

Sıcak Ortamda Egzersiz

Safnaz A. YILDIZ, Piyer ARZUMAN

İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Spor Hekimliği Anabilim Dalı, İstanbul

Giriş

Vücut sıcaklığı, ısı üretimi ve ısı kaybı mekanizmaları arasında dinamik bir denge ile düzenlenir. Vücut iç ısı = kor ısı ortalama 37 +/- 1°C (36-38 °C sınırlarında) düzeyinde tutulmaya çalışılır. Mekanik iş ve egzersizde ısı oluşum hızı artar. Vücut iç ısı normalin 1-2 °C üstünde yükselir, ve 38-39 °C arasında korunur. İnsan vücudunda mekanik etkinlik çoğu zaman %25'in altında olduğu için, total enerjinin %75'inden daha fazlası ısı olarak depolanır. Ağır egzersizde kas işinin artması (maksimum oksijen kullanımının yükselmesi) oranında; "ısı oluşumu" ile "total ısı kaybı" arasındaki fark, vücut total ısı oluşumunda artma ile sonuçlanır ve ısı kayıp mekanizmaları aktif çalışarak fazla ısıyı vücuttan uzaklaştırmaya çalışır. Çevre ısısının yükselmesi oranında radyasyon, kondüksiyon ve konveksiyon ile ısı kaybı azalır. Konveksiyonda deri ile hava arasındaki ısı gradyantına göre deri yüzeyinden ısı transfer edilir (buharlaşma olmadan non evaporatif ısı kaybı). Ambient ısısının yüksekliği oranında (30°C ve üzeri) non-evaporatif ısı kaybı yeterli çalışmaz, tersine organizmaya ısı kazancı olmaya başlar, deri ısı yükselir ve dolayısıyla iç=kor ısı yükselir. Terleme, sıcak ortamda en iyi, majör ısı kaybı yoludur. Terlemede deri yüzeyinde ter buharlaşarak soğuma meydana gelir (evaporatif ısı kaybı). Sıcak ve kuru havada terleme, soğumanın %89'undan sorumlu olduğu gösterilmiştir. Terleme ile ısı kaybı, deriden havaya su buharı gradiyanti ile olur. Vücutta ısı dengesi aşağıdaki eşitlik ile sağlanmaktadır:

$$\pm S = (M-W) \pm C \pm K \pm R-E$$

S= ısı deposu, M=metabolik ısı, W= kas işi, C= konveksiyon, K=kondüksiyon, R=radyasyon, E= buharlaşma

Egzersizde en önemli endojen faktör, genç bir kişide, egzersiz yoğunluğu ile oranlı olarak, kas kontraksiyonu ile oluşan metabolik enerjinin artmasıdır. Bazal şartlarda ısı oluşumunun (M) minimum değeri 80 watt kadardır. (1 Watt= 0.01433 Kcal /dak) Oysa egzersizde 800 watt düzeyine çıkar. Kısa bir süre için 1600 watt olur. Genç bir sporcuda kas aktivitesi ile ısı oluşumunun 15-20 kat arttığı belirtilmiştir. Örneğin maratoncuda 2-2,5 saatlik koşuda 650w/m² metabolik ısı meydana geldiği bildirilmiştir. Bir an için ısı düzenleme mekanizmalarının iyi çalışmadığı farz edilirse, her 5 dakikada bir vücut ısısının 1°C artacağı kabul edilmektedir. Egzersizde ısı düzen-

leme mekanizmaları ile iç ısı 38-40 °C 'de tutulmaya çalışılır. Egzersizde, bu ısılarda çalışan kasların oksijen uptake'nin yükseldiği kas veriminin arttığı bilinmektedir.

Terleme ile ısı kaybı terin vücut yüzeyinden buharlaşması ile olmaktadır. 1g ter buharlaşırsa 0.6 kcal., 1 litre ter buharlaşırsa 620 kcal kaybedildiği bilinmektedir.

Sporcularda ortalama ter kaybı 2 L/saat olarak gösterilmiştir. Maraton koşusunda sporcunun günde yaklaşık 10 L. ter kaybettiği ve böylece yarışma sonunda sporcunun 6,1 kg zayıfladığı tespit edilmiştir, (m² başına 1,09 litre). Aynı şekilde uzun mesafe kürek sporcularında 1,0-1,2 L/saat ter buharlaştığı saptanmıştır. Düşük hızda koşan ultramaratoncularda ortalama sıvı kaybı 0,5L/saat'i geçmez. Hatta, 10 °C de yapılan futbol maçında 90 dak boyunca 2L /saat sıvı kaybedildiği bildirilmiştir.

Sıcak ortamda ısı kaybı mekanizmaları

Dolaşım: Sıcak ortamda, istirahat halinde iken kalp debisi ve kalp hızı yükselir, periferik arteriyoller ve venler dilate olur. Sıcakta kalp debisinin %15-25'i deri kan akımına kayar ve özellikle el, alın, ön kol, kulak ve tibial bölgeden ısı dağılımı meydana gelir.

