

# **Assessing heat stress and eliminating heat related injuries - from forecast to practice**

**Prof. Yoram Epstein**

**Heller Institute of Medical Research, Sheba Medical Center,  
Tel Hashomer; Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv  
University, Israel**

## Case #1

- An 18 yrs old male
- US citizen (N.Y.), four days in Israel
- Trekking in the Judea desert mountains
- Died from heat stroke

## Case #2

### ***Death, Havoc and Heat Mar Chicago Race***

CHICAGO, Oct. 7 — As temperatures soared into the upper 80s, hundreds of runners in the Chicago marathon fell ill and at least one died on Sunday, prompting officials here to halt the annual race for the first time in its 30-year history.

**The New York Times** Oct,8 2007

# Heat Shuts Down Chicago Marathon, Leaves One Runner Dead, Scores Hospitalized

Published October 08, 2007 [Associated Press](#)

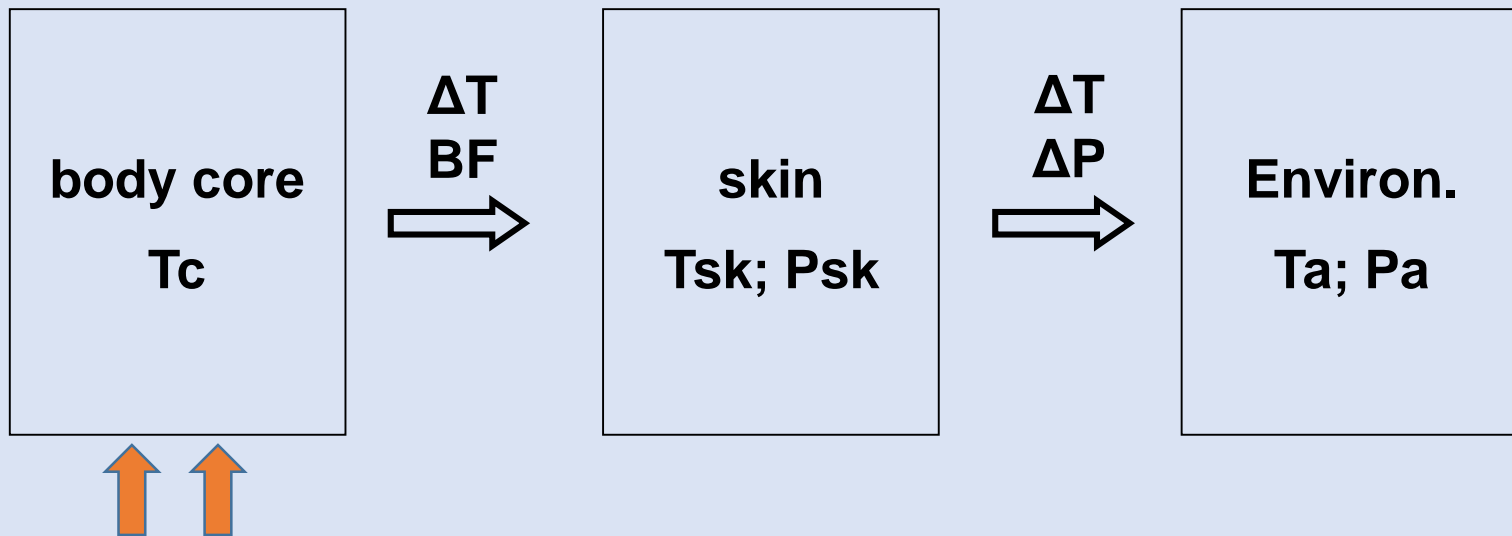
CHICAGO – In scorching heat and high humidity, the Chicago Marathon took a deadly turn Sunday...

One runner died, at least 49 were hospitalized and thousands were denied the chance to cross the finish line in the race long known for its brisk fall temperatures and flat terrain...

"The 88-degree heat and sweltering humidity were so draining that organizers shut down the second half of the course 3 1/2 hours after the start.

About 10,000 of the 45,000 registered runners chose to not race in the heat despite more mist stations, cooling buses and water-soaked sponges, while another 10,934 started but didn't finish, officials said.

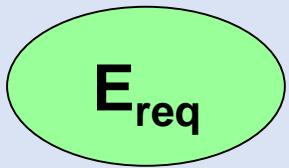
## The path of heat flow in the body



- Environment
- Metabolic rate

# The six “agents” affecting heat balance

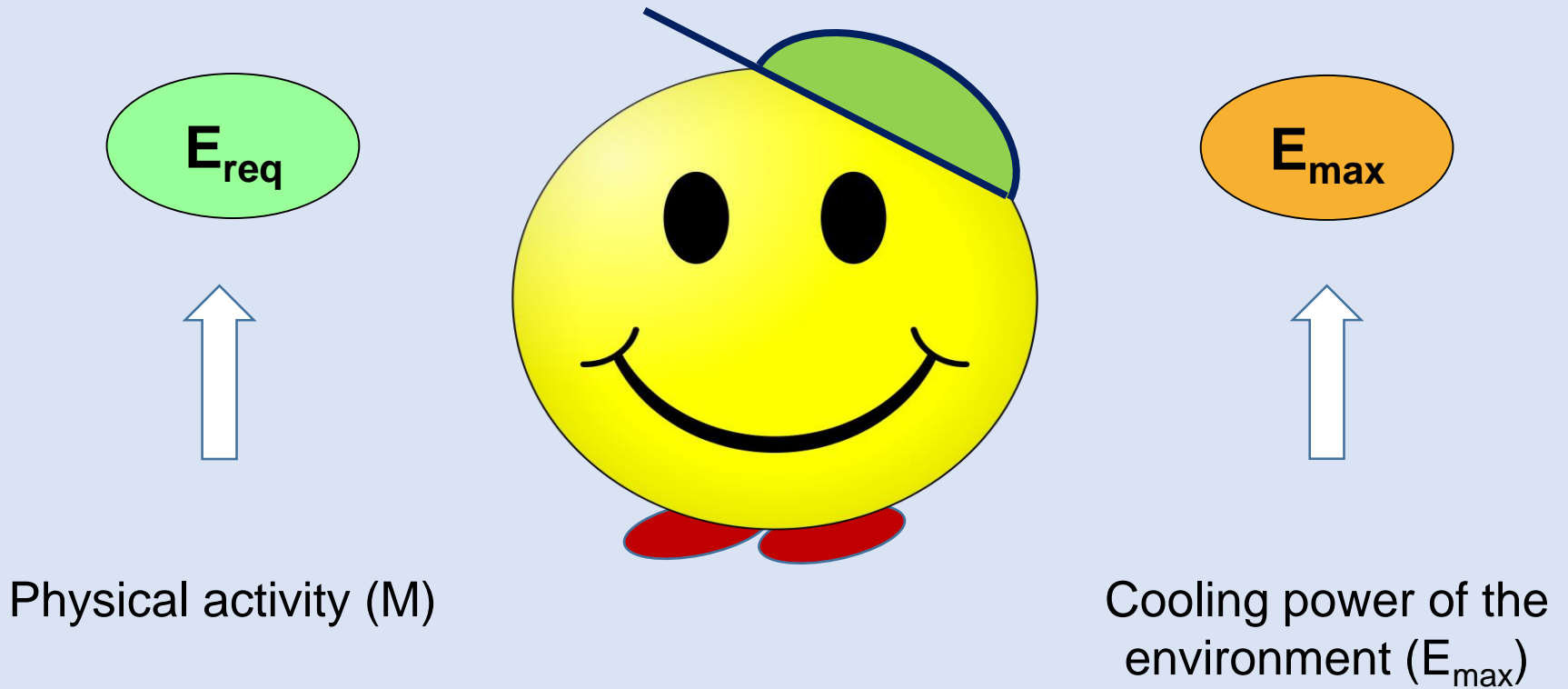
- Environmental factors
  - Ambient air temperature ( $T_a$ ; ADBT)
  - Radiant temperature ( $T_g$ ; MRT)
  - Humidity (rh; VP;  $T_w$ )
  - Wind speed
- Behavioral factors
  - Metabolic rate (physical activity) (M)
  - Clothing properties (clo;  $i_m$ )



