

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ALANINDA GÜNCEL KONULAR

Editör: Doç. Dr. Demet LAFLI TUNAY

BİDGE Yayınları

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Alanında Güncel Konular

Editör: DEMET LAFLI TUNAY

ISBN: 978-625-8995-12-1

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2026-03-25

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



ÖNSÖZ

Tıp biliminin en dinamik ve hızla evrilen disiplinlerinden biri olan Anesteziyoloji ve Reanimasyon, cerrahi güvenliğin temel taşı olmanın ötesinde, kritik hasta bakımı, ağrı yönetimi ve yaşam desteği gibi hayati alanlarda da vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir. Günümüzde teknolojinin, farmakolojinin ve klinik araştırmaların sunduğu yenilikler, bu alanda çalışan hekimlerin hem bilgi dağarcığını hem de günlük pratiğini kökten dönüştürmektedir.

Bu kitap, “Anesteziyoloji ve Reanimasyon Alanında Güncel Konular” başlığı altında, son yıllarda klinik pratiği doğrudan etkileyen önemli gelişmeleri ve tartışılan konuları bir araya getirmeyi amaçlamaktadır.

Bu eser, yalnızca teorik bilgi sunmayı değil, aynı zamanda klinik karar alma süreçlerine doğrudan katkı sağlayacak pratik ve kanıta dayalı yaklaşımları vurgulamayı hedeflemektedir. Kitapta yer alan her bölüm, deneyimli klinisyenlerin ve genç akademisyenlerin birlikte kaleme aldığı güncel literatür sentezleri ile hazırlanmış olup, hem ameliyathane hem de yoğun bakım pratiğine ışık tutması amaçlanmıştır.

Bu kitabın ortaya çıkmasında emeği geçen tüm yazarlara, hakemlere ve Bidge Yayınlarına içten teşekkürlerimi sunuyorum. Özellikle bu kolektif çalışmanın hazırlanmasında gösterdikleri özveri ve bilimsel titizlik, alanımızın gelişimine önemli bir katkı sunmuştur.

Umarım elinizdeki bu kitap, Anesteziyoloji ve Reanimasyon alanında çalışan tüm hekim ve sağlık profesyonelleri için güncel, güvenilir ve ilham verici bir başvuru kaynağı olur. Mesleki gelişim yolculuğumuzda hepimize ışık tutsun.

Saygılarımla,

Doç. Dr. DEMET LAFLI TUNAY
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

İÇİNDEKİLER

PROSEDURAL ANALJEZİ VE ANESTEZİ	1
<i>NUREFŞAN SADIKOĞLU</i>	
SİĞARA VE ELEKTRONİK SİĞARA KULLANIMINDA PERİOPERATİF ANESTEZİ YÖNETİMİ	16
<i>SELVİNAZ YÜKSEL TANRIVERDİ</i>	
DÜŞÜK AKIM ANESTEZİ	31
<i>HAZAL ÖZSAĞIROĞLU</i>	
POSTOPERATİF BULANTI KUSMA PROFLAKSİSİNDE MULTİMODAL YAKLAŞIM	45
<i>İREM AKSOY</i>	
YENİ FASYAL PLAN BLOKLARI	59
<i>MERTCAN ÇETECİ</i>	
INTEGRATED PULMONARY INDEX AND MODIFIED ALDRETE SCORE IN POSTOPERATIVE RESPIRATORY RECOVERY: IMPLICATIONS FOR POST-ANESTHESIA CARE UNIT MONITORING	71
<i>VEYSEL DİNÇ</i>	
YAŞLANMANIN FİZYOLOJİSİ VE ANESTEZİ	91
<i>NEZAHAT MERVE ATA SOYLU</i>	

Prosedürel Sedasyon ve Analjezi: Klinik Yaklaşım ve Güncel Uygulamalar

Nurefşan SADIKOĞLU¹

GİRİŞ

Prosedürel sedasyon/analjezi (PSA); hastaların ağrılı veya rahatsızlık verici girişimleri tolere edebilmesini sağlamak amacıyla sedatifler, analjezikler veya dissosiyatif ajanların kullanıldığı fakat hastanın kardiyorespiratuvar fonksiyonlarının ve hava yolu kontrolünün korunduğu tıbbi bir uygulamadır. Buna karşılık genel anesteziye hastalar uyandırılmaz durumdadır ve genellikle hava yolu müdahalesi ve ventilatuar destek gereklidir [1]. PSA, kısa süreli tanısal veya terapötik girişimlerde genel anesteziye alternatif bir yaklaşım olarak konumlandırılmaktadır.

Uygun standartlarda uygulanmış olsa dahi, PSA, tanısal veya terapötik girişimsel işlemin kendi risklerine ilave olarak morbidite ve mortalite olasılığında artışa yol açabilir. PSA'nın doğasında bulunan bu riskler dikkate alınarak, ABD'de Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO), sağlık kuruluşlarında uygulanan tüm sedasyon işlemlerinin Anestezi Bölümü tarafından izlenmesi ve değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu çerçevede anestezi uzmanlarının sedasyon hizmetlerini veya kalite güvencesini denetlemeleri gerekmemekle birlikte, söz konusu hizmetlerde danışmanlık ve destekleyici bir rol üstlenmeleri beklenmektedir [2].

Sedasyon hedeflerinin açık ve net biçimde tanımlanması, amaç ve güvenlik konularında ortaya çıkabilecek çelişkili yorumların önlenmesi açısından zorunludur. Sedasyon ve/veya analjezide kalite ve güvenliğin sağlanabilmesi için temel ön koşullar şunlardır: risklerin taranması ve uygun hasta seçimi, personelin eğitimi, sınırlı sayıda ve kısa etkili ajanların tercih edilmesi, izlem standartlarının belirlenmesi, sedasyon uygulama sürecinin yazılı olarak tanımlanması, düzenli kayıt tutulması, yeterli derlenme (recovery) olanaklarının sağlanması, sonuçların değerlendirilmesi ve kalite güvencesi süreçlerinin işletilmesi [3].

Analjezi; ağrı algısının ortadan kalktığı klinik durumdur. Amnezi, hastanın belirli olayları hatırlayamaması ile karakterize durumdur. Anestezi, farmakolojik olarak indüklenen ve bilinç kaybı ile seyreden bir durumdur; eşlik eden analjezi sayesinde ağrılı tanısal ve/veya cerrahi girişimlerin gerçekleştirilmesine imkân tanır. Bu tabloda yaşamsal koruyucu reflekslerin tümü ya da büyük bölümü baskılanır veya kaybolur. Dolayısıyla, hastanın güvenliğinin ve yeterli klinik sonucun sağlanabilmesi için yaşamsal fonksiyonların desteklenmesi uzmanlık düzeyinde tıbbi bilgi ve deneyim gerektirir [4].

Sedasyon düzeylerini tanımlamak ve değerlendirmek için geçerliliği kanıtlanmış çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Beş basamaklı Ramsay Sedasyon Skalası'nın modifiye edilmiş bir versiyonu [3] aşağıda yer almaktadır; bu skalada Düzey 5, genel anesteziye eşdeğer kabul edilmektedir:

1. Uzm Dr, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon ABD,
ORCID ID: 0009-0008-3898-9375

Düzey 1: Tamamen uyanık.

Düzey 2: Uykulu

Düzey 3: Uykuda, sesli uyaran ile uyandırılabilir.

Düzey 4: Uykuda, fakat standardize fiziksel uyaranlara (örneğin glabellar perküsyon) yanıt verir.

Düzey 5: Uykuda ve güçlü fiziksel uyaranlara uyandırılmayan (komatöz)

Sedasyon düzeyi 4 ve 5 ile ilişkili ciddi riskler göz önünde bulundurulduğunda, bu düzeydeki sedasyon uygulamaları yalnızca anestezi uzmanları tarafından yürütülmelidir.

PSA uygulamalarının yapıldığı alanlardaki, anestezi için optimize edilmemiş ortam, ekipmanlara sınırlı erişim, elektromanyetik girişimler, iletişim kısıtlılığı ve deneyimsiz personel gibi faktörler nedeniyle çeşitli güçlükler yaşanabilmektedir. Buna karşın, kılavuzlarında tanımlanan temel standartlara uyulması, hasta ve anestezi uzmanının güvenliğini artırarak girişim başarısını yükseltmekte ve komplikasyonları azaltmaktadır [5].

HASTA SEÇİMİ

Sedasyon ve/veya analjezi uygulanması talep edilen hastalarda, sedasyon kararı verilmeden önce olası tıbbi risklerin sistematik biçimde değerlendirilmesi gereklidir.

1. Ciddi kardiyovasküler hastalığı olan hastalar

Kardiyovasküler hastalığı bulunan hastalar, dikkatle değerlendirilip optimize edilmelidir. Acil girişimlerde (örneğin kanama nedeniyle yapılan gastroskopi) bu değerlendirme sınırlı kalabilir ancak diğer tüm durumlarda; hastanın medikal öyküsünün ve komorbiditelerin ayrıntılı değerlendirilmesi, fiziksel muayene yapılması (kan basıncı ölçümü ve pulmoner oskültasyon dâhil), kan tetkikleri ve elektrokardiyografi (EKG)'nin değerlendirilmesi gerekmektedir [2].

PSA'nın optimal olmayan koşullarda uygulanması, özellikle girişimin aciliyeti nedeniyle, kardiyak hastalarda miyokardiyal iskemi ile sonuçlanabilecek stres yanıtını tetikleyebilir [6].

Non-kardiyak girişimler sırasında PSA uygulanacak hastalarda kardiyak olay riskini öngörmeye yönelik preoperatif kardiyak risk değerlendirme modelleri, bireysel risklerin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Yeni geliştirilen "Myokardiyal İnfarkt yada Kardiyak Arrest" (MICA) risk hesaplayıcısı, şu anda en yaygın kullanılan araç olan "Gözden Geçirilmiş Kardiyak Risk Endeksi" (RCRI) ile karşılaştırıldığında çok daha yüksek bir doğruluk oranına sahiptir. "Amerikan Anesteziyologlar Derneği (ASA) sınıfı, bağımlı fonksiyonel durum, ileri yaş, yüksek serum kreatinin düzeyi (>1,5 mg/dL) ve cerrahinin tipi" cerrahi sonrası kardiyak risk ile ilişkili bulunan başlıca faktörlerdir. [7].

Orta-ağır derecede hipotansiyonu (sistolik kan basıncı < 90 mmHg) veya belirgin kardiyak disfonksiyonu bulunan hastalarda PSA anesteziyoloji uzmanı tarafından uygulanmalıdır [8].

2. Obstrüktif Uyku Apnesi (OSA) Olan Hastalar

Obstrüktif uyku apnesi sendromu (OSAS) olan hastalar, derin sedasyon sırasında ilaçlara bağlı kardiyopulmoner depresyona daha yatkındır. OSAS riski taşıyan hastaların belirlenmesinde Berlin veya STOP-BANG anketleri gibi geçerliliği kanıtlanmış çeşitli araçlar kullanılmaktadır [2].

Berlin Anketi [9]

Berlin Anketi, obstrüktif uyku apnesi riskini değerlendirmeye yönelik üç semptom kategorisinden oluşmaktadır. Hastalar, her bir soruya verdikleri yanıtlar ve semptom kategorilerindeki toplam skorları temel alınarak yüksek riskli veya düşük riskli olarak sınıflandırılır.

Tablo 1: Berlin Anketi

Kategori	Kriterler	Risk skoru
1: Horlama	Sıklık (≥ 3 -4x/hafta), tanıklı apne, horlama sesi konuşma sesinden yüksek	≥ 2 mevcutsa, pozitif
2: Gündüz Uykululuk	Otomobil kullanırken uyuklama, gün içerisinde yorgunluk	≥ 2 mevcutsa, pozitif
3: Obezite/Hipertansiyon	BMI >30 kg/m ² ya da Hipertansiyon tanısı	İkisinden birisi mevcutsa, pozitif

STOP-Bang Anketi [10]

Güvenilir ve uygulaması kolay bir tarama aracı gereksinimini karşılamak amacıyla geliştirilmiştir. Obstrüktif uyku apnesinin (OSA) klinik özelliklerine ilişkin sekiz adet ikili (evet/hayır) sorudan oluşmaktadır. Toplam skor 0-8 arasında değişmektedir.

Hastalar, elde edilen toplam puana göre OSA riski açısından sınıflandırılabilir. STOP-Bang skoru 0–2 olan hastalar orta-ağır OSA açısından düşük riskli, skorun 5–8 arasında olması ise orta-ağır OSA açısından yüksek riskli olarak kabul edilir.

Tablo 2: STOP-Bang Anketi

Kısaltma	Kriter	Evet = 1 Puan
S	Snoring (Horlama)	Sesli Horlama
T	Tiredness (Yorgunluk)	Gündüz Uykululuk / Yorgunluk

Kısaltma	Kriter	Evet = 1 Puan
O	Observed (Gözlemlenen)	Uyku sırasında gözlemlenen apne periodları
P	Pressure (Kan Basıncı)	Hipertansiyon
B	BMI (Beden Kitle İndeksi)	>35 kg/m ²
A	Age (Yaş)	>50 yaş
N	Neck Circumference (Boyun Çevresi Kalınlığı)	Kadında >40 cm , Erkeklerde >43 cm
G	Gender (Cinsiyet)	Erkek

Girişim öncesinde OSAS'ın tanınması; olası komplikasyonların önlenmesi ve yönetilmesinde temel adımdır. OSAS varlığı tek başına kardiyopulmoner komplikasyon gelişeceğini göstermez fakat OSAS'lı hastalarda PSA uygulaması sırasında hipoksemi, arteriyel hipotansiyon veya girişimin erken sonlandırılması söz konusu olabilir. Bu tür komplikasyonların hızlı ve etkin yönetimi ileri düzey mesleki yetkinlik gerektirir [11].

Kılavuzlarda “bilinçli sedasyon” olarak tanımlanan düzey 1-2 sedasyonun, OSAS'lı hastalarda anestezi uzmanı olmayan hekimler tarafından uygulandığında majör veya minör kardiyopulmoner advers olaylarla ilişkili olmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu veriler sınırlı kanıt düzeyine sahiptir [12].

OSAS'lı hastalarda PSA yönetimi, mevcut farmakolojik seçeneklerin ayrıntılı ve doğru biçimde anlaşılmasını gerektirir. Bu hastalarda hipnotiklerin minimal dozlarda kullanılması ve opioidlerden kaçınılması önerilir. Deksmetomidin, güvenli bir profil ile kullanılmış olup, OSAS tanısı doğrulanmış hastalarda PSA için alternatif bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Ağır OSAS'lı hastalarda nazal sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) uygulaması, girişim sonrası solunumsal komplikasyon riskini azaltabilir [2].

3. Morbid Obezite (BKİ > 40 kg/m²) Olan Hastalar

Solunum sistemi, kilo artışından belirgin biçimde etkilenmektedir. Etkilenme derecesi hastadan hastaya değişiklik göstermekle birlikte, genel olarak solunum fonksiyonları Beden Kitle İndeksi (BKİ) ile ters orantılıdır ve BKİ'nin 45 kg/m²'yi aşması durumunda anlamlı fonksiyonel bozulma gözlenmektedir. Artmış bel çevresi, abdominal hacim ve visseral yağ dokusundaki artış, diyaframın kraniale yer değiştirmesine yol açmakta; bu durum solunum fonksiyonlarında bozulma ve akciğer volümlerinde azalma ile ilişkilendirilmektedir [13].

Uyku ile ilişkili solunum bozuklukları, sanıldığı gibi aksine homojen bir tablo oluşturmaz ve yalnızca obstrüktif uyku apnesi (OSA) ile sınırlı değildir. Bu grup; OSA, obezite hipoventilasyon sendromu (OHS) ve örtüşme (overlap) sendromlarını içeren heterojen bir klinik spektrumu kapsar [14].

OSAS eşlik eden obez hastalar hava yolu obstrüksiyonuna daha yatkın olduğundan, PSA öncesinde OSAS şiddetinin değerlendirilmesi amacıyla Berlin veya STOP-BANG anketlerinin kullanılması önerilmektedir [2].

OHS hastaları, OSA hastalarından belirgin biçimde farklıdır. OHS; obeziteye bağlı gündüz hipoventilasyonu ile karakterizedir ve hiperkapni ($\text{PaCO}_2 \geq 45 \text{ mmHg}$) ile hipoksemi ($\text{PaO}_2 < 70 \text{ mmHg}$) varlığıyla tanımlanır [15]. Bu hastalarda ayrıca daha ağır üst hava yolu obstrüksiyonu, bozulmuş solunum mekaniği, santral solunum dürtüsünde azalma ve pulmoner hipertansiyon insidansında artış gözlenir [16]. OHS hastalarının yaklaşık %75'i, solunum yetmezliği ile seyreden KOAH tanısı alarak yanlış olarak sınıflandırılmaktadır [17].

Obez hastalarda PSA uygulanacaksa pratik öneriler şunlardır: supin pozisyonundan kaçınılmalı ve hasta “beach chair” (yarı oturur) pozisyonuna alınmalıdır. Hava yolu yönetiminde tercih olarak endotrakeal entübasyon düşünülmelidir; uzun etkili sedatiflerden kaçınılmalıdır, solunum frekansı ve/veya tidal volüm üzerinde depresan etkisi olan ilaçlar kullanılmamalıdır. Entübe olmamış hastalarda hava yolu obstrüksiyonunu indükleyen veya artıran ajanlardan kaçınılmalıdır [2].

Propofol ile sedasyon, anestezi uzmanları tarafından uygulandığında dahi solunumsal komplikasyonlarla ilişkili bulunmuştur. Bu nedenle, uygun solunum ve anestezi derinliği monitörizasyonu eşliğinde sedasyon ve analjezinin titre edilmesi amacıyla remifentanil ve deksmedetomidin alternatif ajanlar olarak önerilmiştir. Bununla birlikte her iki ilaç da akut solunumsal olaylarla ilişkilendirilebildiğinden ve obez hastalarda zor ventilasyon ve zor entübasyon olasılığı artmış olduğundan, kullanımları dikkatle ve bireysel risk değerlendirmesi yapılarak planlanmalıdır [2].

4. Kronik Böbrek Yetmezliği (GFR < 60 ml/dak) Olan Hastalar

Kronik böbrek hastalığı (KBH) olan hastalarda PSA, gecikmiş ilaç eliminasyonu, sedatiflere artmış duyarlılık ve hipoventilasyon/apne riski nedeniyle dikkatle planlanmalıdır. Tüm KBH hastalarında tam kan sayımı ile üre ve elektrolit düzeyleri değerlendirilmelidir. Hemogram anemiyi ortaya koyarken, biyokimyasal parametreler hastalığın şiddetinin belirlenmesini sağlar [18].

Vasküler erişimin korunması büyük önem taşır. Mevcut arteriyovenöz fistüller zarar görmeyecek şekilde korunmalı, potansiyel fistül alanları gözetilmeli ve mümkün olduğunca ön kol venlerinden kaçınılmalıdır. Arteriyovenöz fistül pamukla dikkatlice sarılmalı ve noninvaziv kan basıncı manşonu karşı kola yerleştirilmelidir [18].

Farmakolojik yaklaşımda, birikimi önlemek amacıyla kısa yarı ömürlü ve renal eliminasyon bağımlı olmayan ilaçlar tercih edilmelidir. Opioidlerin doğrudan nefrotoksik etkisi bulunmamaktadır; ancak morfinin analjezik, sedatif ve solunum depresan etkilerinden sorumlu

metaboliti olan morfin-6-glukuronidin eliminasyonu renal fonksiyon bağımlıdır. KBH’de bu metabolitin yarı ömrü 2 saatten 27 saate kadar uzayabildiğinden dozun azaltılması düşünülmelidir [18].

Tek doz fentanilin farmakokinetiği KBY’de belirgin biçimde etkilenmemektedir. Midazolama benzer şekilde fentanil de esas olarak hepatik metabolizmaya uğrar fakat remifentanilin eliminasyonu renal fonksiyona bağımlı değildir. Tramadolün ise yaklaşık %30’u değişmeden idrarla atılır; üremik ortamda nöbet eşiğinin düşmesi nedeniyle epileptojenik potansiyel gösterebilir. Nonsteroid antiinflatuvar ilaçların (NSAİİ) nefrotoksik etkileri iyi bilinmektedir; bu nedenle KBH hastalarında bu ilaç grubundan kaçınılmalıdır [18].

İntravenöz 0,2 mg/kg dozunda uygulanan midazolamın serbest fraksiyonunun dağılımı, eliminasyonu veya klirensi açısından normal bireylerle KBY hastaları arasında anlamlı fark bildirilmemiştir [19]. Bununla birlikte, midazolam ve fentanilin birlikte uygulanması durumunda, özellikle yüksek riskli KBY hastalarında, başlıca kardiyovasküler ve/veya pulmoner advers etkilerin insidansında artış bildirilmiştir. Bu nedenle söz konusu hastalarda girişim sırasında ve sonrasında dikkatli solunumsal monitörizasyon ve uygun klinik yönetim büyük önem taşımaktadır [2].

5. Kronik Karaciğer Hastalığı (MELD Skoru $\geq$ 10) Olan Hastalar

Sirozlu hastalara, tanısal ve terapötik amaçlı olarak yapılması gereken çeşitli girişimlerde PSA uygulanmaktadır. Sedasyon yöntemi ve kullanılacak farmakolojik ajanın seçimi büyük ölçüde merkezin uygulamalarına ve hekimin tercihinine bağlıdır, ileri evre karaciğer hastalığı bulunan hastalara yönelik özgül sedasyon kılavuzları mevcut değildir.

Karaciğer hastalığı; hepatik kan akımı, portosistemik şant varlığı, protein sentezi ve ilaç metabolizma yollarında belirgin değişikliklere yol açar. Bu fizyopatolojik değişiklikler, sedatif ajanların farmakokinetiğini anlamlı biçimde etkileyebilir. Ayrıca sedatif ilaçlara artmış nörosensitivite, önceden var olan subklinik hepatik ensefalopati (HE), eşlik eden renal fonksiyon bozukluğu, sıvı yüklenmesi ve geçmişte ya da hâlen devam eden alkol ve madde kullanımı; sedasyon derinliğini, derlenme süresini ve potansiyel toksisiteyi etkileyebilecek ek faktörlerdir [20]. PSA öncesinde SpO₂ ölçümü yapılması, eşlik eden hepatopulmoner sendromun saptanmasına katkı sağlayabilir [2].

Kısa etkili olması avantajından dolayı siroz varlığında tercih edilen opioid genellikle fentanildir. Bununla birlikte hem midazolam hem de fentanilin sitokrom P450 (CYP3A4) yoluyla metabolize edildiği göz önünde bulundurulmalı ve beraber kullanımında dikkatli olunmalıdır [20].

Sirozlu hastalarda propofol kullanımına ilişkin yayımlanmış veriler sınırlı olsa da, uygun kullanımı halinde iyi bir güvenlik profiline sahip olduğunu göstermektedirler [21]. Propofol, sirozlu hastalarda çeşitli farmakokinetik üstünlüklere sahiptir. Kan-beyin bariyerini hızla geçmesi nedeniyle etki başlangıcı hızlıdır; kas ve yağ dokusu gibi inaktif kompartmanlara hızlı redistribüsyonu sayesinde etki süresi kısa ve öngörülebilirdir. Propofol esas olarak hepatik yolla elimine edilmesine rağmen, karaciğer hastalığı ya da renal yetmezlik gibi eşlik eden komorbiditeler varlığında dahi doz ayarlaması gerektirmez [22]. Propofol ile sağlanan

sedasyon, süresi daha kısa olmakla birlikte, midazolam temelli sedasyona kıyasla daha derindir [20]. Propofol ile ilişkili hipoksemi (SpO_2 değerlerinde düşüş), hepatik yetmezlikte sık görülmemekle birlikte ortaya çıkabilir ve bu durumda ek oksijen verilmesi ile hava yolu desteği gerekebilir [2].

6. Yaşlı Hastalar (> 70 yaş)

Yaşlılarda PSA, uygulanacak girişimsel işlemin stresini minimize eden sedasyon ve monitörizasyon odaklı bir yaklaşımdır. Yaşlıların fizyolojik rezerv kaybı (hipovolemiye kompensasyon azlığı, hipoksi/hiperkarbi toleransı azalması gibi) ve kardiyak, pulmoner, renal, hepatik, endokrin veya sinir sistemlerinde yaşlanmaya bağlı çok sayıda fizyolojik değişiklik meydana gelir [23].

Bu hasta grubunda en sık görülen komplikasyon hipoksemdir ve insidansı %20–30’a kadar çıkabilmektedir. Azalmış ventilatuar yanıt ve opioid duyarlılığındaki artış nedeniyle geçici apne atakları da görülebilir. Vazodilatasyona ve barorefleks yanıtın baskılanmasına bağlı olarak hipotansiyon (%10–15) gelişebilir. Bradikardi daha nadir olmakla birlikte, eşlik eden komorbiditesi bulunan hastalarda klinik olarak anlamlı olabilir. Azalmış ilaç klirensi nedeniyle sedasyon süresi 2–3 kat uzayabilir; bu durum deliryum ve postoperatif kognitif disfonksiyon (POCD) riskini artırır. Gastroözofageal reflü hastalığının (GÖRH) daha sık görülmesine bağlı olarak aspirasyon riski artmıştır [24].

Elektroensefalografi (EEG) ile propofolün spesifik etkilerini değerlendiren çalışmalar, yaşlı hastalarda propofol duyarlılığının arttığını göstermiştir. Yaşlı hastalarda endoskopik işlemler sırasında midazolam ve propofol için gerekli doz azaltılmasının önemi kapsamlı biçimde incelenmiştir. Ayrıca, yaşlı hastalarda kullanılan anestezi ajanlarının etki başlangıcı daha yavaş olur; bu nedenle ardışık doz uygulamaları arasındaki süre (doz titrasyonu aralığı) buna göre ayarlanmalıdır [2].

İleri yaştaki hastalarda işlemsel sedasyon sırasında kullanılan deksmedetomidin ve ketaminin deliryum riskini azaltması açısından; propofol, benzodiazepinler ve opioidlerle karşılaştırıldığında daha avantajlı seçenekler olarak öne çıkmaktadır [25].

Benzodiazepinler (örneğin midazolam) ve özellikle meperidin gibi bazı opioidlerse, antikolinergik etkileri ve sedasyon derinliğini artırmaları nedeniyle deliryum olasılığını yükseltmektedir. Propofol ile ilişkili risk ise sedasyon derinliği arttıkça belirginleşmektedir [26].

7. ASA III ve IV Hastalar

ASA III–IV sınıftaki işlemsel sedasyon ve analjezi uygulaması; kardiyorespiratuvar dekompensasyonu önlemek amacıyla uzman gözetimi, dikkatli doz titrasyonu ve ileri düzey monitörizasyon gerektirir. Yüksek riskli ($ASA \geq III$) hastalarda PSA uygulanması sırasında hipoventilasyona bağlı hipoksemi gelişme olasılığı daha yüksektir [27]. Bu durum, yeterli klinik gözlem ve monitörizasyonun yanı sıra hava yolu açıklığının ve ventilasyon paternlerinin etkin biçimde yönetilmesini gerektirir [2].

GÜVENLİ PSA UYGULAMASI İÇİN GEREKLİLİKLER [2]

PSA uygulamasının güvenli olabilmesi için şu standartlar belirlenmiştir:

Havayolu Değerlendirmesi: İşlem öncesinde sistematik bir üst havayolu muayenesi yapılmalıdır.

Personel Görev Dağılımı: Sedasyonu yöneten kişi, invaziv işlemi yapan kişiden farklı olmalı ve tek görevi sedasyon yönetimi olmalıdır.

Eğitim ve Sertifikasyon: PSA sürecinde yer alan tüm personel ileri yaşam desteği (CPR) konusunda sertifikalı olmalı ve solunum/kardiyovasküler komplikasyonları yönetme becerisine sahip olmalıdır.

Ekipman: Zor havayolu arabası ve resüsitasyon ekipmanı PSA yapılan her yerde anında erişilebilir olmalıdır.

Açlık Durumu: Elektif işlemler için cerrahi öncesi açlık protokolleri (berrak sıvılar için 2 saat, katı gıdalar için 6 saat) uygulanmalıdır.

STANDART MONİTORİZASYON

Güvenlik için izlenmesi zorunlu parametreler ve kullanılması tavsiye edilen parametreler mevcuttur.

Non-invaziv kan basıncı (NIBP), EKG ve nabız oksimetresi (SpO₂) kullanımı şarttır.

Kapnografi: Solunum problemlerinin ve hipoventilasyonun nabız oksimetresinden çok daha erken saptanmasını sağlar; PSA sırasında kullanımı güçlü şekilde önerilir.

Klinik Gözlem: Hastanın bilinç düzeyi ve yanıt verme durumu sürekli takip edilmelidir [2].

KOMPLİKASYON YÖNETİMİ

Sedasyon ve/veya analjezi uygulanan hastalar, işlem sonrasında yeterli donanıma sahip bir derlenme ünitesinde dikkatle izlenmelidir. Bu izlem, işlem sırasında kullanılan monitörizasyon yöntemleri ile aynı standartta sürdürülmelidir. Özellikle hoş olmayan ya da ağrılı uyarının ortadan kalktığı erken post-prosedürel dönemde, hastalar artmış risk altında olduğundan yakın takip büyük önem taşır [3].

1. Solunumsal komplikasyonlar [2, 28]

Hipoksemi/desatürasyon (SpO₂ < %90 veya <%85), hem erişkin hem de pediatrik popülasyonda en sık görülen advers olaydır. Apne ve hipoventilasyon atakları gelişebilir; bazı olgularda balon-maske ventilasyonu veya yardımcı hava yolu araçlarının kullanımı gerekebilir.

Havayolu obstrüksiyonu, stridor, laringospazm ve bronkospazm nadir görülmekle birlikte potansiyel olarak yaşamı tehdit edicidir. Aspirasyon ise oldukça seyrek.

