



מטרות

1. נסביר על תפקידו של ההיפותלמוס בוויסות חום הגוף.
2. נפרט על הפעילות הגופנית בחום ובקור.
3. נמנה את התנאים לאקלום נכון.



האדם הנו הומאותרמי. כלומר, האדם מסוגל לווסת את חום גופו בעזרת מערכות הגוף השונות ובעיקר בעזרת מערכות העצבים וההפרשה הפנימית (הורמונלית).

היפותלמוס: מרכז בקרת וויסות חום הגוף. מרכז זה, מקבל מידע מקולטני החום השונים. כתגובה, נשלחות הוראות משולבות (אינטגרטיביות) למערכות הגוף כדי לווסת את קצב הייצור וקצב הפיזור של חום הגוף. המידע מתקבל מקולטני חום פנימיים (בכלי הדם, באיברי הבטן ועוד) וקולטני חום היקפיים (בעור). וויסות החום מבוצע דרך שליטה על קצב ההזעה, שינוי בקוטר כלי הדם לוויסות לחץ הדם והזרמתו לאזורים שונים בגוף, וויסות פעילות שרירית לשליטה על קצב התהליכים המטבוליים והשפעה על שינויים בהתנהגות הרצונית.

- עליה בחום הגוף תגביר את הפעילות העצבית בקדמת ההיפותלמוס ותגרום לתהליכים כגון הרחבת כלי דם והזעה מוגברת לפיזור חום הגוף וצמצום במידת האפשר בקצב חילוף החומרים במיטוכונדריה לצמצום ייצור.
 - ירידה בחום הגוף תגביר את הפעילות העצבית בחלק האחורי של ההיפותלמוס ותגרום לתהליכים כגון הצרת כלי דם למניעת פיזור חום הגוף ולרעד כאמצעי לייצורו המוגבר.
- *כאשר אזור אחד מגורה השני מדוכא.



חילוף חומרים: כ-40% מהאנרגיה המופקת בשרירים הופכת ל-ATP. כל שאר האנרגיה הופכת לחום. מקור חום נוסף בגוף הנו השומן החום. רקמת שומן זו רוויה בכלי דם ובמיטוכונדריה ומסוגלת ליצור חילוף חומרים ולייצור חום.

הולכה: מעבר חום אל הגוף ממגע ישיר עם עצמים חמים.

הסעה: מעבר חום מגז (אוויר) או מנוזל (מים) אל עצם בעל חום נמוך יותר. מעבר החום מתאפשר הודות לתנועת של הגז או הנוזל על פני העצם.

קרינה: מעבר חום בקרינה תת-אדומה (Infrared) ישירה ללא חומרים מתווכים.

בקרת זרימת הדם: חום הנוצר בליבת הגוף מועבר בהסעה ע"י הדם לחלקי הגוף השונים.



הולכה: מעבר חום מהגוף ממגע ישיר עם עצמים קרים.

הסעה: מעבר חום מעצם חם אל גז (אוויר) או נוזל (מים) הנגרם מתנועתם על פני העצם החם. מולקולות הגז או הנוזל מתחממות ומתרחקות מהעצם החם. התרחקות זו גורמת למולקולות קרות יותר לבוא במגע עם העצם החם ולקלות ממנו חום.

בקרת זרימת הדם: הדם החם מוזרם לפריפריה ולעור כדי לפלוט יותר חום לסביבה.

