gösterilmiştir (Huang & ark., 2021). Bu da deliryum ve POKD arasında bir süreklilik ve etkileşim olabileceğini düşündürmektedir.

Risk faktörleri

POD ve POKD için pek çok risk faktörü tanımlanmıştır. Bu riskler hasta kaynaklı (intrinsek), cerrahi ve anesteziye bağlı ve çevresel faktörler olarak gruplandırılabilir (Jin & ark., 2020). Risk faktörlerinin bilinmesi, yüksek riskli hastaların preoperatif dönemde belirlenip önleyici önlemlerin alınmasını sağlar.

Hasta ile ilgili faktörler: İleri yaş hem deliryum hem de POKD için en güçlü risk faktörüdür (Iamaroon & ark., 2020; Zhao & ark., 2024). Yaşlanmayla birlikte beyin rezervinin azalması, nörodejeneratif patolojilerin birikimi ve farmakolojik ajanlara duyarlılığın artması nedeniyle, >65 yaş hastalarda postoperatif nörokognitif bozukluklar daha sık görülür (Alghamdi & ark., 2023) Örneğin, 60 yaş üzeri hastalarda 3 ay sonrasında bile POCD görülme oranının genç hastalara kıyasla ~1.5 kat yüksek olduğu bildirilmiştir (Zhao & ark., 2024).

Ameliyat öncesi kognitif durum en önemli belirleyicilerdendir. Demans veya hafif bilişsel bozukluk tanısı olan hastalar, bilişsel rezervleri düşük olduğu için, cerrahi stres sonrası yeni veya derinleşmiş kognitif bozukluklar yaşamaya yatkındır (Hughes & ark., 2020). Benzer biçimde, daha önce deliryum öyküsü bulunan hastalarda tekrar deliryum gelişme riski yüksektir. Depresyon ve anksiyete bozukluğu gibi psikiyatrik durumlar da bilişsel esnekliği azaltarak risk oluşturur.

Frailty (kırılgnlık) sendromu, geriatric popölasyonda hem deliryum hem POKD için bağımsız bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (Sieber & ark., 2025). Frail (kırılgn) hastalar fizyolojik rezervlerini yitirdikleri ve çoklu sistem fonksiyon bozuklukları taşıdıkları için, ameliyat sonrası stresörlere karşı toleransları düşüktür. Örneğın, frailty indeksi yüksek olan hastalarda postoperatif deliryum insidansının anlamlı derecede arttığı gösterilmiştir (Sieber & ark., 2025). Ayrıca birden fazla komorbidite varlığı (örn. kronik böbrek yetmezliği, diyabet, Parkinson hastalığı, inme öyküsü) kognitif komplikasyon riskini artırır. Özellikle ciddi görme veya işitme kaybı olan hastalar, postoperatif ortamda oryantasyon sağlamakta zorlandıklarından deliryuma daha yatkındır (Hughes & ark., 2020). Duyu engelli hastalara uygun gözlük, işitme cihazı sağlanamazsa, çevreyi algılayamama konfüzyonu tetikleyebilir.

Alkol ve madde kullanımı: Kronik alkol kullanan hastalarda yoksunluk sendromu ve tiamin eksikliği gibi problemler postoperatif deliryumu tetikleyebilir. Aynı şekilde, benzodiazepin veya opioid bağımlılığı olan hastalarda ameliyat sonrası kesilme belirtileri ve nörolojik dalgalanmalar görülebilir. Bu nedenle madde bağımlılığı öyküsü de risk faktörü olarak değerlendirilir (Jin & ark., 2020).

Cerrahiye ve anesteziye bağı faktörler: Cerrahinin aciliyeti önemli bir etkidir. Acil ameliyatlar, hastayı ameliyat öncesi optimize etmek için yeterli zaman olmadığından ve sıklıkla hemodinamik instabilite/kanama gibi durumlarla seyrettiğinden, deliryum riskini artırır (Jin & ark., 2020). Örneğın, femur kırığı nedeniyle acil opere edilen yaşlılarda, elektif ortopedik girişimlere göre deliryum daha sık gözlenir.

Cerrahi türü ve süresi: Büyük cerrahiler ve uzun süren ameliyatlar nörokognitif bozukluk riskini yükseltir. Kardiyak cerrahiler, özellikle kardiyopulmoner bypass (CPB) kullanılan

işlemler hem deliryum hem de POKD açısından yüksek risklidir (Hughes & ark., 2020; Zhao & ark., 2024). CPB sırasında oluşan mikroemboli ve inflamatuvar yanıt, beyin için belirgin bir yük yaratır. Ortopedik cerrahiler de riskli gruptadır; örneğin kalça kırığı ameliyatı geçiren yaşlı hastaların ilk hafta %20–50’sinde POCD saptanmış, %10–15’inde 3 ay sonra dahi bilişsel bozukluk devam etmiştir (Zhao & ark., 2024). Majör abdominal cerrahiler, uzun süreli laparotomi gerektiren onkolojik girişimler de benzer şekilde riskli kabul edilir.

Ameliyat süresinin uzaması ve yüksek kan kaybı/transfüzyon ihtiyacı da deliryumu öngörebilir. İntraoperatif allojenik kan transfüzyonu yapılan hastalarda yapılmayanlara göre deliryum oranının daha yüksek olduğu bazı çalışmalarda rapor edilmiştir (Iamaroon & ark., 2020). Transfüzyon ihtiyacı genellikle cerrahinin büyüklüğünün bir göstergesi olup aynı zamanda doku hipoperfüzyonu ve inflamasyonun da bir belirtecidir.

Anestezi yönetimi ve komplikasyonlar: Ameliyat sırasında veya sonrasında gelişen komplikasyonlar nörokognitif sonuçları etkiler. **Hipotansiyon, hipoksemi, hiperkapni, hipo/hiperglisemi, elektrolit dengesizlikleri** gibi fizyolojik dalgalanmalar beyinde geçici ya da kalıcı fonksiyon bozukluklarına yol açabilir. Özellikle postoperatif ilk 24 saatte ortaya çıkan enfeksiyonlar (sepsis, pnömoni, idrar yolu enfeksiyonu) ve akut ağrı atakları, deliryum için tetikleyici olabilir. Yüksek ateş, sıvı-elektrolit bozuklukları, karaciğer/renal yetmezlik gibi metabolik sorunlar da deliryumu körükleyebilir.

Yoğun bakımda mekanik ventilasyon ihtiyacı ve bunun uzaması, sürekli yüksek doz sedatif-analjezik kullanımını gerektirdiği ve uyku döngüsünü bozduğu için deliryum riskini artıran bir faktördür. Örneğin, kalp cerrahisi sonrası yoğun bakımda

uzun süre ventilatörde kalan hastalarda deliryum insidansı belirgin derecede yüksektir (Jin & ark., 2020).

İlaçlar: Perioperatif dönemde kullanılan bazı ilaçlar doğrudan deliryum riskine etki eder. Benzodiazepinler, yaşlı hastalarda güçlü bir deliryum tetikleyicisidir; bu nedenle mümkünse premedikasyonda ve yoğun bakım sedasyonunda benzodiazepinlerden kaçınılması önerilir (Sieber & ark., 2025). Antikolinergik ilaçlar (ör. atropin, skopolamin), trisiklik antidepresanlar, birinci kuşak antihistaminikler (difenhidramin vb.) santral sinir sisteminde kolinerjik blokaj yaparak konfüzyona yol açabilir (Hshieh & ark., 2008; Hughes & ark., 2020). Opioid analjezikler, yüksek dozlarda bilinç seviyesini düşürüp solunumu depresyona uğratarak deliryumu tetikleyebilir; özellikle meperidin (petidin) gibi metabolit birikimi yapan opioidler yaşlılarda belirgin konfüzyon oluşturabileceğinden tercih edilmez (Hughes & ark., 2020). Polifarmasi, yani hastanın birden çok merkezi sinir sistemi etkili ilaç kullanması (benzodiazepin, opioid, antidepresan, antipsikotik vb. kombinasyonları), deliryum riskini katlamaktadır (Hughes & ark., 2020).

Çevresel faktörler: Postoperatif bakım ortamı da kognitif durumu etkiler. Yüksek sesli ve aydınlık yoğun bakım üniteleri, gece-gündüz ayrımının kaybolmasına ve uyku bozukluğuna yol açar; bu durum deliryumu kolaylaştırır. Hastanın odasında saat, takvim, tanıdık eşya bulundurulmaması, sürekli personel değişimi ve yalnız kalma hissi oryantasyon bozukluğunu derinleştirir (Hughes & ark., 2020). Fiziksel kısıtlamalar (örneğin hastayı düşmeden korumak için bağlama) hastada korku ve ajitasyona neden olup deliryumu kötüleştirebilir.

Deliryumun uzun dönem etkisi: Bir risk faktörü olmaktan öte bir sonuç olsa da postoperatif deliryum geçirmek ileride POKD gelişimi için önemli bir göstergedir. Huang ve ark. (2021)'nın meta-

analizine göre, postoperatif deliryum yaşıyan hastaların taburculuk sonrası bilişsel test performansları, deliryum geçirmeyenlere oranla anlamlı derecede daha düşüktür (Huang & ark., 2021; Paunika & ark. 2024). Bu bulgu, deliryum epizodunun altta yatan beyin rezervini azaltarak kalıcı kognitif hasara zemin hazırlayabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla, deliryumu engellemek yalnızca akut dönemde değil, hastanın uzun vadeli bilişsel sağlığı açısından da kritik önemdedir.

Önleyici stratejiler

Postoperatif nörokognitif bozuklukları önlemede multidisipliner ve çok aşamalı bir yaklaşım gereklidir (Jin & ark., 2020; Hughes & ark., 2020). Müdahaleler, ameliyat öncesinden başlayarak intraoperatif ve postoperatif dönemi kapsamalıdır. Son yıllarda yayınlanan rehberler ve uzman konsensusları, deliryum riskini azaltmaya yönelik kanıta dayalı öneriler sunmuştur (Hughes & ark., 2020; Sieber & ark., 2025). Aşağıda, perioperatif dönemin her aşamasında uygulanabilecek temel stratejiler özetlenmiştir:

- **Preoperatif dönemde:** Yaşlı hastalarda ayrıntılı bir preoperatif değerlendirme yapmak esastır. Bu değerlendirme, bilişsel işlev taramasını (Mini-Mental State Examination, MOCA veya mini-cog testi gibi) ve frailty (kırılganlık) değerlendirmesini içermelidir (Sieber & ark., 2025). Eğer hastada mevcut bir bilişsel bozukluk veya frailty saptanırsa, bakım planı buna göre uyarlanmalıdır. Örneğin, geriyatrik tıp uzmanı veya geriyatri hemşiresi değerlendirmeye dahil edilerek hastanın riskleri paylaşılıp ameliyat sonrası için hazırlık yapılmalıdır (Sieber & ark., 2025). Kronik kullanılan ilaçlar gözden geçirilip, polifarmasi azaltılmalıdır: Özellikle antikolinergik etkili ilaçlar ve sedatif hipnotikler (benzodiazepin, opioid türevleri) mümkünse ameliyat öncesi kesilmeli veya dozu azaltılmalıdır (Hughes

& ark., 2020). Hastanın beslenme durumu optimize edilmeli, gerekiyorsa diyet desteği ve sıvı desteği sağlanmalıdır. Uzun süreli açlıklar engellenerek ameliyat öncesi 6 saatten fazla aç kalmamaları önerilir (Hughes & ark., 2020). Hasta ve ailesinin eğitimi de önleme stratejisinin parçasıdır: Deliryum riski konusunda aile bilgilendirilmeli, ameliyat sonrası dönemde hastanın yanında olarak onun gerçeğe bağlı güçlendirmeleri (örneğin sık sık nerede olduğunu anlatma, güven verme) istenmelidir (Sieber & ark., 2025). Ayrıca preoperatif dönemde prehabilitasyon kavramı gündeme gelmektedir. Fiziksel egzersiz yanında bilişsel egzersizlerin de ameliyat öncesi dönemde yaptırılması, postoperatif bilişsel sonuçları iyileştirebilir. Nitekim randomize çalışmalara dayanan bir meta-analizde, ameliyat öncesi yapılan kısa süreli bilişsel eğitim programlarının (hafıza ve dikkat oyunları, problem çözme etkinlikleri vb.) ameliyat sonrası bilişsel fonksiyonları anlamlı ölçüde koruduğu gösterilmiştir (Zhao & ark., 2023).

- **İntraoperatif dönemde:** Anestezi yönetiminin titiz planlanması deliryum ve POKD'yi önlemede merkezî rol oynar. Anestezi tekniğinin seçimi, her hasta için bireyselleştirilmelidir. Mevcut kanıtlar, rejyonel (nöraksiyel) anestezi ile genel anestezi arasında postoperatif deliryumu azaltma bakımından belirgin bir fark olmadığını göstermektedir (Sieber & ark., 2025). Dolayısıyla uygun hastalarda, hasta ve cerrah tercihi de dikkate alınarak her iki teknik de güvenle uygulanabilir. Benzer şekilde, genel anestezi altında TIVA (total intravenöz anestezi) vs. inhalasyon anestezisi kullanımı arasında deliryum insidansı açısından belirgin bir üstünlük saptanmamıştır (Sieber & ark., 2025). Bazı çalışmalarda propofol kullanımı ile erken dönemde daha hızlı bilişsel toparlanma bildirilse de uzun

dönem kognitif sonuçlar inhalasyon ajanlarından farklı değildir (Sieber & ark., 2025). Önemli bir diğer nokta anestezi derinliğinin monitorizasyonudur. Aşırı derin anesteziye kaçınmak için bispektral indeks (BIS) veya benzeri EEG tabanlı monitörler kullanılabilir. Derin anestezi düzeylerinde EEG’de burst-supresyon paternlerinin ortaya çıkması, postoperatif deliryum ile ilişkili bulunmuştur (Hughes & ark., 2020). Bu nedenle, özellikle yaşlılarda minimum etkili anestezi derinliği hedeflenmeli, hastanın cerrahi stresine yetecek dozun üzerinde ajan verilmemelidir. İntraoperatif dönemde hemodinamik stabilitenin korunması da çok kritiktir. Sistolik kan basıncının belirgin düşüşlerine izin verilmemeli, gerektiğinde vazopressör destek ile beyin perfüzyonu güvence altına alınmalıdır (Safavynia & Goldstein, 2018). Hipoksi önlenmeli, arteriyel oksijen saturasyonu yüksek tutulmalıdır. Ayrıca hastanın vücut ısısının normotermi sınırlarında kalmasına dikkat edilmeli, çünkü hipotermi hem ilaç metabolizmasını yavaşlatır hem de nörolojik düzensizlikleri tetikleyebilir (Hughes & ark., 2020).

Analjezi yönetimi, deliryum profilaksisinin bir diğer önemli ayağıdır. Yetersiz ağrı tedavisi, özellikle ilk 24 saatte, deliryum riskini artırır; bu nedenle multimodal ağrı tedavisi uygulanarak hastanın konforu sağlanmalıdır (Hughes & ark., 2020). Önerilen, opioid gereksinimini azaltmak için bölgesel anestezi tekniklerinin kullanılması ve non-opioid analjeziklerle kombinasyon yapılmasıdır. Örneğin büyük abdominal veya torasik cerrahilerde epidural anestezi ve sinir blokları kullanarak postoperatif ağrıyı kontrol altına almak, hastaların daha erken mobilize olup bilişsel fonksiyonlarını korumasına yardımcı olabilir. Toraks cerrahisi üzerine yapılan bir derlemede, torakal sinir bloklarının eklenmesinin ameliyat sonrası deliryum ve bilişsel disfonksiyon insidansını

belirgin şekilde azalttığı gösterilmiştir (Kim & ark., 2023). İntraoperatif opioid dozları, ideal olarak, parasetamol, NSAID, lidokain infüzyonu, ketamin mikrodüzeleri gibi yardımcı yöntemlerle en düşük seviyede tutulmalıdır (Hughes & ark., 2020).

