

Anestezi Sonrası Titreme ve Termoregülasyon

Postanesthetic Shivering and Thermoregulation: Review

Dr. Dilek KARAASLAN,^a
Dr. Serap ÖZTÜRK^b

^aAnesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Süleyman Demirel Üniversitesi
Tıp Fakültesi, Isparta

^bAnesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,
Erzurum Horasan Devlet Hastanesi,
Erzurum

Geliş Tarihi/Received: 29.01.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 16.03.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. Dilek KARAASLAN
Süleyman Demirel Üniversitesi
Tıp Fakültesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Isparta,
TÜRKİYE/TURKEY
dilekkaraaslan1@yahoo.com

ÖZET Anestezi sonrası titreme anestezinin en yaygın komplikasyonlarından olup, genel anesteziden sonra %5-65, epidural anesteziden sonrası yaklaşık %30 oranında görülür. Titreme ameliyat sonrası dönemde özellikle yüksek riskli hastalar için önemlidir. Bu nedenle hastaların hızla ve etkin bir şekilde tedavi edilmeleri gerekir. Vücut ısısı başta hipotalamus olmak üzere merkezi sinir sistemi tarafından düzenlenir. Afferent termal bilgiler anterior hipotalamusa iletilirken posterior hipotalamus efferent yolu takip eder. Titremenin motor merkezi hipotalamustadır, normalde hipotalamusun preoptik bölgesindeki sıcak duyarlı impulslar ile inhibe olmaktadır. Ancak soğuk impulslar fazlaysa titreme için bu motor merkez aktive olmakta ve spinal kordun anterior motor nöronlarına bilateral impulslar göndermektedir. Başlangıçta tüm vücut iskelet kaslarındaki tonus artışı belli bir seviyenin üstündeysse titreme görülmektedir. İnsanlarda merkezi ısının normal sınırları 36-37.5 °C arasındadır. Merkezi ısının 36 °C'nin altına inmesi hipotermi olarak tanımlanır. Anestezi uygulanan hastaların tamamına yakınında anestezinin tipi ve dozu, cerrahinin tipi, büyüklüğü ve ortam ısısına bağlı olarak 1-3 °C ısı azalması meydana gelir. Anestezi sıcaklığa yanıt eşliğinde artış, soğuğa yanıt eşliğinde azalma ile termoregülasyon mekanizmasında bozukluğa sebep olmaktadır. Anestezinin sonlanmasıyla beraber termoregülasyon üzerindeki baskılanma ortadan kalkar ve titreme gerçekleşir. Ameliyat sonrası titremenin tedavisinde birçok ilaç kullanılmışsa da her birinin kendine özgü yan etkileri nedeniyle, kullanılanabilecek altın standart tedavi henüz tanımlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Vücut ısısının düzenlenmesi; titreme

ABSTRACT Postanesthetic shivering is one of the most common complications of anesthesia and has an incidence of 5-65% after general anesthesia, and approximately 30% after epidural anesthesia. In the postoperative period, shivering is especially important in risky patients. These patients should be treated quickly and adequately. Body temperature is regulated by central nervous system, mainly by hypothalamus. While afferent thermal stimuli are conducted to the posterior hypothalamus, posterior hypothalamus follows the effector tract. The motor center of shivering is placed in the hypothalamus and is normally inhibited by the heat sensitive impulses. If cold impulses exceed heat impulses, the motor center sends bilateral impulses to the anterior motor neurons of the spinal cord. If the tonus increase of all body skeletal muscles is over a predicted level, shivering occurs. In human, the normal range of central temperature is 36-37.5 °C. The decrease of central temperature below 36 °C is called hypothermia. In almost all anesthesia patients, a decrease of 1-3 °C in temperature occurs depending on the anesthesia type and dose, the type and severity of the surgery and the environmental temperature. Anesthesia impairs the thermoregulation by an increase in the threshold of heat response and a decrease in the threshold of cold response. At the end of the anesthesia, the inhibition on the thermoregulation disappears and shivering occurs. Although many medications are used to treat the shivering, due to the side effects, the gold standard is not yet determined.

