

חשמל מזוהם

התפשטות החשמל ותחלואי הקדמה

הד"ר סמואל מילהאם, מוסמך בבריאות הציבור (MPH,MD)
אודות ד"ר מילהאם ניתן לקרוא בעמוד 66

iUniverse, Inc.
New York Bloomington

ELECTRICITY

Electrification and the Diseases of Civilization

Copyright © 2010 by Samuel Milham, MD, MPH

All rights reserved. No part of this book may be used or reproduced by any means, graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, recording, taping or by any information storage retrieval system without the written permission of the publisher except in the case of brief quotations embodied in critical articles and reviews.

iUniverse books may be ordered through booksellers or by contacting:

iUniverse

1663 Liberty Drive

Bloomington, IN 47403

www.iuniverse.com

1-800-Authors (1-800-288-4677)

עקב טבעה הדינמי של רשת האינטרנט, ייתכן שכתובות האינטרנט המופיעות בספר זה אינן עדכניות. כמו כן, הדעות המובעות בספר הן של המחבר בלבד, ואינן משקפות בהכרח את דעותיו של המוציא לאור, ואין הוא נושא באחריות.

ISBN: 978-1-4502-3821-2 (pbk)

ISBN: 978-1-4502-4164-9 (ebk)

ISBN: 978-1-4502-3822-9 (hbk)

Printed in the United States of America

iUniverse rev. date: 7/9/10

לאדי או'גורמן, מייסד העמותה הבריטית ילדים עם סרטן הדם ולזכר ילדיו,
פול וג'ין ואשתו מריון, שחייהם נגדעו עקב מחלות קרינה אלקטרומגנטית

"מי שמתעלם מההיסטוריה, דינו לחזור עליה"

- אדמונד ברק (1797-1729)

כל הזכויות שמורות לחברת דולב ©

תוכן העניינים

1.....	התפשטות החשמל ותחלואי הקדמה
3.....	תוכן העניינים
5.....	רשימת איורים
6.....	תודות
7.....	הקדמה
9.....	פרק ראשון: התחלה
11.....	פרק שני: בית הספר לרפואה של אלבני (AMC)
13.....	פרק שלישי: התמחות
16.....	פרק רביעי: התמחות נוספת
17.....	בית הספר לבריאות הציבור
19.....	פרק חמישי: מחלקת הבריאות של ניו יורק
19.....	סרטן הדם בילדים
20.....	מעקב אחר פגמים מולדים
21.....	מחקרי תאומים
21.....	סרטן הדם בקרב נשים ובעלים
22.....	מחלת הודג'קינס אצל נגרים
23.....	פרק שישי: אוניברסיטת הוואי ומחלקת הבריאות של מדינת וושינגטון
23.....	מחלקת הבריאות של מדינת וושינגטון
24.....	מחקרי תמותה תעסוקתיים
25.....	מיאלומה נפוצה בקרב עובדי הפרויקט הגרעיני האנפורד
25.....	סרטן הדם ולימפומה במפעל חיזור אלומיניום
26.....	סרטן הדם בקרב עובדי תעשיית החשמל
27.....	סרטן הדם בקרב מפעילי רדיו חובבים
28.....	מחקר חסינות: מפעל קייזר בטקומה
28.....	טרשת נפוצה וויטמין D
29.....	שדות מגנטיים בצמיגים רדיאליים
31.....	עזיבת מחלקת הבריאות
32.....	פרק שביעי: לבדי
32.....	חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית וסרטן השד בקרב גברים
33.....	סרטן בקרב כבאים
33.....	אבות לילדים בטחנות קמח ותעשיית האלומיניום
33.....	סרטן בקרב עובדי משרד
34.....	אוניברסיטת וושינגטון ועכברושים שנחשפו לקרינת מיקרוגל

36.....	מחקר גילי שיא בהופעת סרטן הדם בקרב ילדים
39.....	פרק שמיני: סרטן בחטיבת הביניים לה קווינטה, קליפורניה
42.....	המחקר בחטיבת הביניים לה קווינטה
44.....	הממצאים
44.....	ההשלכות
45.....	עניינים אחרונים
47.....	פרק תשיעי: מחלות הקדמה
	סרטן בבית הספר היסודי ויסטה דל מונטה בפאלם ספרינגס, שבשטחו מוצבת אנטנה סלולארית
53.....	
56.....	פרק עשירי: מחקרים עתידיים
56.....	מחלת העצבים המוטורים (מחלת לו גריג)
57.....	צבר מקרי סרטן הדם בילדים, פאלון, נבאדה
58.....	משדרים רבי-עוצמה וסרטן
58.....	פוליציטמיה ראשונית
59.....	צברי סרטן
59.....	פוריות ותפוצת החשמל
60.....	חשיפה למכ"ם וסרטן האשכים
62.....	פרק אחד-עשר: מה לעשות
62.....	רמות גבוהות של חשמל מזוהם
63.....	פתרונות
64.....	פתרונות ארוכי טווח
65.....	סיכום
66.....	קורות חיים ד"ר מילהאם
66.....	השכלה וניסיון
67.....	מידע נוסף
67.....	להלן מספר ספרים מומלצים להדיוטות. רבים מהם זמינים מהאתר <i>Less EMF</i> :
68.....	הפניות ומקורות

רשימת איורים

- איור 1 אבקת ברזל על צמיג רדיאלי. 30.....
- איור 2 צילום רנטגן של צמיג רדיאלי. 30.....
- איור 3 ספירות תאי T ו-B בקרב העכברושים שנחשפו לקרינת מיקרוגל אל מול קבוצת הביקורת. 35.....
- איור 4 אשפוזים עקב פאוכרומוציטומה, וושינגטון. 35.....
- איור 5 שיעורי תמותה עקב סרטן הדם בילדים לפי גילאים עבור השנים 1920-1960. 37.....
- איור 6 שרטוט משקף תנודות (אוסילוסקופ):
ערוץ 1 הוא קו מתח חילופין בתדר 60 Hz;
ערוץ 2 הוא למעשה ערוץ 1 במכפלת 10,
כאשר תדר ה-60 Hz הוסר באמצעות מסנן מעביר גבוהים. 40.....
- איור 7 תרשים של חט"ב לה קווינטה המציין את הכיתות בהן מדדו רמות חשמל מזוהם הגבוהות מ-2000 G/S. 43.....
- איור 8 אחוז בתי המגורים עם וללא חיבור חשמל, 1920-1956; מרשם האוכלוסין של ארה"ב. 48.....
- איור 9 תמותה מסך הגורמים כולם. 49.....
- איור 10 תמותה ממחלות לב וכלי דם. 49.....
- איור 11 גידולים ממאירים. 50.....
- איור 12 סכרת. 50.....
- איור 13 שיעורי תמותה מוגברים, אוכלוסיה עירונית. 51.....
- איור 14 האנטנה הסלולרית בוויסטה דל מונטה. 53.....
- איור 15 קריאות G/S ברבעי מרחק:
חושב ממוצע מדידות G/S מ-32 כיתות אל תוך ארבע קטגוריות שהוגדרו לפי מרחק מהאנטנה הסלולרית. 54.....

