Daha uzun süre serin ve dinamik kalın

Gündemdeki bir konu: Koruyucu giysilerde ısı stresi

Normal koşullarda insan vücudunda kusursuz ayarlı bir iklim kontrol sistemi bulunur. Kimyasal koruyucu giysinin içinde bu sistem baskı altına girer - ve en kötü senaryoda koruyucu kaplamanın kendisi bir riske dönüşür. Kullanıcının stresini azaltmak için ne yapabiliriz?

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Tropik bir yağmur ormanı, yanında hiç kalır

30 derecenin epey üstünde sıcaklıklar ve serinlik sağlamak yerine ek bir sıcak zarf gibi cildin üzerine yapışan nemlilik. Bir endüstri işçisi, bir internet forumunda soğutma sistemi olmayan koruyucu bir giysinin içinde olmak, çok kısa süre sonra bile işte böyle hissettiriyor diye anlatıyor deneyimini.

Almanya'da koruyucu giysi kullanımına dair DGUV-BGR 189 direktifi, yalıtımlı kimyasal koruyucu giysinin (CPS) tek seferde 30 dakikadan uzun süre kullanılmamasını şart koşar. Bu süre sonunda kullanıcı CPS'yi çıkarmalı ve 90 dakikaya varan bir süre boyunca her türlü fiziksel işe mola vermelidir. Hafif çalışmaların yapıldığı durumlarda bile giysi, vardiya başına iki kereden fazla kullanılmamalıdır. Hatta ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA), 26 °C veya üstü bir sıcaklıkla orta-ağır fiziksel işin yapıldığı durumlarda koruyucu giysi içinde geçirilen sürenin 20 dakikaya düşürülmesini, sonrasında 40 dakikalık bir ara verilmesini öneriyor.[1] Dünya genelinde de eşit derecede katı kurallar geçerlidir[2] – ana sebep, ortam atmosferinin neden olduğu strestir.

Birçok kılavuz, çalışırken kişilerin vücut sıcaklığı için üst sınırlar koyar. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre <39 °C Trectal aşılmamalıdır; Amerika Resmi Endüstriyel Hijyenistler Konferansı üst sınırı ~38 °C Trectal olarak tanımlamaktadır.[3]

30 kilograma varan bir koruyucu donanımı taşırken bir tankı temizlemek gibi yorucu görevleri gerçekleştirirken yirmi dakika, çok uzun bir süre olabilir. Bununla birlikte karmaşık bakım veya temizlik işinin yapılması gerektiğinde yirmi dakika çok da uzun değildir. Pratik uygulamada daha kısa görev süreleri, tanımlanan dinlenme sürelerine uymak için münferit iş adımlarını zamanlaması gereken planlamacılar ve güvenlik uzmanları için çok büyük bir zorluktur. Bu yüzden organizasyonel ve ekonomik açılardan koruyucu giysi giymenin stresini nasıl azaltabileceğimiz ve aynı anda görev sürelerini nasıl uzatabileceğimiz çok önemlidir.

Doğal bir termik santral

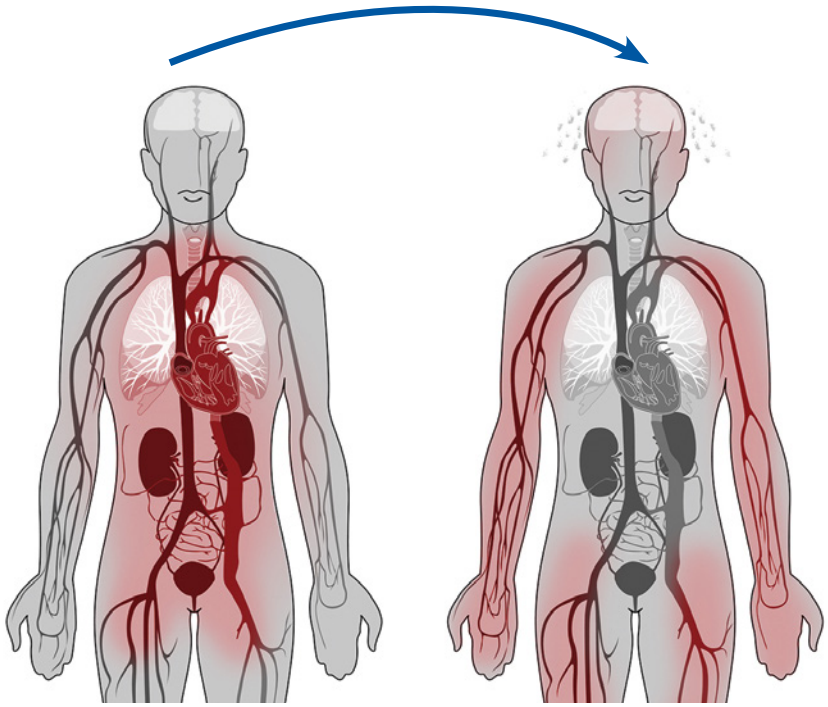
İnsan vücudunun çalışma sıcaklığı 37 ° Santigrattır ve vücudun merkez bölgesini stabil tutmaktan karmaşık bir düzenleme devresi sorumludur. Vücudun merkez bölgesi kafadaki ve kalp, karaciğer, böbrekler vs. gibi gövdedeki iç organlardır. Merkez bölge sıcaklığı (iç sıcaklık), ortam sıcaklığı veya ışıma ısısı gibi hem harici faktörlerden hem de dahili faktörlerden etkilenir. Dahili faktörler, inflamasyona vücudun tepkisi olarak ateşin yanı sıra temel olarak içten ısınmayı içerir. İçten ısınma normalde örneğin egzersiz sırasında basit kas hareketinden kaynaklanabilir veya vücut, gereken enerjiyi sağlamak için gıdaları yakar. Bununla birlikte insan vücudu ortalama olarak bu enerjinin yaklaşık yüzde 20'sini harcar – kalan yüzde 80 ısıya dönüştürülür ve ortam atmosferine salınır.