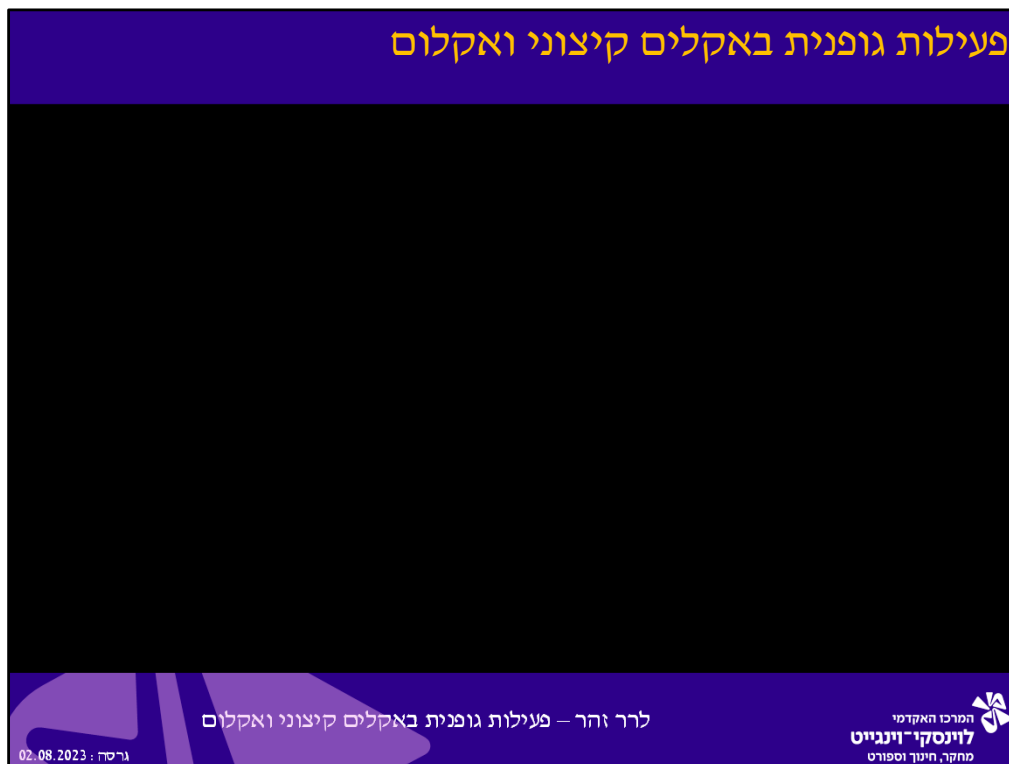
זיעה: מיוצרת ע"י סינון הנוזל הבין תאי בבלוטות הזיעה. בלוטות אלו מסוגלות להפריש כ-1-2 ליטר בשעה. הקירור עצמו מבוצע הודות לאידוי הזיעה. אידוי זה משתמש בחום הגוף להאצת התהליך. אידוי גרם אחד של זיעה "מבזבז" כ-580 קק"ל.

גורמים המשפיעים על קצב אידוי הזיעה

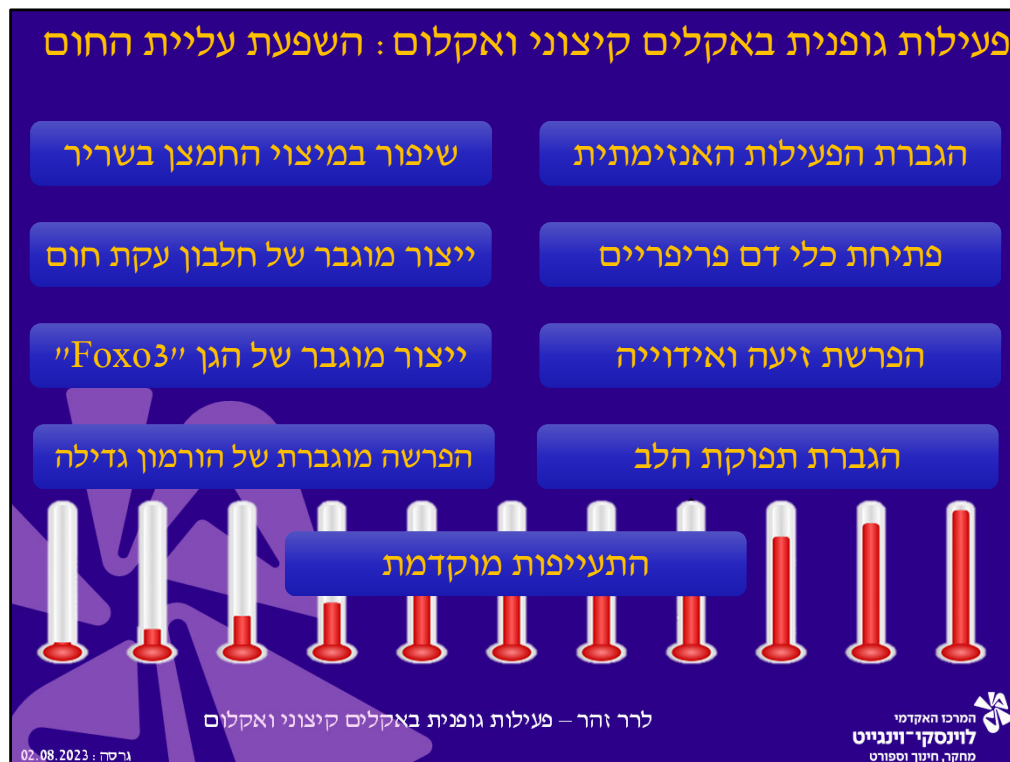
- **לחות:** ככל שהלחות גבוהה יותר קצב האידוי נמוך יותר.
- **רוח:** ככל שמהירות הרוח גבוהה יותר קצב האידוי גבוה יותר.
- **ביגוד:** ככל שהביגוד אוורירי יותר כך הוא מאפשר אידוי יעיל יותר.
- **שטח פני הגוף החשוף לסביבה:** ככל ששטח פני הגוף החשוף לסביבה גדול יותר כך האידוי רב