תודות

כל הנתונים והעיבוד המדעי המופיע להלן מבוסס על רעיונותיהם ועבודותיהם של אחרים. מכיוון שחלק מה רב מעבודתי כאפידמיולוג מבוסס על נתוני מרשם האוכלוסין, הרי שאני חב חוב גדול לעשרות רבות של אנשים שמילאו, אספו וערכו אין־ספור נתוני לידה, תמותה ופרמטרים מרשמיים נוספים לאורך המאה האחרונה. המחקר שערכו מייקל קורטבראון וריצ'ארד דול בשנת 1961, המצביע על שיא בשיעורי סרטן הדם בקרב ילדים בתחילת המאה העשרים; גרף ציר הזמן המראה על התפשטות השימוש בחשמל בארה"ב שיצרו ג'סי אוסובל וסזאר מצ'טי; ולבסוף הזיהוי, האפיון ומדידות החשמל המזוהם שערכו מרטין גראהם ודייוויד סטטצר היו כולם תנאים מקדימים למחקר שערכתי בחטיבת הביניים לה קווינטה, שזיהה את החשמל המזוהם כגורם מסרטן אוניברסאלי. אלמלא המאמר שפרסם מייק פרו בעיתון *Desert Sun* על אודות מקרי הסרטן בקרב מורי חטיבת לה קווינטה, דבר מכל זה לא היה מתרחש.

בכל תחנה במסעי בן חמישים השנים היו אנשים שתמכו בי ועודדו אותי. במשרד לבריאות הציבור של ניו יורק גאל אותי אלן גיטלסוהן מהתמחות בלתי מספקת ועבד עמי על מיזמים אחדים. בהוואי זכיתי לעבוד עם בוב וורת', הבוס והעמית הטוב ביותר שיכולתי לבקש. במשרד לבריאות הציבור של מדינת וושינגטון חלק גדול מעבודתי התאפשר בזכות אריק אוסיאנדר. המיזם שיזמנו בעניין סרטן הדם בילדים התברר כנקודת ציון קריטית בעבודתי. אריק גם היה האיש שהעניק לי גישה מתמשכת למידע של מדינת וושינגטון, גם עשרים שנים לאחר פרישתי לגמלאות.

לאורך השנים היה הד"ר וויליאם רוס איידי המנוח זמין תמיד להנחות אותי ולפתור בעיות וקשיים טכניים הקשורים לשדות אלקטרומגנטיים. הד"ר לואיס סלסין, עורך *Microwave News*, היה לאורך השנים מעיין עשיר של ידע בכל הנוגע למחקר העדכני ביותר בשדה השדות האלקטרומגנטיים (EMF).

פרישתי לגמלאות חייבה אותי להיפרד מרשת מקצועית מזינה, שהיא לחם חוקו של כל חוקר. ללא משרד, סטודנטים, עמיתים, ספריות או פגישות מקצועיות הפכו רוב מחקרתי בעשרים השנים האחרונות למיזמים יחידניים. נדרשו לי כל חמישים השנים האחרונות כדי להרכיב את התצרף במלואו ולחשוף את דיוקנה המדהים של החשיפה הנסתרת שבשורש תחלואיה הנפוצים של החברה המפותחת, או "תחלואי הקדמה".

אני מבקש להודות מקרב לב גם לג'ורג' נדף מ־iUniverse על הדרכתו בכל מה שקשור להוצאה לאור, ולב' בלייק לביט על שהפך את הספר זה לקריא. תודה גם למגדה חוואס שאיירה את רוב האיורים שבספר. שרי מילהאם תרמה עצות רבות ואף ביצעה עבודת הגהה לספר המקורי באנגלית שערכה רב.

הקדמה

ספר זה נכתב בניסיון בהול להזהירכם מפני מה שלטעמי הוא סיכון בריאותי גלובלי, מעשה ידי אדם. בשנות השמונים של המאה התשע-עשרה, כשתומס אדיסון החל לראשונה לרשת את העיר ניו יורק במערכת הזרם הישיר שלו, הוא העניק לנו את קסמם של האור, החום והאנרגיה החשמלית, ובו-בזמן פתח תיבת פנדורה של חולי ומוות שאת ממדיה אנו מתחילים להבין רק עתה.

קיימת סבירות גבוהה שרוב "תחלואי הקדמה" של המאה העשרים, לרבות מחלות של הלב וכלי הדם (מחלות קרדיו-וסקולריות), גידולים ממאירים (סרטן), סוכרת והתאבדות אינן נגרמות עקב אורח חיים לקוי ופגום בלבד, אלא בגלל מאפיינים פיזיקליים של זרם החשמל עצמו. המידע הדרוש להוכחת טענה זו היה זמין כבר מ-1930, אלא שאיש לא חשד בכך ולכן הנושא לא נחקר. המלחמות שהוכרזו על הסרטן ועל מחלות הלב וכלי הדם נידונו לכישלון צפוי מראש, מכיוון שלא זוהה בהן גורם אטיולוגי קריטי. יתר על כן, מחלות אלו אף הופכות לנפוצות יותר ויותר ככול שאנו נחשפים יותר ויותר למכשור אלקטרוני מתקדם.