Buharlaşma: Güçlü egzersizin ilk birkaç saniyesinde terleme başlar. Termal defans etkinliği, terin buharlaşmasına artmış periferik kan akımının eşlik etmesiyle olur. Soğumuş periferik kan merkeze kayarak soğumaya devam eder.

Hormonal düzenleme: Terleme ile su ve elektrolit kaybına karşın hormonal düzenlemeyle tuz ve sıvı tutulumu sağlanır. Aldosteron renal tübüllerden Na⁺ reabsorpsiyonu artırır. Ayrıca terin osmolalitesini düşürür. Aynı zamanda egzersiz ve/veya hipohidrasyon ile vasopressin serbestlenmesi artar. Böbrek toplayıcı tübüllerden sıvı emilimini artır.

Sıcak ortamda egzersize kardiyovasküler sistem cevapları

Sıcak çevrede ağır egzersizde (%80 VO₂ maks. ve üzeri) (VO₂ maks=egzersizde kişinin kullandığı maksimum oksijen hacmi), rektal ısı 38-39 °C'ye yükselir. Kardiyovasküler sistem, iş yapan kasların oksijenden zengin kan akımını korurken, aynı zamanda kalp dakika hacminin büyük bir kısmını ısı dağılımını sağlamak amacıyla deri-

ye transfer eder. Deriye giden kan akımı %80-95 artar. Kardiyovasküler sistem kasların kan akımı (performansın devamı) ve deri kan akımı (soğuma) ihtiyacını sağlamaya çalışır. Çevre ısısının yükselmesi ile paralel kalp dakika hacminin büyük bir kısmının deride göllenmesi ile, kalbe dönen kan miktarı-venöz dönüş azalır. Ayrıca maksimum/ağır egzersizde aşırı buharlaşma sebebiyle sıvı kaybının artmasına bağlı olarak hipovolemi meydana gelir. Egzersizin devamı ile venöz dönüşün azalması nedeniyle kardiyovasküler sistem kasların ve derinin kan akımı ihtiyacını karşılamada zorlanmaya başlar. Bu dengelemede kalp dakika hacmini korumak amacıyla, kalp hızı yükselir ve kompanse edilmeye çalışılır.. Egzersizin devamında kan basıncı düşmeye başlar. Bu konumda kan basıncının normal sınırlarda devamı daha öncelikli olmaya başlar. Venöz dönüş azalmasıyla sağ kalp, pulmoner arter ve dolaşımında bulunan atriyal baroreseptörlerin yeterince uyarılamaması sonucu, medula oblongatadaki kontrol merkezlerinin uyarılması ile, sadece kaslar ve/veya sadece deri veya her iki alanda vazokonstriksiyon oluşumu ile kan basıncı ve kardiyovasküler sistem fonksiyonları normal sınırlarda korunmaya çalışılır (Şekil 1).

Ağır egzersizin devamında anaerobik metabolizmanın devreye girmesi ile laktat üretimi artar. Kanın splanik alandan çekilmesi, karaciğer ve böbrek kan akımı azalması ve kanın daha çok deri altına kayması sebebiyle; hem böbrek kan akımının azalması hem de karaciğerde Cori siklusu azalması hem de kas gruplarının kan akımının azalması ile laktat temizlenmesi yavaşlar. Kas ve kan laktat birikimi yükselir. Kaslardaki vazokonstriksiyon sonucu kaslara oksijen verilmesi, artıkların temizlenme-

si yavaşlar ve oksidatif enzim aktiviteleri yavaşlamaya başlar, tamponlama sistemleri negatif etkilenir. Kaslarda ısı yükselmeye devam eder. Atlet ve askerlerde sıcakta egzersiz süresi uzadıkça hipertermi ve dehidratasyon oluşum hızı da yükselir. Bu yüzden ağır egzersizlerde ciddi karaciğer ve renal yaralanmalar görülebilir. Sonuçta yorgunluk gelişir ve sporcu performansı düşmeye başlar. Aerobik kondisyonu iyi olan sporcuların sıcak ortamda egzersize ve hipertermiye daha dayanıklı oldukları bildirilmektedir.