Kafa ve gövdenin dinlenme sıcaklığı, ellerin ve ayakların sıcaklığından belirgin oranda daha yüksektir. Vücudun iç sıcaklığı da burada ölçülür. Vücut sıcaklığını düşürmek için serinletme önlemleri, en iyi kafada ve sırtta işe yarar.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

VÜCUDUN TERMİK REGÜLASYONU

1. Isı sensörleri beyine bir sıcaklık artışını rapor eder.
2. Hipotalamus, vücudun merkez bölgesinden ve çeperinden bilgileri alır.
3. Hipotalamus kardiyovasküler sisteme ve ter bezlerine sinyal gönderir.
4. Derinin altında kılcal damarlardan geçen kan artar, ısıyı vücudun iç kısmından yüzeye taşır. Bu da cildin kızarmasına neden olur.
5. 2 milyondan fazla ter bezi, suyu cildin yüzeyine taşıyarak buharlaşmayla serinletme yaratır.



Normal vücut iç sıcaklığı:
kanın %4'ü vücut yüzey alanında

Yüksek vücut iç sıcaklığı:
kanın %48'i vücut yüzey alanında

Kaynak: Dräger

Beyindeki hipotalamus, termik regülasyonun kontrol merkezidir. Burası tüm vücuttan gelen bilgilerin alınıp işlendiği ve ısı oluşturma (örneğin istemsiz kas çalışması = titreme ile) ya da serinlik sağlama (örneğin terleme ile) sinyallerinin gönderildiği yerdir. İç sıcaklık yükseldiğinde vücut, ısıyı vücudun içinden yüzeye taşır. Bu, kan üzerinden gerçekleşir. Cildin içindeki ince damarlar (kılcal damarlar) açılır ve kan dolaşımı, normal dolaşım seviyesinin sekiz ila on iki katına çıkar. Bu durum cildin kızarmasından ve eller ile ayaklardaki sıcaklığın artmasından fark edilebilir.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Daha az ter – daha çok ısı

İnsan vücudunun ısıyı atmosfere salmasının birkaç yolu vardır:

Işıma

Vücudun yüzey sıcaklığı çevredeki atmosferden yüksekse, fark diğer şeylerin yanı sıra ışıma ile dengelenebilir. Tam tersi durumda, örneğin metal işleme sektöründeki çalışma alanlarında olduğu gibi çevredeki duvarların sıcaklığı 37 °C üstündeyse vücut, ısı ışımasını emer. Minimum 16 °C ortam sıcaklığında vücut yüzeyi iki m^2 olan ortalama boydaki bir kişi, dinlenme sırasında 120 Watt'lık ısı akışı oluşturur. Fiziksel aktivite dönemlerinde bu değer, 300 W veya üstüne çıkabilir.

Konveksiyon

Vücut ısısının yaklaşık üçte biri, doğal hava dolaşımıyla (konveksiyon) salınır. Sıcak hava yükselir ve soğuk hava çöker - vücudun çevresindeki doğal hava akışından tek başına bu mekanizma sorumludur. Bu hava akışı, örneğin havalandırma gibi teknik araçlarla artırılabilir. Konveksiyon ayrıca hava rüzgarlı olduğunda daha soğuk hissetmemizin de sebebidir.

Buharlaşma (Terleme)

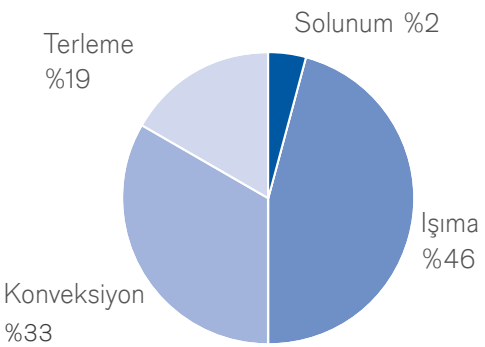
Vücudun her yerine dağıtılmış iki milyondan fazla ter bezi bulunmaktadır. Bunların çoğu kafada olup sıcaklığa özellikle hassas olan beyni korurlar. Terlediğimizde ısı vücudun yüzeyine taşınır ve buradan cilt üzerinden dağılır. Yüzeyde buharlaşır ve çok etkin bir serinletme sağlar: Saatte bir litrelik terleme oranı, 674 W'lik serinletme kapasitesine eşittir. Cildin sıcaklığı ne kadar yüksek ve ortam havasının su içeriği ne kadar düşükse serinletme etkisi de o kadar büyüktür. Ortam nemi çok yüksek olduğunda ki serinletilmeyen kimyasal koruyucu giysilerde durum budur, bu soğutma ilkesi çalışmayacaktır.