החלק החשמלי של הסיפור מתחיל בצבר מקרים של סרטן דם בילדים בעיירה רומא שבניו יורק – נושא שחקרתי עוד בשנות השישים של המאה הקודמת. לא הבנתי בזמנו שהגורם לצבר הוא מכ"ם שהוצב בקרבת מקום. רק שנים רבות מאוחר יותר דיווח סטניסלב סמיגלסקי, חוקר מפולין, שמפעילי מכ"ם ואנשי צבא אחרים סבלו משיעורי לימפומה וסרטן הדם מוגברים ביותר (Szmiegelski 1996), ובדיעבד הבנתי את הקשר בין השניים. בארה"ב נמצא מתאם בין הופעת סרטן הדם בילדים בשנות השלושים ועלייה בשיעור הופעת הצורה העיקרית שלה, לוקמיה לימפוציטית חריפה, בקרב בני 2-5, ובין התפשטותה ההדרגתית של רשת החשמל מאזורים עירוניים לחקלאיים (Milham & Osslander 2001). אפילו כיום, שיא גילים זה אינו קיים באזורים שבהם תפוצת החשמל נמוכה, כגון אפריקה שמדרום לסהרה.

זאת ועוד, המחקר חשף מתאם בין כמה מקרי סרטן אצל מבוגרים – בהם סרטן השד אצל נשים – ובין תפוצת החשמל באזורי מגורים. באותה תקופה לא חשדתי ששדות מגנטיים בתדר 60 Hz הם האחראים לכך. כמה שנים לאחר מכן, בשנת 2004, התפרסם מאמר בעיתון בעניין צבר מקרי סרטן בחטיבת הביניים לה קווינטה שבדרום קליפורניה. בעקבות מאמר זה ערכתי מחקר נוסף, שהראה שזרמים ארעיים בתדרים גבוהים ("חשמל מזוהם" במונחי התעשייה) הם למעשה גורם מסרטן אוניברסלי. החשמל המזוהם "רוכב" על גל הסינוס בתדר 60 Hz של זרם החלופין (AC) בצורת זרמים ארעיים בתדרים גבוהים, בטווח 2-100 KHz. הוא נמצא גם בזרמי הארקה החוזרים לתחנות המשנה ונגרם עקב הפרעות בזרם והיווצרות ניצוצות וקשתות חשמליות. החשמל המזוהם עשוי להימצא בקווי מתח בכל מקום, וקרוב לוודאי שאכן כך הדבר מראשית ימי השימוש המסחרי בחשמל. באמצעות צימוד קיבולי החשמל המזוהם עובר לגוף האדם ומחולל זרמים חשמליים בגוף עצמו, ואלה גורמים להופעת מחלות שונות.

המחקר על לה קווינטה משנת 2008 (Milham & Morgan 2008) הוביל למחקר נוסף ב-2009, בכותרת "ראיות היסטוריות לכך שתפוצת החשמל נמצאת ביסוד תחלואי הקדמה של המאה העשרים" ("Historical evidence that electrification caused the twentieth century epidemic of disease of civilization", Milham 2010), אשר הוליד את הספר הזה ואת האזהרה שהוא טומן בחובו. ספר זה נועד להסביר כיצד קרה שאפידמיולוג שזה מכבר פרש לגמלאות, מצא את עצמו מעורב במה שהתברר כמחקר החשוב, המעניין, הקשה ושובר הלב ביותר בקריירה הרפואית הארוכה שלו.

השפעותיו של החשמל על בריאותם ומותם של בני האדם היו כה הדרגתיות ובקנה מידה גדול כל כך – שלא הוקדשה להם כמעט תשומת לב. המחלות הרבות שהביא עמו החשמל נתפסו כמחלותיה ה"רגילות" של הקדמה. כבר בתחילת המאה שעברה נהנו ערים גדולות בארה"ב מחיבור לחשמל,

ואילו אזורים כפריים זכו לחיבור לחשמל רק בשנות החמישים. בשנת 1940 כבר היו מחוברים מעל 90% מבתי המגורים בקליפורניה ובצפון-מזרח ארה"ב. מכאן שכבר אז היו כמעט כל תושבי ארה"ב חשופים לשדות אלקטרומגנטיים (EMF) בבתיהם ובמקום עבודתם, בעוד תושבים כפריים נחשפו אך לרמות משתנות של שדות אלקטרומגנטיים, בהתאם לזמינות החשמל במדינותיהם. כך, למשל, ב-1940 נהנו רק 28% מתושבי מיסיסיפי מחיבור לחשמל, בעוד אחת-עשרה מדינות, צפונית בעיקר, נהנו משיעור חיבור של מעל 90%. אפשר לומר שבמדינות אלו (ובקליפורניה כמובן) נחשפו תושבים עירוניים וכפריים לרמות דומות של קרינה אלקטרומגנטית, בעוד במדינות שבהן שיעור החיבור לחשמל הוא נמוך, היו הבדלים אפשריים גדולים בין אזורים עירוניים לכפריים. רק ב-1956 נעלמו הבדלים אלו לחלוטין.

כבר אז היה ידוע – אם כי חומרת הדבר לא הוערכה דייה – שבשנים 1930 ו-1940 שיעורי התמותה ממחלות לב וכלי דם, מסרטן, מסוכרת ומהתאבדות היו גבוהים הרבה יותר באזורים עירוניים מאשר באזורים כפריים. ב-1930 היו שיעורי התמותה מסרטן גבוהים יותר ב-58.8% באזורים עירוניים בהשוואה לאזורים כפריים. במרבית הגורמים שנבדקו נמצא מתאם מוחלט כמעט בין שיעורי התמותה הכפריים ובין זמינות החשמל בבתי מגורים לפי מדינה.

קשה להאמין שהבדלי תמותה בסדר גודל כזה זכו להתעלמות גורפת למשך יותר משבעים שנים לאחר שנצפו לראשונה וארבעים שנים לאחר שניתנה עליהן הדעת לראשונה. אני חושד שבמחצית הראשונה של המאה העשרים איש לא תר אחר תשובות ואיש אף ידע כיצד לשאול את השאלות האפידימיולוגיות הנכונות. עד שהתפתחה לאשורה האפידימיולוגיה של תחום האלקטרומגנטים בשנת 1979, אוכלוסיית ארה"ב כולה נחשפה כבר לקרינה. פשוט לא נותרה שום אפשרות לאתר קבוצת ביקורת שלא נחשפה; מכאן שכל המחקרים שנערכו מאז סובלים מהטיה מובנית. מחקרי עוקבה (cohort), שבמסגרתם נערך מעקב ארוך טווח אחר קבוצה מסוימת, התבססו על נתוני אוכלוסייה שנחשפה לקרינה אלקטרומגנטית כדי לחשב ערכים צפויים, ומחקרי מקרה-ביקורת השוו מקרים עם חשיפה מרובה מול מקרים עם חשיפה פחותה יותר.