The amount of heat that has to be dissipated by evaporation of sweat



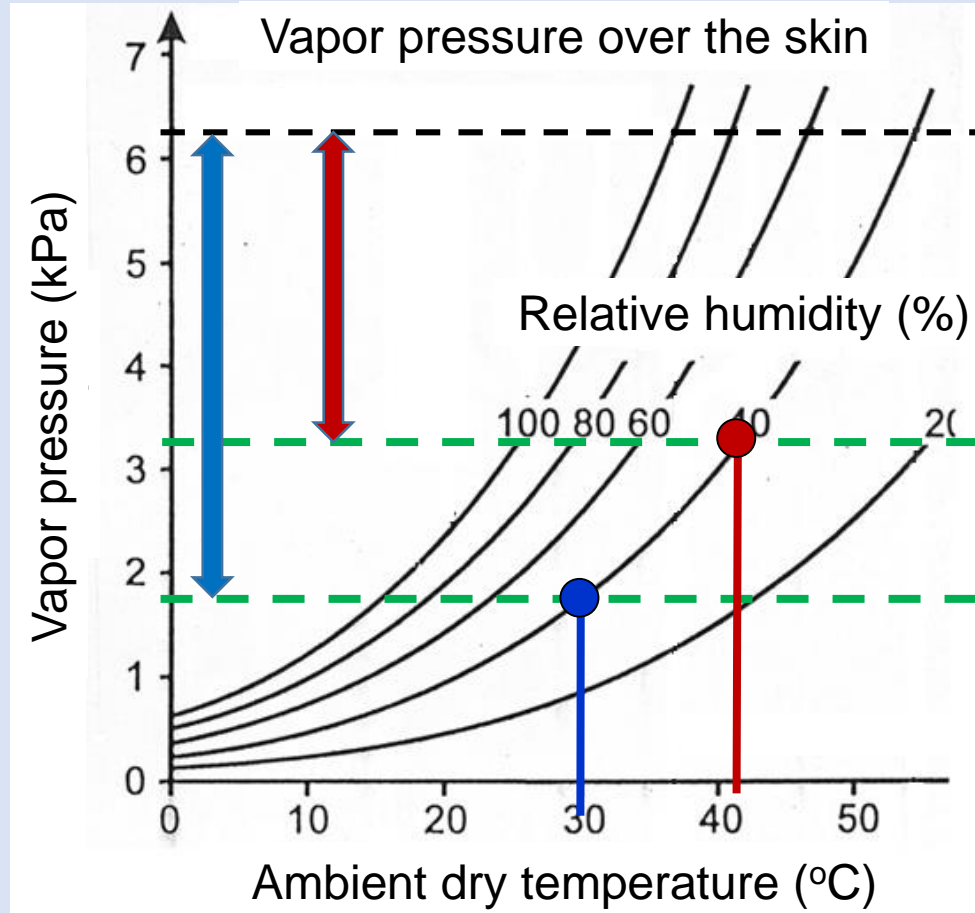
The maximal amount of heat that can be dissipated by evaporation of sweat



$T_c$  is proportional to the amount of heat stored in the body,  
which is the balance between  $E_{\text{req}}$  and  $E_{\text{max}}$



# The cooling power of the environment ( $E_{max}$ )



# Heat Shuts Down Chicago Marathon, Leaves One Runner Dead, Scores Hospitalized

Published October 08, 2007 [Associated Press](#)

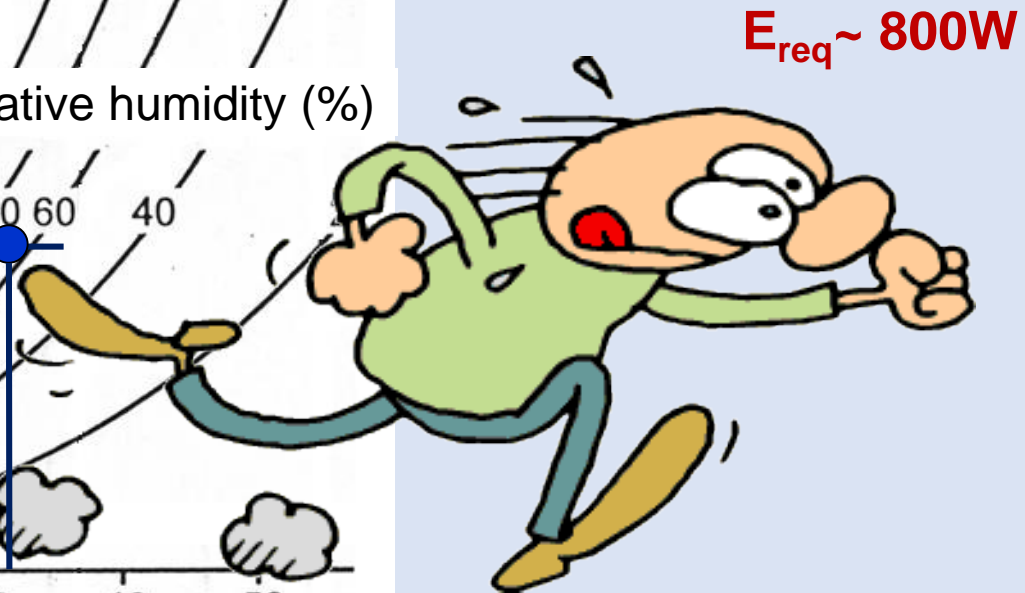
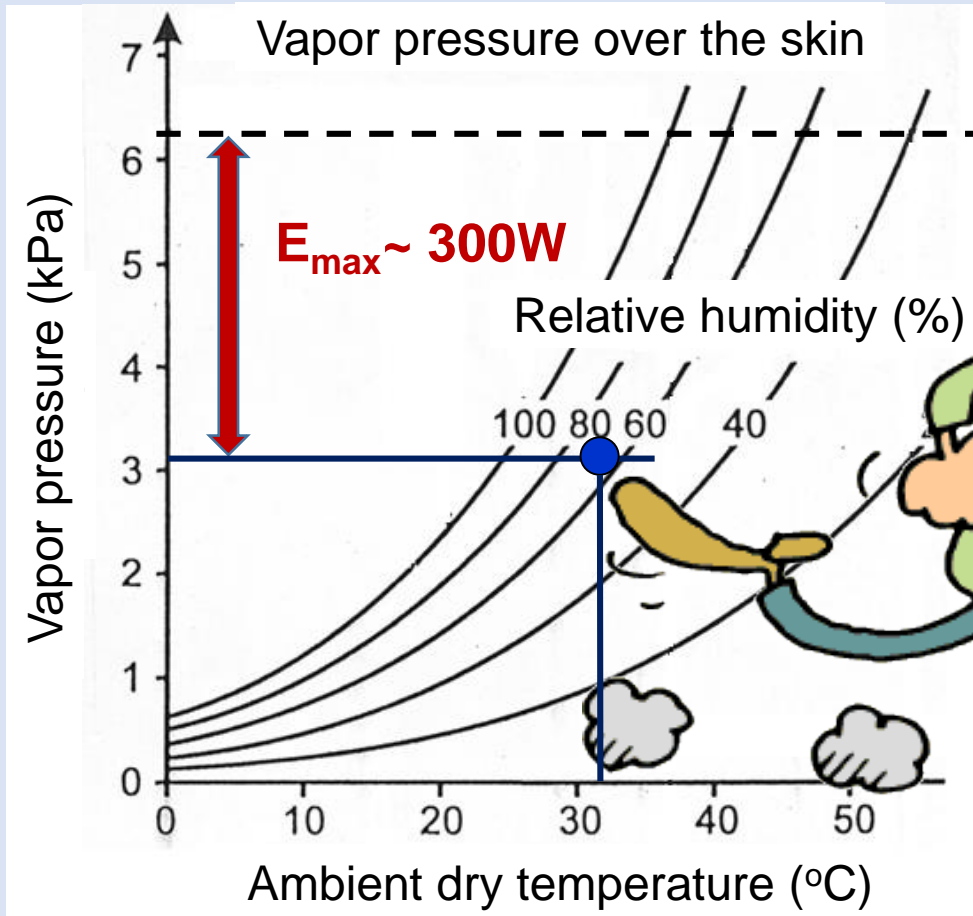
CHICAGO – **In scorching heat and high humidity**, the Chicago Marathon took a deadly turn Sunday...

**One runner died, at least 49 were hospitalized and thousands were denied the chance to cross the finish line** in the race long known for its brisk fall temperatures and flat terrain...

"The 88-degree heat and sweltering humidity were so draining that organizers shut down the second half of the course 3 1/2 hours after the start.

**About 10,000 of the 45,000 registered runners chose to not race** in the heat despite more mist stations, cooling buses and water-soaked sponges, while **another 10,934 started but didn't finish**, officials said.

# The cooling power of the environment ( $E_{max}$ ) – the Chicago marathon 2007



How to transfer this complicated information  
in a simple way to the target population?

