

***VÜCUT ISI DENGESİ ve
EGZERSİZ***

Prof.Dr.Mitat KOZ

ISI DENGESİ

- İç sıcaklık sabittir (37 °C),
 - Sürekli ısı üretimi..
- Deri ve ekstremitelerde değişkendir
- Normal vücut ısı 36-38 °C
 - Rektal 37 °C (çekirdek ısı, en az değişir)
 - Oral 36,5-37 °C
- Isı en düşük sabah 6, en yüksek ise akşam üstüne doğru görülür.

Isı Üretimi: Isı Kaynakları

- **Bazal metabolizma-metabolik hız**
- **Kas kasılması, Egzersiz**
 - Harcanan enerjinin % 60 ı.
- **Hormonal faktörler**
 - Epinefrin, norepinefrin, tiroksin sempatik uyarılma
- **Besinlerin termik etkisi**
- **Postüral değişiklikler**
- **Çevresel faktörler**
 - Isı artışı gibi

Isı Üretimi

- Organizmada ısı besinlerin metabolik olaylarda kullanımı ile oluşur.
- Örneğin glikozdan enerji üretilirken glikozdaki mevcut enerjinin % 40 inden ATP, % 60 ı ısıya dönüşür.
- Kas kasılmasında da kimyasal enerjinin tamamı mekanik enerjiye dönüşmez, bir kısmı ısıya dönüşür.

Isı Üretimi

- **1 litre oksijen vücutta yakıldığında 4,82 kcal**
 - Dinlenimde $0,250 \times 4,82 = 1,2$ kcal/dk
 - Egzersizde $4 \text{ l/dk} \times 4,82 \text{ kcal/dk} = 24.1$ kcal/dak ısı oluşur
- **1 ml ter 0,6 kcal ısı kaybettirir**
 - Maksimal 30 ml/dk ile 18 kcal/dk ısı kaybı oluşur
- **Vücut ısısı teorik olarak 5-7 dk da bir $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ artar.**
 - Gerçekte böyle mi ?

Isı Üretimi

İstirahatta ısı üretiminin;

- Hemen hemen yarısı iç organlarca,
- Diğer yarısı da kaslar ve deri tarafından üretilir.

Egzersizde ise;

- Isı üretimi artar ve oluşan ısının % 90 nını kaslar oluşturur

Isı kaybı

- **Vücut ısısı teorik olarak 5-7 dk da bir 1 °C artar ?**
- **Gerçekte ise durum farklı.**
- **Vücut ısısı sabit...**
- **Sürekli ısı kaybı var.**
- **Isı kaybı ısı transferi ile oluşur.**

Isı kayıp hızı 2 faktöre bağlıdır...

1. Isının vücut içinde üretildiği yerden çevreye verileceği deriye iletirme hızı.
2. Isının deriden çevreye aktarılma hızı.

Isı transferi;

Vücut içinden deriye kan akımı-1

- Deri altında venöz bir damar ağı (venöz pleksus) bulunur.
- Bu pleksusa kan vücudun dışına en çok maruz kalan alanlarında (eller, ayaklar, kulaklar) arteriyel sistemden doğrudan gelir.
- Bu venöz pleksusa gelen kan akımının hızı kalp debisinin % 0 ından % 30 una kadar yükselebilir.
- Kan akım hızının artması vücudun içindeki ısının deriye iletilmesini çok etkin bir biçimde artırır, azalması ise düşürür.
- Tam bir vazokonstriksiyon ile tam bir vazodilatasyon arasındaki ısı iletkenliği farkı yaklaşık 8 kat değişir.

Isı transferi;

Vücut içinden deriye kan akımı nasıl kontrol edilir ?

- Venöz pleksuslara kan getiren arteriyollerin vazokonst-rüksiyonu ile ayarlanır.
- Bu vazokonstrüksiyon sempatik sinir sistemi ile kontrol edilir.