2. Kardiyovasküler komplikasyonlar [2, 28, 29]

Hipotansiyon ve bradikardi özellikle propofol kullanımı veya derin sedasyon düzeylerinde gözlenir; çoğu zaman geçici olmakla birlikte klinik açıdan anlamlı olabilir. Hipertansiyon ve taşiaritmiler daha nadir olup ketamin uygulaması veya stres yanıtına bağlı ortaya çıkabilir. Kardiyak arrest son derece nadirdir.

3. Gastrointestinal komplikasyonlar [2]

Bulantı ve kusma, özellikle opioid kullanımında sık karşılaşılan olaylar arasındadır.

4. Diğer komplikasyonlar [2]

Alerjik veya anafilaktik reaksiyonlar nadir olmakla birlikte intravenöz uygulanan tüm ajanlarla görülebilir.

TABURCULUK

İyileşme (Recovery): Hastalar işlem sonrası en az **30 dakika** boyunca bir derlenme odasında izlenmelidir [2].

Taburculuk Kriterleri: Hastanın mental durumu ve fizyolojik belirtileri bazal değerlerine dönmeli, ağrı ve bulantısı kontrol altında olmalı ve yanında ona refakat edecek bir yetişkin bulunmalıdır. Aldrete Skoru taburculuk uygunluğunu değerlendirmek için kullanılabilir.

Modifiye Aldrete Skoru [30]

Modifiye versiyonu (en yaygın kullanılan), pulse oksimetri eklenerek güncellenmiştir ve 5 parametreyi değerlendirir. Toplam 0-10 puan arasında hesaplanır ve ≥ 9 puan taburculuk kriteri olarak kabul edilir.

Tablo 3: Modifiye Aldrete Skoru

Parametre	0 Puan	1 Puan	2 Puan
Aktivite	Hareket yok	Komutla 2 ekstremitte hareketli	Komutla 4 ekstremitte hareketli
Solunum	Apne	Dispne/ sınırlı solunum	Derin ve rahat solunum

Parametre	0 Puan	1 Puan	2 Puan
Kan Basıncı	Anestezi öncesi değerin $\pm$ %50	Anestezi öncesi değerin $\pm$ %21-49	Anestezi öncesi değerin $\pm$ %20
Bilinç	Uyandırılmaz	Uyaran ile uyandırılabilir	Tam uyanık
Oksijenasyon	Oksijen desteği olmasına rağmen SpO2 $<$ %90	Oksijen desteği ile beraber SpO2 $>$ %90	Oda havasında SpO2 $\geq$ %92

KULLANILAN İLAÇLAR

Propofol, prosedürel sedasyonda en sık kullanılan sedatif ajandır [31]. Genellikle intravenöz olarak 0,5–1 mg/kg başlangıç dozu ile uygulanır; istenen sedasyon düzeyine ulaşılan kadar 2–3 dakikada bir 0,25–0,5 mg/kg ek dozlar verilebilir. Etki başlangıcı 15–30 saniye içinde gerçekleşir ve dozuna bağlı olarak etki süresi 3–10 dakika arasında değişir [32].

Propofolün analjezik özelliği bulunmamaktadır. Bununla birlikte bradikardi, hipotansiyon ve solunum depresyonu gibi önemli advers etkilerle ilişkilidir. Ketamin, opioidler ve deksmedetomidin propofolle adjuvan olarak kullanılabilir; ancak kombine uygulamalarda advers olay riskini artırmamak için dikkatli doz titrasyonu şarttır [2, 32].

Propofolün enjeksiyon yerinde ağrıya yol açması sık karşılaşılan bir sorundur. Bu durum, ilacın konsantrasyonunun %0,5'e düşürülmesi ya da uygulama öncesinde intravenöz lidokain veya opioid verilmesi ile azaltılabilir [2].

Benzodiazepinler, prosedürel sedasyon ve analjezide kullanılmaktadır, en sık tercih edilen ajan, hızlı etki başlangıcı (1–5 dakika) nedeniyle midazolamdır. İntravenöz uygulamada yaklaşık 13. dakikada maksimum etkiye ulaşır ve etki süresi 60 dakikaya kadar uzayabilir. Etki mekanizması, GABA-A reseptörleri üzerinden inhibitör nörotransmisyonu potansiyalize etmesine dayanır [32]. Yaşlı hastalarda benzodiazepinlere bağlı nörokognitif değişikliklerin önlenmesi için dikkatli doz titrasyonu gereklidir [33]. Midazolamın analjezik özelliği bulunmadığından, PSA sırasında genellikle opioidlerle kombinasyon halinde kullanılır [2].

Ketamin; sedasyon, amnezi ve analjezi sağlayan, solunum depresyonu riski görece düşük bir ajandır. İntravenöz uygulamada başlangıç dozu genellikle 1–2 mg/kg'dır; gerektiğinde 5–10 dakikada bir 0,5–1 mg/kg ek dozlar verilebilir [32].

Ketaminin başlıca advers etkileri arasında halüsinasyonlar, deliryum ve canlı rüyalar gibi "emergence" reaksiyonları yer alır. Sempatik sinir sistemi stimülasyonu nedeniyle kalp hızı ve arteriyel kan basıncında artışa yol açarak miyokardiyal oksijen tüketimini artırabilir [34]. Nadir ancak geçici bir laringospazm riski mevcuttur. Özellikle pediatrik hastalarda, son ketamin dozuyla birlikte midazolam veya lorazepam gibi bir benzodiazepinin uygulanması emergence

reaksiyonlarını ve semptomimetik etkileri azaltabilir. Psikotik eğilimi olan bireylerde ketamin kullanımından kaçınılmalıdır [32].

Emetojenik bir ajan olan ketamin kusmaya neden olabilir; bu risk ondansetron ile premedikasyon veya propofol ile eş zamanlı uygulama ile azaltılabilir. Güncel veriler ketaminin intrakraniyal basıncı artırmadığını ve travmatik beyin hasarı olan hastalarda güvenle kullanılabileceğini göstermektedir [35]. Diğer potansiyel advers etkiler arasında diplopi, nistagmus ve intraoküler basınç artışı bulunmaktadır.

Opioidler arasında PSA'daki analjezi kısmını sağlamak amacıyla en sık kullanılan ajanlar remifentanil ve fentanildir. Bu iki ajanın farmakokinetik özellikleri belirgin biçimde farklıdır ve bu özelliklerine uygun olarak klinik kararlar alınmalıdır [36].

Fentanil, morfine kıyasla yaklaşık 100 kat daha potent bir μ -opioid reseptör agonistidir. Etki başlangıcı 1–2 dakika olup, bağlama duyarlı yarı ömrü 20–40 dakika arasındadır ve tekrarlayan dozlarla redistribüsyon nedeniyle uzayabilir. PSA'da genellikle 0,5–2 mcg/kg intravenöz dozlarda titre edilerek uygulanır. Propofol veya midazolam ile kombine edildiğinde orta–derin sedasyon için etkilidir. Bununla birlikte solunum depresyonu, bulantı ve gecikmiş derlenme gibi riskler taşır [37].

Remifentanil ise nonspesifik plazma ve doku esterazları ile metabolize edilir; bu nedenle karaciğer ve böbrek fonksiyonlarından bağımsızdır. Ultra-kısa yarı ömrü (3–10 dakika) infüzyon süresinden bağımsızdır ve etki başlangıcı yaklaşık 1 dakikadır. Bu özellikleri nedeniyle kısa süren ve hızlı derlenme gerektiren girişimlerde (örneğin omuz redüksiyonu, endoskopi) avantaj sağlar. Genellikle 0,5–1 mcg/kg bolus veya 0,05–0,2 mcg/kg/dk infüzyon şeklinde uygulanır. Analjezik etkinliği fentanile benzer olmakla birlikte, daha öngörülebilir ve hızlı bir toparlanma süresi sunar (yaklaşık 5–10 dakika; fentanilde sıklıkla 20 dakikanın üzerindedir) [36].

Deksmedetomidin; sedasyon, analjezi ve anksiyoliz sağlamakla birlikte belirgin solunum depresyonuna yol açmaması açısından avantajlı bir ajandır. Bununla birlikte, uygulama hızına bağlı kardiyovasküler değişiklikler (özellikle bradikardi ve hipotansiyon) gelişebileceğinden dikkatli ve kontrollü titre edilerek uygulanmalıdır [2]. Önerilen intravenöz uygulama şeması 1 mcg/kg yükleme dozunu takiben 0,2 mcg/kg/saat sürekli infüzyon şeklindedir. Etki başlangıcı yaklaşık 3–5 dakika içinde görülürken, maksimal etki genellikle 15–30 dakika arasında ortaya çıkmaktadır [38].

Remimazolam, esterazlar aracılığıyla metabolize edilen ultra-kısa etkili intravenöz bir benzodiazepindir [39]. 2020 yılında ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından erişkinlerde kullanım onayı almasının ardından yürütülen klinik çalışmalarla, gastrointestinal endoskopi ve bronkoskopi gibi invaziv girişimler sırasında erişkin sedasyonunda etkinliği ortaya konulan yeni bir ajandır [40, 41].

Etki başlangıcı 1–3 dakika olup, eliminasyon yarı ömrü yaklaşık 5–10 dakikadır. Ayrıca flumazenil ile antagonize edilebilmesi önemli bir güvenlik avantajı sağlamaktadır. Midazolama benzer şekilde sedasyon ve anterograd amnezi oluşturur; ancak organ fonksiyonlarından bağımsız klirensi sayesinde yaşlı, obez veya hepatik/renal fonksiyon bozukluğu olan hastalarda

birikim riski daha düşüktür [42]. 2,5–5 mg IV bolus (gerektiğinde 0,2 mg'lık artışlarla titrasyon) veya 1–2,5 mg/dk infüzyon şeklinde uygulanabilir. Midazolama kıyasla daha hızlı derlenme süresi ve daha düşük postoperatif bulantı-kusma oranı bildirilmiştir [43].

Propofol ile karşılaştırıldığında ise hemodinamik stabilitenin daha iyi olduğu ve bradikardi/hipotansiyon riskinin daha düşük olabileceği belirtilmektedir. Solunum depresyonu açısından görece güvenli bir profile sahip olup enjeksiyon yerinde ağrıya yol açmaması ek bir avantajdır. Bununla birlikte etki başlangıcı propofolden biraz daha yavaş olabilir ve nadiren geçici hipoventilasyon gelişebileceğinden EtCO₂ ve SpO₂ monitörizasyonu önerilir [44].

Antagonist (Reversal) Ajanlar, aşırı sedasyon veya solunum depresyonu geliştiğinde belirli ajanların etkilerini geri çevirerek fizyolojik fonksiyonların yeniden sağlanmasını amaçlar. Klinik pratikte en sık kullanılan iki ajan; opioid antagonisti nalokson ve benzodiazepin antagonisti flumazenildir [32].

Nalokson intravenöz olarak 0,05–2,0 mg doz aralığında uygulanır. Gerektiğinde her 2–3 dakikada bir tekrar edilebilir. Etki başlangıcı genellikle 2 dakikadan kısadır. Etki süresi uygulama yoluna bağlı olarak 30 dakika ile 2 saat arasında değişir. Opioid kaynaklı solunum depresyonunun geri çevrilmesinde temel ajandır; ancak kısa yarı ömrü nedeniyle, uzun etkili opioidlerin antagonizasyonunda tekrarlayan doz uygulaması gerekebilir [45].

Flumazenil intravenöz olarak başlangıçta 0,2 mg dozunda ve 2 dakika içinde uygulanır. Gerekirse 1 dakikalık aralıklarla 0,2 mg ek dozlar verilerek toplam doz en fazla 1 mg'a tamamlanır. Etki başlangıcı 1–2 dakika içinde görülür ve etki süresi yaklaşık 45–60 dakikadır. Benzodiazepin kaynaklı sedasyonun geri çevrilmesinde etkilidir; ancak kronik benzodiazepin kullanan hastalarda nöbet tetikleme riski nedeniyle kullanımı önerilmemektedir [32].

KAYNAKÇA

1. Sheta, S.A., *Procedural sedation analgesia*. Saudi journal of anaesthesia, 2010. **4**(1): p. 11-16.
2. Hinkelbein, J., et al., *European Society of Anaesthesiology and European Board of Anaesthesiology guidelines for procedural sedation and analgesia in adults*. European Journal of Anaesthesiology| EJA, 2018. **35**(1): p. 6-24.
3. Knape, J., et al., *Guidelines for sedation and/or analgesia by non-anaesthesiology doctors: SECTION and BOARD OF ANAESTHESIOLOGY1*, European Union of Medical Specialists. European journal of anaesthesiology, 2007. **24**(7): p. 563-567.
4. Dripps, R.D., A. Lamont, and J.E. Eckenhoﬀ, *The role of anesthesia in surgical mortality*. Jama, 1961. **178**(3): p. 261-266.
5. KARAMAN, P.D.Y., et al., *Ameliyathane Dışı Anestezi Uygulamaları Kılavuzu*. Türkiye Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği (TARD). 2022.
6. Mangano, D.T., *Perioperative medicine: NHLBI working group deliberations and recommendations*. Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia, 2004. **18**(1): p. 1-6.

7. Gupta, P.K., et al., *Development and validation of a risk calculator for prediction of cardiac risk after surgery*. Circulation, 2011. **124**(4): p. 381-387.
8. Roy, R., *The role of the anesthesiologist in the GI endoscopy unit*. Gastroenterol Hepatol, 2010. **6**: p. 90-93.
9. Netzer, N.C., et al., *Using the Berlin Questionnaire to identify patients at risk for the sleep apnea syndrome*. Annals of internal medicine, 1999. **131**(7): p. 485-491.
10. Chung, F., H.R. Abdullah, and P. Liao, *STOP-Bang questionnaire: a practical approach to screen for obstructive sleep apnea*. Chest, 2016. **149**(3): p. 631-638.
11. Coté, G.A., et al., *Incidence of sedation-related complications with propofol use during advanced endoscopic procedures*. Clinical Gastroenterology and Hepatology, 2010. **8**(2): p. 137-142.
12. Mador, M.J., et al., *Do patients at risk of sleep apnea have an increased risk of cardio-respiratory complications during endoscopy procedures?* Sleep and Breathing, 2012. **16**(3): p. 609-615.
13. Melo, S.M.D.Á., et al., *Effects of progressive increase in body weight on lung function in six groups of body mass index*. Revista da Associação Médica Brasileira, 2011. **57**: p. 509-515.
14. Lukosiute, A., A. Karmali, and J.M. Cousins, *Anaesthetic preparation of obese patients: current status on optimal work-up*. Current obesity reports, 2017. **6**(3): p. 229-237.
15. Chau, E.H., B. Mokhlesi, and F. Chung, *Obesity hypoventilation syndrome and anesthesia*. Sleep medicine clinics, 2012. **8**(1): p. 135.
16. Chau, E., et al., *Obesity hypoventilation syndrome: a review of epidemiology, pathophysiology, and perioperative considerations*. Anesthesiology, 2012. **117**(1): p. 188-205.
17. Marik, P.E. and H. Desai, *Characteristics of patients with the "malignant obesity hypoventilation syndrome" admitted to an ICU*. Journal of intensive care medicine, 2013. **28**(2): p. 124-130.
18. Chowdhury, S. and H. McLure, *Chronic kidney disease and anaesthesia*. BJA education, 2022. **22**(8): p. 321-328.
19. Mccarley, P., et al., *Vascular access blood flow monitoring reduces access morbidity and costs*. Kidney international, 2001. **60**(3): p. 1164-1172.
20. Thuluvath, P.J., *Toward safer sedation in patients with cirrhosis: have we done enough?* Gastrointestinal endoscopy, 2009. **70**(2): p. 269-271.
21. Weston, B.R., et al., *Nurse-Administered Propofol Versus Midazolam and Meperidine for Upper Endoscopy in Cirrhotic Patients*. Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG, 2003. **98**(11): p. 2440-2447.
22. Kanto, J. and E. Gepts, *Pharmacokinetic implications for the clinical use of propofol*. Clinical pharmacokinetics, 1989. **17**(5): p. 308-326.
23. Ekstein, M., et al., *Monitored anaesthesia care in the elderly: guidelines and recommendations*. Drugs & aging, 2008. **25**(6): p. 477-500.
24. Eldawlatly, A.A., M.B. Delvi, and A. Ahmad, *Procedural sedation analgesia in the elderly patient*. Saudi Journal of Anaesthesia, 2023. **17**(4): p. 533-539.
25. Zhu, S., et al., *Different sedation strategies in older patients receiving spinal anesthesia for hip surgery on postoperative delirium: a randomized clinical trial*. Drug Design, Development and Therapy, 2023: p. 3845-3854.

26. Reisinger, M., et al., *Delirium-associated medication in people at risk: A systematic update review, meta-analyses, and GRADE-profiles*. Acta Psychiatrica Scandinavica, 2023. **147**(1): p. 16-42.
27. Heuss, L.T., et al., *Safety of propofol for conscious sedation during endoscopic procedures in high-risk patients—a prospective, controlled study*. Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG, 2003. **98**(8): p. 1751-1757.
28. Bellolio, M.F., et al., *Incidence of adverse events in adults undergoing procedural sedation in the emergency department: a systematic review and meta-analysis*. Academic Emergency Medicine, 2016. **23**(2): p. 119-134.
29. Barends, C.R., et al., *Moderate-to-deep sedation using target-controlled infusions of propofol and remifentanyl: adverse events and risk factors: a retrospective cohort study of 2937 procedures*. Anesthesia & Analgesia, 2020. **131**(4): p. 1173-1183.
30. Deshmukh, P.P., V. Chakole, and D.P.P. DESHMUKH, *Post-Anesthesia recovery: A comprehensive review of Sampe, modified Aldrete, and white scoring systems*. Cureus, 2024. **16**(10).
31. Childers, R.E., J.L. Williams, and A. Sonnenberg, *Practice patterns of sedation for colonoscopy*. Gastrointestinal endoscopy, 2015. **82**(3): p. 503-511.
32. Benzoni, T., A. Agarwal, and M. Cascella, *Procedural sedation*, in StatPearls [Internet]. 2025, StatPearls publishing.
33. Cascella, M. and H.S. Chung, *Anesthesia awareness. Can midazolam attenuate or prevent memory consolidation on intraoperative awakening during general anesthesia without increasing the risk of postoperative delirium?* Korean Journal of Anesthesiology, 2015. **68**(2): p. 200-202.
34. Kamp, J., et al., *Stereoselective ketamine effect on cardiac output: a population pharmacokinetic/pharmacodynamic modelling study in healthy volunteers*. British Journal of Anaesthesia, 2021. **127**(1): p. 23-31.
35. Zanza, C., et al. *Ketamine in acute brain injury: current opinion following cerebral circulation and electrical activity*. in Healthcare. 2022. MDPI.
36. Kasmaee, V.M., S.M.Z. Zibari, and M.A. Nargesi, *Remifentanyl versus propofol/fentanyl combination in procedural sedation for dislocated shoulder reduction; a clinical trial*. Archives of academic emergency medicine, 2019. **7**(1): p. e10.
37. Choi, S.H., et al., *Comparison of remifentanyl and fentanyl for postoperative pain control after abdominal hysterectomy*. Yonsei Medical Journal, 2008. **49**(2): p. 204.
38. Kaur, M. and P. Singh, *Current role of dexmedetomidine in clinical anesthesia and intensive care*. Anesthesia Essays and Researches, 2011. **5**(2): p. 128-133.
39. Lee, A. and M. Shirley, *Remimazolam: a review in procedural sedation*. Drugs, 2021. **81**(10): p. 1193-1201.
40. Chen, S., et al., *The efficacy and safety of remimazolam tosylate versus propofol in patients undergoing colonoscopy: a multicentered, randomized, positive-controlled, phase III clinical trial*. American journal of translational research, 2020. **12**(8): p. 4594.
41. Chen, S.H., et al., *Remimazolam tosylate in upper gastrointestinal endoscopy: a multicenter, randomized, non-inferiority, phase III trial*. Journal of gastroenterology and hepatology, 2021. **36**(2): p. 474-481.

42. Yeh, J., et al., *Remimazolam as a primary agent for brief invasive and noninvasive procedures: a case series*. Journal of Clinical Medicine Research, 2023. **15**(3): p. 174.
43. Kim, K.M., *Remimazolam: pharmacological characteristics and clinical applications in anesthesiology*. Anesthesia and Pain Medicine, 2022. **17**(1): p. 1-11.
44. Aszkiełowicz, A., et al., *Remimazolam: a comprehensive review*. Anaesthesiology Intensive Therapy, 2025. **57**: p. e257.
45. van Lemmen, M., et al., *Opioid overdose: limitations in naloxone reversal of respiratory depression and prevention of cardiac arrest*. Anesthesiology, 2023. **139**(3): p. 342-353.

Yapay Zekâ Kullanım Beyanı

Bu çalışmanın hazırlanması sürecinde, literatürün daha etkin taranmasına destek ve çeviri konusunda kolaylık sağlaması amacıyla yapay zekâ tabanlı araçlardan yararlanılmıştır. Bu kapsamda ChatGPT (OpenAI, Inc., San Francisco, California, ABD) ve Perplexity AI (Perplexity, San Francisco, California, ABD) kullanılmıştır. Yapay zekâ araçları yalnızca destekleyici amaçla kullanılmış olup, çalışmanın bilimsel içeriği ve nihai sorumluluğu tamamen yazara aittir.

BÖLÜM 2

SİGARA VE ELEKTRONİK SİGARA KULLANIMINDA PERİOPERATİF ANESTEZİ YÖNETİMİ

SELVİNAZ YÜKSEL TANRIVERDİ¹

Giriş

Tütün kullanımı, önlenabilir morbidite ve mortalitenin başlıca nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yetişkin nüfusun yaklaşık %11,5'inin aktif sigara kullanıcısı olduğu bildirilmektedir (1). Cerrahi girişim planlanan hastalar arasında sigara kullanımının yaygın olması, perioperatif dönemde risk değerlendirmesi ve yönetimini klinik açıdan önemli hale getirmektedir.

Sigara kullanımı; pulmoner ve kardiyovasküler komplikasyonlar ile yara iyileşme sorunları başta olmak üzere birçok olumsuz postoperatif sonuçla ilişkilidir. Buna rağmen, bilinen yararlarına karşın, cerrahi öncesi ve sonrası sigara bırakmaya yönelik müdahalelerin sağlık hizmetlerinde rutin olarak uygulanma oranı düşüktür (2). Oysa sigara kullanımı, perioperatif sonuçları iyileştirmek açısından değiştirilebilir önemli bir risk faktörüdür.

¹ Uzman Doktor, S.B.Ü Bursa Yüksek İhtisas Eğitim Araştırma Hastanesi, Orcid: 0000-0003-0251-792X

Sigara içen hastalarda, içmeyenlere kıyasla 30 günlük mortalite, miyokard enfarktüsü, serebrovasküler olay ve enfeksiyöz komplikasyonların daha sık görüldüğü; ayrıca yara yeri enfeksiyonu ve septik şok riskinin arttığı bildirilmiştir (3).

Sigaranın Kardiyovasküler Sistem Etkileri

Sigara kullanımı, koroner arter hastalığı ve periferik arter hastalığı gelişimi için önemli bir risk faktörüdür (4). Düşük düzeyde tüketim bile kardiyovasküler olay riskini anlamlı ölçüde artırmaktadır. Günde bir sigara içilmesi dahi koroner arter hastalığı riskini yaklaşık %50, inme riskini ise %25 oranında artırmaktadır (5). Bu nedenle sigara kullanım öyküsü cerrahi öncesi değerlendirmede ayrıntılı olarak sorgulanmalı ve özellikle kardiyak hastalarda perioperatif dönemde artmış morbidite ve mortalite riski göz önünde bulundurulmalıdır (6).

Sigara kullanımına bağlı olarak gelişen sistemik inflamasyon, endotelial disfonksiyon, artmış fibrinojen düzeyleri, trombosit aktivasyonu ve kan viskozitesindeki artış, protrombotik bir duruma yol açarak perioperatif trombotik komplikasyon riskini artırmaktadır (7–9).

Sigaranın Solunum Sistem Etkileri

Sigara içen bireylerin yaklaşık %15’inde kronik obstrüktif akciğer hastalığı gelişirken, %50’ye varan oranlarda kronik bronşit görülebilmektedir (10,11). Sigaranın bırakılması ile mukus üretiminde azalma ve mukosiliyer temizlenmede düzelme meydana gelir (12,13). Sigara kullanımı postoperatif pulmoner komplikasyonlar için bağımsız bir risk faktörüdür (14,15). Bu komplikasyonlar arasında; solunum yetmezliği, pnömoni, beklenmeyen yoğun bakım ihtiyacı, laringospazm ve bronkospazm yer almaktadır (15,16). Sigara içenlerde üst hava yolu reflekslerinin kimyasal uyarılara duyarlılığı artmıştır (17). Desfluran gibi iritan inhalasyon ajanları hava yolu direncini ve öksürük refleksini

artırabilir; bu etkinin sigara içen hastalarda daha belirgin olduğu gösterilmiştir (18). Ancak sigara içen hastalarda artmış perioperatif pulmoner riskin, sigaranın doğrudan etkilerine mi yoksa sigaraya bağlı gelişmiş kronik akciğer hastalığının varlığına mı bağlı olduğunu klinik olarak kesin biçimde ayırt etmek her zaman mümkün değildir (14). Bu nedenle sigara öyküsü olan tüm hastalar, altta yatan akciğer hastalığı varlığından bağımsız olarak yüksek riskli kabul edilmelidir.

Sigaranın Yara İyileşmesi ve Doku Perfüzyonuna Etkileri

Sigara kullanımına bağlı periferik vazokonstriksiyon ve hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesinde azalma, doku oksijenasyonunu bozarak yara iyileşmesini geciktirir (19). Sigara içmenin yara iyileşmesi üzerindeki zararlı etkisi çok faktörlüdür. Mekanizmalar arasında iskemiye neden olan vazokonstriksiyon, azalmış inflamatuvar yanıt, bozulmuş bakterisidal mekanizmalar ve kollajen metabolizmasındaki değişiklikler yer almaktadır. Ayrıca sigara kullanımı osteoporoz gelişimi ve kırık iyileşmesinde gecikme ile de ilişkilidir (20).

Pasif Sigara Maruziyeti

Pasif sigara dumanına maruz kalma da klinik açıdan önemlidir. Çocuklarda perioperatif dönemde laringospazm gibi hava yolu komplikasyonlarının daha sık görüldüğü bildirilmiştir (21). Ayrıca pasif maruziyetin sigara içmeyen bireylerde kardiyovasküler hastalık ve koroner ölüm riskini artırdığı gösterilmiştir (22).

Elektronik Sigara (Vaping)

Elektronik sigaralara ilişkin uzun dönem veriler sınırlıdır. Bu cihazlarda temel aktif bileşen nikotin olmakla birlikte, buharlaştırılan sıvılar çeşitli çözücüler, koruyucu maddeler ve aromatik katkılar içermektedir (23). Elektronik sigara aerosollerinin

akciğer dokusu üzerinde doğrudan toksik etkiler oluşturabileceği ve inflamatuvar yanıtı artırabileceği bildirilmiştir (24). Bu durum özellikle astım gibi hastalıkların alevlenmesine yol açabilir ve postoperatif pulmoner komplikasyon riskini artırabilir. Bu nedenle elektronik sigara kullanan hastalar da perioperatif risk değerlendirmesinde sigara içen hastalara benzer şekilde ele alınmalıdır.

E-sigara veya vaping ile ilişkili akciğer hasarı (EVALI; *E-cigarette or Vaping Associated Lung Injury*), elektronik sigara kullanımına bağlı gelişebilen ve klinik açıdan bilinmesi gereken önemli bir durumdur. İlk kez 2019 yılında tanımlanan bu tablo, e-sigara veya vaping ürünlerinin kullanımı ile ilişkili gelişen akut veya subakut solunum yolu hastalığı olarak tanımlanmaktadır (25,26). Hastalarda en sık görülen solunum semptomları arasında dispne, öksürük, göğüs ağrısı ve hemoptizi yer almaktadır (26).

EVALI'nin patofizyolojisi tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte, inhale edilen aerosol içeriğinde bulunan nikotin, propilen glikol, gliserol ve çeşitli aromatik katkı maddelerinin yanı sıra özellikle E vitamini asetat gibi lipofilik bileşiklerin alveoler inflamasyon ve epitel hasarına yol açabileceği düşünülmektedir (26,27). Ayrıca elektronik sigara aerosollerinin solunum epitelinde oksidatif stres, inflamatuvar yanıt ve mukosiliyer fonksiyon bozukluğu oluşturabileceği de gösterilmiştir (23). Bu nedenle elektronik sigara kullanımı preoperatif değerlendirme sırasında mutlaka sorgulanmalıdır. Elektronik sigara kullanan hastalarda solunum yolu semptomları ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir ve olası pulmoner komplikasyonlar açısından dikkatli olunmalıdır.

Sigara İçen Hastalarda Perioperatif Anestezi Yönetimi

Sigara kullanan hastalarda perioperatif anestezi yönetimi, pulmoner ve kardiyovasküler komplikasyon riskinin artmış olması nedeniyle özel dikkat gerektirir. Bu nedenle preoperatif anestezi değerdendirilmesi sırasında sigara kullanım öyküsü ayrıntılı olarak sorgulanmalı; kullanım süresi, günlük tüketim miktarı ve son sigara içme zamanı kaydedilmelidir. Ayrıca hastalar kronik obstrüktif akciğer hastalığı, hava yolu hiperreaktivitesi ve eşlik eden kardiyovasküler hastalıklar açısından dikkatle değerdendirilmelidir (14).

İntraoperatif dönemde hava yolu irritasyonunu artırabilecek ajanların kullanımı dikkatle planlanmalı ve yeterli anestezi derinliği sağlanmalıdır. Sigara içen hastalarda artmış mukus üretimi ve bronşiyal reaktivite görülebileceğinden ventilasyon yönetimi akciğer koruyucu prensiplere göre düzenlenmelidir. Bu kapsamda uygun tidal volüm seçimi, yeterli PEEP uygulanması ve hava yolu sekresyonlarının etkin şekilde yönetilmesi önem taşır (28).