על דרך ההשוואה ידוע, ששיעור התמותה מסרטן הריאות בקרב מעשני שתי קופסאות ביום גבוה פי עשרים מאשר לא-מעשנים, אך רק פי שלושה מאשר מעשני קופסה אחת ביום. אם נרחיב את האנלוגיה לקרינה אלקטרומגנטית, הרי שאחרי 1956 אי אפשר היה למצוא אדם "לא מעשן" בכל ארה"ב, להוציא את קבוצת האימיש הקטנה. המסקנה הבלתי נמנעת של מחקרים אלו היא שמגפות המאה העשרים "מחלות הקדמה" הנפוצות – מחלות לב וכלי דם, סרטן, סוכרת ואף התאבדות – נגרמו בגלל התפשטות רשת החשמל והתגובות הביולוגיות המתרחשות בגופנו בעטייה. מכאן שאת רבות מן המחלות הללו אפשר בהחלט למנוע.

ברמת התא והאיבר הבודד אין אנו אלא מרק אלקטרוכימי – חֶשְבוּ עַל מַכְשֵׁרֵי ECG (אלקטרוקרדיוגרם), EEG (אא"ג – אלקטרואנצפלוגרם) ו-EMG (אלקטרומויוגרם). התפתחנו בסביבה מורכבת מבחינה אלקטרומגנטית, ובה נחשפנו לסירוגין למקורות קרינה ארציים וחופי-ארציים, החל בשמש, המשך בקרניים קוסמיות וכלה בפעילות גאומגנטית. אני מאמין שהאיזון האבולוציוני שלנו, שהתפתח לאורך מיליוני שנים, הופר ונהרס לחלוטין במאה האחרונה בגלל שדות קרינה אלקטרומגנטיים מעשה ידי האדם.

אני סבור ששדות אלקטרומגנטיים שיצר האדם, ובמיוחד החשמל המזוהם, הם גורמים פוגעניים האחראים לרבות מן המחלות שאוכלוסיות המחוברות לחשמל סובלות מהן.

החדשות הטובות מאוד הן שקיימות דרכים סבירות לסלק, או לכל הפחות להפחית משמעותית את הסיכון הזה, אך רק אם החברה תחליט במודע לעשות זאת. נוכל להפוך את חיינו כאל לבטוחים יותר, מבלי לשוב ולהטיל על עצמנו אפלה. נדרשו לי קרוב לחמישים שנות מחקר וניסיון כדי להבין באמת מה הייתה משמעותם של הנתונים שנאספו בלה קווינטה, קליפורניה. אנא הצטרפו אליי בחזרה לאלבני, ניו יורק של שנת 1932, ואסביר לכם כיצד הגעתי משם עד הלום.

פרק ראשון: התחלה

נולדתי בבית החולים על שם אלבני באלבני, ניו יורק, ב-12 במאי, 1932. שנים מאוחר יותר, כשלמדתי רפואה, חזרתי לאותו בניין לבנים אדום שבו נולדתי. גם בני הבכור נולד שם.

הוריי היו ממוצא לבנוני וסורי, נוצרים אורתודוקסים שניהם. אבי, סאם, נולד למעשה באלבני, אך הוריו היגרו לארה"ב בתחילת המאה העשרים מברומנה, עיירה קטנה ליד ביירות, לבנון. אמי, לואיז, נולדה בטאורוס שבסוריה, והיגרה עם הוריה לארה"ב בהיותה ילדה קטנה. אמי סיימה את בית הספר התיכון, ואילו אבי פרש מהלימודים אחרי כיתה ד'. הוא, אמו ושלושת אחיו שהו בלבנון בביקור משפחתי כאשר פרצה מלחמת העולם הראשונה, ולא יכלו לשוב לארה"ב אלא רק לאחר זמן רב. למעשה, הם איבדו כל קשר עם סבי, אלכס, למשך ארבע שנים תמימות, ואף רעבו ללחם לא מעט פעמים במהלך הכיבוש הטורקי של המזרח התיכון. כולם עברו בשלום את תקופת המלחמה, ומעט לפני שנולדתי נספתה סבתי, לבי, באורח טרגי בתאונת דרכים. התאונה הותירה רושם כה רב בנפשו של אבי וגרמה לו צער כה רב – שמעולם לא נהג במכונית.

את כיתות א' עד ח' למדתי בבית הספר הציבורי מס' 26 בחלק המערבי של אלבני, כמאה מטרים ממקום מגוריני. בית הספר הזה נהרס לפני שנים אחדות ובמקומו בנו בניין משרדים. מיקום זה התברר כמוצלח במיוחד: למרות שנאלצתי לבלות את כל כיתה ז' במיטתי מפאת מחלה, לא הפסדתי אפילו יום לימודים אחד. המורים פשוט יכלו לעבור בביתי ולעדכן אותי בשיעורי אותו היום בדרכם לתחנת האוטובוס. אחרי שנה בחטיבת הביניים על שם פיליפ ליווינגסטון עברתי לתיכון אלבני, מרחק תחנת אוטובוס אחת מביתי. מבחינה אקדמית, בית הספר בחר כעשרים תלמידים מוכשרים (מתוך כ-500), ומנהלי מחלקות אזוריים הדריכו אותם. אותם יחידים שזכו ליתרון חינוכי זה יכלו מאוחר יותר להתחרות עם תלמידים מהעיר ניו יורק, שלמדו בתיכונים טכניים ומדעיים, על מלגות ציבוריות. יתרון גדול. בטקס סיום לימודי בתיכון זכיתי בפרס הגרמני ובפרס הגאומטרייה המרחבית. באחד מן הימים, לקראת סיום שנת לימודי האחרונה, נבחנתי בבחינה שזיכתה אותי במלגת לימודים מלאה לכל מוסד אקדמי ציבורי של מדינת ניו יורק. בחרתי ביוניון קולג' (Union College) בעיר שנכטדי, ניו יורק, כדי שאוכל להמשיך לגור בבית הוריי.

