

פתרונות למניעת עומס חום



עולם הבטיחות מספק היצע רחב של פתרונות, המאפשרים את הפחתת הסיכון הבטיחותי והבריאותי לעובד בתנאי עומס חום, ואת שיפור ביצועיו והגברת יעילותו.

מאת שחר דדון

הכותבת היא מנהלת תיקי לקוחות והדרכה בחברת H&D

את השפעת ההתייבשות כתוצאה ממחסור בשתיית נוזלים אפשר לראות בטבלה 1 מתוך הספר האמור.

טבלה 1: השפעת ההתייבשות על האדם
תוצאות ההתייבשות

עד 5%	5%-10%	מעל 11%
צימאון	סחרחורת	הזיות
עור סמוק	כאבי ראש	לשון נפוחה
עצבנות	קוצר נשימה	חרשות
דופק מואץ	תחושת נימול בגפיים	הפרעות בראייה
בחילה	ריכוז דם	עור מצומק
	חוסר יכולת לנוע	אי מתן שתן
טמפרטורת הגוף: 37°C		42°C: מכת חום

"מכת חום היא תופעה מסוכנת, שהתמותה ממנה עשויה להגיע בין שליש למחצית ממספר הנפגעים".

מה קורה לגוף כשחם לו

- טמפרטורת ליבת הגוף הנורמלית היא 37°C בממוצע. טמפרטורת פני שטח הגוף (העור) היא כ-33°C בממוצע. עליית טמפרטורת הגוף מובילה לתופעות הבאות:
- עלייה בקצב פעימות הלב
 - גידול בצריכת חמצן ואנרגיה
 - הזרמת כמות גדולה יותר של דם לכיוון העור, וכך פחות דם מוזרם ללב ולשרירים
 - היווצרות זעה על העור אשר מתאדה, ובכך מתרחש תהליך קירור טבעי של הגוף באמצעות אידוי

הזעה

על מנת לשמור על חום גוף תקין, קיים בגוף האדם מנגנון

הקיץ כבר כאן, והאקלים הארץ-ישראלי המאופיין בטמפרטורות גבוהות בשילוב עם לחות גבוהה (במישור החוף) או נמוכה יותר (בהר ובנגב), יחד עם סביבת עבודה מאומצת יוצרים סיכון ממשי לעובדים. כאשר הטמפרטורה גבוהה והלחות גבוהה קצב האידוי של הזעה, שתורמת להורדת טמפרטורת הגוף, יכול שלא להיות בלתי מספק. כאשר הטמפרטורה גבוהה והלחות נמוכה במיוחד, העובד מרגיש פחות את עומס החום, אך בשל ההתייבשות המהירה ייתכן שלא יספיק להחזיר לעצמו את המים המתנדפים בזעה וייטה להתייבש.

לא מעט עובדים חשופים בקיץ למוזג האוויר החם והמעיק, ורבים אינם יכולים לעבוד בחלל ממוזג, לדוגמה: גננים, חקלאים, שליחים בקטנועים, פקחים, אנשי שטח ומדידות, מדריכי טיולים, שוטרים, אנשי כוחות הביטחון, אנשים שעובדים ליד מקור חום - אופים, טבחים, רתכים, מפעילי תנורי יציקה, מפעילי דוודים ועוד.