Sigara içen hastalarda perioperatif dönemde bronkospazm ve diğer pulmoner komplikasyonların görülme olasılığı daha yüksektir. Bu nedenle bronkospazm, hipoksemi ve solunum yetmezliği gibi durumların erken tanınması ve hızlı şekilde tedavi edilmesi kritik önem taşır. Gerekli durumlarda bronkodilatör tedavi uygulanması, yeterli oksijenizasyonun sağlanması ve postoperatif dönemde solunum desteğinin planlanması önerilmektedir (14,2).

Perioperatif Sigara Bırakma

Sigaranın bırakılması, kısa ve uzun vadede fizyolojik iyileşme sağlayarak perioperatif sonuçları olumlu yönde etkiler. Bu nedenle mevcut kılavuzlar, sigara bırakma girişimlerinin cerrahi planlandığı anda mümkün olan en erken zamanda başlatılmasını önermektedir (14,29). Randomize kontrollü çalışmalar, cerrahiden

4–8 hafta önce başlatılan yoğun sigara bırakma programlarının postoperatif komplikasyon riskini anlamlı ölçüde azalttığını göstermektedir. Bununla birlikte daha kısa süreli sigara bırakmanın da yararlı olabileceği ve cerrahi öncesi kısa süreli (<4 hafta) abstinansın postoperatif pulmoner komplikasyon riskini artırdığına dair güçlü bir kanıt bulunmamaktadır. Bu nedenle hastalara sigarayı mümkün olan en erken dönemde bırakmaları önerilmeli ve bırakma girişimlerinin cerrahi öncesi veya sonrası herhangi bir zamanda başlatılabileceği vurgulanmalıdır (2). İki haftalık sigara bırakma süresinin dahi belirli fizyolojik yararlar sağlayabileceği bildirilmekle birlikte, en az 4–8 haftalık bırakma süresi postoperatif komplikasyonların azaltılması açısından daha etkili görünmektedir (30).

Kısa süreli sigara bırakma dahi bazı fizyolojik iyileşmelere katkıda bulunabilir. Sigaranın bırakılmasını takiben ilk saatlerde karbon monoksit düzeyleri azalır ve hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesi iyileşmeye başlar. İlk 24–48 saat içinde nikotine bağlı sempatik aktivitenin azalmasıyla hemodinamik stabilite artabilir; periferik vazokonstriksiyonun gerilemesi ise doku perfüzyonunun iyileşmesine katkı sağlayabilir (14).

Perioperatif dönemde uygulanan danışmanlık ve nikotin replasman tedavisi gibi müdahalelerin sigara bırakma başarısını artırdığı ve komplikasyonları azalttığı gösterilmiştir (31–33).

Kurumsal Yaklaşım ve Tedavi Seçenekleri

Perioperatif dönemde sigara kullanımının yönetimine yönelik kurumsal protokollerin oluşturulması hem cerrahiye bağlı komplikasyonların azaltılması hem de sigara bırakma girişimlerinin sistematik ve sürdürülebilir hale getirilmesi açısından önem taşır. Sigara bırakma tedavisinde davranışsal danışmanlık temel yaklaşımı oluşturmakta olup, gerekli durumlarda nikotin replasman tedavileri

(bant, sakız, pastil) ve vareniklin gibi farmakolojik ajanlar tedaviye eklenebilir (34,35). Ayrıca hasta eğitim materyallerinin hazırlanması ve tele-sağlık uygulamalarının kullanılması, danışmanlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırarak sigara bırakma oranlarının artmasına katkı sağlayabilir (36).

Klinik Öneriler

- Tüm cerrahi hastalarda sigara ve elektronik sigara kullanımı ayrıntılı olarak sorgulanmalıdır.
- Hastalara mümkün olan en erken dönemde sigarayı bırakmaları önerilmelidir.
- Bırakma süresi uzadıkça perioperatif komplikasyon riski azalacağından, mümkün olan en uzun süreli bırakma hedeflenmelidir.
- Uzun süreli bırakma sağlanamayan durumlarda, hastaların ameliyat öncesi ve sonrası dönemde en az birkaç gün, tercihen bir hafta süreyle sigara kullanmamaları teşvik edilmelidir.
- Sigara bırakma sürecinde davranışsal danışmanlık ve uygun hastalarda farmakolojik tedavi seçenekleri değerlendirilmelidir.
- Elektronik sigara kullanıcıları da benzer perioperatif riskler açısından değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, sigara ve elektronik sigara kullanımı perioperatif morbiditeyi artıran ancak uygun müdahalelerle azaltılabilen önemli ve değiştirilebilir bir risk faktörüdür. Perioperatif dönem, sigara bırakma girişimlerinin başlatılması ve desteklenmesi için önemli bir fırsat sunmakta olup, anestezi ekibinin bu süreçte aktif rol alması hasta sonuçlarının iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

1. Cornelius, M. E., Loretan, C. G., Jamal, A., Davis Lynn, B. C., Mayer, M., Alcantara, I. C., & Neff, L. (2023). Tobacco Product Use Among Adults- United States, 2021. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 72(18), 475–483. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7218a1>
2. Wong, J., An, D., Urman, R. D., Warner, D. O., Tønnesen, H., Raveendran, R., Abdullah, H. R., Pfeifer, K., Maa, J., Finegan, B., Li, E., Webb, A., Edwards, A. F., Preston, P., Bentov, N., Richman, D. C., & Chung, F. (2020). Society for Perioperative Assessment and Quality Improvement (SPAQI) Consensus Statement on Perioperative Smoking Cessation. *Anesthesia and analgesia*, 131(3), 955–968. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004508>
3. Turan, A., Mascha, E. J., Roberman, D., Turner, P. L., You, J., Kurz, A., Sessler, D. I., & Saager, L. (2011). Smoking and perioperative outcomes. *Anesthesiology*, 114(4), 837–846. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318210f560>
4. Jousilahti, P., Vartiainen, E., Korhonen, H. J., Puska, P., & Tuomilehto, J. (1999). Is the effect of smoking on the risk for coronary heart disease even stronger than was previously thought?. *Journal of cardiovascular risk*, 6(5), 293–298. <https://doi.org/10.1177/204748739900600503>
5. Hackshaw, A., Morris, J. K., Boniface, S., Tang, J. L., & Milenković, D. (2018). Low cigarette consumption and risk of coronary heart disease and stroke: meta-

analysis of 141 cohort studies in 55 study reports. *BMJ (Clinical research ed.)*, 360, j5855.
<https://doi.org/10.1136/bmj.j5855>

6. Goldman, L., Caldera, D. L., Nussbaum, S. R., Southwick, F. S., Krogstad, D., Murray, B., Burke, D. S., O'Malley, T. A., Goroll, A. H., Caplan, C. H., Nolan, J., Carabello, B., & Slater, E. E. (1977). Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *The New England journal of medicine*, 297(16), 845–850.
<https://doi.org/10.1056/NEJM197710202971601>
7. Newby, D. E., Wright, R. A., Labinjoh, C., Ludlam, C. A., Fox, K. A., Boon, N. A., & Webb, D. J. (1999). Endothelial dysfunction, impaired endogenous fibrinolysis, and cigarette smoking: a mechanism for arterial thrombosis and myocardial infarction. *Circulation*, 99(11), 1411–1415.
<https://doi.org/10.1161/01.cir.99.11.1411>
8. Fusegawa, Y., Goto, S., Handa, S., Kawada, T., & Ando, Y. (1999). Platelet spontaneous aggregation in platelet-rich plasma is increased in habitual smokers. *Thrombosis research*, 93(6), 271–278.
[https://doi.org/10.1016/s0049-3848\(98\)00184-4](https://doi.org/10.1016/s0049-3848(98)00184-4)
9. Bermudez, E. A., Rifai, N., Buring, J. E., Manson, J. E., & Ridker, P. M. (2002). Relation between markers of systemic vascular inflammation and smoking in women. *The American journal of cardiology*, 89(9), 1117–1119.
[https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(02\)02284-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(02)02284-1)
10. Barnes P. J. (2000). Chronic obstructive pulmonary disease. *The New England journal of*

medicine, 343(4), 269–280.
<https://doi.org/10.1056/NEJM200007273430407>

11. Siafakas, N. M., Vermeire, P., Pride, N. B., Paoletti, P., Gibson, J., Howard, P., Yernault, J. C., Decramer, M., Higenbottam, T., & Postma, D. S. (1995). Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The European Respiratory Society Task Force. *The European respiratory journal*, 8(8), 1398–1420.
<https://doi.org/10.1183/09031936.95.08081398>
12. Vastag, E., Matthys, H., Köhler, D., Gronbeck, L., & Daikeler, G. (1985). Mucociliary clearance and airways obstruction in smokers, ex-smokers and normal subjects who never smoked. *European journal of respiratory diseases. Supplement*, 139, 93–100.
13. Camner, P., Philipson, K., & Arvidsson, T. (1973). Withdrawal of cigarette smoking: a study on tracheobronchial clearance. *Archives of environmental health*, 26(2), 90–92.
<https://doi.org/10.1080/00039896.1973.10666231>
14. Warner D. O. (2006). Perioperative abstinence from cigarettes: physiologic and clinical consequences. *Anesthesiology*, 104(2), 356–367.
<https://doi.org/10.1097/00000542-200602000-00023>
15. Moores L. K. (2000). Smoking and postoperative pulmonary complications. An evidence-based review of the recent literature. *Clinics in chest medicine*, 21(1), 139–x.
[https://doi.org/10.1016/s0272-5231\(05\)70013-7](https://doi.org/10.1016/s0272-5231(05)70013-7)

16. Møller, A. M., Maaløe, R., & Pedersen, T. (2001). Postoperative intensive care admittance: the role of tobacco smoking. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*, 45(3), 345–348.
<https://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2001.045003345.x>
17. Erskine, R. J., Murphy, P. J., & Langton, J. A. (1994). Sensitivity of upper airway reflexes in cigarette smokers: effect of abstinence. *British journal of anaesthesia*, 73(3), 298–302.
<https://doi.org/10.1093/bja/73.3.298>,
18. Wilkes, A. R., Hall, J. E., Wright, E., & Grundler, S. (2000). The effect of humidification and smoking habit on the incidence of adverse airway events during deepening of anaesthesia with desflurane. *Anaesthesia*, 55(7), 685–689.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2044.2000.01469.x>
19. Fusegawa, Y., Goto, S., Handa, S., Kawada, T., & Ando, Y. (1999). Platelet spontaneous aggregation in platelet-rich plasma is increased in habitual smokers. *Thrombosis research*, 93(6), 271–278.
[https://doi.org/10.1016/s0049-3848\(98\)00184-4](https://doi.org/10.1016/s0049-3848(98)00184-4)
20. Kanis, J. A., Johnell, O., Oden, A., Johansson, H., De Laet, C., Eisman, J. A., Fujiwara, S., Kroger, H., McCloskey, E. V., Mellstrom, D., Melton, L. J., Pols, H., Reeve, J., Silman, A., & Tenenhouse, A. (2005). Smoking and fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 16(2),

155–162. <https://doi.org/10.1007/s00198-004-1640-3>

21. Chiswell, C., & Akram, Y. (2017). Impact of environmental tobacco smoke exposure on anaesthetic and surgical outcomes in children: a systematic review and meta-analysis. *Archives of disease in childhood, 102*(2), 123–130. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2016-310687>
22. Steenland, K., Thun, M., Lally, C., & Heath, C., Jr (1996). Environmental tobacco smoke and coronary heart disease in the American Cancer Society CPS-II cohort. *Circulation, 94*(4), 622–628. <https://doi.org/10.1161/01.cir.94.4.622>
23. Gotts, J. E., Jordt, S. E., McConnell, R., & Tarran, R. (2019). What are the respiratory effects of e-cigarettes? *BMJ (Clinical research ed.)*, 366, 15275. <https://doi.org/10.1136/bmj.15275>
24. Dinardo, P., & Rome, E. S. (2019). Vaping: The new wave of nicotine addiction. *Cleveland Clinic journal of medicine, 86*(12), 789–798. <https://doi.org/10.3949/ccjm.86a.19118>
25. Kligerman S, Raptis C, Larsen B, et al. Radiologic, Pathologic, Clinical, and Physiologic Findings of Electronic Cigarette or Vaping Product Use-associated Lung Injury (EVALI): Evolving Knowledge and Remaining Questions. *Radiology*. 2020;294(3):491-505. doi:10.1148/radiol.202019258
26. Layden JE, Ghinai I, Pray I, et al. Pulmonary Illness Related to E-Cigarette Use in Illinois and Wisconsin

- Final Report. *N Engl J Med.* 2020;382(10):903-916.
doi:10.1056/NEJMoa1911614

27. Blount BC, Karwowski MP, Shields PG, et al. Vitamin E Acetate in Bronchoalveolar-Lavage Fluid Associated with EVALI. *N Engl J Med.* 2020;382(8):697-705. doi:10.1056/NEJMoa1916433
28. Møller AM, Villebro N, Pedersen T, Tønnesen H. Effect of preoperative smoking intervention on postoperative complications: a randomised clinical trial. *Lancet.* 2002;359(9301):114-117. doi:10.1016/S0140-6736(02)07369-5
29. Mills, E., Eyawo, O., Lockhart, I., Kelly, S., Wu, P., & Ebbert, J. O. (2011). Smoking cessation reduces postoperative complications: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of medicine*, 124(2), 144–154.e8. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2010.09.013>
30. Tang E, Rodriguez RM, Srivastava A, et al. Impact of short duration smoking cessation on post-operative complications: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth.* 2025; 106:111967. doi: 10.1016/j.jclinane.2025.111967
31. Harrogate S, Barnes J, Thomas K, et al. Peri-operative tobacco cessation interventions: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia.* 2023;78(11):1393-1408. doi:10.1111/anae.16120
32. Ricker, A. B., Manning, D., Smith, K. E., Warren, Y. E., Matthews, B. D., & Reinke, C. E. (2024). Preoperative intervention for smoking cessation: A systematic review. *American journal of surgery*, 227,

175–182.

<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2023.10.016>

33. Shi, Y., & Warner, D. O. (2010). Surgery as a teachable moment for smoking cessation. *Anesthesiology*, 112(1), 102–107.
<https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181c61cf9>
34. Clinical Practice Guideline Treating Tobacco Use and Dependence 2008 Update Panel, Liaisons, and Staff (2008). A clinical practice guideline for treating tobacco use and dependence: 2008 update. A U.S. Public Health Service report. *American journal of preventive medicine*, 35(2), 158–176.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.04.009>
35. Nolan, M. B., & Warner, D. O. (2015). Safety and Efficacy of Nicotine Replacement Therapy in the Perioperative Period: A Narrative Review. *Mayo Clinic proceedings*, 90(11), 1553–1561.
<https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2015.08.003>
36. Young-Wolff, K. C., Adams, S. R., Fogelberg, R., Goldstein, A. A., & Preston, P. G. (2019). Evaluation of a Pilot Perioperative Smoking Cessation Program: A Pre-Post Study. *The Journal of surgical research*, 237, 30–40.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.12.022>

BÖLÜM 3

DÜŞÜK AKIM ANESTEZİ

HAZAL ÖZSAĞIROĞLU¹

Giriş

Modern anesteziyelerin çok küçük bir kısmı metabolize edilirken, çoğu vücuttan büyük ölçüde değişmeden atılır. Anestezi iş istasyonlarında kullanılan kapalı solunum sistemi (Halka sistemi), solunan gaz konsantrasyonlarının korunması, solunum ısı ve nemi ile anestezi gazlarının korunması, karbondioksitin (CO₂) elimine edilmesi, ekshale edilen gazların yeniden solunmasına izin vermesiyle günümüzde düşük akım uygulamalarında güvenle kullanım sağlamaktadır. Düşük akım anestezi; kapalı halka sistemi kullanılarak, ekshale edilen havanın en az %50'sini, CO₂ absorbe ettikten ve kullanılmamış anestezi gazlarının belirli miktarda taze gaz ile karıştırılmasından sonra, bir sonraki inspirasyonda tamamen ya da kısmen hastaya geri döndüğü anestezi uygulamasıdır. Düşük

¹ Uzm Dr, Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Orcid: 0000-0003-0188-6512

taze gaz akımıyla anestezi uygulamalarına gösterilen ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Hem erişkin hem de çocuk hastalarda güvenle kullanılabilirdiği birçok çalışmada gösterilmiş olmasına rağmen hala klinisyenler tarafından çekinceler vardır. Ancak günümüz anestezi makinelerinin artan güvenlik özellikleri göz önüne alındığında bu ajanları sürekli ve ayrıntılı bir şekilde analiz eden monitörlerin varlığı, teknik aksaklıkların çoğunun önüne geçmekte ve inhalasyon anesteziklerinin farmakokinetiği ve farmakodinamiği konusundaki artan bilgiler sayesinde düşük akım anestezi tekniklerine olan çekinceler kırılmaya başlamıştır.

Düşük akım anestezinin tanımına bakıldığında, evrensel olarak kabul edilmiş bir tanımı yoktur. Alveol dakika ventilasyondan daha az taze gaz akımı kullanılan herhangi bir teknik ‘düşük akım anestezi’ olarak tanımlanabilir.

1984’te Baker ve Simioescu(Baker, 1994) gaz akımı tanımlaması aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 1. Baker gaz akım tanımlaması

Metabolik akım hızı	250 ml/dk
Minimal akım hızı	50-500 ml/dk
Düşük akım hızı	0.5-1 ml/dk
Orta akım hızı	1-2 ml/dk
Yüksek akım hızı	2-4 ml/dk

Dakika ventilasyonunun hızı taze gaz akım hızını aştığında tekrar solumaya neden olur(Levy et al., 2010). Yani taze gaz akımı ne kadar yüksekse yeniden solunan kısım o kadar düşük olur. Örneğin, 4 L taze gaz akımı kullanıldığında yeniden soluma %20 iken taze gaz akımı 2 L'ye düşürüldüğünde yeniden soluma %50 olur(Tomatır E., 2002). Düşük taze gaz akım uygulamasının klinikte kullanımının en büyük çekincesi, klinisyenlerin anestezi makinesinde ayarlanan gaz konsantrasyonları ile solunum sistemindeki gaz konsantrasyonları arasındaki farktan korkmasıdır. Ancak son zamanlarda modern anestezi cihazlarıyla birlikte anestezi gaz bileşimini sürekli ve ayrıntılı bir şekilde analiz eden monitörler bu korkuların önüne geçmektedir.

Bir hastaya düşük akım anestezi uygulaması planlarken;

- Oksijen tüketim miktarı (Brody formülü)
- Anestezi ajan alımı
- Nitröz oksit (N_2O) alımı
- Minimum alveoler konsantrasyon (MAC) değeri
- Azaltılmış taze gazın etkilerinin bilinmesi gerekir.

Oksijen, N_2O ve anestezi ajan alımının toplamına toplam gaz alımı denir. Gaz alımını hesaplamak için de bazı temel formüllerin bilinmesi gerekir(Upadya & Saneesh, 2018a) (Tablo 2).

Tablo 2. Gaz alım hesap formülleri

Gaz	Formül	Özellik
Oksijen	$VO_2=10 \times kg^{3/4} \text{ ml/dk}$ (3,5 x kg ml/dk)	Brody formülü
Nitröz oksit	$VN_2O=1000 \times t^{1/2} \text{ ml/dk}$	Severinghaus formülü; 1.dk da 1000ml akım 25.dk dan sonra 200ml/dk akım 50.dk dan sonra 140ml/dk akım
Anestezik ajan alımı	$Vaa=F \times MAC \times \text{kan/gaz partisyon katsayısı} \times \text{kardiyak output} \times t^{1/2} \text{ ml/dk}$	H lowe formülü F: MAC 1,3'te cilt insizyonuna yanıt vermeyen anestezik konsantrasyonu

Kısaltmalar: VO_2 : Oksijen tüketimi, VN_2O : Nitröz oksit tüketimi, kg: Kilogram, *ml: Mililitre, dk: Dakika, Vaa: Anestezik ajan tüketimi, MAC: Minimum alveoler konsantrasyon, t: Zaman)

Oksijen tüketimi sabittir ve buna metabolik alım denir. Ancak N_2O alımı ve anestezik ajan alımı başlangıçta yüksek iken anestezi boyunca azalır. Alımdaki bu değişiklikler hipoksik karışımların hastaya solutulmasına neden olabilir. 1952 yılında Foldes toplam gaz akımı azaldığında gaz karışımının oksijene doğru yönlendirilmesi gerektiğini vurguladı(Foldes et al., 1952). Böylelikle taze gaz akımı azaltıldığında metabolik talepleri karşılayacak yeterli oksijen sağlanmış olacaktır.

Düşük Akım Anestezi Klinik Uygulama

Cerrahi anestezi derinliği sağlamak için yeterli miktarda anestezi maddenin alveolar konsantrasyonunu elde etmek gerekir. Solunum devresinde hedef anestezi konsantrasyona ulaşmanın yöntemi ise devrenin bağlanmasından sonra başlangıç aşamasında yüksek akımların kullanılmasıyla birlikte zaman sabitinin azaltılarak devre konsantrasyonunun hızla istenen konsantrasyona getirilmesidir. Bailey(Bailey, 1989) çalışmasında düşük akım anestezi uygulamasında yeterli MAC konsantrasyonu elde etmek için, anestezi başlangıcından sonra 10 dakika boyunca anesteziğin yeterli akımla sağlanması gerektiğini öne sürmüştür. Bu başlangıç fazı takiben taze gaz akımı kademeli olarak azaltılarak düşük akım düzeyine geçilir. Düşük akım düzeyine geçildiğinde ise inhaler anestezi kadranının konsantrasyonları ile vaporizatörün anestezi devresi arasındaki fark nedeniyle, kadranın hedeften biraz daha yüksek bir seviyeye ayarlanması ile hedef MAC aralığında tutulmuş olur(Mapleson, 1998). Bu yaklaşım, devre içindeki gaz kompozisyonunun daha hızlı dengelenmesini sağlar ve anestezi derinliğin güvenli biçimde sürdürülmesine yardımcı olur. Böylelikle uyanıklık/farkındalık endişesi ortadan kalkar.

Modern anestezi iş istasyonlarında bulunan gelişmiş gaz analiz sistemleri ve otomatik güvenlik mekanizmaları, düşük akım tekniklerinin güvenli şekilde uygulanmasına önemli katkı sağlamaktadır.

Düşük Akım Anestezi Monitörizasyonu

Düşük akım anestezi uygulamalarında güvenliğin sağlanabilmesi için kapsamlı monitörizasyon zorunludur. Bu uygulamaların klinisyenlerce güvenli kullanılması için, uygun monitörizasyonun varlığıyla birlikte, alarm sınırlarının dikkatle ayarlanması ve hasta solunum sistemine bağlanır bağlanmaz alarmların çalışabilir hale gelmesine dikkat etmeleri gerekmektedir. Özellikle inspire edilen oksijen fraksiyonu (FiO_2), end-tidal karbondioksit ($EtCO_2$), inhale edilen anestezi ajan konsantrasyonu ve devre gaz kompozisyonu sürekli olarak izlenmelidir. Düşük taze gaz akımında yeniden solunan gaz miktarının artması nedeniyle hipoksik karışımların oluşma riski bulunmaktadır; bu nedenle FiO_2 düzeyinin güvenli sınırlar içinde tutulması önemlidir. Taze gaz akım hızı azaldıkça ve geri solunan gaz karışımı arttıkça, FiO_2 de azalır. Taze gaz akımı azaldığında FiO_2 'nin güvenli sınırlar içinde kalması için, taze gaz içindeki oksijen konsantrasyonunun artırılması gerekir. Güvenlik için FiO_2 'nin, en az %30 olması gerektiği ortaya konmuştur(Upadya & Saneesh, 2018a). Modern anestezi cihazlarında yer alan gaz analizörleri ve alarm sistemleri, devre gaz konsantrasyonlarının sürekli izlenmesine olanak sağlayarak düşük akım tekniklerinin güvenli uygulanmasını desteklemektedir(Nunn, 2008) (Feldman et al., 2021).

Düşük Akım Anestezi Tekniğı İçin Uygun Hasta ve Cerrahi Tipleri

Düşük akım anestezi, uygun monitörizasyon ve modern anestezi ekipmanlarının bulunduğu koşullarda birçok cerrahi girişimde uygulanmaktadır. Pediatrik hastalar da dahil olmak üzere farklı yaş gruplarında düşük akım tekniklerinin güvenli şekilde uygulanabileceğı gösterilmiştir(PETERS et al., 1998). Elektif cerrahiler, stabil hemodinamik duruma sahip hastalar, ciddi pulmoner patolojisi bulunmayan ve gaz değişimini etkileyebilecek ileri derece akciğer hastalığı olmayan hastalar düşük akım anestezi için uygun adaylardır. Ayrıca anestezi süresinin uzun olduğu elektif cerrahiler, inhalasyon ajanlarının daha stabil bir şekilde titrasyonuna ve ekonomik avantajların ortaya çıkmasına olanak sağladığından bu teknik için özellikle uygundur. Bununla birlikte ciddi solunum hastalığı bulunan hastalar veya operasyon öncesi solunum desteğı ihtiyacı olan hastalar, ventilasyon gereksinimleri hızla değişebilen klinik durumlarda dikkatli değerlendirme yapılması önerilmektedir(Upadya & Saneesh, 2018b).

Düşük Akım Anestezinin Faydaları

- Fizyolojik faydalar: Anestezi sırasında kuru inhalasyon gazlarının nemlendirilmesi solunum yollarında oluşacak zararı önlemek ve operasyon sırasında hipotermi derecesini azaltmak için arzu edilen durumdur. Bengtson ve ark.(BENGTSON et al., 1989) laboratuvar denek üzerinde yüksek taze gaz akımını (5L/dk) düşük taze gaz akımı (0,5L/dk) ile kıyasladığında solunan gazın ısısının ve neminin düşük gaz akımında daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca artan sıcaklık ve su buharı içeriği sebebiyle solunum yolunun siliyer epitelinin anatomik ve fonksiyonel bütünlüğü de korunmuş olacaktır. Çünkü yetersiz ısı ve nemin olması sekresyonları kurutur, mukus viskozitesinde de artış yapar. Buna bağlı olarak bronşiollerde kısmi tıkanıklık ile mikroatektaziler meydana gelir(Nunn, 2008). Düşük akım anestezi kullanımıyla birlikte ısı ve nem artışı olacağı için bu durum en aza indirilmiş olur.

- Ekonomik faydalar: Yüksek kaliteli tedavi bakımı sağlamak için hekimlerin tıp uygulamalarının maliyetini bilmesi gerekir. Son yıllarda kullanılan çoğu anestezi ajanları pahalı olmasına rağmen güvenli olmaları sebebiyle bizleri bu ajanların kullanımına yönlendirmiştir. Bir inhalasyon ajanının ne kadar tüketileceği ve buna bağlı olarak oluşan maliyet; taze gaz akışına, vaporizatör kadran ayarına ve anestezi süresine

bağlı olarak değişim göstermektedir(Bach et al., 1997). Bu ajanlar yüksek taze gaz akımı ile uygulandıklarında miktar olarak fazlası da valvden dışarı atılacaktır. Cotter ve ark.(Rinehardt & Sivarajan, 2012) ameliyathanede kullanılmakta olan 6,9L/dk'lık taze gaz akımı ile 2,7L/dk taze gaz akımlarını karşılaştırmışlar, ajan tüketiminde 29,2 mL/saat'lik bir azalma ve saatlik maliyette %50 düşüş bildirmişlerdir. Buna yönelik bir eleştiri, inspire edilen ajan tüketiminin azaltılmasına rağmen oluşan atıklardan dolayı emici kullanımının artmasıdır. Feldman ve ark.(Feldman et al., 2021) akımları azaltırken anestezi maliyetlerindeki azalmayı artan emici maliyetlerle karşılaştıran çalışmada, bu ajanlar kullanılırken taze gaz akışını düşürmenin her zaman daha ekonomik olacağı sonucuna varmışlardır.

- Çevresel faydalar: Ameliyathanelerde kullanılan inhalasyon ajanları güçlü sera gazlarıdır ve atmosfere olumsuz etkileri mevcuttur. Çoğu ülke, çalışan sağlığını korumak için ortam hava kalitesi için güvenlik yönergeleri belirlemiştir. Anestezi gazların kullanımında yapılan küçük değişiklikler bile önemli bir çevresel etkiye sahip olabilir. Mesleki maruziyeti ve inhalasyon anesteziplerinin çevresel etkisini azaltmak için verimli çalışan havalandırma sistemleri ve temizleme sistemleri olmalıdır. Atık gaz konsantrasyonlarının düzenli izlenmesi, anestezi ekipmanlarının düzenli bakımı ve taze gaz akış hızının en aza indirilmesi

önerilmektedir(Varughese & Ahmed, 2021).

Düşük Akım Anestezide Olası Komplikasyonlar ve Güvenlik Önlemleri

Düşük akım uygulaması sırasında karbondioksit absorbanına duyulan ihtiyacın artması ve artan absorban tüketimin getirdiği harcamalar, gazların uygun monitörizasyon ile izlenmesine olan bağımlılık, daha fakir ülkelerde düşük akım uygulamalarının kullanımını sınırlayabilir. Düşük akım anestezinin güvenli uygulanabilmesi için bazı potansiyel komplikasyonların bilinmesi ve uygun önlemlerin alınması gereklidir. Bunlar arasında hipoksik gaz karışımları, karbondioksit absorbanının tükenmesine bağlı yeniden solunan CO₂ artışı ve bazı volatil anesteziklerin absorbanlarla reaksiyonu sonucu karbon monoksit (CO) oluşumu yer almaktadır. Özellikle kapalı solunum devresinde devreden uzaklaştırılamadığı için anestezi solunum sistemlerinde bir CO birikimi söz konusu olabilir(Coppens et al., 2006). Bu birikimin iki potansiyel kaynağı bulunmaktadır. Endojen CO, ‘Hem-oksijenaz enziminin katalizlediği ‘Hem’ katabolizmasının bir ürünü olarak üretilir. Üretilen CO dolaşıma katılarak hemoglobine bağlanır ve sonucunda karboksihemoglobin (COHb) oluşturur(Hayashi et al., 2004). Eksojen CO; volatil

anestezik ajanların CO₂ absorbanları ile reaksiyonu sonucu açığa çıkar.