Key Words: Body temperature regulation; shivering

ANESTEZİ SONRASI TİTREMENİN TANIMI VE ETYOLOJİSİ

Anestezi sonrası titreme anestezinin yaygın komplikasyonlarından olup, genel anesteziden sonra %5-65, epidural anesteziden sonraysa yaklaşık %30 oranında görülür.¹⁻³

Titreme ile tüm vücutta oksijen tüketiminde %400'e kadar artış olur, laktik asidoz nedeniyle karbondioksit üretimi artar; ayrıca katekolamin salınımının artması ile, sol ventrikül iş yükünde de artış gerçekleşir.⁴ Titremeye bağlı olarak arteriyel O₂ satürasyonu düşer, göz içi ve kafa içi basınçlar artar. Bu olaylar kardiyopulmoner hastalığı olan kişilerde komplikasyonlara neden olup morbidite ve mortaliteyi artırır.^{1,2,4-8} Ayrıca titreme ile yara yerinin gerilmesine bağlı olarak ameliyat sonrası ağrının arttığı, cerrahi kanama ve yara yeri enfeksiyonlarının görülme sıklığı ile hastanede kalış süresinde artış olduğu bildirilmiştir.⁹ Titreme ameliyat sonrası dönemde özellikle yüksek riskli hastalar için önemlidir.⁹⁻¹¹ Bu nedenle hastaların hızla ve etkin bir şekilde tedavi edilmeleri gerekir.¹²

Anestezi sonrası titremenin etyolojisi tam açık değildir.^{3,11} Anestezi sonrası titreme, basit normal titreme olarak değerlendirirken 1972'de araştırmacılar iki farklı titreme şekli olduğunu ortaya koymuşlardır. Gözleme dayalı bu bilgiler elektromiyografi ile doğrulanmıştır.⁹

1. Tonik patern; 4-8 defa/dakika frekansta yükselen ve azalan dalga komponenti içerir.

2. Klonik patern; 5-7 Hz'lik sıçramalar gösterir.³ Bu tip daha önceden patolojik spinal kord yanıtı olarak adlandırılan, nistagmus ve artmış derin tendon refleksi de içeren ve en yaygın olarak genel anesteziden derlenme sırasında görülen tiptir.⁹

1991'den sonra gönüllülerde tonik ve klonik paterni gösteren karşılaştırmalı çalışmalar yapılmıştır. Klonik patern volatil anesteziklerden derlenmeye spesifik gibi gözükmekte ve termoregülasyona bağlı titremenin normal paterni olmadığı düşünülmektedir. Bu titreme paterninin nedeni kesin olarak bilinmemesine rağmen anestezinin nedeni spinal refleksler üzerindeki kontrolün baskı-

lanmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Cerrahi hastalardaki verilerden, tüm anestezisi sonrası titremelerin termoregülasyona bağlı olduğu sonucuna varılmasına rağmen, normotermik cerrahi hastalarda ve doğum sırasındaki kadınlarda da titreme gözlenmiştir.⁹

Anestezi sonrası titreme gelişmesiyle ilgili çeşitli hipotezler ileri sürülmüştür:

TERMOREGÜLASYON İLE İLİŞKİLİ ANESTEZİ SONRASI TİTREME

İki farklı nedene bağlı olabilir;

■ Hipotermiye karşı normal fizyolojik vazokonstriksiyon, piloereksiyonu takip eden antagonist kasların sikluslar halinde kontraksiyonu ve gevşemesini içeren titreme şeklidir³ ve ısı üretimi %300-400 artabilir.^{3,4}

■ İnflamatuvar yanıtın aktivasyonu ve sitokinlerin salınmasına bağlı olarak febril bir yanıt olabilir.^{3,8}

TERMOREGÜLASYON İLE İLİŞKİLİ OLMAYAN ANESTEZİ SONRASI TİTREME

İki farklı nedene bağlı olabilir;

■ Rezidüel anesteziklere bağlı kortikal kontrolün baskılanması ile spinal refleks aktivitenin ortaya çıkması^{5,8}

■ Ameliyat sonrası ağrının tetiklediği titreme^{2,5,13}

Kullanılan anestezik tekniği ile anestezisi sonrası titreme doğrudan ilişkilidir. Genel anestezisi sonrasında olduğu gibi, rejyonel anestezik uygulanmış ve hipotermi gelişmiş olan hastalarda da titreme meydana gelir.⁹ Hipotermi spinal anestezide epidural anestezide göre daha hızlı gelişir. Spinal anestezide hızlı blok gelişimi ile çok geçmeden titreme eşliğine ulaşılır.³

İnsanlarda merkezi ısının normal sınırları 36-37.5°C arasındadır.⁹ Merkezi ısının 36 °C'nin altına inmesi hipotermi olarak tanımlanır.^{9,14} İstemli hipotermi oluşturulan kalp cerrahisi olguları dışında, cerrahi geçiren hastaların çoğunda hipotermi gelişir. Anestezi ise termoregülasyonun fizyolojik mekanizmasını kesintiye uğratar.⁵

