

משק נוזלים בגופו של חייל

סאליד ישראל מהריק

כשילד מקבל חום של 38° , מזמינה המשפחה רופא לביקור בית. הרופא מגיע ובודק את הילד החולה. המחלה אינה ניתנת לאבחנה מהירה, ועל כן עורך הוא בדיקות נוספות. כעבור זמן מה עולה החום אצל הילד עד 39° . הרופא ממשיך בבדיקותיו, והאם מתחילה להתעצבן.

כשהחום מגיע ל- 40° מתעצבן גם האב. האם מתחילה לחשוש שהרופא אינו מנוסה מספיק, ורומזת על הזמנת רופא שני. הרופא ממשיך לבדוק, והיות ועדיין לא קבע את אופי מחלתו של הילד — אין הוא ממהר להוריד את החום באופן מלאכותי. דבר אחד ברור: החום עצמו אינו מהווה מחלה; הוא רק מצביע על תהליך בלתי רגיל ומזוהז, בחילוף החומרים שבגופו של הילד, והורדת החום עלולה רק לשבש את המשך הבדיקות. הרופא עדיין שקט.

והנה הגיע החום ל- 41° .

האם איבדה את עשתונותיה. גם האב, ועכשיו גם הרופא מודאג מאוד. ומבלי להתחשב בעובדה שמהמעבדה טרם הגיעו התוצאות הסופיות, העשויות להצביע על האבחנה, מתחיל הרופא — הפעם חיש-מהר — להשתמש בכל אותם האמצעים הניתנים בידיו להורדת החום הגבוה אצל הילד.

כי זאת יש לדעת: עלית החום ל- 41° מהווה בשביל הרופא את ה"אור האדום", ואת קורהגבול, המצביע על כך שיש לעצור מיידית את המשך העליה. כי עוד מעט — באם יתקרב החום ל- 42° — עלול המצב להגיע לנקודה הקטלנית. באשר חום זה לא נסבל עוד עליידי רקמות גוף האדם (במיוחד רקמות המוח), וסופו של החולה למות.

מכאן למדים אנו שתנודת החום בגוף האדם תתכן במסגרת של 5° מעל לחום הנורמלי, שהנו 37° (במדידה בפה או בפי-הטבעת), ומעל ל- 5° אלה — אין עוד תקוה להחזיר את האדם לתיקונו.



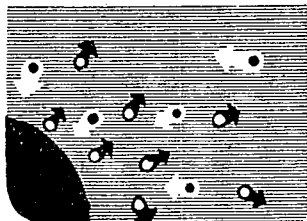
בזמן עבודה ומאמץ — מוגברים גם-כן כל תהליכי-הפעולה של גוף האדם — וכאן מתוספת, כגורם חשוב, פעולתם של שרירים רבים בגוף האדם (שרירי הרגליים והבטן בהליכה; שרירי הידיים, החזה והגב בעבודה); ועל כן שוב מוגברים תהליכי חילוף החומרים (אדם העובד קשה זקוק גם ליותר מזון, וליותר חמצן לנשימה), וחום הגוף הולך ועולה.

מה הן הסיבות, העוללות להעלות חומו של גוף האדם?
שלוש הן:

מחלה — באשר כל תהליכי פעולות הגוף (מחזורי-הדם, הנשימה, לפעמים פעולת המעיים ועוד) מוגברות במידה ניכרת, חילוף החומרים מוגבר אף הוא, "המכונה" פועלת ביתר-שאת — ועל כן עולה החום.



קרִינָה



פיזור



העברה

הפרשת החום המיותר

מעלה מ-37°, ובמיוחד כשהיא בהרבה למעלה מרמת-חום זו?

קורר הגוף ע"י זיעה



לחות
גבוהה
של
האויר

לחות
גבוהה
של
האויר

השפעה חיצונית — בזמן שחום הסביבה (החום של האויר ושל העצמים הסובבים את האדם) גבוה מחום גופו, עלול החום החיצוני להשפיע על גופו ולהעלות את חומו. ההדגשה היא כלפי המלה „עלול“; אך כל עוד גוף האדם הוא בריא ומוכשר — לא יתחמם מסיבות חיצוניות אלה; וההסבר לכך יבוא להלן.