Yapılan in vitro çalışmalar volatil anestezikler ile CO üretiminin sırasıyla (en büyükten en küçüğe) desfluran ≥ enfluran > izofluran >> halotan = sevofluran şeklinde olduğunu göstermiştir(Fang et al., 1995). Sevofluran ile laboratuvar ortamında yapılan deneylerde yalnızca ihmal edilebilir miktarlarda CO oluştuğu gösterilmiştir. Sevofluran, düşük kan ve düşük doku çözünürlüğüne sahip olma özelliği sayesinde alveolar ve etki bölgesi olan merkezi sinir sistemi konsantrasyonları arasında denge kurulması hızlıdır ve daha berrak zihinle uyanmayı sağlamaktadır. Bu özellikleri sevofluranı düşük akım anestezi uygulamaları için ideal volatil anestezik haline getirmektedir.

Bu risklerin azaltılabilmesi için anestezi devresinin düzenli kontrol edilmesi, absorbanın uygun nem içeriğinin korunması, gaz analizörlerinin aktif kullanılması ve alarm limitlerinin doğru ayarlanması önemlidir. Modern anestezi cihazları ve gelişmiş monitörizasyon sistemleri sayesinde bu komplikasyonların erken tespiti ve önlenmesi mümkün hale gelmiştir(Coppens et al., 2006)(Feldman et al., 2021).

Kaynakça

- Bach, A., Böhrer, H., Schmidt, H., Motsch, J., & Martin, E. (1997). Ökonomische Aspekte beim Einsatz moderner Inhalationsanästhetika am Beispiel des Sevofluran (Cost-effectiveness of modern inhalational anaesthetics using sevoflurane as an example). *Der Anaesthesist*, 46(1), 21–28. <https://doi.org/10.1007/s001010050366>
- Bailey, J. M. (1989). c. *Journal of Pharmacokinetics and Biopharmaceutics*, 17(1), 109–123. <https://doi.org/10.1007/BF01059090>
- Baker, A. B. (1994). Low Flow and Closed Circuits. *Anaesthesia and Intensive Care*, 22(4), 341–342. <https://doi.org/10.1177/0310057X9402200402>
- BENGTSON, J. P., BENGTSON, A., & STENQVIST, O. (1989). THE CIRCLE SYSTEM AS A HUMIDIFIER. *British Journal of Anaesthesia*, 63(4), 453–457. <https://doi.org/10.1093/bja/63.4.453>
- Coppens, M. J., Versichelen, L. F. M., Rolly, G., Mortier, E. P., & Struys, M. M. R. F. (2006). The mechanisms of carbon monoxide production by inhalational agents. *Anaesthesia*, 61(5), 462–468. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2006.04536.x>
- Fang, Z. X., Eger, E. I., Laster, M. J., Chortkoff, B. S., Kandel, L., & Ionescu, P. (1995). Carbon Monoxide Production from Degradation of Desflurane, Enflurane, Isoflurane, Halothane, and Sevoflurane by Soda Lime and Baralyme Registered Trademark. *Anesthesia & Analgesia*, 80(6), 1187–1193. <https://doi.org/10.1097/00000539-199506000-00021>
- Feldman, J. M., Hendrickx, J., & Kennedy, R. R. (2021). Carbon Dioxide Absorption During Inhalation Anesthesia: A Modern Practice. *Anesthesia & Analgesia*, 132(4), 993–1002. <https://doi.org/10.1213/ANE.00000000000005137>

- Foldes, F. F., Ceravolo, A. J., & Carpenter, S. L. (1952). THE ADMINISTRATION OF NITROUS OXIDE-OXYGEN ANESTHESIA IN CLOSED SYSTEMS. *Annals of Surgery*, 136(6), 978–981. <https://doi.org/10.1097/00000658-195212000-00009>
- Hayashi, M., Takahashi, T., Morimatsu, H., Fujii, H., Taga, N., Mizobuchi, S., Matsumi, M., Katayama, H., Yokoyama, M., Taniguchi, M., & Morita, K. (2004). Increased Carbon Monoxide Concentration in Exhaled Air After Surgery and Anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*, 444–448. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000123821.51802.F3>
- Levy, R. J., Nasr, V. G., Rivera, O., Roberts, R., Slack, M., Kanter, J. P., Ratnayaka, K., Kaplan, R. F., & McGowan, F. X. (2010). Detection of Carbon Monoxide During Routine Anesthetics in Infants and Children. *Anesthesia & Analgesia*, 110(3), 747–753. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181cc4b9f>
- Mapleson, W. W. (1998). The theoretical ideal fresh-gas flow sequence at the start of low-flow anaesthesia. *Anaesthesia*, 53(3), 264–272. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2044.1998.00310.x>
- Nunn, G. (2008). Low-flow anaesthesia. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*, 8(1), 1–4. <https://doi.org/10.1093/BJACEACCP/MKM052>
- PETERS, J. W. B., BEZSTAROSTI-VAN EEDEN, J., ERDMANN, W., & MEURSING, A. E. E. (1998). Safety and efficacy of semi-closed circle ventilation in small infants. *Pediatric Anesthesia*, 8(4), 299–304. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.1998.00232.x>
- Rinehardt, E. K., & Sivarajan, M. (2012). Costs and wastes in anesthesia care. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 25(2), 221–225. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32834f00ec>
- Tomatır E., Ç. (2002). Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kural ve uygulama. istanbul: Nobel

Tip Kitapevleri. (Orjinal Basım Tarihi 2000). *Baum J.A.*, 54–71.

Upadya, M., & Saneesh, P. (2018a). Low-flow anaesthesia – underused mode towards “sustainable anaesthesia.” *Indian Journal of Anaesthesia*, 62(3), 166. https://doi.org/10.4103/ija.IJA_413_17

Upadya, M., & Saneesh, P. J. (2018b). Low-flow anaesthesia – underused mode towards “sustainable anaesthesia.” *Indian Journal of Anaesthesia*, 62(3), 166. https://doi.org/10.4103/IJA.IJA_413_17

Varughese, S., & Ahmed, R. (2021). Environmental and Occupational Considerations of Anesthesia: A Narrative Review and Update. *Anesthesia & Analgesia*, 133(4), 826–835. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005504>

BÖLÜM 4

POSTOPERATİF BULANTI KUSMA PROFLAKSİSİNDE MULTİMODAL YAKLAŞIM

İREM AKSOY¹

Giriş

Postoperatif bulantı ve kusma (POBK), hastaların ameliyat öncesi dönemde cerrahi ağrıdan daha fazla endişe duydukları bir komplikasyon olup, hasta memnuniyeti, iyileşme süreci ve sağlık bakım maliyetleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. POBK terimi genellikle anestezi sonrası bakım ünitesinde (PACU) veya ameliyat sonrası ilk 24 saat içinde ortaya çıkan bulantı ve/veya kusmayı tanımlamak için kullanılır. POBK genellikle sekelsiz olarak düzelir ve tedavi edilir. Ancak literatür, kusma/öğürmenin nadir de olsa yaşamı tehdit eden komplikasyonlara yol açabileceğini gösterir (Kuratomi et al., 2025; Sbaraglia et al., 2019). Şiddetli kusma ve öğürme; aspirasyon, yara açılması, özofageal ya da trakeal rüptür, dehidratasyon, artmış intrakraniyal basınç ve pnömotoraksa neden olabilir. Yüksek riskli hastalarda agresif profilaksi, erken tanı ve yakın izlem klinik önem taşır.

¹ Uzm. Dr., Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, ORCID İD: 0009-0001-3645-5256

Bu yazıda, postoperatif dönemde gelişen bulantı kusmanın insidansı, risk faktörleri, risk skrolama sistemleri, önleme yöntemleri, tedavide kullanılan farmakolojik ve non-farmakolojik ajanlar ile güncel kılavuzlar rehberliğinde yönetimi ele alınacaktır.

Patofizyoloji

Postoperatif bulantı ve kusma, beyin sapındaki kusma merkezinin aktivasyonu sonucu oluşur. Bulantı ve kusmaya aracılık eden beş temel nörotransmitter reseptör vardır: muskarinik M1, dopamin D2, histamin H1, 5-hidroksitriptamin (HT)-3 serotonin ve nörokinin 1.

Bu merkezin uyarı aldığı başlıca afferent yollar:

- Kemoreseptör Trigger Zonu (CTZ): Kan-beyin bariyeri dışında yer alır. İlaç ve toksinlere duyarlıdır. D2, 5-HT3, M1, NK1 reseptörleri içerir.
- Vestibüler Sistem: İç kulaktan gelen denge ve hareket sinyallerini algılar. Histamin (H1), muskarinik asetilkolin (M1) reseptörleri üzerinden etki eder. Opioidler ve postoperatif mobilizasyon yoluyla aktive olur.
- Periferik Yolaklar: Gastrointestinal sistemde vagal ve spinal afferent liflerden uyarı alır. Cerrahi manipölasyon ve intestinal distansiyonla tetiklenir. Serotonin (5-HT3), dopamin reseptörleri üzerinden etki eder.
- Kortikal ve Limbik Yollar: Anksiyete, ağrı, koku, görsel uyaranlarla tetiklenen bulantıda rol oynar.

Bu yolların birbirinden bağımsız olmadığı, nucleus tractus solitarius (NTS) ve area postrema'da birleşerek ortak bir emetik ağı oluşturduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle güncel yaklaşım, farklı reseptörleri hedefleyen multimodal antiemetik tedavi üzerine kuruludur.

Risk Faktörleri ve Skrolama

Profilaksi uygulanmadığı takdirde, anestezi sonrası çocukların ve yetişkinlerin yaklaşık %30'unda POBK meydana gelir. Yüksek riskli hastalarda bu oran %80'e kadar çıkabilir. Ameliyat sonrası bulantı ve kusma riskini artıran temel faktörler; hasta, anestezi ve cerrahi ile ilişkili olabilir.

Hastaya Ait Risk Faktörleri:

- Postoperatif bulantı kusma ve taşıt tutması öyküsünün varlığı
- Kadın cinsiyet
- Genç yaş
- Sigara içmeme
- Perioperatif hipotansiyon: İntraoperatif hipotansiyondan kaçınmak ve hedefe yönelik hemodinamik yönetim, ameliyat sonrası bulantı ve kusma riskini azaltabilir. Geniş ölçekli bir retrospektif çalışmada, 1,8 dakikadan uzun süre boyunca ortalama arteriyel basıncı (MAP) <50 mmHg olan hastaların, MAP >50 mmHg olanlara kıyasla PONV riskinin arttığı görülmüştür (Maleczek et al., 2023).
- Güncel yayınlarda yeni risk faktörleri bildirilmiştir. Daha yüksek hemoglobin ve hematokrit değerlerinin daha az POBK ile ilişkili olduğu, yüksek nötrofil/lenfosit ve yüksek trombosit/lenfosit oranının, artmış POBK riski ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Feng et al., 2023; Orbay Yasli et al., 2023).
- Kim ve arkadaşlarının çalışmasında, aşırı kilolu ve obez hastaların (Beden kitle indeksi (BKİ) sırasıyla > 25 kg/m² ve > 30 kg/m²) daha düşük BKİ'ye sahip hastalara göre ameliyat sonrası bulantı ve kusma insidansının anlamlı derecede daha düşük olduğu görülmüştür (Kim et al., 2020).
- Bazı çalışmalarda; migren, anksiyete/depresyon, kemoterapi öyküsü ile genetik polimorfizmlerin de riski artırdığı gösterilmiştir.

Anestezi İlişkili Risk Faktörleri:

- Anestezi Türü: POBK insidansı genel anestezide en yüksektir; bunu spinal anestezi ve ardından sinir bloğu anestezisi izler. TIVA (Total intravenöz anestezi) POBK'yı belirgin azaltan koruyucu bir faktör olarak öne çıkar.
- Azot Protoksit (N₂O) Kullanımı: POBK riskini artırabilme potansiyeli vardır. Geniş ölçekli bir meta-analiz, bir saatten daha kısa süreli N₂O uygulamasından kaynaklanan PONV riskinin önemsiz olduğunu bulmuştur. 45 dakikalık uygulamadan sonra, N₂O, PONV riskini saatte %20 oranında artırmıştır (Peyton & Wu, 2014).
- Anestezi Süresi: Anestezi süresindeki her ek 30–60 dakikalık artış riski anlamlı yükseltir.
- Opioid İlaçlar: Ameliyat sırasında veya sonrasında kullanılan opioid ağrı kesiciler, doza bağlı olarak POBK riskini önemli ölçüde artırır.

Cerrahi İlişkili Risk Faktörleri:

- Laparoskopi, kolesistektomi (safra kesesi), jinekolojik ve oftalmolojik cerrahiler, baş ve boyun cerrahisi ile obezite cerrahisi yüksek riskli prosedürler arasındadır.

Ameliyat sonrası bulantı ve kusma riskini belirlemede Apfel ve Koivuranta skorları, tüm cerrahi hastalarda bazal risk faktörlerini değerlendirmek amacıyla kullanılan objektif yöntemlerdir. Bu skorlama araçları, klinik ekiplerin multimodal önleme stratejilerini belirlemesine yardımcı olur.

Apfel skoru, kadın cinsiyet, sigara içmeme durumu, araç tutması veya geçmişte POBK öyküsü, ameliyat sonrası opioid kullanımı beklentisi olmak üzere dört temel risk faktörünü değerlendirir (Tablo 1). Koivuranta skoru, Apfel skorundaki dört faktöre ek olarak cerrahi süresini de hesaba katar. Ameliyat süresinin 60 dakikadan uzun olması bir risk faktörü olarak kabul edilir.

*Tablo 1 Yetişkinler için POBK'ya Yönelik Basitleştirilmiş
Apfel Risk Skoru*

Risk Faktörleri	Puanlar
Kadın Cinsiyet	1
Sigara İçmeme	1
Ameliyat sonrası bulantı kusma öyküsü	1
Ameliyat sonrası opioid kullanımı	1

Apfel skorlamasında 0, 1, 2, 3 ve 4 risk faktörü varlığında, POBK insidansı sırasıyla %10, %20, %40, %60 ve %80 olarak belirlenir.

Önleme

Ameliyat sonrası bulantı ve kusma (POBK) için yönetim stratejileri, risk değerlendirmesine dayalı olarak POBK'yı önlemek için tek ajandan çoklu farmakolojik ajanların uygulanmasına kadar olan tedbirlerin kullanımını içerir. Ayrıca, POBK meydana geldiğinde kanıta dayalı kurtarma müdahaleleri kullanılır.

Ameliyat Sonrası Bulantı ve Kusmanın Yönetimi için 2026 Beşinci Konsensus Kılavuz önerileri temel olarak şunları içerir:

- Etkin ağrı kontrolünün, POBK'daki azalma ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu klinik çalışmalarda gösterilmiştir (Apfel et al., 2013; Zeng et al., 2024).
- Perioperatif ağrı kontrolü için multimodal, opioidden tasarruf sağlayan/opioidsiz stratejiler kullanılması hem opioid gereksinimini hem de POBK insidansını azaltır (Elvir-Lazo et al., 2020).
- Ek önleyici tedbirler arasında anestezi tekniğinin ve kullanılan ilaçların değiştirilmesi, antiemetiklerin uygulanması ve profilaksi

için non-farmakolojik önlemlerin uygulanması yer alır (Gan et al., 2025).

1. Farmakolojik Ajanlar:

1.a. Serotonin (5-hidroksitriptamin) reseptör antagonistleri:

Postoperatif bulantı ve kusmanın (POBK) önlenmesinde ilk tercih edilen ilaçlardır. Birinci nesil serotonin antagonistleri (ondansetron, granisetron , dolasetron) eşdeğer dozlarda POBK için eşit derecede etkilidir. Kusmayı önleme etkinlikleri, bulantıyı önleme etkinliğinden genellikle daha iyidir, baş ağrısı yaygın görülen bir yan etkidir. Bu ilaçların tümü, özellikle QT aralığını uzatma potansiyeline sahiptir ve QTc uzaması riski taşıyan hastalarda kaçınılmalıdır.

Ondansetron, düşük maliyeti ve düşük yan etki profili ile bu sınıfta en sık kullanılan antiemetik ajandır. Önerilen doz, yetişkinler için genel anestezinin bitiminden 10-20 dakika önce intravenöz (iv) 4 mg veya ameliyat öncesi oral tablet 8-16 mg olarak verilmesidir. Çocuklar için iv. 0,1 mg/kg, maksimum 4 mg verilir.

Granisetron, yetişkinlerde ameliyatın sonunda 0,35 ila 3 mg iv, çocuklarda 40 mcg/kg iv, maksimum 0,6 mg uygulanır.

Dolasetron, postoperatif bulantı ve kusma profilaksisinde yetişkinlerde ameliyat sonunda 12,5 mg intravenöz, pediatrik hastalarda ise 0,35 mg/kg intravenöz (maksimum 12,5 mg) dozunda uygulanmaktadır. Bununla birlikte, yüksek doz intravenöz dolasetron uygulaması QTc intervalinde uzama ve potansiyel olarak ölümcül torsade de pointes gelişme riski nedeniyle kemoterapiye bağlı bulantı ve kusma profilaksisinde güncel kılavuzlar tarafından artık önerilmemekte ve kontrendike kabul edilmektedir (Ganguly et al., 2024).

Palonosetron, daha uzun yarı ömürlü ($\approx$ 40–50 saat) ve geç dönemde POBK'yı ondansetrondan daha fazla azaltabilen ikinci nesil 5-HT₃

antagonistidir (Kumar et al., 2024). Erişkinlerde 0,075 mg iv. tek doz genellikle indüksiyon öncesi uygulanır. Çocuklardaki uygulama dozu 40 mcg/kg IV, maksimum 0,6 mg önerilmiştir.

1.b. Glukokortikoidler:

Deksametazon, POBK'nın önlenmesinde ondansetron ve droperidol kadar etkilidir ve çocuklarda postoperatif kusma profilaksisi için en sık kullanılan ve araştırılan kortikosteroidir.

Deksametazonun önerilen POBK dozu yetişkinlerde iv. 4-8 mg, çocuklarda 0,25 mg/kg, maksimum iv. 4 mg anestezi indüksiyonu sonrası uygulanmasıdır Deksametazonun önerilen POBK dozu yetişkinlerde iv. 4-8 mg, çocuklarda 0,25 mg/kg, maksimum iv. 4 mg anestezi indüksiyonu sonrası uygulanmasıdır.

Otuz sekiz çalışmayı içeren Cochrane derlemesi ve sonraki geniş ölçekli randomize çalışmalar, tek doz 8 mg'a kadar deksametazon uygulamasının, diyabetes mellituslu hastalar dahil olmak üzere, ameliyat sonrası enfeksiyon riskini artırmadığını göstermiştir. Çalışmaların çoğunda yara enfeksiyonu insidansında artış saptanmamıştır (Gan et al., 2020). Yaklaşık 8700 hastayı içeren çok merkezli PADDI çalışmasında da intraoperatif 8 mg IV deksametazon ile plasebo arasında 30 günlük cerrahi alan enfeksiyonu oranları benzer bulunmuştur (Corcoran et al., 2021).

Deksametazon, diyabetli hastalarda geçici postoperatif hiperglisemiye neden olabilmekle birlikte, glukoz artışı genellikle hafif düzeydedir (yaklaşık 2 mmol/L veya 36 mg/dL). Deksametazon uygulamasına bağlı bu geçici hipergliseminin yara iyileşmesini olumsuz etkilemediği gösterilmiştir (Pang et al., 2023).

1.c. Antidopaminerjikler:

Antiemetiklerin antidopaminerjik grubu amisülprid ile butirofenon türevleri olan droperidol ve haloperidolü içerir. Düşük doz droperidol (1,25 mg IV) ve haloperidol, postoperatif bulantı ve

kusma profilaksisinde ondansetron ile benzer etkinlik göstermekte, ancak artmış sedasyon ile ilişkili bulunmaktadır. Her iki ilaç genellikle ameliyat sonunda tek doz intravenöz olarak uygulanır; haloperidol ayrıca oral veya intramüsküler yolla da verilebilir. Bu ajanlar pediatrik hastalarda postoperatif kusma profilaksisi amacıyla kullanılmamaktadır.

Amisülprid başlangıçta antipsikotik olarak geliştirilmiş olup, 5 mg dozunda postoperatif bulantı ve kusma profilaksisinde etkilidir. Amisulprid 10 mg, FDA tarafından kurtarıcı antiemetik olarak önerilen dozdur ve daha önce antidopaminerjik olmayan POBK profilaksisi uygulanan hastalarda etkilidir.

Metoklopramid, temel olarak antidopaminerjik antiemetikler sınıfında yer alırken serotonerjik reseptörler üzerinden prokinetik özellikler de gösterir. Postoperatif bulantı ve kusma profilaksisinde etkinliği sınırlı olduğundan, güncel kılavuzlarda birinci basamak profilaksi yerine daha çok kurtarıcı tedavi olarak önerilmektedir.

1.d. Nörokinin-1 Reseptör Antagonistleri:

Nörokinin 1 (NK1) reseptör antagonistleri, özellikle POBK ve taburculuk sonrası bulantı ve kusmanın önlenmesinde etkili olabilecek nispeten yeni bir uzun etkili antiemetik sınıfını oluşturmaktadır.

Aprepitant, oral ve intravenöz formülasyonlarda bulunan bir NK1 reseptör antagonistidir. Yarı ömrü 40 saattir; dozu yetişkinler için ameliyat öncesi oral 40 mg veya 30 saniye içinde intravenöz olarak 32 mg'dır. Fosaprepitant, aprepitantın ön ilacıdır ve yalnızca intravenöz formda mevcuttur, ameliyat öncesi 150 mg dozunda uygulanır.

1.e. Antihistaminikler:

Dimenhidrinat ve difenhidramin, antihistaminik özellikte antiemetikler olup, yetişkinlerde 1 mg/kg iv., çocuklarda ise 0,5 mg/kg (maksimum 25 mg) iv. dozlarında uygulanır. Dimenhidrinat, postoperatif bulantı ve kusma profilaksisinde etkili bir ajandır ancak profilakside optimal doz, uygulama zamanı ve yan etki profili tam olarak netleşmemiştir. En sık bildirilen yan etkiler arasında sedasyon, baş dönmesi, baş ağrısı ve ağız kuruluğu yer alır.

1.f. Antikolinerjikler:

Skopolamin, POBK profilaksisi için 1,5 mg transdermal preparat olarak uygulanan bir antikolinerjik ilaçtır. Ameliyat günü veya ameliyat öncesi gece uygulandığında postoperatif ilk 24 saat boyunca POBK riskini azaltmada etkili bir ajan olarak gösterilmiştir (kanıt düzeyi A1). En sık bildirilen yan etkileri görme bozukluğu, ağız kuruluğu ve baş dönmesidir. Güncel kanıtlar, özellikle ürojinekolojik cerrahiler sonrasında transdermal skopolamin kullanımının postoperatif üriner retansiyon riskinde artış ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (Lanpher et al., 2023).

2. Kombinasyon Tedavisi:

Postoperatif bulantı ve kusma için risk faktörü olan hastalarda farklı ilaç sınıflarından en az iki antiemetik kombinasyonun kullanılması hem kılavuzlar hem de güncel çalışmalar tarafından güçlü biçimde desteklenmektedir. Güncel POBK yönetim kılavuzları, erişkin ve çocuklarda risk temelli multimodal profilaksi önermekte; 1–2 risk faktörü olanlarda en az iki, ≥ 3 risk faktörü olanlarda en az üç farklı sınıftan antiemetik kullanılmasını tavsiye etmektedir (Cao et al., 2017).

Güncel geniş kapsamlı derlemeler, kombine antiemetik tedavinin tek ajan kullanımına kıyasla POBK insidansını ve kurtarıcı antiemetik gereksinimini azalttığını, ayrıca hasta memnuniyetini

artırdığını göstermektedir. 585 randomize kontrollü çalışmayı içeren Cochrane ağ meta-analizinde, antiemetik kombinasyonlarının tek ilaç tedavilerine göre daha etkili olduğu; özellikle NK₁ antagonisti, 5-HT₃ antagonisti ve kortikosteroid içeren rejimlerin en yüksek etkinliği sağladığı bildirilmiştir (Weibel et al., 2020).

3. Non-Farmakolojik Yöntemler:

Bu yöntemler etkili, ekonomik ve uygulanabilir olmaları nedeniyle multimodal stratejinin önemli bir parçasıdır.

3.a. Akupunktur ve Nokta Stimülasyonu:

Perikardiyum-6 (PC6) akupunktur noktasının uyarılması, farmakolojik profilaksiye benzer etkinlik gösteren non-farmakolojik bir POBK önleme yöntemidir. Median sinir üzerine uygulanan elektrotlarla yapılan uyarım, özellikle tetanik stimülasyon kullanıldığında erken dönem POBK insidansını azaltabilmektedir. Yaklaşık 7700 yetişkin ve çocuğu içeren 59 çalışmanın meta-analizi, akupunktur iğnesi veya akupresür bileklikleri gibi farklı yöntemlerle gerçekleştirilen PC6 uyarımının, POBK profilaksisinde yaygın kullanılan antiemetikler kadar etkili olduğunu göstermiştir (Lee et al., 2015).

3.b. Aromaterapi:

Postoperatif bulantı ve kusmanın kurtarma tedavisinde aromaterapiye ilişkin Cochrane sistematik derlemesi, genel olarak düşük kanıt kalitesi bildirmiştir (Gan et al., 2020). Nane aromaterapisinin plaseboya üstünlüğü gösterilemezken, izopropil alkol uygulamasının ek kurtarıcı tedavi gereksinimini azalttığı bildirilmiştir. Sistematik derleme ve meta-analizler, zencefil kökü preparatlarının postoperatif bulantı riskini azaltabileceğini ancak

kusma üzerine etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Zencefil ve lavanta esansiyel yağları aromaterapisi tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabilir.

4. Kurtarma Terapisi:

Ameliyat sonrası bulantı ve kusma gelişen hastalarda uygulanan kurtarma tedavisi, temel olarak daha önce kullanılmamış farklı bir ilaç grubuna geçiş yapılmasını esas alır. 5-HT₃ reseptör antagonistleri, POBK'nın hem önlenmesinde hem de tedavisinde birinci basamak ajanlar olarak önerilmektedir (Wang et al., 2024).

Deksametazon etkili bir profilaktik antiemetik olmasına rağmen kurtarma ilacı olarak daha az etkilidir. Opioid kaynaklı POBK için düşük doz nalokson infüzyonu (0,25 mcg/kg/saat IV), analjeziyi etkilemeden bulantı ve kusma dahil opioid kaynaklı yan etkileri azaltabilir.