**KISS**



# Target population



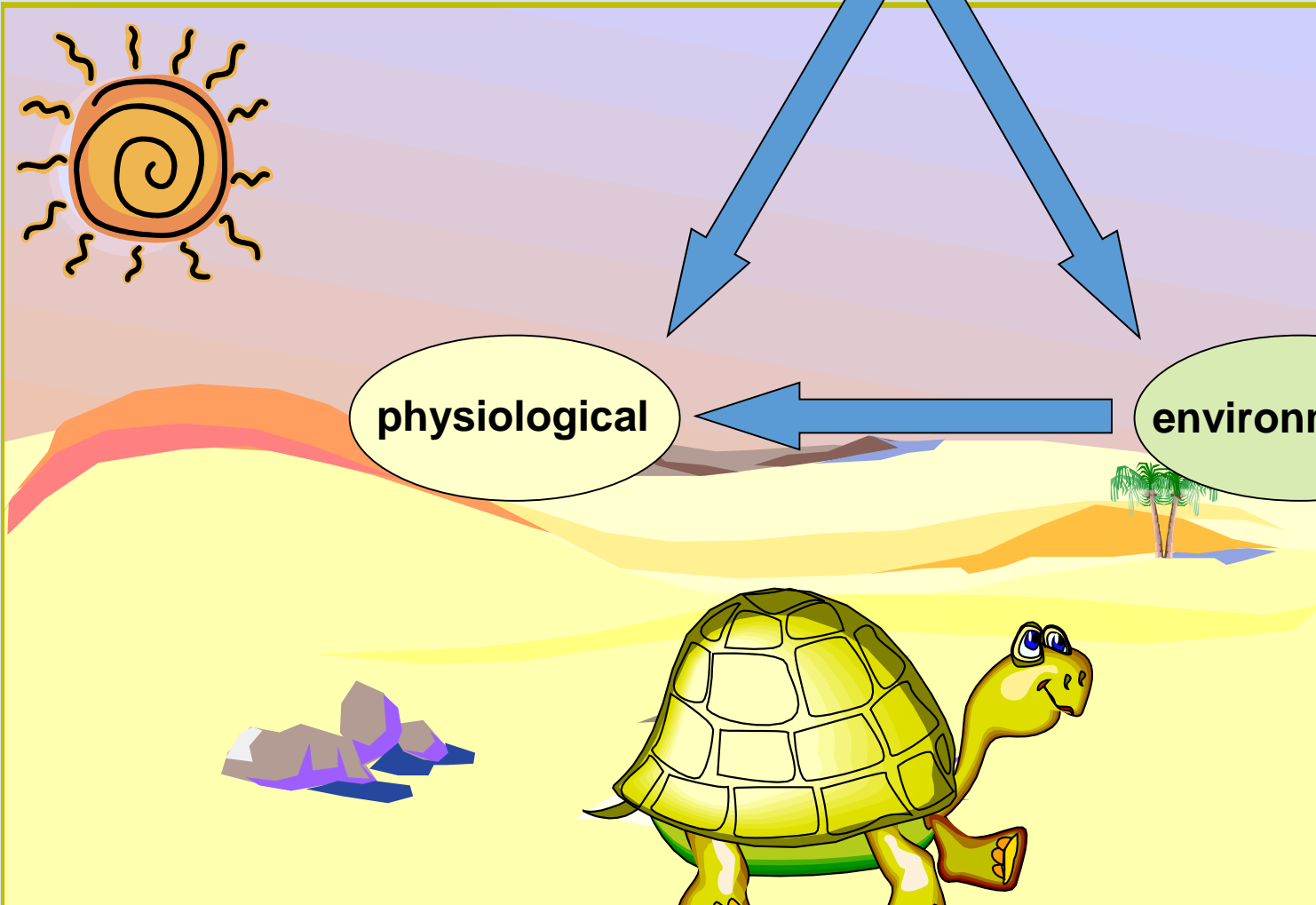
- Educational system
- Military
- athletes
- Hikers
- workers



**indices**

**physiological**

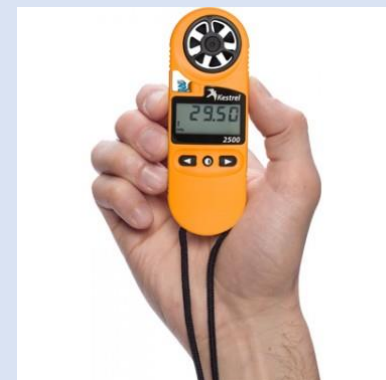
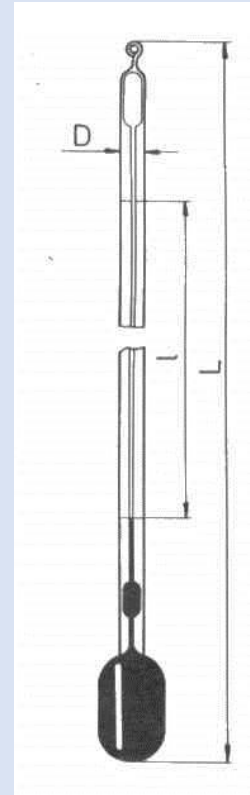
**environmental**



- **“rational indices”** – based on calculations of the heat balance equation
- **“empirical indices”** – fitting mathematical models to data from the responses of human subjects
- **“direct indices”** – based on direct measurements of environmental variables

Since 1905 over 100 indices

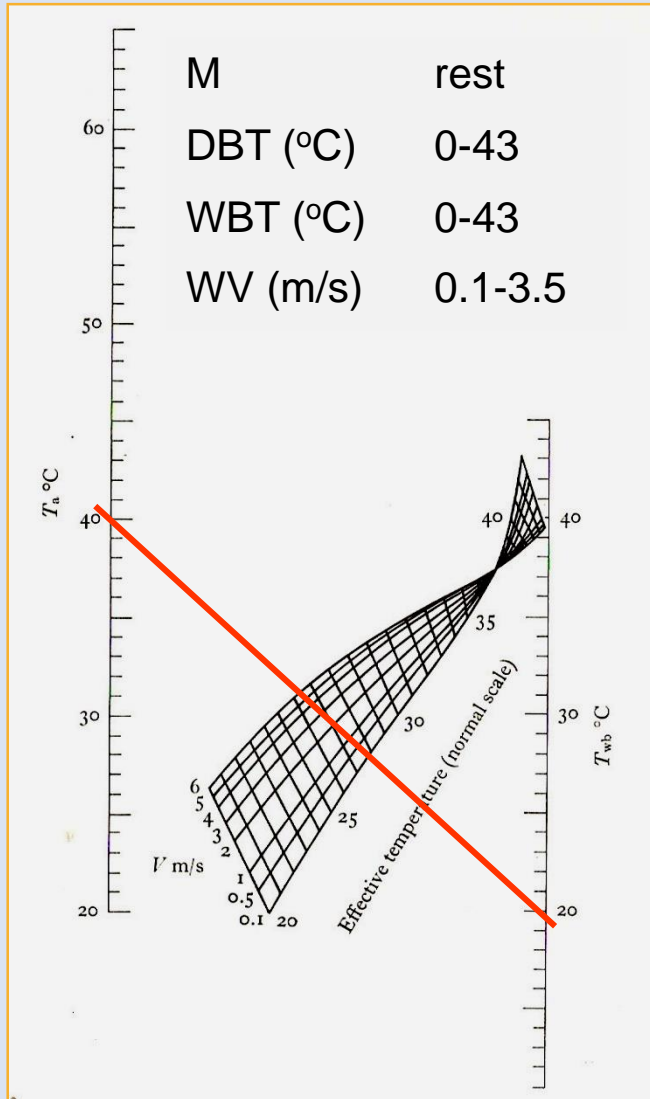






# Effective Temperature (ET)

Based on thermal sensation experienced upon entering a given environment



# Effective Temperature (ET)

- Radiation was accounted by substituting  $T_a$  with  $T_g$  (CET)
- Several corrections (Gage et al 1971, 1972)

# Apparent temperature (AT)

the human-perceived equivalent temperature

It feels like ...

# Apparent temperature (AT)

click here for (F°)		RELATIVE HUMIDITY (%)												
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
T E M P E R A T U R E  (C°)	27	27	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	31
	28	28	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	35
	29	29	29	29	30	31	32	32	33	34	36	37	38	39
	30	30	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	44
	31	31	32	33	34	35	37	38	39	41	43	45	47	49
	32	33	33	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53	56
	33	34	36	37	38	41	42	44	47	49	52	55	58	
	34	36	38	39	41	43	46	48	51	54	57			
	36	38	40	42	44	47	49	52	56					
	37	41	43	45	47	51	53	57						
	38	43	46	48	51	54								
	39	46	48	51	54									
	40	48	51	55										
	41	51	54											
42	54													
43	58													

Caution	Extreme Caution	Danger	Extreme Danger
Fatigue possible	Sunstroke, muscle cramps, and/or heat exhaustion possible	Sunstroke, muscle cramps, and/or heat exhaustion likely	Heat stroke or sunstroke likely

# Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

A simple substitute of “Equivalent effective temperature corrected for radiation” (ETR)

$$\text{WBGT} = 0.7T_w + 0.2T_g + 0.1T_a \quad (\text{outdoor})$$

$$\text{WBGT} = 0.7T_w + 0.3T_a \quad (\text{indoor})$$

Yaglou & Minard, 1957

ISO 7243

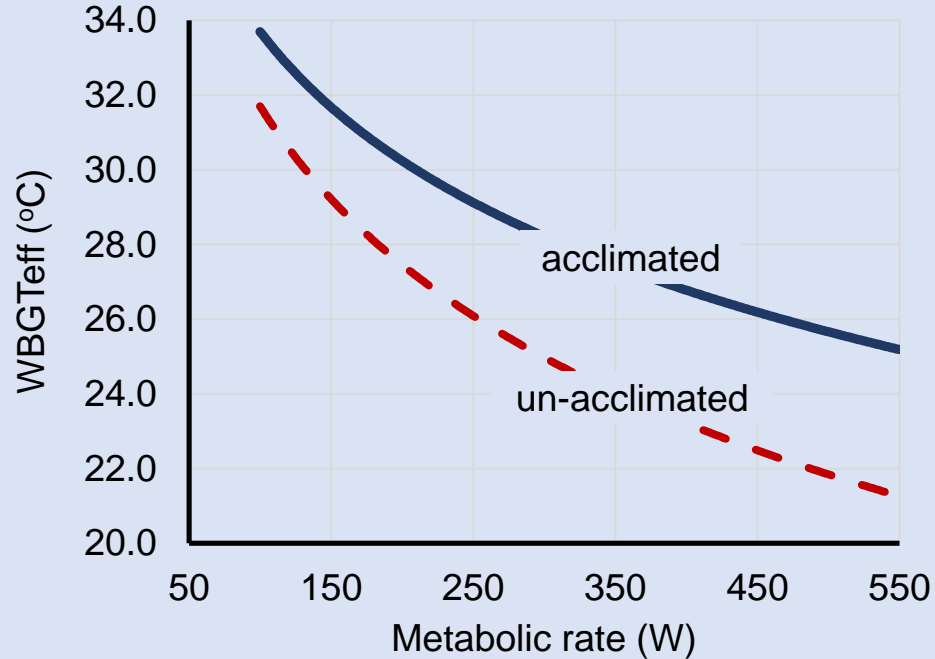
# Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) chart

		Temperature in Degrees Celsius															
		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
Relative Humidity (%)	0	14.8	16.1	18.0	18.6	19.8	21.1	22.3	23.5	24.7	25.8	27.0	28.1	29.3	30.3	31.4	32.5
	5	15.3	16.7	18.7	19.4	20.7	22.0	23.3	24.6	25.9	27.2	28.4	29.6	30.9	32.2	33.4	34.6
	10	16.0	17.4	19.4	20.2	21.6	23.0	24.3	25.7	27.1	28.4	29.7	31.1	32.4	33.8	35.1	36.4
	15	16.5	18.0	20.1	20.9	22.4	23.8	25.2	26.7	28.1	29.6	31.0	32.4	33.8	35.2	36.7	38.1
	20	17.1	18.7	20.8	21.6	23.1	24.6	26.2	27.7	29.2	30.6	32.1	33.6	35.1	36.6	38.2	39.7
	25	17.6	19.3	21.4	22.3	24.0	25.5	27.0	28.6	30.1	31.7	33.2	34.8	36.3	37.9	39.5	
	30	18.2	19.8	22.0	23.0	24.6	26.2	27.8	29.4	31.0	32.7	34.2	35.9	37.4	39.1		
	35	18.7	20.3	22.6	23.6	25.3	26.9	28.6	30.2	31.9	33.5	35.2	36.8	38.5			
	40	19.3	20.9	23.2	24.3	26.0	27.6	29.4	31.0	32.7	34.4	36.1	37.8	39.5			
	45	19.7	21.5	23.8	24.9	26.6	28.3	30.1	31.8	33.5	35.2	37.0	38.7				
	50	20.2	22.0	24.3	25.5	27.3	29.0	30.8	32.5	34.3	36.1	37.9	39.6				
	55	20.7	22.4	24.8	26.0	27.8	29.6	31.4	33.3	35.0	36.8	38.6					
	60	21.1	22.9	25.4	26.6	28.4	30.2	32.1	34.0	35.7	37.5	39.4					
	65	21.6	23.2	25.9	27.1	29.0	30.9	32.7	34.5	36.4	38.2						
	70	22.1	23.9	26.4	27.6	29.4	31.4	33.3	35.1	37.0	38.9						
	75	22.5	24.4	26.9	28.2	30.1	32.0	33.8	35.8	37.7	39.5						
	80	22.9	24.8	27.4	28.7	30.6	32.5	34.4	36.3	38.2							
	85	23.3	25.2	27.8	29.2	31.1	33.0	35.0	36.9	38.9							
	90	23.7	25.7	28.3	29.6	31.6	33.5	35.5	37.5	39.5							
	95	24.2	26.1	28.7	30.1	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0							
100	24.5	26.5	29.1	30.5	32.5	34.5	36.5	38.5									

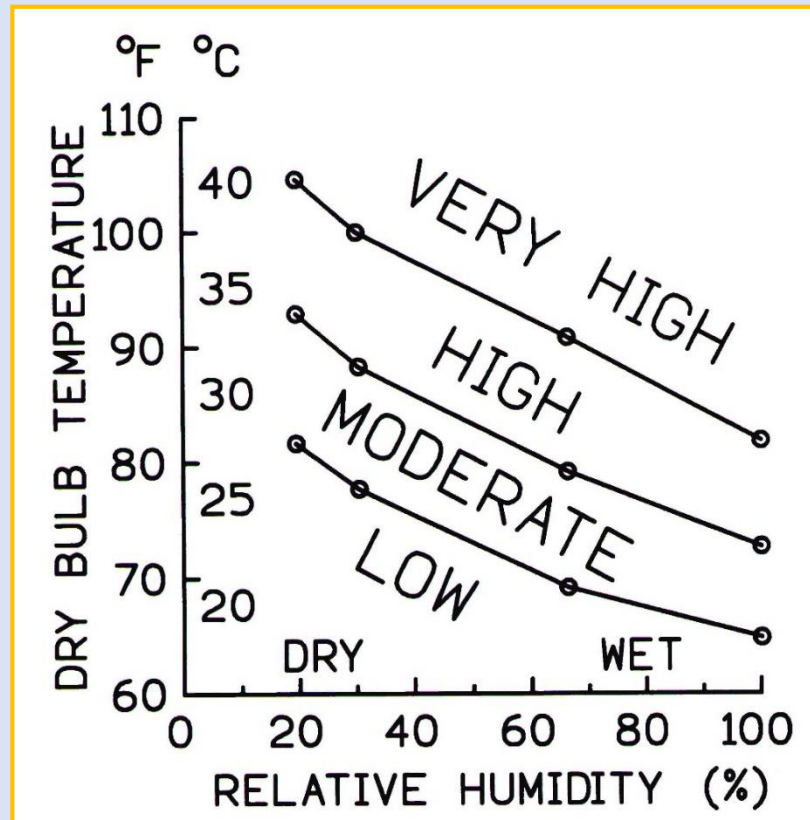
NOTE: This chart is calculated using temperature and humidity, assuming a very clear sky (maximal solar load), and atmospheric pressure of 1ATA (760 mmHg). Chart A was developed by Professor Yoram Epstein to be used in Arief's Checklist for hikers in Israel.

# Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

## metabolic rate and acclimatization



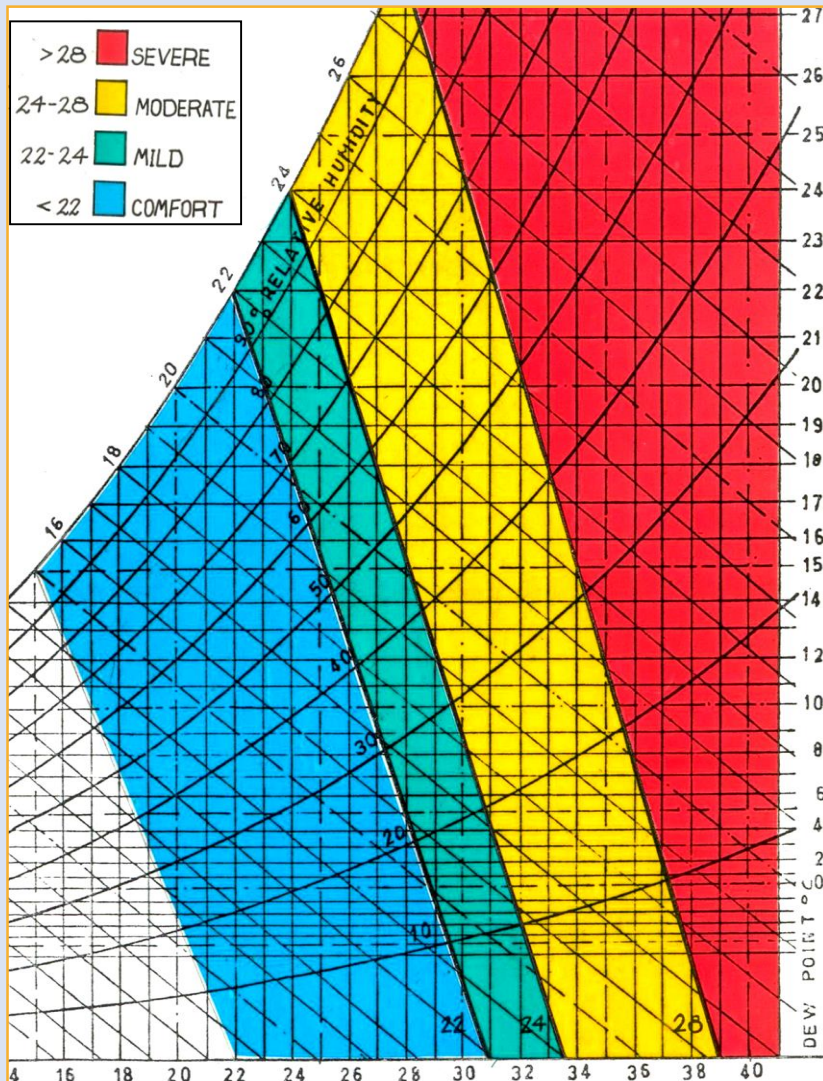
# The level of risk for heat injuries during long runs