*

חוקי הטבע מחייבים שכל עצם חם, הנמצא בין עצמים חמים פחות ממנו, משתדל למסור מחומו הגבוה יותר לעצמים אלה, ולהגיע ל- „שיווי-משקל“ של החום (או, ביתר דיוק — לשיויון החום) בינו לבניהם. דרכי מסירת החום שונים הם, ואכן נפרט אותם:

• על-ידי העברה ישירה מגוף לגוף; ל- דוגמה: אדם היושב על כסא — מחמם אותו עד לרמת חום גופו.

• באמצעות קרינה; לדוגמה: קהל שמילא אולם קולנוע, מקרין מחומו אל הסביבה, ו- כעבור זמן מה האולם מחומם ובלתי נעים (באם אין בו מיזוג אויר). דוגמה אחרת של קרינה — ידועה לכולנו — היא קרינת השמש, הנותנת את החום, ולמעשה את כל החיים, לכדור הארץ הקר שלנו.

• על-ידי פיזור; כאן התהליך מסובך יותר, באשר אינו נראה לעין ואינו ניתן לחוש המישוש. המדובר הוא על המיליארדים הרבים של פרודות (מוליקולות), הסובבות אותנו, כאשר כולן נמצאות בתנועה מתמדת. כל פרודה ופרודה, הנוגעת בגופנו או בכל גוף מחומם אחר, לוקחת ממנו חלק זעום ביותר של חומו, מסתלקת ממנו, ומשחררת את מקומה לפרודה אחרת, העושה אותו הדבר. צירוף של כל מיליארדים הפרודות נוטל מהגוף המחומם חלק ניכר מחומו המיותר.

כל האמור עד כה מתיחס לגוף מחומם, כשחום סביבתו נמוך יותר מחומו הוא עצמו. זהו מצבו של אדם עובד ומתאמץ, כשעבודתו מתנהלת באויר שלמטה מ-37°. במקרה כזה הוא מפריש אל סביבתו את כל החום שנוצר בו שמעל ל-37°, ועל כן אף בעבודה מאמצת ביותר לא יתחמם גוף האדם למעלה מ-37° המעלות הטבעיות שלו.

מה קורה כשהמפרטורה מסביבו היא ל-

באשר מתערכת היא עם האויר. בחודשים ה-
נזכרים לעיל (יולי-ספטמבר), בהם לעתים קרור
בות רק כ-15% מהזיעה הנפרשת מגופנו מסו-
גלים בכלל להתאדות — כי האויר רווי עד
ל-85% אדים — הרי יתר 85% של זיעתנו
ניגרים מגופנו בצורת טיפות נוזלות — דהיינו,
מבלי להביא את התועלת הנודעת לזיעה. מכאן
— כשנגיע ל"תורת השתיה", נראה את ה-
שתיה כ"תשלום-תמורה" בעד זיעה שנלקחת
מאתנו — נבין שבחודשים הנזכרים יש להחזיר
לגוף, בצורת שתיה, כמות-נוזלים העולה פי
כמה וכמה על זו הנדרשת בתקופת החום
היבש, והמגיעה לפי-שבעה מזו הנדרשת ביום
חם רגיל אחר.

מכל האמור עד כה צריך להיות מובן,
שניגוב הזיעה מגופנו, על-ידי מגבת או מטפחת,
מהווה בובו חמור ובלתי-מוצדק — באשר
תהליכי ההזעה מביאים לידי קירור הגוף;
ואילו כל אותה כמות של זיעה שנשארה ב-
מגבת, תקרר רק את המגבת — ולא אותנו...

★

הזיעה מורכבת, כאמור, ממים שהומסו בהם
מלחים מסוימים, אשר העיקר שבהם הוא מלח
בישול רגיל (נטריום כלוראט).

הרכב גוף האדם — כולל כל הרקמות,
לרבות הרקמות הקשות והמוצקות ביותר (עצ-
מות, צפורניים, שערות) — מכיל קרוב מאוד
ל-80% מים. באם נקח כמשקל ממוצע של
אדם — 65 ק"ג, הרי כולל גופו 52 ק"ג מים!
כמות עצומה זו של מים מחולקת בכל
תאי הגוף ורקמותיו. מאידך גיסא, אין בגופנו
מקום המסוגל לאכסן כמות מים רזרבית (דבר
הקיים בעצם, במידת הידוע, אצל בעלי-חי יחידים
בלבד — הגמל).