Algoritma ve Protokoller

Güncel kılavuzlar, postoperatif bulantı ve kusma profilaksisinin hasta risk faktörlerine dayalı basamaklı bir algoritma ile planlanmasını önermektedir. Düşük riskli hastalarda profilaksi gerekmebilirken, orta risk grubunda iki farklı sınıftan antiemetik, yüksek riskli hastalarda ise multimodal kombinasyon tedavisi önerilmektedir. Deksametazonun indüksiyonda, 5-HT₃ antagonistlerinin cerrahi sonunda uygulanması standart zamanlama yaklaşımıdır. Profilaksi başarısız olduğunda kurtarıcı tedavide farklı farmakolojik sınıftan ajan seçilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

1. Apfel, C. C., Turan, A., Souza, K., Pergolizzi, J., & Hornuss, C. (2013). Intravenous acetaminophen reduces postoperative nausea and

- vomiting: a systematic review and meta-analysis. *Pain*, 154(5), 677–689. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.12.025>
2. Cao, X., White, P. F., & Ma, H. (2017). An update on the management of postoperative nausea and vomiting. *Journal of Anesthesia*, 31(4), 617–626. <https://doi.org/10.1007/s00540-017-2363-x>
 3. Corcoran, T. B., Myles, P. S., Forbes, A. B., Cheng, A. C., Bach, L. A., O’Loughlin, E., Leslie, K., Chan, M. T. V., Story, D., Short, T. G., Martin, C., Coutts, P., & Ho, K. M. (2021). Dexamethasone and Surgical-Site Infection. *New England Journal of Medicine*, 384(18), 1731–1741. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2028982>
 4. Elvir-Lazo, O. L., White, P. F., Yumul, R., & Cruz Eng, H. (2020). Management strategies for the treatment and prevention of postoperative/postdischarge nausea and vomiting: an updated review. *F1000Research*, 9, 983. <https://doi.org/10.12688/f1000research.21832.1>
 5. Feng, D., Wang, D., Gu, C., Lv, M., Liu, Z., & Wang, Y. (2023). Effectiveness of neutrophil-to-lymphocyte and platelet-to-lymphocyte ratios in predicting the incidence of nausea and vomiting after total knee arthroplasty in patients with hemophilia A. *Frontiers in Surgery*, 10. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1120930>
 6. Gan, T. J., Belani, K. G., Bergese, S., Chung, F., Diemunsch, P., Habib, A. S., Jin, Z., Kovac, A. L., Meyer, T. A., Urman, R. D., Apfel, C. C., Ayad, S., Beagley, L., Candiotti, K., Englesakis, M., Hedrick, T. L., Kranke, P., Lee, S., Lipman, D., ... Philip, B. K. (2020). Fourth Consensus Guidelines for the Management of Postoperative Nausea and Vomiting. *Anesthesia & Analgesia*, 131(2), 411–448. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004833>
 7. Gan, T. J., Jin, Z., Ayad, S., Belani, K. G., Habib, A. S., Meyer, T. A., Urman, R. D., Andrew, B. Y., Bergese, S. D., Chung, F., Diemunsch, P., Kovac, A. L., Candiotti, K., Englesakis, M., Grant, M. C., Hedrick, T. L., Huang, H., Kranke, P., Lloyd, S. J.-A., ... Stever, J. (2025). Fifth Consensus Guidelines for the Management of Postoperative Nausea and Vomiting: Executive Summary. *Anesthesia & Analgesia*. <https://doi.org/10.1213/ANE.00000000000007816>
 8. Ganguly, S., Sasi, A., Nagaraju, S. K. K., & Bakhshi, S. (2024). Anti-Emetics in Children Receiving Chemotherapy for Solid Tumors and Leukemia: Pharmacology and Optimization of Therapy for Nausea

- and Vomiting. *Pharmaceuticals*, 17(5), 616. <https://doi.org/10.3390/ph17050616>
9. Kim, J. H., Hong, M., Kim, Y. J., Lee, H. S., Kwon, Y. S., & Lee, J. J. (2020). Effect of Body Mass Index on Postoperative Nausea and Vomiting: Propensity Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 9(6), 1612. <https://doi.org/10.3390/jcm9061612>
 10. Kumar, J., Alagarsamy, R., Lal, B., Rai, A. J., Joshi, R., Karna, S. T., Shakti, P., Verma, D. K., Yadav, V., Goel, P., Yunus, Md., & Barathi, A. (2024). Comparison of efficacy and safety between palonosetron and ondansetron to prevent postoperative nausea and vomiting in patients undergoing laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Minimally Invasive Surgery*, 27(4), 202–216. <https://doi.org/10.7602/jmis.2024.27.4.202>
 11. Kuratomi, H., Idei, M., Takaki, S., Yokoyama, N., & Yokose, M. (2025). Life-Threatening Aspiration Pneumonia as a Rare Complication of Postoperative Nausea and Vomiting (PONV) in a Young Patient Following Cardiac Surgery: A Case Report. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.83254>
 12. Lanpher, N. W., Schnittka, E. M., & Haggag, A. (2023). Transdermal scopolamine and urinary retention following urogynecologic surgery: a systematic review and meta-analysis. *International Urogynecology Journal*, 34(8), 1689–1696. <https://doi.org/10.1007/s00192-023-05467-8>
 13. Lee, A., Chan, S. K., & Fan, L. T. (2015). Stimulation of the wrist acupuncture point PC6 for preventing postoperative nausea and vomiting. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2016(6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003281.pub4>
 14. Maleczek, M., Laxar, D., Geroldinger, A., & Kimberger, O. (2023). Intraoperative Hypotension Is Associated with Postoperative Nausea and Vomiting in the PACU: A Retrospective Database Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(5), 2009. <https://doi.org/10.3390/jcm12052009>
 15. Orbay Yasli, S., Gunay Canpolat, D., Dogruel, F., Yilmaz Asan, C., Soyly, E., & Demirbas, A. E. (2023). Do preoperative hemoglobin and hematocrit levels predict postoperative nausea and vomiting in orthognathic surgery patients? A retrospective case-control study. *Annals of Clinical and Analytical Medicine*, 14(09), 803–807. <https://doi.org/10.4328/ACAM.21786>

16. Pang, Q.-Y., Wang, J.-Y., Liang, X.-L., Jiang, Y., & Liu, H.-L. (2023). The safety of perioperative dexamethasone with antiemetic dosage in surgical patients with diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Perioperative Medicine*, 12(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s13741-023-00293-4>
17. Peyton, P. J., & Wu, C. Y. (2014). Nitrous Oxide–related Postoperative Nausea and Vomiting Depends on Duration of Exposure. *Anesthesiology*, 120(5), 1137–1145. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000122>
18. Sbaraglia, F., Saviani, M., Timpano, J. M., & Rossi, M. (2019). Postoperative nausea and vomiting as a cause of tracheal injury: an underestimated life-threatening adverse event? *British Journal of Anaesthesia*, 123(3), e457–e458. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.05.034>
19. Wang, Y., Shi, J., Wei, Y., & Wu, J. (2024). PONV Management in Adult Patients: Evidence-based Summary. In *Journal of Perianesthesia Nursing* (Vol. 39, Number 6, pp. 1095–1103). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2024.01.027>
20. Weibel, S., Rücker, G., Eberhart, L. H., Pace, N. L., Hartl, H. M., Jordan, O. L., Mayer, D., Riemer, M., Schaefer, M. S., Raj, D., Backhaus, I., Helf, A., Schlesinger, T., Kienbaum, P., & Kranke, P. (2020). Drugs for preventing postoperative nausea and vomiting in adults after general anaesthesia: a network meta-analysis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(11). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012859.pub2>
21. Zeng, J., Hong, A., Gu, Z., Jian, J., & Liang, X. (2024). Efficacy of transversus abdominis plane block on postoperative nausea and vomiting: a meta-analysis of randomized controlled trial. *BMC Anesthesiology*, 24(1), 87. <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02469-x>

BÖLÜM 5

YENİ FASYAL PLAN BLOKLARI

MERTCAN ÇETECİ¹

Giriş

Fasya uzun yıllar boyunca yalnızca pasif bir destek dokusu olarak kabul edilmiştir. Ancak güncel çalışmalar fasyanın kas-iskelet sisteminin mekanik bütünlüğünü sağlayan, kuvvet iletimine katkıda bulunan, sensorimotor kontrol mekanizmalarında rol oynayan ve ağrı algısında önemli işlevlere sahip biyolojik olarak aktif bir yapı olduğunu göstermektedir(Kumka & Bonar, 2012). Fasya; hücre dışı matriks (ECM), kolajen ve elastin lifleri ile çeşitli hücre tiplerinden oluşan ve vücudu kesintisiz bir ağ şeklinde saran kompleks bir bağ dokusu sistemidir.

Fasyanın histolojik yapısının ayrıntılı olarak anlaşılması, anesteziyoloji pratiğinde özellikle rejyonel anestezi uygulamalarında büyük önem taşımaktadır. Günümüzde interfasyal

¹ Uzm. Dr. Mertcan Çeteci, Adana Karşıyaka Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Orcid: 0009-0009-8928-1948

plan bloklarının temel prensibi, lokal anestezi ajanlarının belirli fasyal katmanlar arasına enjekte edilmesi ve bu planlar boyunca longitudinal olarak yayılmasıdır(De Cassai et al., 2025). Bu nedenle rejyonel anestezi açısından fasyanın anatomik organizasyonunun bilinmesi kritik öneme sahiptir.

Fasya genel olarak iki ana kategoriye ayrılır (*Şekil 1*):

- **Yüzeyel fasya:** Derinin hemen altında yer alır ve deri ile kas dokusu arasında kaygan bir yüzey oluşturarak dokuların hareketini kolaylaştırır. Yağ dokusu, lenfatik yapı ve damarları içerir. Genellikle blok uygulamaları için hedef değildir.
- **Derin fasya:** Kasları çevreleyen yoğun kolajen liflerinden oluşur ve interfasyal blok tekniklerinin temel hedefini oluşturur. Derin fasya serbest sinir uçları ve sempatik sinir lifleri açısından oldukça zengindir.

Derin fasya iki alt tipe ayrılır:

- **Epimisyal fasya:** Kasın hemen üzerinde yer alan ve kas liflerine yapışık ince fasya tabakasıdır.
- **Aponevrotik fasya:** Daha kalın ve yoğun kolajen liflerinden oluşan, genellikle kaslardan yağ dokusu ile ayrılmış güçlü bağ dokusu tabakasıdır.

Bu katmanlı yapı fasyaya önemli biyomekanik özellikler kazandırır. Fasya, hidrodiseksiyon sırasında lokal anestezi ajanlarının

longitudinal olarak yayılmasını kolaylaştıran elastikiyet ve interlaminar kayma kapasitesine sahiptir(Sharma et al., 2026).

Fasyal plan bloklarının son yıllarda popülerlik kazanmasının başlıca nedenleri; teknik olarak daha kolay uygulanabilmeleri, öğrenme eğrisinin görece kısa olması ve ciddi nörolojik komplikasyon riskinin düşük olmasıdır. Bu bloklarda doğrudan sinir gövdesi hedeflenmediği için intranöral hasar riski oldukça düşüktür. Bununla birlikte geleneksel sinir bloklarına kıyasla daha yüksek hacimde lokal anestezi gerektirmeleri, dermatomal yayılımın değişken olabilmesi ve yoğun motor blok oluşturmamaları başlıca sınırlılıkları arasında yer almaktadır(Chin et al., 2021).

Güncel analjezi kılavuzları multimodal analjezinin önemli bir bileşeni olarak rejyonel analjezi tekniklerini önermektedir. Özellikle torasik cerrahi, mastektomi, abdominal ve pelvik cerrahilerde interfasyal plan bloklarının postoperatif ağrı skorlarını ve opioid tüketimini azaltabileceği gösterilmiştir(Joshi et al., 2026).

Şekil 1 Fasya Katmanları



Kaynak: Sharma, S. K., Sonawane, K., & Mistry, T. (2026). A narrative review on fascial plane blocks–Part A: Anatomical foundations and mechanistic insights. Indian Journal of Anaesthesia, 70(1), 127-136.

Gövde ve Toraks Cerrahisinde Yeni Fasyal Plan Blokları

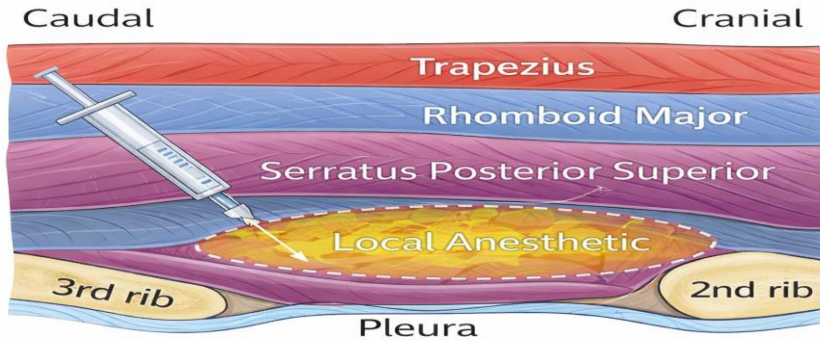
Torasik epidural analjezi ve paravertebral bloklar uzun yıllar toraks cerrahilerinde altın standart analjezi yöntemleri olarak kabul edilmiştir. Ancak bu tekniklerin uygulanmasının teknik olarak zor olması ve hipotansiyon, epidural hematoma veya pnömotoraks gibi komplikasyon riskleri taşıması nedeniyle son yıllarda interfasyal plan blokları giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır.

Serratus Posterior Superior Interkostal Plan Bloğu (SPSIP)

Serratus posterior superior kası, vertebral spinöz çıkıntılardan köken alarak skapulanın derin yüzeyine doğru uzanan bir kاستır. Bu anatomik yerleşimi nedeniyle, teorik olarak C3–T7 seviyelerinde uygulanan lokal anesteziğin dorsal ramuslar ve interkostal sinirlerin lateral kutanöz dallarına yayılımı açısından avantaj sağlayabilir. Bu anatomik özelliklere dayanarak, serratus posterior superior kası ile interkostal kaslar arasındaki fasyal düzleme uygulanan lokal anesteziğin, diğer paraspinal interfasyal düzlem bloklarından farklı bir yayılım paterni göstermesi beklenir. Blok uygulaması genellikle prone pozisyonda gerçekleştirilir ve skapulanın lateralizasyonunu sağlamak amacıyla kolların addüksiyon ve iç rotasyonda tutulması önerilir. Yüksek frekanslı lineer ultrason probu transvers planda skapula spinası seviyesine yerleştirilerek skapulanın üst medial kenarı, trapezius, romboid major ve serratus posterior superior kasları ile ikinci ve üçüncü kaburgalar görüntülenir. Birinci kaburgayı belirlemek amacıyla prob supraklaviküler fossanın posteriorundan parasagittal düzlemde yaklaşık 90° döndürülerek kaburgalar doğrulanır. Ardından prob inferomedial–superolateral yönde oblik olarak konumlandırılır.

İğne, skapulanın medialinden ikinci ve üçüncü kaburgalar arasına ilerletilerek serratus posterior superior kası ile interkostal kaslar arasındaki fasyal düzleme ulaştırılır. Doğru plan 1–2 mL salin ile doğrulandıktan sonra interkostal kas yüzeyine 30 mL lokal anestezi enjekte edilir ve ilacın interfasyal düzlem boyunca sefal ve kaudal yönde yayılımı ultrasonografik olarak izlenmelidir (Şekil 2). SPSIP’in akut ve kronik ağrı yönetiminde kullanılabileceği gösterilmiştir. Meme, toraks ve omuz cerrahilerinde bölgesel analjezik yöntem olarak kullanılabilir (Tulgar et al., 2023).

Şekil 2 SPSIP Bloğunun Şematik Görüntüsü



Eksternal Oblik İnterkostal Plan Bloğu (EOI)

Subkostal laparotomi gibi üst karın kesileri şiddetli ağrıya neden olur ve postoperatif solunum sıkıntısına yol açabilir. Eksternal oblik interkostal plan bloğu, üst karın cerrahilerinde (kolesistektomi, gastrektomi) transversus abdominus plan bloğunun alternatifi olan, daha geniş duyu sahası içeren bloktur. Eksternal oblik interkostal plan bloğu yüzeysel yerleşimli olduğundan özellikle morbid obezite hastalarında basit, etkili ve kullanışlı bir bloktur. EOI bloğu, erektör spina bloğuna benzer güvenlik profiline sahip, kompresyona uygun bir fasyal plan bloğudur. Erektör spina ve quadratus lumborum

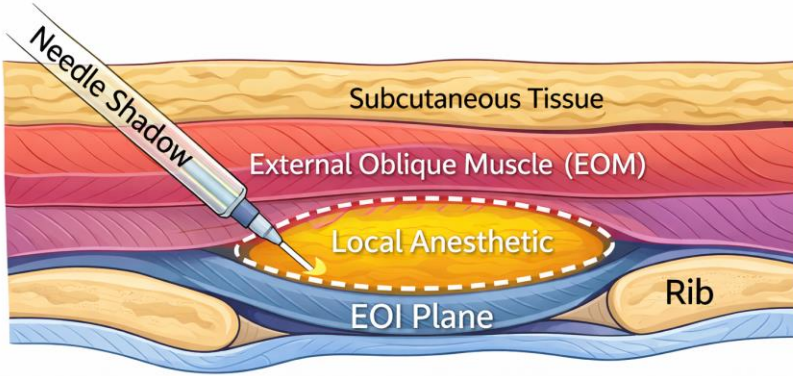
blokları dışında, T7–T11 dermatomlarında ön ve lateral karın duvarına analjezi sağlayabilen başka tanımlanmış bir fasyal düzlem bloğu bulunmamaktadır (*Şekil 3*).

Tekniğin avantajları şunlardır:

- supin pozisyonda uygulanabilmesi
- yüzeysel anatomik hedefe sahip olması
- kateter yerleştirmeye uygun olması
- cerrahi sahadan uzak bir giriş noktası bulunması

Bu özellikleri nedeniyle EOI bloğu özellikle üst abdominal cerrahilerde önemli bir analjezik seçenek olarak değerlendirilmektedir (White & Ji, 2022).

Şekil 3 EOI Plan Bloğunun Şematik Görüntüsü



Perikondriyal Yaklaşımla Modifiye Torakoabdominal Sinir Bloğu (M-TAPA)

Abdominal cerrahilerde bilateral analjezi sağlamak için ksifoid altından yapılan pratik bir yöntemdir(Bilge et al., 2022). Karın duvar ağrısının kontrolü için yaygın olarak kullanılan bir fasyal plan bloğudur ve geniş anterior-lateral analjezi sağlar. RM-TAPA, M-TAPA'nın gelişmiş versiyonu olup SEDIC anatomik boşluğunu hedefler ve lateral kutanöz dalları daha etkin bloke etme potansiyeli sunar(Ohgoshi et al., 2026). Bu bölge, endotorasik fasya, diyafram ve kostodiyafragmatik girinti arasında yer alan anatomik boşluktur ve interkostal sinirlerin lateral kutanöz dallarının bloke edilmesini ve lokal anestezi yayılmasını sağlayabilir(Ohgoshi et al., 2024). Hastalar sırtüstü pozisyona alınır ve lineer ultrason probu kostal ark boyunca 9. interkostal aralığa paralel yerleştirilerek 10. kostal kırıkdağa komşu SEDIC yapısı görüntülenir. Maksimum inspirasyon sırasında iğne hattında akciğer dokusunun bulunmadığı doğrulanır. Giriş yeri aseptik olarak hazırlanıp lokal anestezi uygulanır. Ardından iğne in-plane teknikle sefalolateral yönde SEDIC'e yönlendirilir. Hedef plan doğrulandıktan sonra negatif aspirasyonla intravasküler olmadığı kontrol edilir ve 20 mL lokal anestezi enjekte edilir(Murata, 2025).

Rekto-İnterkostal Fasyal Plan Bloğu

Rekto-interkostal blok, anterior torakoabdominal duvar analjezisi sağlamak amacıyla ultrason rehberliğinde rektus abdominis kası ile interkostal kaslar arasındaki fasyal plana lokal anestezi enjeksiyonu yapılan yeni bir fasyal plan blok tekniğidir.

Teknik özellikle aşağıdaki cerrahilerde kullanılabilir:

- sternotomi
- subksifoid cerrahi
- üst abdominal cerrahiler(Tulgar et al., 2023).

Bu blokta T6–T9 dermatomları başta olmak üzere anterior duvar duyusunun baskılanması hedeflenir. Supin pozisyonda yapılır, yüzeysel ve güvenli bir bloktur. Blok, ultrason eşliğinde yapılır, prob genellikle alt kostal kıkırdak seviyesinde rektus abdominis ve interkostal fasya planını belirlemek için yerleştirilir ve bu alana lokal anestezi yapılır(Sirohiya et al., 2025).

Alt Ekstremitede Yeni Fasyal Plan Blokları

BiFeS Bloğu (Biceps Femoris Short Head Block)

BiFeS bloğu, diz cerrahisi sonrası analjeziyi iyileştirmek amacıyla tanımlanan ve ultrason rehberliğinde uygulanan yeni bir rejonel anestezi tekniğidir. Bu teknik, adını uygulama bölgesinde hedeflenen biceps femoris kasının kısa başından alır ve lokal anestezi maddenin bu kas ile femurun lateral suprakondiler bölgesi arasındaki fasyal plana enjekte edilmesine dayanır (Şekil 4). Bu enjeksiyon ile diz ekleminin posterolateral kapsülünü innerve eden artiküler sinir dallarının blokajı amaçlanır(Kilicaslan et al., 2025).

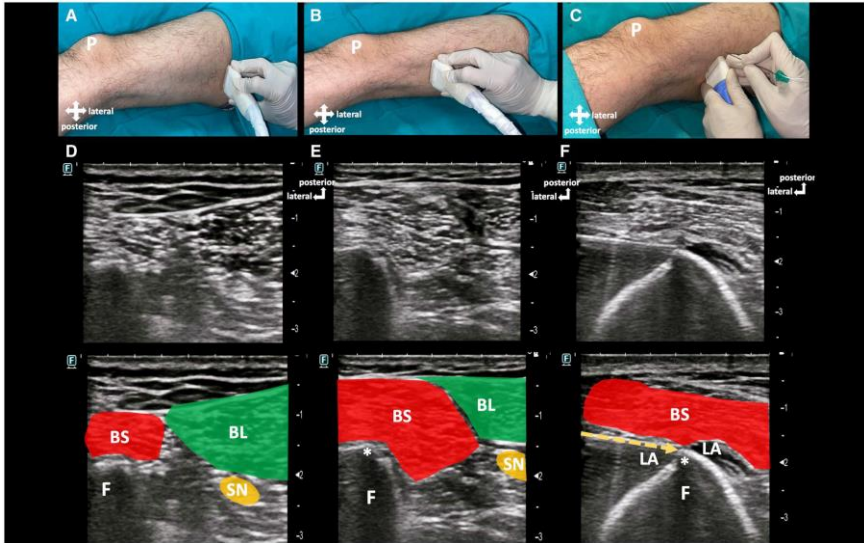
BiFeS bloğunun potansiyel kullanım alanları şunlardır:

- diz artroskopisi
- menisküs cerrahileri
- total diz artroplastisi

Ultrason eşliğinde yapılan bu blok, hedef anatomik yapının net biçimde görüntülenmesini sağlayarak damar ve büyük sinir yaralanması riskini azaltır. Ayrıca motor sinir liflerini minimal düzeyde etkilediği için hastanın erken mobilizasyonunu destekleyebileceği düşünülmektedir. Güncel çalışmalarda BiFeS bloğunun dizin posterior kapsül ağrısının kontrolünde kullanılan diğer tekniklerle, özellikle iPACK ve geniküler sinir bloklarıyla, analjezik etkinlik açısından karşılaştırıldığı ve bazı araştırmacılar

tarafından bu tekniklerin tamamlayıcısı ya da alternatif bir yaklaşım olarak değerlendirildiği bildirilmektedir(Kim & Mariano, 2025). Bununla birlikte yöntemin klinik etkinliğini ve uzun dönem güvenliğini kesin olarak ortaya koyabilmek için daha geniş örneklemli ve randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır(Sethuraman & Udayakumar, 2025).

Şekil 4 Biceps Femoris Kısa Başı Bloğu



Kaynak: Kilicaslan, A., Tulgar, S., Ahiskalioglu, A., Ayca, İ. O., Kekec, A. F., Arici, A. G., ... & Sindel, M. (2025). Ultrasound-guided biceps femoris short head block: a novel regional anesthesia technique for the posterolateral knee. Pain Medicine, 26(11), 726-732.

Sonuç

Fasyal plan blokları son yıllarda bölgesel anestezi uygulamalarında önemli bir yer edinmiştir. Ultrason teknolojisinin yaygınlaşması ile birlikte bu tekniklerin uygulanabilirliği ve güvenliği artmıştır. Serratus posterior superior interkostal plan bloğu, eksternal oblik interkostal plan bloğu, modifiye torakoabdominal sinir bloğu ve rekto-interkostal fasyal plan bloğu

gibi yeni teknikler özellikle toraks ve abdominal cerrahilerde etkili analjezi sağlayabilmektedir. Alt ekstremitede tanımlanan BiFeS bloğu ise diz cerrahilerinde yeni bir analjezi seçeneği sunmaktadır.

Bu blokların uygulanabilirliği, güvenlik profili ve klinik etkinliği giderek daha fazla araştırılmakta olup gelecekte bölgesel anestezi pratiğinde daha geniş kullanım alanı bulmaları beklenmektedir. Ancak optimal uygulama teknikleri, ideal lokal anestezi dozları ve uzun dönem klinik sonuçların belirlenebilmesi için daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç vardır.

Kaynakça (APA 7)

- Bilge, A., Köse, H. C., Özer, A. B., & Ersoy, M. Ö. (2022). Ultrasound-guided bilateral modified thoracoabdominal nerve block through a perichondrial approach (M-TAPA) in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: A randomized double-blind controlled trial. *BMC Anesthesiology*, 22(1), 329. <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01866-4>
- Chin, K. J., Versyck, B., Pawa, A., & Mariano, E. R. (2021). Mechanisms of action of fascial plane blocks: A narrative review. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 46(7), 618–628. <https://doi.org/10.1136/rapm-2020-102305>
- De Cassai, A., Marrone, F., Sun, Y., Boscolo, A., Pettenuzzo, T., Navalesi, P., & Stecco, C. (2026). Histology of the fascial planes: A systematic review of the microstructural foundations of regional anesthesia. *Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care*, 6, 5. <https://doi.org/10.1186/s44158-025-00322-2>
- Joshi, G. P., Mariano, E. R., Elkassabany, N. M., Harbell, M., Johnson, R. L., Li, J., Napolitano, L., Schwartz, G., Suresh, S., Wyatt-Thompson, K. E., Burns, A., Agarkar, M., Marbella, A., Ramirez, S., Sullivan, N., Bloeschichak, A., Uhl, S., & Domino, K. B. (2026). 2026 American Society of Anesthesiologists practice guideline on perioperative pain management using local and regional analgesia for cardiothoracic surgeries, mastectomy, and abdominal surgeries. *Anesthesiology*, 144(1), 19–43. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000005790>
- Kilicaslan, A., Tuglar, S., Ahiskalioglu, A., Aycan, İ. O., Kekec, A. F., Arici, A. G., Kılıc, G., & Sindel, M. (2025). Ultrasound-guided biceps femoris short head block: A novel regional anesthesia technique for the posterolateral knee. *Pain Medicine*, 26(11), 726–732. <https://doi.org/10.1093/pm/pnaf068>
- Kim, R. K., & Mariano, E. R. (2025). BiFeS block: Distinction or redundancy? *Pain Medicine*, 26(11), 809. <https://doi.org/10.1093/pm/pnaf103>
- Kumka, M., & Bonar, J. (2012). Fascia: A morphological description and classification system based on a literature review. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 56(3), 179–191.
- Murata, H. (2025). Beyond “re-modified TAPA”: Advocating for the SEDIC block to standardize nomenclature. *Journal of Anesthesia*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00540-025-03642-3>

- Ohgoshi, Y., Anetai, H., Hanai, S., Ichimura, K., & Kawagoe, I. (2024). The key to success in blocking lateral cutaneous branches with re-modified thoracoabdominal nerves block through perichondrial approach: A newly discovered space between the endothoracic fascia, diaphragm, and costodiaphragmatic recess. *Journal of Anesthesia*, 38(5), 642–649. <https://doi.org/10.1007/s00540-024-03366-w>
- Ohgoshi, Y., Ando, A., Aikawa, K., & Kawagoe, I. (2026). Re-modified thoracoabdominal nerves block through the perichondrial approach at the 9th intercostal space provides analgesia in the upper abdomen: A volunteer study. *Journal of Anesthesia*, 40(1), 145–149. <https://doi.org/10.1007/s00540-025-03560-4>
- Sharma, S. K., Sonawane, K., & Mistry, T. (2026). A narrative review on fascial plane blocks - Part A: Anatomical foundations and mechanistic insights. *Indian Journal of Anaesthesia*, 70(1), 127–136. https://doi.org/10.4103/ija.ija_1553_25
- Sirohiya, P., Singh, R., Ratre, B. K., & Kumar, B. (2025). Recto-intercostal fascial plane block: A scoping review. *Trends in Anaesthesia and Critical Care*, 64, 101590. <https://doi.org/10.1016/j.tacc.2025.101590>
- Sethuraman, R. M., & Udayakumar, G. S. (2025). Reflections on: “Ultrasound-guided biceps femoris short head (BiFeS) block”. *Pain Medicine*, 26(11), 802–803. <https://doi.org/10.1093/pm/pnaf102>
- Tulgar, S., Ciftci, B., Ahiskalioglu, A., Bilal, B., Sakul, B. U., Korkmaz, A. O., Bozkurt, N. N., De Cassai, A., Torres, A. J., Elsharkawy, H., & Alici, H. A. (2023). Serratus posterior superior intercostal plane block: A technical report on the description of a novel periparavertebral block for thoracic pain. *Cureus*, 15(2), e34582. <https://doi.org/10.7759/cureus.34582>
- Tulgar, S., Ciftci, B., Ahiskalioglu, A., Bilal, B., Alver, S., Sakul, B. U., Ansen, G., Pence, K. B., & Alici, H. A. (2023). Recto-intercostal fascial plane block: Another novel fascial plane block. *Journal of Clinical Anesthesia*, 89, 111163. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2023.111163>
- White, L., & Ji, A. (2022). External oblique intercostal plane block for upper abdominal surgery: use in obese patients. *British Journal of Anaesthesia*, 128(5), e295–e297. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.02.011>

BÖLÜM 6

INTEGRATED PULMONARY INDEX AND MODIFIED ALDRETE SCORE IN POSTOPERATIVE RESPIRATORY RECOVERY: IMPLICATIONS FOR POST-ANESTHESIA CARE UNIT MONITORING

VEYSEL DİNÇ¹

Introduction

The immediate postoperative period represents a critical phase in perioperative care during which residual anesthetic effects, surgical stress responses, and physiological instability may predispose patients to complications (Butterworth, Mackey, & Wasnick, 2018). Although advances in anesthetic pharmacology, monitoring technologies, and perioperative (Khanna, Overdyk, & Greening, 2018) protocols have substantially improved safety outcomes, respiratory compromise remains one of the most frequent

¹Dr. Öğr. Üyesi, Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, 0000-0003-2718-5212

and potentially life-threatening postoperative events (Chung et al., 2020). Consequently, accurate assessment of recovery from anesthesia is fundamental for determining when patients can safely transition from the post-anesthesia care unit (PACU) to lower-acuity environments such as surgical wards (Hines & Marschall, 2018).

Postoperative monitoring aims to achieve several clinical objectives simultaneously. These include the early identification of complications, optimization of physiological stability, effective pain management, and confirmation that protective airway reflexes and adequate ventilatory function have been restored (Apfelbaum, ve diğerleri, 2013). Inadequate monitoring during this transitional period has been associated with delayed detection of hypoventilation, airway obstruction, hypoxemia, and cardiovascular instability (Weinger & Lee, 2011). Such events may occur despite apparently normal clinical observations, underscoring the need for objective and sensitive monitoring tools (Chung, Wong, & Mestek, Characterization of respiratory compromise and the potential clinical utility of capnography in the PACU, 2020).

Historically, recovery assessment has relied primarily on structured clinical scoring systems. These tools synthesize observations of physiological and neurological parameters to estimate the completeness of anesthetic emergence (White & Song, 1999). Among these systems, the Aldrete recovery score—later modified to incorporate oxygen saturation—has become a cornerstone of PACU practice worldwide (Aldrete, 1995). The Modified Aldrete Score (MAS) evaluates five domains: activity, respiration, circulation, consciousness, and oxygenation (White & Song, 1999). Patients typically require a score of nine or higher to qualify for discharge from the PACU to the ward (White & Song, 1999).

While MAS has demonstrated considerable clinical utility over several decades, its reliance on intermittent clinical evaluation

and subjective interpretation introduces limitations (Deshmukh & Chakole, 2024). The score provides only a snapshot of patient status and may not capture subtle or rapidly evolving respiratory abnormalities (Deshmukh et al., 2024). Furthermore, several elements of the score depend on observer judgment rather than continuous physiological measurement (Aggarwal, Misquith, Rao, & Mahanta, 2024).