Solunum

Nefesle çekilen kuru ve serin hava akciğerlerde nemlendirilip ısıtılır. Nefes verildiğinde ısı salınır. Ancak serinletme etkisi çok sınırlıdır.

Isının neredeyse yarısı ışıma ile dağıtılır

Dinlenme sırasında 20 °C ortam sıcaklığında vücudun ısı dağıtması



Kaynak: Dräger

Ortam sıcaklığı 37 °C'yi aşarsa ısı artık ışıma ve konveksiyon yoluyla salınamaz ve sadece terleme ile atılabilir. Çok rüzgarlı koşullarda konveksiyon oranı artar ve fiziksel aktivite dönemlerinde daha fazla terleriz.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

TERMAL KONFOR: KİŞİSEL BİR MESELE

Performansımız ve sağlığımız dengeli ısı üretim ve ısı dağıtım oranıyla yakından ilişkilidir, bu faktör ise hem öznel hem de duruma bağlı olarak büyük farklar gösterebilir. Örneğin vücut, termal faktörler bağlamında büyük fiziksel stresle başa çıkmada çok başarılıdır. Termal dengemizi toplamda beş faktör etkiler:[4]

1. Konveksiyon, hava sıcaklığına ve hava hareketine (havalandırma) bağlıdır
2. Işıma, cilt sıcaklığına bağlıdır (elbisesiz veya vücuda giyilen elbisenin yüzey sıcaklığı)
3. Buharlaşma, yakın çevredeki alanın nemine bağlıdır
4. Kullanıcının kıyafetleri (ısı yalıtımı, buharlaşma kapasitesi)
5. Fiziksel aktivitenin yarattığı metabolik ısı.

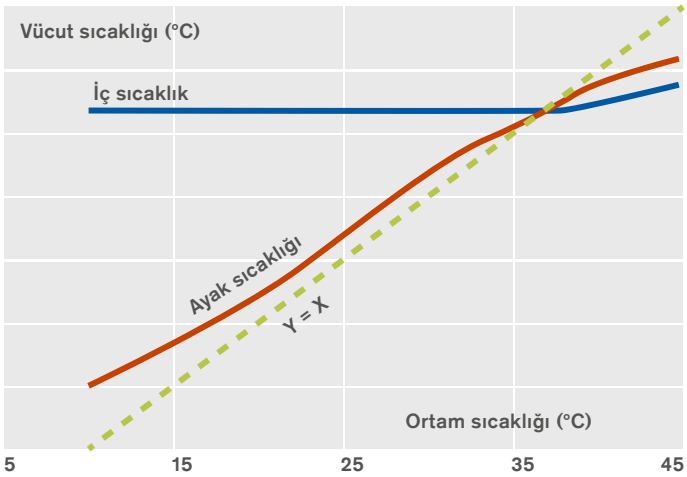
ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA), "Isı Stresini" bir işçinin maruz kaldığı metabolik ısı, çevresel faktörler ve giysinin kombinasyonu sonucu oluşan net ısı stresi olarak tanımlar.[5]

Isı üretimi ve ısı dağıtımı uzun bir süre dengesiz hale gelirse ve vücut yeterince ısıyı salamazsa vücut iç sıcaklığı yükselir, bu sürece de hipertermi adı verilir. Büyük ısı stresinin günlük çalışma hayatının bir parçası olduğu endüstrilerde ve mesleklerde hipertermi ciddi bir sorundur. Yangınla mücadele operasyonlarında neredeyse iki ölümcül iş kazasının biri, fizyolojik stres ve yorgunluğun neden olduğu kalp yetmezliğiyle ilişkilendirilebilir.[6]

Ayrıca madencilik, ağır sanayi ve askeri alanlarda ısı stresinin etkilerini araştıran birçok araştırma bulunmaktadır. Ortam sıcaklığı ile zihinsel performans arasında kanıtlanmış bir negatif korelasyon vardır. İş performansı, 22 °C kadar düşük sıcaklıklardan başlayarak belirgin şekilde düşer. 34 °C'den itibaren zihinsel performans yüzde 25 azalır.

Vücudun merkez bölgesinde stabil sıcaklıklar

Ortam sıcaklığı yükseldikçe önce vücudun çeperindeki sıcaklık artar. Bu örnekte ayakta ölçüldüğü gibi yaklaşık 37 °C'ye ulaşıldığında vücudun iç sıcaklığı da tepki verir.



Kaynak: Dräger

Bu ne zaman gerçekten tehlikelidir?

İç sıcaklık yükseldikçe kas performansı düşer. Bu durum kalbin pompalama kapasitesi için de geçerlidir. Vücut, kalp atış hızını artırarak bunu telafi etmeye çalışır. Ter üretimi de artar.