תאי גופנו — צורה שונה להם, בהתאם
לרקמה: צורת כדוריות; צורה הדומה ללבנים;
צורה של פריסמות משולשות, וכדומה. כל תא
מורכב מקליפה העוטפת אותו, מגרעין, המהווה
את החלק החיוני שבו, וכל יתר בית-קיבולו
מלא חומר ציטוני (גליטוני), המורכב
בעיקר מים. כל תא ותא מחויב להיות מלא
חומר זה (פרוטופלסמה), וצורתו חייבת להיות
מושלמת — כאותו כדור-רגל שרק בהיותו
מלא אויר, טוב הוא לשימוש.

במקרים אלה נכנס לתוקפו תהליך שהוא
החשוב בכל תהליכי מסירת חום — ההזעה,
אדם המזיע, מפריש נוזלים (מים ומלחים);
וזיעה זו, המופיעה על פני גופו בצורת טיפות
זעירות מאוד, נהפכת לאדים — ונעלמת מעל
פני גופו אל תוך האויר. ידוע לכולנו שעל
מנת להפוך נוזלים לאדים — יש צורך בחום.
החום הנחוץ להפיכת הזיעה הנוזלית לאדים
נלקח משכבת-האויר הקרובה ביותר אל גופנו
— ועקב כך מתקררת שכבת-אויר זו, חומה
יורד בהרבה למטה מחום גופנו הטבעי, ובו-
ברגע "קופצים" לפעולה שלושת התהליכים
הראשוניים למסירת חום — העברה, קרינה,
פיזור — ומקררים את גופנו עד לסמפרטורה
הנורמלית שלנו. כאן יש לקחת בחשבון שה-
זיעה משחררת אותנו, על-ידי התהליך הנזכר,
לא רק מהחום העודף שנוצר בנו בעת פעולות
הגוף, כי אם גם מאותו חום מיותר שהוסגר
לתוך גופנו מהאויר (במקרה שהאויר סביבנו
חם-יותר) על-ידי שלושת התהליכים הקודמים
(העברה, קרינה, פיזור).

★

האקלים בארצנו מתחלק, נוסף לחלוקה לפי
חבלי-ארץ, גם לפי תקופות-השנה.

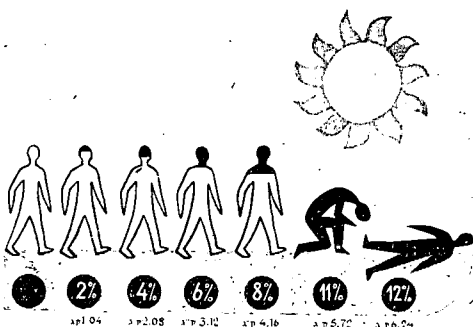
החורף הישראלי הנו קצר ביותר — בדווקא
4 חודשים. חודשי הקיץ — שהם כ-8 חודשים —
מחולקים בין מצב של חום קיצוני רגיל, לבין
תקופה הנמשכת כחודשיים, בה מגיעה הלחות
שבאויר כמעט עד לנקודת-רוויה (עד 85%-80%
לחות). באשר החום עצמו, הוא גבוה למדי,
והוא, איפוא, התקופה הקשה ביותר לאוכלוסי
המדינה, החלה בין מחצית חודש יולי לבין
מחצית חודש ספטמבר (תקופת שפך הנילוס
במצרים — מבלי ששתי התופעות תהיינה
קשורות סיבתית זו בזו). רק לאחרונה נתברר
כי תקופה זו מזיקה, ולפעמים אף קטלנית,
הרבה יותר מאשר ימי השרב השכיחים כל
כך בארצנו.

נוסף לתקופות הנזכרות, באים כ-50 ימי
שרב בשנה (בעיקר בסתיו ובאביב), שאף הם
אינם מרבים להוסיף בריאות לבני-אדם...
כשמדובר על הזיעה, המצילה את חיינו
על-ידי הרחקת החום מאתנו, הרי הכוונה כאן
לאותה זיעה המתאדת ועוזבת את גופנו,

השאלה הגורלית בכל מערבולת התהליכים שנוכרו למעלה היא: כמה מותר לאדם להפסיד מנווליו, מבלי להינזק קשות?

מחקרים רבים שבוצעו בארצות שונות וב- צבאות רבים, כולל זה"ל — בהתאם לאקלימים, בהם צבאות אלה פועלים — הוכיחו ללא שמץ של ספק כי כמות הנוולים שניתן לגוף להפ- סדה ללא-נזק, היא כמות זעומה.