Recent technological developments have enabled the integration of multiple respiratory parameters into composite indices that provide continuous real-time assessment (Broens, Prins, & de Kleer, 2021). One such tool is the Integrated Pulmonary Index (IPI), which combines oxygen saturation, respiratory rate, end-tidal carbon dioxide (EtCO₂), and heart rate into a single numerical value ranging from 1 to 10 (Kuroe, ve diğerleri, 2021). The index is generated through a proprietary algorithm designed to detect patterns indicative of respiratory compromise (Kuroe, ve diğerleri, 2021).

Interest in IPI has grown substantially in recent years as clinicians seek monitoring approaches capable of identifying respiratory deterioration earlier than conventional metrics (Probst, ve diğerleri, 2023). Several investigations have suggested that changes in IPI may precede clinically apparent respiratory events by several minutes, potentially providing valuable warning time for intervention (Probst, ve diğerleri, 2023).

Understanding the relative strengths and limitations of both traditional and algorithm-based monitoring systems is therefore essential for optimizing postoperative patient safety.

Physiology of Postoperative Respiratory Recovery

The restoration of effective spontaneous ventilation following general anesthesia is a complex physiological process influenced by multiple factors including anesthetic drug

pharmacodynamics, neuromuscular recovery, pain, surgical stress, and patient-specific characteristics (West, 2021; Nunn, 2017).

Effects of Anesthetic Agents on Respiratory Control

General anesthetics exert profound effects on central respiratory control (Eikermann, Santer, Ramachandran, & Pandit, 2019). Volatile anesthetics and intravenous sedative agents depress the medullary respiratory centers responsible for generating rhythmic breathing patterns (Eikermann, Santer, Ramachandran, & Pandit, 2019). These drugs reduce the responsiveness of central chemoreceptors to hypercapnia and attenuate the ventilatory response to hypoxemia (Dahan, Aarts, & Smith, 2010).

Residual anesthetic concentrations may therefore impair the patient's ability to maintain adequate ventilation even after extubation (Murphy & Brull, 2010). Opioid analgesics, which are commonly administered intraoperatively and postoperatively, further contribute to respiratory depression by reducing brainstem sensitivity to carbon dioxide and diminishing respiratory drive (Dahan, Aarts, & Smith, 2010).

Neuromuscular Recovery

Incomplete reversal of neuromuscular blockade remains an important contributor to postoperative respiratory compromise (Hedenstierna & Edmark, 2010). Residual neuromuscular blockade can lead to hypoventilation, airway obstruction, impaired coughing, and reduced pharyngeal muscle tone (Hedenstierna & Edmark, 2010). Quantitative neuromuscular monitoring using train-of-four (TOF) ratios has become increasingly recommended to ensure adequate recovery before extubation (Naguib, ve diğerleri, 2018).

Ventilation-Perfusion Mismatch

Surgical procedures and anesthesia can induce alterations in pulmonary mechanics that impair gas exchange. Atelectasis is common following general anesthesia and contributes to ventilation-perfusion mismatch (Hedenstierna & Edmark, 2010). Factors such as patient positioning, mechanical ventilation strategies, and intraoperative fluid management influence postoperative lung function (Duggan & Kavanagh, 2005).

Airway Protection and Consciousness

Return of protective airway reflexes is another critical milestone in postoperative recovery. Sedation, residual neuromuscular blockade, and airway edema may compromise airway patency or increase aspiration risk (Chung & Liao, Postoperative sleep-disordered breathing, 2015). Patients must demonstrate adequate consciousness and airway protection before leaving the PACU (Eikermann, Santer, Ramachandran, & Pandit, 2019).

Post-Anesthesia Care Unit Monitoring

The PACU functions as a specialized environment designed to provide close observation and rapid intervention during the immediate postoperative period (Apfelbaum, ve diğerleri, 2013). Monitoring in this setting aims to detect physiological instability early and guide clinical decision-making (American Society of Anesthesiologists, 2013).

Standard monitoring typically includes continuous electrocardiography, non-invasive blood pressure measurement, pulse oximetry, and respiratory rate assessment (American Society of Anesthesiologists, 2013). Temperature monitoring, pain

assessment, and neurological evaluation are also routinely performed (Apfelbaum, ve diğerleri, 2013).

Despite these measures, respiratory events remain among the most frequent causes of postoperative morbidity (Khanna, Overdyk, & Greening, 2018). Hypoventilation, airway obstruction, and opioid-induced respiratory depression can develop gradually and may not be immediately apparent using conventional monitoring techniques (Khanna, Overdyk, & Greening, 2018).

Limitations of Pulse Oximetry

Pulse oximetry has become the standard method for detecting hypoxemia (Fu, Downs, Schweiger, Miguel, & Smith, 2004). However, it is inherently limited as an indicator of ventilation because oxygen saturation may remain normal despite significant hypoventilation when supplemental oxygen is administered (Fu & Downs, 2004; Overdyk, 2007).

Role of Capnography

Capnography provides a more direct assessment of ventilation by measuring end-tidal carbon dioxide concentrations (Kodali, 2013). Changes in EtCO₂ values can reveal hypoventilation, airway obstruction, or apnea before oxygen desaturation occurs (Kodali, 2013). Consequently, capnography is increasingly recommended for monitoring patients receiving sedation or opioid therapy in the postoperative setting (Chung, Wong, & Mestek, Characterization of respiratory compromise and the potential clinical utility of capnography in the PACU, 2020).

Traditional Recovery Scoring Systems, The Modified Aldrete Score

The Aldrete recovery score was introduced as a standardized method for assessing readiness for discharge from the PACU (Aldrete, 1995). The scoring system was subsequently modified to

incorporate pulse oximetry, resulting in the widely used Modified Aldrete Score (White & Song, 1999).

- MAS evaluates five domains:
- Activity
- Respiration
- Circulation
- Consciousness
- Oxygen saturation

Each parameter is scored from 0 to 2, producing a total score ranging from 0 to 10 (White & Song, 1999). A score of nine or greater generally indicates sufficient recovery from anesthesia for transfer to a surgical ward.

Limitations of Traditional Recovery Scoring

Despite its clinical value, MAS has several limitations (Deshmukh, 2024; Aggarwal, 2024). Assessments are performed intermittently rather than continuously, meaning physiological deterioration between assessments may go unnoticed (Deshmukh & Chakole, 2024). Additionally, several components rely on subjective clinical interpretation, introducing inter-observer variability (Aggarwal, Misquith, Rao, & Mahanta, 2024).

Furthermore, MAS does not directly incorporate measurements of ventilation such as end-tidal carbon dioxide, which may delay recognition of early respiratory depression (Kodali, 2013).

Capnography-Based Monitoring in Postoperative Care

Respiratory compromise in the PACU often develops gradually rather than suddenly. Patients may initially maintain acceptable oxygen saturation, particularly when supplemental

oxygen is administered, even though ventilation has already deteriorated (Kodali, 2013). For this reason, ventilation-sensitive monitoring modalities have gained increasing importance in postoperative care.

Capnography provides real-time measurement of end-tidal carbon dioxide (EtCO₂) and allows clinicians to detect hypoventilation, airway obstruction, apnea, and changes in ventilation-perfusion relationships before oxygen desaturation occurs (Chung & Liao, Postoperative sleep-disordered breathing, 2015). Continuous EtCO₂ monitoring has therefore become an important adjunct to pulse oximetry in the PACU, particularly in patients receiving opioids or sedative medications (Broens, Prins, & de Kleer, 2021).

Several studies have demonstrated that respiratory events detected by capnography are more frequent than those identified by standard monitoring alone. Chung and colleagues reported that capnography detected numerous episodes of respiratory compromise in the PACU that were not apparent through pulse oximetry or routine clinical observation (Chung, Wong, & Mestek, Characterization of respiratory compromise and the potential clinical utility of capnography in the PACU, 2020). These findings emphasize the value of ventilation monitoring in postoperative surveillance.

However, capnography also has limitations. Nasal cannula sampling may be affected by oxygen flow, mouth breathing, and patient movement. Furthermore, interpretation of capnographic waveforms requires training and clinical context. Despite these limitations, capnography remains one of the most effective methods for early detection of respiratory deterioration after anesthesia.

The incorporation of capnographic parameters into composite indices has further expanded the potential of respiratory

monitoring systems. One such innovation is the Integrated Pulmonary Index, which combines EtCO₂ with additional physiological variables to produce a simplified numerical representation of respiratory status.

Integrated Pulmonary Index (IPI), Physiological Components

The Integrated Pulmonary Index is a composite parameter derived from four continuously measured physiological variables: peripheral oxygen saturation (SpO₂), respiratory rate, end-tidal carbon dioxide (EtCO₂), and heart rate (Kuroe, ve diğerleri, 2021). These variables collectively reflect multiple aspects of respiratory physiology including oxygenation, ventilation, and cardiopulmonary interaction.

SpO₂ represents arterial oxygenation but does not directly reflect ventilation. Respiratory rate indicates ventilatory drive but may be misleading when breaths are shallow. EtCO₂ provides direct information about alveolar ventilation and pulmonary perfusion. Heart rate reflects systemic physiological stress and may change in response to hypoxia or hypercapnia.

By integrating these parameters, IPI provides a comprehensive summary of respiratory status that may be easier to interpret than multiple independent variables.

Algorithmic Assessment

IPI values range from 1 to 10, with higher values indicating more stable respiratory function. The score is generated through a proprietary algorithm that analyzes patterns among the four input variables (Kuroe, ve diğerleri, 2021). In clinical practice, IPI values are commonly interpreted within categories representing normal respiratory status, borderline stability, or potential respiratory compromise.

The advantage of algorithm-based monitoring lies in its ability to synthesize multiple physiological signals into a single indicator, thereby reducing cognitive workload for clinicians in high-intensity environments such as the PACU.

However, it is important to recognize that IPI should not replace direct clinical assessment. Instead, it functions as a decision-support tool that complements traditional monitoring methods.

Clinical Applications

Interest in IPI has expanded across several perioperative settings including procedural sedation, postoperative monitoring, and intensive care medicine. Early studies in sedated patients demonstrated that IPI may detect respiratory compromise earlier than pulse oximetry alone (Kuroe, ve diğerleri, 2021).

More recent research has explored the use of IPI in the PACU. Kuroe et al. reported that low initial IPI values and large fluctuations in IPI were associated with respiratory compromise in high-risk postoperative patients (Kuroe, ve diğerleri, 2021). Similarly, Broens and colleagues found that continuous IPI monitoring increased nurse interventions and reduced the duration of respiratory events in PACU patients (Broens, Prins, & de Kleer, 2021).

These findings suggest that IPI may provide clinically meaningful early warning signals for respiratory deterioration.

Comparison of IPI and Modified Aldrete Score

The Modified Aldrete Score and Integrated Pulmonary Index represent two distinct approaches to postoperative monitoring. MAS is a structured clinical scoring system designed to assess overall recovery from anesthesia, whereas IPI is a continuous algorithm-based indicator focused primarily on respiratory physiology.

MAS evaluates neurological status, motor activity, circulation, and oxygenation, providing a broad assessment of patient recovery (Aldrete, 1995). In contrast, IPI focuses specifically on respiratory and cardiopulmonary parameters derived from continuous physiological monitoring (Kuroe, ve diğerleri, 2021).

A key difference between the two systems is temporal resolution. MAS is typically assessed intermittently by clinical staff, whereas IPI is continuously generated by monitoring devices. Continuous monitoring may therefore provide earlier detection of physiological deterioration.

Another distinction lies in objectivity. While MAS incorporates subjective clinical judgments, IPI is generated through automated algorithmic analysis. However, IPI is still dependent on the accuracy of underlying sensor measurements and should therefore be interpreted in conjunction with clinical assessment.

Rather than replacing MAS, IPI may function as a complementary tool that enhances respiratory monitoring during the postoperative recovery period.

Clinical Evidence from the Literature

Growing interest in postoperative respiratory monitoring has resulted in an expanding body of literature evaluating integrated monitoring indices. Several studies have highlighted the prevalence of postoperative respiratory events and the limitations of conventional monitoring techniques.

Chung et al. demonstrated that capnography detected a high incidence of respiratory compromise in PACU patients, emphasizing the need for ventilation-sensitive monitoring strategies (Chung, Wong, & Mestek, Characterization of respiratory compromise and the potential clinical utility of capnography in the PACU, 2020). Similarly, Khanna et al. reported that respiratory depression is

common even in patients considered low risk in postoperative care settings (Khanna, Overdyk, & Greening, 2018).

Studies specifically evaluating IPI have produced encouraging results. Kuroe et al. found that IPI could predict respiratory compromise in PACU patients and suggested that early changes in IPI may identify patients at increased risk of postoperative respiratory events (Kuroe, ve diğerleri, 2021).

Probst et al. further demonstrated that decreases in IPI values often occurred several minutes before clinical respiratory interventions were required, indicating that the index may provide an early warning signal for impending respiratory instability (Probst, ve diğerleri, 2023).

Although these findings support the potential clinical utility of IPI, larger studies are still required to determine its predictive value for postoperative complications and patient outcomes.

Case-Based Interpretation Using the Presented Study

The prospective observational study presented in this chapter provides an example of how IPI and MAS may align during postoperative recovery. In this study, 31 adult patients undergoing elective neurosurgical procedures were monitored in the PACU following extubation.

Table 1 Baseline Demographic and Perioperative Characteristics of the Participants

<i>Characteristic</i>	<i>Values</i>
<i>Age (years), mean ± SD</i>	44.5 ± 13.7
<i>Gender, n (%)</i>	Female: 20 (64.5)
	Male: 11 (35.5)

<i>TOF (%)</i>, median (25%-75% percentile)	110 (100 – 118)
<i>Duration of surgery (min)</i>, median (25%-75% percentile)	142.5 (120 – 217.5)
<i>Estimated blood loss (mL)</i>, median (25%-75% percentile)	125 (0 – 300)
<i>Systolic BP (mmHg)</i>, mean $\pm$ SD	136.9 $\pm$ 15.6
<i>Diastolic BP (mmHg)</i>, mean $\pm$ SD	84.9 $\pm$ 9.5
<i>Heart rate (bpm)</i>, mean $\pm$ SD	81.8 $\pm$ 13.2
<i>Respiratory rate (breaths/min)</i>, mean $\pm$ SD	15.6 $\pm$ 3.3
<i>SpO₂ (%)</i>, median (25%-75% percentile)	99 (97 – 100)
<i>EtCO₂ (mmHg)</i>, mean $\pm$ SD	37.9 $\pm$ 5.4
<i>Body temperature (°C, tympanic)</i>, mean $\pm$ SD	35.2 $\pm$ 1.0

TOF = Train-of-Four; SpO₂ = Peripheral oxygen saturation; EtCO₂ = End-tidal carbon dioxide; SD = Standard deviation. All measurements were recorded upon admission to the post-anesthesia care unit (PACU).

Although these findings support the potential clinical utility of IPI, larger studies are still required to determine its predictive value for postoperative complications and patient outcomes.

Table 2 IPI Categories by Time Point and Concordance with MAS Score

Time Point	<i>IPI</i> (≥ 8) Normal <i>n</i> (%)	<i>IPI</i> (5–7) Near-Normal <i>n</i> (%)	<i>IPI</i> (≤ 4) Intervention Needed <i>n</i> (%)	<i>Concordance with MAS</i> ≥ 9 (%)	<i>Concordance with MAS</i> < 9 (%)
0 min	29 (93.6%)	1 (3.2%)	1 (3.2%)	93.6%	6.4%
10 min	29 (93.6%)	1 (3.2%)	1 (3.2%)	93.6%	6.4%
20 min	30 (96.8%)	1 (3.2%)	0 (0%)	96.8%	3.2%

IPI = Integrated Pulmonary Index; MAS = Modified Aldrete Score. Note: “Concordance with MAS ≥ 9 ” indicates the proportion of patients with a normal IPI score who also had a MAS score ≥ 9 at each respective time point.

Importantly, no respiratory, hemodynamic, or gastrointestinal complications were observed during the first 24 hours of postoperative follow-up. These findings suggest that in clinically stable patients recovering from neurosurgery, IPI values generally correspond closely with established clinical recovery assessments.

Implications for Postoperative Patient Safety

Patient safety in the PACU depends on timely recognition of physiological deterioration. Respiratory compromise remains one of the most significant postoperative risks, particularly in patients receiving opioids or sedative medications.

Continuous respiratory monitoring may therefore play a crucial role in improving postoperative safety. By integrating multiple physiological signals into a single index, IPI may help clinicians identify subtle changes in respiratory status that might otherwise go unnoticed.

At the same time, clinicians must remain cautious not to rely solely on algorithm-based indicators. Clinical examination, neurological assessment, and direct observation remain fundamental components of postoperative care.

The most effective monitoring strategy likely involves a combination of structured clinical scoring systems such as MAS and continuous physiological monitoring technologies such as capnography and IPI.

Future Directions in PACU Monitoring

Technological advances are rapidly transforming postoperative monitoring systems. Increasingly sophisticated monitoring devices now integrate multiple physiological signals and apply algorithmic analysis to identify patterns of deterioration.

Future developments may include machine-learning algorithms capable of predicting respiratory events based on continuous physiological data streams. Such systems could potentially identify high-risk patients earlier and support proactive clinical interventions.

Further research is needed to determine how integrated monitoring systems can best be incorporated into clinical workflows without increasing alarm fatigue or unnecessary interventions.

Limitations of Current Evidence

Although the literature on integrated respiratory monitoring is expanding, several limitations remain. Many studies evaluating

IPI involve relatively small sample sizes or specific patient populations, limiting generalizability.

In the presented study, the sample size was smaller than initially planned and included only clinically stable patients who were extubated after surgery. As a result, the study could evaluate agreement between monitoring systems but could not determine the predictive value of IPI for postoperative complications.

Additionally, postoperative outcomes were assessed only during the first 24 hours. Longer-term follow-up studies may be necessary to fully understand the clinical significance of early postoperative respiratory monitoring.

Conclusion

Accurate assessment of postoperative recovery remains a central component of perioperative patient safety. Traditional recovery scoring systems such as the Modified Aldrete Score provide a practical framework for evaluating readiness for discharge from the PACU. However, their intermittent and partly subjective nature may limit sensitivity to early respiratory deterioration.

The Integrated Pulmonary Index represents a newer monitoring approach that integrates multiple physiological parameters into a continuous algorithm-based indicator of respiratory status. Emerging evidence suggests that IPI may detect respiratory compromise earlier than conventional monitoring methods.

Findings from the present study demonstrate a high level of agreement between IPI and MAS in neurosurgical patients recovering in the PACU. These results support the concept that IPI may complement traditional recovery scoring systems in postoperative monitoring.

Further large-scale studies are required to clarify the role of IPI in predicting postoperative complications and guiding discharge decisions in diverse surgical populations.

Kaynakça

- Aggarwal, S., Misquith, J. C., Rao, S., & Mahanta, P. (2024). Comparison of three scoring criteria to assess recovery from general anesthesia in the postanesthesia care unit in the Indian population. *Annals of African Medicine*, 23(1), pp. 82-86.
- Aldrete, J. (1995). The post-anesthesia recovery score revisited. *Journal of Clinical Anesthesia*, 7, pp. 89-91.
- American Society of Anesthesiologists. (2013). *Standards for postanesthesia care*. Retrieved from <https://www.asahq.org/standards-and-practice-parameters/standards-for-postanesthesia-care>
- Apfelbaum, J., Silverstein, J., Chung, F., Connis, R., Fillmore, R., Hunt, S., . . . Joas, T. (2013). Practice guidelines for postanesthetic care: An updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Postanesthetic Care. *Anesthesiology*, 118(2), pp. 291-307. doi:10.1097/ALN.0b013e31827773e9
- Broens, S., Prins, S., & de Kleer, d. (2021). Postoperative respiratory state assessment using the Integrated Pulmonary Index. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 35, pp. 1093-1102.
- Butterworth, J., Mackey, D., & Wasnick, J. (2018). *Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology*. New York: McGraw-Hill.
- Chung, F., & Liao, P. (2015). Postoperative sleep-disordered breathing. *Anesthesia & Analgesia*.

- Chung, F., Wong, J., & Mestek, M. (2020). Characterization of respiratory compromise and the potential clinical utility of capnography in the PACU. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, pp. 541-551.
- Dahan, A., Aarts, L., & Smith, T. (2010). Incidence, reversal, and prevention of opioid-induced respiratory depression. *Anesthesiology*, 112(1), pp. 226-238.
- Deshmukh, P., & Chakole, V. (2024). Post-Anesthesia Recovery: A Comprehensive Review of Sampe, Modified Aldrete, and White Scoring Systems. *Cureus*, 16(10).
- Duggan, M., & Kavanagh, B. (2005). Pulmonary atelectasis: A pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology*, 102(4), pp. 838-854.
- Eikermann, M., Santer, P., Ramachandran, S., & Pandit, J. (2019). Recent advances in understanding and managing postoperative respiratory problems. *F1000Research*, 8, pp. F1000 Faculty Rev-197. doi:10.12688/f1000research.16687.1
- Fu, E., Downs, J., Schweiger, J., Miguel, R., & Smith, R. (2004). Supplemental oxygen impairs detection of hypoventilation by pulse oximetry. *Chest*, 126(5), pp. 1552-1558. doi:10.1378/chest.126.5.1552
- Hedenstierna, G., & Edmark, L. (2010). Mechanisms of atelectasis in the perioperative period. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 24(2), pp. 157-169. doi:10.1016/j.bpa.2009.12.002
- Hines, R., & Marschall, K. (2018). Postanesthesia care unit management. In R. Hines, & K. Marschall, *Stoelting's Anesthesia and Co-Existing Disease*. Elsevier.

- Khanna, A., Overdyk, F., & Greening, C. (2018). Respiratory depression in low-acuity hospital settings—seeking answers from the PRODIGY trial. *Journal of Critical Care*, 47, pp. 80-87.
- Kodali, B. (2013). Capnography outside the operating room. *Anesthesiology*.
- Kuroe, Y., Mihara, Y., Okahara, S., Ishii, K., Kanazawa, T., & Morimatsu, H. (2021). Integrated pulmonary index can predict respiratory compromise in high-risk patients in the post-anesthesia care unit: A prospective, observational study. *BMC Anesthesiology*, 21(1), p. 123. doi:10.1186/s12871-021-01338-1
- Murphy, G., & Brull, S. (2010). Residual neuromuscular block: Lessons unlearned. Part I: Definitions, incidence, and adverse physiologic effects of residual neuromuscular block. *Anesthesia & Analgesia*, 111(1), pp. 120-128. doi:10.1213/ANE.0b013e3181da832d
- Naguib, M., Brull, S., Kopman, A., Hunter, J., Fülesdi, B., Arkes, H., . . . Johnson, K. (2018). Consensus statement on perioperative use of neuromuscular monitoring. *Anesthesia & Analgesia*, 127(1), pp. 71-80. doi:10.1213/ANE.0000000000002670
- Nunn, J. (2017). *Nunn's Applied Respiratory Physiology*. Elsevier.
- Overdyk, J., Carter, R., Maddox, R., Callura, J., Callura, A., & Henriquez, C. (2007). Continuous oximetry/capnography monitoring reveals frequent respiratory depression. *Anesthesia & Analgesia*, 105(2), pp. 412-418. doi:10.1213/01.ane.0000269489.26048.63

- Probst, S., Romeiser, J., Gan, T., Halper, D., Sisti, A., Morimatsu, H., . . . Bennett-Guerrero, E. (2023). Ability of the integrated pulmonary index to predict impending respiratory events in the early postoperative period. *Perioperative Medicine*, 12(1), p. 39. doi:<https://doi.org/10.1186/s13741-023-00322-2>
- Weinger, W., & Lee, L. (2011). No patient shall be harmed by opioid-induced respiratory depression. *Anesthesiology*, 115(3), pp. 493-495. doi:10.1097/ALN.0b013e3182322a79
- West, J. (2021). *Respiratory Physiology: The Essentials*. Lippincott Williams & Wilkins.
- White, P., & Song, D. (1999). New criteria for fast-tracking after outpatient anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*, 88, pp. 1069-1072.

BÖLÜM 7

YAŞLANMANIN FİZYOLOJİSİ VE ANESTEZİ

NEZAHAT MERVE ATA SOYLU¹

Giriş

Yaşlanma, bir kişinin doğumundan itibaren geçen süreyle ölçülen kronolojik bir eşik olarak değerlendirilmemelidir. Yaşlanma, tüm organ sistemlerinin yapısında, işlevinde ve vücudun hem içsel (katekolaminler, inflamasyon) hem de çevresel (enfeksiyon, cerrahi) uyarılara yanıt verme yeteneğinde normal ve ilerleyici bir azalma ile karakterize biyolojik bir süreç olarak tanımlanır. Bununla birlikte epidemiyolojik ve klinik çalışmalarda karşılaştırılabilirlik sağlamak amacıyla kronolojik yaş temelli sınıflamalar kullanılır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Birleşmiş Milletler (BM) belgelerinde çoğunlukla 60 yaş ve üzeri bireyler yaşlı nüfus kapsamında ele alınırken, klinik

¹ Uzm. Dr., Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, ORCID: 0009-0008-6758-2849

uygulamada ve bilimsel literatürde 65 yaş ve üzeri bireyler yaşlı popülasyon olarak kabul edilmektedir.

Modern sağlık hizmetlerindeki gelişmeler yaşam beklentisini artırmış buna paralel olarak yaşlı nüfusu dünya genelinde en hızlı çoğalan yaş grubu haline gelmiştir. DSÖ'nün 2025 yılında yayınladığı verilere göre nüfus yaşlanması ilk olarak yüksek gelirli ülkelerde başlamış olsa da, günümüzde düşük ve orta gelirli ülkeler en hızlı değişimi yaşamaktadır. 2050 yılına gelindiğinde, yaşlıların %80'inin düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşayacağı tahmin edilmektedir. Bu demografik değişim yaşlı hastaların sağlık hizmeti kullanımında belirgin bir artışa yol açmış, yaşlı hastalar sağlık kaynaklarının en yoğun tüketicileri haline gelmiştir.

Yaşın kendisi; hastalıklar, yaralanmalar, uzun süreli hastane yatışları ve advers ilaç reaksiyonları için bağımsız bir risk faktörü olsa da yaşlılık; cerrahi veya anestezi için bir kontrendikasyon değildir. Cerrahi, anestezi ve yoğun bakım alanındaki gelişmeler, yaşlı ve çoklu komorbiditesi bulunan hastalarda cerrahi müdahaleleri mümkün kılmakta, yaşlı hastalar anestezi pratiğinin giderek daha büyük bir bölümünü oluşturmakta ve bu da cerrahi ve anestezi yönetimini daha riskli ve maliyetli hale getirmektedir. Bu popülasyonun sağlık hizmetlerini orantısız kullanımı başlıca; cerrahi sonrası gelişen komplikasyonlar, uzamış hastane yatışları, rehabilitasyon gereksinimi ve fonksiyonel bağımsızlık kaybının yol açtığı yüksek maliyetler üzerinden şekillenmekte ve ekonomik yük oluşturmaktadır. Bu nedenle anestezi uzmanının hedefi sadece

ameliyatı sorunsuz geçirmek değil, aynı zamanda hastanın fonksiyonel iyileşmesini, bağımsızlığını ve yaşam kalitesini korumak olmalıdır. Bu durum perioperatif dönemde yaşlı hastaya özgü risklerin tanınmasını ve bireyselleştirilmiş anestezi stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, yaşlanmanın temel organ sistemlerini nasıl etkilediği bilinmelidir. (Luca et al., 2023; Priebe, 2000; Schmucker, 2005)

Yaşlanmaya Bağlı Fizyolojik Değişiklikler

İnsanlar yaşlandıkça fizyoloji yapısal, fonksiyonel ve moleküler düzeylerde değişir. Tüm büyük organ sistemlerindeki bu değişimler bir araya gelerek yaşlılarda karmaşık ve benzersiz bir fizyoloji oluşturur. Elbette ki anestezi uzmanı bu fizyolojiyi dikkate almalıdır. (Alvis & Hughes, 2015)

Kardiyovasküler Sistem

Kardiyovasküler sistemde yaşlanmaya bağlı yapısal ve fonksiyonel değişiklikler görülür. Yaşlanmaya bağlı damarların ve miyokardın bağ dokusunda bulunan elastin yerini daha az esnek olan kollajen proteinine bırakır, bu durum büyük ve orta ölçekli damarların duvarını ve miyokardı sertleştirir, kompliyansı azaltır. Özellikle aortanın atım hacmini tamponlama ve diyastolik basıncı koruma yeteneği bozulur. (sistolik basınç artar, diyastolik basınç düşer, nabız basıncı genişler). Arteriyel esneklik kaybı sistolik kan basıncının yükselmesine ve sol ventrikül ard yükünü artmasına bağlı olarak zamanla sol ventrikül hipertrofisine sebep olur. Venlerin

elastisitesini kaybetmesi sebebiyle venöz staz oluşur ve damarlar kan hacmindeki değişiklikleri tamponlayamaz. Bu durum hem hastayı yetersiz dolum basıncı ile sıvı yüklenmesi arasındaki dar aralıkta tutabilmeyi zorlaştırır hem de venöz tromboemboli riskini artırır. Ayrıca ilerleyen yaşa paralel olarak vasküler endotelin vazoprotektif ve kardiyoprotektif fonksiyonu (nitrik oksit salınımı, trombosit agregasyonunun inhibisyonu ve inflamatuvar hücrelerin endotel hücrelerine yapışmasının inhibisyonu gibi) bozulur. Koroner ve periferik dolaşımda endotel disfonksiyonuna bağlı mikrovasküler kan akımı bozulur, buna bağlı olarak miyokard enfarktüsü ve organ disfonksiyonu riski artar.

