- חשוב לזכור שהסכנה הגדולה ביותר לנפגע היא בזמן הסמוך לחילוץ, כשכל החומרים שהשתחררו מהתאים המתים באזור הפגוע משתחררים בבת אחת למחזור הדם הסיסטמי.
- לעיתים, אם הנפגע במצב מסכן חיים בטווח המיידי ולכוד יותר משעתיים, אפשר לשקול, לאחר התייעצות עם מוקד רפואי, לתת מנה של התרופות האלה: גלוקוז, ביקרבונט, פוסיד.
- לעיתים, אם אי אפשר לחלץ את הנפגע בזמן הקרוב, יש צורך לכרות את האיבר הלכוד כדי לחלץ את הנפגע. כריתת האיבר תיעשה על ידי רופא מומחה שיגיע לזירת האירוע על פי הצורך.
- יש לרשום ולתעד בטפסים הרפואיים, את נסיבות האירוע, את האיברים שהיו לכודים תחת לחץ ואת משך הזמן שבו היה הנפגע לכוד. לנתונים אלו חשיבות רבה בהמשך הטיפול בבית החולים.

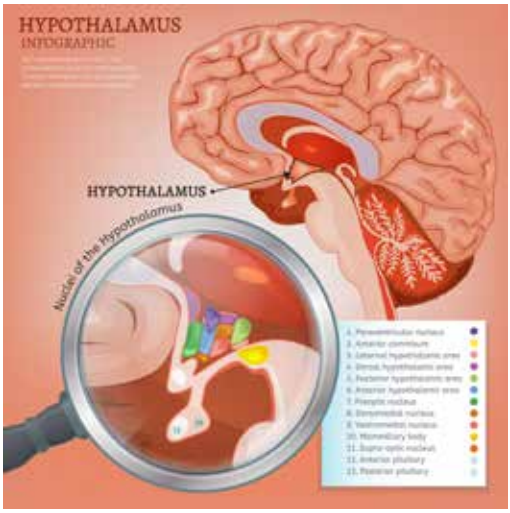
פציעת מעיכה היא פציעה מורכבת ומסובכת, העלולה לגרום לסיבוכים סיסטמיים בגוף הן בעת הפציעה והן לאחריה. יש להיות ערניים להתפתחות של הפרעות קצב קטלניות, הלם היפוולמי (תת־נפחי) ואי־ספיקת כליות.

פגיעות אקלים

אקלים מוגדר כסך כל התנאים באזור מסוים: טמפרטורה, לחות, משקעים ורוחות. פגיעות האקלים מחולקות לשני סוגים: פגיעות אקלים חם ופגיעות אקלים קר. לגוף יש דרכים להתמודד עם שניהם ולצוות הרפואי יש תפקיד חשוב בטיפול בפגיעות אקלים.

ויסות הטמפרטורה של הגוף, תרמורגולציה (Thermoregulation)

ויסות טמפרטורת הגוף נקרא תרמורגולציה. כמו בוויסות ריכוזי אלקטרוליטים, חמצן, פחמן דו־חמצני וחו־מציות, גוף האדם שומר על טווח טמפרטורה קבוע למרות גירויים סביבתיים משתנים. טמפרטורת הליבה (core temperature) מתייחסת לטמפרטורת הסביבה הפנימית של הגוף. טמפרטורה תקינה היא כ־37.0C° (מעלות צלזיוס). טמפרטורת הגוף מבוקרת על ידי המוח במרכז בקרת הטמפרטורה (thermoregulatory center), שנמצא בהיפותלמוס הפוסטריורי. יש קולטני טמפרטורה פריפריים (שנ־מצאים בעיקר בעור) ומרכזיים (שנמצאים במערכת הקרדיווסקולרית). קולטנים אלה מעבירים את המידע העצבי דרך חוט השדרה להיפותלמוס במוח.