İlaç seçimi ve kullanımı: Yaşlı hastalarda mümkün olduğunca benzodiazepin kullanımından kaçınılmalıdır (Sieber & ark., 2025). Özellikle preoperatif premedikasyon olarak midazolam uygulanması, daha sakin bir indüksiyon sağlasa da postoperatif dönemde deliryum riskini arttırdığı için önerilmez. Amerikan Geriatri Derneği kriterleri de yaşlılarda benzodiazepinlerden kaçınılmasını vurgulamaktadır. Eğer mutlak gerekiyorsa, doz minimum tutulmalı ve uzun etkili benzodiazepinler (diazepam gibi) asla kullanılmamalıdır. Antikolinerjik premedikasyonlar (atropin, skopolamin) rutin olarak tercih edilmez; bradikardi profilaksisi için gerekiyorsa glikopirolat gibi santral etkisi minimal bir ajan kullanılabilir. Ameliyat sırasında bulantı profilaksisi amacıyla skopolamin flaster gibi antikolinerjik etkili ajanların yaşlılarda kullanılmaması, onun yerine ondansetron gibi serotonerjik antiemetiklerin tercih edilmesi önerilir. Ketamin, analjezik amaçla düşük dozlarda (ör. 0,25–0,5 mg/kg) kullanılabilse de, halüsinasyon ve disosiyatif anestezi etkileri nedeniyle deliryum riskini artırabilir. ASA'nın 2025 pratiğe yönelik önerilerinde, ketaminin deliryum üzerine net bir etkisi olmadığı, ancak hastanın durumuna göre risk-fayda dengesinin değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Sieber & ark., 2025). Eğer ketamin kullanılacaksa, halüsinasyon riskini azaltmak için düşük doz ve yavaş uygulama tercih edilmeli, mümkünse benzodiazepin premedikasyon desteğiyle verilmelidir.

Dexmedetomidin son yıllarda deliryum önlenmesinde öne çıkan bir ajan olmuştur. İntraoperatif dönemde infüzyon halinde veya ameliyat bitiminde yoğun bakımda sedatif olarak düşük doz dexmedetomidin kullanımı, özellikle kardiyovasküler cerrahi ve büyük ameliyat geçiren yaşlı hastalarda deliryum insidansını

azaltmıştır (Sieber & ark., 2025). Bu ilacın analjezik ve sedatif etkileri vardır ancak solunumu baskılamadan hafif sedasyon sağladığı için, deliryumu tetikleyen derin bilinç değişimlerine yol açmaz. Yapılan çalışmalarda, postoperatif yoğun bakım sürecinde gece boyunca düşük doz dexmedetomidin infüzyonu alan hastaların, almayanlara göre daha az delirium geçirdiği saptanmıştır (örneğin kalp cerrahisi sonrası yoğun bakım hastalarında) (ASA, 2024). ASA Practice Advisory 2025 de, 65 yaş üstü hastalarda uygun endikasyon varsa dexmedetomidin kullanımının delirium riskini azaltabileceğini ve bu nedenle değerlendirilebileceğini belirtmiştir (Sieber & ark., 2025). Ancak dexmedetomidinin bradikardi ve hipotansiyon yapabileceği unutulmamalı, özellikle frail ve iletim bozukluğu olan hastalarda dikkatli kullanılmalıdır (Sieber & ark., 2025).

- **Postoperatif dönemde:** Postoperatif bakımda, delirium gelişimini önlemeye yönelik çok bileşenli non-farmakolojik önlemler en etkili yöntem olarak kabul edilir (Hughes & ark., 2020). Bu kapsamda, hastanın derlenme odasından itibaren oryantasyonunun sağlanması ve sürdürölmesi gerekir. Hastayı odasına alırken kimliklendirme yapılması, nerede olduğu ve ameliyatının bittiği bilgisinin açıkça verilmesi önemlidir. İlk geceden başlayarak uyku düzeninin korunması hedeflenmelidir: Gece boyunca ışıkların loş tutulması, gürültünün minimuma indirilmesi ve gerekmedikçe uyandırılmaması sağlanır (Hughes & ark., 2020). Hemşirelik bakımında her vardiyada yeniden oryantasyon yapılması (hastaya günün tarihi, hastanenin adı, neden orada bulunduğu gibi bilgilerin hatırlatılması) önerilir. Yakın gözlükleri, işitme cihazları varsa hastaya hemen temin edilmelidir (Hughes & ark., 2020). Erken mobilizasyon, delirium önlenmesinin kilit öğelerindendir: Hasta anesteziden sonraki günü mümkünse yataktan kaldırılıp birkaç adım yürütölmeli veya en azından

bir sandalyeye oturtulmalıdır. Bu, hem kardiyopulmoner komplikasyonları önler hem de hastanın çevresiyle etkileşimini artırarak bilişsel uyanıklığı destekler.

Aile desteği, deliryum yönetiminde vazgeçilmezdir. Mümkünse hastanın güvendiği bir yakınının yanında kalması, ona güven vermesi ve gerektiğinde yardımcı olması sağlanır. Özellikle tanıdık yüzler görmek ve kişinin kültürel alışkanlıklarına uygun bir ortamda olmak deliryum riskini azaltır (Hughes & ark., 2020). Hidrasyon ve beslenme de yakından takip edilmelidir: Dehidratasyon ve elektrolit bozuklukları deliryumu tetikleyebileceğinden, intravenöz ve oral sıvı alımı yeterli düzeyde tutulur. Kabızlık ve mesane kateteri gibi rahatsızlık veren durumlar hızlıca çözülmeye çalışılır (örn. mümkün olan en erken dönemde idrar sondası çıkarılır).

Farmakolojik olarak, spesifik bir deliryum önleyici ilaç bulunmamaktadır. Melatonin ve ramelteon gibi melatonin reseptör agonistleri üzerine yapılan bazı çalışmalar, postoperatif yaşlı hastalarda gece melatonin verilmesinin deliryum insidansını azaltabileceğini öne sürmüştür; ancak bu konuda kesin bir kanıt yoktur ve rutin kullanımı önerilmez. Benzer şekilde, antipsikotik ilaçların (haloperidol, olanzapin vb.) profilaktik kullanımı kapsamlı araştırmalarda yarar göstermemiştir (proaktif antipsikotik tedavinin deliryumu önlemediği, sadece ciddi ajitasyon durumlarında tedavi amaçlı kullanılmaları gerektiği bildirilmektedir) (Hughes & ark., 2020). Dolayısıyla, farmakolojik önleme yerine yukarıda bahsedilen çevresel ve destekleyici önlemlere odaklanılmalıdır.

Ağrı kontrolü, postoperatif bilişsel durumun korunması için çift yönlü etkiye sahiptir: Hem yetersiz analjezi hem de aşırı sedasyon sağlayan analjezi istenmez. Bu dengeyi sağlamak için, multimodal analjezi konsepti postoperatif dönemde de devam ettirilir (Hughes & ark., 2020). Hastaya gerekirse hasta kontrollü

analjezi pompaları verilir, bölgesel tekniklerle (sinir bloğu, epidural infüzyon) ağrısı dindirilir ki yüksek doz opioid ihtiyacı olmasın. Opioid gerektiği durumda ise mümkün olan en düşük etkin dozla sınırlı kalınır ve hastanın solunumu, mental durumu yakından izlenir.

Eğer tüm önlemlere rağmen deliryum gelişirse, yönetiminin de önleyici stratejinin bir parçası olduğu unutulmamalıdır. Deliryum tespit edildiğinde ilk yapılacak, altta yatan olası nedenleri saptamaktır (ör. enfeksiyon, ilaç yan etkisi, hipoksemi, intrakraniyal olaylar). Bu nedenler hızla tedavi edilmelidir. Çevresel düzenlemeler yoğunlaştırılır: Hasta sakin bir odaya alınır, tek başına bırakılmaz, gerekiyorsa bir görevlendirilmiş personel (refakatçi hemşire) sürekli gözlem altında tutar. Farmakolojik tedavi ancak hastanın kendine veya çevresine zarar verme riski varsa düşünülür. Böyle bir durumda en sık kullanılan ajan haloperidoldür. Düşük doz (örn. 0.5–1 mg IV) haloperidol ile ajitasyon kontrol altına alınabilir, ancak bu ilacın da sedatif etkisi ve yan etkileri (ekstrapiramidal bulgular, QT uzaması) olabileceği için sürekli kullanımından kaçınılır. Atipik antipsikotikler (risperidon, ketiapin) oral alabilen hastalarda alternatif olabilir, fakat bunların da yaşlılarda inme riskini bir miktar artırdığına dair uyarılar mevcuttur. Bu nedenle ilaç tedavisi, deliryum yönetiminde son çare olarak ve kısa süreli uygulanır (Hughes & ark., 2020).

Postoperatif kognitif disfonksiyon (POKD) gelişimini önlemek için ise temel yaklaşım, yukarıda sayılan tüm perioperatif iyi uygulama prensiplerine riayet etmektir. POKD'yi önlemede spesifik bir ilaç veya yöntem henüz kanıtlanmamıştır; ancak bazı çalışmalar derin anestezi ve uzun yoğun bakım süreçlerinden kaçınan, ağrıyı iyi tedavi eden ve komplikasyonları hızla yöneten merkezlerde POKD oranlarının daha düşük olduğunu göstermektedir (Arefayne & ark., 2023). Bu bağlamda, ameliyat sonrası dönemde hastaların bilişsel rehabilitasyonu da gündeme gelmektedir. Özellikle haftalar süren kognitif etkilenimi olan

hastalarda, geriatri ve nöropsikoloji bölümleriyle iş birliği yapılarak hafıza egzersizleri, dikkat geliştirme teknikleri ve fizik tedavi ile kombine bir rehabilitasyon programı uygulanabilir (Jin & ark., 2020). Bu sayede hastanın normal yaşamına dönüşü hızlandırılabilir.

Anestezi ilaçlarının etkisi

Anestezi tekniği (Genel vs. Bölgesel): Anestezi yönteminin seçimi, uzun yıllar boyunca postoperatif bilişsel sonuçlar üzerindeki olası etkisi nedeniyle araştırılmıştır. Teorik olarak, bölgesel (rejyonel) anestezi altında hastanın bilincinin korunduğu veya daha yüzeysel sedasyon verildiği durumlarda, postoperatif deliryum riskinin daha düşük olabileceği düşünülmüştür. Ancak prospektif çalışmalar ve meta-analizler, genel anestezi ile rejyonel anestezi arasında deliryum insidansı açısından belirgin bir fark olmadığını göstermiştir (Sieber & ark., 2025). Örneğin, büyük bir hasta serisinde kalça kırığı cerrahisinde spinal anestezi uygulanan ve genel anestezi uygulanan gruplar karşılaştırıldığında, deliryum oranlarının benzer olduğu saptanmıştır. Bu nedenle ASA 2025 uygulama önerileri, “klinik olarak uygun olan durumlarda, nöraksiyel veya genel anestezi arasında, deliryum riskini azaltma açısından bir üstünlük olmadığını, dolayısıyla kararın hasta ile ortak alınabileceğini” bildirmektedir (Sieber & ark., 2025). Bununla birlikte, rejyonel anestezi altında sedasyon derinliği önemli bir etkidir: Derin sedasyon verilerek yapılan bir spinal/epidural anestezi, aslında genel anesteziye benzer bir bilinç kaybı yaratacağından deliryum riskini azaltmayabilir. Nitekim, hafif sedasyon ile derin sedasyonu karşılaştıran bir çalışmada, hafif sedasyon altındaki rejyonel anestezi grubunda deliryum oranı anlamlı ölçüde düşük bulunmuştur (Sieber & ark., 2018). Dolayısıyla, rejyonel teknik seçilse bile sedatif ilaçların minimal kullanımı hedeflenmelidir.

Anestezi idamesinde kullanılan ajanlar: İnhalasyon anestezikleri (sevofluran, desfluran gibi uçucu ajanlar) ile intravenöz anestezikler (propofol TIVA) arasında, postoperatif kognitif sonuçlar bakımından net bir fark gösterilememiştir (Sieber & ark., 2025). Bazı klinik araştırmalar, propofol ile TIVA uygulanan hastalarda erken postoperatif dönemde daha düşük deliryum oranları bildirmiş, bazıları ise fark saptamamıştır (ASA, 2025). 2025 ASA Practice Advisory, mevcut kanıtların TIVA ve inhalasyon anestezisinin deliryumu önleme açısından eşdeğer olduğunu vurgulamış; sadece bazı düşük düzey kanıtların TIVA ile kısa vadeli bilişsel test performansında iyileşme gördüğünü, fakat bu etkinin uzun vadede kalıcı olmadığını not etmiştir (Sieber & ark., 2025). Bu nedenle her iki idame yöntemi de yaşlı hastalarda güvenle kullanılabilir. Anestezistin deneyimi ve hastanın durumuna göre, örneğin propofolün hızlı derlenme avantajı isteniyorsa TIVA; kardiyak stabilite avantajı için düşük doz volatil ajanlar seçilebilir. Kritik olan, hangi ajan kullanılırsa kullanılsın doz ayarlamasının yaşa ve kiloya uygun yapılmasıdır. Yaş ilerledikçe MAC değeri düşer; 80 yaşındaki bir hastada sevofluran MAC'ı genç yetişkine göre %30–40 daha düşüktür. Bu nedenle inhalasyon ajanlarının yaşlılarda gereğinden fazla verilmesi derin anestezie ve sonrası bilişsel etkilenmeye yol açabilir. Benzer şekilde, propofol gibi IV ajanların dağılım hacmi ve klirensi yaşla azalır; bu da aşırı birikim riskini getirir. Uygun farmakokinetik hesaplamalar ile (hedef kontrollü infüzyon sistemleri gibi) aşırı dozdan kaçınılmalıdır.

Opioid ve analjeziklerin etkisi: Yüksek doz opioid uygulaması, hastayı hem intraoperatif hemodinamik olarak stabilize etse de, postoperatif solunum depresyonu ve sedasyona yol açarak deliryumu tetikleyebilir. Özellikle meperidin (petidin) yaşlılarda kesinlikle kaçınılan bir opioiddir; normeperidin metaboliti santral sinir sisteminde birikerek ajitasyon, tremor ve konfüzyona neden olabilir (Hughes & ark., 2020). Onun yerine, düşük doz ve

mümkünse kısa etkili opioidler (fentanil, remifentanil) tercih edilmelidir. Postoperatif dönemde de uzun etkili morfin yerine hidromorfon gibi daha kısa etkili ajanlar veya düşük doz oksikodon kullanılabilir. Opioid ihtiyacını azaltmak için ameliyathane ortamında yapılan bölgesel blokların (ör. sinir blokları, plan blokları) bilişsel sonuçlara olumlu etkisi olabilir (Kim & ark., 2023). Zira bu sayede hasta ameliyat sonrası daha az ağrı çekmekte, daha düşük opioid dozlarına ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca ağrının etkin kontrolü, hastanın uyku kalitesini artırıp delirium riskini düşürmektedir.

Benzodiazepinler ve diğer sedatifler: Yukarıda da vurgulandığı gibi, benzodiazepinler yaşlı hastalarda mümkün mertebe elimine edilmelidir. Preoperatif anksiyete yönetiminde alternatif yöntemler (rahatlatıcı konuşma, kısa etkili opioid titrasyonu veya küçük doz propofol) tercih edilebilir. Eğer benzodiazepin verilmişse, postoperatif dönemde sedasyon uzayabileceğinden hasta dikkatle izlenmelidir. Propofol, hem indüksiyon hem de sedasyon için sık kullanılan bir ajan olup, genellikle yaşlı hastalarda güvenlidir ve hızlı uyanma sağlar. Ancak yüksek doz ve uzun süreli infüzyonlar yaşlılarda hipotansiyon yapabileceği için titre edilerek verilmelidir. Propofolün kendisinin nöroprotektif veya nörotoksik etkileri konusunda net bir kanıt yoktur; bazı hayvan çalışmalarında propofolün inflamasyon markırlarını azalttığı, bazılarında ise amiloid beta düzeylerini etkilediği gösterilmiştir (Safavynia & Goldstein, 2018). Klinik pratikte, propofol genellikle nörokognitif sonuçlar açısından nötr kabul edilir ve inhalasyon ajanlarına iyi bir alternatiftir.

