



استرس گرمایی WBGT



تهیه کننده : احمد خاکساری کارشناس بهداشت
حرفه ای مرکز بهداشت استان

استرس گرمایی چیست ؟

- استرس گرمایی برای کارگرانی به وجود می آید که در معرض دماهای بالا خواه هوای طبیعی (مانند کشاورزان) یا حرارت فرآیند تولید (ریخته گری ها – کوره ها – نانوایی ها – ذوب فلزات – شیشه سازی ها) قرار دارند
- استرس گرمایی موجب عرق کردن زیاد کارگران و در نتیجه آن از دست رفتن آب و املاح بدن می شود و در نهایت موجب ایجاد کرامپ های شدید عضلانی در عضلات ساق پا و اندام فوقانی و شکم می شود



استرس گرمایی در ریخته گری



اختلالات ناشی از حرارت

- 1- اختلالات عمومی : گرم‌زدگی (تب بالا) - بی حالی - سنکوب ناشی از حرارت - کمبود آب و نمک - انقباض عضلانی
- 2- اختلالات پوستی : سوزش پوست - سرطان پوست
- 3- اختلالات روانی عصبی : خستگی مزمن - از دست رفتن کنترل احساسات به شکل حاد - خواب آلودگی - تحریک پذیری - تند خویی و خشم

گرما زدگی

- خطر گرما زدگی موقعی بوجود می آید که بدن تاب تحمل حرارت ناشی از متابولیسم و حرارت محیط را نداشته باشد و جمع این دو موجب فشار حرارتی گردد ذخیره حرارت و درجه حرارت درونی بدن به سرعت بالا می رود و اگر کارگر به دما خو نگرفته باشد توان کار او ضعیف می شود
- در کارگران چاق و فربه و کارگرانی که ناراحتی قلبی عروقی و فشار خون بالا دارند و همچنین در کارگرانی که لباس کارشان به گونه ای است که تبادل حرارتی به سختی انجام می شود خطرات گرما زدگی افزایش می یابد
- در بیشتر موارد گرما زدگی دمای بدن افزایش می یابد و ممکن است به 40-43 درجه سانتی گراد برسد این افراد دارای پوست داغ و خشک هستند و تعریق آنها قطع شده است

درمان گرما زدگی

- پایین آوردن دمای بدن توسط اسفنج یا حوله خیس و خنک –
دمیدن هوای خشک و خنک
- در اثر خنک کردن پوست ممکن است عروق سطحی تنگ شوند که باید هنگام خنک کردن ” سطح پوست را ماساژ داد تا جریان خون در رگها به خوبی انجام شود
- پایین آوردن دمای بدن باید به آرامی انجام شود چرا که ممکن است فرد دچار شوک شود



اندازه گیری استرس گرمایی

- یکی از بهترین و ساده ترین و مناسب ترین روش های اندازه گیری استرس گرمایی اندازه گیری شاخص استرس گرمایی WBGT می باشد که با توجه به میزان دمای خشک - دمای تر و دمای تشعشعی محیط کار این استرس گرمایی محاسبه می شود و با توجه به نوع کاری که کارگر انجام می دهد (سبک - متوسط - سنگین) میزان استرس گرمایی محاسبه و با استاندارد مقایسه می گردد

شاخص WBGT

- شاخص دمای تر گوی سان یا WBGT چیست ؟
- Wet Bulb Globe Temperature
- برای تعیین مقدار WBGT لازم است از دماسنج گوی سان — دما سنج تر طبیعی و دماسنج خشک استفاده شود و بسته به محل اندازه گیری (داخل کارگاه یا خارج کارگاه) میزان WBGT محاسبه شود و با استاندارد مربوطه مقایسه گردد

شاخص استرس گرمایی



- دمای خشک ta
- دمای تر tnw
- دمای تشعشعی tg
- رطوبت نسبی RH
- WBGT in
- WBGT out