Termoregülasyon

- Isı üretimi ile ısı kaybı arasındaki dengedir
- $37 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Termoregülasyon merkezi hipotalamustadır

Hipotalamik termostat

- ✓ Derideki ısı reseptörleri,
- ✓ Bu bölgeye gelen kan ısısı

Isı üretimi-Isı Kaybı= $37 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

Vücut çok soğuk olduğunda ısıyı artıran mekanizmalar-

Soğukta termoregülasyon

- Damarsal ayarlamalar-Vazokonstriksiyon
- Kasal aktivite
 - Piloereksiyon-özellikle hayvanlarda önemli
 - Titreme
- Hormon salgısı
 - Sempatik uyarılma-ısı oluşumu
 - Tiroksin sekresyonu-metabolizma artışı için

Vücut çok sıcak olduğunda ısıyı azaltan mekanizmalar- ısı kabı

- Sıcakta vücudun ısı düzenleme mekanizmasının birincil amacı vücudun aşırı ısınmasını engellemektir.
- Isı kayıp yolları önemli rol oynar.

Isı Kayıp Yolları

- Radyasyon
- Kondüksiyon
- Konveksiyon
- Evaporasyon

Isı Kayıp Yolları

Radyasyon

- Direkt moleküler temas olmadan elektromanyetik dalgalar halinde ısı kaybı.
- Dış ortam soğuk ise ısı kaybedilir, sıcak ise ısı kazanılır.
- Güneşin dünyayı ısıtmasında olduğu gibi

Isı Kayıp Yolları

Kondüksiyon

- Sıvı yada gaz molekülleriyle ısı transferidir.
- Bu yolla çekirdek ısı deriye oradan da çevreye iletilir.

Isı Kayıp Yolları

Konveksiyon

- Yüzeye iletilen ısının uzaklaştırılmasıdır.
- Dönüşüm de denir
- Rüzgar ile ısı kaybedilir

Isı Kayıp Yolları

Evaporasyon

- Vücut ısısının ortama su ile iletimidir.
- Suyun sıvı durumundan gaz durumuna geçişidir.
- Evaporasyon yoluyla ısı kaybı deri ve akciğerlerden gerçekleşir.
- **Sıcak bir ortamda ve egzersizde en etkin ısı kaybı deri yoluyla oluşan evaporasyondur-terleme**
- Bu yolla 1 litre su ile 580 kkal ısı kaybedilir.

Isı Kayıp Yolları

Evaporasyon

- Hangi faktörlere bağlıdır ?
 - Çevreyle temasta olan yüzey
 - Çevredeki nem ve ısı****
 - Çevredeki rüzgar

Kıyafetlerin termoregölasyon üzerindeki etkileri nasıldır ?

- Kıyafetler izolasyon sađlarlar.
- Sıcakta radyasyon yoluyla ısı kazanımını azaltırlar
- Soğukta ise kondüksiyon ve konveksiyon yoluyla ısı kaybını azaltırlar

Kıyafetlerin izolasyon katsayısı (clo unit)

- 1 clo unit 21 derecede % 50 nemde 1 MET lik aktivite içinde bulunan kişinin (dinlenim halindeki) ısısını dengelemek için gereken izolasyon katsayısıdır.
- Elbiselerin izolasyon katsayısını 6 faktör etkiler:
 - Rüzgar hızı
 - Vücut hareketleri-kolların ve bacakların pompalayıcı etkisi
 - Baca etkisi-bol elbiseler ısınmış havanın vücuttan uzaklaşmasını sağlar
 - Körük etkisi-şiddetli vücut hareketleri ısınmış havanın dolaşımını hızlandırır.
 - Su buharı transferi-kıyafetler su buharının geçişini engeller ve böylece ısı kaybını azaltır.
 - Emicilik faktörü-kıyafetler kapiller etki ile (fitil gibi) sıvı teri emerler, vücut yüzeyinden terin fitil gibi emilmesi evaporasyonun soğutucu etkisini azaltır,
 - Vücut ısısının muhafaza edilmesi için kıyafetlerin etkinliği iyileştirilir.

Soğuk ortamda giyinme nasıl olmalıdır ?