TERMOREGÜLASYON

Beyindeki diğer kontrol sistemlerine benzeyen negatif ve pozitif feedback ile normal vücut ısısı sınırları korunmaktadır. 1912'den beri yapılan çalışmalar hayvan modellerinde hipotalamus hasara uğradığında vücut ısısı düzenlenmesinin de bozulduğunu göstermiştir. Deri yüzeyinden ısı algılanmasının önemi 1950'lerde hayvan çalışmalarıyla anlaşılmıştır. 1960'larda fizyologlar aktif termoregülasyondan hipotalamus ve deri yüzeyinin dışında, beynin hipotalamus dışındaki bölgelerinin, derin abdominal dokuların ve spinal kordun da sorumlu olduğunu göstermişlerdir.⁹

Termoregülasyon 3 fazda meydana gelir:⁹

1. Afferent termal duyu algılanması
2. Merkezi regülasyon
3. Efferent yanıtlar

AFFERENT TERMAL DUYU ALGILANMASI

Termal duyu, vücuttaki ısıya duyarlı hücreler ile algılanır. Soğuk sinyalleri Aδ sinir lifleri ile, sıcak sinyalleri ise miyelinsiz C lifleri ile taşınır. C lifleri aynı zamanda ağrıyı da algılar ve iletir. Böylece ısının keskin ağrıdan ayırt edilememesi de anlaşılmaktadır.⁹

Periferik reseptörler deride ve müköz membranlarda yerleşmiştir, termal duyuya aracılık eder ve termoregülasyon refleksine katkıda bulunur. Bu reseptörlerin çoğunun termospesifik olması gerekmez ve aynı zamanda mekanik duyuya da aracılık edebilirler.¹⁵

Soğuk reseptörleri ortam ısısındaki hem uzun süreli kademeli azalmalara hem de ani azalmalara yanıt verir. Derideki soğuk reseptörlerinden gelen afferent veriler hipotalamusa iletilir.¹⁶

Merkezi reseptörlerin anatomik lokalizasyonu tam olarak bilinmemektedir. Merkezi ısı 36 °C'nin altına indiğinde metabolik ısı üretimi artar. Bundan başka preoptik hipotalamik lezyonlarda veya santral sinir sistemini deprese eden ilaçların enjeksiyonundan sonra bazı hipotalamik nöronlarda aktivitenin arttığı gösterilmiştir. Spinal kordu kesilmiş hastalarda merkezi ısı alt sınırdadır olduğun-

da merkezi sinir sisteminde termoregülasyon sisteminin aktive olduğu, fakat merkezi sistemin periferik termoreseptörlerden daha az duyarlı olduğu gösterilmiştir.¹⁶

2. MERKEZİ REGÜLASYON

Vücut ısısı başta hipotalamus olmak üzere merkezi sinir sistemi tarafından düzenlenir.^{5,16} Hipotalamusun ısı düzenlemesi ile ilgili yapısına ait bilgilerin çoğu hayvan modellerinden elde edilmiştir. Afferent termal bilgiler anteriör hipotalamusa iletilirken posteriyör hipotalamus efektör yolu takip eder. Sıcaklığa duyarlı nöronlar soğuğa duyarlı nöronlara göre 4 kat daha fazladır. Lokal termal uyarılara duyarlı nöronlar aynı zamanda posteriyör hipotalamus, retiküler formasyon ve spinal kordda da bulunur.¹⁶

İnsanlarda sabit nokta ısısı termoregülasyon mekanizmasının yanıt oluşturmadığı 36.7-37.1°C arasındaki ısı aralığı olarak tanımlanmaktadır.^{9,16} Bu ısı aralığı normalde 0.4°C'den daha fazla olmaz, ancak genel anestezi sırasında 4°C kadar arttığı gösterilmiştir.

3. EFFERENT YANITLAR

1. Davranış değişikliği
2. Vazomotor cevap: vazokonstriksiyon, piloerektsiyon, vazodilatasyon ve terleme
3. Titreme ve metabolik hızın artması⁵

Vücudun termal uyarılara yanıtı, metabolik ısı üretimi veya ortama ısı kaybı yoluyla olur. Hipotermide genellikle metabolik olarak daha çok enerji gerektiren titreme gibi yanıtlardan önce enerji gereksinimi daha az olan vazokonstriksiyon maksimum seviyede olmaktadır. Kas gevşeticisi ile titremenin önlenmesi gibi nedenlerle spesifik etkili mekanizmalar inhibe edilirse; tolere edilebilecek olan ısı aralığı azalır.⁹