Heat stress category (WBGT)	Moderate work		Hard work	
	Work/rest (min)	Water intake (ml/h)	Work/rest (min)	Water intake (ml/h)
White (<25°C)	60/15	300	40/20	500
Green (25- 27.7°C)	60/15	750	40/20	1000
Yellow (27.8-29.4°C)	40/20	1000	30/30	1000
Red (29.5-31.6°C)	30/30	1000	Exercise is forbidden Very high risk for heat casualties	
Black (>31.7°C)				

# Discomfort Index (DI)



$$DI = 0.5(T_a + T_w)$$

DI	Heat stress
<22	no
22-24	mild
24-28	moderate
28-30	heavy
>30	extreme

# ביצוע מאמצים גופניים, זמני עבודה ומנוחה ושתייה בהתאם לעומס החום

פעילות נייחת	מאמץ קל	מאמץ בינוני	מאמץ קשה
<ul style="list-style-type: none"> <li>פעילות תיאורטית בכיתה</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מטווחים נייחים</li> <li>הליכה עם אפוד ונשק למרחק 500 מ' ולא יותר מ- 2000 מ' ליום</li> <li>תרגול טכני (פרוק והרכבת נשק קל, קשר, ע"ר וכד')</li> <li>אימוני רק"מ</li> <li>נסיעה ברכב מאוורר כמו האמר סיור</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מסע רגיל (עד 6 קמ"ש במישור עם אפוד, נשק ואגמ"ק) עד 30 ק"מ משוקלל</li> <li>ניוטים</li> <li>מטווחים בתנועה</li> <li>אימוני כח</li> <li>ריצה בקצב קל<sup>1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מסע רגיל מעל 30 ק"מ משוקלל</li> <li>מסע פקליים (למעט אגמ"ק)</li> <li>מסע רגיל בתוואי שטח קשים</li> <li>מסע מזורז (מעל 6 קמ"ש)</li> <li>מסע אלונקות</li> <li>קרב מגע מתקדם</li> <li>ריצות<sup>2</sup></li> </ul>

עומס חום		פעילות נייחת		מאמץ קל		מאמץ בינוני		מאמץ קשה	
הגדרה	ערך (יא"נ)	שתייה (מ"ל/שעה)	עבודה/מנוחה (דק')	שתייה (מ"ל/שעה)	עבודה/מנוחה (דק')	שתייה (מ"ל/שעה)	עבודה/מנוחה (דק')	שתייה (מ"ל/שעה)	עבודה/מנוחה (דק')
ללא (0)	≤22.0	50	ללא הגבלה	250	15/60	500	15/60	750	15/60
קל (1)	22.1-24.0	100		500	15/60	750	15/60	1000	15/60
מתון (2)	24.1-26.0	100		750	15/60	1000	15/60	1250	15/60
בינוני (3)	26.1-28.0	100		750	15/60	1000	15/60	1250	15/60
כבד (4)	28.1-30.0	200		750	15/45	בעומס חום כבד וקיצוני אין לבצע מאמץ גופני בדרגה בינונית ומעלה			
קיצוני (5)	>30.0	200	15/45	1000	בעומס חום כבד וקיצוני אין לבצע מאמץ גופני בדרגה בינונית ומעלה				

**כללי**

- הפעילויות המצוינות לעיל הן **דוגמא** לדרגות מאמץ
- הטבלה וההנחיות הן תמצית הורא"ב כרך א', הוראה 5.3 והוראות קחצ"ר מס' 1, 2 ו-4 ואינן באות להחליפן
- אימון בבגדי מגן יבוצע ע"פ המפורט בהוראת בטיחות הה"ן 9.1: אימון עם מיגון אב"כ.

**שתייה ומנוחה**

- יש לוודא צריכה מינימלית של 2 ליטר נוזלים לחייל ביממה
- בעומס חום 0 בתקופת החורף, ניתן לבצע מחזורי 10/60 דק'
- בפעילות המבוצעת בלילה או ביום מעונן יש להפחית 250 מ"ל לשעה מהכמות שבטבלה
- בכל מקרה אין לשתות פחות מ- 50 מ"ל ויותר מ- 1500 מ"ל בשעה. הערכים מתייחסים לחייל השוקל 70 ק"ג. יש להוסיף/להפחית 10% לערך בטבלה לכל 10 ק"ג משקל גוף

**עומס החום**

- דרגות עומס החום הן בתנאי הסביבה החיצונית
- פעילות בתוך מבנה תבצע בהתאם לעומס החום הנמדד בתוך המבנה
- עד עומס חום של 28.0 יא"נ ניתן לבצע אחת ליום אימון רצוף של 120 דק', למעט מאמץ עצים ואחריו תינתן מנוחה של 30 דק' לפחות
- בעומס חום כבד, הפסקת צהרים תארך שעותיים לפחות ותחל לא יאוחר מהשעה 12:00

**מאמץ עצים**

- הוראות משלימות בהוראת קחצ"ר מס' 4
- לא יבוצע בעומס חום שמעל ל- 26.0 יא"נ
- בעומס חום מתון יבוצע באישור סא"ל בעל סמכות פיקודית על המסגרת בהתייעצות עם קצין אימון גופני ורופא
- החזר נוזלים בכפוף למפורט במאמץ קשה

**אוכלוסיות מיוחדות**

- עומס חום יוגדר ככבד מעל 26.0 יא"נ עבור: מלש"בים, טירונים, חיילים עד חודשיים בשרות, גדני"ע, קד"צ ומילואים
- עבור **מיונים פיזיים** יש לנהוג עפ"י הוראת קחצ"ר לביצוע מיונים פיזיים ולכתובת תיק מיון

**ריצות**

1. תקבע בהתאם לרמת הכושר של המסגרת המתאמנת ובהתאם להנחיות המקצועיות של קצין הכושר הקרבי ביחידה/בזרוע (ע"פ הוראת קחצ"ר מס' 1)
2. ריצות- מעבר לריצה בקצב קל או שאורכן עולה על 5 ק"מ ושאין מוגדרות כמאמץ עצים



מפקדת קצין הרפואה הראשי  
המכון לחקר רפואת הלוחם (פיזיולוגיה צבאית)  
ומרכז הכושר הקרבי, זרוע היבשה

נכתב ע"י סא"ל פרופ' יובל חלד, רס"ן ד"ר רן ינבין, סרן איתי קטקו,  
סכליו תשע"ה סא"ל נורית שרביט ופרופ' יורם אפשטיין