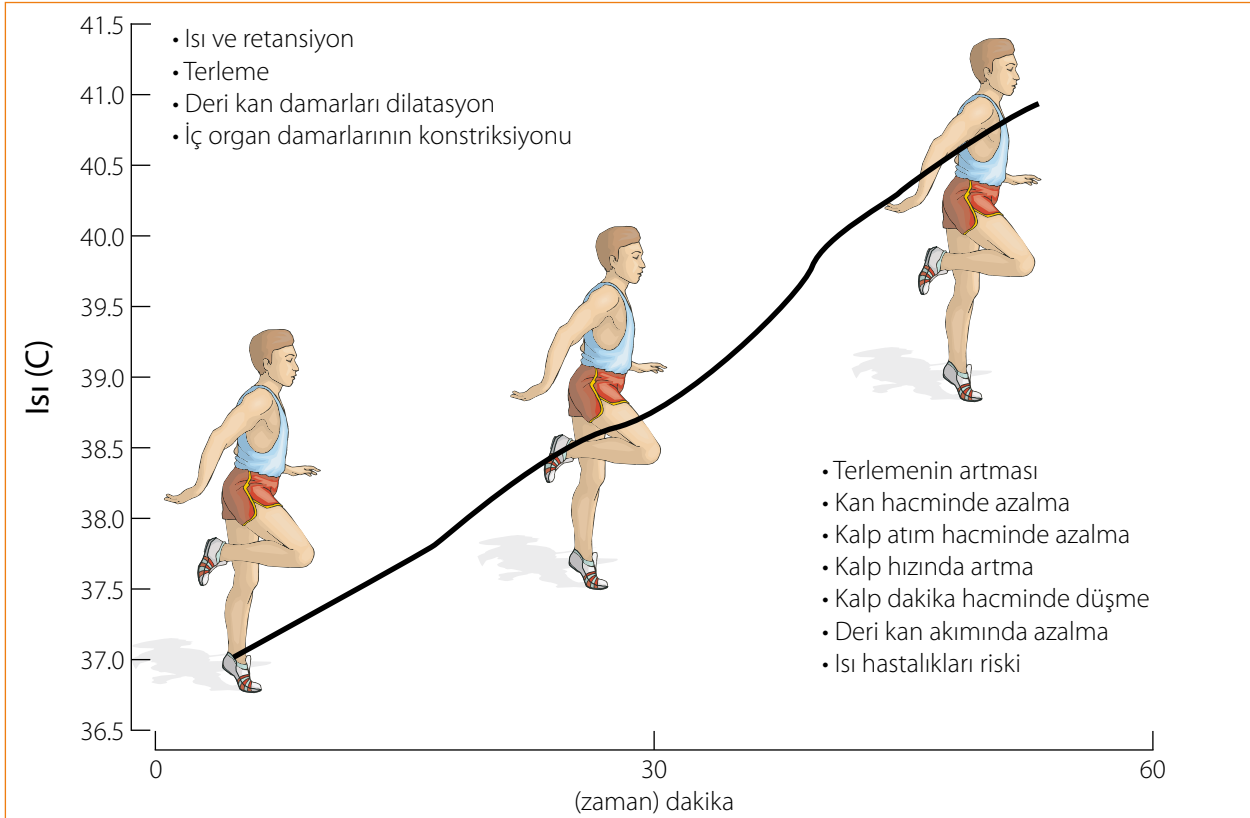
Yapılan çalışmalarda kasların kullandığı oksijen volümünün (VO_2 maks) belli oranlarında vücut sıcaklığının da farklı olduğu gösterilmiştir:

VO_2 maks %50 \rightarrow 37,3 °C VO_2 maks %75 \rightarrow 38,5 °C

Sıcakta yapılan submaksimal yoğunlukta bir egzersizde, kalp dakika hacmindeki azalma düşük sınırlarda olduğu için, kalp atım hacmi de bu oranda azalır. Buna karşın kalp hızı artışı ile bu kompanse edilerek kardiyovasküler sistem fonksiyonları normal sınırlarda korunur.

Hidratasyon

Sıcak iklime uyum sağlamış kişi yeterli sıvı sağlanması koşulu ile terin buharlaşmasını sağlayarak mükemmel soğuma sağlar. Egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında düzenli ve doğru sıvı alımı ile kan volümü yükselir, hiperosmolalite düşer, sellüler dehidratasyon riski azalır, termoregülasyon iyileşir, ekstrasellüler sıvı volümü ve atletik performansın devamı sağlanır.



Şekil 1: Sıcak ve nemli havada egzersizde kardiyovasküler dengeler

Sıcak ortamda pre-cooling=önceden soğutma ve su alınımları birlikte uygulandığında termoregülasyonun etkinliğinin daha arttığı ve kardiyovasküler strainin azaldığı bildirilmiştir.

Egzersizde içilecek suyun özellikleri: Suyun sıcaklığı 8-12° C – soğuk olmalıdır. Hipotonik olmalıdır. Az şekerli olmalıdır (4-8g/100ml). Tadı sporcunun ağız tadına göre hoş olmalıdır.

Sporde su içme programı (ACSM =American College of Sports Medicine)

1. Yarıştan 2 saat önce..... 400-600 ml.
2. Yarıştan 10-15 dakika önce..... 200-450 ml.
3. Yarışta her 15 dakikada bir 200ml.
çocuksa 100ml.
4. Yarıştan sonra vücut ağırlığındaki her 1 kg kayıp için 1 litre su içilmelidir.

Karbonhidrat 4-8mg/100ml., Na⁺: 20-60 mmol/L, K⁺: 2-5 mmol/L eklenebilir. Egzersiz süresi 1 saati geçtiğinde tadını artırmak, sıvı retansiyonunu artırmak ve hiponatremiyi önlemek için sodyum ilave edilmelidir. Sporcu içecekleri de verilebilir.