Titremenin motor merkezi hipotalamustadır, normalde hipotalamusun preoptik bölgesindeki sıcaklığa duyarlı impulslar ile inhibe olmaktadır. Ancak soğuk impulslar fazlaysa titreme için bu motor merkez aktive olmakta ve spinal kordun anteriör motor nöronlarına bilateral impulslar göndermektedir.^{5,9} Başlangıçta tüm vücut iskelet kaslarındaki

tonus artışı belli bir seviyenin üstündeysen titreme görülmektedir.^{9,16}

Anestezi altındaki hastalar bilinçsiz ve sıklıkla da paralize oldukları için ısıda davranışsal düzenleme söz konusu değildir. Tüm genel anestezipler normal otonomik termoregülasyonu bozar.^{3,4,9,17,18}

Halotan ve enfluranın azot protoksit ve fentanil ile kombinasyonları vazokonstriksiyon eşliğini 2-4°C azaltır. Azot protoksit vazokonstriksiyon eşliğini eşit konsantrasyonlardaki volatil anesteziplerden daha az azaltmaktadır.^{9,19} Sedatif ve anestezi ilaçlarından test edilen ve termoregülasyonu minimal etkileyen tek ilaç midazolamdır.⁹

Vücudun ısı eşliğini nasıl belirlediği bilinmemektedir. Fakat bu mekanizmanın norepinefrin, dopamin, 5-hidroksitriptamin, asetilkolin, prostoglandin E₁ ve nöropeptidler aracılığıyla olduğu düşünülmektedir. Yiyecek alınımı, egzersiz, enfeksiyon, hipotiroidi ve hipertiroidi, anestezipler, alkol, sedatifler, nikotin ısı eşliğini değiştirir.⁹

Isı Dağılımı

İnsan vücudu kabaca merkezi ve periferik bölümler olmak üzere iki bölümde incelenir.

Merkezi bölüm

Merkezi bölüm vücut kitlesinin %50-60'ını kapsayan, ısıyı göreceli olarak değişmeden kalan, iyi perfüze olan dokulardan ve baştan oluşan bölümdür.

Periferik bölüm

Periferik bölümün ısı içeriği homojen değildir ve zamanla değişir. Fiziksel olarak bu bölüm kolları ve bacakları içerir. Periferik bölüm ısı genellikle ılımlı çevre ısısında merkezi bölümden 2-4 °C daha düşüktür. Bu farklılık termal veya fizyolojik koşullarda büyür. Ortam sıcak olduğunda veya termoregülasyona bağlı vazodilatasyon metabolik ısının merkezden periferik akmasına izin verdiğinde düşük merkezi-periferik ısı farkı oluşur. Ekstremitelerde longitüdüal ısı farkı vardır. Distaldeki dokular proksimaldeki dokulardan birkaç derece daha soğuktur. Isı içeriği zamanla ve ortama göre değişir. Sıcak ortamda özellikle vazodilatasyondan dolayı periferik bölüm ısı merkezi bölüme daha yakındır.²⁰

Anesteziğin Termoregülasyon Üzerindeki Etkileri

Anestezi sıcağa yanıt eşliğinde artış, soğuğa yanıt eşliğinde azalma ile termoregülasyon mekanizmasında bozukluğa sebep olmaktadır.^{10,18,21}

Tavşanlarda yapılan çalışmada izofluran ve sevofluranın doza bağımlı olarak titreme eşliğinde azalma meydana getirdiği görülmüştür.²²

Anestezi uygulanan hastaların tamamına yakınında anesteziğin tipi ve dozu, cerrahinin tipi, büyüklüğü ve ortam ısısına bağlı olarak 1-3°C ısı azalması meydana gelir.⁹

Orta derecede hipotermiğin ortaya çıkardığı sonuçlar Tablo 1'de sıralanmıştır.

Ameliyat sonrası dönemde 2. ve 3. saatlerde vücut ısı 35 °C'nin altında olanlarda, normotermik olanlara göre miyokardiyal iskemi riski 2-3 kat daha fazladır. Cerrahi esnasında hastaların ısıtılması ile ameliyat sonrası dönemde kardiyak morbidite %55 oranında azalır.⁴

Kalça artroplastisi yapılan normotermik hastalarda orta derecede hipotermik olanlara oranla kan kaybı %20 düşer ve allojenik kan transfüzyon ihtiyacı azalır.⁴

Vücut ısı 35°C'nin altında olduğu zaman koagülasyon sistemi olumsuz etkilenir ve cerrahi kanama riski artarken, yara yeri enfeksiyonu riski 3 kat yükselir.^{4,23,24} Hipotermi sonucu ortaya çıkan platelet fonksiyonu bozulması, doku hasarının sonucu olarak tromboksan A₂ seviyesinin azalmasına bağlıdır.⁴

TABLO 1: Ameliyat esnasında gelişen hipotermiğin sonuçları.