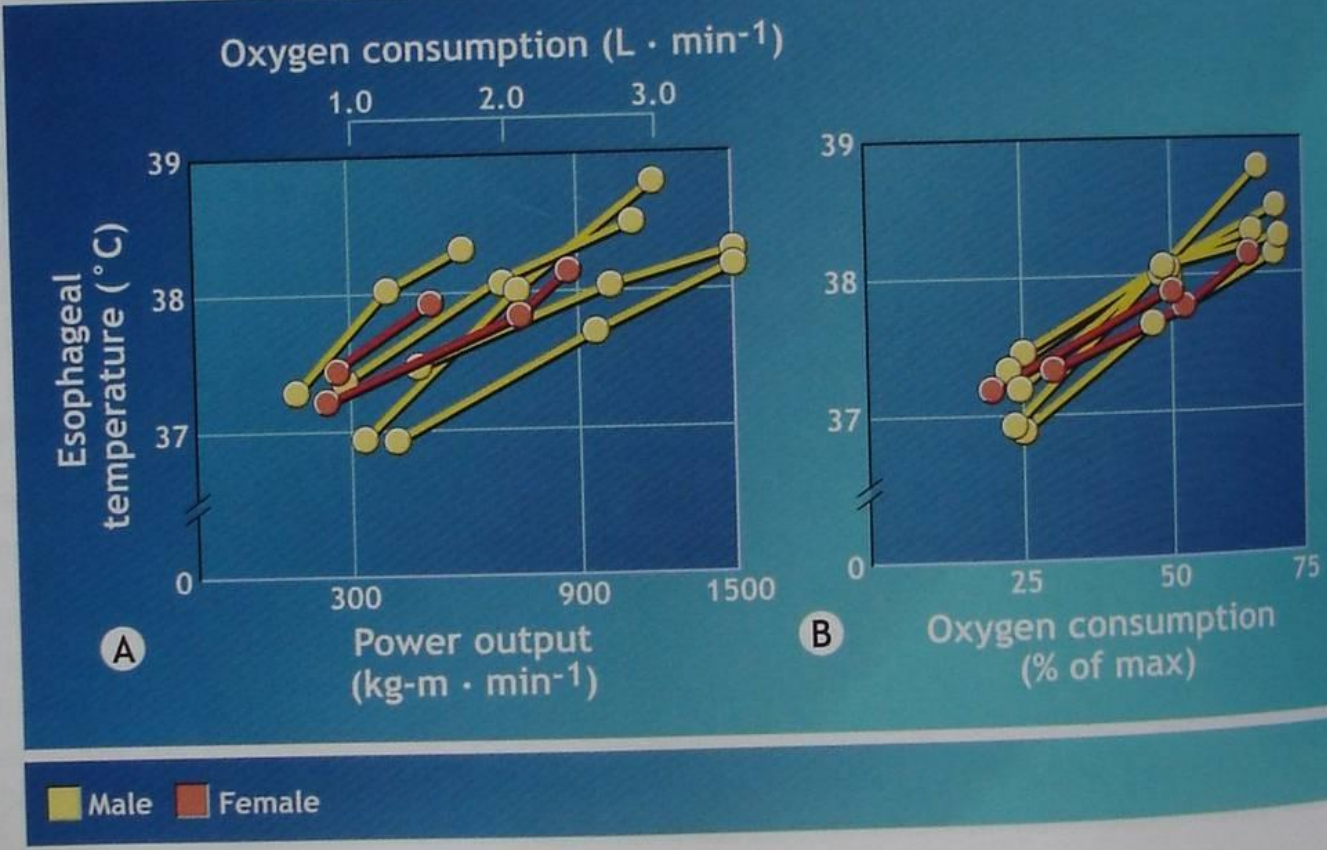
- Soğukta izolasyon sağlamak için elbiselerde bulunan liflerin havayı bloke etmesi ve sonrada bu havanın ısıtılması gereklidir.
- Isı kaybı önlenmelidir.
- Derinin üzerine hapsedilmiş hava tabakası daha etkili bir izolasyon sağlar.
- Bu nedenle; birkaç kat halinde giyilmiş hafif elbiseler, hayvan kürkü veya kuş tüyü ile kaplanmış elbiseler ve sentetik elbiseler tek katlı kalın bir elbiseden daha iyi izolasyon sağlar.
- Isının vücutta kalması için yün bir şapka önemlidir; bu bölge vücut yüzeyinin % 8 ini oluşturmasına karşın ısıнын yaklaşık % 30-40 ı bu bölgeden dışarıya verilir (damarlanma iyi olduğu için).
- Tersine sıcak ortamda başın soğutulması ısıнын neden olduğu rahatsızlık hissini azaltır.