مشخصات دماسنج ها در دستگاه WBGT

- دماسنج خشک : گستره دماسنج خشک باید بین 5- و 50+ درجه سانتی گراد باشد و جریان هوا نباید در اطراف دماسنج خشک قطع یا محدود شود دما سنج خشک نباید در معرض تابش مستقیم آفتاب باشد
- دماسنج تر : گستره دماسنج تر باید بین 5- و 50+ درجه سانتی گراد باشد و فتیله دماسنج باید روی مخزن دماسنج را بپوشاند فتیله دماسنج باید 15-30 دقیقه قبل از اندازه گیری مرطوب گردد (آب مقطر باید از طریق مخزن مخصوص دمای تر به فتیله برسد) فتیله باید همیشه تمیز باشد
- دماسنج گوی سان : یک کره توخالی مسی است که سطح خارجی آن با رنگ سیاه اندود شده است مخزن یا قسمت حساس دما سنج در گستره 5- تا 100 درجه سانتی گراد با دقت 5/0 درجه در مرکز این کره مسی قرار دارد



محاسبه WBGT

- اگر اطلاعات دمای خشک – تر و تشعشعی را جداگانه داشته باشیم می توان از طریق فرمول WBGT را محاسبه کرد :
- WBGT out خارج کارگاه:

$$WBGT\ out=0.7NWB+0.2GT+0.1DB$$

- WBGT in داخل کارگاه:

$$WBGT\ in=0.7NWB+0.3GT$$

**دستگاههای WBGT امروزه با توجه به میزان قرائت سه دمای تر – خشک – تشعشعی مستقیماً WBGT را محاسبه می نمایند و نیاز به استفاده از فرمول جهت محاسبه نیست

مشاغل دارای استرس گرمایی



- انواع کوره ها
- ریخته گری ها
- کشاورزان
- نانوایی ها
- ذوب فلزات
- عملیات حرارتی
- شیشه سازی

دستگاه WBGT چه آیت‌هایی را اندازه‌گیری می‌کند



- دمای خشک
- دما تر
- دمای تشعشعی
- رطوبت نسبی
- نقطه شبنم
- WBGT IN
- WBGT OUT

مشخصات دستگاه WBGT مدل CASELLA

- دارای سه دماسنج خشک - تر - شعشی

- صفحه نمایش گر

- سه پایه نصب دستگاه

- محل نصب باطری قلمی

در پشت دستگاه

متعلقات جنبی شامل مخزن آب

مقطر - فتیله یدک



آماده کردن دستگاه WBGT



- ابتدا سنسور دماسنجها را روی دستگاه نصب می کنیم
- مخزن آب مقطر را پر از آب می کنیم و فتیله مخزن را به سنسور دماسنج تر وصل می کنیم بعد از اینکه فتیله کاملا خیس شد دستگاه را روشن می کنیم و اندازه گیری را شروع می کنیم

محل اندازه گیری

- در محل کار کارگری که در معرض استرس گرمایی است حضور می یابیم قبل از اینکه دستگاه را روشن کنیم مدت 15 دقیقه در محل می ایستیم تا تبدلات حرارتی بین محیط کار و سنسورهای دماسنجهای دستگاه WBGT انجام شود سپس دستگاه را روشن می کنیم و ابتدا WBGT در منطقه سر کارگر سپس در منطقه کمر کارگر و نهایتاً در منطقه پای کارگر اندازه گیری می کنیم فاصله هر اندازه گیری با اندازه گیری بعدی 10-15 دقیقه در نظر می گیریم پس از بدست آمدن WBGT در سه منطقه سر - کمر و پا WBGT کل را از طریق فرمول زیر محاسبه می کنیم

$$\text{WBGT کل} = \frac{\text{WBGT سر} + 2 \text{WBGT کمر} + \text{WBGT پا}}{4}$$

مقایسه WBGT با استاندارد

- با توجه به WBGT محاسبه شده و نوع کاری که شخص انجام می دهد استرس گرمایی محاسبه و با استاندارد مربوطه مقایسه می گردد
- اگر کار کارگر مداوم و سبک باشد استاندارد WBGT 30 درجه سانتی گراد است و چنانچه WBGT بیشتر از 30 درجه باشد کارگر در معرض استرس گرمایی است و باید یا استرس گرمایی کاهش یابد و یا برای کارگر رژیم کار و استراحت تعریف گردد و میزان مواجهه کارگر با گرما کاهش یابد اگر کار کارگر در این محیط مداوم نباشد و یا کارگر در چند محیط مختلف کار می کند باید WBGT در تمام محیطهای کاری این کارگر اندازه گیری شود و سپس از طریق فرمول زیر WBGT میانگین (TWA) محاسبه گردد

$$\text{WBGT میانگین} = \frac{\text{WBGT}_1 * t_1 + \text{WBGT}_2 * t_2 + \dots + \text{WBGT}_n * t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