• Yara yeri enfeksiyonunda artma
• Hastanede kalış süresinde uzama
• Ameliyat esnasında kan kaybında artma
• Allojenik kan transfüzyonu ihtiyacında artma
• Kardiyak morbiditede artma
• Ameliyat sonrası ventriküler taşikardide artma
• İdrarla nitrojen atılımında artma
• Kas gevşeticilerin etki süresinde uzama
• Ameliyat sonrası titremede artma
• Anestezi sonrası derlenme süresinde uzama
• Isı konforunda bozulma

Genel anestezi alan hastalarda, özellikle de yaşlılarda ortaya çıkan hipotermi ameliyat odasının ısısına (20-23°C) bağlıdır.¹⁷ Ameliyat odasının ısısı merkezi vücut ısısını belirgin olarak etkiler.²⁵ Derlenme odasına çıkarılan yaşlı hastaların çoğunda merkezi ısının 35 °C'nin altında olduğu görülmüştür. Bu duruma bağlı olarak istenmeyen yan etkiler ortaya çıkmaktadır.¹⁷

Genel anestezi esnasında ameliyat odasının ısıtılması sonucunda hipotermi sıklığının belirgin derecede azaldığı gösterilmiştir. Ameliyat odasının ısısı 20-23°C iken hipotermi sıklığı %50, ısı 26 °C'ye çıkarıldığında ise sıklık sadece %10'dur.¹⁷

Genç hastalarda merkezi ısının daha yüksek olmasına rağmen yaşlı hastalara oranla daha fazla ameliyat sonrası titreme görülür.¹⁷ Bunun nedeni yaş ile birlikte termoregülasyon mekanizmasının zayıflamasıdır.⁵

Anestezi Sırasında Hipoterminin Seyri

Genel anestezi sırasında hipotermi gelişimi özel bir seyir izlemektedir. İlk saatte merkezi ısı 1-1.5 °C kadar azalmakta, başlangıçtaki bu hipotermiyi daha yavaş ve doğrusal bir azalma izlemektedir. Sonuçta ısı plato fazına girmekte ve merkezi ısı değişmeden kalmaktadır.^{9,20}

Redistribüsyon fazı

Merkezi ısı periferik dokuların gövde ve baştan 2-4°C daha soğuk olması sebebiyle ortalama vücut ısısını tam olarak yansıtmaz. Bu normal merkezi-periferik ısı farkı el ve ayak parmaklarındaki arteriyo-venöz şantların termoregülasyona bağlı vazokonstriksiyonu ile sağlanır. Anestezik ilaçların doğrudan periferik etkileri vardır. Vazodilatasyon merkezi ısının, ısı farkına uygun olarak periferik akmasını sağlar. Vücut ısısının internal redistribüsyonu merkezi ısıyı azaltır ve bununla orantılı olarak periferik ısıyı artırır. Bununla birlikte vücut ısı içeriği sabit kalır.^{9,20}

Gönüllülerde yapılan, sistemik ısı dengesi ve bölgesel ısı dağılımı ile ilgili çalışmada anesteziden 1 saat sonra merkezi ısının 1.6°C azaldığı ve redistribüsyonun bu azalmaya %81 oranında katkıda bulunduğu, anestezinin bundan sonraki 2 saatinde santral ısının ek olarak 1.1°C azaldığı, redistribü-

yonun bu azalmaya sadece %43 oranında katkıda bulunduğu gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, redistribüsyon anestezinin ilk 3 saati içinde merkezi ısıdaki toplam azalmaya %65 oranında katkıda bulunur.²⁰ Bu yüzden anestezinin başlangıç fazındaki hipotermiye sebebi merkezden periferik doğru olan redistribüsyondur.^{17,20}

Doğrusal faz

Hipotermi eğrisinin ikinci kısmı daha yavaş inen merkezi ısıyı gösterir. Bu metabolik ısı üretimini aşan ısı kaybından kaynaklanır. Genel anestezi sırasında metabolik hız %5-40 oranında azalır. Bu azalmanın nedeni tam olarak bilinmemektedir, fakat diyafragma ve göğüs duvarı kaslarının çalışmaması, mekanik ventilasyon, azalmış beyin metabolizması bu hipotermiye katkıda bulunabilmektedir.²⁰