Vücut su ve elektrolit kaybeder. Vücut iç sıcaklığında sadece bir Santigrat derecelik artış, zihinsel işlevleri zayıflatacak ve afallamaya, sayıklamaya veya bilinç kaybına neden olacaktır. İşitme performansı da belirgin oranda azalır. 37,9 °C'den itibaren motor beceriler ve motor kontrolü önemli oranda bozulacak ve tepki verme becerisi düşecektir. 38,3 °C'den itibaren zihinsel işlevler belirgin şekilde etkilenir. 39,5 – 40 °C üstü sıcaklıklar, kardiyovasküler sistemde ciddi strese neden olur. Vücut serinleyemezse ve sıcaklık 42 °C'ye ulaşırsa vücudun proteinleri bozulmaya başlar.[7]

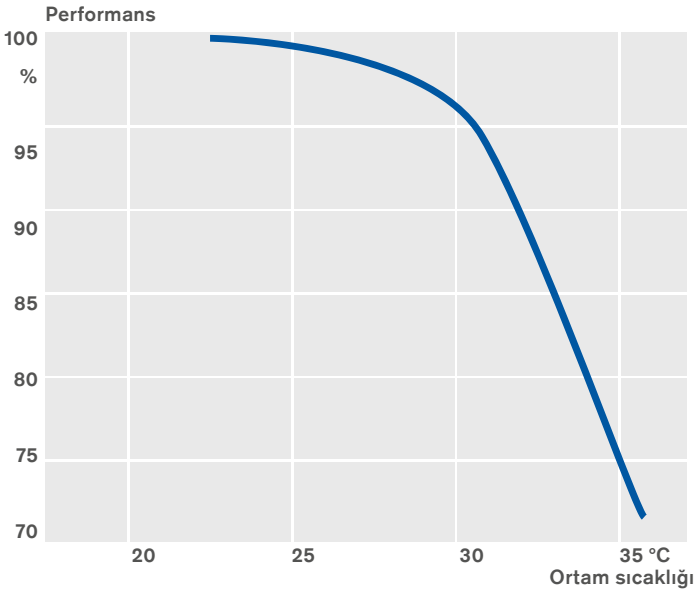
Vücut artık sıcaklıkları kendi başına sınırlayamadığında durum tehlikeli hale gelir. Isı stresi ciddi hastalıklara yol açabilir ve hatta ısı kaynaklı ani ölüme neden olabilir.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Koruyucu giysilerde giysinin ne süreyle giyilebileceğine dair katı sınırlamalar, normalde sıcak çarpması, ısı çöküşü veya ısı krampları gibi risklerden kaçınılmasını sağlar. Buna rağmen iklim koşullarına, kişinin fiziksel durumuna ve sıvı tüketimine bağlı olarak bu riskler göz ardı edilmemelidir. Kimyasal koruyucu giysilerin kullanıldığı birçok operasyonda işçilerin yüzleşmek zorunda kaldığı bir faktör, ısı yorgunluğudur (bitkinlik). Bunun gerçekleşme derecesi, kullanıcının kişisel durumuna bağlıdır.

Isı, zihinsel performansı düşürür

Ortam sıcaklığı arttıkça tepki süreleri ve sensomotorik koordinasyon önemli oranda bozulur.



Kaynak: Dräger

Bu nedenle sadece yüksek bir zindelik seviyesini korumak için düzenli fizyolojik egzersizler değil, işçilerin zaman içinde olası stres sınırlarını fark edebilmesi için kendi kişisel termal durumlarını nasıl değerlendireceklerini öğrenmesi de önemlidir.

Isı yorgunluğu

Sıvı ve elektrolit eksikliği kanı koyulaştırır ve vücudun, ısıyı dış ortama taşıma becerisini bozar. Ayrıca buharlaşmayla serinleme sağlamak için giderek daha az sıvı mevcuttur. Isı yorgunluğu hızla sıcak çarpmasına dönüşebilir. İşte bu yüzden belirtiler ilk göründüğü anda tepki vermek çok önemlidir!

Belirtiler:

Solgun, soğuk ve nemli cilt, artan vücut sıcaklığı, baş ağrısı, baş dönmesi, hızlı nabız, düşük kan basıncı, hızlı ve sığ soluma, bulantı ve merkezi sinir sisteminde fonksiyon bozukluğu.

Sıcak çarpması

Uzun süre 40 °C üstü bir vücut iç sıcaklığı ile birlikte önemli oranda su ve elektrolit kaybı, ciddi beyin bozukluğuna neden olabilir. Sadece maraton koşucuları gibi çok iyi fiziksel kondisyonda olan kişiler, sınırlı sürelerle daha yüksek vücut iç sıcaklıklarını kaldırabilir.

Belirtiler:

Yoğun kızarmış ve kuru cilt, 40 °C üstü vücut iç sıcaklığı,
hızlı kalp atışı, baş ağrısı, baş dönmesi, kafa karışıklığı ve bilinç kaybı.

Isı çöküşü

Isıyla bağlantılı elektrolit eksikliği ve su kaybı yüzünden kan hacminde düşüş.

Belirtiler:

38 ile 39 °C arası vücut iç sıcaklığı, düşük kan basıncı, baş dönmesi veya bayılma.

Isı krampları

Yüksek ısı sırasında tuz, özellikle de magnezyum kaybını telafi etmeden büyük miktarlarda sıvı tüketilmesi sonucu kaslarda kramplar oluşur.