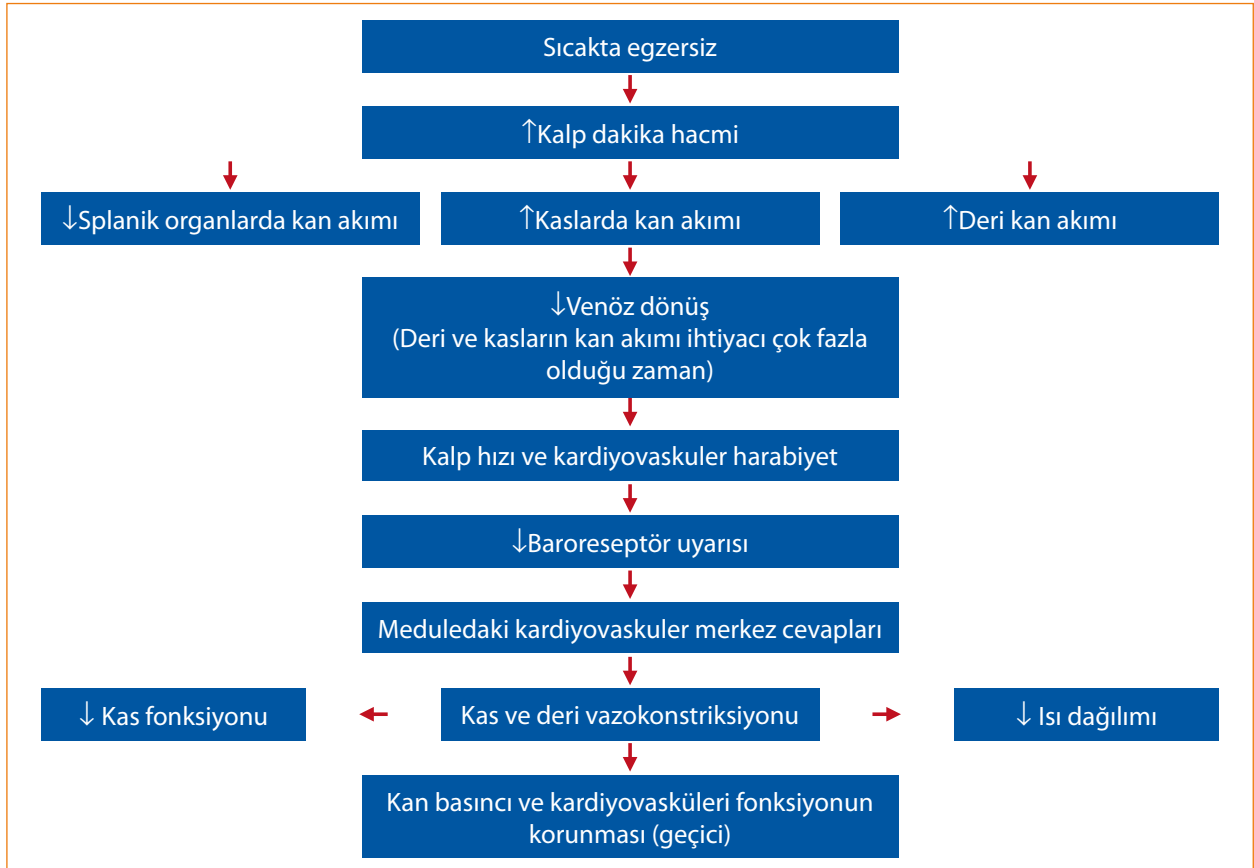
Dehidratasyon

Hipohidratasyon koşullarında egzersizde kardiyovasküler sistem periferik dolaşımdan ziyade kalp dolum basıncını artırmaya çalışır. Fakat deriden ısı dağılımı ve kas kan akımı artışlarında kardiyovasküler sistem kapasitesi sınırlanır. Bu, periferik dolaşımdan merkeze

kan transferi yapıldığında bile devam eder. Kalbe dönen kan hacmi azalır ve viskozitesi artar ve dolayısıyla venöz dönüş azalır. Sonuçta kalp atım hacmi azalır. Bu değişiklikleri kompanse edebilmek için kalp hızı yükselir. Buna rağmen kalp dakika hacmi azalmaya başlar. Deri ve kas fonksiyonları sınırlanır. Sonuçta ısı kaybı mekanizmalarının kapasitesi azalır ve ısı oluşumu ısı kaybından fazla olmaya başlar. Kas perfüzyonundaki azalma ile birlikte iç ısı yükselmesi (hipertermi) performansı sınırlar ve sıcak yaralanmalarına neden olur (Şekil 2).