Ketamin ve diğer ajanlar: Ketamin, düşük dozlarda analjezik yarar sağlasa da halüsinojenik etkileri nedeniyle delirium riskini artırabilir. Özellikle yüksek doz ketamin anestezisi sonrası gelişen “emergence delirium” iyi bilinen bir durumdur. Bu nedenle yaşlılarda ketamin anestezik dozlarda (örn. indüksiyon için 2 mg/kg) pek tercih edilmez; analjezi için verildiğinde de çok düşük dozlarda

kullanılır ve genelde midazolam ile kombine edilir. Antipsikotik ilaçlar, anestezi pratiğinde yer almamakla birlikte, PACU (derlenme ünitesi) veya yoğun bakımda şiddetli ajitasyonu kontrol altına almak için kullanılabilir. Bu ilaçların kognitif fonksiyonları düzeltici bir etkisi olmadığı, sadece aşırı ajitasyonu bastırdığı unutulmamalıdır (Hughes & ark., 2020). Profilaktik olarak haloperidol uygulanmasının deliryum insidansını değiştirmede gösterildiği için, anestezi esnasında veya hemen sonrasında rutin antipsikotik kullanımı önerilmez.

Sonuç olarak, anestezik ilaç seçimi ve uygulama biçimi, perioperatif nörokognitif sonuçları dolaylı yoldan etkiler. En önemli prensipler, doğru doz titrasyonu, mümkün olduğunca az ilaçla yeterli etkiyi sağlama ve hastanın fizyolojik dengesini korumadır (Sieber & ark., 2025). Yapılan kapsamlı bir derlemede, anestezi yönetiminde standardize risk azaltma protokollerinin uygulanmasıyla yaşlı hastalarda PND insidansının düşürülebileceği belirtilmiştir (Hughes & ark., 2020). Özellikle ASA Beyin Sağlığı Girişimi kapsamında, anestezi sırasında hastadan elde edilen verilerin düzenli analiz edilmesi ve bireyselleştirilmiş anestezi planlarının yapılması önerilmektedir (ASA, 2024). Güncel kanıtlar, belirli bir anestezik ilacın uzun dönemde demans gelişimine yol açmadığını, esas belirleyicinin hastanın risk profili ve perioperatif bakımın kalitesi olduğunu vurgulamaktadır (Huang & ark., 2021; Sieber & ark., 2025). Dolayısıyla, anesteziyologlar için hedef, “hastaya özel, titiz ve beyin dostu” bir anestezi uygulaması yaparak hem deliryumu hem de POKD’yi önlemek olmalıdır.

Kaynakça/References

Alghamdi, A. S., Almuzayyen, H., and Chowdhury, T. (2023). The elderly in the post-anesthesia care unit. *Saudi journal of anaesthesia*, 17(4), 540–549. https://doi.org/10.4103/sja.sja_528_23

American Society of Anesthesiologists (ASA) (2025). Practice Advisory for the Perioperative Care of Older Adults Undergoing Inpatient Surgery. Content Curation & Alerts in Medicine, 2025, <https://www.linksmedicus.com/news/2025-asa-practice-advisory-for-the-perioperative-care-of-older-adults-undergoing-inpatient-surgery/>

American Society of Anesthesiologists (ASA) (2024). Recommendations May Help Reduce Delirium in Older Patients Having Surgery. Dec 10 2024, ASA Perioperative Brain Health Initiative, <https://www.asahq.org/about-asa/newsroom/news-releases/2024/12/recommendations-may-help-reduce-delirium-in-older-patients-having-surgery>

Arefayne, N. R., Berhe, Y. W., and van Zundert, A. A. (2023). Incidence and factors related to prolonged postoperative cognitive decline (POCD) in elderly patients following surgery and anaesthesia: a systematic review. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 16, 3405–3413. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S431168>

Brattinga, B., Plas, M., Spikman, J. M., Rutgers, A., de Haan, J. J., Absalom, A. R., van der Wal-Huisman, H., de Bock, G. H., and van Leeuwen, B. L. (2022). The association between the inflammatory response following surgery and post-operative delirium in older oncological patients: a prospective cohort study. *Age and Ageing*, 51(2). <https://doi.org/10.1093/ageing/afab237>

Cavallari, M., Hshieh, T. T., Guttman, C. R., Ngo, L. H., Meier, D. S., Schmitt, E. M., Marcantonio, E. R., Jones, R. N., Kosar, C. M., Fong, T. G., Press, D., Inouye, S. K., Alsop, D. C., & SAGES

Study Group (2015). Brain atrophy and white-matter hyperintensities are not significantly associated with incidence and severity of postoperative delirium in older persons without dementia. *Neurobiology of aging*, 36(6), 2122–2129. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2015.02.024>

Dilmen, O. K., Meco, B. C., Evered, L. A., & Radtke, F. M. (2024). Postoperative neurocognitive disorders: A clinical guide. *Journal of clinical anesthesia*, 92, 111320. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2023.111320>

Evered LA, Scott DA, and Sanders R (2023). Volatile versus intravenous anaesthesia and perioperative neurocognitive disorders: anything to see here?. *Br J Anaesth*. 2023 Aug;131(2):191-193. doi: 10.1016/j.bja.2023.05.018

Huang, H., Li, H., Zhang, X., Shi, G., Xu, M., Ru, X., Chen, Y., Patel, M. B., Ely, E. W., Lin, S., Zhang, G., & Zhou, J. (2021). Association of postoperative delirium with cognitive outcomes: a meta-analysis. *Journal of Clinical Anesthesia*, 75, 110496. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2021.110496>

Hshieh, T. T., Fong, T. G., Marcantonio, E. R., & Inouye, S. K. (2008). Cholinergic deficiency hypothesis in delirium: a synthesis of current evidence. *Journal of Gerontology A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(7), 764–772. <https://doi.org/10.1093/gerona/63.7.764>

Hughes, C. G., Boncyk, C. S., Culley, D. J., Fleisher, L. A., Leung, J. M., McDonagh, D. L., Gan, T. J., McEvoy, M. D., & Miller, T. E. (2020). American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative joint consensus statement on postoperative delirium prevention. *Anesthesia & Analgesia*, 130(6), 1572–1590. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004641>

Iamaroon, A., Wongviriyawong, T., Sura-Arunsumrit, P., Wiwatnodom, N., Rewuri, N., & Chaiwat, O. (2020). Incidence of and risk factors for postoperative delirium in older adult patients undergoing noncardiac surgery: a prospective study. *BMC Geriatrics*, 20(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-1449-8>

Jin, Z., Hu, J., & Ma, D. (2020). Postoperative delirium: perioperative assessment, risk reduction, and management. *British journal of anaesthesia*, 125(4), 492–504. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.063>

Kim, S. Y., Lee, J., Na, H. S., Koo, B. W., Lee, K. O., & Shin, H. J. (2023). The impact of regional nerve blocks on postoperative delirium or cognitive dysfunction following thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(24), 7576. <https://doi.org/10.3390/jcm12247576>

Montufar, S., Calero, C., Vinueza, R., Correa, P., Carrera-Gonzalez, A., Villegas, F., Moreta, G., & Paredes, R. (2017). Association between the APOE ϵ 4 Allele and Late-Onset Alzheimer's Disease in an Ecuadorian Mestizo Population. *International journal of Alzheimer's disease*, 2017, 1059678. <https://doi.org/10.1155/2017/1059678>

Paunikar S, Chakole V., (2024). Postoperative Delirium and Neurocognitive Disorders: A Comprehensive Review of Pathophysiology, Risk Factors, and Management Strategies. *Cureus*. 2024 Sep 2;16(9):e68492. doi: 10.7759/cureus.68492

Safavynia, S. A., & Goldstein, P. A. (2018). The role of neuroinflammation in postoperative cognitive dysfunction: moving from hypothesis to treatment. *Frontiers in Psychiatry*, 9, 752. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00752>

Sieber, F. E., Neufeld, K. J., Gottschalk, A., Bigelow, G. E., Oh, E. S., Rosenberg, P. B., Mears, S. C., Stewart, K. J., Ouanes, J.

P., Jaber, M., Hasenboehler, E. A., Li, T., & Wang, N. Y. (2018). Effect of Depth of Sedation in Older Patients Undergoing Hip Fracture Repair on Postoperative Delirium: The STRIDE Randomized Clinical Trial. *JAMA surgery*, 153(11), 987–995. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2018.2602>

Sieber, F., McIsaac, D. I., Deiner, S., Azefor, T., Berger, M., Hughes, C., Leung, J. M., Maldonado, J., McSwain, J. R., Neuman, M. D., Russell, M. M., Tang, V., Whitlock, E., Whittington, R., Marbella, A. M., Agarkar, M., Ramirez, S., Dyer, A., Friel Blanck, J., ... & Domino, K. B. (2025). American Society of Anesthesiologists Practice Advisory for perioperative care of older adults scheduled for inpatient surgery. *Anesthesiology*, 142(1), 22–51. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000005172>

Zhao, L., Guo, Y., Zhou, X., Mao, W., & Li, L. (2023). Preoperative cognitive training improves postoperative cognitive function: a meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials. *Frontiers in Neurology*, 14, 1293153. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1293153>

Zhao, Q., Wan, H., Pan, H., & Xu, Y. (2024). Postoperative cognitive dysfunction: current research progress. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 18, 1328790. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2024.1328790>

GEBELİKTE ANESTEZİ: GÜNCEL KILAVUZLAR VE TARTIŞMALI KONULAR

POYRAZ BOZKURTLU³

Giriş

Gebelik, maternal organizmada fizyolojik ve metabolik birçok önemli değişikliğin meydana geldiği, özel ve kritik bir dönemdir. Bu süreçte kardiyovasküler, solunum, renal ve endokrin sistemlerde ortaya çıkan adaptasyonlar, anestezi uygulamalarının planlanmasını ve yönetimini doğrudan etkiler. Anestezik ajanların maternal farmakokinetik ve farmakodinamik özelliklerinde gebeliğe bağlı farklılıklar gözlenir; örneğin, kan hacmi artışı, plazma protein konsantrasyonlarındaki değişiklikler ve enzimatik metabolizma hızındaki farklılıklar ilaç dağılımı, eliminasyonu ve etkinliğini modifiye eder. Ayrıca, fetal gelişimin korunması amacıyla anestezi sırasında maternal-fetal hemodinamiğin stabil tutulması ve anestezik ajanların fetusa geçişinin minimize edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, gebelikte anestezi planlaması yapılırken maternal fizyolojik değişikliklerin yanı sıra anestezik ilaçların farmakolojik profilleri ve

³Uzm. Dr., Edirne Sultan 1. Murat Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Orchid: 0000-0001-8200-853X

fetusun gelişimsel gereksinimleri dikkatle değerlendirilmelidir (American Society of Anesthesiologists, 2020).

Obstetrik ve non-obstetrik cerrahilerde uygulanacak anestezi türünün seçimi, ameliyatın aciliyeti, gebelik haftası, maternal genel durum ve fetal iyilik hali gibi birçok faktöre bağlı olarak titizlikle belirlenir. Elektif cerrahilerde genellikle ikinci trimester tercih edilirken, acil durumlarda gebeliğin hangi evresinde olursa olsun uygun anestezi planlaması yapılmalıdır. Gebelikte karşılaşılan en önemli sorunlardan biri olan hava yolu yönetimi, anestezist için ciddi bir zorluk teşkil eder. Gebelik sırasında artan ödem, mukozal hiperemi ve kilo artışı nedeniyle hava yolu öngörülemeyen şekilde zorlaşabilir. Bu nedenle, özellikle genel anestezi planlanan gebelerde kapsamlı hava yolu değerlendirmesi yapılmalı ve zor entübasyon için gerekli önlemler önceden alınmalıdır (Chestnut, 2020). Bu bölümde, gebelikte anesteziye dair güncel American Society of Anesthesiologists (ASA) kılavuzları ışığında temel prensipler ve tartışmalı konular akademik düzeyde ele alınacaktır.

Gebelikte Fizyolojik Değişiklikler

Gebelik süresince maternal organizmada çok sayıda sistemik ve hemodinamik değişiklik meydana gelir. Kardiyovasküler sistemde kan hacmi yaklaşık %40-50 oranında artarken, kalp debisi de belirgin şekilde yükselir. Bu artış, fetusun oksijen ve besin gereksinimlerinin karşılanması için gerekli olan kan akışını desteklemek amacıyla gerçekleşir. Buna ek olarak, periferik vasküler direnç azalır; bu, maternal damar yataklarının genişlemesiyle sonuçlanarak sistemik kan basıncının göreceli olarak sabit kalmasına veya hafifçe düşmesine katkıda bulunur. Tüm bu adaptasyonlar, gebeliğin ilerleyen dönemlerinde maternal kardiyovasküler sistemin artan yükünü dengeleyerek hem annenin hem de fetusun optimal sağlığını destekler (Girnius & Meng, 2021).

Gebelik sırasında solunum sistemi, hem anatomik hem de fizyolojik değişikliklere uğrayarak maternal ve fetal oksijen ihtiyacına uyum sağlamaya çalışır. Diyaframın uterus tarafından yukarı itilmesiyle torasik boşlukta değişiklikler meydana gelir; bu da fonksiyonel rezidüel kapasitenin (FRC) %20–30 oranında azalmasına neden olur. Aynı zamanda artan bazal metabolizma ve fetoplasental üniteye olan oksijen ihtiyacı nedeniyle maternal oksijen tüketimi yaklaşık %20 artar. Bu iki faktörün birleşimi, özellikle indüksiyon ve entübasyon sırasında hızlı oksijen desatürasyonu riskini anlamlı biçimde yükseltir (LoMauro & Aliverti, 2015). Buna ek olarak, progesteronun hava yollarındaki düz kas tonusunu ve mukozal vaskülarizasyonu artırıcı etkisi sonucu ödem gelişebilir. Üst solunum yolundaki bu ödem, özellikle entübasyon sırasında laringoskopik görünürlüğü azaltarak zor hava yolu olasılığını artırır. Dolayısıyla, obstetrik hastalarda anestezi planlaması yapılırken bu fizyolojik değişiklikler dikkatle değerlendirilmelidir.

Gebelik sürecinde hormonal etkiler ve anatomik değişiklikler gastrointestinal sistemin fizyolojisini anlamlı ölçüde etkiler. Artan progesteron düzeylerine bağlı olarak gastrointestinal motilitede belirgin bir yavaşlama meydana gelir. Özellikle mide boşalmasının gecikmesi ve peristaltizmin azalması, preoperatif dönemde gastrik içerik miktarının artmasına yol açabilir. Ayrıca, artan intraabdominal basınç ve progesteronun gevşetici etkisiyle alt özofagus sfinkteri tonusunda azalma gözlenir. Bu durum, özellikle supin pozisyonda gastroözofageal reflü riskini artırırken, genel anestezi indüksiyonu sırasında regürjitasyon ve aspirasyon gelişme olasılığını da yükseltir. Dolayısıyla, gebelere uygulanacak anestezi öncesinde yeterli premedikasyon, uygun pozisyonlama ve hızlı indüksiyon tekniklerinin planlanması, aspirasyon riskini azaltmak açısından hayati öneme sahiptir. (Monian ve ark, 2025).

Gebelik sırasında renal fizyolojide meydana gelen belirgin değişiklikler, ilaç farmakokinetiğini doğrudan etkileyebilir. Özellikle glomerüler filtrasyon hızında (GFR) gebeliğin erken dönemlerinden itibaren yaklaşık %50'ye varan bir artış gözlenir. Bu artış, su ve sodyum retansiyonunun yanı sıra, hidrofilik ilaçların renal klerensinde de önemli ölçüde yükselmeye neden olur. Sonuç olarak, bu tür ilaçların plazma düzeyleri beklenenden daha hızlı düşebilir ve terapötik etkinlikleri azalabilir. Bununla birlikte, gebelikte hepatik kan akımındaki değişiklikler ve bazı sitokrom P450 (CYP) enzim aktivitelerindeki artış veya azalma, çeşitli ilaçların hepatik metabolizmasını da etkilemektedir. Örneğin, CYP3A4 ve CYP2D6 enzim aktivitelerinde artış gözlenirken, CYP1A2 aktivitesinde azalma bildirilmiştir. Bu değişiklikler, özellikle dar terapötik indekse sahip ilaçların doz ayarlamasını zorlaştırmakta ve maternal-fetal güvenlik açısından dikkatli değerlendirme gerektirmektedir (Eke ve ark, 2023).