Belirtiler:

Ellerde, ayaklarda ve midede ağrılı kas krampları, nemli ve serin cilt, iştah kaybı ve bulantı

İlk Yardım

Isıyla ilgili tüm rahatsızlıklarda ilk müdahale, etkilenen kişiyi gölgeye veya daha serin bir ortama almak ve sıvı (soğuk su) vermektir. Hava yelpazelemek ve soğuk kompres uygulamak, soğutma sürecini hızlandırmaya yardımcı olur. Isı yorgunluğu durumunda veya sıcak çarpması belirtileri varsa tıbbi yardım şarttır!

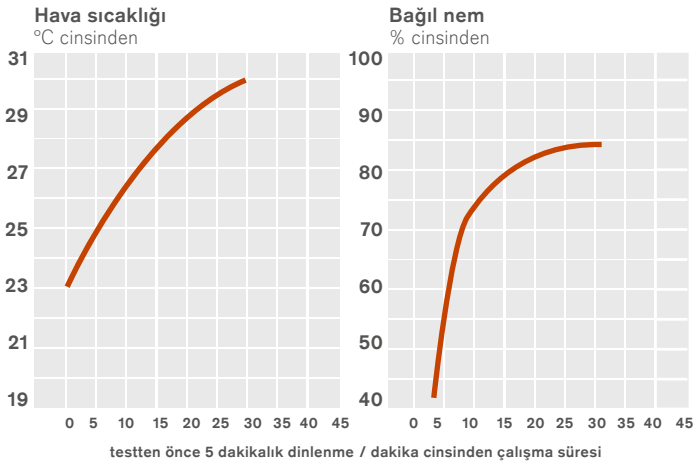
© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Giysideki tehlike

Koruyucu giysi içinde operasyonları bu kadar çetrefilli kılan nedir? Öncelikle giysiler ağırdır: Giysi, başlık, bot, eldiven ve solunum cihazından oluşan tam donanım, 30 kilograma varan ağırlığıyla kullanıcısını yorabilir. Bunun gibi zorlu operasyonlarda metabolik hız, vücudun büyük miktarlarda ısı ürettiği bir noktaya yükselir. Bir diğer neden, giysinin içindeki nemli ve sıcak ortamdır. Giysinin içindeki sıcaklık hızla artar ve kullanıcı terlemeye başlar, bu da giysi içindeki nemi artırır.

Koruyucu giysiler hızla rahatsız, sıcak ve nemli bir iklim oluşturur

Testler sırasında test edilen kişiler, kimyasal koruyucu giysi giyerek bir koşu bandında yürümüştür. Test edilen kişiler 3,5 km/sa. hızda ve %1,75 eğimde ortalama bir çalışmayı simüle etmiştir. Test sırasında CPS içindeki sıcaklığın ve nemin sürekli ölçümleri alınmıştır.



Kaynak: Dräger

Kimyasal koruyucu giysinin yalıtım işlevi, bu etkiyi pekiştirir. Bir tip 1 giysi – koruma derecesine bağlı olarak – 480 dakikaya kadar tam sızdırmaz kalır ve kullanıcısını tehlikeli gazlardan, buharlardan, sıvılardan ve parçacıklardan korur. Özellikle bu amaçla geliştirilen Symex, Tychem®F, Umex, Zytron®500 veya D-Mex TM® gibi malzemeler, giysinin içine hiçbir şeyin girmemesini sağlar – ama bu aynı zamanda dışarıya da hiçbir şeyin çıkmaması demektir. Isı artık ışıma veya konveksiyon yoluyla salınamaz ve terin buharlaşması ile sağlanan serinleme, giysinin içinde artan nem yüzünden giderek azalır.

Bir deneyde Jeffrey M. Paull ve Frank S. Rosental, tam da bunun ne kadar olduğunu gösterebilmiştir: Amerikalı iki bilim insanı, çöp sahasında çalışan iki grup işçinin kalıp atış hızlarını ölçmüştür – birinci grupta koruyucu giysi yoktur, diğer grupta ise lastik bot, eldiven ve iki basınçlı hava tüpü (BSC) olan tam solunum koruması dahil başlıklı PVC-Tyvec® giysi bulunmaktadır. Sonuç: Kimyasal koruyucu giysileri giyen grup, önemli oranda daha yüksek değerler göstermiştir. Ortalama olarak bu grupta ölçülen stres o kadar yüksektir ki ortam WBGT indeksinde[8] 6 – 11 derecelik artışa denk gelmektedir.[9]

İşte bu nedenle koruyucu giysi giyme maksimum süresi, genellikle katı sınırlamalara tabidir. Örneğin Almanya'da tip 1 kimyasal koruyucu giysi giyerek yapılan çalışma, 30 dakikayı aşmamalıdır. Düzenlemeler normalde mola ve toparlanma sürelerinin yanı sıra vardiya başına görevlendirme sayıları için de net kurallar içerir. Giysinin teknik soğutma konseptleriyle ısıyı salma becerisini iyileştirmek, işte bu nedenle sadece daha konforlu bir çalışma ortamı sağlamakla kalmaz, ayrıca sağlık risklerini de azaltır, performansı artırmaya yardımcı olur ve hatta kişisel görevlerin uzunluğunu bile artırabilir. Sağlık ve güvenlik hususlarının yanı sıra bunlar, etkin serinletme sağlamanın bariz ekonomik argümanlarıdır!