Sıcakta egzersizde, ter kaybı rehidratasyon hızları ile karşılanamaz ise rektal ısı yükselir (42°C) dehidratasyon meydana gelir. Uzun süren egzersizlerde dehidratasyon ile sıcaklığın etkilerini birbirinden ayırmak kolay olmayabilir. Bu nedenle egzersiz sırasında alınan sıvı ile kaybedilen sıvı dikkatlice karşılaştırılmalıdır. Sporcunun aerobik kapasitesi iyi ise ve sıcaklığa iyi uyum (=aklimatize) olmuşsa, sıcaklığa toleransının arttığı gösterilmiştir. Isı stresi ve dehidratasyon birlikte geliştiğinde fizyolojik mekanizmalar ekstrem zorlanır. Performans düşer, eksternal ısı hastalıkları oluşum hızı artar. Kişi sıcaklığa aklimatize ise ve aerobik kondisyonu iyi ise daha avantajlıdır. Eğer kişinin vücut ağırlığının %4,5 oranında dehidratasyon varsa, sıcaklığa tolerans %50'den daha fazla azaldığı bildirilmiştir.

Egzersiz, ısı stresi ve dehidratasyon hepsi birlikte, plazma osmotik ve hidrostatik basınçları değiştirerek, vücutta sıvı dağılımının yeniden değişmesine neden olur. Hidrate atletlerde plazma hiperosmolaritesi artmıştır.



Şekil 2: Sıcakta egzersizde kardiyovasküler sistem cevapları

Hafif dehidratasyonda ekstrasellüler alandan, ağır dehidratasyonda daha çok intrasellüler alandan sıvı kaybı artar. Seçici sıvı dağılımı ile sadece beyin ve karaciğer sıvısı korunur. Vücut sıvı dağılımı genelde intrasellüler alandan olur dolayısıyla terle sodyum kaybı fazlaşır. Kişi sıcak ortama uyumlu (=aklimatize) ise, ter sodyum konsantrasyonu azalmış olduğu için, dehidratasyonda plazma konsantrasyonu korunur. Dehidratasyon sonucu yeniden sıvı dağılımı hipovolemik hiperosmolaliteyi yükseltir.

Hiperosmolalite ve hipovolemi gibi plazma değişiklikleri, terleme hızı, deri kan akımı değişiklikleri ve hipertermiden sorumlu tutulmaktadır. Termoregülatör sistemler üzerinde hiperosmolalitenin etkisi ilk olarak, intertisyum osmotik basınç yükselmesi ter bezlerinin sıvı kaynağını sınırlar. İkinci olarak, hipotalamus santral nöronları hiperosmolaliteyi algılayarak, vücut sıvı dağılımını düzenler, kişide su tüketme isteğini artar (susama)

Dehidratasyon ile kas kan akımı azalır, kas glikojen sentezi artar, tamponlama kapasitesi zorlanır, kas substrat değişimi azalır. Bu bulgular egzersiz süresi 30 sn. geçtiği durumlarda belirgin olarak görülür.

Dehidratasyonda plazma hacmi, deri kan akımı azalır, deri kan akımının yükselmeye başladığı iç ısı derecesi yükselir, maksimum deri kan akımı düşer, terleme hızı azalır, terleme başlangıç iç ısı yükselir, maksimum terleme hızı düşer, egzersiz yoğunluğunda verilen iç (=kor) ısı yükselir, vücut sıcaklığı regülasyonu zorlaşır. 1L ter kaybı ile egzersiz kalp hızı 8 vuru/dak artar, kalp dakika hacmi ise 1L/dak. azalır.

Dehidratasyonda egzersiz performansı

Kas kuvveti üzerinde dehidratasyonun etkisi ile ilgili çalışmalar tartışmalıdır. Bazı çalışmalarda performansda azalma görülürken bazılarında değişiklik bulunamamıştır.

tır. Vücut ağırlığının %5 ve üzerinde azalması sonucu gelişen dehidratasyonda kas kuvvet azalması görüldüğü bildirilmektedir.

Kas endüransı üzerinde yapılan çalışmalar da çelişkilidir. %3-4 dehidratasyonda kas endüransının azaldığını gösteren çalışmalar yanında, dehidratasyonun daha yüksek seviyelerinde kas endüransında bir değişiklik olmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır.

Maksimum aerobik gücün genellikle %2-3 dehidratasyonda azaldığı ve egzersiz sıcakta yapıldığında, azalmanın daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Sıcak çevrede, yoğun egzersizde %2'den daha az dehidratasyonda fiziksel iş kapasitesinin düştüğü gösterilmiştir. Aerobik güç değişmese bile, dehidratasyon artışı ile fiziksel iş kapasitesinin %35-48 azaldığı bildirilmektedir. Burada egzersiz yoğunluğu, süresi, çevre stres faktörleri ve kişisel farklılıklar gibi faktörlerin rol oynadığı bilinmektedir.