Obstetrik Anestezi Yöntemleri

Gebelikte anestezi uygulamaları, doğum analjezisi ve cerrahi girişimlerde güvenli ve etkili yöntemlerin seçilmesini gerektirir. En sık kullanılan teknikler nöroaksiyel anestezi yöntemleridir. Bunlar arasında spinal, epidural ve kombine spinal-epidural (CSE) teknikler bulunur.

- **Spinal Anestezi:** Spinal anestezi, lomber bölgeden subaraknoid aralığa tek doz lokal anestetik ve/veya opioid enjeksiyonuyla uygulanır. Etkisi hızlı başlar ve sezaryenlerde yaygın olarak tercih edilir (Chestnut, 2020). Ancak hipotansiyon riski daha yüksektir; bu nedenle sıvı replasmanı ve vazopressör kullanımı önemlidir (American Society of Anesthesiologists, 2020).
- **Epidural Anestezi:** Epidural anestezi, doğum analjezisi için sıklıkla tercih edilir. Kateter aracılığıyla sürekli veya aralıklı

lokal anestetik ve opioid infüzyonu sağlanabilir. Anneye daha kontrollü analjezi sağlar ve motor blok minimal tutulabilir (Coviello ve ark, 2025). Ayrıca, acil sezaryen gerektiğinde epidural anesteziye kolayca dönüştürülebilir.

- **Kombine Spinal-Epidural Anestezi:** CSE yöntemi, spinal ve epidural tekniklerin avantajlarını birleştirir. Hızlı başlangıçlı spinal anestezi ile hızlı ağrı kontrolü sağlanırken, epidural kateter aracılığıyla uzatılmış ve ayarlanabilir analjezi sunulur (Guasch, Brogly, & Gilsanz, 2020). CSE, özellikle uzun süren doğumlarda tercih edilir.
- **Genel Anestezi:** Genel anestezi, obstetride ikinci tercih olarak kabul edilir. Endikasyonları arasında, nöroaksiyel anestezinin kontraendike olduğu durumlar, acil sezaryen gereksinimi ve hasta tercihleri bulunur (American Society of Anesthesiologists, 2020). Gebelerde hava yolu anatomisi ve aspirasyon riski nedeniyle genel anestezi yönetimi zorludur ve deneyimli ekip gerektirir (Monian ve ark, 2025).

ASA Kılavuzu: Özet ve Uygulama Yorumları

ASA tarafından yayımlanan “Practice Guidelines for Obstetric Anesthesia” (2020) kılavuzu, gebelikte anestezi yönetimi için kapsamlı ve güncel öneriler sunmaktadır. Bu kılavuz, maternal ve fetal güvenliği en üst düzeye çıkarmak amacıyla anestezi uygulamalarında dikkat edilmesi gereken temel prensipleri belirler (American Society of Anesthesiologists, 2020).

- **Hava Yolu Yönetimi:** Gebelerde hava yolu ödemi ve anatomik değişiklikler nedeniyle entübasyon zorlukları artar. ASA kılavuzu, zor hava yolu için hazırlıklı olunmasını, uygun ekipmanların hazır bulundurulmasını ve deneyimli personelin görev almasını vurgular (American Society of Anesthesiologists, 2020).

- **Anestezi Yönteminin Seçimi:** Nöroaksiyel anestezi, sezaryen ve doğum analjezisi için ilk tercih olarak önerilir. Genel anestezi ise yalnızca nöroaksiyel tekniklerin uygulanamadığı veya acil durumlarda kullanılır (American Society of Anesthesiologists, 2020).
- **Premedikasyon ve İlaç Seçimi:** Gebelikte kullanılan ilaçların maternal ve fetal etkileri değerlendirilmelidir. ASA, aspirasyon riskine karşı premedikasyon kullanımını önerirken, fetal farmakodinamik etkiler göz önünde bulundurularak anestezi ajan seçimi yapılmasını tavsiye eder (American Society of Anesthesiologists, 2020).
- **Postoperatif İzlem ve Ağrı Yönetimi:** Kılavuz, sezaryen sonrası ağrı yönetiminde multimodal analjezi yaklaşımını destekler. Epidural opioidler ve sistemik non-steroid anti inflamatuvar ilaçlar (NSAİİ) kullanımını uygun gördüğünü belirtir (American Society of Anesthesiologists, 2020).

Sezaryen Sırasında Karşılaşılan Komplikasyonlar

- **Kanama ve Uterin Atoni:** Gebelikte fizyolojik olarak artan uteroplasental kan akımı ve sezaryen sırasında oluşabilecek travma, uterusun kasılma yeteneğinin azalmasıyla birleştiğinde, kan kaybı hızla hayati seviyelere ulaşabilir. Risk faktörleri arasında multiparite, uzamış doğum eylemi, polihidramniyoz, makrozomi, hızlı doğum, uterusun aşırı distansiyonu ve önceki uterin cerrahiler yer alır. Ayrıca, anestezi ajanlarının uterus tonusu üzerindeki etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır; bazı inhalasyon anesteziikleri uterin relaksasyona katkıda bulunabilir. Tedavi yaklaşımı aşamalı ve sistematik olmalıdır. İlk basamak tedavi uterotonik ilaçlardır (örneğin oksitosin, metilergonovin, karboprost, misoprostol). Medikal tedaviye yanıt alınamayan olgularda mekanik kompresyon yöntemleri (örneğin B-

Lynch s t r ) veya intrauterin balon tamponad uygulanabilir. Persistan hemorajide uterin arter embolizasyonu veya histerektomi gerekebilir. Bu tür olguların yönetimi multidisipliner bir ekip yaklaşımı gerektirir ve hemodinamik takibin yanı sıra, masif transfüzyon protokollerinin de önceden hazırlanmış olması büyük önem taşır (Mitta ve ark, 2023).

- **Preeklamsi ve HELLP Sendromu:** Preeklampsi, gebeliğin özellikle ikinci yarısında ortaya çıkan ve sistemik vasküler disfonksiyonla karakterize bir hastalıktır. Preeklamptik olgularda anestezi yönetimi, maternal hemodinamik stabilite, serebral perfüzyonun korunması ve fetal oksijenizasyonun sağlanması açısından dikkatle planlanmalıdır. Bu hasta grubunda sezaryen doğum oranı yüksektir ve anestezi tercihinde maternal ve fetal riskler multidisipliner yaklaşımla değerlendirilmelidir. Preeklampsi; endotel disfonksiyonu, artmış sistemik vasküler direnç, kapiller sızıntı ve organ hipoperfüzyonu ile karakterizedir. HELLP sendromu, preeklampsinin ciddi bir varyantı olup, hem anne hem de fetus açısından yüksek riskli bir obstetrik acil durumdur. Bu sendrom; hemoliz, karaciğer enzimlerinde yükselme, trombositopeni ile karakterizedir. HELLP sendromunun kesin etiyopatogenezi tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte, mikroanjyopatik hemolitik anemi, karaciğer periportal nekrozu, ve trombosit aktivasyonu gibi süreçlerin rol oynadığı düşünülmektedir (Sibai, 2003). Preeklampside de koagülopati sorunları eşlik edebileceği için spinal veya epidural anestezi öncesi tam kan sayımı ve koagülasyon profili değerlendirilmelidir (Başaran ve ark, 2016). Trombosit sayısı genellikle $>75.000/mm^3$ olduğu sürece spinal veya kombine spinal-epidural anestezi güvenle uygulanabilir. Ancak trombositopeni progresifse veya

HELLP sendromu şüphesi varsa, nöroaksiyel teknikten kaçınılmalı ya da dikkatle uygulanmalıdır (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2020). Preeklampitik gebelerde nöroaksiyel anestezi kontrendike ise veya teknik olarak uygulanamıyorsa (örneğin ciddi trombositopeni, koagülopati ya da acil doğum endikasyonu nedeniyle zaman darlığı gibi durumlarda), genel anestezi tercih edilebilir. Ancak bu hasta grubunda genel anesteziye özgü riskler daha belirgindir ve yönetimi titizlik gerektirir (Rollins & Lucero, 2012).

- **İnvaziv Plasental Anomaliler:** İnvaziv plasental anomaliler, özellikle plasenta previa ve plasenta akreta spektrumu (PAS), sezaryen sırasında karşılaşılan en yüksek riskli obstetrik komplikasyonlar arasında yer alır. PAS, plasantanın desidua bazalis tabakasına invazyon derecesine göre sınıflandırılır ve plasenta akreta, inkreta ve perkreta olarak üç ana alt gruba ayrılır. Bu durumlar, doğum sırasında plasantanın spontan ayrılmasını engelleyerek kontrolsüz uterin hemorajiye neden olabilir. Aşırı kanama, kan transfüzyonu gerekliliği, hipovolemik şok ve çoğu zaman acil peripartum histerektomi ile sonuçlanabilir. Bu komplikasyonların etkili şekilde yönetilebilmesi için doğum öncesinde ayrıntılı preoperatif değerlendirme yapılması büyük önem taşır. Özellikle ultrasonografi ve gerekli durumlarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG), plasental invazyon derinliğini ve yayılımını saptamada yüksek doğruluk sağlar. Cerrahi planlamada anestezi uzmanı, obstetrisyen, ürolog ve girişimsel radyologlardan oluşan multidisipliner ekip çalışması, maternal morbiditeyi azaltmada kritik rol oynar (Jauniaux ve ark, 2019).
- **Cerrahi Yaralanmalar:** Sezaryen sırasında görülebilecek cerrahi yaralanmalar, genellikle mesane ve bağırsak gibi

komşu organları etkileyebilir. Bu tür yaralanmalar nadir olsa da, özellikle acil durumlarda yapılan veya önceden geçirilmiş sezaryen öyküsü olan hastalarda pelvik anatomideki yapışıklıklar nedeniyle risk artar. Mesane, uterusun anterior yüzeyine komşu konumda olduğundan en sık yaralanan organlardandır. Barsak yaralanmaları ise genellikle yapışıklıkların diseksiyonu sırasında meydana gelir. Bu komplikasyonlar intraoperatif kan kaybını artırabilir, cerrahi sürenin uzamasına ve postoperatif enfeksiyon, fistül gibi ciddi sonuçlara yol açabilir (Adıgüzel ve ark, 2025).

- **Anestezi Komplikasyonları:** Sezaryen doğumlarda tercih edilen başlıca anestezi yöntemleri spinal, epidural ve genel anestezi'dir. Her bir yöntemin kendine özgü komplikasyonları bulunmakta olup, bu komplikasyonlar maternal ve fetal morbidite açısından önem arz etmektedir. Nöroaksiyel anestezi, yani spinal ve epidural blok, sezaryen doğumlarda en sık tercih edilen yöntemdir. Ancak bu teknikle ilişkili olarak özellikle spinal anestezi sonrası hipotansiyon, en sık gözlenen komplikasyondur ve insidansı %60-70'e kadar ulaşabilir. Hipotansiyon, venöz dönüşün azalması ve sistemik vasküler dirençteki düşüşe bağlı olarak gelişir. Şiddetli hipotansiyon, uteroplental perfüzyonu azaltarak fetal hipoksi ve bradikardiye yol açabilir. Nöroaksiyel blok sonrası gözlenen diğer komplikasyonlar arasında bradikardi, yüksek spinal blok ve nadiren de olsa total spinal anestezi yer alır. Yüksek blok, üst torasik ve servikal segmentlerin etkilenmesiyle solunum kaslarının paralizisine ve bilinç değişikliklerine neden olabilir. Total spinal ise istemsiz duruma ilerlemiş bir blok olup ciddi solunum depresyonu ve kardiyovasküler kollapsa sonuçlanabilir (Lim, 2023). Ayrıca, acil sezaryen gereken olgularda genel anestezi tercih edildiğinde, hava yolu yönetimi önemli bir sorun teşkil eder.

Gebelikte anatomik ve fizyolojik değişikliklere bağlı olarak (ödem, mukozal hiperemi, laringeal ödem), zor entübyasyon ve aspirasyon riski anlamlı şekilde artar (LoMauro & Aliverti, 2015). Bu bağlamda, hızlı entübyasyon ihtiyacı olan acil vakalarda, deneyimli anestezi ekibi ve uygun ekipman hazır bulunmalıdır.

Tartışmalı Konular

Gebelikte anestezi yönetimi birçok alanda tartışmalı ve araştırmaya açık konuları barındırmaktadır. Bu bölümde, anestezi ajanlarının fetal nörogelişim üzerindeki etkileri, trimester bazlı cerrahi yaklaşımlar, laparoskopik işlemler ve COVID-19 sonrası protokol değişiklikleri incelenecektir.

- 1. Anestezi Ajanlarının Fetal Nörogelişim Üzerindeki Etkileri:** Hayvan modellerinde yapılan deneysel çalışmalar, bazı anestezi ajanlarının, özellikle GABA (gamma-aminobutirik asit) reseptör agonistleri ve NMDA (N-metil-D-aspartat) reseptör antagonistlerinin, gelişmekte olan beyin üzerindeki etkilerine dikkat çekmiştir. Bu ajanların, erken yaşamda nörogenez, sinaptik plastisite ve sinaptik gelişim süreçlerini olumsuz etkileyerek nöronal dejenerasyon ve işlevsel bozukluklara yol açabileceği gözlemlenmiştir (Ji & Karlik, 2022). Ancak, insanlarda bu etkinin doğrudan kanıtları hâlen sınırlıdır ve mevcut klinik çalışmalar, maruziyetin zamanlaması, dozu ve süresi ile nörogelişimsel sonuçlar arasındaki ilişki konusunda net ve tutarlı sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle, gebelik ve erken çocuklukta anestezi maruziyetin uzun dönem etkilerini anlamak için daha geniş, kontrollü ve uzun süreli insan çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Grabowski ve ark, 2021).

2. **Trimester Bazlı Cerrahi Yaklaşımlar:** Non-obstetrik cerrahilerde **ikinci trimesterin genellikle en güvenli zaman dilimi olduğu** kabul edilmektedir. İlk trimesterde organogenez devam etmekte olduğundan **teratojenik risk yüksek**, üçüncü trimesterde ise cerrahi sonrası **preterm doğum riski artmış** gözlenmiştir (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2019). Bir retrospektif çalışma, ikinci trimesterde cerrahi yapılan hastalarda preterm doğum oranını **%26**, üçüncü trimesterdekilerde ise **%82** olarak bildirmiştir (Visser ve ark, 2001). Ancak acil cerrahi gerektiren durumlarda zamanlama esnek olmalıdır (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2019).
3. **Laparoskopik Cerrahiler ve Anestezi:** Laparoskopik girişimler gebelikte tercih edilmektedir; ancak CO₂ insülfasyonu ve intraabdominal basıncın fetal etkileri değerlendirilmelidir. Yüksek basınçtan kaçınılmalı, intraabdominal basınç 12-15 mmHg ile sınırlandırılmalıdır (Ball ve ark, 2019). Anestezi yönetiminde ise fetal monitörizasyonun önemi vurgulanır. Özellikle ikinci ve üçüncü trimesterde, fetal kalp atım hızı ve uterin aktivitenin intraoperatif ve postoperatif dönemde izlenmesi, olası fetal distresin erken tanınması açısından kritik öneme sahiptir. Bu uygulama hem maternal hemodinamik değişikliklerin fetüs üzerindeki etkilerini takip etmeye olanak tanır hem de cerrahi sırasında oluşabilecek uteroplental perfüzyon bozukluklarına karşı önlem alınmasına yardımcı olur (Pearl ve ark, 2017).
4. **COVID-19 Sonrası Anestezi Protokolleri:** Pandemi sürecinde, özellikle COVID-19'un yüksek bulaşıcılığı nedeniyle, obstetrik anestezi uygulamalarında enfeksiyon

kontrolü öncelikli hale gelmiştir. Aerosol üretimini minimize etmek amacıyla genel anesteziye yol açabilecek işlemlerden mümkün olduğunca kaçınılması önerilmiştir. Bu bağlamda, solunum yoluna müdahaleyi gerektirmeyen nöroaksiyel anestezi yöntemleri öncelikli seçenek olarak benimsenmiştir. Nöroaksiyel anestezinin tercih edilmesi, hem hasta hem de sağlık personeli açısından enfeksiyon riskini azaltırken, maternal hemodinaminin daha stabil seyretmesine de olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, sağlık çalışanlarının kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı, negatif basınçlı odaların tercih edilmesi ve hastaların izolasyon koşullarına sıkı şekilde uyulması da enfeksiyon kontrolü açısından kritik uygulamalar arasında yer almıştır. Bu yaklaşımlar, hem maternal hem de fetal sağlığın korunması açısından pandemide obstetrik anestezi yönetiminde standart hale gelmiştir (Bauer ve ark, 2020).