- $\text{WBGT}_1 * t_1 + \text{WBGT}_2 * t_2 + \dots + \text{WBGT}_n * t_n$: مقادیر WBGT اندازه گیری شده در محیطهای کاری مختلف
- $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ عبارت است از مدت زمان گذرانده شده در هر محیط است
- اگر مواجهه با محیط خیلی گرم به طور مستمر در طی چند ساعت و یا طی یک روز باشد TWA یک ساعته محاسبه میشود اگر برنامه کاری متناوب باشد TWA دو ساعته محاسبه میشود

مقایسه WBGT با استاندارد ادامه

- اگر کار کارگر مداوم و متوسط باشد استاندارد WBGT 7/26 درجه سانتی گراد است و چنانچه WBGT بیشتر از 7/26 درجه باشد کارگر در معرض استرس گرمایی است و باید یا استرس گرمایی کاهش یابد و یا برای کارگر رژیم کار و استراحت تعریف گردد و میزان مواجهه کارگر با گرما کاهش یابد اگر کار کارگر در این محیط مداوم نباشد و یا کارگر در چند محیط مختلف کار می کند باید WBGT در تمام محیطهای کاری این کارگر اندازه گیری شود و سپس از طریق فرمول زیر WBGT میانگین (TWA) محاسبه گردد

$$\text{WBGT میانگین} = \frac{\text{WBGT}_1 * t_1 + \text{WBGT}_2 * t_2 + \dots + \text{WBGT}_n * t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

مقایسه WBGT با استاندارد ادامه

- اگر کار کارگر مداوم و سنگین باشد استاندارد WBGT 25 درجه سانتی گراد است و چنانچه WBGT بیشتر از 25 درجه باشد کارگر در معرض استرس گرمایی است و باید یا استرس گرمایی کاهش یابد و یا برای کارگر رژیم کار و استراحت تعریف گردد و میزان مواجهه کارگر با گرما کاهش یابد اگر کار کارگر در این محیط مداوم نباشد و یا کارگر در چند محیط مختلف کار می کند باید WBGT در تمام محیطهای کاری این کارگر اندازه گیری شود و سپس از طریق فرمول زیر WBGT میانگین (TWA) محاسبه گردد

$$\text{WBGT میانگین} = \frac{\text{WBGT}_1 * t_1 + \text{WBGT}_2 * t_2 + \dots + \text{WBGT}_n * t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$





تعیین نوع کار سبک متوسط و سنگین

- 1- بر اساس متابولیسم :
- کار سبک : با متابولیسم 200 کیلو کالری در ساعت نظیر مشاغل دستی و بازویی سبک در هنگام کار کردن با ماشینهای کنترلی در حالت ایستاده یا نشسته
- کار متوسط : با متابولیسم 200-350 کیلو کالری در ساعت مانند راه رفتن ضمن بلند کردن بار
- کار سنگین : با متابولیسم 350-500 کیلو کالری در ساعت مانند کلنگ زدن و بیل زدن
- اگر کارگر فعالیتهای مختلف دارد که نوع کار آن ها متفاوت است و کارها سبک و متوسط و سنگین دارد باید میانگین وزنی زمانی (TWA) برای متابولیسم از طریق فرمول زیر محاسبه شود
- $$M = \frac{M_1t_1 + M_2t_2 + \dots + M_nt_n}{t_1+t_2+\dots+t_n}$$

مثال هایی از چند نوع بار کاری

- کار سبک دستی : نوشتن – بافندگی
- کار سنگین دستی : تایپ کردن
- کار سنگین با یک بازو: چکش کاری روی میخ
- کار سبک با دو بازو : سوهان کاری – رنده کاری چوب
- کار متوسط با همه بدن : تمیز کردن سطح زمین – تکان دادن فرش
- کار سنگین با همه بدن : ریل گذاری – چاه کنی

• کار سنگین



لباس کار

- مقادیر حد تماس شغلی برای استرس گرمایی وقتی معتبر است که کارگر لباس کار سبک تابستانی به تن داشته باشد لذا چنانچه لباس کار زمستانی و ضخیم باشد و یا به گونه ای باشد که تبادل حرارتی بین بدن و محیط به خوبی انجام نشود باید مقادیر WBGT به صورت زیر تصحیح گردد و مقدار تصحیح به مقدار اندازه گیری شده اضافه شود :