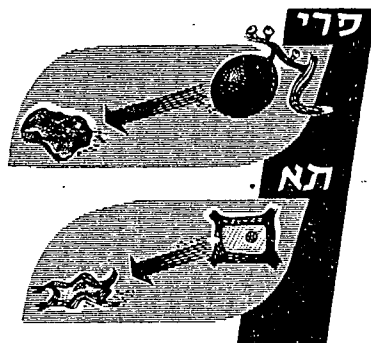
אדם בריא יכול לאבד שני אחוז מנווליו (1.04 ק"ג), ועדיין להיות מסוגל להמשיך במסעו. הוא מסוגל להמשיך בפעולותיו גם לאחר איבוד של 4% נוספים (בסה"כ — 3.12 ק"ג מנווליו). מכאן חללאה — באם לא מוחזרים לו הנוולים שאיבד — מתחילים בגופו תהליכי-נזק ראשוניים; ובהגיעו לאיבוד של 11%—10% מנווליו (5.20 עד 5.72 ק"ג) כבר נגרם לו נזק שעלול להיות בלתי ניתן לתיקון. בהפסד של למעלה מ-11% מנווליו — מהוה איבוד הנוולים גם איבוד החיים.



פעולות פיסיות שונות דורשות כל-אחת כמות-זיעה משלה, בהתאם לכמות הקלוריות המנוצלות בפעולה זו או אחרת. בנסיונות רבים נקבעו בדייקנות כמויות-זיעה אלו — וכיום ידוע, למשל, שבמשך שעת הליכה ללא-נטל, בטמפרטורה החיצונית של 43° , מאבד אדם בגיל-צבא $1\frac{1}{2}$ ליטרים נוולים.

בטבלה הבאה מובאות דוגמאות של איבוד נוולים בתעסוקות שונות; ובין היתר אפשר לראות שאף בעבודה קלה ביותר, כגון עיון בספר — בשיבה — מאבד אדם אף בטמפר- טורה נמוכה-יחסית (27°) 50 גרם נוולים לשעה.

ב-רברגע שתא מאבד מידה מסוימת של נווליו — מתכוצת קליפתו, נהרס הגרעין שבו



נוון ע"י דהידרציה

והוא מתנוון (השוה, למשל, ענב לצימוק). ה- תאים חדלים מלהתרבות, והם למעשה מתים. חוקי פיסולוגיה של גוף האדם קבעו תהליך מסוים, המאפשר לרוב תאי הגוף „להשאיל" לזמן-מה ממימיהם ולמסרם אל תוך מחזור הדם, על מנת שיגיעו אל בלוטות-הזיעה ויפרשו מתוך הבלוטות האלה מעל פני העור — במטרה אחת וחיונית ביותר: קירור הגוף. השאלת נוולים אלה על-ידי התאים מותנית בשני תנאים:

- הכמות המושאלת היא מוגבלת בלבד;
- ההשאלה תהיה לזמן קצר ביותר.

כידוע, אפשרית החזרת הנוולים אל התאים בדרך אחת בלבד: שתיית מים. מים אלה נספגים תחילה אל תוך קירות המעיים, ומשם למחזור הדם — והדם מחזיר, בתהליך מחזורי, את הנוולים לתאים, מהם הושאלו.

באם התאים לא קיבלו בחזרה את נווליהם בזמן הדרוש, הם יתחילו להתנוון, וכן תתנוון כל הרקמה הבנויה מאותם תאים — והנזק לאבר-הגוף, או לגוף כולו, יהיה בלתי ניתן לתיקון. מצב כזה של גוף האדם נוהגים לכנות „דהידרציה" (ייבוש ממים): גופו לא יוסיף מעתה להפריש זיעה, הגוף יתחמם — והוא ימות ממכת-חום. זאת ועוד: רקמה מסוימת אחת — רקמת המוח — היא הרגישה ביותר. על כן מתנונת היא בראשונה; ועל כן סימניה הראשונים של מכת-חום הם הסימנים המוכ- תבים על-ידי נזקים ברקמות-המוח.