Etik ve Mediko-Legal Hususlar

Gebelikte anestezi uygulamaları hem maternal hem de fetal sağlığı doğrudan etkilediği için etik ve hukuki açıdan son derece özel bir hassasiyet gerektirir. Anestezi hekimi, gebelik sürecinde yapılacak her türlü müdahalede, hastayı bilgilendirilmiş onam sürecine uygun olarak kapsamlı bir şekilde bilgilendirmekle yükümlüdür. Bu bilgilendirme, anestezi yöntemlerinin potansiyel riskleri, olası komplikasyonları ve alternatif tedavi seçeneklerini içermeli; aynı zamanda annenin sorularına açık ve anlaşılır yanıtlar verilmelidir. Hekim, hastanın karar verme kapasitesini ve tercihlerini dikkate alarak, onun özerkliğine ve haklarına saygı göstermek zorundadır. Bu yaklaşım, hasta güvenliğini artırmanın yanı sıra mediko-legal sorunların önlenmesinde de temel bir unsur olarak

kabul edilmektedir. (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2021).

Gebelerde anestezi ile ilişkili riskler, özellikle olası fetal etkiler ayrıntılı ve açık şekilde hasta ile paylaşılmalıdır. Hastanın karar verme kapasitesi, anlayışı ve tercihleri dikkate alınarak bilgilendirilmiş onam süreci titizlikle yürütülmeli, gerektiğinde alternatif anestezi yöntemleri ve tedavi seçenekleri sunulmalıdır. Bu yaklaşım, etik ve hukuki açıdan hasta haklarına saygıyı sağlar ve güvenli bir tedavi sürecinin temelini oluşturur (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2021).

Gebelikte anestezi komplikasyonları hem maternal hem de fetal sonuçlar üzerinde ciddi etkiler yaratabileceğinden, mediko-legal açıdan önemli sorunlara yol açabilir. Bu nedenle anestezi hekimi, uluslararası ve ulusal standartlara uygun hareket etmeli, güncel kılavuzları yakından takip etmeli ve tüm uygulamalarını titizlikle belgeleyerek kayıt altına almalıdır. Bu yaklaşım, hasta güvenliğini artırmanın yanı sıra, hukuki açıdan da hekimi koruyacak temel unsurları içerir (Davies ve ark, 2010).

Anestezi sürecinde ortaya çıkabilecek komplikasyonların önlenmesi için kapsamlı ve titiz bir risk değerlendirmesi yapılması zorunludur. Özellikle gebelikte, maternal ve fetal güvenliği sağlamak adına obstetrisyen, neonatolog ve diğer ilgili branşlarla multidisipliner koordinasyonun sağlanması kritik öneme sahiptir. Bu iş birliği, potansiyel sorunların erken tanınması, önlenmesi ve gerektiğinde etkin müdahalenin gerçekleştirilmesini mümkün kılar. (Upadya & Saneesh, 2016).

Sonuç ve Geleceğe Yönelik Öneriler

Gebelikte anestezi, maternal ve fetal sağlığı dengelemek adına karmaşık ve hassas bir süreçtir. Güncel ASA kılavuzu çerçevesinde nöroaksiyel anestezi yöntemleri güvenilirlik ve

etkinlik açısından önceliklidir. Ancak her hastanın özellikleri göz önünde bulundurularak bireyselleştirilmiş planlama yapılmalıdır (American Society of Anesthesiologists, 2020).

Tartışmalı alanlarda, özellikle anestezi ajanlarının fetal nörogelişim üzerindeki potansiyel etkileri konusunda daha kapsamlı ve uzun dönemli insan çalışmaları gereklidir. Hayvan modellerinde bazı anesteziğin nörogenez ve sinaptik gelişim üzerinde olumsuz etkileri bildirilmiş olsa da, bu bulguların insanlarda nasıl yansıdığı hâlâ tam olarak aydınlatılamamıştır. Ayrıca pandemi gibi olağanüstü durumlarda, anestezi protokollerinin hızla adapte edilmesi ve farklı disiplinlerden uzmanların dahil olduğu multidisipliner yaklaşımların güçlendirilmesi, hasta ve sağlık personeli güvenliği açısından kritik önem taşımaktadır (Davidson & Sun, 2018).

Sonuç olarak, obstetrik anestezi alanında sürekli güncellenen bilgi ve kılavuzlar ışığında, etik prensiplere uygun, hasta odaklı, güvenli ve etkin uygulamalar yapılmalıdır. Bu süreçte, multidisipliner iş birliği ve bireyselleştirilmiş tedavi planları önem kazanmakta; ayrıca, klinik araştırmaların desteklenmesi ve hekimlerin mesleki eğitimine yatırım yapılması, maternal ve fetal sonuçların iyileştirilmesinde kritik rol oynamaktadır.

Kaynakça/References

American Society of Anesthesiologists. (2020). Practice guidelines for obstetric anesthesia: An updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia and the Society for Obstetric Anesthesia and Perinatology. *Anesthesiology*, 132(2), 270–300. doi: 10.1097/ALN.0000000000003142

Chestnut, D. H. (2020). *Chestnut's obstetric anesthesia: Principles and practice* (6th ed.). Elsevier.

Girnius, A., & Meng, M. L. (2021). Cardio-obstetrics: a review for the cardiac anesthesiologist. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*, 35(12), 3483. doi: 10.1053/j.jvca.2021.06.012

LoMauro, A., & Aliverti, A. (2015). Respiratory physiology of pregnancy: Physiology masterclass. *Breathe* (Sheffield, England), 11(4), 297–301. doi: 10.1183/20734735.008615

Monanian, G., Greenspan, S., Khan Yusufzai, N., Daoud, B., Jin, Z., & Factor, M. (2025). Anesthetic Management of the Pregnant Patient Undergoing Non-Obstetric Surgery. *Medicina*, 61(4), 698. doi: 10.3390/medicina61040698

Eke, A. C., Gebreyohannes, R. D., Fernandes, M. F. S., & Pillai, V. C. (2023). Physiologic changes during pregnancy and impact on small-molecule drugs, biologic (monoclonal antibody) disposition, and response. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 63, S34-S50. doi: 10.1002/jcph.2227

Coviello, A., Iacovazzo, C., Frigo, M.G. et al. (2025). Technical aspects of neuraxial analgesia during labor and maternity care: an updated overview. *Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care*, 5(1), 6. doi: 10.1186/s44158-025-00224-3

Guasch, E., Brogly, N., & Gilsanz, F. (2020). Combined spinal epidural for labour analgesia and caesarean section: indications and recommendations. *Current opinion in anaesthesiology*, 33(3), 284–290. doi: 10.1097/ACO.0000000000000866

Mitta, K., Tsakiridis, I., Dagklis, T., Grigoriadou, R., Mamopoulos, A., Athanasiadis, A., & Kalogiannidis, I. (2023). Incidence and Risk Factors for Postpartum Hemorrhage: A Case-Control Study in a Tertiary Hospital in Greece. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 59(6), 1151. doi: 10.3390/medicina59061151

Sibai, B. M. (2003). Diagnosis and management of gestational hypertension and preeclampsia. *Obstetrics & Gynecology*, 102(1), 181-192.

Başaran, B., Çelebioğlu, B., Başaran, A., Altinel, S., Kutlucan, L., & Martin, J. N., Jr (2016). Anesthetic practices for patients with preeclampsia or HELLP syndrome: A survey. *Journal of the Turkish German Gynecological Association*, 17(3), 128–133. doi: 10.5152/jtgga.2016.16094

American College of Obstetricians and Gynecologists. (2020). Gestational hypertension and preeclampsia: ACOG practice bulletin, number 222. *Obstet Gynecol*, 135(6), e237-e260.

Rollins, M., & Lucero, J. (2012). Overview of anesthetic considerations for Cesarean delivery. *British medical bulletin*, 101(1), 105–125. doi: 10.1093/bmb/ldr050

Jauniaux, E., Ayres-de-Campos, D., Langhoff-Roos, J., Fox, K. A., Collins, S., FIGO Placenta Accreta Diagnosis and Management Expert Consensus Panel (2019). FIGO classification for the clinical diagnosis of placenta accreta spectrum disorders. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 146(1), 20-24. doi: 10.1002/ijgo.12761

Adıgüzel, F. I., Adıgüzel, C., Uysal, G., & Karataş, M. A. (2025). The analyses of length and type of bladder injury during cesarean section in patients with or without placenta accreta: a retrospective case-control study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 25(1), 1-8. doi: 10.1186/s12884-025-07604-1

Lim, G. (2023). What is new in obstetric anesthesia: The 2021 Gerard W. Ostheimer lecture. *Anesthesia & Analgesia*, 136(2), 387-396. doi: 10.1213/ANE.00000000000006051

Ji, D., & Karlik, J. (2022). Neurotoxic Impact of Individual Anesthetic Agents on the Developing Brain. *Children (Basel, Switzerland)*, 9(11), 1779. doi: 10.3390/children9111779

Grabowski, J., Goldin, A., Arthur, L. G. et al (2021). The effects of early anesthesia on neurodevelopment: A systematic review. *Journal of pediatric surgery*, 56(5), 851–861. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2021.01.002

American College of Obstetricians and Gynecologists (2019). ACOG Committee Opinion No. 775: nonobstetric surgery during pregnancy. *Obstet Gynecol*, 133(4), e285-e286.

Visser, B. C., Glasgow, R. E., Mulvihill, K. K., & Mulvihill, S. J. (2001). Safety and timing of nonobstetric abdominal surgery in pregnancy. *Digestive surgery*, 18(5), 409–417. doi:10.1159/000050183

Ball, E., Waters, N., Cooper, N., Talati, C., Mallick, R., Rabas, S., Mukherjee, A., Sri Ranjan, Y., Thaha, M., Doodia, R., Keedwell, R., Madhra, M., Kuruba, N., Malhas, R., Gaughan, E., Tompsett, K., Gibson, H., Wright, H., Gnanachandran, C., Hookaway, T., ... Saridogan, E. (2019). Evidence-Based Guideline on Laparoscopy in Pregnancy: Commissioned by the British Society for Gynaecological Endoscopy (BSGE) Endorsed by the Royal

College of Obstetricians & Gynaecologists (RCOG). Facts, views & vision in ObGyn, 11(1), 5–25.

Pearl, J. P., Price, R. R., Tonkin, A. E., Richardson, W. S., & Stefanidis, D. (2017). SAGES guidelines for the use of laparoscopy during pregnancy. *Surgical endoscopy*, 31(10), 3767-3782.

Bauer, M. E., Bernstein, K., Dinges, E., Delgado, C., El-Sharawi, N., Sultan, P., Pervez, Myhre, J., M. & Landau, R. (2020). Obstetric anesthesia during the COVID-19 pandemic. *Anesthesia & Analgesia*, 131(1), 7-15. doi: 10.1213/ANE.0000000000004856

American College of Obstetricians and Gynecologists (2021). Informed Consent and Shared Decision Making in Obstetrics and Gynecology: ACOG Committee Opinion, Number 819. *Obstetrics and gynecology*, 137(2), e34–e41. doi: 10.1097/AOG.0000000000004247

Davies, J. M., Posner, K. L., Lee, L. A., Cheney, F. W., & Domino, K. B. (2010). Liability associated with obstetric anesthesia: a closed claims analysis. *Obstetric Anesthesia Digest*, 30(3), 138-140. doi: 10.1016/j.anclin.2010.11.004

Upadya, M., & Saneesh, P. J. (2016). Anaesthesia for non-obstetric surgery during pregnancy. *Indian journal of anaesthesia*, 60(4), 234–241. doi: 10.4103/0019-5049.179445

Davidson, A. J., & Sun, L. S. (2018). Clinical evidence for any effect of anesthesia on the developing brain. *Anesthesiology*, 128(4), 840-853. doi: 10.1097/ALN.0000000000001972

REJYONAL ANESTEZİDE ULTRASON REHBERLİĞİ

GÖKHAN GÜNBAY⁴

Giriş

Ultrasonografinin rejyonal anestezi uygulamalarında kullanımı son yıllarda rutin pratiğin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Ultrason eşliğinde sinir bloğu uygulamaları, klasik yüzeysel anatomi ve sinir stimülasyonu yöntemlerine kıyasla daha yüksek blok başarı oranları ve daha düşük komplikasyon riski ile ilişkilendirilmiştir (Lewis et al., 2015). Özellikle periferik sinir bloklarında ultrason kılavuzluğunda yapılan blokların cerrahi anestezi için yeterli düzeyde başarılı olma oranı yaklaşık %90'a ulaşırken, geleneksel yöntemlerle bu oran %80 civarında kalmaktadır (Lewis et al., 2015). Bunun yanı sıra, gerçek zamanlı ultrason görüntülemesi sayesinde iğnenin ilerleyişi ve lokal anestetik yayılımı doğrudan izlenebilir; bu da damara istenmeden girme, yüksek basınçla enjeksiyon veya yanlış plana ilaç verilmesi gibi istenmeyen durumların azaltılmasına yardımcı olur (Barrington et al., 2013; Gürkan, 2015). Ancak ultrasonun sağladığı tüm avantajların etkin şekilde kullanılabilmesi için uygun eğitim ve

⁴ Uzm. Dr. Edirne Sultan I. Murat Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Orcid: 0000-0001-5629-5424

deneyim şarttır. Yetersiz eğitim durumlarında ultrason kullanımı bile beklenmedik komplikasyon riskini ortadan kaldırmaz, hatta farklı türde komplikasyonlara yol açabilir (Gürkan, 2015). Aşağıda, ultrason teknolojisindeki gelişmeler, ultrason probu ve iğne yerleştirme teknikleri, blok başarısını artırma yöntemleri ve lokal anestezi toksisitesini önleme konuları ele alınmaktadır.

Yüksek Çözünürlüklü Prob Teknolojisi

Ultrason cihazlarındaki teknolojik gelişmeler, rejyonel anestezi uygulamalarında görüntü kalitesini ve kullanım kolaylığını önemli ölçüde iyileştirmiştir. Günümüzde yüksek frekanslı, yüksek çözünürlüklü lineer problar sayesinde periferik sinirler ve çevre dokular çok daha net görüntülenebilmektedir. Ultrason transdüserleri frekanslarına göre genel olarak yüksek (yaklaşık 10–15 MHz ve üzeri), orta (5–10 MHz) ve düşük (<5 MHz) frekanslı olarak sınıflandırılır. Yüksek frekanslı problar, dalga boyu kısa olduğu için daha yüksek aksiyel çözünürlük sağlar ve özellikle yüzeysel yapıların detaylı görüntülenmesine imkân tanır (Mirza & Brown, 2011). Bu sayede örneğin brakial pleksusun interskalen, supraklaviküler veya aksiller bölgede daha yüzeysel seyreden kısımları, median-siyatik sinirin diz altındaki dalları gibi yapılar net şekilde izlenebilir. Yüksek frekanslı probların dezavantajı ise ultrason dalgalarının penetrasyon derinliğinin sınırlı olmasıdır; genellikle ~4–5 cm derinliğe kadar etkin görüntüleme yapılabilir (Mirza & Brown, 2011). Düşük frekanslı (ör. 2–5 MHz) prob kullanan cihazlar ise dalga boyu daha uzun olduğundan dokularda daha derine nüfuz edebilir ancak çözünürlükleri nispeten düşüktür. Bu tip kavisli (curvilinear) problar, örneğin derin planda bulunan infraklaviküler brakial pleksus bloklarında veya popliteal yaklaşımla siyatik sinir bloğu gibi durumlarda tercih edilir.