הסכנה בצירוף של חום חיצוני ועבודה גופנית

עזה זהר בספרו "אדם ואקלים" (בית ההוצאה כתר. ירושלים, 1980) כותב כך: "באופן ניסיוני נמצא שאדם בריא, השותה כמות מים מספקת כדי למנוע התייבשות, מסוגל לשמור על חום גופו, כלומר להימנע מאגירת חום בגוף, בכל תנאי אקלים טבעיים הקיימים על פני כדור הארץ, בתנאי שהוא מצוי במנוחה. דבר זה משתנה ברגע שהאדם מתחיל בפעולה גופנית (פעולת שרירים), כלומר בשעה שעולה ייצור החום הפנימי. עומס חום פנימי גדול עשוי להוות מעמסה על מנגנון פיזור החום מעבר להספק שלו. מכאן, שהצירוף של חום חיצוני ועבודה גופנית הוא צירוף מסוכן עד כדי כך, שהוא עלול במקרים קיצוניים לגרום למוות בתוך שעות מועטות, כפי שנראה להלן, חייב להיות ברור שהסכנה הישירה הטמונה בחום חיצוני לבריאותו ולעצם קיומו של האדם היא אך ורק במצב של עבודה גופנית. אדם הנח או עובד עבודה קלה בישיבה, הרגשתו יכולה להיות לא נוחה ויעילות עבודתו יכולה לפחות, אולם אין אורבת סכנה ישירה לבריאותו".

בדק זמן תגובה וריכוז אצל נהגי מכוניות בטמפרטורות גבוהות. התוצאות הראו באופן ברור גידול של יותר מ-30% בתאונות בתנאי מזג אוויר חם. מהמחקר עלתה המסקנה שטמפרטורה גבוהה היא בעלת השפעה ישירה על קבלת החלטות שגויות, תגובה אטית וטעויות, אשר מובילות לתאונות בכביש ובכלל.

טבלה 2: השפעת הטמפרטורה על עלייה בתאונות

גידול במספר התאונות ככל שהטמפרטורות עולות			
			35%
			30%
			25%
			20%
			15%
32%			10%
	22%		5%
		11%	0%
37°C	32°C	27°C	טמפ'

בעולם הכבאות, עקב החשיפה הממושכת לעומס חום, המצב חמור אף יותר.

מחקר שנעשה על ידי Department of the Interior B-W and casualty insurance Germany, בשנת 2003, בדק את השפעת החשיפה לחום קיצוני במשך 25 דקות. במחקר ביצעו בדיקת מאמץ על ידי תרגולי כבאות בשילוב עם מערכת נשימה פתוחה (SCBA).

התוצאות הראו:

- ל-60% מהכבאים נמדדה טמפרטורת גוף של 38°C-39.2°C
- איבוד נוזלים ב-74% מהמשתתפים בין 700-1,400 מ"ל
- קצב לב גבוה ב-75% מהקצב המרבי המומלץ לפיכך, סביבת עבודה המשלבת פעילות גופנית מאומצת ותנאי מזג אוויר קשים עלולה לגרום לתאונות עבודה בטווח הקצר ולנזקים בריאותיים הן בטווח הקצר והן בטווח הארוך. עולם הבטיחות מציע פתרונות רבים ומגוונים, המאפשרים לעובדים לבצע את עבודתם בצורה בטוחה ויעילה יותר.

עבודה גופנית בחוץ

להלן חלק מהפתרונות המוזכרים בספרו של עזרה זוהר, שנועדו לאפשר לצלוח את תנאי החום:

עבודה גופנית יחד עם חום הסביבה מעיקים יותר על העובד ככל שהעבודה קשה יותר ועומס החום רב יותר. בעבודה גופנית באקלים חם יש לנקוט אמצעי הגנה מקיפים. אין מדובר כאן בירידת פריון העבודה בלבד, אלא גם בבריאותם של העובדים.

שעות העבודה - חשוב מאוד להתאים את שעות העבודה לאקלים. אנשים הגרים באזורים שבהם קיים עומס חום כבד בחלק משעות היממה צריכים להשתדל להימנע מלעבוד בשעות אלה.

יש לארגן את יום העבודה כך שרק שעה או שתיים משעות עומס החום הכבד יחפפו את שעות העבודה. בכל אזור צריכים מי

מיוחד המקרר אותו באמצעות הזעה. וכך, ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר, הגוף זקוק לרמת אידוי זעה גבוהה יותר. פעילויות רבות שאותן אנו מבצעים בחיי היום-יום, בעבודה ובספורט, גורמות לגוף מאמץ רב, אשר מוביל להשקעת אנרגיה רבה. הביטוי השכיח והמזיק פחות להשקעת אנרגיה רבה הוא תחושת תשישות.

