

HİPOTERMİ; PATOFİZYOLOJİSİ, TANI ve TEDAVİSİ (derleme)

Yılmaz KOÇ¹

Pathophysiology, diagnosis and treatment of hypothermia

SUMMARY

Body temperature is controlled by the thermoregulatory centre in the hypothalamus. Hypothermia is defined as a state of body temperature, that is below normal in a homeothermic organism. Hypothermia develops in healthy animals after prolonged or intense exposure to cold, and inadvertently when anesthetic agents or other drugs are used. Hypothermia may occur at relatively moderate environmental temperatures in animals with impaired heat production and conservation mechanism. Body temperature is defined mild hypothermia as a range from 32 °C to 37 °C, moderate hypothermia as a range from 28 °C to 32 °C, and severe hypothermia as any temperature below 28 °C. Rewarming methods in patients with hypothermia are divided into three classes: passive rewarming, active external rewarming and care rewarming. Passive rewarming is appropriate for stable with mild hypothermia, moderate hypothermia to requires more active external rewarming. Severe hypothermia mandates the most care rewarming (aggressive therapy).

KEY WORDS: Hypothermia, pathophysiology, diagnosis, treatment

ÖZET

Vücut ısısı hipotalamustaki termoregülasyon merkez tarafından kontrol edilir. Hipotermi, vücut ısısının normalin altına düşmesi olarak tanımlanır. Hipotermi, uzun süre yada şiddetli soğuğa maruz kalan sağlıklı hayvanlarda ve anestezi ajanları yada diğer ilaçların kullanılmasından sonrada gelişebilir. Hipotermi, ısı üretim ve koruma mekanizmalarının bozulduğu şartlarda meydana gelir. Vücut ısısı, 32 °C ve 37 °C arasında ise hafif, 32 °C ve 28 °C arasında orta, 28 °C den düşük olduğu zaman şiddetli hipotermi olarak tanımlanır. Hipotermili hastalarda yeniden ısıtma, passif, aktif ve agresif olmak üzere üç şekilde yapılır. Passif yeniden ısıtma hafif, aktif eksternal yeniden ısıtma orta, agresif yeniden ısıtma şiddetli hipotermilerde uygulanır.

ANAHTAR KELİMELER: Hipotermi, patofizyoloji, tanı, tedavi

GİRİŞ

Hayvanlar, soğuk ortamlarda çevreye ısı kaybını minimuma indirirken endojen ısı üretimini artırarak normal beden ısılarını korumaya çalışırlar. Hipotermi; beden ısısının normalin altına düşmesi ile oluşan vücut ısısının bir durumunu tanımlar. Hipotermi, sağlıklı hayvanların aşırı soğuğa maruz kalmaları yada uzun süre soğukta kalmalarında termal homeostasisin sürdürülmesindeki yetersizliğin sonucunda gelişir. Normal çevre şartlarında hipotermi, hastalık durumlarında, anestezi ve ilaç uygulamalarında gelişebilir.

Beden ısısı, hypothalamus'taki termoregülasyon

merkezi tarafından kontrol edilir. Normal beden ısısı, iskelet kasları ve karaciğerde üretilen ısı ile deri ve akciğerlerden kaybedilen ısı arasındaki dengenin bir fonksiyonudur (Kolata 1993). Hayvanlardaki ısı kaybının en önemli nedeni soğuk çevre şartlarıdır. Soğuk çevre şartlarında beden ısılarını korumak için bir barınak (sığınak) ararlar yada kıvrılarak ve periferel vazokonstriksiyon gibi fizyolojik refleksi göstererek ısı kaybını önlemeye çalışırlar. Kıvrılmak, vücudun periferinden kanın dönüşünü engellediği gibi deri yakınındaki hava tabakasının ısı izolasyonunu sağlar. Soğuk çevre şartlarında koruyucu bir mekanizma olarak istemli kas gruplarında titreme ve hücresel metabolizmada bir artış oluşur (Dhupa 1995). Şayet bu koruyucu mekanizma yetersiz kalırsa hipotermi gelişir. Buldukları iklime uyum sağlayan hayvanlar kalın tüylü derileri ile ısı kaybını azaltarak, artan deri

altı yağ tabakası ile de vücudun izolasyon ve kas aktiviteleri için enerji sağlayarak, ayrıca artan vasomotor kontrol ile aşırı çevre şartlarına cevap olarak metabolik oranı ve kan akımını hafifleterek iklime uyum sağlamayan hayvanlardan daha fazla soğuk çevre şartlarına karşı koruma oluştururlar.

Hipotermi, 37 °C olan normal beden ısısının (rektal ısının) 35 °C'nin altına düştüğü durumlarda meydana gelir. Beden ısısı 37 °C ile 32 °C arasında ise hafif hipotermi, 32 °C ile 28 °C arasında ise orta derecede hipotermi, 28 °C'nin altına düşerse şiddetli hipotermi olarak değerlendirilir (Smith 1985, Dhupa 1995).