יותר.

אידוי מדרכי הנשימה: מגע האוויר במהלך הנשימה עם הדפנות הפנימיות של מערכת הנשימה גורם לאידוי נוזלים דרך מערכת זו ולפיזור החום. העלייה באוורור הריאתי מגבירה את ה"רוח" בדרכי הנשימה ומשפרת את אידוי הנוזלים דרכה.



קישור לסרטון (המלא) : <https://youtu.be/17jRWP1pUIQ>



- **הגברת הפעילות האנזימתית:** תוצא Q_{10} (Q_{10} effect) על פיו קצב חילוף החומרים בגוף מוכפל בכל עלייה של 10°C . כפועל יוצא, בעלייה של $2-3^{\circ}\text{C}$, קצב ייצור האנרגיה עולה משמעותית. ברם, עלייה מוגברת זו בחילוף החומרים מעלה עוד יותר את חום הליבה ועלולה לגרום למכת חום.
- **פתיחת כלי דם פריפריים:** כדי לפזר את חום הליבה המצטבר מוזרם יותר דם לחלקים הפריפריים והתת עוריים של הגוף. בזכות זרימה מוגברת זו לפריפריה זוכה זו להזנה טובה ומשמעותית אותה אינה מקבלת ביום יום. יחד עם זאת, זרימת דם זו עלולה להגיע עד כדי 20% מתפוקת הלב הבאה על חשבון אספקת הדם לשרירים הפועלים.
- **הפרשת זיעה ואידוייה:** קירור הגוף ע"י זיעה במהלך פעילות גופנית בסביבה חמה יכול להגיע אל 80% מאובדן חום הגוף לסביבה. ברם שימוש מוגבר בזיעה לפיזור חום הגוף מביא לירידה במשק הנוזלים בגוף.
- **הגברת תפוקת הלב:** תהליך טבעי הנגרם כתוצאה מדרישה מוגברת של אספקת דם הן לשרירים לצורך הפעילות הגופנית והן לפריפריה לצורך פיזור החום.
- **שיפור במיצוי החמצן בשריר:** מאחר והשריר מקבל אספקה דמית מוגבלת עולה הצורך המיצוי טוב יותר של החמצן מהדם שמגיע. השריר חם ולכן מעבר החומרים דרך המיופלסמה קל יותר.

לאור זאת, עובר השריר התאמה של יותר מיוגלובין הנושא את החמצן. השפעה זו נשמרת לאחר תהליך אקלום ויכולה לבוא לידי ביטוי גם בפעילות בסביבה פושרת בטווח של עד כ-4 שבועות מסיום תקופת האקלום (Waldron, Fowler, Heffernan, Tallent, Kilduff & Jeffries, 2021).