Yüksek çözünürlüklü prob teknolojisi sadece frekans artışıyla sınırlı değildir. Modern ultrason cihazlarında görüntü

kalitesini artırmak için doku harmonikleri, bileşik görüntüleme (compound imaging) ve adaptif gürültü filtreleme gibi yazılım özellikleri bulunmaktadır. Bu teknolojiler sinirlerin etrafındaki farklı doku türlerini daha iyi kontrastla ayırt etmeyi ve daha keskin görüntüler elde etmeyi sağlar. Ayrıca, yeni nesil ultrason sistemlerinde iğne tanıma yazılımları ve otomatik görüntü optimizasyon modları geliştirilmiştir (Orebaugh & Kirkham, 2025). Özellikle iğnenin ultrason görüntüsünde görünürlüğünü artırmaya yönelik “needle boost” veya “needle vision” gibi yazılım özellikleri, deneyimsiz uygulayıcıların bile iğnenin ucunu daha kolay takip edebilmesine yardımcı olur. Bazı cihazlarda ise iğneyi üç boyutlu olarak takip etmeye yarayan manyetik veya optik tabanlı gerçek zamanlı iğne izleme sistemleri (ör. GPS benzeri teknolojiler) bulunmaktadır (Wong et al., 2013).

Prob teknolojisindeki bir diğer yenilik de farklı kullanım senaryoları için çeşitli prob tasarımları geliştirilmesidir. Örneğin dar alanlarda veya pediatrik hastalarda kullanım için küçük ayak izli “hockey stick” lineer problar veya yüzeysel yapıların süper yüksek frekansla görüntülenmesi için 20 MHz üzeri özel problar mevcuttur. Ayrıca kablosuz taşınabilir ultrason cihazları son yıllarda klinik pratiğe girmeye başlamıştır. Bu tür cihazlar, geleneksel sistemlere yakın görüntü kalitesini kompakt bir yapıda sunarak anestezi uzmanlarına daha pratik bir kullanım imkânı sağlar. Özetle, yüksek çözünürlüklü prob teknolojisi ve beraberindeki gelişmeler sayesinde ultrason eşliğinde blok uygulamalarında sinirler, kaslar, damarlar ve diğer yapılar çok daha net görülmekte; dolayısıyla iğnenin hedefe yönlendirilmesi ve lokal anestezi enjeksiyonunun izlenmesi daha güvenli ve etkili hale gelmektedir (Gürkan, 2015).

Planar ve In-Plane/Out-of-Plane Teknikler

Ultrason rehberliğinde blok yaparken hem ultrason probunun görüntüleme düzleminin hem de iğnenin bu düzlemle ilişkisinin

doğru ayarlanması gerekir. Planar teknik ifadesi genel olarak hedef sinirin ultrason görüntüleme düzlemine göre konumunu tanımlayabilir. Örneğin siniri enine kesit (short-axis) olarak görüntülemek ile uzunlamasına (long-axis) görüntülemek arasında fark vardır. Çoğu periferik sinir bloğunda sinir yapıları transvers (kısa eksen) görünümde ultrasonla saptanır; bu, siniri kesit halinde yuvarlak/oval bir yapı olarak gösterir. Alternatif olarak probu hedef sinir boyunca uzunlamasına hizalayarak longitudinal (uzun eksen) görünüm elde edilebilir, ancak periferik sinirlerin yeterince uzun bir segmentini kesintisiz görüntülemek pratikte daha zordur. Klinik uygulamada enine eksen görüntüleme daha yaygın kullanılırken, iğne ilerletme tekniği olarak iki temel seçenek vardır: in-plane (düzlem içi) ve out-of-plane (düzlem dışı) giriş teknikleri.

- **In-plane teknik:** Bu yöntemde iğne, ultrason probunun uzun eksenine paralel olacak şekilde ilerletilir; yani iğnenin tüm uzunluğu ultrasonun görüntüleme düzlemine denk gelecek şekilde ayarlanır. İğne cilt altından probun bulunduğu düzlem boyunca ilerletildiği için ultrason ekranında iğnenin ucundan ucuna kadar metalik parlaklık (hiperekojen çizgi) şeklinde görülebilir. In-plane yaklaşımının en büyük avantajı, iğnenin ucunun gerçek zamanlı olarak takip edilebilmesidir. Operatör iğnenin ilerlerken hangi dokulardan geçtiğini, uca yakın kritik yapıların olup olmadığını doğrudan gözlemleyebilir. Bu sayede örneğin sinire fazla yaklaşma, damara giriş veya plevra-peritoneum gibi yapılara temas riskini azaltmak mümkün olur (Orebaugh & Kirkham, 2025). Eğitici gözetiminde yapılan bloklarda da in-plane yöntem tercih edilir; çünkü süpervizör iğnenin ucunu sürekli görerek gerektiğinde müdahale edebilir (Orebaugh & Kirkham, 2025). In-plane tekniğin dezavantajı, iğneyi her an görüntüleme düzleminde tutmanın deneyim gerektirmesidir. İğne çok açılı yaparsa veya prob düzleminde

saparsa ucunu kaybetmek olasıdır. Bu nedenle operatörün prob ile iğneyi mükemmel bir şekilde hizalayacak ergonomide durması önemlidir.

- **Out-of-plane teknik:** Bu yöntemde iğne, probun uzun eksenine dik olacak şekilde (yani ultrason düzlemini alttan dikine kesecek biçimde) ilerletilir. Ultrason görüntüsünde iğnenin sadece enine kesiti (küçük parlak bir nokta) görülür ve bu nokta iğnenin hangi segmentine ait bilinemez. Dolayısıyla out-of-plane yaklaşımda iğne ucunu şaftından ayırt etmek zordur ve iğnenin uç konumu konusunda operatörün deneyimine dayalı bir tahmin gerekebilir (Orebaugh & Kirkham, 2025). Bu yöntemin bir avantajı, bazı anatomik bölgelerde iğneyi probun yanından girecek alan bulmanın güç olması durumunda kullanılabilmesidir. Örneğin çok derindeki bir sinire ulaşmak için daha dik bir açıyla inmek gerekebilir veya probun her iki yanının kemik tarafından çevrelendiği dar bir alanda (örneğin belirli derin bloklarda) in-plane mümkün olmayabilir; böyle durumlarda mecburen out-of-plane yaklaşım kullanılır. Ayrıca kateter yerleştirmede bazen kateterin sinir boyunca daha uygun uzanması için out-of-plane girişi tercih eden uygulayıcılar vardır (Schwenk et al., 2015). Out-of-plane yaklaşımda iğne görüşünün kısıtlı olması nedeniyle güvenlik açısından bazı önlemler alınır: İğne ucunun olduğu tahmin edilen seviyede hidrolokasyon denilen teknikle küçük miktar serum fizyolojik enjekte edilerek iğne ucu çevresinde sıvı görüntüsü oluşturulup ucu teyit etmek veya sık sık iğneyi hafifçe ilerletip geri çekerek parlak noktanın hareketinden ucun yerini anlamaya çalışmak gibi yöntemler kullanılabilir.

Literatürde, in-plane ve out-of-plane yöntemlerden birinin diğerine belirgin üstünlüğünü gösteren net bir bulgu yoktur. Her iki yaklaşımın da blok başarısı veya hasta güvenliği açısından fark

yaratmadığı bazı çalışma ve gözlemlerle bildirilmiştir (Schwenk et al., 2015). Dolayısıyla her iki teknik de uygun endikasyonda, operatörün tercihin ve anatomik şartlara göre kullanılabilir. Önemli olan, seçilen yöntemde iğne ucunun olabildiğince güvenli ve etkin şekilde hedefe yönlendirilmesidir. In-plane yapılabilirse iğnenin tamamen görünür olması avantajlıdır; out-of-plane gerekiyorsa da dikkatli bir şekilde aşamalı ilerleme ve sık aspirasyon ile güvenlik sağlanmalıdır. Sonuç olarak, ultrason probunun optimal düzlemde yerleştirilmesi (siniri net görmek için) ve iğne giriş tekniğinin doğru seçilmesi, bloğun hem başarısını hem güvenliğini etkileyen kritik faktörlerdir.

Blok Başarısını Artırma Yolları

Ultrason rehberliğinde bile bir sinir bloğunun etkin olması, cihazın doğru kullanımı ve uygulayıcının becerisine bağlıdır. Blok başarısını maksimize etmek için önerilen belli başlı stratejiler şunlardır:

- Detaylı anatomi ve sonoanatomi bilgisi: Ultrason cihazını iyi kullanmanın yanı sıra uygulayıcı, hedef sinirin ve çevre yapıların anatomik yerleşimini çok iyi bilmelidir. İki boyutlu ultrasonda gördüğü kesit görüntüleri, üç boyutlu anatomik yapılarla eşleştirebilmelidir. Bu amaçla taze kadavra diseksiyonları, anatomik atlaslar ve ultrason görüntülerini karşılaştırarak çalışmak, asistan eğitiminde önemli yer tutar (Gürkan, 2015). Ayrıca her blok öncesi yapılacak pre-scan (ön tarama) ile bölgede sinirin seyri ve çevresindeki damar, plevra, periton gibi risk oluşturabilecek yapılar önceden saptanmalıdır (Orebaugh & Kirkham, 2025).
- Uygun probe ve cihaz ayarları: Her blok bölgesi için en uygun prob ve makine ayarları seçilmelidir. Yüzeysel sinirler için yüksek frekanslı lineer prob, derin planlar için düşük frekanslı kavisli prob kullanmak başarıyı artırır (Mirza &

Brown, 2011). Cihazın derinlik, odak noktası ve kazanç (gain) ayarları optimize edilmelidir. Gerekirse doku harmonik modu veya kontrast ayarları ile sinir-doku kontrastı iyileştirilir. Ayrıca renkli Doppler kullanarak yakında arter veya ven olup olmadığı kontrol edilmelidir; kısa ekseninde bazen sinir-sinir kılıfı, küçük damarlarla karışabilir, Doppler bunları ayırt etmeye yardımcı olur (Orebaugh & Kirkham, 2025).

- Ergonomi ve iğne-prob hizalaması: Ultrason eşliğinde blok yaparken vücut pozisyonu, ellerin kullanımı ve gözlerin ekrana-prob alanına hızlı kaydırılabilmesi önemlidir. İğneyi in-plane takip etmek için göz-elde-prob eksenini aynı düzlemde olmalıdır (Speer et al., 2013). Operatör, probu tutan eli ve iğneyi yönlendiren eliyle aynı düzlemde ekrana bakacak şekilde kendini konumlandırır, iğnenin düzleminden sapma ihtimali azalır. Ayrıca yatağın yüksekliği ve makinenin konumu, uygulayıcının rahatça hem alana hem ekrana bakabileceği şekilde ayarlanmalıdır. Bu ergonomik düzenlemeler, özellikle öğrenme sürecindeki asistanlarda blok uygulama süresini kısaltmakta ve hedefi bulma başarısını artırmaktadır (Speer et al., 2013).
- PART manevraları ile görüntü optimizasyonu: İyi bir sinir görüntüsü elde etmek için kullanılan basit bir rehber, İngilizce kısaltmasıyla PART (Pressure-Alignment-Rotation-Tilt) tekniğidir. Prob cilde yeterli basınç (Pressure) uygulayarak sinire olan mesafeyi minimize etmeli ve fazla hava boşluklarını ortadan kaldırmalıdır. Prob, sinirin tam üzerinde olacak şekilde doğru hizalanmalı (Alignment) ve gerektiğinde sinirin uzun eksenini boyunca probun açısı ayarlanarak optimal kesit yakalanmalıdır. Küçük rotasyon hareketleriyle sinir en iyi çapta görünecek şekilde prob döndürülür ve ardından görüntü parlaklığını arttırmak için

prob hafifçe eğilerek (tilt) ultrason demetinin sinire dik gelmesi sağlanır (Orebaugh & Kirkham, 2025). Bu manevralar sinirin kenar-eko gölgelerini azaltarak daha belirgin görünmesini sağlar.

- İğne görünürlüğünü artırma teknikleri: In-plane teknikte dahi iğnenin tamamını sürekli görmek zor olabilir. Bunu kolaylaştırmak için iğne giriş açısını mümkün olduğunca yatay (ciltle dar açı yapacak) şekilde ayarlamak gerekir, böylece ultrason dalgaları iğneye dik yakın gelir ve güçlü bir eko geri döner (Chin et al., 2008). İğneyi ciltte probun biraz uzağından girerek daha uzun bir yol kat etmesini sağlamak, açığı sığlaştıracığından görünürlüğü arttıran bir taktiktir. Ayrıca iğnenin giriş tarafının zıt kenarından proba hafifçe bastırmak (heeling) prob yüzeyini iğneyle daha paralel hale getirerek görüntüyü iyileştirir (Orebaugh & Kirkham, 2025). Teknolojik olarak da ekojenik iğneler kullanmak önemli bir çözümdür: Bu iğnelerin şaftı üzerindeki özel çentik/kaplamalar, ultrason dalgasını daha fazla saçılmaya uğratıp iğneyi daha parlak gösterir (Hebard & Hocking, 2011). Yapılan karşılaştırmalarda ekojenik iğnelerin standart iğnelere kıyasla çeşitli açılarda belirgin şekilde daha iyi görüldüğü gösterilmiştir (Fuzier et al., 2015). Son olarak, ultrason cihazlarında varsa iğne algılama modları etkinleştirilmelidir; bu modlar belirli açılardaki doğrusal yansımaları vurgulayarak iğne görünürlüğünü artırır.
- Lokal anestezi uygulama stratejileri: Blok başarısını artırmanın bir diğer yolu, lokal anestezi ilacın hedef sinir etrafına uygun şekilde dağılımını sağlamaktır. Ultrason eşliğinde, ilacın yayılımını anlık izleyebilme olanağı vardır; bu sayede tek bir noktaya enjekte edip kalmaktan ziyade, iğne ucunu gerektiğinde farklı pozisyonlara kaydırarak sinirin etrafını dolaşan bir dağılım elde edilebilir. Örneğin

büyük bir sinir pleksusunda (brakiyal pleksus gibi) ultrason altında birden fazla noktaya fraksiyone enjeksiyon yapmak, tek noktadan yüksek hacim vermekten daha iyi bir blok kalitesi sağlayabilir (Marhofer et al., 1997). Benzer şekilde, sinirin çevresindeki fasyal bölmelere ilaç ilerlemezse iğne ucu hafifçe konum değiştirilerek tam bir çevreleme (circumferential yayılım) hedeflenir. Bu yaklaşım blok başarısını ve hızını artırırken kullanılan toplam lokal anestezik dozunu da azaltabilir. Nitekim ultrason kılavuzluğu ile, bir blok için gereken anestezik miktarının azaldığı ve aynı etkinin daha düşük dozla sağlanabildiği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Lewis et al., 2015; Mirza & Brown, 2011). İlacın yayılımını iyi görmenin bir getirisi de bloğun başarısız olma ihtimalini erkenden fark edebilme avantajıdır. Eğer enjeksiyon sırasında hedef sinir etrafında beklenen yayılım görülmezse, uygulayıcı ilave girişim yapmadan durumu düzeltme şansına sahiptir.

- Deneyim ve eğitim: Son olarak, blok başarısını artırmanın en önemli yollarından biri sürekli pratik yaparak deneyimi arttırmaktır. Ultrason eşliğinde rejyonal anestezi, öğrenme eğrisi içeren bir beceridir. İlk başlarda acemilik nedeniyle iğneyi görüntüde tutmak, anatomik yapıları tanımak zaman alabilir. Ancak düzenli uygulama ve hedeflenmiş eğitim ile başarı oranları belirgin biçimde yükselir (Orebaugh et al., 2009). Asistan eğitiminde simülatörler, sanal eğitim modülleri ve deneyimli mentor gözetiminde seri uygulamalar önerilmektedir (Adhikary et al., 2013). Uzmanlar için dahi, yeni blok tekniklerinde veya yeni cihazlarda eğitim programlarına katılım, performansı artırmaktadır. Birçok uluslararası ve ulusal anestezi derneği, ultrasonlu rejyonel blok kursları düzenleyerek standart bir eğitim sağlama çabasıdadır (Sites et al., 2009). Neticede,

ileri teknoloji ne kadar gelişmiş olursa olsun, etkin ve güvenli bir blok uygulaması için insan faktörünün - yani beceri, bilgi ve deneyimin - belirleyici olduğu unutulmamalıdır.