יוניון קולג' היה אחד מהמוסדות הוותיקים במדינה, והיה מסונף למערכת ההשכלה הגבוהה של המדינה, שכללה בין השאר, את בית הספר לרפואה של אלבני, בית הספר למשפטים ובית הספר לרוקחות. מכיוון שהייתה בי אהבה עזה למדע, נרשמתי ללימודי קדם-רפואה. המכללה התהדרה בקמפוס ירוק ורחב ידיים, במערכת אחוות סטודנטים ובכמה מרצים ידועים. לא היתה בבעלותנו מכונית, ולכן נאלצתי לנסוע בטרמפים לאורך 25 הקילומטרים שהפרידו ביני ובין הקולג', הלך וחזור, חמישה ימים בשבוע, למשך ארבע שנים. אחד מחבריי לכיתה עזר לי למצוא עבודה בסופי השבוע בבית החולים סיינט קלייר בסקנקטדי. כך עבדתי במעבדה הקלינית בסופי השבוע תמורת דולר אחד לשעה, בתוספת מגורים ואש"ל מיום שישי בערב עד יום שני בבוקר. בתוך חודשים מספר כבר ניהלתי את המעבדה בלילות בכוחות עצמי. לקחתי דם מחולים לפני כניסתם לניתוח, ערכתי ספירות דם ובדיקות דם, ואספתי דגימות דם לצורך עירויים, סיווגים, התאמות ובדיקות בקטריולוגיות. הפתולוג שהשגיח על המעבדה הרשה לי לעזור לו בביצוע נתיחות שלאחר המוות. הוא גם השאיל לי את ספריו, מיקרוסקופ זייס ישן וחד-עיני ואוסף שקופיות המטולוגיות, להרחבת השכלתי בזמני הפנוי. שם התנסיתי לראשונה במקצוע הרפואה, ובזכות העבודה במעבדה רכשתי ניסיון רב בפתולוגיה קלינית.

בשנתי האחרונה בקולג' ניגשתי למבחן נוסף זכיתי במלגת לימודים ציבורית נוספת לבית הספר לרפואה של אלבני (AMC – Albany Medical College). באותו זמן זכיתי במלגה נוספת, קטנה יותר: מלגת פולר למצוינות בכימיה, שנועדה לבוגר יוניון קולג' שפניו ל-AMC. איני יודע אם מדינת ניו יורק ממשיכה גם כיום להפעיל את מערכת המלגות שלה, אך אין ספק שבלעדיה היו חיי עולים על מסלול אחר לחלוטין. ללא הסיוע הכלכלי הזה, בטוחני שהיום הייתי עוסק במקצוע שונה בתכלית, וסביר

להניח שאם כך היה, המחקרים המתוארים בספר זה לא היו נערכים כלל. כדאי לזכור עובדה זו כל אימת שקיצוץ תקציבי מתוכנן מאיים על תכניות חינוך ציבוריות.

פרק שני: בית הספר לרפואה של אלבני (AMC)

לאחר ארבע שנים במכללה כללית טובה חשבתי שבית הספר לרפואה, שהיה בית ספר מקצועי פשוטו כמשמעו, לא היה אלא צעד אינטלקטואלי לאחור. הבסיס המדעי של החינוך הרפואי הסתכם למעשה בלימודי פתולוגיה, כלומר בבסיס הפיזי והפתולוגי של כל המחלות כולן. לא היה בנמצא קורס בהיסטוריה רפואית, ובכל זאת קראתי רבות על אודות רופאי העבר ועל האופן שבו הם פענחו את מסתורי הרפואה של זמנם. שאבתי מכך השראה והנאה רבה, ועודני שואב. רוב הרופאים בוחרים את תחום התמחותם בתהליך של שלילה, תוך שקלול ההיבטים החיוביים והשליליים של כל התמחות והתמחות. היכולת לעזור לחולים במצוקתם והצפייה ברופאים טובים בעבודתם היו החלקים הטובים ביותר בתהליך, וכך למדתי בצורה הטובה ביותר. במונחים של לימוד מקצוע הרפואה, אני חושב שאין בנמצא פתרון טוב יותר מאשר מערכת ההתמחות, ולא עוד, אלא שאני סבור שעל כל סטודנט לרפואה להתאשפז כחולה לזמן־מה. זו תהיה בעבורו חוויה משכילה מאין כמותה.

בתחילת 1954, כשלמדתי בבית הספר לרפואה של AMC, בית הספר חלק מבית החולים של אלבני. לרשות הסטודנטים עמדו מלתחות, חדר מנוחה וספריית בית החולים. אתי למדו 53 גברים נוספים ורק אישה אחת. בצדו השני של הכביש עמד בית החולים ליוצאי צבא, ובמרחק הליכה היו המעבדה המרכזית ומחלקת הבריאות של מדינת ניו יורק.

אמנם כבר אז הכרתי רבים מהיבטיו של מקצוע הרפואה, לרבות נתיחות שלאחר המוות, אך שנתיי ב-AMC יצקו יסודות רפואיים מוצקים לניסיון – הקטוע והבלתי מבוסס דיו – שצברתי שנים מועטות קודם לכן במעבדת בית החולים סיינט קלייר. השנתיים הראשונות הוקדשו להיבטים הבסיסיים ביותר של מדע הרפואה: אנטומיה, פיזיולוגיה, פרמקולוגיה ופתולוגיה. בדומה לכל קורסי האנטומיה דאז, הקורסים שלנו כללו תהליך ארוך, בן שנה שלמה, של נתיחת גופה. הגופה שלנו היתה גבר שדמה למומיה מצרית שקולפה מעטיפתה. היה קשה להאמין שאדם זה היה פעם איש חי. רקמותיו היו קשות כמו מוצרי עור שקונים בחנויות, וצבען היה חום כהה. הניגוד החד בין מראה הרקמות של הגופה שלנו ובין האופן שבו הן נראות באדם חי, או אפילו בנתיחה שלאחר המוות, היה מרשים ביותר.

גרתי אז בבית הוריי, בלילות עבדתי בתור ביוכימאי במעבדה הציבורית של מדינת ניו יורק, ובארבע שנות לימודיי, בניגוד לסטריאוטיפ הנפוץ על סטודנטים לרפואה, הצלחתי לא לקחת אף ספר אתי הביתה. מצאתי די והותר זמן במשך היום כדי ללמוד, והבנתי שרפואה היא אמנות באותה מידה שהיא מדע.

בשנתיים האחרונות ללימודים הפכנו לרופאים של ממש, במלוא מובן המילה. התנסינו בהתמחויות השונות, ולמדנו כיצד לאבחן מחלות ולטפל בחולים אמתיים. כל ההתמחויות היו מאתגרות ומעניינות, אך כשהרהרתי בשאלה מה לעשות לאחר סיום הלימודים, התחלתי לערוך סדרי עדיפויות של מה לא ארצה לעשות.