Ciddi hipertermi koşullarında anaerobik performansın düştüğü gösterilmiş ise de, vücut ağırlığının %2,7'sine kadar hipohidratasyon gelişiminde, 15 sn. süreli Wingate anaerobik güç testi sonucunda anaerobik performansın değişmediğini ve ısı hastalıkları hasarının minimum olduğu bildirilmiştir. Sıcağa aklimatize olmuş ve uygun miktarda sıvı alan genç kızlarda sıcak ve nemli koşullarda yapılan egzersizde egzersize toleransın arttığı bulunmuştur.

1. Vücut ağırlığının %1,8 kaybedilirse egzersize tolerans azalır.
2. Vücut ağırlığının %2 kaybedilirse performans zayıflar (70 kg kişide 1,4 L ter).
3. Vücut ağırlığının %2,5 kaybedilirse çalışma kapasitesi %30 azalır.
4. Vücut ağırlığının %5'i azalır çalışma kapasitesi %45 düşer.

Rölatif nem	Ambient Isı (F)										
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
	Hissedilen Isı (F)										
%0	64	69	73	78	83	87	91	95	99	103	107
%10	65	70	75	80	85	90	95	100	105	111	116
%20	66	72	77	82	87	93	99	105	112	120	130
%30	67	73	78	84	90	96	104	113	123	135	148
%40	68	74	79	86	93	101	110	123	137	151	
%50	69	75	81	88	96	107	120	135	150		
%60	70	76	82	90	100	114	132	149			
%70	70	77	85	93	106	124	144				
%80	71	78	86	97	113	136					
%90	71	79	88	102	122						
%100	72	80	91	108							

■ 90-150 F ısı krampı ihtimali
 ■ 105-130 F ısı krampı, ısı bitkinliği, sıcak çarpması
 ■ 130+ sıcak çarpması riski

Şekil 3: Isı stresi indeksi

Egzersizde; vücut ağırlığının %1,9 düzeyinde dehidrasyonda VO₂maks'ın %10 ve vücut ağırlığının %4,3 ü düzeyinde dehidrasyonda ise VO₂maks'ın %22 azaldığı bulunmuştur.

Isı toleransına etki eden faktörler

Aklimatizasyon (sıcağa uyum): Aklimatizasyon ısı rahatsızlıklarını minimize eder.

Isı aklimatizasyonu ısı toleransını geliştiren fizyolojik adaptif değişikliklere yol açar. Isı aklimatizasyonu sıcakta günde 2-4 saat/10 günlük antrenmanlar sonucunda gelişir. Sıcakta ilk antrenman hafif yoğunlukta 15-20 dk.lık sürede olmalı ve sistematik olarak süre ve yoğunluğu artırılarak ısıya aklimatizasyon sağlanmalıdır. Optimal aklimatizasyon uygun hidrasyonla sağlanır. Aklimatizasyonla rektal ısı ve kalp hızı azalırken terleme miktarı artar. Deri damarlarına olan kan transferi artar bu şekilde vücut kor ısısının daha az yükselmesi sağlanır. 10 gün sonunda terleme kapasitesi 2 katına çıkar ve ter içeriği tuzdan daha fakir olur.

Aklimatize bireyde artmış ter kaybı egzersiz sırasında ve sonrasında su ihtiyacını da artırır. Daha düşük deri ve kor ısısı ve kalp hızı sirkulatuar fonksiyon ve buharlaşma yoluyla soğumanın meydana getirdiği durumlardır. Ne yazık ki sıcak ortamda aklimatizasyonun büyük yararları ılımlı ortamlara döndükten 2-3 hafta içinde ortadan kalkar.

Sporcudaki sıcağa uyum (aklimatize) gelişme bulguları: Kalp hızı azalır, deri kan akımı artar, kan hacmi artar, kas kan akımı artar (%5-13), kan basıncı uygun şekilde devam eder. Terleme hızı artar (%100), terleme düşük ısıda başlar, terin buharlaşma hızı artar, terle tuz kaybı azalır (5 mEq/L), deri ısısı ve rektal ısı düşer, metabolizma değişmez, kas glikojen kullanımı azalır, kan laktat birikimi azalır, oksijen kullanımı değişmez. Sıvı dengesi güçlenir. Susama hissi güçlenir. Elektrolit kaybı azalır. Total kan ve plazma volümü artar. Merkezi sinir sisteminde, şuursuzluk düzeyinde, bulantı, baş dönmesi, huzursuzluk ve senkopa karşı direnç gelişir.

Egzersiz Antrenmanı: Egzersiz antrenmanları terleme cevabının duyarlılığını ve kapasitesini artırır ve böylece terleme daha düşük kor ısı seviyelerinde başlar. Aynı zamanda daha volümlü ve dilue terlemeye yol açar. Bu faydalı cevaplar dayanıklılık sporlarında erken evrede oluşan plazma volüm artışıyla ilişkilidir. Artmış plazma volümü ısı stresi sırasında ter bezi fonksiyonunu destekler ve uygun plazma volümünü sürdürerek deri ve kas kan akımını sağlar. Antrenmanlı birey egzersiz sırasında daha az ısı depolar ve termal kararlı duruma daha erken erişir ve antrenmansız kişiden daha düşük kor ısıya erişir. Eğer birey egzersiz sırasında tam olarak hidrate ise antrenman termoregülasyon için avantaj halini alır. Ilık havada yapılan antrenman sıcak havada aklimatizasyondan daha az etkilidir. Tam ısı aklimatizasyonu çevresel ısı stresine maruz kalmadan oluşmaz. Sıcak havada antrenman ve yarışma yapan atletler ılık havada yapanlara göre belirgin termoregülasyon avantajlarına sahiptirler.