Miyokardiyal fibrozis ve ventriküler sertleşme; erken diyastolik dolumu bozar ve korunmuş ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetmezliğine sebep olabilir. Diyastolik disfonksiyon ventriküler dolumu büyük oranda atriyum kasılmasına bağımlı hale getirir. Yaşlı hastalarda kardiyak debi (azalmış maksimum kalp hızı ve kalp hızı değişkenliği sebebiyle) önyüke ve atriyal vuruşa bağımlı hale gelir. Bu nedenle yaşlı hastalar taşikardi veya atriyal fibrilasyon gibi ventrikül dolum süresini ve etkinliğini bozan durumları tolere edemezler. Ayrıca diyastolik disfonksiyonu olan hastalar perioperatif dönemde sıvı tedavisini iyi tolere edemeyebilirler.

Yaşla birlikte sinoatriyal düğüm hücrelerinde kayıp oluşur ve iletim sisteminde fibrotik infiltrasyonlar ve yağlanma görülür. Tüm bu değişiklikler ve yapısal atrium dilatasyonu atriyal aritmilere

yatkınlığı artırır. Atriyal fibrilasyon yaşlılarda en sık görülen aritmidir.

Kalpde disotonomi görülür; vagal tonus artar, adrenerjik aktivite azalır. Bu durum daha düşük istirahat/maksimum kalp atım hızına ve düşük debiye sebep olur. Beta-adrenerjik reseptörlerin hem kronotropik hem de inotropik uyarılara yanıtı körelir, buna paralel olarak kalbin egzersize, hipotansiyona, katekolaminlere ve beta agonist ilaçlara yanıt olarak kalp hızını artırma kapasitesi azalır. Baroreseptör disfonksiyonuna bağlı olarak ortostatik hipotansiyon siktır ve uzamış açlık süreleri yaşlıları daha çok etkiler.

Kapaklarda yaşla birlikte kalınlaşma ve kalsifikasyon görülür. Yaşlı popülasyonda aort stenoza siktır ve sol ventrikül diyastolik basıçlarının artmasına sebep olarak myokardiyal iskemi riskini artırır. Bu nedenle aort stenoza olan hastalarda koroner perfüzyon basıncını azaltacak hipotansiyon ve taşikardiden kaçınmak gerekir.

Yaşlı popülasyonda en sık karşılaşılan kardiyovasküler patolojiler; hipertansiyon, kalp yetmezliği (özellikle korunmuş ejeksiyon fraksiyonlu diyastolik kalp yetmezliği), aritmiler (özellikle atriyal fibrilasyon ve kalp blokları), kapak hastalıkları (en sık aort darlığı) ateroskleroz ve koroner arter hastalığı olup, preoperatif değerlendirme sırasında tanı konma olasılığı yüksektir.

Tüm bu fizyolojik ve patolojik değişiklikler anestezi açısından bazı riskler doğurur. Genel anestezik ilaçlar bazal

sempatik tonusu baskılayarak sistemik vasküler direnci azaltır, önyüğü düşürür ve miyokardiyal kasılmayı bozar. Azalmış kardiyak rezerv, baroreseptör reflekslerin körelmesi ve uzamış açlık sürelerine bağlı hipovolemi yaşlılarda bu ilaçlarla indüksiyon sırasında şiddetli hipotansiyon ve abartılı kan basıncı dalgalanmaları görülmesine sebep olur. Ayrıca yaşlılarda dolaşım zamanının uzun olması intravenöz anesteziğin etki başlama süresini uzatır, indüksiyonu geciktirir, inhaler anesteziğin ise alınımını azaltarak etki başlama süresini ve indüksiyonu hızlandırır. Bu sebeple anesteziist indüksiyon sırasında yakın hemodinamik monitorizasyon ile yavaş indüksiyon yapmalı ve genel anestezi dozlarını yaşa göre titre etmelidir.

Sistolik basıncın artmasına bağlı artan art yük miyokardın oksijen tüketimini artırır. Buna rağmen diyastolik kan basıncı azalması ve ventriküllerin diyastolik dolum basınçlarının artması koroner arterlerin perfüzyonunu bozar. Uzamış hipotansiyon atakları ve taşikardi miyokard enfarktüsü riskini artırır. Diyastolik disfonksiyona paralel olarak yaşlı kalbi vasküler tonusa ve önyüğe bağımlıdır. Genel anestezi ilaçlara bağlı vasküler tonus azalması, nöroaksiyel anesteziye bağlı vazopleji veya laparoskopik cerrahide pnömoperitoneum sebebiyle venöz dönüş azalması diyastolik disfonksiyona sahip yaşlı kalbi tarafından iyi tolere edilemez. Öte yandan vasküler kompliyansın azalması kan volümünün venöz sistem tarafından tamponlanmasını bozarak hastayı hem hipovolemiye hem de overvolemiye karşı hassaslaştırır. Bu nedenle yaşlı hastalarda perioperatif dönemde sık görülen hipotansiyon

etyolojiye göre (sıvı/vazokonstrüktör) ve zaman kaybetmeden tedavi edilmeli, hedefe yönelik sıvı tedavisinin kritik önem taşıdığı unutulmamalıdır. (Bettelli, 2011; Mahender et al., 2023; Pang et al., 2021; Priebe, 2000; Rooke, 2003; Ungvari et al., 2010)

Solunum Sistemi

Yaşlanmaya bağlı solunum sisteminin mekaniklerinde yapısal değişiklikler, arteriyel oksijen basıncında düşüş ve hipoksiye karşı bozulmuş yanıt görülür. Yaşlanma ile birlikte interkostal kıkırdaklar kemikleşir, kostovertebral eklemlerde artritik değişiklikler görülür, diyafram ve interkostal kaslar zayıflar. Tüm bu değişimlerin sonucunda göğüs duvarı esnekliğini kaybeder. Bu durum göğüs kafesinin genişlemesini zorlaştırır, solunum işini artırır ve maksimum solunum kapasitesini azaltır.

Akciğer parankiminde elastik lifler azalır ve elastik recoil azalır. Bu durum alveollerin genişlemesine, fonksiyonel amfizem gelişmesine ve küçük hava yollarının kollapsına yol açar. Elastik recoil azaldıkça akciğer kompliyansı artar. Total akciğer kapasitesi değişmezken; rezidüel volüm ve fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) artar, vital kapasite ve zorlu ekspiratuar hacim (FEV1) azalır. Buna bağlı olarak akciğerin gaz değişimi kapasitesi azalır.

Küçük hava yollarının kapandığı nokta olan kapanma kapasitesi (CC) yaşla birlikte artar. 45 yaşında supin pozisyonda, 65 yaşına gelindiğinde ise oturur pozisyonda dahi CC; FRCyi aşar ve normal tidal volüm solunumunda bazı küçük hava yolları kapanmış

durumdadır. Bu da atelektazi, pulmoner şant oluşumu ve hipoksemi ile sonuçlanır [yaşlılarda bazal arteriyel parsiyel oksijen basıncı (PaO_2) düşüktür]. Ventilasyon-perfüzyon uyumu bozulur ve alvelo-arteriyel oksijen basınçları arasındaki fark genişler.

Merkezi sinir sisteminin hipoksi ve hiperkapniye yanıtı körelir. Bunun sonucunda hem uyku apnesi sıklığı artar hem de anestezi ajanlara bağlı solunum depresyonu riski artar.

Yaşlı hastalarda hipofaringeal ve genioglossal kas tonusu belirgin azalır ve vücut kitle indeksinden bağımsız olarak uyku sırasında üst hava yolu obstrüksiyonu görülme sıklığı artar. İlâveten hipoksik güdü azaldığı için uyku sırasında apne daha sık ve şiddetlidir (zor maske). Zayıflamış faringeal kaslara ek olarak bu hastalarda öksürük etkinliği, üst hava yolu refleksleri ve mukosiliyer aktivite körelir. Bu da yaşlıları hem aspirasyona hem de postoperatif pnömoniye yatkın hale getirir.

Bilinen ya da henüz tanı konmamış; kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), obstrüktif uyku apnesi (OSA), astım, pulmoner hipertansiyon, atelektazi ve pnömoni geriatrik hastalarda sık karşılaşılan patolojilerdir.

Solunum sisteminde yaşa bağlı gelişen bu fizyolojik ve patolojik değişiklikler anestezi uygulamasında bir dizi riskleri ve önleme stratejisini beraberinde getirir. Yaşa bağlı değişen yüz, damak ve diş yapısı yaşlı hastalarda maske ile ventilasyonu zorlaştırır. Bazal arteriyel oksijen basıncı düşük olan yaşlıların

hipoventilasyonu tolere etme kapasitesi azalmıştır. Buna ilaveten yaşlılarda gaz değişimi kapasitesi düşüktür. Tüm bu sebepler yaşlı hastalarda preoksijenizasyon yapılmasını zorunlu kılar.

Üst hava yolu kas desteğinin azalması ve koruyucu reflekslerin körelmesi, gecikmiş mide boşalması ile birleştğinde yaşlı hastalarda aspirasyon ve postoperatif pnömoni riski artar. Bu komplikasyonlardan kaçınmak için anesteziistin uygulayabileceği stratejiler şunlardır; preoperatif dönemde mide asitinin partiküler olmayan antiasitlerle (örneğin sodyum sitrat) nötralizasyonu aspirasyona bağlı pnömoni ve pulmoner hasarı azaltmaya yardımcı olur. Uygun vakalarda genel anestezi yerine bölgesel anestezi teknikleri kullanılması, opioid kullanımının sınırlandırılması ve nöromusküler blokajın tam olarak geri döndürülmesi aspirasyon ve postoperatif pnömoni riskini azaltır.

FRC'yi aşan CC'ne sahip yaşlılar artmış atelektazi riski altındadır. İntraoperatif dönemde abdominal basıncı artıracak durumlar (laparoskopik cerrahi ya da trendelenburg pozisyonu gibi), torakoabdominal cerrahi geçirmek postoperatif atelektazi riskini artırır. Bu hastalarda atelektazi riskini en aza indirmek için postoperatif dönemde erken mobilizasyon, intensif spirometri ve göğüs fizyoterapisi önerilir.

Yaşlılar uyku sırasında üst hava yolu obstrüksiyonuna yatkındır, hipoksiye ve hiperkapniye solunum yanıtı körelmiştir. İlaveten yaşlıların genel anestezi ilaçlara bağlı solunum depresyona

hassasiyeti artmıştır ve bu durum zaten körelmiş olan hipoksik güdüyü daha da bozabilir. Postoperatif pulmoner komplikasyonları önlemek için risk altındaki hastalarda opioid koruyucu anestezi yöntemi benimsenmeli, kısa etkili anestezikler kullanılmalı, nöromusküler blokaj tam olarak geri döndürülmeli ve postoperatif dönemde sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) uygulanmalıdır. (Alvis & Hughes, 2015; Bettelli, 2011; Mahender et al., 2023; Pang et al., 2021; Sprung et al., 2006; Vaz Fragoso & Gill, 2012)

Kas-İskelet Sistemi

Yaşlı erişkinlerde yağsız kas kitlesi yılda yaklaşık %1 azalır. Sarkopeniye ilaveten kas işlevi ve kalitesinde de azalma mevcuttur ve kas gücü yılda yaklaşık %3 azalır. Kas gücü kaybı artmış mortalite ile ilişkilidir. Yaşlılarda total vücut yağı ise 10 yılda yaklaşık %11 artarken, cilt altı yağ dokusu %23 azalır. Bu durum sadece fiziksel mobilitayı değil, aynı zamanda vücudun ilaç dağılım hacmini ve ısı üretim kapasitesini de etkiler. Yaşla birlikte bazal çekirdek sıcaklığında ılımlı (0,4⁰C) bir düşüş görülmesine rağmen; cilt altı yağ dokusu kaybı ve yaşa bağlı kutanöz dolaşım bozukluğu yaşlıların perioperatif dönemde vücut ısını koruyamamasına sebep olur. Eşit immobilizasyon süresinde yaşlılar, genç erişkinlere göre daha çok kas kütlesi kaybederler. Ayrıca cilt altı yağ desteği kaybı ve incelmış deri yaşlı hastaları bası yaralarına ve pozisyonel sinir hasarlarına karşı savunmasız bırakır. Yaşla birlikte kemik yoğunluğu azalır ve eklemlerde kireçlenme, intervertebral disklerde yükseklik

kaybı, spinal kanalda daralma gibi anatomik değişimler meydana gelir.

Osteoartrit ve dejeneratif eklem hastalıkları, osteoporoz, spinal stenoz ve romatoid artrit yaşlılarda görülen iskelet sistemi hastalıklarının başında gelir.

Kas-iskelet sisteminde meydana gelen bu değişiklikler, anestezi uygulamasında da bir takım değişiklikler gerektirir. Yaşla birlikte kas kitlesi kaybı, yağ doku artışı ve total vücut suyunda azalma görülür. Vücut kompozisyonundaki bu değişim suda çözünen ilaçların (örn. Nöromusküler blokerler) dağılım hacminin azalmasına, plazma konsantrasyonlarının artmasına ve eliminasyon yarı ömrünün uzamasına sebep olurken; yağda çözünen ilaçların dağılım hacminin artmasına ve teorik olarak plazma konsantrasyonlarının düşmesine sebep olur. Anestezist ilaç tercihinine, dozuna ve uygulama sıklığına bu farmakokinetikleri değerlendirerek karar vermelidir.

Kas kütlesindeki azalma ve cilt altı yağ dokusu kaybı perioperatif hipotermi riskini artırır. Yaşlı hastalarda perioperatif dönemde ısı kaybı azaltılmalı, gerekirse aktif ısıtma yöntemleri kullanılmalıdır.

Osteoartrit ve dejeneratif eklem hastalıkları, yaşlı hastaları sıklıkla etkiler ve sınırlı eklem açıklığına ve ağrıya sebep olur. Sınırlı eklem hareketliliği ve osteopeni; hastanın ameliyat masasında pozisyonlandırılması sırasında kemik kırıklarına ve dislokasyonlara

sebebiyet verebilir. Cilt altı yağ desteği azalması periferik sinir hasarı ve bası yarası riskini artırır. Anestezistler hastanın önceden var olan eklem sorunlarının farkında olmalı ve hastaya pozisyon verilirken göz önünde bulundurmalıdır. Tüm kemik çıkıntıların ve eklemlerin titizlikle ve uygun şekilde yastıklanarak desteklendiğinden emin olmalıdır.

Dejeneratif vertebra hastalığı servikal ekstansiyonu kısıtlayarak entübasyonu, intervertebral foramenlerin daralması ve ligamentum flavumun sertleşmesi ise nöroaksiyel anesteziyi teknik olarak zorlaştırabilir. (Akhtar & Ramani, 2015; Andres et al., 2019; Goodpaster et al., 2006; Luca et al., 2023; Mahender et al., 2023; Newman et al., 2006; Pang et al., 2021)

Renal Sistem

Yaşlılığa bağlı böbreklerde glomerüloskleroz gelişir, nefronların hem sayısı hem boyutu azalır ve böbreklerin kortikal kütlelerinde azalma meydana gelir. İntrarenal arterlerde arteriyoloskleroz gelişir ve böbrek dokusunda fibrozis ve enfarkt alanları oluşabilir. Yaşla birlikte böbrekte otonom vasküler refleksler bozulur. Bu vasküler disotonomi sonucunda böbrek hipotansif veya hipertansif durumlara karşı kendini koruyamaz.

Renal korteks kaybına paralel olarak glomerüler filtrasyon hızı (GFR) ve renal kan akımı 40 yaşından itibaren progresif olarak azalır. Buna rağmen azalmış yağsız kas kütlesi sebebiyle yaşlı

hastalarda normal serum kreatinin düzeyleri glomerüler filtrasyon rezervinin azalmasını gizleyebilir.

Renin-anjiyotensin-aldosteron sistemi (RAAS) aktivitesi ve antidiüretik hormon (ADH) etkinliği yaşla birlikte düşer. Renin, aldosteron ve vazopressine verilen yanıtların körelmesi böbreklerin idrarı dilüe/konsantre etme yeteneğini bozar, elektrolit ve asit-baz bozukluklarına zemin hazırlar.

Yaşlılarda kronik böbrek hastalığı sıktır. Ek olarak üriner sistem hastalıkları ve enfeksiyonları da yaşla birlikte artar. Erkeklerde benign prostat hiperplazisi oldukça yaygındır. Üriner retansiyon ve inkontinans hem kadınlarda hem de erkeklerde sık görülür.

Tüm bu değişiklikler yaşlı hastalarda anestezi sırasında özel hassasiyet gerektirir. Renal kan akımı ve kortikal atrofi sonucu yaşlılarda renal yolla atılan ilaçların (nöromusküler blokerler ve opioidler gibi) klirensi azalır. Bu durum ilaçların ve aktif metabolitlerinin vücutta birikmesine ve yan etki riskinin artmasına yol açar. Bu sebeple yaşlılar ilaç/kontrast madde toksisitesine yatkındır. Anestezi uzmanı yaşlılarda normal serum kreatininin böbrek fonksiyonunu yansıtmakta yetersiz olduğunu bilmeli ve GFR'ye göre ilaç doz ayarlaması yapmalıdır.

Azalmış renal kan akımı ve bozulmuş vasküler otoregülasyon sebebiyle yaşlılar perioperatif hipotansiyon veya hipovolemiye karşı oldukça hassastır ve bu durum yaşlılarda

postoperatif dönemde akut böbrek yetmezliği gelişme riskini artırır. Renin, aldosteron ve vazopressine yanıtların körelmesi de yaşlıları asit-baz ve elektrolit bozukluklarına ilaveten sıvı yüklenmesine yatkın hale getirir. Anestezi uzmanının görevi perioperatif dönemde renal perfüzyonu korumak için yakın hemodinamik takip yapmak, hedefe yönelik sıvı tedavisi stratejisi benimsemek ve elektrolit imbalansına dikkat etmektir.

Ek olarak anestezi postoperatif ajitasyon gelişen yaşlılarda idrar retansiyonunun önemli bir etyolojik faktör olduğunu unutmamalıdır. (Akhtar & Ramani, 2015; Alvis & Hughes, 2015; Andres et al., 2019; Mahender et al., 2023; Martin & Sheaff, 2007; Pang et al., 2021; Silva, 2005a, 2005b)

Gastrointestinal ve Hepatik Sistem

Yaşlılarda nöronal aktivite kaybına bağlı olarak gastrointestinal sistemin motilitesi azalır; yutkunma sonrası oluşan özefagial peristaltik dalgaların sayısı azalır, gastrik boşalma süresi uzar ve kolonik geçiş süresi uzar. Mide asit salgısı ve intrinsek faktör üretimi azalır buna bağlı olarak bazal gastrik pH artar ve vitamin B12 emilimi bozulur.

Yaş ilerledikçe karaciğer kütlesi azalır, buna paralel olarak hepatik kan akımı azalır. Hepatosit sayısında azalmaya rağmen fizyolojik koşullarda karaciğerin sentez işlevi korunur, fakat stres karşısında rezervleri azalmıştır. Sitokrom p450 enzim sistemini içeren faz 1 ilaç metabolizması (oksidasyon, redüksiyon, hidroliz)

yavaşlar ancak faz 2 ilaç metabolizması (konjugasyon) genellikle yaştan etkilenmez. Hepatik kan akımının azalması; midazolam gibi ilk karaciğer geçişinde metabolize olan ilaçların oral biyoyararlanımını artırırken, ketamin veya propofol gibi atılımı doğrudan karaciğer kan akımına bağlı olan yüksek yıkımlı ilaçların eliminasyon yarı ömürleri uzar ve etkileri daha uzun sürer.

Yaşlılarda tat duyusunun azalması, gastrik boşalma süresinin uzamasına bağlı uzamış tokluk hissi ve diğ sorunları nedeniyle yaşlılarda malnutrisyon sık görülür. Bu durum sentez rezervini sınırda tutan yaşlılarda hipoalbuminemiye sebep olabilir. Bu sebeple yaşlılarda nutrisyonel tarama preoperatif değerlendirmenin önemli bir bileşenidir.

Bu kapsamlı değişikliklerin anestezi uzmanı açısından büyük önemi vardır. Gecikmiş mide boşalması, özofagus motilite bozuklukları ve zayıflamış yutkunma/öksürük refleksleri birleştğinde yaşlı hasta, anestezi indüksiyonunda ve ayılma döneminde aspirasyona karşı son derece savunmasız kalır.

Karaciğer kan akımında ve ilaç metabolizmasında yaşa bağlı görülen değişiklikler sebebiyle yaşlılarda genel anestezik ilaçların etki süresinin uzayabileceği ve eşlik eden hipoalbuminemi varlığında proteine yüksek oranda bağlanan asidik ilaçların serbest fraksiyonunun artarak ilaç etkilerinin şiddetlenmesine yol açabileceği bilinmeli; ilaç seçimi, dozu ve uygulama sıklığı titizlikle değerlendirilmelidir.

Ayrıca yaşlılarda zaten azalmış olan gastrointestinal motilite, postoperatif dönemde opioid kullanımı ve uzamış yatak istirahati ile birlikte yaşlılarda postoperatif ileus görülme sıklığını ve şiddetini artırır. (Akhtar & Ramani, 2015; Alvis & Hughes, 2015; Andres et al., 2019; Bettelli, 2011; Russell, 1992; Schmucker, 1998, 2005)

Metabolik ve Endokrin Sistem

Yaş ilerledikçe anabolizan steroidler azalır. Bunun sonucunda yaşlılarda kas kütlesi ve metabolik hız azalır. Vücudun bazal ve maksimal oksijen tüketimi azalır. Isı üretimi azalır, ısı kaybı artar ve hipotalamusun ısı regülasyon noktası değişir.

Yaşa bağlı endokrin fonksiyonlarda genel bir düşüş görülür. Hem endokrin bezlerden hormon salınımında hem hedef dokunun hormona verdiği yanıtta hem de hormonların sirkadiyen ritimlerinde zayıflama mevcuttur.

Yaşlılarda pankreasın beta hücrelerinde insülin üretimi azalır ve insülin direnci artar. İnsülin direncinin artmasının iki temel sebebi vardır. İlki insülinin ana hedef dokusu olan kas kütlesinde ve işlevinde azalma, ikincisi ise visseral yağlanma artışıdır. İnsülin aracılı glukoz kullanımının büyük kısmı iskelet kasında olur. Yaşlanmada hem toplam glukoz alan doku azalır hem de kasın insüline yanıtı bozulur. Bu yüzden postprandiyal glukozun kandan temizlenmesi zorlaşır. Visseral yağ dokusunun metabolizması periferik yağ depolarına göre daha aktiftir ve yüksek serbest yağ asidi dönüşümüne sahiptir. Bu sebeple visseral yağlanma yaşlılarda

dolaşıma salınan oradan da özellikle karaciğer ve kas hücrelerine taşınan serbest yağ asidi miktarını artırır. Hepatositlerde ve kas hücrelerinde artan yağ asidi sebebiyle hepatositlerden insülin aracılı glukoz salınımı baskılanamaz ve kas hücresinin glukoz alımı azalır. Bu durum hem hepatik hem de periferik insülin direncine sebep olur. Tip 2 diyabetes mellitus yaşlılarda en sık görülen metabolik hastalıktır. İnsülin üretiminin ve insülin direncinin artması yaşlıları ameliyat öncesi ve sonrası dönemde yetersiz glisemik kontrol riski altına sokar. (Alvis & Hughes, 2015; Chahal & Drake, 2007; Lamberts et al., 1997; Shou et al., 2020)

Santral Sinir Sistemi

Yaşlanmayla birlikte beyin kütlesi azalır. Kortikal atrofi özellikle prefrontal korteks ve hipokampusta belirgindir. Serebral kan akımı nöronal kayıba paralel olarak azalır, otoregülasyon korunur. Beyaz cevher kaybı gri cevher kaybından daha belirgindir ve nöronal hücre ölümü, sinaptik dallanmaların azalması ve myelin hasarı bu yapısal bozulmanın temel öğeleridir. Beyin dokusundaki küçülmeye bağlı olarak ventriküler genişleme görülür. Kan beyin bariyeri (KBB) geçirgenliği artar ve bu durum nöroinflamasyona yatkınlık yaratır. Serebrospinal sıvı (BOS) hacmi azalır ve epidural boşluk daralır.

Asetilkolin, dopamin, serotonin ve noradrenalin gibi temel nörotransmitterlerin sentezi ve reseptör sayıları azalır. Dopamin seviyeleri erken erişkinlikten itibaren her on yılda yaklaşık %10

azalır. Bu azalış, bilişsel ve motor performans düşüşleriyle ilişkilendirilmiştir. Nöron kaybı ve nöronal iletim bozukluğuna bağlı olarak hafıza ve bilişsel işlem hızı zayıflar. Anesteziklere duyarlılık artar. Antikolinergik özellikleri olan ilaçların (meperidin, skopolamin, atropin gibi) yan etkilerine duyarlılık artar.

Hipoksi ve hiperkapniye ventilasyon yanıtı baskılanır. Dokunma, ısı, propriosepsiyon, işitme/görme gibi tüm duyularda eşik yükselir, duyular körelir. 60 yaş üstü hastalarda duyuusal yetersizlikler yaygındır. Lokal anesteziklere duyarlılık artar.

İntervertebral disklerde dejeneratif değişiklikler, osteofit oluşumu, spinal stenoz ve bağ doku kalsifikasyonu yaşa bağlı görülen vertebral değişikliklerdir.

Yaşlı hastalarda nörokognitif bozukluklar, depresyon, Parkinson ve Alzheimer hastalıkları sık karşılaşılan patolojilerdir. Ek olarak yaşlılarda duyuusal kayıplar da sık görülür. Presbiakuzinin görülme sıklığı %25 ile %50 arasında değişmektedir. Katarakt nedeniyle oluşan görme bozukluğu 65 yaş üstü hastaların %50'sini etkiler. Makula dejenerasyonu ve glokom sıklığı da artmıştır.

Santral sinir sisteminde yaşa bağlı görülen bu fizyolojik ve patolojik değişiklikler anestezi açısından bir dizi riski ve önleme stratejisini beraberinde getirir. Nöronal kayıp ve reseptör değişimleri sebebiyle anestezik ilaçlara duyarlılık artar ve doz titrasyonu yapılmalıdır. İnhalasyon ajanlarının minimum alveolar konsantrasyon (MAC) değeri her on yılda %6 azalır. Bu sebeple doz

aşımını ve buna bağlı bilişsel hasarı önlemek için bispectral index (BIS) gibi EEG tabanlı monitörlerle anestezi derinliği izlemi yapmak kritik önem taşır.

Yaşlılarda lokal anesteziyelere duyarlılık artmıştır. Azalan BOS hacmi nedeniyle spinal anesteziyelere daha geniş alana yayılır. Epidural boşluğun daralması epidural anestezide lokal anesteziyelere sefafe yayılımı artırır. Ayrıca lokal anesteziyelere bağlı duyu, motor ve sempatik bloklar belirginleşir ve yaşlılarda nöroaksiyel bloklar sonrası ortalama arter basıncında daha yoğun düşüşler görülmesine sebep olur. Ayrıca yaşa bağlı vertebral değişiklikler nöroaksiyel blokajın uygulanmasını zorlaştırır.

Yaşa bağlı bilişsel rezervin azalması ve anestezi ilaçlara hassasiyet, postoperatif kognitif disfonksiyon (POCD) ve postoperatif deliryum (POD) riskinde artmaya sebep olur. Bu bilişsel komplikasyonlar hastanın bağımsızlığını kaybetmesi ve yaşam kalitesinin düşmesi açısından ciddi riskler taşır. Bu komplikasyonların risk faktörleri, önleme stratejileri ve olumsuz sonuçları yaşlı hastanın preoperatif değerlendirilmesi başlığında detaylandırılacaktır.

Yaşlılarda demans sık görülür ve bu hastalar bölgesel anestezi uygulaması için iş birliği yapamazlar. Parkinson hastalığı veya depresyon tedavisinde kullanılan ilaçlar yaşlılarda ilaç etkileşimine bağlı komplikasyonlara yatkınlık oluştur ve anestezi preoperatif dönemde detaylı ilaç sorgulamasını ve perioperatif

dönemde riskli ilaçlardan kaçınmasını zorunlu kılar. (Akhtar & Ramani, 2015; Al Harbi et al., 2023; Alvis & Hughes, 2015; Bettelli, 2011; Brown & Purdon, 2013; Farrall & Wardlaw, 2009; Mahender et al., 2023; Peters, 2006; Purdon et al., 2015)

Preoperatif Değerlendirme

Yaşlı hastaların cerrahi öncesi değerlendirilmesi, kırılganlık ve fonksiyonel durum gibi yaşlı bireylerde kritik öneme sahip özelliklerin sınırlı bir kısmını ortaya koyabilen geleneksel anestezi vizitinin ötesine geçmelidir. Tüm hastalarda olduğu gibi; preoperatif kardiyak değerlendirme non-kardiyak cerrahi geçiren yaşlılarda da Amerikan Kardiyoloji Koleji/Amerikan Kalp Derneği'nin (ACC/AHA) algoritmasına göre yapılmalı, postoperatif pulmoner komplikasyonlar için risk faktörleri belirlenmeli ve önleme yönelik uygun stratejiler uygulanmalıdır. Bunlara ek olarak değerlendirme hastanın tıbbi, psikososyal ve fonksiyonel kapasitesini belirlemeyi amaçlayan Kapsamlı Geriatrik Değerlendirme (CGA) modeline dayanmalıdır. (Bettelli, 2011; Nakhaie & Tsai, 2015; Pang et al., 2021)

Anamnez ve Fizik Muayene

Yaşlı hastaların anamnezinde, bilinen sistemik hastalıklar, kullanılan ilaçlar ve hastalıkların kontrol altında olup olmadığı ayrıntılı biçimde değerlendirilmelidir. Yetmiş yaş üzerindeki hastaların %50'si en az bir, %30'u ise iki veya daha fazla hastalıkla başvurmaktadır. En sık görülen hastalıklar hipertansiyon (%45–50),

koroner arter hastalığı (%35), diyabet (%12–15) ve KOAH'tır (%9). Önceden var olan morbiditelere odaklanmanın yanı sıra, yeni tıbbi durumlar da saptanabilir; bu durumlar elektif cerrahi öncesinde optimize edilmelidir.(Bettelli, 2023)

Preoperatif değerlendirme, hastanın kullandığı ilaçların ve tedaviye uyumunun ayrıntılı olarak gözden geçirilmesini içermelidir. Perioperatif dönemde düşme ya da deliryum gibi sorunlara yol açabilecek antimuskarinikler, sedatifler, opioidler ve antihipertansifler gibi ilaçların belirlenmesine özellikle odaklanılmalıdır. Reçeteli ve reçetesiz tüm ilaçlar kaydedilmeli, gereksiz ilaçların kesilmesi ve yeni ilaç başlanması sınırlandırılması düşünülmelidir. Klinisyen, hastanın kullandığı ilaçların olası etkilerini göz önünde bulundurmalı, ilaç değişikliklerini ve doz düzenlemelerini gözden geçirmeli, anestezi stratejisini buna göre belirlemelidir.