İnfant ve çocuklarda erişkinlere göre, büyük ameliyatlarda küçük ameliyatlara göre daha fazla ısı kaybı olur. Vücut morfolojisi de önemli bir faktördür; obez hastalarda normal vücut ağırlığında olanlara göre redistribüsyon daha azdır. Cerrahi sıcak ortamda yapıldığında hipotermi daha azdır. Bu dönemde pasif yalıtma ve aktif ısıtma ısının korunması için en etkin yöntemlerdir.²⁰

Plato fazı

Hipotermi eğrisinin son fazı genellikle anestezi ve cerrahiden 2-4 saat sonra gelişen merkezi ısı platosudur. Cerrahi uzun süre bile merkezi ısı değişmeden kalır. Merkezi ısı platosu aktif veya pasif olabilir.⁹

Pasif plato fazı

Pasif plato fazı, termoregülasyona bağlı savunma olmaksızın metabolik ısı üretiminin ısı kaybına eşit olması durumunda meydana gelir. Bununla birlikte cerrahi ve anestezi arasındaki birçok faktör bu durumu zorlaştırır.

1. Anestezi metabolik ısı üretimini anlamlı olarak azaltır.

2. Soğuk ameliyat odası ve soğuk yıkama sıvılarının uygulanması, cerrahi insizyon sahasından buharlaşma ve radyasyon anormal derecede çok ısı kaybına neden olabilir.²⁰

3. Bilinçsiz hastada davranışsal bileşen yoktur ve en azından hasta hipotermik olana kadar otonomik cevaplar bozulmuştur.²⁶

Aktif plato fazı

Termoregülasyona bağlı vazokonstriksiyonu tetiklemek için yeterli hipotermi meydana geldiğinde aktif plato gelişir. Pasif plato ile arasındaki fark ısı kaybını azaltmak için termoregülasyona bağlı vazokonstriksiyonun aktifleşmesi özellikle de vücut ısı dağılımının değişmesidir. Çoğu anestezi ajanının alışılmış konsantrasyonlarında termoregülasyona bağlı vazokonstriksiyonun tetiklenmesi için merkezi ısı 34-35°C olmalıdır.²⁶ Vazokonstriksiyon deriden ısı kaybını hafif miktarda azaltır. El ve ayak parmaklarındaki arteriyo-venöz şantların konsantrasyonu vücut ısı dağılımını etkilemektedir.¹⁶

Ortalama vücut ısısındaki 3 °C'lik azalma 70 kg'lık bir hastada 175 kcal'ye karşılık gelir. Bu kabaca 3 saatlik bazal ısı üretimidir. Termoregülasyona bağlı koruyucu yanıtların ameliyat sonrasında tamamen derlenmesi rezidüel volatil anestezi ajanları veya opioidler nedeniyle sınırlı kalabilmektedir. Bununla birlikte ameliyat sonrası erken dönemde, beyinde anestezi ajan konsantrasyonu genellikle hızla azalmakta ve bu yüzden vazokonstriksiyon ve titreme meydana gelmektedir. Ameliyat sonrasında merkezi ısının normale dönmesi hipotermi derinliğine bağlı olmaksızın yavaştır ve 2-5 saat gerektirir.²⁰

Deriden Isı Kaybı Mekanizmaları

Deriden ısı kaybı 3 mekanizma ile olur.¹⁶

1. Radyasyon
2. Yalıtma ve iletkenlik
3. Buharlaşma

Radyasyon

Bu mekanizmalar içerisinde hipotermiye en çok katkıda bulunan radyasyondur. Radyasyon ısının bir yüzeyden diğer bir yüzeye fotonlar aracılığı ile aktarılmasıdır; bu yüzden aradaki havanın ısısına bağlı değildir.¹⁶

Yalıtma ve iletkenlik

İletkenlik ısının bir yüzeyden diğer bir yüzeye doğrudan taşınmasıdır. Bu durumda ısı iletkenliği, iki yüzey arasındaki ısı farkıyla ve iki yüzey arasında

yalıtkanlık olup olmamasıyla orantılıdır. Deri yüzeyine yakın alanda sıcak hava ile soğuk havanın yer değiştirmesi ısı kaybını artırır.¹⁶

Soğuk iv sıvıların uygulanmasından kaynaklanan hipotermi büyük ısı kaybı sınıflamasına girmez. Bununla birlikte, uygulanan sıvının kan ve dokularla teması sonucunda vücut ısısına yükselmesi iletkenliğin iyi bir örneğidir.^{9,20}