- Elbiseler ısladığında (dış ortam neminden yada terden) izolasyon özelliğininin % 90 nını kaybeder.
- Bu vücuttan ısı kaybını kolaylaştırır, çünkü su ısıyı havadan 25 kat daha hızlı iletir.
- Soğukta egzersizde termoregülasyon mekanizması sadece yetersiz izolasyondan etkilenmez, daha ziyade metabolik ısının dağıtılmasındaki yetersizlik sorun olmaya başlar.
- Vücut ısındıkça elbiselerin bazısı çıkartılabilir.
- İdeal kış elbisesi; kuru havanın vücuttan uzaklaşmasını engellemeli, fakat terleme olduğunda da su buharının dışarıya çıkışına izin vermelidir.

Egzersizde Vücut Kor Isısı

- Kor ısı artar
- Egzersiz şiddetine göre değişir;
- iş yükü ile orantılı olarak atar
 - % 50 VO₂ max.da 37,3
 - % 75 VO₂ max.da 38,5

FIGURE 25.5 • Relationship between esophageal temperature and (A) oxygen consumption (absolute exercise intensity expressed as power output) and (B) oxygen consumption as a percentage of $\dot{V}O_{2max}$. (From Saltin B, Hermansen L. Esophageal, rectal, and muscle temperature during exercise. J Appl Physiol 1966;21:1757.)



Sıcakta Isı Kaybı- Dehidratasyon

- 1 litrelik dehidratasyon ile ısı kaybı kalp atım hızını 8 atım/dk yükseltir, bu KO ta 1 L/dk azalmaya denk gelir.
- % 1 lik su kaybı vücut ısını yükseltir,
- % 4-5 lik kayıp çalışma kapasitesini bozar

Isı Aklimatizasyonu

- Deri kan akımında artış
- KO un daha efektif dağılımı
- Terleme başlangıcı için eşik değerin düşmesi
- Deri yüzeyinde terin dağılımı daha etkin olur
- Terleme artar
- Terin tuz konsantrasyonu azalır
- Standart bir egzersizde daha düşük deri ve kor ısı ve daha düşük kalp atım hızına ulaşılır
- Daha az karbonhidrat kullanılır

Egzersiz ve Isı Stresinde Etkili Faktörler

- **Antrenman**
- **Yaş**
- **Çocuklar**
 - Kor ısısı daha yüksek
 - Terleme daha düşük
 - Aşırı sıcakta performansı limitler
 - Aklimatizasyon daha uzun sürer
- **Cinsiyet**
 - Şartlar eşitlendiğinde fark yoktur
 - Kadınların terleme eşiği yüksektir

Egzersiziz ve Isı Stresinde Etkili Faktörler

- **Isı Kayıp Yolu**
 - Isı kayıp yolu kadınlarda daha ziyade dolaşımsal, erkeklerde terleme yoluyladır
 - Kadınlarda daha az dehidratasyon oluşur
- **Vücut kitlesinin vücut yüzeyine oranı**
 - Kadınlar ve çocuklar az kitle çok yüzey nedeniyle avantajlıdır.
- **Menstruasyon**
 - Luteal fazda kor ısı yüksektir
- **Vücut yağ yüzdesi**
 - Fazla yağ ısı kaybını zorlaştırır

Hiperterminin Zararları

- Isı Krampları
- Isı senkopu-bayılma
- Isı bitkinliği
- Isı çarpması

BAĞIL NEM (%)

SICAKLIK (°C)