Yaş: Vücut hacmi ve kompozisyonu, aerobik kapasite durumu, hidrasyon seviyesi ve aklimatizasyon derecesini hesaba katan çalışmalar, ısı stresine aklimatizasyonda veya termoregulator kapasiteye, yaş bağımlı etkinin çok az olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde fiziksel antrenmanlı 50 yaşında kişi ile daha genç kişiler karşılaştırıldığında ısı regülasyonu farklı bulunmamıştır.

Çocuklar: Prepuberte çocuklar ısı stresinde adolesan ve erişkinlere göre daha düşük terleme hızı ve yüksek kor ısısı gösterirler (deri alanı başına düşen ter bezi sayısı yüksek olmasına rağmen). Çok aşırı ortam ısısı artışı durumları hariç bu termoregulator farklılık puberte boyunca egzersiz kapasitesini sınırlamadan sürer. Ter kompozisyonu da çocuk ve erişkinler arasında farklılık gösterir. Çocuklar daha yüksek sodyum ve klor daha düşük laktat, hidrojen iyonu ve potasyum konsantrasyonları gösterirler. Çocukların aynı zamanda aklimatizasyonları genç erişkinlere ve adolesanlara göre daha uzun zaman gerektirir.

Cinsiyet: Erkek ve kadınlar eğer fitness ve aklimatizasyon seviyeleri aynı ise fizyolojik ve termal stresi eş derecede tolere ederler. Her iki cinsiyet eş derecede aklimatize olurlar. Buna rağmen 4 termoregulator mekanizmada farklılıklar oluşur.

Fazla vücut yağı: Fazla vücut yağı sıcak havada egzersiz performansını negatif yönde etkiler. Geniş aşırı kilolu insanlar yağsız küçük insanlara göre terle buharlaşma için küçük vücut yüzey alanı/kütle oranına sahiptirler. Aşırı vücut yağı ağırlık kaldırma aktivitelerinde direkt olarak aşırı metabolik yük bindirir ve efektif ısı değişimini geciktirir. Fatal ısı çarpması obez genç erişkinlerde 3,5 kat daha fazla görülür.

Sporcudaki vücut ısısının yükselmesine (hipertermi) bağlı termal yaralanmalar

Isı krampları: Genellikle kalf ve karın kaslarında oluşan aşırı ağırlı kas spazmlarıdır. Vücuttaki her kas etkilenebilir. Aşırı terleme, elektrolit veya iyon (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺) kaybına yol açar. Bu dengesizlik kas kramp ve kasılmalarına yol açar. Isı krampları uygun miktar su ve iyon replasmanı ile önlenir. Tuz tabletlerinin içilmesi tavsiye edilmez. Atletin o gün tekrar yarışmaya dönmesi mümkün olmayabilir. Çünkü ısı krampları genellikle tekrar eder.

Isı baygınlığı: Isı baygınlığı ısıya aşırı maruz kalma sonucu gelişen hızlı fiziksel yorgunlukla ilgilidir. Genellikle sıcakta uzun süre ayakta kalma veya sıcakta alışık olmadan egzersiz yapmayla oluşur. Peliferik damarlarda vazodilatasyon, hipotansiyon veya ekstremitelerde kan göllenmesi sonucu oluşur. Baş dönmesi, baygınlık, bulantı oluşur. Atlet hemen serin bir ortama alınarak yatırılmalı ve sıvı takviyesi yapılmalıdır.

Isı yorgunluğu (bitkinliği): Terleme ile olan sıvı kaybının uygun olmayan miktarda sıvı ile replasmanı sonucu oluşur. Klinik olarak aşırı susama, kuru dil ve ağız, soluk deri, orta derece yüksek ateş, hiperventilasyon, hızlı nabız, yorgunluk, inkoordinasyon, mental durgunluk,

azalmış idrar volümü, yüksek serum proteini ve sodyumu azalmış bol terleme kusma, diyare görülür. Genel olarak fiziksel kondisyonu zayıf olan ve sıcakta egzersiz yapan sporcularda görülür.

Tedavisinde egzersiz hemen kesilir, gölge bir yere alınır, yatak istirahatına alınıp sıvı replasmanı yapılmalıdır. Rektal ısı kontrol edilmelidir (41°C). Duruma göre ağızdan veya damardan su ve elektrolit verilir. Sıvı alımı 6-8 L/gün olmalıdır. Vücut ağırlığı, sıvı dengesi kayıt edilmeli ve salivasyon normale gelene kadar yarı sıvı yiyecekler verilmelidir. Buz torbası uygulaması gereksizdir.