- **ייצור מוגבר של חלבון עקת חום (HSP):** במהלך החשיפה לחום גבוה יש ייצור מוגבר של חלבון עקת חום (HSP). חלבון זה מסוגל בין השאר לתקן את המבנה המרחבי של החלבונים האחרים שניזוקו (Patrick, 2020).
- **ייצור מוגבר של הגן "Foxo3":** החשיפה לחום מפעילה בין השאר גם את הגן "Foxo3". גן זה אחראי על הפעלה או כיבוי של גנים אחרים. בין השאר הוא מנטרל יצירת תאים סרטניים, שקיעת חלבונים כפי שקורה למשל במחלת האלצהיימר ואפילו מפעיל ייצור של תאי גזע היכולים להתמין לתאים שונים בגוף (Patrick, 2020).
- **הפרשה מוגברת של הורמון גדילה:** הפרשה מוגברת של הורמון הגדילה האחראי בין השאר לא רק על הגדילה עד סוף גיל ההתבגרות אלא גם על הבנייה מחדש לאחר אימון (Patrick, 2020).
- **התעייפות מוקדמת:** בעיקר כתוצאה מתחושת העייפות העצבת הנובעת מהפרשת חלבון עקת החום (HSP).

לקריאה נוספת: <https://www.shiluvim.pro/services/articales/warmklimettraining.html>



קישור לכתבה : <https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4985790,00.html>

פעילות גופנית באקלים קיצוני ואקלום : שתיה



מאמץ מקהה את תחושת הצמא

- שתי כוסות לפני מאמץ
- כוס כל 20 דקות
- שתי כוסות לאחר האימון

אדם מאוקלם מזיע יותר ולכן צריך לשתות יותר

$V_{lit} = (30 \cdot Kg) / 1000$

במאמצים ממושכים מומלץ לשלב שתייה איזוטונית

לרר זהר – פעילות גופנית באקלים קיצוני ואקלום

גרסה : 02.08.2023

המרכז האקדמי לוינסקי-וונגייט מחקר, חינוך וספורט

- תחושת הצמא בד"כ לא משקפת נכונה את מצב משק המים בגוף ובמאמץ עלולה לחול הקצנה בחוסר התחושה.
- במאמצים ממושכים במקביל להידלדלות מאגרי האנרגיה הזמינים מאבד האדם גם מלחים חשובים בתהליך הזיעה. על כן, שתיית מים המכילים אלקטרוליטים ופחמימות עשויה לאושש מאגרים אלו כבר במהלך הפעילות.
- איבוד של 2% של נוזלים מתחיל להשפיע על איכות הביצוע.
- במאמצים ממושכים מומלץ לשלב שתייה הכוללת 4%-8% פחמימות וכ-1.2-1.8 גר' מלח לליטר בסך של כ-35 מ"ל לק"ג גוף לשעה (כ-2.5 ליטר לאדם במשקל של כ-70 ק"ג).

למחשבון הוצאה קלורית וכמות שתיה מותאמת פעילות גופנית :
<https://www.shiluvim.pro/services/fitness.html#tdee>



- **שילוב אימונים בסביבה חמה:** תהליך האקלום הנו טבעי וחל בחילופי עונות באופן עצמוני (ספונטני). יחד עם זאת לביצוע מיטבי של מאמצים באקלים חם ויבש יש לעשות תהליך אקלום מכוון ומבוקר כדי להביא לשינויים פיזיולוגיים המאפשרים לגוף להתמודד ביתר קלות עם תנאי החום (שיפור במנגנון ההזעה, עלייה בנפח פעימה, יצירת נימים תת עוריים רבים יותר, עליה בסבילות לרומות חומצת חלב ועליה בנפח הפלסמה בדם).
- **תהליך מהיר:** תהליך ההסתגלות הפיסיולוגית המהיר ביותר של הגוף לתהליך האימון הנו אקלום. מספיקה חשיפה של כ-4 שעות ביום למשך עד שבועיים ליצירת תהליך אקלום משמעותי.
- **החיסרון באימון אקלום:** הדרישה לאימונים פחות עצימים ולתקופות התאוששות ארוכות יותר. משמע שבמהלך אימוני האקלום עלולה לחול ירידה משמעותית ביכולת הספורטיבית.