- برای لباس کار تابستانی مقدار تصحیح صفر است
- برای لباس کار یک سره نخی مقدار تصحیح +2 درجه است
- برای لباس کار زمستانی مقدار تصحیح +4 درجه است
- برای لباس کار ضد آب (آمبر مایل) مقدار تصحیح +6 درجه است
- به عنوان مثال اگر کارگری کار سبک انجام میدهد و لباس زمستانی به تن دارد WBGT اندازه گیری شده 25 درجه باشد با توجه به مقدار تصحیح لباس کار زمستانی (+4) عدد 29 درجه را به عنوان مقدار WBGT اندازه گیری شده باید گزارش نمود و سپس با استاندارد مقایسه نمود 0

کارگر تطابق یافته و تطابق نیافته

- مقادیر استاندارد WBGT برای کارگرانی است که با گرما تطابق یافته اند و سالم می باشند لذا برای کارگرانی که با گرما تطابق نیافته و یا سالم نیستند باید احتیاطهای بیشتری را اعمال نمود و از نمودار مربوط به کارگران تطابق نیافته برای محاسبه میزان استرس گرمایی استفاده کرد
- اصولاً پس از گذشتن یک هفته تماس با محیط گرم در نتیجه توازن عوامل متعدد روانی و جسمی تطابق با گرما در فرد بوجود می آید



پیشنهادات در رابطه
با محیط های دارای
استرس گرمایی



اندازه گیری استرس گرمایی
در محیط کار و معاینات
کارگران در معرض هر
6 ماه یک بار

تشویق کارگران به نوشیدن
آب خنک و خوش طعم حاوی
کمی نمک در هر 20 دقیقه
یک بار

تهویه موضعی و عمومی در
محیط کار در کاهش استرس
گرمایی بسیار موثر است

حفاظت در برابر حرارت تشعشعی

آثار حرارت تشعشعی را می توان به وسیله گذاردن سپرهای محافظ بین منبع تشعشع و کارگران کاهش داد این موانع ممکن است به شکل های زیر باشد :



- 1- نصب لایه های عایق بر روی منابع حرارت
- 2- صفحات منعکس کننده بسیار براق و تمیز نظیر صفحات آلومینیومی
- 3- صفحات جذب کننده حرارت که بوسیله آب یا هوا خنک شوند
- 4- لباس های مقاوم در مقابل گرما که پوشش عایقی به دور فرد ایجاد می کند و اگر دارای آلومینیوم باشد سبب برگشت پرتوهای مادون قرمز می شود

انواع لباس محافظ در برابر گرما

- البسه بدون تهویه : اینگونه لباسها برای محافظت قسمتی از بدن که در معرض منبع حرارتی موضعی می باشد مناسب است در ساخت این گونه لباسها از آلومینیوم برای برگشت دادن حرارت استفاده میشود پشت این لباس ها مشبک می باشد تا تبادل هوا بین بدن ومحیط انجام شود وتعریق نیز صورت پذیرد
- پیش بند - آستین - دستکش - کلاهخود نیز از جنس آلومینیوم - پنبه نسوز ویا پشم ساخته میشود تا کارگر در معرض حرارت کمتری قرار گیرد



انواع لباس محافظ در برابر گرما ادامه

- لباس های مجهز به سیستم تهویه : این لباس ها دارای یک پوشش خارجی – یک دستگاه برای توزیع سرما یا گرما – یک تلمبه برای جریان ماده واسطه گرم یا سرد – یک دستگاه خنک کننده ماده واسطه و یک ارتباط بین واسطه و لباس می باشد این لباسها برای محیط های بسیار گرم و یا بسیار سرد به کار می رود و ممکن است تمام یا قسمتی از بدن را بپوشاند این گونه لباسها بسیار گران قیمت هستند و بیشتر در بازرسی ها از کوره هایی که تازه خاموش شده اند و محیطهایی که دارای گازهای سمی هستند و یا محیط های بسیار سرد به کار می روند



وسایل حفاظت فردی مورد استفاده در محیط های با استرس گرمایی





موفق باشید