Isı çarpması: Çok ciddi, hayatı tehdit eden acil bir durumdur. Spesifik sebebi bilinmemektedir. Buna rağmen klinik olarak kollaps, bilinç kaybı, kırmızı, sıcak deri, ısı bitkinliğinde görülenden daha az terleme, hafif ve sık nefes alma, hızlı ve güçlü nabız ve en önemlisi rektal ısının 106°F veya daha yüksek olmasıdır. Nabız 160-180 vuru/dak. çıkabilir. Diyare, kusma, baş ağrısı, vertigo, yorgunluk görülür. Dolaşım kollaps ölüme yol açabilir. Kalıcı beyin hasarı oluşabilir. Davranış bozukluğu, emosyonel tutarsızlık, histerik ağlamalar, ilgisizlik, soruları cevapsız bırakma, zaman ve yer oryantasyonu bozukluğu, sfinkter kontrolünü kaybetme, kuru sıcak deri, terlemenin kesilmesi, kan basıncı düşmesi, metabolik asidoz, bazen hipoglisemi gelişebilir.

Tedavide hemen hastaneye sevk edilmeli, bu sırada fan aracılığı ile veya su püskürtülerek soğutma, IV sıvı replasmanı, ve ekstremitelere masaj yapılmalıdır.

Sporcularda ısı hastalıklarını önlemek için;

1. En önemli şey önlem almaktır.
2. Sporcuya aklimatizasyon- uyum süresi verilmelidir.
3. Antrenmanlarda sık sık gölgede dinlendirilmelidir.
4. Fiziksel aktiviteden önce, sırasında ve sonrasında su verilmelidir.
5. Sıcak ve rutubetli günlerde aktivite kısıtlanmalıdır (ısı stres indeksi) (Şekil 3).
6. Hafif, bol ve açık renk giysiler giyilmelidir.
7. Son gece alkol alınmamalıdır (dehidratasyon yapar).
8. Hasta sporcu yarışmaya alınmamalıdır.

9. Her sabah idrar çıkarma sonrası ve kahvaltı öncesi sporcu tartılmalıdır.
10. Rölatif nem oranına dikkat edilmelidir. Bazı ısıya bağlı futbol ölümleri hava sıcaklığı 24°C altında iken ama rölatif nemlilik %95'in üzerinde olduğunda meydana gelmiştir.
11. Sıcak hava kıyafetleri seçilmelidir. Giysiler kuru ve hafif olmalıdır. Lastik veya plastik olmamalıdır (çünkü deri yüzeyindeki nem oranını artırarak terin buharlaşmasını önler). Havanın deri yüzeyine geçecek şekilde hafif bol ve özel giysiler giyilmelidir. Açık renkli olmalıdır.

Kaynaklar

1. Akgün N. *Egzersiz Fizyolojisi*. Ege Üniversitesi Basım Evi Bornova-İzmir.1993
2. Astrand P., Rodahl K. *Textbook of Work Physiology, Physiological Bases of Exercise*. Third Edition. McGraw-Hill Book Company.1986; 13: 583-636.
3. McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L. *Essential of Exercise Physiology*. Thrid Edition. 2006:531-631.
4. McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L. *Exercise Physiology Energy, Nutrition and Human Performance*. Sixth Edition.2007: 656-666.
5. Foss M. L., Keteyian S.J. *Fox's Physiological Basis for Exercise and Sport*. Sixth Edition. WCB/McGraw-Hill.1998;19: 512-525.
6. Douglas J. Casa. Exercise in the Heat. I. Fundamentals of Thermal Physiology, Performance Implications, and Dehydration. *Journal of Athletic Training* 1999;34:246-52.
7. Douglas J.C. Exercise in the Heat. II. Critical Concepts in Rehydration, Exertional Heat Illnesses, and Maximizing Athletic Performance. *Journal of Athletic Training* 1999;34:253-62.
8. Chevront S.N., Carter R.III., Haymes E.M. et.al. No effect of Moderate Hypohydration or Hyperthermia on Anaerobic Exercise Performance. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38: 1093-7.
9. Rivera-Brown A.M., Rowland T.W., Ramirez_Marrero F.A. et.al. Exercise Tolerance in a Hot and Humid in Heat-Acclimatized Girls and Women. *Int J Sports Med* 2006; 923-63.
10. Hasegawa H., Takatori T., Komura T. et al. Combined Effects of Pre-cooling and Water Ingestion on Thermoregulation and Physical Capacity During Exercise in a Hot Environment. *Journal of Sports Sciences*. 2006; 24;3-9.
11. Takatori T., Hasegawa H., Yamasaki M. et al. Effects of Water Ingestion Interval on Termoregulatory Responses During Exercise in the Heat. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*. 2002; 51:317-24.