(לעתים, מסיבות שונות, הזעה לבדה אינה מספיקה לקרר את הגוף ברמה מספקת, וחום הגוף ממשיך לעלות).

חשיפה לחום טומנת בחובה מגוון סכנות:

- במקרה הקל: תשישות, קשיי ריכוז, ביצועים נמוכים, תוקפנות. הללו עשויים להוביל לתאונות עבודה קלות.
- במקרה הקשה: התייבשות, עילפון, קריסת חום או מכת חום, אשר עשויים לגרום למוות. הללו עשויים להוביל לתאונות עבודה קשות.

נוסף על כך, חשיפה קבועה וממושכת לחום במקום העבודה ובכלל עשויה לגרום בטווח הארוך למחלות לב, לבעיות עור, לבעיית חילוף חומרים ולבעיות בריאות נוספות.

עומס חום מהו

את ההגדרה ל"עומס חום" ומהו "מדד חום" אפשר למצוא באתר של השירות המטאורולוגי. על פי האתר:

"עומס חום הוא מדד המבטא את מידת האי-הנוחות הנובעת מהשילוב בין טמפרטורת האוויר ללחות הנמצאת בו".

המדד, שנמצא בשימוש צה"ל ושאומץ ע"י השירות המטאורולוגי, נוסח ע"י פרופ' עזרה זוהר והוא מחושב כממוצע חשבוני של הטמפרטורה היבשה והטמפרטורה הלחה.

הטמפרטורה היבשה, או בשמה המלא טמפרטורת הגולה היבשה (dry bulb temperature), היא המינוח המקצועי למושג המקובל של טמפרטורת האוויר שבו אנו משתמשים בחיי היום יום (בתחזית, בחדשות וכד').

הטמפרטורה הלחה, או בשמה המלא טמפרטורת הגולה הלחה (wet bulb temperature) היא הטמפרטורה שאליה מתקרר האוויר באמצעות התאדות. בפועל נמדדת טמפרטורה זו בעזרת תרמומטר שבקצהו מולבש פתיל רטוב.

על פי ההגדרות החדשות של צה"ל קיימות שש קטגוריות של עומס חום, המוגדרות על פי הערכים המספריים הבאים:

פחות מ-22°C - ללא עומס חום

22°C-24°C - עומס חום קל

24°C-26°C - עומס חום מתון

26°C-28°C - עומס חום בינוני

28°C-30°C - עומס חום כבד

מ-30°C ומעלה - עומס חום כבד מאוד.

"מדד החום" הוא מדד דומה, המבטא את השילוב שבין הטמפרטורה היבשה והלחות בצורה של טמפרטורה "אפקטיבית", כלומר, הטמפרטורה היבשה בתנאי לחות נורמליים, שגורמת לאותה תחושת אי-נוחות משילוב הטמפרטורה והלחות הנוכחית. מכאן, שבימים חמים ולחים מאוד מדד החום ייתן ערכים גבוהים יותר מהטמפרטורה היבשה הנמדדת בפועל.

הקשר בין עומס חום לרמת ביצוע

מחקר שנעשה באוניברסיטת וופרטל (Wuppertal) בגרמניה

פתרונות נוספים למניעת עומסי חום

חיישן למניעת עומס חום בעבודה

חיישן אזעקת עומס חום שולח התרעה קולית לעובדים לפני שטמפרטורת גוף הליבה שלהם מגיעה לרמות מסוכנות. חיישן אזעקת עומס החום מאפשר לעובדים לזהות בזמן את הצורך של גופם בקירור באמצעות התרעה כאשר חום גופם עולה מעל ל-37.8°C.

כך, בעזרת פתרון פשוט, אפשר לשמור על בטיחות ועל בריאות העובדים ולאפשר רמת ביצועים גבוהה יותר בסביבת עבודה חמה.