- **ייצור מועט של זיעה:** כמות הזיעה לק"ג גוף שמסוגל ילד לייצר קטנה משמעותית לעומת מבוגר.
- **הסעת חום ירודה מהשרירים:** היכולת של השרירים להסיע חום אל הסביבה נמוכה יותר בעיקר בגלל המסה הנמוכה שלהם.
- **שטח פני גוף גדול:** פיזור החום קשור לשטח פני העור ביחס למסה של הגוף. שטח פני העור של ילד בן 8 נע בין 360-380 ס"מ² לק"ג לעומת 240-260 ס"מ² לק"ג אצל מבוגר ממוצע.
- **תפוקת לב נמוכה:** תפוקת הלב הנמוכה אצל ילדים מגבילה את היכולת להזרים מספיק דם לעור כדי לפזר חום בנוסף להזרמת הדם המוגברת לשרירים במהלך הפעילות הגופנית.

פעילות גופנית באקלים קיצוני ואקלים : פגיעות חום

קרינת שמש

מזג אוויר בהיר

חום גבוה

לחות גבוהה

היעדר רוח

עומס חום חריג

לרר זהר – פעילות גופנית באקלים קיצוני ואקלים

המרכז האקדמי לוינסקי-ווינגייט מחקר, חינוך וספורט

גרסה : 02.08.2023

קישור לסרטון : <https://youtu.be/Y-ahwbx-kxM>



- **ירידה בפעילות האנזימתית:** על פי אותו תוצא Q_{10} , קצב חילוף החומרים בגוף מואט והיכולת ליצור אנרגיה לפעילות גופנית יורדת. קצב יצירת חום הגוף יורד והגוף נחשף לאפשרות למכת קור.
- **חסימת כלי דם פריפריים:** כדי למנוע פיזור חום לסביבה מצמצם הגוף את זרימת הדם לפריפריה.
- **הפרשת זיעה ואידוייה:** אם כי בהיקף מצומצם גם במהלך הפעילות הגופנית באקלים קר מופרשת זיעה וגורמת לקירור הגוף.
- **רעד וצמרמורות:** התכווצות לא רצונית של השרירים התת עוריים בניסיון ליצור חום דרך העלאת קצב חילוף החומרים. בפועל הדבר גורם להזרמת דם לפריפריה ותנועת אוויר מוגברת ליד העור ובכך מגבירה את פיזור החום לסביבה.
- **מניעה התנהגותית:** העלאת קצב חילוף החומרים וחום ליבה דרך פעילות גופנית והוספת שכבות ביגוד ליצירת בידוד טוב יותר עם הסביבה.
- **ירידה בקצב חילוף החומרים:** ירידה בחום הליבה מביאה לירידה בקצב חילוף החומרים ובקצב ייצור החום. במצבי קור קיצוניים וכשחום הליבה יורד אל מתחת ל- 33°C יורד קצב חילוף החומרים אל מתחת לרמה קריטית שבה המצב עלול להידרדר למוות.
- **הפרשה מוגברת של נוראפינפרין:** החשיפה לחום נמוך מגבירה את ההפרשה של ה"נוראפינפרין".

נוראפינפרין הנו נירוטרנסמיטר והורמון. כהורמון גורם ה"נוראפינפרין" לייצור מוגבר של מיטוכונדריה גם בשרירים וגם בתאי השומן. עלייה של 200%-300 ברמות הנואפינפרין הביאה לעלייה של כ-37% במיטוכונדריה האדיפלית (מיטוכונדריה של תאי השומן) ששיפרה את היכולת של הגוף להשתמש בשומן כדלק מטבולי. במקביל חלה גם עלייה משמעותית במיטוכונדריה השרירית שהביאה לשיפור ביכולת צריכת החמצן המרבית (Patrick, 2020).

- **עיכוב פיצוי יסף אחרי אימון כוח:** החשיפה לחום נמוך אחרי אימון כוח מעכבת תהליכים דלקתיים שתפקידם בנייה מחדש. המשמעות היא שלחשיפה לקור אחרי אימון כוח דווקא השפעה שלילית (Patrick, 2020).