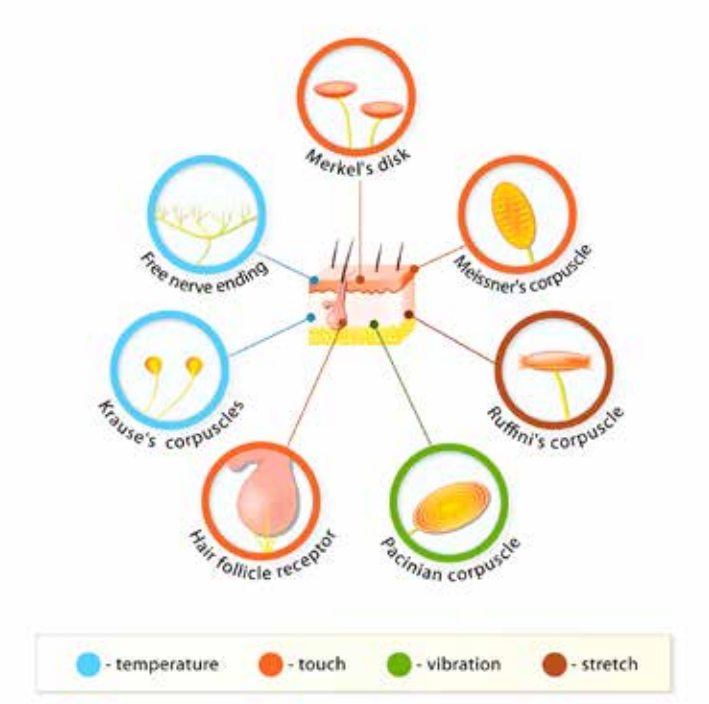
איור 22.1 המרכז התרמורגולטורי, מרכז בקרת הטמפרטורה (Thermoregulatory Center)

ההיפותלמוס (hypothalamus) נמצא בתחתית המוח, והוא מחולק לאונות (כל אונה באיור בצבע אחר). מרכז בקרת החום נמצא בחלק אחורי של ההיפותלמוס (בירוק בהיר).

תרמורגולציה מתבצעת במקביל בשני מנגנונים שונים:

- **תרמוגנזה** (ייצור חום, thermogenesis)
- **תרמוליזה** (איבוד חום, thermolysis)

כאשר מתקבל מידע חישתי על ירידה ברמת טמפרטורת הליבה יופעלו מנגנוני פיצוי שיובילו לייצור חום מוג־בר לצד תהליכים להפחתה באיבוד החום. כאשר טמפרטורת הגוף עולה מעבר לנורמה, מופעלים מנגנוני פיצוי שיובילו להפחתה בייצור החום ולאיבוד חום מוגבר.



איור 22.2 קולטני טמפרטורת פריפריים

בתמונה רואים את מגוון הקולטנים שנמצאים על עורנו.
בכחול: סוגי הקולטנים שאחראים על תחושת טמפרטורת.

ייצור חום, תרמוגנזה (Thermogenesis)

גוף האדם מייצר חום בכל זמן נתון. תהליך ייצור החום נקרא תרמוגנזה. החום נוצר באמצעות מנגנונים מכאניים, מטבוליים ואנדוקריניים. יעילות המנגנונים האלה תלויה בגיל, בבריאות הכללית ובתזונה. ייצור החום יכול לגבור בצורה משמעותית בתגובה לקור.

כל תאי הגוף משתתפים בייצור חום באמצעות נשימה תאית. המערכת האנדוקרינית משתתפת גם היא בתרמוגנזה באמצעות הפרשת הורמונים של המערכת הסימפתטית. אדרנלין ונוראדרנלין גורמים להגברת המטבוליזם ולפירוק של חומצות שומן ברקמת השומן. עם זאת, רקמת שריר משורטט היא זו המייצרת את מרב אנרגיית החום בגוף. כאשר מופיעות רעידות וצמרמורות תפוקת התרמוגנזה גוברת בכ־400%.