Güvenlik: Lokal Anestezik Toksisitesini Önleme

Lokal Anestezik Sistemik Toksisitesi (LAST), rejyonel anestezi uygulamalarının en ciddi komplikasyonlarından biridir. Lokal anesteziklerin yüksek dozda sistemik dolaşıma karışması veya yanlışlıkla intravasküler enjeksiyonu sonucu ortaya çıkar ve merkezi sinir sistemi ile kardiyovasküler sistemde ciddi reaksiyonlara yol açabilir. Klinik olarak ağızda metalik tat, uyuşukluk, kulak çınlaması, bilinç değişikliği, konvülsiyon ve ilerlerse kardiyak aritmi, hipotansiyon, kardiyak arrest gibi tablolar görülebilir. Ultrason rehberliğinde blok uygulaması, LAST riskini azaltmada önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. Gerçekten de geniş bir veri tabanından elde edilen sonuçlar, ultrason kullanımının LAST insidansını anlamlı ölçüde düşürdüğünü göstermiştir. Örneğin Avustralya-Yeni Zelanda rejyonel anestezi kayıt sisteminden 25 bini aşkın blok verisinin analizinde, ultrason eşliğinde yapılan bloklarda LAST insidansı, diğer tekniklere göre belirgin olarak daha düşük bulunmuştur (Barrington et al., 2013). Bu çalışmada tüm bloklar içinde LAST gelişme oranı binde 0.87 olarak raporlanırken, ultrason kullanımı bağımsız bir şekilde riski azaltan faktör olarak saptanmıştır (Barrington et al., 2013). 2018 yılında Amerikan Rejyonel Anestezi Derneği (ASRA) tarafından yayınlanan güncel kılavuz da, ultrason rehberliğinin özellikle intravasküler enjeksiyon riskini azalttığı için LAST'tan korunmada önerilen bir yöntem olduğunu vurgulamıştır (Neal et al., 2018).

Ultrason kullanımı, damarın doğrudan görüntülenmesine ve iğnenin damardan uzak bir rotadan ilerletilmesine imkân tanıyarak intravasküler enjeksiyon olasılığını azaltır. Klasik kör tekniklerde yakındaki damar varlığı palpasyon veya tahmine dayalı olduğundan,

istenmeden damar ponksiyonu %5–10 gibi oranlarda bildirilebilirken, ultrasonla bu oran %1–2 düzeylerine düşmüştür (Lewis et al., 2015). Bu da hem hematoma/kanama riskini hem de LAST riskini düşürür. Ancak ultrason altında da LAST tamamen ortadan kalkmamıştır; özellikle yüksek doz lokal anestezi kullanıldığında veya geniş alana birden fazla blok yapıldığında, sistemik emilimle toksisite gelişebilir (Neal et al., 2018). Bu nedenle hasta güvenliği için, ultrason rehberliğine ek olarak aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

- **Doğru doz ve konsantrasyon hesaplaması:** Hastanın kilosuna, blok bölgesine ve kullanılan lokal anestezi ajanına göre güvenli dozlar hesaplanmalıdır. Mümkün olan en düşük konsantrasyon ve hacimle yeterli blok elde edilmeye çalışılmalıdır. Ultrason kılavuzluğu sayesinde daha düşük hacimlerle başarı sağlanabileceği akılda tutulmalıdır (Lewis et al., 2015).
- **Fraksiyone enjeksiyon tekniği:** Tüm lokal anestezi dozu tek seferde hızlıca vermek yerine, bölünmüş dozlar halinde ve aralıklı aspirasyon yaparak enjeksiyon önerilir. Örneğin 5 ml’lik bölümler halinde enjekte edip her bölüm öncesi ve sonrası kan aspirasyonu kontrol etmek, damar içi gidişi erkenden fark etmeyi sağlar. Yavaş ve bölerek enjeksiyon yapmak, aynı zamanda sistemik emilim hızını düşürerek olası toksisiteyi azaltır (Neal et al., 2018).
- **İğne ucu konumunun sürekli takibi:** Ultrason ekranında iğnenin ucu sinir etrafında uygun bir konumda tutulmalı, damar girişine yaklaştığı görülürse hemen yön değiştirilmelidir. Out-of-plane yaklaşımda dahi doppler ile ya da küçük serum enjektisiyle ucu teyit ederek damara mesafe korunmalıdır.

- **Basınç izleme:** Enjeksiyon sırasında aşırı yüksek basınç hissedilmesi, iğne ucunun intrafasiküler (sinir içi) olabileceğini gösterir (Hadzic et al., 2004). Bu durum hem sinir hasarı hem de ani sistemik emilim riski taşır. Ultrason altında iğne ucu sinirin içinde görünmese bile, enjektördeki direnç takip edilmeli; eğer anormal bir direnç varsa enjeksiyon durdurulmalıdır. İmkân varsa açılanmış enjektörlü basınç ölçer cihazlar kullanılarak <15 psi basınç hedeflenebilir.
- **Hasta takibi ve hazırlık:** Blok sonrası hasta bir süre yakından takip edilmeli, özellikle ilk 30 dakikada olası sistemik toksisite belirtileri açısından gözlem yapılmalıdır. Monitorizasyon (EKG, SpO2, kan basıncı) blok işlemi sırasında ve sonrasında bir süre devam etmelidir. Her rejyonal blok uygulamasında acil müdahale için intralipid (20% lipid emülsiyon) hazır bulundurulması artık bir standarttır (Neal et al., 2018). Eğer LAST belirtileri gelişirse hemen lipid tedavisi protokolüne göre IV infüzyon başlamak hayat kurtarıcı olabilir. Bu nedenle blok öncesi tüm ekip olası bir LAST durumunda yapılacaklar konusunda hazırlıklı olmalıdır.

Sonuç olarak, ultrason rehberliğinde rejyonal anestezi, blokların etkinliğini artırırken komplikasyon risklerini azaltan devrim niteliğinde bir gelişmedir. Yüksek çözünürlüklü ultrason teknolojisi sayesinde sınırlar ve iğne hareketi net olarak izlenebilmekte; uygun in-plane/out-of-plane teknikleriyle lokal anestezik istenilen noktaya güvenle ulaştırılabilmektedir. Bu sayede daha yüksek başarı oranları, daha hızlı blok başlangıcı, daha düşük doz ilaç kullanımı ve daha az vasküler komplikasyon elde edilmiştir (Lewis et al., 2015; Barrington et al., 2013). Ayrıca ultrason, LAST gibi potansiyel ölümcül bir komplikasyonun görülme sıklığını da azaltmaktadır (Barrington et al., 2013; Neal et al., 2018). Ancak,

ultrason kullanımının sağladığı avantajların tam anlamıyla realize edilebilmesi için kullanıcıların cihaz hakimiyeti, anatomi bilgisi ve deneyimi yüksek olmalıdır. Uygun eğitim almış ve prensiplere dikkat eden anesteziyologlar için ultrason eşliğinde rejyonal anestezi hem hastanın güvenliği hem de blok başarısı açısından günümüzün en iyi uygulama standardı haline gelmiştir (Gürkan, 2015).

Kaynakça/References

Adhikary, S. D., Hadzic, A., & McQuillan, P. M. (2013). Simulator for teaching hand-eye coordination during ultrasound-guided regional anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, 111(5), 844–845. <https://doi.org/10.1093/bja/aet364>

Barrington, M. J., & Kluger, R. (2013). Ultrasound guidance reduces the risk of local anesthetic systemic toxicity following peripheral nerve blockade. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 38(4), 289–299. <https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e318292669b>

Chin, K. J., Perlas, A., Chan, V. W., & Brull, R. (2008). Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 33(6), 532–544. <https://doi.org/10.1016/j.rapm.2008.06.002>

Fuzier, R., Casalprim, J., Bataille, B., Harper, I., & Magues, J. P. (2015). The echogenicity of nerve blockade needles. *Anaesthesia*, 70(4), 462–466. <https://doi.org/10.1111/anae.12977>

Gürkan, Y. (2015). Rejyonel Anestezi Uygulamalarında Ultrasonografi Kullanımı. *Türkiye Klinikleri Journal of Anesthesiology and Reanimation-Special Topics*. 2015;8(3):15-9.

Hadzic, A., Dilberovic, F., Shah, S., Kulenovic, A., Kapur, E., Zaciragic, A., Cosovic, E., Vuckovic, I., Divanovic, K. A., Mornjakovic, Z., Thys, D. M., & Santos, A. C. (2004). Combination of intraneural injection and high injection pressure leads to fascicular injury and neurologic deficits in dogs. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 29(5), 417–423. <https://doi.org/10.1016/j.rapm.2004.06.002>

Hebard, S., & Hocking, G. (2011). Echogenic technology can improve needle visibility during ultrasound-guided regional anesthesia. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 36(2), 185–189. <https://doi.org/10.1097/aap.0b013e31820d4349>

Lewis, S. R., Price, A., Walker, K. J., McGrattan, K., & Smith, A. F. (2015). Ultrasound guidance for upper and lower limb blocks. The Cochrane database of systematic reviews, 2015(9), CD006459. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006459.pub3>

Marhofer, P., Schrögendorfer, K., Koinig, H., Kapral, S., Weinstabl, C., & Mayer, N. (1997). Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks. *Anesthesia and Analgesia*, 85(4), 854–857. <https://doi.org/10.1097/00000539-199710000-00026>

Mirza, F., & Brown, A. R. (2011). Ultrasound-guided regional anesthesia for procedures of the upper extremity. *Anesthesiology Research and Practice*, 2011, 579824. <https://doi.org/10.1155/2011/579824>

Neal, J. M., Barrington, M. J., Fettiplace, M. R., Gitman, M., Memtsoudis, S. G., Mörwald, E. E., Rubin, D. S., & Weinberg, G. (2018). The Third American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Practice Advisory on Local Anesthetic Systemic Toxicity: Executive Summary 2017. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 43(2), 113–123. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000720>

Orebaugh, S. L., & Kirkham, K. R. (2025). Introduction to Ultrasound-Guided Regional Anesthesia. Erişim: https://www.nysora.com/topics/equipment/introduction-ultrasound-guided-regional-anesthesia/#toc_INTRODUCTION (erişim tarihi: 31 Temmuz 2025).

Orebaugh, S. L., Williams, B. A., Kentor, M. L., Bolland, M. A., Mosier, S. K., & Nowak, T. P. (2009). Interscalene block using ultrasound guidance: impact of experience on resident performance. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 53(10), 1268–1274. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2009.02048.x>

Schwenk, E. S., Gandhi, K., Baratta, J. L., Torjman, M., Epstein, R. H., Chung, J., Vaghari, B. A., Beausang, D., Bojaxhi, E., & Grady, B. (2015). Ultrasound-Guided Out-of-Plane vs. In-Plane Interscalene Catheters: A Randomized, Prospective Study. *Anesthesiology and Pain Medicine*, 5(6), e31111. <https://doi.org/10.5812/aapm.31111>

Sites, B. D., Chan, V. W., Neal, J. M., Weller, R., Grau, T., Koscielniak-Nielsen, Z. J., Ivani, G., American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, & European Society Of Regional Anaesthesia and Pain Therapy Joint Committee (2009). The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine and the European Society Of Regional Anaesthesia and Pain Therapy Joint Committee recommendations for education and training in ultrasound-guided regional anesthesia. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 34(1), 40–46. <https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3181926779>

Speer, M., McLennan, N., & Nixon, C. (2013). Novice learner in-plane ultrasound imaging: which visualization technique?. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 38(4), 350–352. <https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3182926d6b>

Wong, S. W., Niazi, A. U., Chin, K. J., & Chan, V. W. (2013). Real-time ultrasound-guided spinal anesthesia using the SonixGPS® needle tracking system: a case report. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 60(1), 50–53. <https://doi.org/10.1007/s12630-012-9809-2>

YAPAY ZEKÂ VE ANESTEZİ

GÖKHAN GÜNBAY⁵

Giriş

Yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenimi teknolojileri son yıllarda tıp alanında çığır açan gelişmelere imza atmıştır. Anesteziyoloji de bu gelişmelerden payını alan bir disiplin olarak dikkat çekmektedir (Yıldırım Güçlü, 2022). Modern anestezi pratiği, anestezi uzmanlarının her bir hasta için çok sayıda veriyi eş zamanlı değerlendirmesini gerektirir. Bu verilerin büyük bölümü dijital ortamda toplanabilmekte ve analiz edilebilmektedir. YZ algoritmaları, bu büyük veri setlerini hızlıca işleyerek klinisyenlere karar destek araçları sunabilir ve anestezi bakımını daha güvenli, kişiye özgü hale getirebilir (Cao ve ark., 2025). Anestezinin preoperatif değerlendirmesinden intraoperatif yönetimine ve hatta postoperatif izlemine kadar pek çok aşamada YZ tabanlı uygulamalar potansiyel faydalar sağlamaktadır (Cascella ve ark., 2023). Aşağıda yapay zekânın anesteziyolojide dört ana uygulama alanı ele alınmıştır: preoperatif risk değerlendirmesi, cerrahi sırasında hemodinamik değişikliklerin öngörülmesi, otonom

⁵ Uzm. Dr. Edirne Sultan I. Murat Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Orcid: 0000-0001-5629-5424

anestezi cihazları ve bu teknolojilerin ortaya çıkardığı etik-yasal sorunlar.

Preoperatif Risk Değerlendirmesinde Yapay Zekâ

Cerrahi girişim öncesi dönemde hastaların risk profilinin doğru şekilde belirlenmesi, uygun anestezi planlaması ve perioperatif önlemlerin alınması açısından kritik öneme sahiptir. Geleneksel olarak Amerikan Anestezistler Derneği fiziksel durum skalası (ASA sınıflaması) gibi yöntemler kullanılmakla birlikte bu tip sınıflamalar subjektif olabilmekte ve hastanın tüm özelliklerini yansıtmayabilmektedir. Yapay zekâ ve özellikle makine öğrenimi teknikleri, preoperatif verilerden yararlanarak ameliyat sonrası komplikasyon risklerini daha hassas bir şekilde öngörebilmektedir (Cao ve ark., 2025).

Örneğin, elektronik sağlık kayıtlarından ve anestezi bilgi yönetim sistemlerinden toplanan verilerle eğitilen modeller, hastaların postoperatif mortalite, akut böbrek hasarı veya yoğun bakım ihtiyacı gibi sonuçlarını yüksek doğrulukla tahmin edebilmektedir (Cao ve ark., 2025; Cascella ve ark., 2023).

Nitekim Bishara ve arkadaşlarının geliştirdiği “Opal” adlı platform, 29.004 cerrahi hastanın preoperatif verilerini kullanarak postoperatif akut böbrek hasarı riskini %85’e varan doğrulukla (eğri altında kalan alan, $AUC = 0.85$) öngörebilmiştir (Cao ve ark., 2025). Benzer şekilde, Zapf ve arkadaşları tarafından preoperatif dönemde hangi hastaların kan transfüzyonuna ihtiyaç duyacağını öngörmeye yönelik bir makine öğrenimi modeli geliştirilmiş; bu model, dengesiz veri problemine karşı SMOTE gibi tekniklerle desteklenerek transfüzyon ihtiyacı öngörüsünde yüksek duyarlılık ve özgüllük sağlamıştır (Cao ve ark., 2025).