**What to do?**



Plan an activity

Adhere to weather  
forecast

Change plans  
accordingly

Follow regulations  
about activity level  
and hydration

Notify emergency  
services

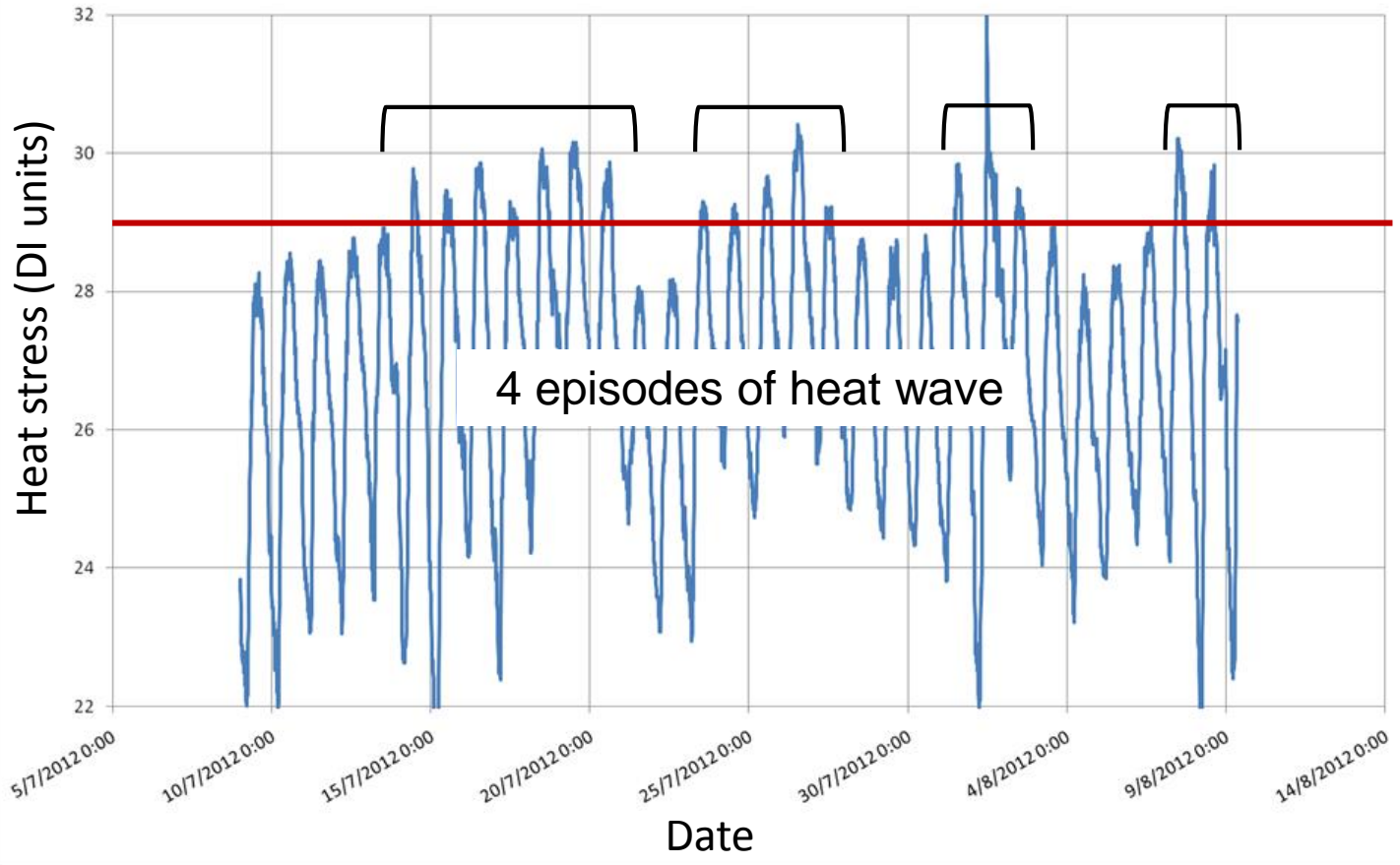
Measure heat load  
in real time

Change activity  
accordingly

In the case of mass athletic event a medical tent should be opened with facilities to treat (cool down) HS casualties

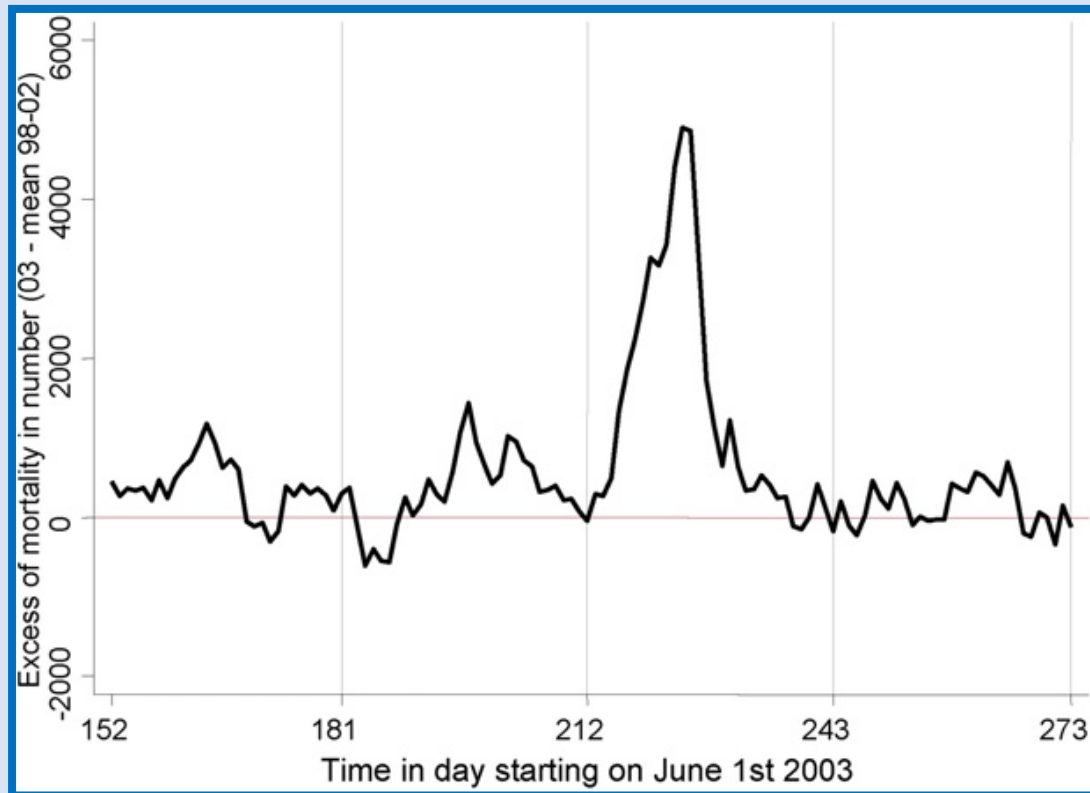


# Tel Aviv, July 2012



4 episodes of heat wave

## Europe heat wave 2003



The average increase in mortality in comparison to the multi-annual average at the same time of year



# שינוי אקלים וחום קיצוני

אירועי חום קיצוני, או "גלי חום",  
עלולים לגרום למוות.  
מספר מקרי המוות הנגרמים בעקבות  
חום קיצוני נמצא בעליה.



## מי נמצא בסיכון?



מבוגרים מעל גיל 65, ילדים מתחת לגיל 4, אנשים הסובלים מבעיות  
בריאותיות כגון מחלות לב ואנשים ללא גישה למיזוג אוויר.

## מה ניתן לעשות? לשמור על קור ❄️❄️❄️

- למצוא מחסה ממוזג
- להמנע מחשיפה ישירה לשמש
- ללבוש בגדים קלים ובהירים
- לשטוף את הנוף באמבטיה או מקלחת קרירה
- לא להסתמך על מאוורר כמקור קירור יחיד

## להקפיד על שתיה 💧

- לשתות יותר מים מבדרך כלל
- לא לחכות לצמא כדי לשתות
- להמנע מצריכת משקאות אלכוהוליים או משקאות ממותקים
- להזכיר לסובבים אתכם לשתות מספיק מים

## להשאר מעודכנים 📺

- להתעדכן באמצעי התקשורת לגבי אזהרות מפני אירועי חום קיצוני
- להיות מודעים לתסמיני מחלות הקשורות לחום

## פרטים נוספים ניתן למצוא באתר משרד הבריאות:

[www.health.gov.il/Subjects/KHealth/Pages/healthy\\_summer.aspx](http://www.health.gov.il/Subjects/KHealth/Pages/healthy_summer.aspx)

International Standard Organization (ISO)

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning  
Engineers (ASHRAE)

Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS)

## Eliminating heat related injuries – from forecast to practice

- Heat related injuries might be fatal, but in most cases are preventable
- Prevention is on the national level (MOH, MOE, MOL, Armed Forces), by issuing adequate regulations about how and what to do in cases of extreme heat stress
- It is the responsibility of the target population to follow the specific heat stress alarms in the media and to the instructions and regulations distributed by the safety and hygiene officers of the organization

## Eliminating heat related injuries – from forecast to practice

- Heat related injuries might be fatal, but in most cases are preventable
- Prevention is on the national level and organization levels
- **On the national level** (MOH, MOE, MOL, Armed Forces), by issuing adequate regulations about how and what to do in cases of extreme heat stress
- **On the organization and personal level** the target population is responsible to follow the specific heat stress alarms in the media and to the instructions and regulations distributed by the safety and hygiene officers of the organization



A close-up photograph of a bouquet of roses. The bouquet features a mix of colors: vibrant red, soft pink, and pale yellow. The roses are in various stages of bloom, with some fully open and others as buds. The petals are glistening with small water droplets. The bouquet is decorated with green leaves and gold-colored, feathery filler flowers. The entire arrangement is set against a white background, likely the wrapping paper of the bouquet. Overlaid on the center of the image is the text "Thank you" in a white, elegant cursive font.