Hipotermi, şiddetli soğuğa maruz kalan sağlıklı, bilinçli bir hayvanda meydana gelebilir. Ayrıca koruyucu mekanizmaları ve ısı üretimi bozulmuş bir hayvanda normal çevre şartlarında da hipotermi oluşabilir.

Hipotermi, ısı üretiminin azaldığı ve ısı kaybının arttığı predispoze faktörlere bağlı olarak gelişir. Doğum (Carstens 1994), travma, hareketsizlik (baygınlık, halsizlik, tuzak), anestezi (Wixson ve ark. 1987), kaşeksi, kalp hastalıkları (Bernard 1993), ısı üretim merkezinin bozulması, endokrin bozukluklar (hypothyroidism, hypopituitarism, adrenal yetmezlik, hypoglycemia) (Panciera 1994, Sojka 1995, Zeiss ve Waddle 1995, Panciera 1997) ve nöromusküler bozukluklar ısı üretiminin azaldığı durumlar olarak tanımlanırken, yanıklar (Trunkey ve ark. 1977, Lee Parritz ve Pauletic 1992), travma, hareketsizlik, çevre şartları (soğuk su, rüzgar), genel anestezi (Lele ve Bhokre, 1985, Wixson ve ark. 1987), ameliyatlara, yüzey alanın beden ağırlığına oranının artması, toksik ilaçlar (alcohol, ethylene glycol, barbiturates) ise ısı kaybının arttığı durumlar olarak tanımlanır.

Hayvanın yüzey alanının canlı ağırlığa oranının fazla olduğu küçük yapılı kedi ve köpekler ile genç hayvanlarda, ısı kaybının fazla olmasından dolayı hipotermiye daha fazla maruz kalırlar (Kolata 1993, Dhupa 1995). Yeni doğan hayvanlar ile kaşektik hayvanlarda ısı üretimi için gerekli olan glukoz ve yağın kaslarda rezervinin azalmasından dolayı hipotermi kaçınılmazdır (Dunn ve ark. 1994, Carstens, 1994).

Hareketsizlik hem ısı üretiminde hem de ısı kaybında önemli bir nedendir. Halsizlik ve baygınlık gibi durumlar, bağlanıp bir yerde uzun süre hareketsiz bırakılan hayvanlar ile bir tuzağa yakalanıp hareketsiz kalan hayvanlarda hipotermi, kas aktivitesinde ve bazal metabolik oranda azalma ile çevre şartlarına bağlı olarak gelişir.

Travmaya uğrayan hayvanlarda travmatize alanların genişliği ile ilgili olarak hayvanın hareketlerinin sınırlanması, hipotermi gelişme riskini yükseltir. Yanık vakalarında yanık alanın genişliğine ve bölgedeki buharlaşmanın derecesine bağlı olarak hipotermi gelişir (Trunkey ve ark. 1977). Soğuk su içine düşen hayvanlarda suyun hızlı ısı iletkenliğinden dolayı hayvan ısı kaybına uğrar ki sonuçta hipotermi meydana gelir.

Yeni doğanlar beslenme yetersizliği yada dengesiz beslenmeden dolayı hipoglisemiktirler. Aynı zamanda bu hayvanlarda potasyum dengesizliği de

vardır ki, bu sıklıkla hipotermiye neden olabilir (White 1990, La Rue 1992, Carstens 1994).

Vücutta metabolik olayların kontrol edildiği merkezlerdeki bozukluklarda ısı regülasyonu olumsuz bir şekilde etkilenir. Hipotiroidizm (hypothyroidism) ile ilgili hipotermi, kaslarda kasılmaların (titremelerin) olmaması ile özellikle de hipotalamustaki ısı regülasyonunun yada kalorigenesisin bozulmasına yorumlanmıştır (Sojka 1995, Zeiss ve Waddle 1995, Panciera 1997). Hipoglisemi' (hypoglycemia) de, serebral intrasellüler glukoz konsantrasyonunun düşmesi ve hipotalamus fonksiyonlarının bozulması gelişir, bu da hipotermi oluşumunu kolaylaştırır. Sentral sinir sistemi bozuklukları ve karbonmonoksit zehirlenmeleri hipotalamik fonksiyonları bozarak hipotermi oluşumuna neden olurlar (Dhupa 1995).

İatrojenik hipotermi genel anestezi ve ameliyatın bir sonucu olarak da şekillenebilir. Genel anestezi; bazal metabolizmayı azaltarak, kasların aktivitelerini ortadan kaldırarak, ısı regülasyonu merkezini deprese ederek ve perifer damarlarda vazodilatasyon oluşturarak ısı üretiminde azalmaya neden olurken, ameliyat bölgesinin kıllarının kesilmesi, ameliyat odası ve masasının soğuk olması, derinin dezenfeksiyonu için kullanılan antiseptik solüsyonların buharlaşması, ameliyatta vücut boşluklarının genişçe açılması ve uzun süre açık kalması ısı kaybına neden olur (Hall 1978, Haskins 1987).