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	KATEGORİ		
50	45	48	53	58	66	69	76	83	91	99												
49	44	47	51	55	61	66	72	79	86	94												
48	43	46	49	53	58	63	68	75	81	88	96											
47	42	45	48	51	56	60	66	70	76	83	90	98										
46	41	43	46	49	53	57	62	67	72	78	85	91	99									
45	41	43	45	48	52	56	60	65	70	76	82	88	96									
44	40	42	44	46	49	53	57	61	66	71	77	83	89	96								
43	39	40	42	44	47	50	54	58	62	67	72	77	83	90	97							I
42	38	39	41	43	45	48	51	54	58	62	67	72	78	83	90	96						
41	37	38	39	41	43	45	48	51	55	59	63	67	72	78	83	89	96					
40	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	63	67	72	77	83	88	95				
39	35	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	62	67	71	76	81	87	93			
38	35	35	36	37	38	40	42	44	47	50	53	56	60	64	68	73	78	83	89			
37	34	34	35	36	37	38	40	42	44	46	49	52	56	59	63	67	72	76	81			
36	33	33	34	34	35	36	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	66	70	74			
35	32	32	33	33	34	35	36	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60	64	68			
34	31	31	32	32	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	49	52	56	58	61			
33	31	31	31	31	32	32	33	34	36	37	39	40	42	45	47	49	52	56	58			
32	30	30	30	30	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53			
31	29	29	29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	43	45	47			II
30	28	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42			
29	27	27	27	27	28	28	28	28	29	30	30	31	32	32	33	34	36	37	38			
28	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34			III
27	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32			
26	25	25	25	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	28	28	29			IV
25	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27			

Isı senkopu-bayılma

Baş ağrısı, bulantı

Normal sıvı alımı

ISI KRAMPLARI

Belirti	Acil bakım
Kas krampı(bacak kası yaygın)	İzole kramplarda; kas gerdirme, masaj, buz
Çoğul kramplar (çok ciddi)	Çoğul kramplarda; ısı çarpması riski var, ısı bitkinliği gibi müdahale edilmeli

Relative humidity	Air temperature (°F)										
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
	Heat sensation (°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°–105°F Possibility of heat cramps
- 105°–130°F Heat cramps or heat exhaustion likely, heat stroke possible
- 130°+ Heat stroke a definite risk

Figure 2. The heat-stress index.

Isı bitkinliği

- Su eksikliğine bağlı ısı bitkinliği
 - Terleme azalması,
 - kuru dil ve ađız, susuzluk,
 - artmış i ve deri ısısı,
 - güçsüzlük, koordinasyon kaybı,
 - Çok konsantre idrar bulgularıyla kendini gösterir

Isı bitkinliği

- Tuz eksikliğine bağlı ısı bitkinliği
 - Baş ağrısı, yorgunluk, baş dönmesi,
 - mide bulantısı, kusma, ishal,
 - Senkop, kas krampları bulgularıyla kendini gösterir.

Isı arpması

- Yaşamı tehdit eden acil bir durumdur.
- Terleme mekanizması bozulmuş, deri ve iç ısı artmış (40 derece civarında),
- İstemsiz kas hareketleri,
- Bulantı, kusma,
- Taşikardi, koma, irritasyon ve halusinasyon bulgularıyla kendini gösterir.

Acil önlemler

- Tüm giysiler vakit geçirilmeden çıkartılmalı
- Birey acil olarak soğutulmalıdır(hortum, buzlu su, soğuk duş v.b)
- Birey hemen hastaneye yatırılmeli
- Yolculuk esnasında buzlu su ile ıslatılmış sünger veya havlu kullanılmalı.

Isı Yaralanmalarının Önlenmesi

- Uygun aklimatizasyon,
- Uygun dinlenmeler, efordan önce, sonra ve anında,
- Her gün tartı, kilo kaybına dikkat
- Isı ve nem yüksek ise aktivite sınırlanmalı
- Baş güneşten korunmalı, hafif, bol, açık renkli ve pamuklu kıyafetler giyilmeli
- Son gece alkol alınmamalı
- Hasta veya nekahat döneminde olanlar aktivitesi sınırlanmalı

Isı Yaralanmalarının Önlenmesi(yarışma organizasyonu)

- Sıcak yaz günlerinde ve günün sıcak saatlerinde aktivite yapılmamalı.
- Yazın tüm yarışlar sabah 8.00 den önce ve akşam 18.00 den sonra başlanmalı
- Her 2-3 km de bir su desteği sağlanmalı
- Tüm görevliler ısı yaralanması konusunda eğitilmeli.