איבוד חום, תרמוליזה (Thermolysis)

גוף האדם מאבד חום לסביבה החיצונית באמצעות מערכת העיכול, הנשימה ובעיקר דרך העור. תהליך איבוד החום נקרא תרמוליזה.

המנגנונים העיקריים המובילים לאיבוד חום הגוף

- **radiation (הקרנה)** - פליטת חום לסביבה החיצונית הקרירה יותר מגוף האדם. היא מתבצעת על ידי הרחבת כלי דם.
- **conduction (הולכת חום)** - מעבר חום במגע ישיר בין גוף האדם לעצם קר יותר (אוויר קר, מים, גלידה).
- **convection (הסעת חום)** - דומה להולכת חום (conduction), אלא שכאן המגע הוא עם גז או נוזל שנמצא בתנועה. תנועת המים או האוויר מסיעה את החום מהגוף וגורמת לקירור מהיר שלו. דוגמה בולטת למנגנון זה היא יציאה מבריכת שחייה ביום קריר. כשנמצאים בתוך המים מרגישים חם יותר משמרגישים מחוץ לבריכה בגלל תנועת הרוח המסיעה את החום מהגוף וגורמת לתחושת קירור.
- **evaporation (אידוי)** - מעבר של נוזל למצב צבירה של גז. כאשר נוזל מתאדה הוא 'שואב' את הטמפרטורה מן הסביבה החיצונית (חום כמוס)* וגורם לירידת הטמפרטורה. מנגנון זה מוביל לאיבוד חום הגוף דרך הריאות על ידי אידוי חום בנשיפה וכן על ידי הזעה ואידוי הזיעה משטח פני העור. ההזעה מגבירה בצורה משמעותית את איבוד החום באידוי.

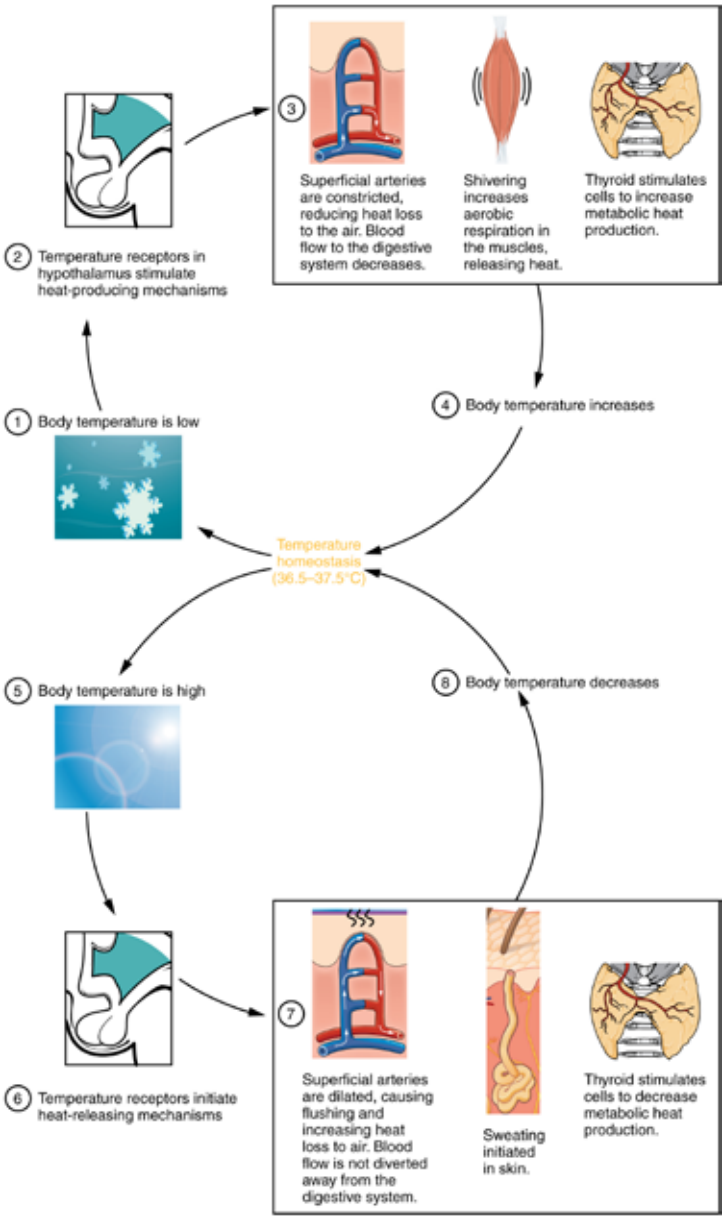
הקרנה (radiation) היא המנגנון האפקטיבי ביותר לאיבוד חום. מנגנון זה אחראי על פליטה של עד 65% מחום הגוף. ההקרנה מתבצעת באמצעות הרחבת כלי דם. במקום השני ביעילותו, לאחר הקרנה, עומד מנגנון האידוי, בתנאי שהלחות נמוכה. בלחות גבוהה (מעל 75%) יעילות מנגנון זה פוחתת בצורה ניכרת, וכשמגיעים ללחות של 90% מנגנון זה חסר משמעות.