Postoperatif dönemde anestezinin etkisi yavaş yavaş kalkarken vücut ısısındaki düşüş titremeye ve epinefrin salınımına neden olur ki buda oksijen tüketimini artırır (Haskins. 1981). Sağlıklı hayvanlar için önemli olmayan bu durum solunum problemi olan hastalarda hipoksemiye neden olur.

Hipoterminin en önemli nedenlerinden biri de alkol, etilen glikol, barbitüratlar ve fenotiazin gibi ilaçların uzun süre kullanımları yada doz aşımaları ile oluşan toksikasyondur. Toksikasyon, periferik vazodilatasyon ve titreme mekanizmasının bozulmasına, dolayısı ile ısı kaybının artmasına neden olur (Reuler 1978).

Hipoterminin diğer önemli bir nedeni de gelişen hafif yada orta derecedeki hipotermilerde ısı kaybını önlemek ve vital organlardaki değişikliklere destekleyici tedavi uygulamadan direkt eksternal ısı-sıcak uygulamalarıdır ki deri damarlarında vazodilatasyona neden olur. Bu da, sentral hipotermiyi şiddetlendirir ve kardiovasküler bozukluklara neden olur (Ereth ve ark. 1992).

Hipoterminin Patofizyolojisi

Vücut ısısındaki düşüş oranına paralel olarak metabolizmanın cevaplarında fizyolojik değişiklikler ve oluşan klinik bulgularda farklılık meydana gelebilir. Vücut ısısının 37 °C ile 32 °C arasında bulunduğu hafif derecedeki hipotermi durumlarında kompensatör mekanizma normotermiyi oluşturmak için çalışır. Sempatik salınımında, kas titremelerinde, vazokontrüksiyonda, oksijen tüketiminde, solunum ve nabız oranlarında, kan basıncı ve kalp veriminde artış, bazal metabolizmanın artışı gösteren ilk cevaplardır (Reuler 1978, Zenoble ve Hill 1979, Zenoble 1983). Metabolizma artışı gösteren bu artışlar sonuçta ısı kaybında azalmaya, ısı üretiminde ise artmaya neden

olurlar. Şayet vücut ısısı 32 °C' den 28 °C' ye gerileyecek olursa orta derecede bir hipotermi gelişir. Bu da termoregülasyonda bozulmaya neden olur. Bazal metabolizma oranında azalma oksijen tüketiminde azalmaya, sıvı değişiminde bozulmaya, hipovolemiye, serebral kan akışında azalmaya neden olur. Bu durumdaki bir hayvanda, titremenin kaybı, kaslarda sertlik, bilinç kaybı, kalpte ritim bozuklukları, hipotansiyon, pupillar ışık refleksinde zayıflık, solunum ve nabız oranında azalma ve kapillar dolgunluk zamanında artış belirlenir (Zenoble 1983, Dhupa 1995). Vücut ısısı 28 °C' den düşük olan hayvanlarda ise sentral sinir sistemi önemli derecede etkilenir. Kalp uyarımlarının artmasına rağmen veriminde azalma ve asistoller gelişir. Hipotalamus bundan olumsuz etkilenir. Sonuçta, termoregülasyon kaybı, perifer damarlarda vazodilatasyon, kondüsyonun bozulması, hayvanda uyuşukluk, koma hali, bradikardi, sabit genişlemiş pupillalar, spinal reflekslerin kaybı, ventriküler fibrilasyon, apne, nabız ve tansiyonun belirlenememesi daha açık bir ifade ile ölü gibi görünüm belirlenir (Reuler 1978. Zenoble ve Hill 1979, Bernard 1993).

Atrial uyarımlar hipotermiminin bir özelliğidir. Vücut ısısının düştüğü ve ventriküler uyarımların arttığı durumlarda hayvan, ventriküler kontraksiyonlar ve ventriküler taşikardi gibi ritim bozukluklarına predispozitedir. Vücut ısısı 28 °C altına düştüğü şiddetli hipotermik vakalarda, ventriküler fibrilasyon çok belirgindir (Zenoble ve Hill 1979). Hipotermiyi oluşturan dış faktörlere bağlı olarak vücut ısısındaki düşüş en belirgin olarak sentral sinir sistemini ve kardiyovasküler sistemi etkiler (Zenoble ve Hill 1979). Hayvanda bilinç seviyesi azalır hatta koma hali gelişir.

Şiddetli hipotermili bir hayvan ölmüş gibi görülebilir. Bu durumdaki bir hayvan hücresel metabolizmadaki düşüş nedeniyle anoksiye karşı korunur. Azalmış hücresel metabolizma, bradikardi, asistol ya da ventriküler fibrilasyonun bulunduğu kısa bir süre içinde vücudun metabolik ihtiyaçlarını karşılar. Köpeklerde oksijen tüketimi vücut ısısı 30°C olduğunda normalin % 50'si oranında, 23°C ise normalin % 16'sı oranında azalır (Morray ve Pavlin 1990).