Buharlaşma

Suyun buharlaşması ile 0.58 kcal/g ısı kaybı oluşur. Normal erişkinde sağlam deriden az miktarda su kaybı meydana gelir. Bazal metabolik hızın sadece %5'i normal dolaşım sırasında deri yolu ile buharlaşmayla kaybedilir. Solunumsal buharla ısı kaybı genellikle bazal metabolizma oranının %10'u kadardır.^{9,16}

Ameliyat esnasında deri temizleme solüsyonlarının buharlaşması ile de ısı kaybı meydana gelmektedir. Su içeren solüsyonlar alkol içeren solüsyonlara göre anlamlı olarak daha az ısı kaybına neden olmaktadır. Solüsyonların ısıtılması ve radyant ısıtıcılar ısı kaybını azaltır fakat aynı zamanda kimyasal deri irritasyonu riskini artırır. 70 kg'lık bir hastada solüsyon ve uygulama koşullarına bağlı olarak ortalama vücut ısısı 0.2-0.7 °C/m² azalır. Bu kayıplar önemsiz değildir fakat hastalarda merkezi hipotermi diğer nedenleri ile karşılaştırıldığında daha küçük miktardadır.²⁰

TITREMENİN ÖNLENMESİ

Ameliyat sonrası titremenin önlenmesine yönelik olarak petidin, klonidin, urapidil,³ doksapram,²⁷ ketanserine, alfentanil,¹¹ nalbufin,¹² tramadol,^{5,28} nefopam,²⁹ dolansetron,^{7,21} ondansetron,^{28,30} fizostigmin,³¹ dantrolen,³² dexmedetomidin¹ ve granisetron,³³ magnezyum, metilfenidat³⁴ gibi pek çok ilaç kullanılmıştır. Ancak bu ilaçların pek çoğunun yan etkisi mevcuttur. Ancak bu ilaçların pek çoğunun yan etkisi mevcuttur. Örneğin; opioidler bulantı, kusma ve bradikardi gibi etkilere neden olur. Genel anestezi esnasında verildiği zaman, opioidler kısa etki süreleri nedeniyle ameliyat sonrası titreme sıklığını azaltmada ve tedavi etmede başarısızlık gösterir.³ Bu nedenlerle ameliyat sonrası titremenin tedavisinde kullanılanabilecek altın standart tedavi henüz tanımlanmamıştır.^{3,11}