פסיכיאטרייה הייתה מחוץ לדיון. לא היה לה כל בסיס פתולוגי. התחום גם כלל טיפולים שסלדתי מהם. לא אהבתי את השימוש בנזעי חשמל (הלם חשמלי), טיפול שהיה נפוץ בזמנו, ומחליאה אותי העובדה שטיפול זה שב להיות חלופה טיפולית לגיטימית. גם הפסיכואנליזה, חשבתי, חסרת כל ביסוס מדעי.

מנגד, ההתנסות שלי בתור רופא מיילד הייתה התנסות חיובית במיוחד בעבורי, מפני שיכולתי לעזור לנשים צעירות לעשות את הדבר הטבעי ביותר. כל לידה הייתה בעבורי חוויה מרגשת, ושאבתי סיפוק רב מן האפשרות לעזור לאימהות לעבור בשלום את תהליך הלידה. זירוז לידה היה מנהג נפוץ באותה תקופה, בעיקר לנוחותם של הרופאים המיילדים. חשבתי אז ששיעור הניתוחים הקיסריים היה

גבוה מדי. אמנם מצאתי את העיסוק בכך מספק ביותר, אך פסלתי את האפשרות מכיוון שהיה בה יותר מדי מאותו הדבר, ולא היה בה אתגר רב מבחינה אבחונית.

רפואת ילדים הייתה מעניינת ביותר, אך גם שוברת לב במידה רבה. לא יכולתי לצפות בילד תם מת ממחלתו. הענף האונקולוגי של רפואת הילדים היה הגרוע ביותר מהבחינה זו, מכיוון שבאותן שנים סרטן הדם היה למעשה גזר דין מוות לילד. באותה תקופה עשינו שימוש רב בספר רפואת ילדים הידוע של נלסון. בכל חלק בספר הופיע דיון קצר באפידמיולוגיה של כל מחלה. גיליתי מהר מאוד שהאפידמיולוגיה של כל מחלה והדרך להבינה הן נושא מעניין הרבה יותר מאשר השאלה כיצד לטפל בה. לאחר קריאה עצמאית על אודות האופן שבו אנו מבינים מחלות ילדות מידבקות, סברתי שמצאתי את הפינה הרפואית שבה ארצה להתמחות.

היה לנו גם סבב ניתוחים. אהבתי את החלק האבחוני של הניתוח מכיוון שהתאפשר לך להשתמש בכישוריך הקליניים, הבלשיים והמעבדתיים כדי להגיע לאבחון, ויכולת לבדוק מידית אם צדקת.

עם זאת, ראיתי כמה וכמה דברים על שולחן הניתוחים ובמחלקות השונות שגרמו לי לתהות כיצד מישהו מסוגל לעבור בשלום את האשפוז בבית החולים. בסופו של דבר, מחקתי את ההתמחות בניתוח מן הרשימה, מכיוון שמצאתי עניין רק באבחון ולא בביצוע.

כמו כן, חיבבתי את תחום הרפואה הפנימית. הרופא שהערצתי יותר מכול ושימש לי מודל לחיקוי היה אדם גבוה ובעל דיבור רך בשם גילברט בי. פעמים אין-ספור אמר שההקשבה לחולה היא קריטית, ושאינו יוצגו לפני החולה השאלות הנכונות תמיד יוכל למסור לך את הדיאגנוזה בכוחות עצמו. תובנה זו תהיה מרכזית מאוחר יותר, בעת המחקר בנושא החשמל המזוהם, וכשאבוא במגע עם אנשים שהפכו לרגישים במיוחד לשדות אלקטרומגנטיים. הרופאים לרוב לא הקשיבו להם, אך החולים מסרו להם את הדיאגנוזה.

לאחר סבבים רבים והתנסויות בכל ענפי הרפואה, התחוויר לי שמצאתי עניין רב הרבה יותר בהבנה של מה מביא חולים לבית החולים מלכתחילה מאשר בשאלה כיצד לטפל בהם. העניין שלי באפידמיולוגיה גבר מיום ליום.

חיי האישיים גם הם עברו תהפוכות לא מעטות במהלך שנות לימודי. בין שנתי השנייה לשלישית ב-AMC לימדתי ירי בחץ וקשת במחנה קיץ בוורמונט. שם פגשתי מורה יפה בשם לורנה גלברייט, שלימדה טניס והייתה ברשותה מכונת. נישאנו שנה מאוחר יותר, ב-1956; ילדנו הראשון מבין שלושה, בן בשם ריצ'ארד, נולד ב-1957. כשסיימתי את לימודי, כבר הייתי אדם נשוי, ואב לילדים. בתי, סוזאן, נולדה ב-1961, כשהייתי מתמחה בבוסטון. בני השני, סאם, נולד ב-1961, כשלמדתי לתואר שני בבריאות הציבור בבית"ח ג'ונס הופקינס בבאלטימור, מרילנד.

זיכרון ברור אחד שנותר עמי מסיום הלימודים: אני זוכר אותנו צועדים על הבמה, כל אחד בתורו, כדי לקבל את פיסת הנייר שעבדנו כה קשה לקבלה. שאלתי את עצמי במי מחברי ללימודים אוכל לבטוח לו היו עומדים על הפרק חיינו של אחד מיילדי. הרשימה הורכבה משהו שמות בלבד. כנראה טוב הדבר שאין לי כל סמכות בסוגיה מי יזכה לעסוק ברפואה.

פרק שלישי: התמחות

את שנות ההתמחות העברתי בבית החולים ברייטון מרין של שירות הבריאות הציבורי (PHS) בבוסטון. בית החולים ברייטון מרין, שכבר אינו קיים, שירת אוכלוסיות שונות: דייגים, אנשי משמר החופים האמריקני ואנשי צבא אחרים. לא היה לי כסף ומשפחתי רק גדלה וגדלה, לכן נזקקתי למשכורת קבועה במהלך שנות ההתמחות, כך שאפשרויות ההתמחות שלי היו מצומצמות. בשונה מרוב תכניות ההתמחות הפרטיות, שירות הבריאות הציבורי העניק מלגות קיום קטנות למתמחים, ובזה אכן בחרתי.

העמסנו את כל חפצינו על רכב הסטודבייקר קומנדר V8 שלנו ונסענו לבוסטון. בשלב זה הייתה לורנה בהיריון עם בתנו סוזאן. הייתי המתמחה האחרון להגיע, וגיליתי שעליי להתחיל מיידית בסבב רפואה מיילדת בבית החולים סיינט מרגרט בדורצ'סטר. לאחר מכן יהיה עליי לבלות חודשיים בלימוד רפואת ילדים בבית החולים העירוני של בוסטון, לפני שאוכל לשוב לברייטון מרין.