Hipotermik hayvanların laboratuvar değerlendirilmesinde birden çok anormallikler belirlenebilir. Metabolik oranın azalması dokuların perfüzyonunun ve karaciğer metabolizmasının azalmasına ve kas gruplarında titreme artışına neden olur. Sonuçta laktik asit birikimi oluşur ki bu metabolik asidozisin geliştiğini belirler (Kolata 1993). Hafif hipotermik hayvanlarda solunumun artması miks olarak solunum alkolozisi ve metabolik asidosise neden olur. Vücut ısısı azaldığı zaman bilinç deprese olur. Bilincin deprese olması solunum oranında azalmaya (hypoventilation) sonuçta da solunum asidozisine neden olabilir. Solunum fonksiyonunun bozulması alveol ve intersitisyumda sıvı değişimi bozulmasına neden olur ki sonuçta oksijen diffüzyonu olumsuz etkilenir. Oksijen diffüzyonunun bozulması ve oksihemoglobinden oksijen bırakılmasının azalması dokulara oksijen dağılımının azalmasına neden olacaktır. Yapışkan özellikteki artan bronşiyel sekresyon sonuçta enfeksiyonlar için predispoze bir

ortam oluşturur (Lee-Parritz ve Pauletic 1982, Kaplan 1992, Pascoe 1993, Dhupa 1995).

Hipotermimin böbrekler üzerine etkisi ile diüresis oluşur. Diüresis, antidiüretik hormon salınımının deprese olması ve tubuler reabsorpsiyonun azalması ile ilgilidir. Diüresis, hafif derecedeki hipotermik hayvanlarda, kompensatör cevap olarak oluşan erken vazokonstrüksiyona bağlı olarak artan kan hacmi ile de ilgilidir. Diüresise bağlı olarak hipovolemi gelişir. Buda böbrekte kan akışında ve glomerular filtrasyonda aynı zamanda da kalp veriminde azalmaya neden olur (Lee-Parritz ve Pauletic 1992. Dhupa, 1995).

Hipotermik hayvanlarda, elektrolitlerde önemli değişiklikler bireysel farklılık gösterdiğinden, bireysel değerlendirmek gerekir. Hipotermimin ilerlediği durumlarda serum sodyum konsantrasyonunda azalma ve serum potasyum konsantrasyonlarında artma eğilimi, daha çok hücre membranındaki sodyum-potasyum pompasının enzimatik etkisinin azalması ile ilgili olabilir. Buna rağmen vücudun total sodyum ve potasyum konsantrasyonu normale yakın olabilir (Reuler 1978. Dhupa 1995).

Hipotermi, kanın pıhtılaşmasında kompleks etkilere sahiptir. Hipotermik hayvanlarda dalak etkilendiğinden beyaz kan hücreleri ve trombosit sayılarında azalma ve fonksiyon bozukluğuna neden olduğu, şiddetli vakalarda ise intravasküler pıhtılaşmaya neden olabileceği dolayısıyla pıhtılaşma faktörlerinin seviyelerinde değişiklikler oluşturduğu gösterilmiştir. Hipotermi, aktive edilmiş parsial tromboplastin zamanı (APTT) ve protrombin zamanının (PT) uzamasına neden gösterilmiştir (Johnston ve ark. 1994).

Hayvanlar soğuğa maruz kalıp, hipotermik olduklarında ekzokrin ve endokrin pankreas fonksiyonları deprese olur. Bununda en önemli sonucu insülin üretiminin azalmasıdır ki hayvanda bazen hiperglisemi oluşabilir. Hafif derecedeki hipotermik hayvanların titremelerinin artması nedeniyle glikoz kullanımı artar. Sonuçta hayvan normal glisemide kalabilir (Torlinska ve ark. 1993, Pascoe 1993).

Hipoterminin Tanısı

Rektal termometreler ile 34 °C'ye kadar düşük beden ısıları ölçülebildiğinden şiddetli hipotermi gözden kaçabilir. Şiddetli hipotermi, daha hassas olan ve 34 °C'nin altındaki düşük ısıları da ölçebilen rektal ya da özofagal probalar ile belirlenebilir.

Hipotermimin teşhisinde hasta hayvanın anamnez ve fiziksel muayene sonuçları önemlidir. Hayvanın soğuğa maruz kalması, soğuk havalarda evden kaçması, hasta olarak yatması, hareketsiz kalması, hipotermiden şüphelendirecek anamnez bilgilerdir. Hipotermimin bulguları genelde yanıltıcı olabilir. Uyuşukluk, yürüyüş bozukluğu, çevresi ile ilgisizlik, mental depresyon, titremeler ve solunum sayısının artması hafif derecede hipotermiyi belirlerken, titremelerin kaybolduğu ve kas katılığının olduğu tablo orta derecede hipotermiyi tanımlar. Şiddetli hipotermili hastalar ölmüş gibi görünürler. Solunumu belirlemek, kalp seslerini duyabilmek oldukça güçtür. Refleksler kaybolmuş, pupillalar dilate olmuş ve

sabitlenmiş durumdadır (Dhupa 1995, Lee-Parritz ve Pavletic 1992, Zenoble 1983).