Bu tür yapay zekâ destekli risk sınıflandırmaları sayesinde, yüksek riskli hastalar cerrahi öncesinde daha iyi belirlenebilir ve anestezi ekibi tarafından uygun önleyici stratejiler planlanabilir

(Keleş, 2022). Örneğin, olası bir postoperatif komplikasyon riski yüksek olan hastada ameliyat öncesi kardiyak değerlendirmelerin derinleştirilmesi veya ameliyat sonrası yoğun bakım takibinin ayarlanması mümkün olabilecektir. Ayrıca makine öğrenimi algoritmaları, hastaların mevcut verilerine dayanarak ASA skorlamasını otomatikleştirme potansiyeline de sahiptir; bu sayede risk değerlendirmesinde insani değişkenlik ve yanlılıkların azaltılması hedeflenmektedir (Yıldırım Güçlü, 2022). Sonuç olarak, preoperatif dönemde YZ kullanımı, her hasta için bireyselleştirilmiş risk tahmini yaparak anestezi yönetiminin planlanmasında daha bilimsel ve veriye dayalı bir yaklaşım sunmaktadır.

Cerrahi Sırasında Hemodinamik Değişikliklerin Öngörülmesi

Anestezi altında cerrahi sırasında hastanın yaşamsal bulgularındaki ani değişiklikler ciddi komplikasyonlara yol açabileceğinden, hemodinamik parametrelerin yakından izlenmesi ve öngörülemeyen dalgalanmaların önlenmesi hayati önemdedir. Yapay zekâ uygulamaları, gerçek zamanlı fizyolojik sinyal verilerini analiz ederek olumsuz hemodinamik olayları henüz meydana gelmeden önce tahmin etme olanağı sağlamaktadır (Cao ve ark., 2025). Özellikle intraoperatif hipotansiyon (ameliyat sırasında kan basıncının tehlikeli düzeyde düşmesi), böbrek hasarı ve miyokard enfarktüsü gibi kötü sonuçlarla ilişkili olduğundan, bu durumun erken tespiti ve önlenmesi kritiktir (Wijnberge ve ark., 2020). YZ tabanlı erken uyarı sistemleri, invaziv arteriyel basınç dalga formu gibi yüksek çözünürlüklü verileri kullanarak, hipotansif bir episode dakikalar öncesinden öngörebilmektedir.

Nitekim, Wijnberge ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, makine öğrenimi ile çalışan bir erken uyarı sisteminin kullanılması standart bakıma kıyasla hastalarda intraoperatif hipotansiyon süresini belirgin biçimde azalttığı gösterilmiştir (Wijnberge ve ark., 2020). Bu prospektif çalışmada, yapay zekâ

destekli uyarı sistemi ortalama arter basıncının <65 mmHg olacağı durumları önceden tahmin edip anestezi ekibini uyarmış; bunun sonucunda kontrol grubuna göre hastaların düşük kan basıncı altında geçen süreleri anlamlı oranda kısalmıştır (Wijnberge ve ark., 2020). Bu bulgu, YZ tabanlı tahmin ve uyarı sistemlerinin cerrahi sırasında hemodinamik kararlılığı korumada klinik olarak faydalı olabileceğine işaret etmektedir.

Hipotansiyon dışında da yapay zekânın farklı intraoperatif komplikasyonları öngörmek için kullanılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, derin öğrenme modelleri EKG, kan basıncı, oksijen satürasyonu gibi sürekli izlenen yaşamsal bulgulardaki karmaşık paternleri tespit ederek aritmi, kanama veya hipoksi gibi durumların gelişimini erkenden haber verebilir (Casella ve ark., 2023). Bu sayede anestezi uzmanı daha problem ortaya çıkmadan gerekli müdahaleleri yapma imkânına sahip olacaktır. Ayrıca yapay zekâ, intraoperatif dönemde toplanan verileri preoperatif risk faktörleriyle birleştirerek akut böbrek hasarı gibi bazı komplikasyonların ortaya çıkma olasılığını henüz ameliyat devam ederken dinamik olarak hesaplayabilen modeller geliştirilmesine de olanak tanımaktadır (Cao ve ark., 2025). Tüm bu gelişmeler, anestezi yönetiminde reaktif bir yaklaşımdan proaktif bir yaklaşıma geçişi desteklemektedir. İlerleyen dönemlerde, yapay zekâ destekli monitör ve cihazların, örneğin otomatik kan basıncı takip sistemleri ile entegre olarak, anestezi ekibine gerçek zamanlı karar desteği sunması beklenmektedir (Keleş, 2022).

Otonom Anestezi Cihazları

Yapay zekânın anesteziyolojide bir diğer çarpıcı uygulama alanı, “akıllı” veya otonom anestezi cihazlarının geliştirilmesidir. Bu kapsamda, kapalı-döngü (closed-loop) anestezi sistemleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Yıldırım Güçlü, 2022). Kapalı-döngü anestezi uygulaması, bir kontrol algoritmasının hastadan

aldığı geri bildirimlere dayanarak ilaç dozlarını otomatik olarak ayarlaması esasına dayanır. Günümüzde bu sistemlerin prototipleri özellikle intravenöz anestezi uygulamalarında karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, “McSleepy” adı verilen intravenöz anestezi robotu, hastanın hipnoz derinliğini, analjezi düzeyini ve nöromüsküler blokaj derecesini sürekli izleyip buna göre propofol, opioid ve kas gevşetici infüzyonlarını otomatik olarak idare edecek şekilde tasarlanmıştır (Cascella ve ark., 2023).

Bu tür bir farmakolojik robot, farklı vital parametreleri eş zamanlı analiz ederek her bir hastanın bireysel ihtiyaçlarına göre uygun anestezi derinliğini sağlamaya çalışır. Kapalı döngü sistemlerin ilk örnekleri, 1990’lı yıllarda kan basıncı veya kalp hızı gibi tek bir parametreyi hedef alarak anestezi ajan infüzyon hızını ayarlayan basit kontrollere dayanıyordu (Yıldırım Güçlü, 2022). Zamanla anestezi derinliğini objektif ölçmede BIS gibi indekslerin klinikte yer bulmasıyla, bu indeksleri hedefleyen ve bulanık mantık veya pekiştirmeli öğrenme algoritmaları kullanan daha sofistike kontrol sistemleri geliştirilmiştir (Yıldırım Güçlü, 2022). Örneğin, pekiştirmeli öğrenme yaklaşımlarıyla tasarlanan algoritmalar, ilaç farmakokinetik ve farmakodinamik modellerini de göz önüne alarak, karmaşık gecikme ve değişkenlik koşullarında bile (örneğin ilacın etki gecikmesi veya BIS değerlerindeki oynaklık durumlarında) hedef anestezi düzeyini koruyabilmektedir (Cao ve ark., 2025). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada da yoğun bakımdaki kritik hastalarda deliryumu önlemek amacıyla pekiştirmeli öğrenme algoritmaları kullanılarak hastaya özelleştirilmiş dexmedetomidin infüzyonlarını optimize eden bir model geliştirilmiştir (Lee ve ark., 2024). Benzer şekilde, makine öğrenimi tabanlı kapalı döngü sistemler nöromüsküler blokörlerin idamesini de otonom hale getirmek üzere denenmiş; bu sistemlerin, gerçek zamanlı kas gevşetme monitörizasyonu verilerine dayanarak gerektiğinde ek doz uygulayabildiği gösterilmiştir (Yıldırım Güçlü, 2022).

Tam anlamıyla otonom bir anestezi cihazının, hipnoz, analjezi ve kas gevşemesini birlikte yönetmesinin yanı sıra hastanın hemodinamik stabilitesini de gözetmesi beklenir (Cascella ve ark., 2023). Bu hedefe ulaşmada halen kat edilmesi gereken mesafe olsa da yapılan çalışmalar anestezi uygulamasının birçok yönünün otomasyona uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, yakın gelecekte otonom sistemler hastanın kan basıncını veya kalp debisini algılayıp vazopressör veya sıvı infüzyonlarını da otomatik olarak ayarlayabilir hale gelebilir. Otonom anestezi cihazları alanındaki bir diğer gelişme de robotik sistemlerin kullanımıdır. Mekanik robotlar anestezi alanında henüz sınırlı ölçüde tecrübe edilmiş olsa da örneğin cerrahi robotik sistemler kullanılarak otomatize entübasyon girişimleri veya ultrason eşliğinde sinir bloğu uygulamaları üzerine raporlar bulunmaktadır (Cascella ve ark., 2023). Da Vinci robotunun entübasyon için uyarlanması ya da Magellan robotunun periferik sinir bloğu yapması gibi konsept çalışmalar, teknik olarak mümkün olmakla birlikte bu robotların insan elinin becerikliliğine henüz erişemediği bildirilmektedir (Cascella ve ark., 2023).

Sonuç olarak, yapay zekâ entegrasyonu ile geliştirilen anestezi cihazları, anesteziğin iş yükünü azaltarak ve insan hatasını en aza indirerek daha güvenli bir anestezi yönetimi vadetmektedir. Bununla birlikte, klinik uygulamada tamamen otonom bir anestezi için, bu sistemlerin geniş kapsamlı doğrulama çalışmalarından geçmesi ve klinisyenlerin gözetimi altında çalışacak şekilde tasarlanması gerekecektir.

Etik ve Yasal Sorunlar

Anesteziyoloji alanında yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması, teknik avantajların yanı sıra çeşitli etik ve hukuki soru işaretlerini de beraberinde getirmektedir. Öncelikle, yapay zekâ algoritmalarının karar süreçleri genellikle bir “kara kutu” şeklinde değerlendirilmektedir; yani algoritmanın belirli bir öneriyi neden

yaptığını tam olarak açıklamak güç olabilir (Keleş, 2022). Bu durum hem klinisyenlerin hem de hastaların YZ tabanlı kararlara güvenmesini zorlaştıran bir etmendir. Güven inşa edebilmek için, geliştirilen modellerin mümkün olduğunca şeffaf ve açıklanabilir olması gereklidir (Cascella ve ark., 2023). Son yıllarda bu amaçla SHAP değerleri, karar ağaçları veya kural tabanlı sistemler gibi açıklanabilir yapay zekâ yaklaşımları üzerinde durulmakta ve bir modelin hangi faktörlere dayanarak sonuca vardığı gösterilmeye çalışılmaktadır (Cascella ve ark., 2023).

Bununla birlikte, yapay zekânın eğitildiği verilerde mevcut olabilecek yanlılıklar (bias) önemli bir etik sorundur. Eğer bir model, geçmiş verilerdeki sistematik hataları veya demografik dengesizlikleri öğrenirse, yeni hastalara karşı adaletsiz sonuçlar üretebilir. Örneğin yalnızca belirli bir etnik kökenden veya sosyoekonomik gruptan hastaların verileriyle eğitilmiş bir algoritma, farklı gruplardaki hastalarda performans düşüklüğü gösterebilir ve sağlık hizmetinde eşitsizlikleri pekiştirebilir (Cascella ve ark., 2023). Bu nedenle algoritmaların farklı ve geniş popülasyon verileriyle eğitilmesi, yanlılık açısından düzenli aralıklarla denetlenmesi ve gerektiğinde yeniden kalibre edilmesi şarttır (Cascella ve ark., 2023). Bir diğer önemli husus, veri gizliliği ve güvenliğidir. Anestezi uygulamalarında kullanılacak YZ sistemleri büyük miktarda hasta verisini işleyeceği için, bu verilerin depolanması ve işlenmesi sırasında hasta mahremiyetinin korunması kritik önemdedir (Keleş, 2022). Kişisel sağlık verilerinin sızdırılması veya kötüye kullanımı hem etik hem de yasal açıdan ciddi sonuçlar doğurabilir. Bu bağlamda, yapay zekâ yazılımlarının güçlü siber güvenlik önlemleri ile donatılması, verilerin anonimleştirilerek kullanılması ve yürürlükteki veri koruma yönetmeliklerine (örneğin AB Genel Veri Koruma Tüzüğü gibi) tam uyum gösterilmesi gerekmektedir (Cascella ve ark., 2023).

Yapay zekânın anestezi de kullanımında hasta onamı ve sorumluluk paylaşımı da tartışılması gereken konular arasındadır. Hastaların, kendilerinin bakımında otonom bir algoritmanın rol aldığını bilme ve buna onay verme hakkı bulunmaktadır (Keleş, 2022). Özellikle YZ sistemlerinin tavsiyeleri doğrultusunda verilecek kritik kararlar söz konusuysa, hastaların bilgilendirilmiş onam sürecinde bu teknolojinin kullanımından haberdar edilmesi etik bir gerekliliktir. Hukuki açıdan bakıldığında ise, olası bir zarar durumunda sorumluluğun kime ait olacağı belirsiz olabilir. Örneğin, bir yapay zekâ algoritmasının öngörüsü sonucu yapılan bir uygulamada hastaya zarar gelirse, bunun hukuki sorumluluğu yazılım geliştiricisine mi, cihaz üreticisine mi yoksa klinisyene mi ait olacaktır? Mevcut yasal düzenlemeler bu konuda net değildir (Keleş, 2022). Bu nedenle, birçok ülkenin sağlık otoriteleri ve hukukçuları, yapay zekâ destekli tıbbi cihaz ve yazılımların onaylanması, denetlenmesi ve sorumluluk dağılımı konusunda yeni çerçeve düzenlemeler üzerinde çalışmaktadır (Casella ve ark., 2023). Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği'nde YZ uygulamalarına ilişkin öne çıkan yasal başlıklar; güvenlik ve etkinlik kanıtları, mesleki ve ürün sorumluluğu, veri koruma ve gizlilik, siber güvenlik ve fikri mülkiyet hukuku şeklinde sıralanmaktadır (Keleş, 2022).

Son olarak, yapay zekâ teknolojilerinin anestezi eğitime ve uzmanlık pratiğine etkisi de dikkate değerdir. YZ, tekrarlayan ve algoritmik bazı görevleri devraldıkça anestezi uzmanının rolünde değişimler olabilir. Ancak genel görüş, yapay zekânın yakın gelecekte klinisyenlerin yerini almayacağı, tam tersine onların karar süreçlerini destekleyen bir araç olacağı yönündedir (Keleş, 2022). Anestezi uzmanları yine hastanın bakımının merkezinde olacak, YZ sistemlerini yorumlayan ve gerektiğinde müdahale eden konumda bulunacaktır. Bu nedenle hem asistan hekimlerin hem de deneyimli uzmanların yapay zekânın temel prensipleri ve kullanım alanları

konusunda eğitilmeleri önem arz eder (Yıldırım Güçlü, 2022). Tüm paydaşların – anestezi hekimleri, cerrahlar, hastalar, yazılım geliştiricileri ve düzenleyici otoriteler – iş birliği içinde hareket etmesi, yapay zekânın anesteziyoloji alanında etik ve güvenli bir şekilde entegrasyonu için şarttır.

Kaynakça/References

Cao, Y., Wang, Y., Liu, H., & Wu, L. (2025). Artificial intelligence revolutionizing anesthesia management: Advances and prospects in intelligent anesthesia technology. *Frontiers in Medicine*, Volume 12, <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1571725>

Cascella, M., Tracey, M. C., Petrucci, E., & Bignami, E. G. (2023). Exploring Artificial Intelligence in Anesthesia: A Primer on Ethics, and Clinical Applications. *Surgeries*, 4(2), 264-274; <https://doi.org/10.3390/surgeries4020027>

Keleş, H. (2022). Tıpta yapay zekâ uygulamaları (2022). *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 24(3):604-613, DOI: 10.24938/kutfd.1214512

Lee, H. Y., Chung, S., Hyeon, D., Yang, H. L., Lee, H. C., Ryu, H. G., & Lee, H. (2024). Reinforcement learning model for optimizing dexmedetomidine dosing to prevent delirium in critically ill patients. *NPJ digital medicine*, 7(1), 325. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01335-x>

Wijnberge, M., Geerts, B. F., Hol, L., ... & Schultz, M. J. (2020). Effect of a Machine Learning–Derived Early Warning System for Intraoperative Hypotension vs Standard Care on Depth and Duration of Intraoperative Hypotension During Elective Noncardiac Surgery: The HYPE Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2020;323(11):1052–1060. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.0592>

Yıldırım Güçlü, Ç. (2022). Yapay zekâ ve anestezi (2022). *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 75(1), 20-24. DOI: 10.4274/atfm.galenos.2022.19981

ANESTEZİDE SPESİFİK SORULARA GÜNCEL CEVAPLAR