*

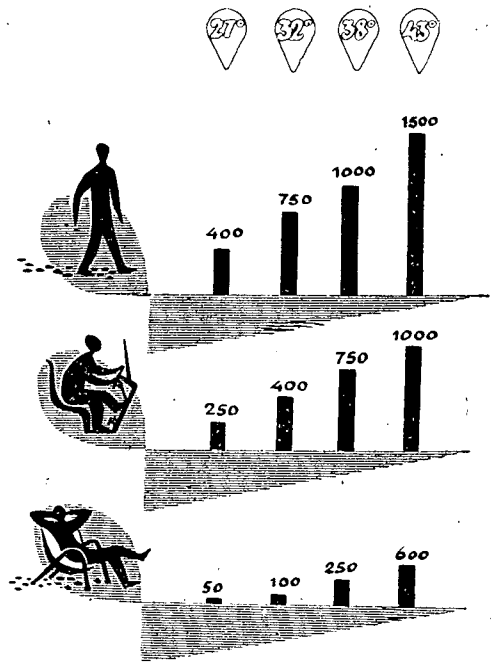
יתכן כי בתקופת הפלמ"ח באמת מילאנו את מימיותינו רק פעם אחת ביום; אך אל נשכח כי במהלך המסעות וההליכה לא אחת סרנו לנקודות ישוב, מושבים וקיצוצים, שם אכלנו פירות, ואף שתינו חבלי למלא דוקא את המימיה. ובאם נקח בחשבון שתפוז בינוני מכיל קרוב לכוס מים, שתפוז בגליל מכיל $\frac{1}{2}$ כוס, שעגבניה ומלפפון מורכבים עד 90% מים — נגיע למסקנה אוביקטיבית וברורה, כי גם אז שתינו את הכמות הנדרשת לגופנו — בהתאם לכמות הזיעה שאיבדנו לצורך קירור הגוף.

באם נסכים לקחת בחשבון עוד דבר, שבי חלקו נשכח אף הוא — כי מסעות יחידות הפלמ"ח היו נערכים במשטר של הפסקות לא מעטות, באשר היה צורך חיוני ביותר שלא להתגלות לעיני השלטונות שבתקופה ההיא, וכי המשא והנטל שהיו אז על גבנו, היו קטנים בהרבה מחגור הקרב של היום — הרי יובהר לנו עוד יותר שפעולות אלו לא הצריכו כמות נוזלים כה רבה כזו ההכרחית במסע של צבא סדיר, על כל הנטל שלו, והמרחקים הגדולים שהוא עובר על פניהם.

ואולי אף נזכיר לעצמנו אותן שלוליות של מים, בלתי בטוחים ביותר, ולא פעם בעלי טעם וריח מוזר ומפוקפק, מהם שתינו בהזדמנויות רבות במסעותינו: היו אלה מים אסורים, מסוכנים לבריאותנו; אך בכל זאת היו אלה נוזלים, ובלוטות הזיעה בהחלט אינן בודדות מה מקור המים המגיעים אליהן, ובלבד שיהיו אלה מים טובים להזעה...

הותיקים שבינינו יזכרו ללא ספק את קרבות לטרון, שם איבדנו חיילים לא מעטים ממכת חום, בגלל התנוונות רקמות גופם מחוסר מים לשתייה!

המגמה התיאורית, שלא היתה מבוססת כלל וכלל על התהליכים הפיסיולוגיים של גוף האדם, להרגיל כביכול את החייל לשתות פחות, על מנת שבשעת דחק, בהיותו מנותק מיחידתו ומאספקת מים סדירה, יוכל להתקיים זמן ממר שך יותר — נוגדת כל חוקי הטבע והפיסיולוגיה. אלה — כל אחד מהם, וכולם יחד — אינם ניתנים להשפעה לא על ידי רצון האדם (ויהיה זה אפילו הרצון העז ביותר), לא על ידי משמעת ולא על ידי שכנוע. אדם המבצע



איבוד נוזלים בפעולות ובטמפרטורות שונות
בסמ"ק לשעה

נוזלי הגוף הולכים לאיבוד לפעמים גם בתהליך בלתי-פיסיולוגי — בעקבות תקלות של צדדיות. הרצינית שבהן — היא תהליך של שלשולים ממושכים: בדרך זו עוזבים את הגוף נוזלים בכמות ניכרת למדי, וכך מתהווה גרעון בנוזליו. אנו נתקלים בתופעה זו לעתים לאחר אכילת מזון של-שבת; ובאם ביום א' או ב' בשבוע מבצעת היחידה אימון כבד, או מסע — המביא לאיבוד נוזלים פיסיולוגי בדרך הזיעה — הרי יש לזכור כי אז היה כבר לחיילים מראש רקע של דהידרציה, וכל איבוד נוזלים נוסף עלול לגרום לסיבוכים רציניים ביותר: למכת חום — ועד למות.