Ameliyat öncesinde kesilmesi gereken ilaçlar, yaşlı erişkinlerde potansiyel olarak uygunsuz ilaç kullanımını tanımlayan güncel Beers Kriterleri kullanılarak belirlenmelidir. Deliryum riski olan hastalarda yeni benzodiazepin başlanmasından kaçınılmalı, mevcut benzodiazepin tedavisinin ise azaltılması değerlendirilmelidir. Parkinson hastalığının tedavisi için kullanılan monoamin oksidaz inhibitörleri, meperidin gibi serotonerjik ilaçlarla birlikte kullanıldığında hastalarda serotonin sendromu gelişmesine sebep olabilir. Bu sebeple (özellikle monoamin oksidaz inhibitörleri kullanan hastalarda) ağrı tedavisinde meperidin kullanımından

kaçınılmalı; antihistaminikler ve güçlü antikolinerjik etkili diğer ilaçlar dikkatle reçete edilmelidir. Ayrıca perioperatif kardiyovasküler riski azaltmak amacıyla gerekli hastalarda beta bloker ve statin tedavisi düşünülebilir ve bu konuda ACC/AHA kılavuzları esas alınmalıdır. İlaç dozları ise yalnızca serum kreatinin düzeyine göre değil, glomerüler filtrasyon hızına göre renal fonksiyon dikkate alınarak düzenlenmelidir. (Bettelli, 2011, 2023; Nakhaie & Tsai, 2015; Pang et al., 2021; The American Geriatrics Society Beers Criteria Update Expert, 2012)

Hareketlilik ve Kırılganlık

Kırılganlık, bir stresör sonrasında homeostazı sürdürme kapasitesinin azalmasına bağlı olarak gelişen artmış duyarlılık hali olarak tanımlanır ve postoperatif morbidite ile mortaliteyle açık biçimde ilişkilidir.

Fried ve arkadaşları, kırılganlığı tanımlamak için beş fiziksel ve işlevsel ölçüte dayanan bir “kırılganlık fenotipi” tanımlamıştır. Bu ölçütler; istemsiz kilo kaybı, yorgunluk hissi, düşük fiziksel aktivite, yavaş yürüme hızı ve el sıkma gücü ile tanımlanan güçsüzlüktür. Bu özelliklerden üçünün veya daha fazlasının bulunması hastanın kırılgan olarak değerlendirilmesine yol açar. Rockwood ve arkadaşları tarafından önerilen ikinci model ise kırılganlığı, birikmiş eksikliklerin kümülatif bir sendromu olarak ele almaktadır. Bu yaklaşıma dayanarak geliştirilen resimli Klinik Kırılganlık Ölçeği, kırılganlık taramasında önerilen araçlardan

biridir (Tablo 1). Kullanılan modelden bağımsız olarak kırılabilirlik, ameliyatın aciliyetinden ve cerrahi branştan bağımsız biçimde, cerrahi hastalarda morbidite ve mortalite ile anlamlı düzeyde ilişkilidir.

Tablo 1 Klinik Kırılabilirlik Ölçeği

No	Düzye	Açıklama
1	Çok dinç (Very Fit)	Bu bireyler sağlam, aktif, enerjik ve motivasyonu yüksek olup genellikle düzenli egzersiz yaparlar. Yaş grubuna göre en iyi fiziksel kondisyona sahip bireylerdir.
2	İyi durumda (Well)	Aktif hastalık semptomu bulunmayan, ancak birinci gruptaki kadar yüksek fiziksel kapasiteye sahip olmayan bireylerdir. Zaman zaman aktif olabilir.
3	Hastalığını iyi yöneten (Managing Well)	Mevcut tıbbi hastalıkları iyi kontrol altında olan, ancak düzenli fiziksel aktivite düzeyi sınırlı bireylerdir.
4	Kırılabilirliğe yatkın (Vulnerable)	Günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız olmalarına rağmen semptomlar nedeniyle aktivitelerinde yavaşlama ve yorgunluk görülür.
5	Hafif derecede kırılabilir (Mildly Frail)	Yavaşlama daha belirgindir. Finans yönetimi, ulaşım, ağır ev işleri ve ilaç yönetimi gibi aktivitelerde yardıma ihtiyaç duyabilirler.
6	Orta derecede kırılabilir (Moderately Frail)	Ev dışı aktivitelerde ve ev işlerinde yardıma ihtiyaç duyarlar. Merdiven çıkma güçlüğü, banyo yapma ve giyinme gibi aktivitelerde destek gerekir.
7	İleri derecede kırılabilir (Severely Frail)	Fiziksel veya bilişsel nedenlerle kişisel bakım tamamen bağımlıdır. Klinik olarak stabil olabilirler ancak kısa dönem mortalite riski belirgindir.

8	Çok ileri derecede kırılğan (Very Severely Frail)	Tam bağımlıdırlar ve yaşamın son dönemine yakındırlar. Genellikle hafif hastalıklardan dahi iyileşemezler.
9	Terminal dönem (Terminally Ill)	Yaşam beklentisi altı aydan kısa olan ancak belirgin kırılğanlık bulguları bulunmayabilen bireyleri kapsar.
<i>Demans Durumunda Kırılğanlık Değerlendirmesi</i>		
Düzey		Açıklama
Hafif demans		Yakın dönem olaylarını unutma, aynı soruları tekrarlama ve sosyal geri çekilme görülür.
Orta demans		Yakın hafıza belirgin bozulmuştur. Kişisel bakım genellikle sınırlı destekle yapılabilir.
Ağır demans		Kişisel bakım tamamen kaybolmuştur ve hasta tamamen bağımlıdır.

Kaynak: (Rockwood et al., 2005)

Hareketliliğin değerlendirilmesi, fonksiyonel değerlendirmenin önemli bir parçasıdır. Hastanın sandalyeden kalkması, 3 metre yürümesi, geri dönmesi ve yeniden oturmasının 15 saniyeden uzun sürmesi, yüksek düşme riski ve postoperatif rehabilitasyon gereksinimi ile ilişkilidir. Düşme riskini azaltmaya yönelik hareketlilikle ilişkili girişimler arasında kas güçlendirme, denge eğitimi ve ev içi tehlikelerin değerlendirilmesi yer alır. (Lin et al., 2016; Pang et al., 2021; Rockwood et al., 2004)

Beslenme

Yaşlı hastalarda malnütrisyon, cerrahi alan enfeksiyonu, pnömoni, idrar yolu enfeksiyonu ve yara iyileşmesi ile ilişkili komplikasyonlar gibi postoperatif olumsuz olayların riskini belirgin

olarak artırır. Aşağıdaki ölçütlerden birinin bulunması, hastanın ciddi nutrisyonel risk altında olduğunu düşündürür: vücut kitle indeksinin 18,5 kg/m²'nin altında olması, böbrek ya da karaciğer yetmezliği gibi başka bir neden olmaksızın serum albümin düzeyinin 3,0 g/dL'nin altında olması veya son 6 ay içinde vücut ağırlığının %10–15'inden fazlasının istemsiz olarak kaybedilmesi.

Ciddi malnütrisyonu olan hastalarda, cerrahi öncesinde diyetisyen planlamasıyla protein, vitamin ve mineral desteği sağlanmalıdır. Uygun olgularda, beslenme durumu düzelene kadar elektif cerrahinin ertelenmesi de değerlendirilmelidir. (Chow et al., 2012; Nakhaie & Tsai, 2015)

Nöropsikiyatrik Değerlendirme

Yaşlı hastalarda postoperatif değişikliklerin bilimsel olarak ele alınabilmesi için bazal bir temel belirlemek, perioperatif dönemi optimal yönetebilmek ve mümkünse preoperatif dönemde en uygun koşullara getirebilmek amacıyla nöropsikiyatrik değerlendirme ve taramalar yapılması önerilir. Bu sebeple yaşlı hastaların karar verme kapasiteleri, bilişsel yetenekleri, postoperatif deliryum risk faktörleri değerlendirilmeli ayrıca depresyon, alkol ve diğer madde bağımlılığı açısından taramalar yapılmalıdır.

Yaşlı hastalarda gizli bilişsel bozukluklar oldukça yaygındır; bilinen bir nörobilişsel defisiti olmayan hastaların bile yaklaşık %37'sinde ameliyat öncesi yapılan testlerde anlamlı bozukluklar saptanmaktadır ve bunlar postoperatif deliryum (POD) ve

postoperatif bilişsel disfonksiyonun (POCD) en güçlü ve önde gelen risk faktörüdür. POCD postoperatif günler veya haftalar sonra fark edilen bellek, dikkat ve yürütücü işlevlerde meydana gelen daha uzun süreli ve sinsi bir azalmadır. POCD yaşayan hastalar genellikle kişiye, yere ve zamana oryantedir ancak bilişsel performans bazal seviyenin altına düşmüştür. POD ise postoperatif saatler veya günler içinde ortaya çıkan, değişmiş dikkat ve farkındalık ile kendini gösteren akut, geçici ve dalgalı bir seyir izleyen bilişsel işlev bozukluğudur ve yaşlı hastaların yaklaşık %50 sini etkiler.

Yaşlı hastalarda POD ve POCD artan maliyet, hastanede kalış süresi ve 1 yıllık ölüm oranıyla ilişkilidir. Postoperatif dönemde POCD ve POD görülme riski için en güçlü öngörücü önceden var olan tanısı konmamış bilişsel bozukluktur. İleri yaş, düşük eğitim seviyesi, alkol kötüye kullanımı, depresyon ve kırılganlık (frailty) diğer önemli risklerdir. Uzun anestezi süresi, derin anestezi düzeyi (özellikle BIS'in 45'in altında olması), benzodiazepin, meperidin veya güçlü antikolinergik ilaçların kullanımı ve postoperatif dönemde yetersiz ağrı kontrolü riski belirgin şekilde artırır.

Ameliyat öncesi dönemde hastanın bilişsel durumunun değerlendirilmesi, sadece ameliyat sonrası bilişsel gerileme açısından risk sınıflaması yapılabilmesi veya erken tespit edilebilmesi için bir bazal seviye oluşturmakla kalmaz, aynı zamanda hastanın cerrahi süreci anlama ve geçerli bir onam verebilme kapasitesini ölçmek için de zorunludur. Tarama için en çok önerilen araç olan Mini-Cog (3 kelime hatırlama ve saat çizme);

hızlı ve hassas bir testtir. Tarama sonucunda bilişsel bir bozukluk tespit edilirse anestezi Multidisipliner bir bakım ekibini sürece dahil etmeli, benzodiazepinler ve güçlü antikolinergikler gibi deliryum riskini artıran ilaçlardan kaçınmalı, uygun hastalarda nöroprotektif etkileri olduğu düşünülen deksmedetomidin infüzyonunu tercih etmeli, EEG tabanlı monitorizasyon yöntemleri ile anestezi derinliğini izlemeli ve hemodinamik stabilite sağlamalıdır. ("American Geriatrics Society abstracted clinical practice guideline for postoperative delirium in older adults," 2015; Axley & Schenning, 2015; Chow et al., 2012; Kapoor et al., 2022; Nakhaie & Tsai, 2015; Sieber et al., 2025)

Yaşlanma ile azalan serotonin ve dopamin düzeyleri, duygu durum bozukluklarına zemin hazırlar ve yaşlı cerrahi hastalarının %5 ile %10'unda depresyon görülür. Yalnız yaşama, sosyal destek eksikliği veya eş kaybı gibi durumlar depresyon riskini artırır. Kırılganlık (frailty) ve fonksiyonel bağımlılık ise depresyon gelişimini tetikleyen veya onunla birlikte seyreden durumlardır. Depresyonu olan veya taramada riskli çıkan bir hastada anestezi, multidisipliner bir yaklaşımı devreye sokmalı ve mümkünse hastayı preoperatif dönemde bir geriatrist veya psikiyatriste yönlendirmelidir. Depresyon, postoperatif deliryum gelişimi için güçlü bir risk faktörüdür; ayrıca tanısı konmamış bilişsel bozuklukları maskeleyebilir veya ağırlaştırabilir. Bu nedenle anestezi bu hastaları deliryum açısından yüksek riskli grupta değerlendirmeli ve mutlaka kognitif tarama ile birlikte

değerlendirmelidir. Depresyon tedavisinde kullanılan ilaçlar, anestezi sırasında uygulanan serotonerjik ajanlarla (özellikle meperidin ile) etkileşime girerek serotonin sendromu riskini artırabilir. Bu sebeple yaşlılarda ağrı kontrolü için meperidin kullanımından kaçınılmalıdır. Trisiklik antidepresanlar ve paroksetin, güçlü antikolinerjik özellikleri nedeniyle yaşlılarda postoperatif delirium riskini artırır. Bu hastalarda anestezi, “antikolinerjik yükü” değerlendirmeli ve ilaç seçimini buna göre planlamalıdır. Ayrıca ameliyat sonrası dönemde psikolojik destek planlanmalı, aile ve sosyal destek sistemi belirlenmeli, gerekli durumlarda sosyal hizmet uzmanlarından destek alınması düşünülmelidir. (Akhtar & Ramani, 2015; Alvis & Hughes, 2015; "American Geriatrics Society abstracted clinical practice guideline for postoperative delirium in older adults," 2015; Bettelli, 2011; Pang et al., 2021)

İntraoperatif Yönetim

Tüm hastalarda gerekli olan standart anestezi monitorizasyonuna (vücut ısısı, EKG, kan basıncı, SpO₂, kapnografi) ek olarak yaşlı hastalarda ileri monitorizasyon yöntemleri gerekli olabilir. EEG tabanlı beyin monitorizasyonu ile anestezi derinliğinin titrasyonu (BIS 40-60 arasında tutulmalı); hızlı derlenmeye, hemodinamik stabiliteye ve anestezi doz aşımına bağlı komplikasyonları azaltmaya yardımcı olur. Kan ürünleri transfüzyonu veya vazopresör infüzyonu gibi kapsamlı tedaviye

ihtiyaç duyan yaşlı hastalarda invaziv hemodinamik monitörizasyon tercih edilmelidir. Prosedür 30 dakikadan uzun sürüyorsa vücut core sıcaklığı izlenmeli ve hipotermiyi önlemek için hastalar basınçlı hava ısıtıcıları ve/veya ısıtılmış intravenöz sıvılarla ısıtılmalıdır. Ayrıca postoperatif dönemde rezidüel nöromusküler bloğu ve buna bağlı solunum komplikasyonlarını önlemek için nöromusküler monitorizasyon yapılmalıdır.

Anestezi tekniğinin seçimi hastanın tercihleri ve klinik durumuna göre multidisipliner (anestezist, cerrah ve geriatrist) bir yaklaşımla yapılmalıdır. Yaşlı yetişkinler için tüm hastalara uygulanabilecek tek ve ideal bir anestezi formülü tanımlanmamıştır. Ayrıca, yaşlılarda bölgesel anestezinin genel anestezie belirgin üstünlük sağladığı kesin olarak gösterilememiştir. Yaşlılarda genel anesteziklerin ve opioidlerin potensi arttığı için dozlar %30-%50 oranında azaltılmalı ve hemodinamik sonuçları azaltmak için daha yavaş bir şekilde verilmelidir. Kas kan akışının ve kalp debisinin azalması nedeniyle yaşlı yetişkinlerde nöromusküler blokerlerin etki başlangıcı uzar. Karaciğer ve böbrekler yoluyla atılan nöromusküler blokerlerin (vecuronium ve rocuronium gibi) etki süresi uzar ve idame dozlarının daha seyrek uygulanması düşünülmelidir. Buna ek olarak Hofmann eliminasyonu ve ester hidrolizi gibi yollarla atılan ajanların (cisatracurium gibi) tercih edilmesi önerilir. Yaşlılar hem hipovolemiye hem de sıvı yüklenmesine karşı hassastır. Bu nedenle dinamik parametreleri temel alan hedefe yönelik sıvı tedavisi protokolleri uygulanmalı ve restriktif bir transfüzyon stratejisi

(genellikle hemoglobin <8 g/dL) benimsenmelidir. Nöromusküler blokajı tersine çeviren ajanlar (neostigmin ve sugammadex) genç yetişkinlerde kullanılanla benzer dozlar kullanılabilir. Postoperatif analjezi yönetimi için opioid kullanımını kısıtlayan multimodal analjezi stratejileri kullanılmalı, yetersiz analjezinin deliryum risk artışı ile korele olduğu unutulmamalıdır. (Chow et al., 2012; Luca et al., 2023; Mahender et al., 2023; Mohanty et al., 2016; Nakhaie & Tsai, 2015; Rana et al., 2017)

Tablo 2 Postoperatif Bulantı-Kusma İçin Risk Faktörleri

Hastaya Özgü Risk Faktörleri
• Kadın cinsiyet • Sigara içmeme • Perioperatif bulantı kusma öyküsü veya taşıt tutma hastalığı • Genç yaş (<50 yaş)
Cerrahi ve Anesteziye Bağlı Risk Faktörleri
• Volatil anestezi ve nitroz oksit kullanımı • Genel vs rejyonel anestezi • İntraoperatif veya postoperatif opioid kullanımı • Uzun cerrahi süresi

Kaynak: Amerikan Cerrahlar Koleji Dergisi 222(5):930-947, Mayıs 2016.

Postoperatif bulantı kusma için 2 ve üzerinde risk faktörü (Tablo 2) olan yaşlılara risk azaltma stratejileri (rejyonel anestezi tekniği tercih etmek, opioid, inhaler anestezi ve azot protoksit

kullanımından kaçınmak) ve profilaksi uygulanmalıdır. Postoperatif bulantı kusma profilaksisi için kullanılan ilaçlar Amerikan Geriatri Derneği'nin yaşlılarda potansiyel olarak uygunsuz ilaç kullanımı için belirlediği Beers kriterlerine göre dikkatlice değerlendirilmelidir. Güçlü antikolinergik etkiye sahip ilaçlardan (skopolamin, atropin gibi antispazmotikler ve prometazin gibi antiemetikler) ve kortikosteroidlerden kaçınılmalıdır. Metoklopramid gastroparezi öyküsü olmayan hastalarda (ve özellikle Parkinson hastalığı olanlarda ekstrapiramidal yan etkileri sebebiyle) kullanılmamalıdır. PONV profilaksisinde QT uzaması riski göz önünde bulundurularak 5-HT₃ reseptör antagonistleri (örneğin ondansetron) ve bir nörokinin-1 (NK1) reseptör antagonisti olan aprepitant kullanılabilir. (Mohanty et al., 2016; The American Geriatrics Society Beers Criteria Update Expert, 2012)

Postoperatif Yönetim

Yaşlı hastaların cerrahi sonrası yatak başı yüksek tutularak ve etkin analjezi sağlanarak derin nefes alma kabiliyeti en üst seviyeye çıkarılmalıdır. Gözlük ve işitme cihazlarına hızla erişim sağlanmalı ve aile etkileşimi artırılarak oryantasyonu sağlanmalıdır. İdrar kateterleri ve kısıtlayıcı kablolar mümkün olan en kısa sürede çıkarılmalı, erken mobilizasyon ve oral beslenme teşvik edilmelidir. ("American Geriatrics Society abstracted clinical practice guideline for postoperative delirium in older adults," 2015; Chow et al., 2012; Mohanty et al., 2016; Nakhaie & Tsai, 2015; Rana et al., 2017)

Sonuç

Yaşlı hasta popölasyonu, günümüzde anestezi pratiğinin giderek daha büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle anesteziğin hedefi yalnızca sorunsuz bir perioperatif süreç sağlamak değil, aynı zamanda hastanın fonksiyonel kapasitesini ve bağımsızlığını korumak olmalıdır. Bu hedefe ulaşmak, yaşlanmaya bağılı fizyolojik değışikliklerin iyi anlaşılması ve her hastaya özgü bireyselleştirilmiş anestezi stratejilerinin geliştirilmesi ile mümkündür.

Kaynakça

- Akhtar, S., & Ramani, R. (2015, Sep). Geriatric Pharmacology. *Anesthesiol Clin*, 33(3), 457-469. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2015.05.004>
- Al Harbi, M. K., Alshaghroud, S. M., Aljahdali, M. M., Ghorab, F. A., Baba, F., Al Dosary, R., & Bahadeq, M. (2023, Oct-Dec). Regional anesthesia for geriatric population. *Saudi J Anaesth*, 17(4), 523-532. https://doi.org/10.4103/sja.sja_424_23
- Alvis, B. D., & Hughes, C. G. (2015, Sep). Physiology Considerations in Geriatric Patients. *Anesthesiol Clin*, 33(3), 447-456. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2015.05.003>
- American Geriatrics Society abstracted clinical practice guideline for postoperative delirium in older adults. (2015, Jan). *J Am Geriatr Soc*, 63(1), 142-150. <https://doi.org/10.1111/jgs.13281>
- Andres, T. M., McGrane, T., McEvoy, M. D., & Allen, B. F. S. (2019, Sep). Geriatric Pharmacology: An Update. *Anesthesiol Clin*, 37(3), 475-492. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2019.04.007>
- Axley, M. S., & Schenning, K. J. (2015, Dec 1). Preoperative Cognitive and Frailty Screening in the Geriatric Surgical

- Patient: A Narrative Review. *Clin Ther*, 37(12), 2666-2675.
<https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2015.10.022>
- Bettelli, G. (2011, Jun). Preoperative evaluation in geriatric surgery: comorbidity, functional status and pharmacological history. *Minerva Anestesiol*, 77(6), 637-646.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21617627>
- Bettelli, G. (2023, Oct-Dec). Geriatric anesthesia: Demographics, epidemiology, state of the art at international level, educational needs, and future perspectives. *Saudi J Anaesth*, 17(4), 467-473. https://doi.org/10.4103/sja.sja_411_23
- Brown, E. N., & Purdon, P. L. (2013, Aug). The aging brain and anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*, 26(4), 414-419.
<https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e328362d183>
- Chahal, H. S., & Drake, W. M. (2007, Jan). The endocrine system and ageing. *J Pathol*, 211(2), 173-180.
<https://doi.org/10.1002/path.2110>
- Chow, W. B., Rosenthal, R. A., Merkow, R. P., Ko, C. Y., & Esnaola, N. F. (2012, 2012/10/01/). Optimal Preoperative Assessment of the Geriatric Surgical Patient: A Best Practices Guideline from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program and the American Geriatrics Society. *Journal of the American College of Surgeons*, 215(4), 453-466.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2012.06.017>

Farrall, A. J., & Wardlaw, J. M. (2009, Mar). Blood-brain barrier: ageing and microvascular disease--systematic review and meta-analysis. *Neurobiol Aging*, 30(3), 337-352.
<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2007.07.015>

Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., Simonsick, E. M., Tylavsky, F. A., Visser, M., & Newman, A. B. (2006, Oct). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(10), 1059-1064.
<https://doi.org/10.1093/gerona/61.10.1059>

Kapoor, P., Chen, L., Saripella, A., Waseem, R., Nagappa, M., Wong, J., Riazi, S., Gold, D., Tang-Wai, D. F., Suen, C., Englesakis, M., Norman, R., Sinha, S. K., & Chung, F. (2022, Feb). Prevalence of preoperative cognitive impairment in older surgical patients.: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth*, 76, 110574.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2021.110574>

- Lamberts, S. W., van den Beld, A. W., & van der Lely, A. J. (1997, Oct 17). The endocrinology of aging. *Science*, 278(5337), 419-424. <https://doi.org/10.1126/science.278.5337.419>
- Lin, H. S., Watts, J. N., Peel, N. M., & Hubbard, R. E. (2016, Aug 31). Frailty and post-operative outcomes in older surgical patients: a systematic review. *BMC Geriatr*, 16(1), 157. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0329-8>
- Luca, E., Schipa, C., Cambise, C., Sollazzi, L., & Aceto, P. (2023, Oct-Dec). Implication of age-related changes on anesthesia management. *Saudi J Anaesth*, 17(4), 474-481. https://doi.org/10.4103/sja.sja_579_23
- Mahender, A., Chavan, S. S., Saroa, R., & Chauhan, M. (2023, Jan). Recent advances in geriatric anaesthesia. *Indian J Anaesth*, 67(1), 152-158. https://doi.org/10.4103/ija.ija_1029_22
- Martin, J. E., & Sheaff, M. T. (2007, Jan). Renal ageing. *J Pathol*, 211(2), 198-205. <https://doi.org/10.1002/path.2111>
- Mohanty, S., Rosenthal, R. A., Russell, M. M., Neuman, M. D., Ko, C. Y., & Esnaola, N. F. (2016, May). Optimal Perioperative Management of the Geriatric Patient: A Best Practices Guideline from the American College of Surgeons NSQIP and the American Geriatrics Society. *J Am Coll Surg*, 222(5), 930-947. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2015.12.026>

- Nakhaie, M., & Tsai, A. (2015). Preoperative Assessment of Geriatric Patients. *Anesthesiology Clinics*, 33(3), 471-480. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2015.05.005>
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Tylavsky, F. A., Rubin, S. M., & Harris, T. B. (2006, Jan). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(1), 72-77. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.1.72>
- Pang, C. L., Gooneratne, M., & Partridge, J. S. L. (2021, Aug). Preoperative assessment of the older patient. *BJA Educ*, 21(8), 314-320. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2021.03.005>
- Peters, R. (2006, Feb). Ageing and the brain. *Postgrad Med J*, 82(964), 84-88. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2005.036665>
- Priebe, H. J. (2000, Nov). The aged cardiovascular risk patient. *Br J Anaesth*, 85(5), 763-778. <https://doi.org/10.1093/bja/85.5.763>
- Purdon, P. L., Pavone, K. J., Akeju, O., Smith, A. C., Sampson, A. L., Lee, J., Zhou, D. W., Solt, K., & Brown, E. N. (2015, Jul). The Ageing Brain: Age-dependent changes in the electroencephalogram during propofol and sevoflurane general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 115 Suppl 1(Suppl 1), i46-i57. <https://doi.org/10.1093/bja/aev213>

- Rana, M. V., Bonasera, L. K., & Bordelon, G. J. (2017, Jun). Pharmacologic Considerations of Anesthetic Agents in Geriatric Patients. *Anesthesiol Clin*, 35(2), 259-271. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2017.01.011>
- Rockwood, K., Howlett, S. E., MacKnight, C., Beattie, B. L., Bergman, H., Hébert, R., Hogan, D. B., Wolfson, C., & McDowell, I. (2004). Prevalence, Attributes, and Outcomes of Fitness and Frailty in Community-Dwelling Older Adults: Report From the Canadian Study of Health and Aging. *The Journals of Gerontology: Series A*, 59(12), 1310-1317. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.12.1310>
- Rockwood, K., Song, X., MacKnight, C., Bergman, H., Hogan, D. B., McDowell, I., & Mitnitski, A. (2005). A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *Canadian Medical Association Journal*, 173(5), 489. <https://doi.org/10.1503/cmaj.050051>
- Rooke, G. A. (2003, Aug). Cardiovascular aging and anesthetic implications. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 17(4), 512-523. [https://doi.org/10.1016/s1053-0770\(03\)00161-7](https://doi.org/10.1016/s1053-0770(03)00161-7)
- Russell, R. M. (1992, Jun). Changes in gastrointestinal function attributed to aging. *Am J Clin Nutr*, 55(6 Suppl), 1203S-1207S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/55.6.1203S>

- Schmucker, D. L. (1998, Sep). Aging and the liver: an update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 53(5), B315-320. <https://doi.org/10.1093/gerona/53a.5.b315>
- Schmucker, D. L. (2005, Aug-Sep). Age-related changes in liver structure and function: Implications for disease ? *Exp Gerontol*, 40(8-9), 650-659. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2005.06.009>
- Shou, J., Chen, P. J., & Xiao, W. H. (2020). Mechanism of increased risk of insulin resistance in aging skeletal muscle. *Diabetol Metab Syndr*, 12, 14. <https://doi.org/10.1186/s13098-020-0523-x>
- Sieber, F., McIsaac, D. I., Deiner, S., Azefor, T., Berger, M., Hughes, C., Leung, J. M., Maldon, 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., Uhl, S., Grant, M. D., & Domino, K. B. (2025, Jan 1). 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.00000000000005172>
- Silva, F. G. (2005a). The aging kidney: a review--part II. *Int Urol Nephrol*, 37(2), 419-432. <https://doi.org/10.1007/s11255-004-0874-5>

- Silva, F. G. (2005b). The aging kidney: a review -- part I. *Int Urol Nephrol*, 37(1), 185-205. <https://doi.org/10.1007/s11255-004-0873-6>
- Sprung, J., Gajic, O., & Warner, D. O. (2006, Dec). Review article: age related alterations in respiratory function - anesthetic considerations. *Can J Anaesth*, 53(12), 1244-1257. <https://doi.org/10.1007/BF03021586>
- The American Geriatrics Society Beers Criteria Update Expert, P. (2012, 2012/04/01). American Geriatrics Society Updated Beers Criteria for Potentially Inappropriate Medication Use in Older Adults. *J Am Geriatr Soc*, 60(4), 616-631. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2012.03923.x>
- Ungvari, Z., Kaley, G., de Cabo, R., Sonntag, W. E., & Csiszar, A. (2010, Oct). Mechanisms of vascular aging: new perspectives. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 65(10), 1028-1041. <https://doi.org/10.1093/gerona/glq113>
- Vaz Fragoso, C. A., & Gill, T. M. (2012, Mar). Respiratory impairment and the aging lung: a novel paradigm for assessing pulmonary function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 67(3), 264-275. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr198>