*Thank you*



## Apparent temperature (AT)

$$AT = Ta + 0.33 \times Pa - 0.70 \times ws - 4.00$$

$$AT = Ta + 0.348 \times Pa - 0.70 \times ws + 0.70 \times Q / (ws + 10) - 4.25$$

**Ta = dry bulb temperature (°C)**

**Pa = water vapor pressure (hPa)**

**ws = wind speed (m/s)**

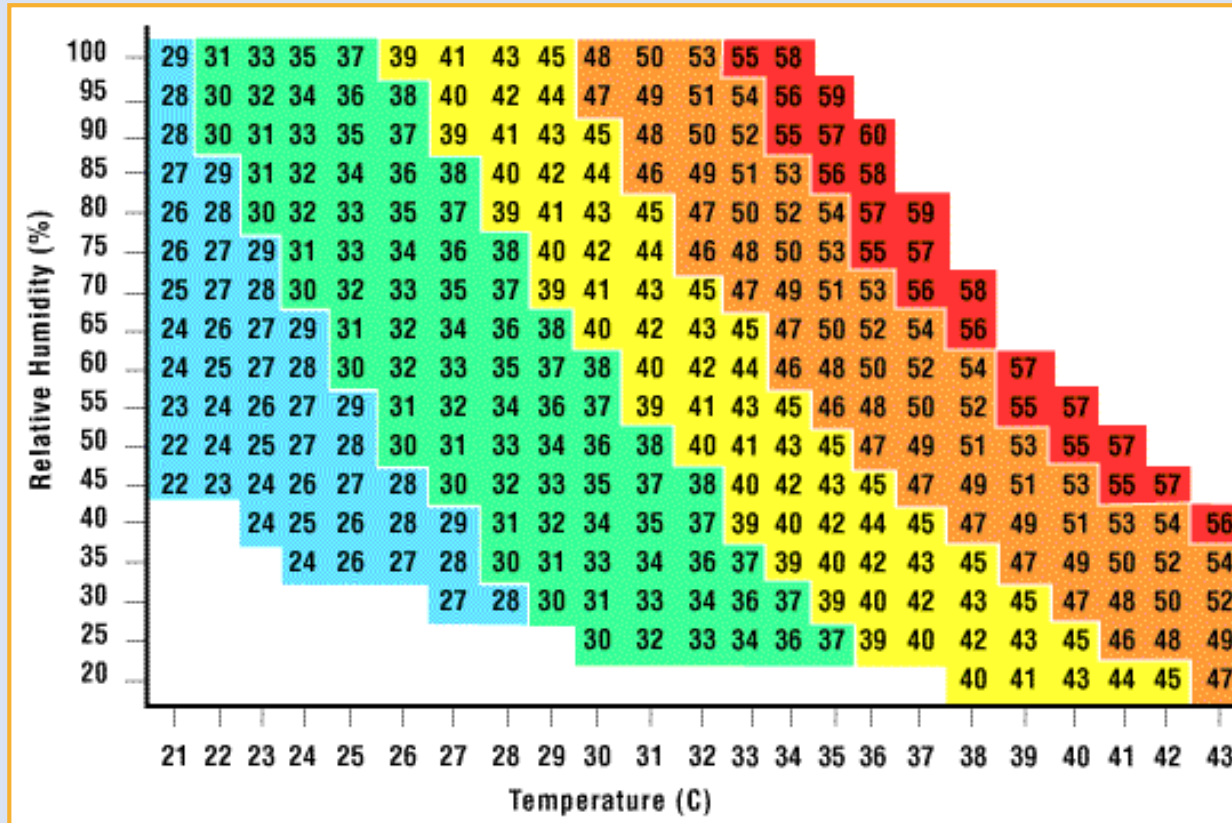
**Q = net radiation absorbed (W/m<sup>2</sup>)**

**Steadman, 1994**





# Apparent temperature (AT)



Less than 29	No discomfort
30 - 39	Some discomfort
40 - 45	Great discomfort; avoid exertion
Above 45	Dangerous
Above 54	Heat Stroke imminent

# Apparent temperature (AT)

Apparent temperature (AT) from temperature and relative humidity - after Steadman 1994

		Temperature (°C)																														
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Relative Humidity (%)	0	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	5	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	44	45	46	47	48
	10	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	42	43	44	45	46	48	49	50
	15	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43	45	46	47	48	50		
	20	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	35	36	37	38	40	41	42	43	45	46	47	49	50			
	25	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49					
	30	18	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	33	34	35	37	38	39	41	42	43	45	46	48	49						
	35	19	20	21	22	23	25	26	27	28	30	31	32	34	35	36	38	39	40	42	43	45	46	48	49							
	40	19	20	21	23	24	25	26	28	29	30	32	33	34	36	37	39	40	41	43	44	46	48	49								
	45	19	21	22	23	24	26	27	28	30	31	32	34	35	37	38	40	41	43	44	46	47	49									
	50	20	21	22	24	25	26	28	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45	47	49	50									
	55	20	22	23	24	25	27	28	30	31	32	34	35	37	38	40	42	43	45	46	48	50										
	60	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	44	46	48	49											
	65	21	22	24	25	27	28	29	31	32	34	35	37	39	40	42	43	45	47	49	AT above 50°C											
	70	21	23	24	26	27	28	30	31	33	35	36	38	39	41	43	44	46	48	50												
	75	22	23	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	42	44	45	47	49													
	80	22	24	25	27	28	30	31	33	34	36	38	39	41	43	45	46	48	50													
85	23	24	26	27	29	30	32	33	35	37	38	40	42	44	45	47	49															
90	23	25	26	28	29	31	32	34	36	37	39	41	43	45	46	48	50															
95	23	25	26	28	30	31	33	35	36	38	40	42	43	45	47	49																
100	24	25	27	29	30	32	33	35	37	39	41	42	44	46	48	50																

# ביצוע מאמצים גופניים, זמני עבודה ומנוחה ושתייה בהתאם לעומס החום

מאמץ קשה	מאמץ בינוני	מאמץ קל	פעילות נייחת
<ul style="list-style-type: none"> <li>מסע רגיל מעל 30 ק"מ משוקלל</li> <li>מסע פקליים (למעט אגמ"ק)</li> <li>מסע רגיל בתוואי שטח קשים</li> <li>מסע מזורז (מעל 6 קמ"ש)</li> <li>מסע אלונקות</li> <li>קרב מגע מתקדם</li> <li>ריצות<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מסע רגיל (עד 6 קמ"ש במישור עם אפוד, נשק ואגמ"ק) עד 30 ק"מ משוקלל</li> <li>ניווטים</li> <li>מטווחים בתנועה</li> <li>אימוני כח</li> <li>ריצה בקצב קל<sup>1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מטווחים נייחים</li> <li>הליכה עם אפוד ונשק למרחק 500 מ' ולא יותר מ- 2000 מ' ליום</li> <li>תרגול טכני (פרוק והרכבת נשק קל, קשר, ע"ר וכד')</li> <li>אימוני רק"מ ללא פעילות רגלית</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>פעילות תיאורטית בכיתה</li> </ul>

מאמץ קשה		מאמץ בינוני		מאמץ קל		פעילות נייחת	עומס חום	
שתייה (מ"ל/שעה)	עבודה/מנוחה (דק')	שתייה (מ"ל/שעה)	עבודה/מנוחה (דק')	שתייה (מ"ל/שעה)	עבודה/מנוחה (דק')	שתייה (מ"ל/שעה)	ערך (יא"נ)	הגדרה
750	15/60	500	15/60	250	ללא הגבלה	50	≤22.0	ללא (0)
1000	15/60	750	15/60	500		100	22.1-24.0	קל (1)
1250	15/60	1000	15/60	750		100	24.1-26.0	מתון (2)
1250	15/60	1000	15/60	750		100	26.1-28.0	בינוני (3)
בעומס חום כבד וקיצוני אין לבצע מאמץ גופני בדרגה בינונית ומעלה				750		15/45	200	28.1-30.0
				1000	15/45	200	>30.0	קיצוני (5)

## כללי

- הפעילויות המצוינות לעיל הינן **דוגמא** לדרגות מאמץ.
- אימון בבגדי מגן פחמי ומסכות אב"כ יבוצע ע"פ המפורט בהוראות בטיחות חה"ן 9.1: אימון עם מיגון אב"כ.

## ריצות

1. ריצה קלה - תקבע בהתאם לרמת הכושר של המסגרת המתאמנת ובהתאם להנחיות המקצועיות של קצין הכושר הקרבי ביחידה/בזרוע (הוראות קחצ"ר מס' 1).
2. ריצת קצב/מרחק – מעבר לריצה בקצב קל או שאורכן עולה על 5 ק"מ ושאינן מוגדרות כמאמץ עצים.