כפפת חילוץ עודף חום

מערכת מהירה לקירור ליבת הגוף

השקעת מאמץ פיזי ניכר בעבודה לאורך זמן מובילה לתחושות של עייפות ותשישות. שמירה על טמפרטורת ליבת גוף אופטימלית משפרת את הביצועים הפיזיים והמנטליים בכך שהיא מאפשרת ליותר דם לזרום אל השרירים והמוח, ופחות לצורך ביצוע פעולות חיוניות, ובכך לשפר את התפקוד הגופני והיכולת המנטלית שנפגמים כאשר יותר דם מוזרם אל העור כדי לקרר את הגוף.

כדי לאפשר לעובדים לשוב לעבודתם בזמן קצר ולמקסם את יעילותם, פותח מכשיר המתחבר ליד בתצורת כפפה ומיועד לחלץ מהגוף חום עודף במהירות.

המכשיר מנצל כלי דם מיוחדים הקיימים בכפות הידיים ומכונים "הרדיאטור של הגוף", אשר נועדו להחלפה תרמית, ובאמצעות שילוב של ואקום קל וטמפרטורה אופטימלית משפרים את החלפת החום ומובילים לקירור מהיר של הגוף.

המכשיר נמצא בשימוש בענפי הספורט המקצועי העולמי, כולל קבוצות כדורגל וכדורסל מובילות בעולם; בשימושם של שירותי הכבאות והביטחון ברחבי העולם ובגופי תעשייה שבהם חשופים העובדים לעומס חום.

ביגוד קירור למניעת עומס חום

החל משנות ה-80 המוקדמות של המאה שעברה החלו לפתח פתרונות ומוצרים במטרה לסייע לגוף האדם להתמודד עם אתגרי עומס חום שונים. פתרונות אלו מיוצרים כיום בשלוש טכנולוגיות עיקריות: אידוי, שינוי מצב צבירה וסירקולציה. לכל טכנולוגיה יתרונות וחסרונות, ואין שיטה אחת המספקת פתרון אולטימטיבי לכל תרחיש ולכל אפליקציה.

שעובדים עבודה גופנית בחוץ, או הממונים עליה, לברר לעצמם מה עומס החום הממוצע בשעות השונות בכל חודש ולהשתדל לתכנן את יום העבודה בהתאם לכך.

מבחינת שעות העבודה הנוחות, שונים התנאים באזורים חמים שונים. יש אזורים שכדאי לעשות בהם הפסקת צהריים ארוכה ולחזור לעבודה לפנות ערב. באזורים אחרים, שהחום מתמשך בהם עד הערב, כדאי שיום העבודה ירוכז בשעות שלפני הצהריים. בכל האזורים החמים, ללא יוצא מן הכלל, כדאי להתחיל את יום העבודה בחוץ עם אור ראשון. כך מרוויחים תמיד כמה שעות קרירות.

הקפדה על מנוחה - עבודה גופנית בחוץ מחייבת מנוחה בכל מזג אוויר בהתאם לעוצמת המאמץ. ככל שגדל המאמץ, יש להגדיל את תכיפותן ואת משכן של המנוחות. הוא הדין לגבי עומס החום: ככל שזה גדול יותר, יש צורך בהפסקות תכופות וממושכות יותר. במקרים שמאמץ גופני גדול מלווה בעומס חום רב, יש ליטול הפסקות לעתים תכופות מאוד.

מקום המנוחה - באקלים חם יש לעשות כל מאמץ שהעובד ינוח בהפסקות העבודה במקום מוצל. יש לארגן את עבודתם של אנשים העובדים בקרבת סככה או עצים, כך שמנוחתם תהיה בצל. במקומות שאין בהם צל, או בעבודות שאנשים משנים בהן את מקומם, רצוי לפרוש סדין ולחזקו בשני מוטות כדי לנוח בצל. מטרת המנוחה היא להוריד את חום הגוף ולהחליף כוח. מטרה זו תושג ביתר הצלחה בצל מאשר תוך כדי היחשפות לשמש. לאנשים העובדים בחום רב במקום קבוע, לדוגמה עובדי נמל באילת או עובדי בית חרושת שהעבודה בו נעשית בחוץ, רצוי להכין חדר ממוזג למנוחות ולאכילה. חום גופו של אדם הנח בחדר ממוזג יחזור להיות תקין במהירות רבה ויאפשר לו לחזור לעבודתו במצב טוב.