Hipotermik hastalarda tam bir fiziksel muayene yapılmalı özellikle vital bulgular; solunum ve dolaşım sistemi ile iç beden ısısı değerlendirilmelidir. Kalpteki aritmleri belirlemek için elektrokardiogram alınmalıdır. Ayrıca hematokrit, kan üre nitrojen, kan glikoz, serum potasyum, serum sodyum ve idrar analizleri yapılmalıdır. İlaveten tam kan sayımı, pıhtılaşma tablosu, fibrinojen seviyesi, serum biyokimyası, tiroid hormon seviyesi ve kan gazları analizleri de değerlendirilmelidir.

Hipoterminin Tedavisi

Hipotermili hastalarda beden ısısının yükseltilmesi, hipertermili hastalardaki soğutma işlemlerinden oldukça zordur. Orta ve şiddetli hipotermili hastalar genellikle tehlikeli hastalardır. Bu dönemdeki hastalarda ölüm birçok faktöre bağlı olarak oluşabilir. Ölüme neden olacak dönemler atlatılabilirse, hipoterminin tedavisine başlanır. Hastada ölüme neden olabilecek dönemler şu şekilde özetlenebilir. İlk olarak, uygun olmayan hareket ve taşıma, miyokardiumda aşırı uyarılmaya ve öldürücü ritim bozukluklarına neden olabilir. İkinci olarak, hayvan soğuk ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra beden ısısı düşmeye devam edebilir. Bu, perifer damarlardan içteki damarlara soğuk kan dönüşü yanında ılık olan iç bölgeden daha soğuk dış yüzeye ısının sürekli yer değiştirmesi ile oluşur. Yani iç ısı ile dış ısının farklı olması ve yeniden ısıtma sırasında sirkülasyonla zıt yönlü etkilenme beden ısısının daha da düşmesine neden olur. Son olarak da, yeniden ısıtma, vazodilatasyon ile birlikte dolaşım sistemini olumsuz yönde etkileyeceğinden kardiovasküler bozukluğa yardımcı olur. Soğuğa maruz kalmış orta veya şiddetli hipotermili hayvanların yeniden ısıtılmasında periferdeki soğuk kanın ısıtılması yada soğuk canlandırıcı sıvıların uygulanması birlikte yapılır ise birden bire ölüm meydana gelir ki buna yeniden ısıtma şoku da denir (Kaplan 1992, Loyd 1984, Erath ve ark. 1992, Dhupa 1995).

Genel olarak, hipotermik hayvanların tedavisinde amaç, vital organ sistemlerini desteklemek, ısı kaybını önlemek, ısıtmak, ve oluşabilecek komplikasyonları önlemektir. Hipotermik hastalarda solunum problemi mevcutsa öncelikli olarak bunun giderilmesi gerekir. Hastada solunum oranı 4-10/dk ise ısıtılmış ve nemlendirilmiş oksijen, maske yardımı ile uygulanmalıdır. Şayet hastada solunum oranı ve ritmi yavaş, hipoventilasyon mevcut ise hasta hemen entübe edilmeli ve ılık oksijen ile ventilasyon sağlanmalıdır (Reuler 1978, Smith 1985, Webb 1987, Morray ve Pavlin 1990). Ayrıca bu durumda olan hastaların yeniden hayata döndürülmesinde intravasküler hacmin restore edilmesi içinde intravenöz girişin sürekli olarak açık olacak şekilde hazırlanması önemlidir (Dhupa 1995).

Hipotermik hastalarda daha çok dengeli elektrolit solüsyonlar kullanılmalıdır. Sıvı solüsyonlar ılık olmalıdır ki bu ısı kaybını önleyecektir. Dekstrozlü solüsyonlar, artan metabolik ihtiyaçları karşılamada enerji üretimi için önerilebilir. Laktatlı Ringer solüsyonu, şiddetli hipotermili hayvanlarda

kullanılmamalıdır, çünkü laktatın karaciğerdeki metabolizması azalır.

Hipotermik hastalarda iç beden ısısının doğru olarak belirlenmesi takip edilecek tedaviye yol gösterecektir. Beden ısısı 28 °C' den yukarıda olan hastalar hırpalanmamalıdır. Kalp ve solunumla ilgili problemlerde reanimasyona önem verilmeli, şiddetli hipotermili ve kalp ritmi düzensiz hastalarda ventriküler ritim bozukluğu riski nedeniyle kalp-solunumla ilgili reanimasyondan kaçınılmalıdır. Kardiopulmoner canlandırma, şiddetli hipotermili ve kalp ritmi bozulmuş hastalarda uygulanmalıdır. Vücut ısısı 28 °C'nin altında olan hastalarda kalp, atropin, antiaritmik ilaçlar ve elektro konversiyon tedavilerine inatçılık gösterir. Hipotermik hastalarda kardiopulmoner reanimasyon, hasta normal beden ısısına ulaşıncaya kadar devam ettirilmelidir. Kardiopulmoner reanimasyon, düşük beden ısılarında ihtiyaç duyulan perfüzyonun azalmasından dolayı normalin yarısı oranında yapılmalı, ventilasyon oranı dakikada 8-12 yi geçmemelidir.