הפרעות בוויסות הטמפרטורה עלולות להחמיר פתולוגיות אחרות. דוגמה לכך היא הופעת היפותרמיה בנפגע מדמם. היפותרמיה היא גורם ל־DIC, והיא חלק מטריאדת המוות בטראומה. גיל המטופל, הרקע הרפואי ושימוש בתרופות או סמים משפיעים מאוד על טמפרטורת הגוף. דוגמה נפוצה נוספת היא שימוש באלכוהול. אלכוהול גורם להרחבת כלי דם, ומכאן לאיבוד חום מוגבר במנגנון הקרנה, על כן שימוש באלכוהול ועלול לגרום להיפותרמיה.

טבלה 22.1 תגובת הגוף לחום

תגובה לחום גבוה	תגובה לחום נמוך
הגברת איבוד חום • ואזודילטציה (הרחבת כלי דם) פריפרית	הפחתת איבוד חום • ואזוקונסטריקציה (כיווץ כלי דם) פריפרית
הפחתת ייצור חום • ירידה בטונוס שרירים ופעילות גופנית רצונית • גירוי פראסימפתטי • ירידה בתיאבון	הגברת ייצור חום • רעידות/צמרמורת • פעילות גופנית רצונית • גירוי סימפתטי • תיאבון מוגבר

* חום כמוס הוא האנרגיה הדרושה (החום הדרוש) כדי שחומר יעבור ממצב צבירה אחד לאחר.



תרשים 22.1 מנגנוני התרמורגולציה (Thermoregulation)

תרמוגנזה: במעגל העליון בתמונה אפשר לראות כי בעת ירידת טמפרטורת הגוף ניתנת פקודה מן ההיפותלמוס (hypothalamus) ליצור חום. בעקבות כך מופעלים כמה מנגנונים: כיווץ כלי דם שטחיים, רעידות שרירי שלד, הגברת פעילות מטבולית.

תרמוליזה: במעגל התחתון בתמונה, אפשר לראות את התהליכים ההפוכים בעת עליית טמפרטורת הגוף: הרחבת כלי דם שטחיים, הורדת פעילות מטבולית והגברת ההזעה.