מה אומר המחקר

פקודת הבטיחות בעבודה [נוסח חדש], תש"ל-1970 מתייחסת באופן כללי מאוד לעקת הסביבה, לעובדים בתוך מבנים ולמידת החום הרצויה. בסעיף 30 לפקודה נאמר:

"מידת חום. אמצעים יעילים יינקטו כדי להשיג ולקיים מידת חום סבירה בכל חדר עבודה, אך אין להשתמש בשיטה הגורמת לפליטת אדים לתוך האוויר בחדר, שיש בהם לפי מהותם וכמותם לגרום פגיעה לעובדים בחדר או להטרידם". התייחסות כללית אחרת לטמפרטורה גבוהה יש בתהליכי עבודה מסוימים. לדוגמה: "סימן ז': מכבסות. 170. ויסות חום וסילוק קיטור. במכבסה ינקטו אמצעים יעילים, על ידי מאוורר או באופן אחר, לווסת את מידת החום בכל חדר גיהוץ ולסלק את הקיטור בכל חדר כביסה".

גם אם אין התייחסות לטמפרטורת סביבת העבודה, מחויב המעסיק לספק לעובדיו הגנה. המעסיק חייב לספק לעובד ציוד מגן אישי, והעובד מחויב להשתמש בו כאשר הוא עובד בעבודות או בתהליכים מסוכנים [ראו תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997], לדוגמה: הגנה על העור נדרשת בעבודה שבה נחשפים לקרני השמש. במקרה זה, מחויב העובד להשתמש ב"משחות מגן לעור, למיניהן". או בעבודה בתנאי חום או קור קיצוניים נדרש שימוש בביגוד להגנה מפני תנאי הסביבה.

ביגוד קירור בטכנולוגיית אידוי

גוף האדם מייצר זעה על מנת לקרר את עצמו. כאשר הזעה מתאדה, היא יוצרת קירור ושומרת על טמפרטורת גוף נורמלית. ביגוד בטכנולוגיית אידוי פועל באופן דומה, ולכן מהווה פתרון איכותי וטוב. בשיטה זאת יש להרטיב את האפוד במים. האפוד אוגר את המים (כמות המים שהאפוד יכול לאגור תלויה בטכנולוגיה) ויוצר קירור בטכנולוגיית אידוי. בשיטה זאת המוצר מוכן וזמין בתוך כדקה לפעילות ובכל רגע נתון אפשר להרטיבו במים ולחדשו שוב. המוצרים בטכנולוגיית אידוי קלי משקל ונוחים מאוד. זמן השימוש בהם נע בין חמש שעות לכמה ימים, תלוי בטכנולוגיית האידי, בתנאי מזג האוויר ובמשתמש עצמו.



במי קרח (בטכנולוגיות מסוימות גם בטמפרטורת החדר). כאשר יש צורך להשתמש במוצר, מוציאים את שקיות שינוי מצב הצבירה, מכניסים אותן לתוך כיסי האפוד והמוצר מוכן לעבודה. בשונה מהטכנולוגיות הישנות (קרח / הידרוג'ל), אשר עלולות להוביל לקירור עודף ומסוכן, חבילות שינוי מצב צבירה שומרות לרוב על טמפרטורות גבוהות הרבה יותר, ולכן מספקות פתרון טוב ובטוח יותר. המוצרים מספקים פתרון אפקטיבי של בין 40 דקות לשלוש שעות עבודה בכל מזג אוויר, בתלות בטכנולוגיית שינוי מצב הצבירה, בתנאי מזג האוויר ובמשתמש עצמו. להמשך שימוש ניתן להוציא את הטבליות, לקרר אותן ולחזור לפעילות, או לחילופין להחזיק סט טבליות נוסף.