Hipotermik hastalarda yeniden ısıtma, üç şekilde uygulanır. Pasif, aktif (eksternal) ve agresif (internal) yöntemlerle beden ısısının yeniden sağlanması amaçlanır. Pasif yeniden ısıtma, 32 °C' den daha yukarı hafif derecedeki hipotermili, genel durumu iyi olan hastalarda uygulanır. Bir battaniye ile hastanın sarılması, pasif yeniden ısıtmanın en yaygın uygulamasıdır. Hipotermiyi düzeltmek için, titreme gibi hastanın iç ısı üretim merkezlerini uyarıcı uygulamalardır ki sonunda oksijen tüketimini artırır (Kaplan 1992, Dhupa 1995). Aktif (eksternal) yeniden ısıtma yöntemi, daha çok orta derecedeki hipotermili hastalarda uygulanır. Dıştan uygulanan ısı kaynakları ile hastanın vücut ısısı yükseltilmeye çalışılır. Bu amaçla sıcak su şişeleri, sıcak su battaniyeleri, elektrikli battaniyeler, ısıtıcı lambalar, ısı kaynaklarından direkt dış ısı uygulamaları (elektrik ocağı, ısıtıcılar gibi) kullanılabilir (Evans ve ark. 1973, Trunkey ve ark. 1977, Pascoe 1993). Isı uygulamaları sadece göğüze uygulanmalı, ekstremiteler soğuk tutulmalıdır. Bu uygulama, iç ısının artırılması ve kalpten soğuk ekstremitelere doğru perfüzyonun daha iyi olmasına neden olduğundan yeniden ısıtma şokunu önleyecektir. Isı kaynakları hastanın derisi ile direkt temas etmemelidir. Çünkü hayvan hipotermik olmasından dolayı perifer damarlarda vazokontrüksiyon mevcuttur. Isının kontrolü zor olduğundan yanık oluşumu önlenemeyebilir. Elektrikli battaniyeler ile hayvanın derisi arasındaki ısı 42 °C'den az olmamalıdır. Bu dereceden yüksek ısı uygulamaları yanıklara ve deride kabuklanmalara neden olabilir. İnfraruj ısı lambaları hastadan optimum 75 cm uzaklıkta tutulmalıdır. İnfraruj ısı lambaları 50 cm uzakta aşırı ısınmaya, 100 cm uzaklıkta ise etkisiz ısınmaya neden olur. Sıcak su petleri, şişeleri, soğudukları zaman değiştirilmelidir. Aksi takdirde ısınan hastadan ısıyı tekrar absorbe ederek ısının düşmesine neden olurlar (Pascoe 1993)

Şiddetli hipotermili hastalarda agresif (internal) ısıtma yöntemleri uygulanır. Bunlar, beden ısısını yeniden sağlayacak göğüs ve karın boşluğu ile mide lavajları, teneffüs edilen havanın ısıtılması gibi uygulamalardır. Veteriner hekimlik alanında en sık

uygulanan ısıtma yöntemleri teneffüs edilen havanın ısıtılması, ılık su ile peritoneal ve gastrik lavaj, sıcak su ile lavman ve idrar kesesi lavajı sayılabilir (Reuler 1978, Reuler ve Parker 1978).

Isıtılan ve nemlendirilen havanın teneffüs edilmesi yüz maskesi yada endotrakeal tüp ile gerçekleştirilir. Bu yöntemle beden ısısının yükseltilmesi peritoneal ve gastrik lavajlardan daha az etkili olduğu düşünülse de etkili ve yararlı olduğu kabul edilir (Trunkey ve ark. 1977, Webb 1987).

Kalp ve akciğerler tercihli olarak ısıtılabilir. Bu, ritim bozukluğunu azaltabilir. Solunumun siliar mekanizmanın ısı ile uyarılması trakea ve bronşlardaki sekresyonun temizlenmesini de kolaylaştıracaktır (Dhupa 1995).

Mide-bağırsak sisteminin ısıtılması bir mide sondası ile gerçekleştirilir. Sonda aracılığı ile ılık sular mideye verilerek mide ve bağırsakların lavajı yapılır. Birkaç defa gerçekleştirilen bu uygulama ile beden iç ısısı artırılmaya çalışılırken karaciğerde de ısınma gerçekleşir. Bunun sonunda laktat ve ilaç metabolizmalarında artış oluşur (Dhupa 1995). Mide sondası uygulanması sırasında perforasyon ve kalpte ritim bozukluğunun şekillenebileceği unutulmamalıdır.