זו הייתה שנה קשה. לורנה סבלה מדימום בשליש הראשון להיריון ונאלצה להיות בהשגחה. ריצ'י, ילדנו הראשון, סבל מדלקות גרון חוזרות ונשנות.

סיינט מרגרט היה מקום עמוס מאוד. בוסטון הייתה עיר קתולית, ומכיוון שהקתולים לא השתמשו באמצעי מניעה (להוציא שיטת הימים הבטוחים), נולדו להם ילדים רבים. שגרת העבודה הייתה משמרת של 48 שעות, ולאחריה 24 שעות של מנוחה. בתקופות עמוסות סבלנו ממחסור מתמיד בשעות שינה.

כל יום ביצענו ניתוחי ברית מילה באמצעות כלים מסורתיים. אני עדיין זוכר את בכיים של הפעוטות. כשביצענו את הניתוחים שמתי לב שחלק מן התינוקות היו צהובים מעט. לאחר בדיקה קצרה גיליתי שאת כולם יילדה קבוצת מיילדים שנהגה לתת סמים מטשטשים לאימהות במידה כזו שגרמה להן לשכוח את כל מהלך הלידה. אני חושב שהטכניקה נקראה "שנת דמדומים". היא הייתה רעה לאימהות ורעה במיוחד לתינוקות. האימהות היו משתוללות במיטותיהן, לפעמים איבדו שליטה על צורכיהן, ותלשו את העירויים מזרועותיהן. התינוקות נולדו מדוכאים, ובמידת הצורך היה קשה להחיותם. הם גם נולדו עם צהבת. כשדיווחתי על הממצאים להנהלת בית החולים, נאמר לי לסתום את פי או שתקופת התמחותי תבוא לקצה מוקדם מהצפוי. איזו התחלה מבטיחה לקריירה המחקרית שלי. זו הייתה תקופה קדחתנית, מתישה, מרגשת ומספקת – וחודשיים בהחלט הספיקו לי.

עברתי לבית החולים העירוני של בוסטון והועברתי מרפואה מיילדת לרפואת ילדים. הד"ר סידיני גליס, מנהל המחלקה בזמני, פגש אותי פעם אחת בלבד כמדומני. לא הוטלה עליי אחריות מיוחדת במחלקה. עבדתי במשמרת הערב בחדר המיון של רפואת הילדים, ואחר הצהריים למחרת – במרפאות המומחים. מקרים מעניינים או חריגים שהתרחשו במשך הלילה הפניתי לטיפול במרפאות למחרת היום, אז היה אפשר להתייעץ עם רופאי ילדים בכירים. חדר המיון היה מקום צפוף וכאוטי. מעולם לא ציפיתי שתוטל עליי מלוא כובד האחריות ברגע שאסיים את בית הספר לרפואה. עבדו שם ארבע אחיות מנוסות שעזרו לי להתמצא, ואם נשארתי שם, הרי שזה הודות להן בלבד. בכל תפקידי הקליניים למדתי שהכרחי לקרוא לאחות הראשית לעזרה, לעתים קרובות מישהי שעבדה שם כעשרים שנה. לדאבוני הרב, סבב רפואת הילדים הראשון שלי החל בעיצומה של מגפת דלקת קרום מוח נגיפית (אספטיית). הילדים היו מגיעים עם חום גבוה, צוואר תפוס והקאות. המחלה נגרמה מכמה וכמה וירוסים שונים, ולכן לא היה שום טיפול יעיל שיכולנו לתת. היה עלינו לערוך ניקור מותני לכל אחד מן החולים הללו, ועבודת המעבדה הוטלה עליי. בתקופה זו היה עלינו להתמודד עם מקרה או שניים בכל ערב, והנוזל המוח-שדרתי היה תמיד צלול, ומכאן שהייתה זו דלקת קרום מוח נגיפית. לילה אחד, מעט לפני תחילת משמרת הערב, הגיע מקרה דלקת קרום המוח מסוג אחר. התפתיתי בתחילה לוותר על הניקור המותני, אך קול קטן בתוכי אמר "מה אם...?" מקרה זה התברר כמקרה של דלקת קרום מוח חיידקית, היחיד שנתקלתי בו עד אז. במקום נוזל מוח שדרתי בהיר וצלול, נטפה

המחט מוגלה. כל עיכוב במתן טיפול היה מתברר כקטלני בעבור החולה. הילדים בחדר המיון היו נהדרים, ואהבתי לעבוד איתם.

לאחר תום הסבב חזרתי לברייטון מרין כדי להתחיל סבבים ברפואה – כירורגיה, אורתופדיה וחדר המיון. מכיוון שביליתי ארבעה חודשים הרחק מברייטון מרין (חודשים שביליתי כאמור בסיינט מרגרט ובבית החולים העירוני של בוסטון), גיליתי לאכזבתי שכל ההתמחויות הקליניות לשנה הבאה כבר ניתנו למתמחים אחרים. עמדה לפניי הבררה: לעבור שנה נוספת בחדר המיון של בית החולים ורק אז להשתלב בהתמחות קלינית, או להתמחות בבריאות הציבור, התמחות שנותרה פתוחה. החלטתי להתמחות בבריאות הציבור.

מצאתי עניין רב בעבודתי במחלקות, מכיוון שכאן הייתה "רפואה אמיתית": קיבלתי את החולים, אבחנתי אותם, בניתי בעבורם תוכנית החלמה או שיקום, בדקתי אתאופן התקדמותם, ואם הכול עבר כשורה, שלחתי אותם הביתה. עם זאת, כמה מקרים לימדו אותי לקחים חשובים.

לבית החולים הגיע דייג צעיר שסבל מבלוטות לימפה נפוחות, מחום גבוה ומתשישות וחולשה. האבחנה הראשונית הייתה לימפומה מסוג כלשהו או מחלת הודג'קין, ואני זוכר בברור את דמעותיה של אשתו וכאבה הרב של משפחתו כשנמסרו להם החדשות המרות. אך משהו באבחנה זו לא הסתדר כראוי. לא היה איבוד משקל, והמחלה התפרצה באופן פתאומי מדי. תסמינים לגידולים סרטניים מופיעים בהדרגה והגידולים עצמם מתפתחים לרוב באטיות. התסמין הראשון ללימפומה הוא לרוב בלוטת לימפה נפוחה בצוואר.