פעילות גופנית באקלים קיצוני ואקלים
אקלים לקור

ארגז כלים

תהליך של חשיפה מכוונת ומבוקרת
של האדם לסביבה קרה

שילוב אימונים
בסביבה קרה

תהליך מהיר של כ-4
שעות ביום, 4-14 ימים

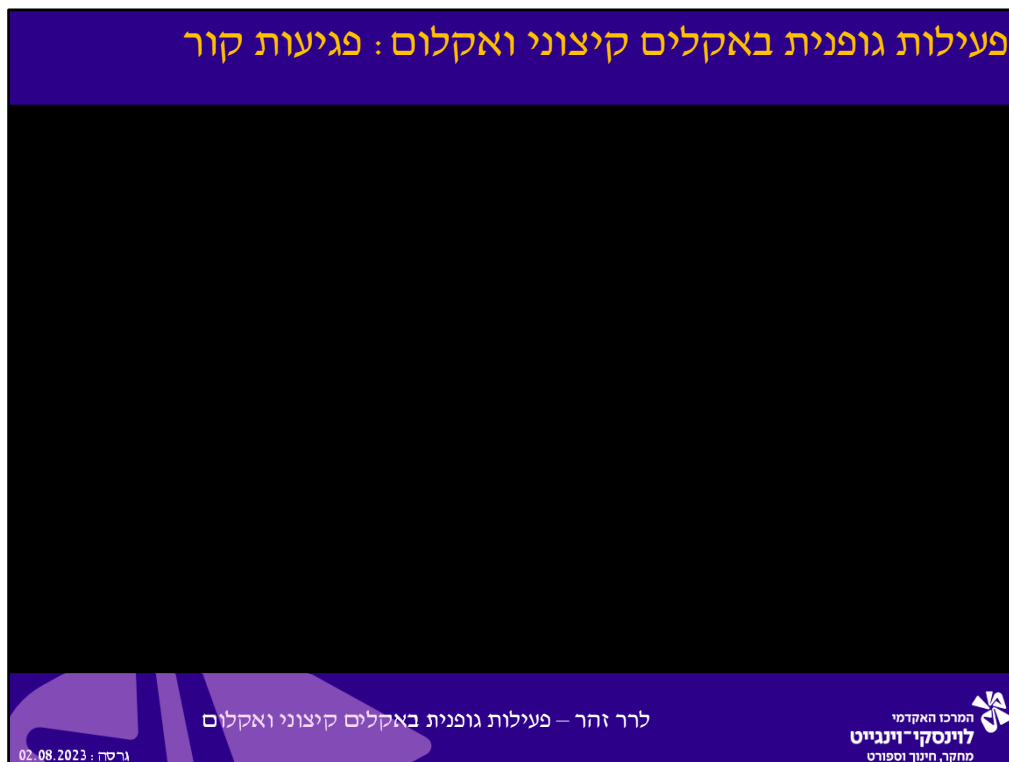
פחות אימונים ויותר
התאוששות

לרר זהר – פעילות גופנית באקלים קיצוני ואקלים

המרכז האקדמי
לוינסקי-וונגייט
מחקר, חינוך וספורט

גרסה: 02.08.2023

- **שילוב אימונים בסביבה קרה:** כאמור תהליך האקלים הנו טבעי וחל בחילופי עונות באופן עצמוני (ספונטני). יחד עם זאת גם לביצוע מיטבי של מאמצים באקלים קר יש לעשות תהליך אקלים מכוון ומבוקר כדי להביא לשינויים פיזיולוגיים המאפשרים לגוף להתמודד ביתר קלות עם תנאי הקור (שיפור במנגנון חילוף החומרים ויצירת חום גוף, צמצום נימים תת עוריים והטמעת הרגלים לפעילות בלבוש מותאם ומבודד).
- **תהליך מהיר:** כמצוין תהליך ההסתגלות הפיסיולוגית המהיר ביותר של הגוף לתהליך האימון הנו אקלים. מספיקה חשיפה של כ-4 שעות ביום למשך עד שבועיים ליצירת תהליך אקלים משמעותי.
- החיסרון באימון אקלים הנו הדרישה לאימונים פחות עצימים ולתקופות התאוששות ארוכות יותר. משמע שבמהלך אימוני האקלים עלולה לחול ירידה משמעותית ביכולת הספורטיבית.



קישור לסרטון : <https://youtu.be/NIH5ZCNXxB4>

תודה רבה

לרר זהר – פעילות גופנית באקלים קיצוני ואקלים

גרסה : 02.08.2023

המרכז האקדמי
לוינסקי-ווינגייט
מחקר, חינוך וספורט