Peritoneal irrigasyon ile iç beden ısısının arttırılmasında bir yada iki peritoneal dializ kateteri ve dializ solüsyonları kullanılır. Pratik olarak foley kateterleri ve pekçok dengeli elektrolit solüsyonları bu amaçla kullanılır. Peritoneal dializ solüsyonları su banyosunda ya da mikrodalgı fırınlarında (45 °C) ısıtılmalı, her değiştirmede 50 ml/kg oranında periton boşluğu içine verilmelidir. Periton boşluğuna hızla verilen ve hemen uzaklaştırılan dializ solüsyonlarının 6-8 defa uygulanması ile normal beden ısısına tekrar dönülür. Bu şekilde beden ısısının yükseltilmesinde normal beden ısısına ulaşmadan önce ısıtma son verilmelidir (Reuler ve Parker 1978, Lee-Parritz ve Pauletic 1992). Aksi durumda hipertermi oluşumuna neden olunabilir. Periton boşluğuna fazla miktarda dializ solüsyonu vermekten, verilecek sıvının fazla sıcak olmasından ve çok hızlı verilmesinden kaçınılması gerekir. Operasyon uygulanmış ise operasyonda açılan vücut boşluğu yada peritoneal dializ uygulamasında 42 °C'nin üzerinde ısıtılmış % 0.9'luk NaCl ile lavaj yapılabilirdiği gibi iv olarak ta uygulanabilir. Hipotermik hastalarda yeniden ısıtma amacı ile 43 °C' den fazla olmayan ılık solüsyonlar ile lavman uygulamaları da önerilir. 43 °C'den daha sıcak sıvılar yeniden ısıtmada kullanılmamalıdır.

Şiddetli hipotermimin düzeltilmesi sırasında görülen en yaygın komplikasyonlar yeniden ısıtma şoku, kalpte ritim bozukluğu ve ani ölümlerdir. Ayrıca pıhtılaşma bozuklukları ve yaygın damar içi pıhtılaşma (disseminated intravascular coagulation) görülebilir (Reuler 1978, Dunn ve ark. 1994, Dhupa 1995). Yeniden ısıtma, köpeklerde fibrinolitik aktivitede bir artışa neden olur. Bu açıdan hipotermik hastalarda yeniden ısıtmaya başlamadan önce pıhtılaşma bozukluğunun nedeninin tam bilinmesi önemlidir (Johnston ve ark. 1994). Hipotermili hastalarda yeniden ısıtma süresinde periferden kanın dönüşü sırasında potasyum-hidrojen değişimi sonunda serum potasyum konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak metabolik asidozis gelişebilir (Kolata 1993).

Yeniden ısıtmadan sonra, pneumoni, akciğer ödemi ve akut solunum yetmezliği sendromunu içeren akciğer komplikasyonları yaygındır (Zenoble 1983). Hipotermi sırasında kapillar sızıntı nedeniyle akciğerler içine sıvı geçişi oluşur. Bu enfeksiyon ve sepsis için uygun ortam oluşturur. Yeniden ısıtma sonrasında ölümün, en yaygın nedenlerini enfeksiyon ve sepsis oluşturur. Hipotermi sırasında ve yeniden ısıtma sonrasında ölüm oranının yüksek olması enfeksiyonun multifaktöriyel olmasından kaynaklanabilir. Enfeksiyon, hipotermi sırasında deri ve bağırsaklardaki işlemik alanlardan bakteriyel bulaşma ile birlikte soğuğa bağlı granülositopeni, fagositozis ve migrasyonun bozulması ile polimorfnükleer hücrelerin azalması sonucu şekillenebilir. Soğuğa maruz kalan hayvanlar, hipoventilyasyondan sonra atelektazinin artması ve trakea ve bronşial sekresyonun koyulaşması nedeniyle pneumoniye karşı predispoze hale gelirler (Dhupa 1995, Lee-Parritz ve Pauletic 1992).

Hipotermik hastalar, şayet bilinçsiz bir şekilde ısıtmaya devam edilecek olursa serebral ödem gelişimine neden olunur. Artan intrakranial basınç; glikoz seviyesinin değişmesi ile ilgili osmotik değişime ya da işlemik yaralanmalar oluşturarak sekonder olarak ta ödem oluşumuna yol açabilir. Bu gibi durumlarda, osmotik diüretikler (%20 mannitol) ve kortikosteroidler uygulanabilir. Şok ve işemi ile ilgili olarak pankreatitis ve akut böbrek tubuler nekrozu gelişebilir. Hipotermili hastalarda elektrolit ve glikoz dengesizliklerine bağlı olarak ta rhabdomyolysis görülebilir (Dhupa 1995).