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Konforlu bir iklim sağlama

Teknik soğutma, ısı salma kapasitesini destekleme hedefiyle sunulur. Aynı zamanda giysi güvenliğinin bozulmaması garanti edilmeli ve kullanıcının hareket kabiliyeti, olabildiğince az etkilenmelidir. En önemli faktörlerden biri, ek olarak gereken donanımın ağırlığıdır.

Soğutma ile daha fazla konfor – seçenekler nelerdir?

Önceden soğutulan elemanlar

Giysiye veya giysinin altına giyilen bir yeleğe eridikçe ısı enerjisini alan soğutma elemanları takılır, bunun en temel versiyonunda donmuş tuzlu su içeren buz torbaları kullanılır. Alternatif soğutma elemanlarına, özellikle yüksek ısı depolama katsayısı olan bir jel doldurulur. Ancak bunların da önceden bir buzdolabında veya dondurucuda soğutulması gerekir.

Etkin olabilmesi için soğutma elemanlarının vücuda olabildiğince yakın yerleştirilmesi (ışıma) veya ek bir havalandırma tekniğiyle (konveksiyon) desteklenmesi gerekir. Soğutma etkisinin süresi ve yoğunluğu, kullanılan paket miktarına bağlıdır. Bununla birlikte soğutma paketlerinin donanımı daha da ağırlaştıracağına dikkat edilmelidir. Buna ek olarak önceden dondurulmuş soğutma elemanlarının hemen soğutma etkisi vardır. İş başlangıcında bu elemanlarla temas nahoş hissettirebilir ve hatta hipotermi ya da soğuk ısırması riski taşıyabilir. Bu nedenle uzmanlar, giysinin altına uygun bir ek emici katman giyilmesini tavsiye eder.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Faz değişim ilkesi

Soğutma elemanları, faz değişim malzemeleri (PCM) adı verilen bir malzemeyle de doldurulabilir. Bunlar, düşük erime noktası olan özel tuzlar veya parafinlerdir. PCM elemanları, giysi içindeki sıcaklık nispeten düşük olsa bile büyük miktarlarda ısıyı emebilir. 28 °C'lik cilt sıcaklığında elemanlar ısıyı emmeye başlar ve malzeme sıvılaşır. Bu, koruyucu giysi içindeki sıcaklığı 3 ila 4 °C düşürebilir. Ancak soğutma etkisi görev öncesi başlar ve bir süre sonra etkinliği azalır. 22 °C'de depolandığında PCM elemanları katılaşır ve (üreticiye bağlı olarak) 30 dakika ila maksimum dört saat sonra tekrar kullanıma hazırdır.

Havalandırma

Bu en etkili, fakat teknik olarak karmaşık bir çözümdür: Basınçlı hava tüplerinden, bir kompresörden veya sabit bir basınçlı hava hattından mobil ya da sabit bir hava beslemesi giysiye hava sağlar ve havalandırma, artan yoğuşma aracılığıyla vücudun konveksiyon ve buharlaşmayla soğutulmasını destekler.

Pratikte havalandırma ilkesi, birkaç farklı konseptle hayata geçirilir:

1. Tüm giysinin havalandırılması

Entegre hortumlar, kollara ve bacaklara hava akışı sağlar. Kullanıcı doğrudan giysiden solur. Hava, sabit bir harici kaynaktan beslenir veya basınçlı hava tüplerinde taşınır. Solunum havasını harici bir kaynaktan (örn. hava hattı donanımı veya bağımsız solunum cihazı) kimyasal koruyucu giysiye yönlendirmek için bir kontrol valfi kullanılır. Entegre bir dahili hortum sistemi, hava akışını dağıtır. Hortumlar doğru konuma, klipslerle sabitlenir. Sonrasında BSC veya hava hattı donanımının basınçlı havası kullanıcının kollarını, bacaklarını ve gövdesini havalandırmak için kullanılabilir. Buna ek olarak nemli, sıcak hava valfler üzerinden giysi dışına akarak ısıyı dışarıya taşır ve ek rahatlama sağlar.

Tam havalandırmalı giysilerin yanı sıra giysinin altına giyilen ve soğutma etkisini en etkili yere yani sırta konsantre eden yelekler vardır. Kollar ve bacaklar boyunca ek havalandırma sağlamak, soğutma etkisinde göz ardı edilebilir bir yükseliş, ancak teknik çabada yeleğe kıyasla önemli bir artışla sonuçlanacaktır.

2. Solunum havası kaynağından bağımsız bir yelek kullanarak havalandırma

Giysinin altına bir hortum üzerinden havayla beslenen bir yelek giyilir. Soğutma havası giysinin içine bırakılır. Solunum koruma cihazı bağlı değildir ve gerektiğinde ek bir solunum havası giriş hattını açarak erişilebilir.

3. Entegre solunum havası kaynağı olan bir yelek kullanarak havalandırma

2. çözüme benzer şekilde giysinin altına bir hortum üzerinden hava beslenen bir yelek giyilir. Hava, gövdeyi serinletmek için yeleğin iç tarafından vücuda doğru bırakılır. Buna ek olarak hava, solunum havası gibi doğrudan yelekten sağlanır. Burada avantaj, ekstra yüz maskesine ihtiyaç olmamasıdır.