## שתייה ומנוחה

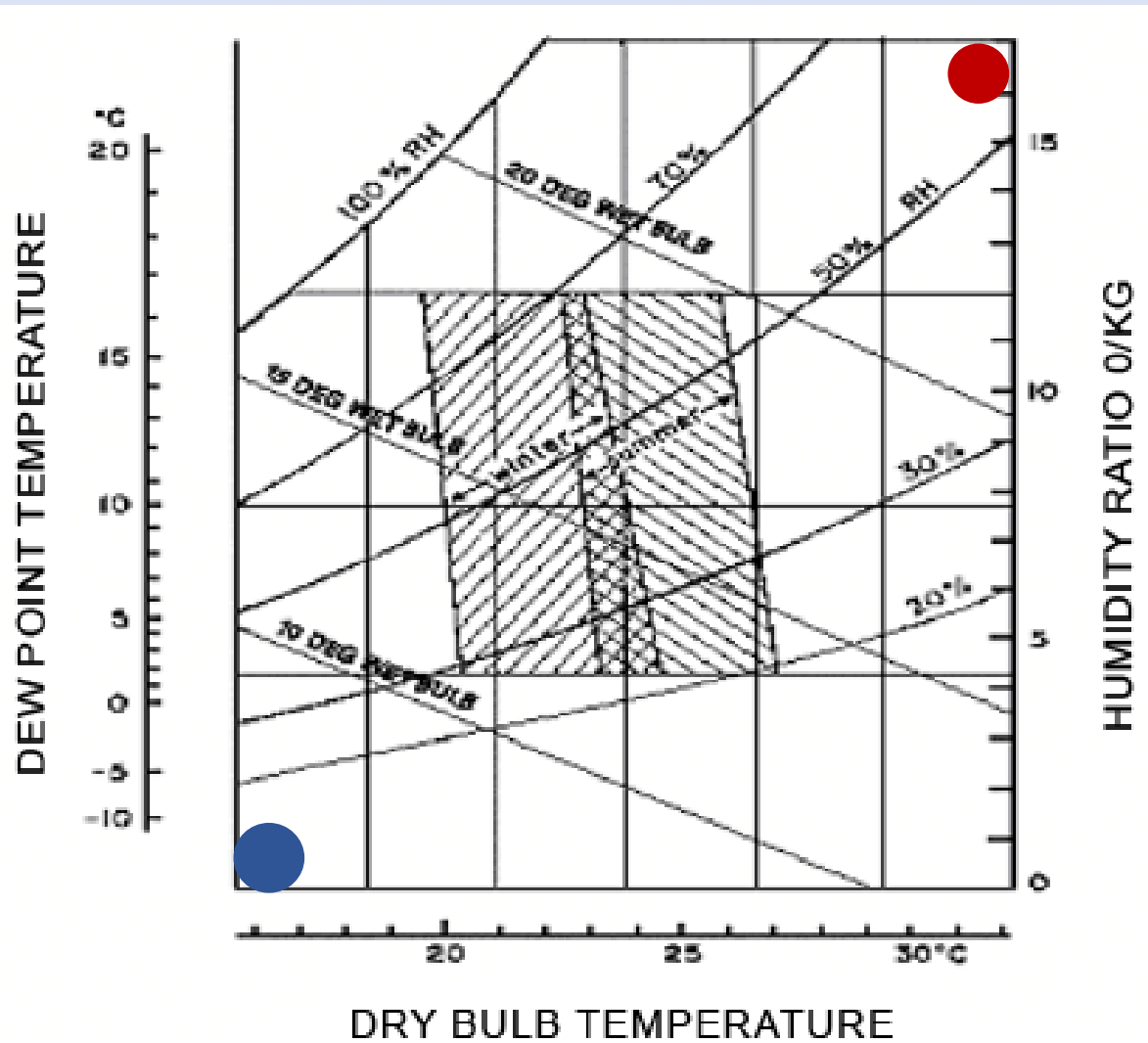
- בפעילויות המבוצעות בלילה או ביום מעונן יש להפחית 250 מ"ל לשעה מהכמות שבטבלה.
- בכל מקרה אין לשתות פחות מ- 50 מ"ל בשעת מנוחה ו- 100 מ"ל בשעת פעילות ויותר מ- 1500 מ"ל בשעה.
- הערכים מתייחסים לחייל השוקל 70 ק"ג, יש להוסיף/להפחית 10% לערך בטבלת החזר נוזלים לכל 10 ק"ג גוף.
- אין לחשב החזר נוזלים עבור שעות שינה.
- יש לוודא צריכה מינימלית של 2 ליטר נוזלים ביממה.

## עומס החום

- פעילות בתוך מבנה או רכב/רק"מ תתבצע בהתאם לעומס החום הנמדד בתוכם.
- בעומס חום כבד - הפסקת הצהרים תאריך שעתיים לפחות או פעילות תאורטית בצל.

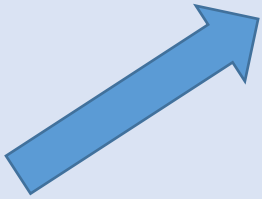
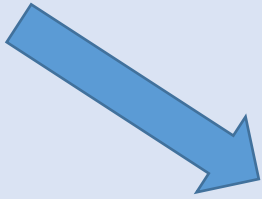
## בדיקת קסטורל:

- יש לבצע בדיקת עומס חום/קור בשטח הפעילות בכל 3 שעות.
  - בעומס חום מעל 23.0 יא"ן ובעומס קור 1 ומעלה יש לבצע בדיקה בכל שעה.
- אוכלוסיות מיוחדות**
- עומס חום יוגדר 'כבד' מעל 26.0 יא"ן עבור: הכשרות יסוד, וראו חיילים עד חודשיים בשרות, מילואים, מלש"בים, גדנ"ע, קד"צ.
  - עבור מיונים פיזיים יש לנהוג עפ"י הוראות קחצ"ר לביצוע מיונים פיזיים ולכתיבת תיק מיון



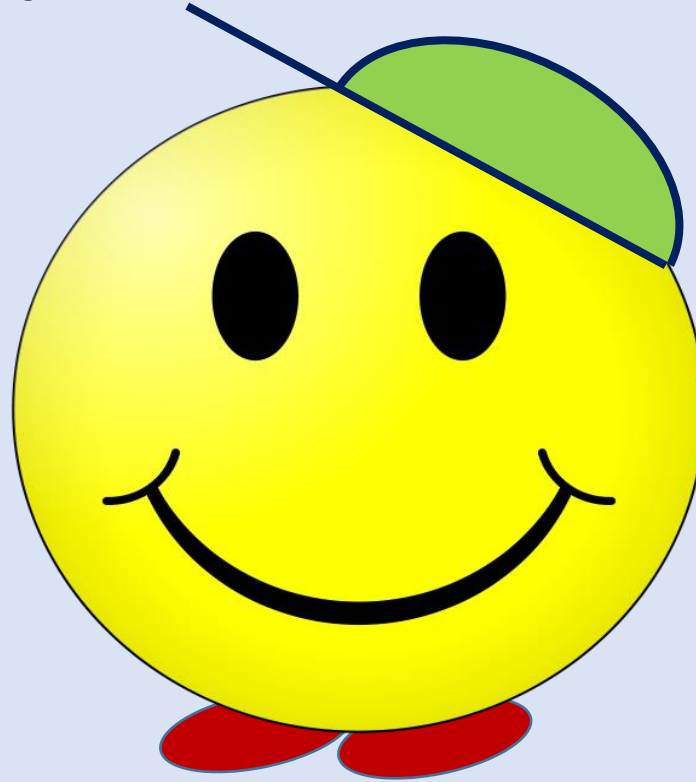
Environmental heat exchange

$+H(r+c)$



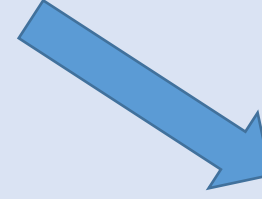
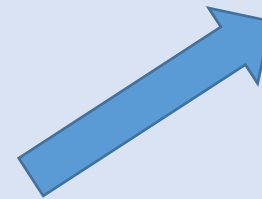
Metabolic heat

$(M_{net})$



Environmental heat exchange

$-H(r+c)$



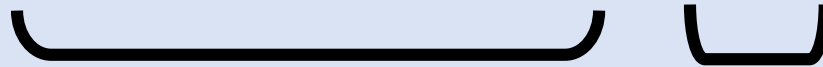
Sweat evaporation

$(E)$

$$\Delta S = (M - W_{ex}) \pm H_{(r+c)} - E$$

Tc is proportional to  $\Delta S$

$$\Delta S = (M - W_{\text{ex}}) \pm H_{(r+c)} - E$$



$E_{\text{req}}$

$E_{\text{sk}}$

$E_{\text{max}}$

$E_{\text{req}}$

The amount of heat that has to be dissipated by evaporation of sweat

$E_{\text{max}}$

The maximal amount of heat that can be dissipated by evaporation of sweat