KAYNAKLAR

- Bernard WV (1993) Critical care in foals: Respiratory and cardiovascular support and fluid therapy. *Equine Practice Veterinary Medicine*, December, 1174-1185
- Carstens GE (1994) Cold termoregulation in the newborn calf. *Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice*. 10, 1, 69-106
- Dhupa N (1995) Hypothermia in Dogs and Cats. *The Compendium Continuing Education*. 17, 1, 61-68.
- Dunn PA, York R, Cheek TG, Yeboah K (1994) Maternal hypothermia : İmplications for obstetric nurses. *Journal of Obstetric, Gynecologic and Neonatal Nursing*., 23, 3: 238-244
- Ereth MH, Lennon RL, Sessler DI (1992) Limited heat transfer between thermal compartments during rearming in vasoconstricted patients. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 63, 2, 1065-1069
- Evans AT, Sawyer DL, Krahwinkel DJ (1973) Effect of a warm-water blanket on development of hypothermia during Small Animal Surgery. *J. Am. Vet. Med. Assos.*, 163, 147-148
- Hall GM (1978) Body temperature and anesthesia Br. *J. Anaesth.*, 50, 39-44
- Haskins SC (1981) Hypothermia and its prevention during general anesthesia in cats. *Am. J. Vet. Res.*, 42, 856-861.
- Haskins SC (1987) Monitoring the Anesthetized Patient In "Principles and Practice of Veterinary

- Anesthesia" Ed. Short CE, Williams and Wilkins, Baltimore.
- Johnston TD, Chen Y, Reed RL (1994) Functional equivalence of hypothermia to specific clotting factor deficiencies. *Journal of Trauma*, 37, 3, 413-417
- Kaplan PM (1992) Monitoring. In. "Veterinary Emergency and Critical Care Medicine" Ed. Murtaugh RJ, Kaplan PM, Mosby Year Book Philadelphia.
- Kolata RJ (1993) Monitoring the Surgical Patient. In "Textbook of Small Animal Surgery" Ed. Slatter D, 2nd ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- La Rue MJ (1992) Neonatal and Pediatric Emergency Care In "Veterinary Emergency and Critical Care Medicine" Ed. Murtaugh RJ, Kaplan PM, Mosby Year Book, Philadelphia.
- Lee-Parriz DE, Pauletic MM (1992) Physical and chemical injuries. Heatstroke, Hypothermia. Burns and Frostbite. In "Veterinary Emergency and Critical Care Medicine." Ed. Murtaugh RJ, Kaplan PM, Masby Year Book, Philadelphia.
- Lele CM, Bhokre AP (1985) Evaluation of xylazine on anaesthetic agent in combination with certain preanesthetic drugs in dogs. I. Respiratory rate, Blood pressure, Heart rate and Temperature *Indian Vet. J.* 62, August, 675-682
- Loyd EL (1984) Hypothermia: The cause of death after rescue. *Alaska Med.*, 26, 74-76.
- Murray JP, Pavlin EG (1990) Oxygen delivery and consumption during hypothermia and rewarming in the dog. *Anesthesiology*, 72: 510-516.
- Pancieri DL (1994) Hypothyroidism in dogs. 66 cases (1987-1992) *JAVMA.*, 204, (5): 761-767
- Pancieri DL (1997) Clinical manifestations of canine Hypothyroidism. Symposium on canine Hypothyroidism, *Veterinary Med.*, January, 44-49
- Pascoe PJ (1993) Patient Aftercare. In "Textbook of Small Animal Surgery" Ed. Slatter D. 2nd ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- .Reuler JB (1978) Hypothermia: pathophysiology, clinical setting and management. *Ann. Intern. Med.* 89, 519-527
- .Reuler JB, Parker RA (1978) Peritoneal dialysis in the management of hypothermia. *JAMA.* 240, 2289-2290
- Smith M (1985) Hypothermia, *Compendium Continuing Education*, 7, 321-326.
- Sojka JE (1995) Hypothyroidism in Horses. *The Compendium Continuing Education.* 17, 6, 845-852
- Torlinska T, Kozlik J, Krauss H, Paluszok J (1993) Effect of insuline on temperature and metabolic responses in rats during normothermia and hypothermia. *Endokrynologia Polska*, 44, 1, 23-35
- Trunkley DD, Parks S, Hunt TK, Way LW (1977) Burns and other thermal injuries. In "Current Surgical Diagnosis and Treatment." Ed. Dunphy JE, Way LW. 3rd edition. California.
- Webb AI (1987) Postoperative Care and Oxygen Therapy. In "Principles and Practice of Veterinary Anesthesia" Ed. Short CE, Williams and Wilkins, Baltimore.
- White SL (1990) Alterations In Body Temperature, In "Large Animal Internal Medicine" Ed. Smith BP, Mosby Company.
- Wixson SK, Write WJ, Hughes HC, Lang CM, Marshall WK (1987) The effects of Pentobarbital, Fentanyl-Droperidol, Ketamine-Xylazine and Ketamine-Diazepam on Core and Surface Body Temperature Regulation in Adult-Male Rats. *Laboratory Animal Science*, 37, 6, 743-749
- Zeiss CJ, Waddle G (1995) Hypothyroidism and Atherosclerosis in Dogs. *The Compendium Continuing Education.* 17, 9, 1117-1125
- Zenoble RD, Hill BL (1979) Hypothermia and associated cardiac arrhythmia's in two dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 175, 840-842
- Zenoble RD (1983) Accidental hypothermia In "Current Veterinary Therapy VIII" Ed. Kirk RW, W. B. Saunders Company.