(מזכה: OpenStax College, Anatomy & Physiology, Connexions Web site. http://cnx.org/content/col11496/1.6/, Jun 19, 2013., CC BY 3.0)

המנגנון התקין של ייצור ואובדן חום בגוף

מטבוליזם של אדם בוגר יוצר כ־100 קילוקלוריות (kcal) בשעה בזמן מנוחה. אנרגיה זו שוות ערך לעליית חום של כ־1.1°C בשעה, בהנחה שמנגנוני איבוד החום אינם פעילים. פעילות גופנית אינטנסיבית יכולה לייצר עד פי 10 יותר אנרגיה, כלומר כ־1,000 קילוקלוריות (kcal) לשעה. בדרך דומה, רעידות, צמרמורת, פרכוסים, ספסיס, תרופות סימפטומימטיות (sympathomimetic) ומצבים רבים אחרים עלולים להגביר מאוד את המטבוליזם ואת מנגנוני ייצור החום בגוף.

נוסף על ייצור חום מוגבר, גוף האדם קולט חום מן הסביבה. קליטת החום תתבצע באותם המנגנונים שבא־מצעותם הגוף מאבד חום: הקרנה (radiation) הולכת חום (conduction), הסעת חום (convection), אידוי (evaporation). כדי שפעולתם של מנגנונים אלו תהיה תקינה נדרשים עור תקין, בלוטות זיעה תקינות ומערכת אוטונומית בריאה.

בקיץ, בעזרת הקרנה (radiation), אפשר לקלוט עד כ־150kcal (קילוקלוריות) בשעה. את כל החום שהגוף קולט ומייצר יש לפזר. ניהול טמפרטורת הליבה של הגוף מתבצע בהיפותלמוס (hypothalamus). ההיפותלמוס גורם להעלאת תפוקת הלב, לוואזודילטציה פריפרית ולהפרשת זיעה מוגברת מאוד.

מנגנון ההקרנה הוא המנגנון העיקרי הגורם לפיזור חום, והוא אחראי על כ־65% מאיבוד החום של הגוף. המ־נגנון השני בחשיבותו הגורם לאיבוד חום הוא אידוי (evaporation). מנגנון האידוי תלוי בתפקוד העור, תפקוד בלוטות הזיעה, אִקלום (הסתגלות)* בסביבה, לחות ותפקודי הריאות. בלחות גבוהה של יותר מ־75%, מנגנון זה מתערער מאוד, ובכ־90% לחות מנגנון זה אינו יעיל כלל.

אדם שאינו מאוקלם בסביבה ולא הסתגל לפעילות הגופנית מסוגל לייצר כליטר זיעה בשעה. נפח זיעה זה מסוגל לפזר כ־570kcal חום בשעה. אדם שמאוקלם בסביבה מסוגל לייצר עד כשלושה ליטר זיעה, ולפזר כך עד 1,740 קילוקלוריות (kcal) חום בשעה. אקלום אורך כ־7 עד 10 ימים. מלבד נפח זיעה גדול יותר, האקלום גם מקטין את נקודת הסף שבה ההזעה מתחילה, את מהירות הספיגה מחדש של נתרן ואת אפקטיביות פיזור הזיעה.

פגיעות אקלים חם

עלייה משמעותית של חום הגוף בשל כישלון מנגנוני הקירור נקראת היפרתרמיה (hyperthermia). כאשר חום הגוף עולה בצורה מבוקרת, פנימית, המצב נקרא **חום** (fever). בדרך כלל היפרתרמיה מופיעה בקרב אנשים צעירים, בריאים, בעקבות פעילות גופנית מאומצת בטמפרטורה גבוהה במיוחד או בתנאי לחות גבוהים. הופעת היפרתרמיה בעקבות מזג אוויר חם, ותו לא, היא מצב נדיר. היפרתרמיה עלולה גם להופיע אצל קשישים וחולים. מטופלים עם הפרעה עורית קשה, הפרעה לבבית או הפרעה לימפתית משמעותית נמצאים בקבוצת סיכון מוגברת להפרעת היפרתרמיה, גם ללא פעילות גופנית.

* אקלום הוא התאמה והסתגלות של גוף (חי או צומח) לאקלים שאינו רגיל אליו.