KAYNAKLAR

1. Takada K. Anesthesia: clinical aspects of the postoperative period. *Bailliere's Clinical Anaesthesiology* 2000;14(2):381-92.
2. Schwarzkopf KR, Hoff H, Hartmann M, Fritz HG. A comparison between meperidine, clonidine and urapidil in the treatment of postanesthetic shivering. *Anesth Analg* 2001;92(1):257-60.
3. Horn EP. Postoperative shivering: aetiology and treatment. *Curr Opin Anaesthesiol* 1999;12(4):449-53.
4. Ye E.-m, Frank S.M, Tran K.M, Fleisher LA, Elrahmany HK. Clinical importance of body temperature in the surgical patient *Journal of Thermal Biology* 2000;25(1):151-5.
5. De Witte J, Sessler DI. Perioperative shivering: physiology and pharmacology. *Anesthesiology* 2002;96(2):467-84.
6. Perez-de-Sá V, Cunha-Goncalves D, Schou H, Jonmarker C, Werner O. The hemodynamic and metabolic effects of shivering during acute normovolemic hemodilution. *Anesth Analg* 2003;97(4):972-8.
7. Kranke P, Eberhart LH, Roewer N, Tramèr MR. Single-dose parenteral pharmacological interventions for the prevention of postoperative shivering: a quantitative systematic review of randomized controlled trials. *Anesth Analg* 2004;99(3):718-27.
8. Piper SN, Suttner SW, Schmidt CC, Maleck WH, Kumle B, Boldt J. Nefopam and clonidine in the prevention of postanaesthetic shivering. *Anaesthesia* 1999;54(7):695-9.
9. Sessler D. Temperature monitoring. In: Miller RD, editor. *Anesthesia*. 5th ed. USA: Churchill Livingstone; 2000. p.1367-89.
10. Leslie K, Sessler DI. Perioperative hypothermia in the high-risk surgical patient. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2003;17(4):485-98.
11. Kranke P, Eberhart LH, Roewer N, Tramèr MR. Pharmacological treatment of postoperative shivering: a quantitative systematic review of randomized controlled trials. *Anesth Analg* 2002;94(2):453-60.
12. Wang JJ, Ho ST, Lee SC, Liu YC. A comparison among nalbuphine, meperidine, and placebo for treating postanesthetic shivering. *Anesth Analg* 1999;88(3):686-9.
13. Horn EP, Schroeder F, Wilhelm S, Sessler DI, Standl T, von dem Busche K, et al. Postoperative pain facilitates nonthermoregulatory tremor. *Anesthesiology* 1999;91(4):979-84.
14. Smith CE, Parand A, Pinchak AC, Hagen JF, Hancock DE. The failure of negative pressure rewarming (Thermostat) to accelerate recovery from mild hypothermia in postoperative surgical patients. *Anesth Analg* 1999;89(6):1541-5.
15. Srinivasan V. Melatonin secretion after surgery. *Lancet* 2001;357(9255):557-8.
16. Guyton AC. Body temperature, temperature regulation and fever. *Textbook of Medical Physiology*. 9th ed. USA: WB; 1996. p.911-22.
17. El-Gamal N, El-Kassabany N, Frank SM, Amar R, Khabar HA, El-Rahmany HK, et al. Age-related thermoregulatory differences in a warm operating room environment (approximately 26 degrees C). *Anesth Analg* 2000;90(3):694-8.
18. Horn EP, Sessler DI, Standl T, Schroeder F, Bartz HJ, Beyer JC, et al. Non-thermoregulatory shivering in patients recovering from isoflurane or desflurane anesthesia. *Anesthesiology* 1998;89(4):878-86.
19. Imamura M, Matsukawa T, Ozaki M, Sessler DI, Nishiyama T, Okuyama K, et al. Nitrous oxide decreases shivering threshold in rabbits less than isoflurane. *Br J Anaesth* 2003;90(1):88-90.
20. Sessler DI. Perioperative heat balance. *Anesthesiology* 2000;92(2):578-96.
21. Bock M, Sinner B, Gottlicher M, Simon E, Martin E, Motsch J. . Involvement of serotonergic pathways in postanaesthetic cold defence: dolasetron prevents shivering. *Journal of Thermal Biology* 2002;27(2):159-66.
22. Hanagata K, Matsukawa T, Sessler DI, Miyaji T, Funayama T, Koshimizu M, et al. Isoflurane and sevoflurane produce a dose-dependent reduction in the shivering threshold in rabbits. *Anesth Analg*. 1995;81(3):581-4.
23. Sessler DI. Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology* 2001;95(2):531-43.
24. Sahin A, Aypar U. Effect of amino acid solutions on intraoperative hypothermia and postoperative shivering. Comparison of two anesthetic regimens. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002;46(1):64-7.
25. Kashimoto S, Narumi Y, Matsukawa T, Oguchi T, Kumazawa T. Comparative effects of Ringer's acetate and lactate solutions on intraoperative central and peripheral temperatures. *J Clin Anesth* 1998;10(1):23-7.
26. Xiong J, Kurz A, Sessler DI, Plattner O, Christensen R, Dechert M, et al. Isoflurane produces marked and nonlinear decreases in the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology* 1996;85(2):240-5.
27. Okuyama K, Matsukawa T, Ozaki M, Sessler DI, Nishiyama T, Imamura M, et al. Doxapram produces a dose-dependent reduction in the shivering threshold in rabbits. *Anesth Analg* 2003;97(3):759-62.
28. Memiş D, Turan A, Karamanlioğlu B, Süt N, Pamukçu Z. [Ondansetron and tramadol in treatment of postanesthetic shivering]. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2003;23(3):223-6.
29. Alfonsi P, Adam F, Passard A, Guignard B, Sessler DI, Chauvin M. Nefopam, a non-sedative benzoxazocine analgesic, selectively reduces the shivering threshold in unanesthetized subjects. *Anesthesiology* 2004;100(1):37-43.
30. Powell RM, Buggy DJ. Ondansetron given before induction of anesthesia reduces shivering after general anesthesia. *Anesth Analg* 2000;90(6):1423-7.
31. Horn EP, Standl T, Sessler DI, von Knobelsdorff G, Büchs C, Schulte am Esch J. Physostigmine prevents postanesthetic shivering as does meperidine or clonidine. *Anesthesiology* 1998;88(1):108-13.
32. Lin CM, Neeru S, Doufas AG, Liem E, Muneer Shah Y, Wadhwa A, et al. Danrolene reduces the threshold and gain for shivering. *Anesth Analg* 2004;98(5):1318-24.
33. Sajedi P, Yaraghi A, Moseli HA. Efficacy of granisetron in preventing postanesthetic shivering. *Acta Anaesthesiol Taiwan* 2008;46(4):166-70.
34. Şener EB, Şahinoğlu AH. [Anesthesia and shivering]. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim* 2005;3(2):92-100.