Havalandırmanın serinletme etkisini artırmak için başka sistemler havayı giysinin içinde bir soğutma haznesinden geçirerek yönlendirir. Depolama elemanları önce dondurucuda soğutulur, ardından doğrudan giysinin altında vücuda tutturulur. Bataryayla çalışan bir fan ünitesi havayı giysinin içinde dolaştırır, bu şekilde hava soğutma haznesinden geçer ve tekrar kafa bölgesine yönlendirilir. Burada kullanıcıyı serinletir ve vizörün buğulanmasını azaltır. Bu çözümlerin bir kısmı harici hava kaynağı gerektirmez ve sadece dahili fan ünitesiyle çalışır. Bununla birlikte gereken güç kaynağı dışında başka dezavantajlar da söz konusudur: Bunlardan biri konfordur: Soğutma haznelerinin sert kutuları doğrudan göğüs üzerine takılmalıdır ve tek taraflı bir yük oluşturur.

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Tüm havalandırma çözümlerinde hava akışı, kesintisiz bir arka plan gürültüsü üretir. Bu yüzden olabilecek en düşük gürültü seviyesine sahip bir model seçilmesi önerilir.

Soğutma ajanlarının dolaşımı

Soğutulan sıvı bir hortum sistemi üzerinden pompalanır, ısıyı emer ve vücuttan uzaklaştırır. Ardından sıvı, bir soğutucu içinde tekrar soğutulur ve yeniden dolaşıma sokulabilir. Dezavantaj: Bu, normal koruyucu giysilerin altına giyilemeyecek düzeyde çok büyük bir sistemdir. Bu nedenle genellikle görev sırasında değil, görev sonrasında vücudu tekrar soğutmak için kullanılır.

Suyun buharlaşması

Genellikle bir yelek veya pantolon olmak üzere iç kıyafetler kullanım öncesi ıslatılır veya nemle yüklenir. Operasyon sırasında nem buharlaşır. Ancak su, donanımın ağırlığını artırır. Bu ilke sadece geçirgen giysiler için önerilir, çünkü aksi takdirde nem giysinin içine sıkışacaktır.

Sonuç: Hangi tür uygulama için hangisi doğru ilkedir?

Planlanan kullanımın, risk potansiyelinin ve genel koşulların farklı bir ağırlık taşıması nedeniyle bütün soğutma sistemlerinin kendi avantajları ve dezavantajları vardır. Bu yüzden “Nasıl” sorusuna, genel bir tavsiye ile cevap verilemez. Bununla birlikte “Eğer” meselesi, farklı bir meseledir: Koruyucu giysilerdeki soğutmada yapılan her türlü iyileştirme, kullanıcının katlanmak zorunda kaldığı stresi önemli oranda azaltır. Ve bu sadece bir güvenlik ve konfor meselesi olmayıp net ekonomik avantajlar da söz konusudur.

Her ne kadar bir koruyucu giysinin operasyon sırasında kullanılabileceği süre düzenlemelerle sınırlandırılmış olsa da yorgunluktan daha az etkilenen bir kullanıcının daha uzun süre çalışabileceği ve daha uzun ve etkili yöntemlerle göreve çıkabileceği de doğrudur. Bir diğer faktör ise görev öncesinde ve sonrasında gereken süredir. Sistemi değerlendirirken pozitif özellikler arasında giyip çıkarırken giysinin kolay kullanımı, yüksek kaliteli işleme vs. sayılabilir. Güvenlik yönetimi ve/veya servis teknisyenleri ayrıca soğutma sistemi dahil giysinin bakımı ve servisi için gereken eforu da göz önünde bulunduracaktır. Bir koruyucu giysi satın alırken tüm bunlar değerlendirilmelidir. Dräger uzmanı Dr. Joachim Koch’un tavsiyesi şudur: “Uzmanlar bile belirli bir uygulama için ideal sistemi seçerken zorlanır. İşte bu yüzden son kararı vermeden önce ayrıntılı bir danışmanlık tavsiye ederim. Pratik uygulamada ısı stresinin hala yeterince önemsenmediğini fark ettik. Günümüzde güvenlik yönetimi personelinin karşılaştığı en büyük zorluk sadece daha iyi soğutma tekniklerinin kullanımı değil, çalışanları daha etkin kişisel termo-yönetimi takip etme konusunda motive etmektir.”

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

Isı stresini azaltma: pratik kurallar

İdeal soğutma sistemini seçmenin yanı sıra ısı stresini azaltmak için ve sağlık risklerini azaltmaya yardımcı olabilecek bir dizi başka önlem vardır.

1. **Yalıtımlı kimyasal koruyucu giysilerde sadece sağlığı ve fiziksel kapasitesi mükemmel olan kişileri görevlendirin**
   Çoğu ülke, solunum koruma donanımıyla kombine bir CPS'nin potansiyel kullanıcıları için zorunlu temel zindelik testini şart koşar.[10]

2. **Güvenlik ve konforun doğru kombinasyonunu sunan koruyucu donanımı seçin**
   KKD'yi belirli bir uygulamaya hazırlarken ısı stresini artırıp artırmayacağını ve güvenlikten ödün vermeden daha hafif, daha az yalıtımlı bir modelle değiştirmenin mümkün olup olmayacağını belirlemek için başlıktan botlara kadar her bir donanım parçası kontrol edilmelidir.