Isı Yaralanmalarının Önlenmesi(sporcu eğitimi)

- Yarış saatinde sıcakta antrenman yapılarak aklimatizasyon geliştirilmeli
- Yarış sırasında sıvı tüketimi öğretilmelidir.
- Yarış öncesinde veya yarış sırasında hastalığı varsa yarışmamalıdır
- Isı yaralanmalarının semptomları öğretilmelidir.
- Uygun rahat bir tempoda koşma önerilmelidir.
- Bir partner ile koşmalı, birbirinden sorumlu olmalıdır.

Sıcak-Kuru Hava

- Sıcak havada güneşten radyasyon yoluyla ısı kazanımı artar,
- Buharlaşma yoluyla ısı kaybı-sıvı kaybı da artar.
- Önlem;
 - Bol ve hafif açık renkli elbise (terin buharlaşması kolaylaşır, radyasyon yoluyla ısı kazanımı azalır.

Sıcak-Nemli Hava

- Nem oranı arttıkça ısı kaybı zorlaşır.
- Önemli olan terleme değil terle ısı kaybıdır.
- Nem terin buharlaşmasını önler.
- Bu durumlarda su ve tuz kaybı artar, dehidratasyon oluşur.

Sıvı alımı

- Sıvının içeriği ?
 - Düşük şeker içeriği olmalı (100 ml de 2,5 g dan az)
 - Soğuk olmalı (8-13 derece arasında)
- Yarışmadan önce içilecek miktar
 - 30 dakika önce 400-600 ml su
- Yarışma sırasında içilecek miktar
 - Aktivite boyunca 10-15 dakikalık aralıklarla 100-200 ml su

Giysiler

- Kısa kollu, beyaz, açık renkli, teri emen
- Rahat çıkarılabilen,
- Dinlenme periyotlarında çıkarılabilen giysiler çıkarılmalıdır.
- Deri ve karın üzerindeki giysiler kaldırılmalıdır

Hava sıcaklığına göre alınacak önlemler

- 15 derecede önlem gerekmez
- 16-20 derecede mümkün olduğunca hafif giysiler giyilmelidir
- 21-25 derecede çalışmalarda mola verilip su içilmelidir.
- 26-29 derecede antrenman dozu azaltılmalıdır
- 30 derecede ve üz.Çalışma iptal edilmeli yada sık sık ara verilip sıvı alınmalıdır.

Soğuk ortamda egzersiz

- Genellikle dağcılar, kayak sporu ve su sporları yapanlar bu tip sorunlarla karşılaşır.
- Aşırı soğuk olmayan ortamlarda önemli bir fizyolojik stres ortaya çıkmamakla birlikte ısı kaybı tehlikesi varsa;
 - Deri kan damarlarında büzülme,
 - Terlemeyle kassal aktivite artışı
 - Hormon salınımı artışı (E, NE, tiroid ve tiroksin)

Soğuğa uyum

- Soğuk ortamdan etkilenmemek sıcağa göre daha zordur.
- Özellikle rüzgarlı ortamlarda soğuğa adaptasyon daha da zordur.
- Solunan havanın soğuk olması, solunum sistemi için bir sorun değildir
 - Soğuk hava kurudur.
- Ancak havanın nemlendirilmesi için su harcanır, buda önemli miktarda su kaybına yol açar.
- Yağ tabakası nedeniyle şişman kişiler soğuğa daha dayanıklıdırlar.

WIND CHILL

- Hava hareketinin (rüzgarın) cilt üzerine yaptığı soğuma etkisinin bir ölçüsüdür.
- Vücut üzerine esen rüzgar sebebiyle vücut hızla ısı kaybeder.
- Ancak wind chill gerçek bir soğukluk ölçüsü değildir.
- İnsanların yaşına, cinsiyetine, genetik yapısına, kültürüne ve psikolojik durumuna göre hissedilen etki farklıdır.
- İnce ya da nemli giysiler wind chill indeksinden daha fazla ısı kaybına ve olumsuzluğa neden olabilir.