ביגוד קירור בטכנולוגיית סירקולציה

טכנולוגיה זו פועלת על סירקולציה של נוזל מקורר. המערכת כוללת יחידת קירור חיצונית, משאבה לביצוע סירקולציה של הנוזל, סוללה, צינורית ואפוד (שלעתים כולל גם כובע). ליחידת הקירור מכניסים קרח ומים, שאותם מזרימים בעזרת משאבה לצינוריות שבאפוד.

המים הקרים מקררים את הגוף. אפודים אלה מביאים להפחתת טמפרטורת הליבה של הגוף ומספקים רמה קבועה של קירור, בטמפרטורה אידיאלית. ניתן לקבל את יחידת הקירור בתיק גב, המאפשר פעילות שטח וניידות, או בקופסה המונחת באזור העבודה ומחוברת לצינור באורך של כמה מטרים, למשתמש בודד או לכמה משתמשים. המכשיר מספק זמן שימוש של בין 40 דקות לכמה שעות, תלוי בסוג המכל ובמספר המשתמשים. לצורך המשך שימוש נדרשת הוספת קרח ומים.

אביזרים נלווים

קיימים פתרונות נוספים לצורך קירור הראש, הידיים והרגליים, כדוגמת התמונות (לצד מוצרים נוספים).



החשיבות של קירור אזור הראש היא בכך שבאזור זה ממוקמים קולטני קור רבים. מרבית קולטני הקור הפרושים על פני הגוף ממוקמים באזור החזה והראש. הראש נחשב האזור השני בחשיבותו לקירור. ואולם, בתנאי חום קיצוני קירור הראש ללא קירור הגוף אינו מספיק, כך שיש חשיבות לקירור אזור החזה והראש יחדיו. ■



מעבדות Materials Science & Technology - EMPA בחנו את ביגוד האידי של חברת PERFORMANCE במסגרת מחקר הערכה לשימוש בביגוד קירור תחת ביגוד הכבאים. הבדיקה נעשתה באמצעות מכשיר THERMO-MAN. התוצאות מציגות בבירור את ההשפעה המשמעותית והישירה של ביגוד הקירור.



אזורים של כאב וכוויות לאחר 120 שניות:

- ללא = □
- כאב = ■
- כוויות מדרגה 1 = ■
- כוויות מדרגה 2 = ■
- כוויות מדרגה 3 = ■

A תרשים מדמה בדיקה במערכת בדיקה מדגם THERMO-MAN, ללא ביגוד קירור E-COOLINE.

B תרשים מדמה בדיקה במערכת בדיקה מדגם THERMO-MAN, כולל ביגוד קירור E-COOLINE.

THERMO-MAN הינו אחד המכשירים המתקדמים והמקובלים בעולם לבדיקת פגיעות מכוויות חום. המכשיר מדמה אדם ומאפשר לקבל תוצאות של הדמיית פגיעות מכוויות חום, מתחת לביגוד המגן האישי.

ביגוד קירור בטכנולוגיית שינוי מצב צבירה

בטכנולוגיה זו נעשה שימוש בחומר המגיב בטבליות בתצורת ג'ל או נוזל. באמצעות קירור החומר הוא מתקשה והופך לפעיל ויעיל. לאחר כמה שעות פעילות, שבהן החומר שואב את החום הסביבתי, הוא חוזר למצב צבירה התחלתי (ג'ל או נוזל), ולאחר זמן מסוים מאבד את יעילותו ודורש הטענה מחדש לצורך שימוש חוזר. בתצורה זאת ישנם שני אלמנטים נפרדים, המרכיבים את השלם: האפוד, שכולל בתוכו כיסים פנימיים ושקיות עם חומר שינוי מצב צבירה, שמתאימות בגודלן לכיסים אלו. את שקיות שינוי מצב הצבירה ניתן לטעון במקרר, במקפיא, או