3. **Çalışanları zor görevlere hazırlayın**
   Çalışanın vücut kitle indeksi ne kadar yüksekse fizyolojik ve termal stres de o kadar yüksek olacaktır. Daha iri yapılı çalışanlara zindeliklerini nasıl iyileştirebileceklerine dair tavsiye ve destek sunun. Birçok sağlık sigortası sağlayıcısı ve İşveren Sorumluluğu Sigortası Derneği, uygun sağlık programları sunar.

4. **Çalışanları iyi ve düzenli olarak eğitin**
   Bütün çalışanlar, her bir donanım parçasının işlevlerinin ve – daha da önemlisi – olası arıza belirtilerinin çok iyi farkında olmalıdır. Teknik hususların yanı sıra eğitim, işçilere kendi sağlıklarına dikkat etmeyi de öğretmelidir. Açık iletişim, kilit önemdedir: Görevlerden sorumlu idareciler ve personel, çalışanları her sorunu ve anormalliği hemen bildirmeye teşvik etmelidir. Buna aşağıdakiler dahildir:
   – Koruyucu kıyafetin malzemesinde kalıntılar veya hasar
   – Rahatsız donanım
   – Beklenmedik solunum direnci
   – Bozuk görüş (vizör) ve iletişim ünitesi hataları
   – Koruyucu giysi yüzünden kısıtlanmış motor fonksiyonlar
   – Bulantı, cilt tahrişi veya hızlı nabız gibi fiziksel şikayetler

5. **Sıcaklığa kişisel reaksiyonlar için çalışan farkındalığını artırın**
   Koruyucu giysilerde sık göreve çıkan çalışanlar, ısı hassasiyetini artıran faktörlerin farkında olmalı ve bu stresle nasıl daha iyi başa çıkacakları konusunda eğitilmelidir:
   – Kafein, alkol ve nikotin, ama aynı zamanda sakinleştiriciler, tansiyon ilaçları veya kas gevşeticiler gibi ısı stresi belirtilerini artıran maddelerden kaçının.
   – Bol su ve sıvı tüketin! Özellikle havalandırma sistemleri olan koruyucu giysilerde su kaybı riski daha yüksek olabilir. Bu öyle bir paradokstur ki kullanıcı serin ve kuru giysinin içinde kendini konforlu hisseder ve sıvı almayı unutur.
   – Yeterince uyuyun
   – Kalp ve damar sağlığınızı iyi tutun
   – Enfeksiyon veya ateş belirtisi varsa idarecinizi bilgilendirin

© Drägerwerk AG & Co. KGaA

KAYNAKLAR:

1 Work-rest-schedules for workers wearing chemical-resistant suits, https://www.osha.gov/SLTC/heatillness/heat_index/work_rest_schedules.html and https://safetyfirstintexas.wordpress.com/osha-recomended-heat-work-schedule/ (08.11.2016)

2 Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Heath and Hot Environments, NIOSH, Department of Health and Human Services. http://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf (08.11.2016)

3 (ACGIH. 1988. Threshold Limit Values and biological exposure indices for 1987 and 1988. ACGIH, Cincinnati, OH. S. 34)

4 Parsons K. 2003. The effects of hot, moderate and cold temperatures on human health, comfort and performance. 2. baskı. New York: CRC Press

5 Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Heath and Hot Environments, NIOSH, Department of Health and Human Services. http://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf (08.11.2016)

6 LeBlanc, Paul R., Fahy, R.F. 2001. Firefighter Fatalities in the United States. NFPA. Fire Analysis and Research. Quincy, MA, USA

7 2013 W.L. Gore & Associates, Inc., http://www.goreprotectivefabrics.com/remote/Satellite/Structural-Fire-Fighting-Turnout-Gear/Heat-Stress-Management (12.02.2015)

8 Yaş hazne küre sıcaklığı (WBGT) indeksi, 1950'lerde ısı stresini ölçmek için Amerika Birleşik Devletleri Deniz Piyade Sınıfı tarafından geliştirilmiştir. İndeks sıcaklığın, hava neminin, rüzgar hızının ve genellikle güneş ışığı olmak üzere görünür kızıl ötesi ışımanın insanlar üzerindeki etkisini hesaba katar. (Günümüzde WBGT indeksi, iş sağlığı ve güvenliği ve rekabetçi spor alanlarında da kullanılmaktadır.)

9 Paull, J.M., Rosenthal, F.S. 1987. Heat strain and heat stress for workers wearing protective suits at a hazardous waste site. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 48(5):458-63. Bağlantı: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15298668791385048#.VFyiXxZ49WY, 05.03.2015

10 Karşılaştırma için örn. Almanya: DGUV-R 112-189 ve DGUV-R 112-190; ABD: OSHA Teknik Kılavuzu (OTM) Kısım III: Bölüm 4: Isı Stresi (kaynak: https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html)

Daha fazla bilgi:
Isı Stresi. OSHA Teknik Kılavuzu (OTM) Kısım III: Bölüm 4 (https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html, Dez. 2014)

BASKI

ALMANYA
Dräger Safety AG & Co. KGaA
Revalstraße 1
23560 Lübeck

www.draeger.com

DMC-107744

© Drägerwerk AG & Co. KGaA