*

נחזור עתה לחיי יום-יום בתנאי צה"ל — וננסה לשחזר, ככל שניתן הדבר, את התנאים בהם פעלו בזמנו למשל יחידות פלמ"ח, שחלק מאנשיהן לשעבר טוענים עדיין כי בתקופה ההיא הלכו החיילים במשך שעות וימים בדרכים ובשדות, לא שתו — והוסיפו להיות פעילים ומחוסנים.

פעולה — יזיעה, כל עוד תהיה בתאיו כמות-נוזלים הניתנת להשאלה לבלוטות-הזיעה ודבר זה לא יהיה תלוי בכך אם ניתנו לו מים לשתייה או לאו. ובהגיעו לנקודת-המשבר — בה מפסיק האדם להזיע — הרי דינו כדין אדם מת.

האם יעלה בדעתו של מישהו היודע לנהוג והמכיר במידה מסוימת את מבנהו של מנוע-רכב, לנסות ולהקטין את כמות המים בתוך הרדיאטור, המיועד לקירור המנוע? ברור לכל אחד מאתנו שבאם לא ניתן לרדיאטור את כמות המים המלאה — יתפוצץ המנוע בהגיעו לטמפרטורה מסוימת. אותו דין עצמו — ללא שמץ של גמישות-יותר — מחייב אותנו לספק את הנוזלים לקירור גופו של האדם החי.

בשעתו ניסו צותי חוקרים מיחידות צבא-ארה"ב לבצע מחקרים מרחיקי-לכת על פלגות של אנשי-צבא, בתנאי אקלימים שונים, ובמיוחד בתנאי אקלים מדברי, טרופי ותת-טרופי. בעקבות מחקרים אלה, ואחרים, שבוצעו על-ידי הצבא הבריטי באותן הארצות החמות בהן חנו צבאותיו, הוצאו הנחיות ברורות-למדי: לספק את כמות המים המלאה הנדרשת לכל חייל, בהתאם לכמות המופרשת מגופו על-ידי זיעה, בכל פעולה ופעולה.

בהזדמנות זו יש להמליץ על עיון בספר הקלסי של צבא ארה"ב, בו ניתן דו"ח ציורי ומקיף כאחד על מחקרים אלה — ספרו של אי. פ. אדולף, המשמש מורה-דרך לכל מפקדי צבא ארה"ב בכל תכנוני מסעות ופעולות-מלחמה באזורים החמים של כדור-הארץ.

(E. F. ADOLPH — "Physiology of Men in Desert")

אנו עצמנו ביצענו מחקרים מספר, כדי ללמוד ולגלות את ה"דרישות" לנוזלים אשר יש לגוף החייל באזורי-האקלים השונים של ארצנו — אזורים גיאוגרפיים ו"אזורים" תקור-פתיים כאחד. טרם פרסמנו מחקרים אלה, שהי מרכזי בהם הוא המחקר שבוצע בעת המסע אילת-מטולה. מחקרים אלה הוכיחו גם לנו, פעם נוספת, את אמיתות התוצאות שבמחקרי הצבאות האמריקאי והבריטי; ונוסף לכך למדנו גם דברים רבים ומעניינים-ביותר על אזורי ארצנו, על משקאות מתאימים יותר ומתאימים פחות להחזרת נוזלי הגוף, על טמפרטורה של משקאות אלה, על אופן הגשתם לחייל והזמנים המתאימים לכך, ועל מידות-היכולת השונות של החייל בישראל לבצע פעולות — בתנאים שונים של שתייה, מנוחה ומזון.

בהזדמנות אחרת נוכל לפרסם גם את ה"תוצאות והממצאים המספריים, של המחקר הנ"ל — וכן את מחקרי-המשנה, שבוצעו בקיץ זה, ואשר מספריהם טרם עובדו סופית.

*

תקופתנו הולכת ומתבססת יותר ויותר על הישגי מדע, על מחקרים ועל ניסויים מקצועיים. זה-מזמן נגמלנו מההרגל של בנית שיטות חיים על הסתכלות בלבד, וללא מחקר שימושי. כל ענפי תורת-הלחימה מבוססים כיום על מחקרים יסודיים-ביותר, המתבצעים ברמות אקדמאיות. אין כל ספק שגם בבעיות כה חיריות כבעיות ביאולוגיות ופיסילוגיות הכרחי ביותר להתבסס על מחקר מדעי ולחדול מלהשתמש ב"אמונות" שונות, ב"נסיון עצמי" לא-מבורר ובזכרונות על הזמנים-שעברו, בהן "עלה בדינו לא לאכול, לא לשותות — ובכל זאת להצליח בפעולות".