מחלה מסוימת שמחוללת תסמינים דומים היא זיהום חיידקי הנקרא "מחלת שריטת החתול". המתמחים במחלקה של החולה שאלו אותו כמה פעמים אם הוא נשרט על ידי חתול. הוא השיב בשלילה. אחד מן המתמחים אף הסכים שמשוהו במקרה שלו לא תואם בדיוק את הציפיות, והסכמו שנינו לקרוא את הספרות המקצועית בנושא מחלת שריטת החתול, שמציינת בין היתר שהמחלה עשויה להיגרם גם מנשיכת חתול. כאשר השאלה הנכונה הוצבה לפני החולה (בדיוק כפי שאמר המורה שלי בבית הספר לרפואה, הד"ר ביב), נזכר זה שאכן ננשך על ידי גור חתולים זמן-מה קודם לכן. בדיקת תאי העור שנערכה הראתה שאכן מדובר היה במחלת שריטת החתול, והוא נשלח להתאוששות בביתו.

המקרה שלימד אותי את הלקח החשוב ביותר על הצורך להקשיב לחולה היה של אישה מבוגרת, בת שבעים, שבמשך שנים רבות הטרידה את הצוות הרפואי במגוון רב של תלונות. חולים שהיה זה ביקורם השני ויותר בבית החולים נדרשו להגיע עם התיק הרפואי שלהם; אותה אישה הגיעה עם קובץ שמשקלו כמעט כמוה. נברתי בתיק שלה, והבנתי שלמראה היסטוריית התלונות החוזרות והנשנות שלה, אף אחד לא טרח להקשיב לה זה זמן רב מאוד. החלטתי שיהיה עליה לעבור את אותה סדרת בדיקות כמו כל חולה אחר. התברר שהיא סבלה מסרטן סופני של המעי הגס, שלא הייתה כל אפשרות להוציאו בנייתוח. היא נפטרה לפני שתמה ההתמחות שלי. מוסר ההשכל עומד בעינו: אפילו מתחזים-לכאורה חולים ומתים, ואין לבטלם כלאחר יד.

בתקופה אחרת, קשה מאוד, טבעה מכלית נפט מול מפרץ נראגנסט בפרובידנס, רוד איילנד. כמה מאנשי הצי הסוחר סבלו כוויות קשות כשנאלצו לקפוץ למים עם נפט בוער. למדתי כמה קשות הן כוויות, הן לחולה הן למטפל. ברור לי מדוע התפתחו מרכזים נפרדים לטיפול בכוויות: מדובר במדע ואמנות בפני עצמם.

נשלחתי באמבולנס קטן להביא כתריסר נפגעי כוויות, שניים בכל פעם, מפרובידנס לברייטון מרין בבוסטון. אני זוכר את ריח הבשר השרוף ואת זעקות הכאב שעלו בכל פעם שהאמבולנס נתקל במהמורה בדרך. מהאופן שבו "רק" תריסר נפגעי כוויות דרשו את כל משאביו של בית החולים היה ברור שלא הייתה שום דרך לטפל במספר רב של נפגעים בעקבות אסון טבע או מעשי ידי אדם.

מקרה מעניין נוסף הדגים את השפעתם של שדות אלקטרומגנטיים על הגוף האנושי. כשהייתי סטודנט סבלתי מיבלות עור חוזרות ונשנות על כפות שתי רגליי, ליד האצבעות ועל כרית הבוהן הימנית. ניסיתי לכרות אותן, להקפיאן ולשרוף אותן, אך היבלות חזרו שוב ושוב. לילה אחד, כשחדר המיון היה שקט יחסית, השתמשתי במחט לצריבה חשמלית כדי לשרוף את היבלת הקטנה שמעל הברך. היא בעבעה כשהזרם פגע בה, ולאחר מכן פשוט הסרתי אותה בקלות באמצעות איזמל מנתחים. השתמשתי במחט פעם נוספת היכן שהייתה היבלת, שמתי עליה פלסטר, וחזרתי לעבודה. לתדהמתי הרבה, בתוך פחות משבוע החלו כל יבלות העור שלי להתכווץ, למרות שלא עברו שום טיפול נוסף. שבועיים לאחר מכן הן נעלמו לבלי שוב. הניחוש שלי הוא שבאופן כזה או אחר, כשחשמלתי את היבלת הקטנה, חיסנתי את עצמי נגד החלבון הגורם לה, או שתכונה כלשהי של הזרם החשמלי השפיעה על מערכת החיסון שלי. זה היה ניחוש תקדימי, שנים לפני שנערך מחקר כלשהו בנושא השפעותיה של קרינה אלקטרומגנטית.

במהלך ההתמחות שלי הלכה והעמיקה המשיכה שלי לתחום האפידמיולוגיה. ראינו מקרים רבים כל כך של אותן המחלות, עד שגבר בי מאוד העניין במניעתן, ולא רק בטיפול שלאחר מעשה. היה בכך מן ההיגיון. הניצחונות הגדולים ביותר בתחום בריאות הציבור הושגו בזיהוי של גורמי של המחלות והתערבות לצמצומם. המניעה נדמתה לי כחשובה הרבה יותר מהטיפול עצמו.

מחלות המעיים הזיהומיות, בכללן טיפוס וכולרה, נמנעו בעזרת כליאת השפכים האנושיים בתוך צינורות ביוב ואספקת מי שתייה נקיים. מחלות מסוכנות אחרות, כגון אבעבועות, שיתוק ילדים (פוליו), קרמת (דיפתריה) ומחלות ילדים מידבקות אחרות אולפו בשימוש בחיסונים. קראתי בעניין רב את סיפורו של ג'ון סנואו, שזיהה כיצד מתפשטת הכולרה כשהמים מזוהמים. זה היה זמן רב לפני שהוא – או מישהו אחר לצורך העניין – ידע על חיידק הכולרה. לאט-לאט הבנתי שאותן הטכניקות עשויות לסייע לנו למנוע את המחלות הפוקדות אותנו כיום. התחלתי להאמין שאפידמיולוגיה טובה, כדוגמת עבודתו של פיטר פנום על החצבת ועבודתו של ג'וזף גולדברג על החספסת (פלגרה), מחלה כלל-מערכתית הנגרמת בגלל מחסור בחלבונים וניאצין) עשויה יום אחד למנוע סרטן, סוכרת ואת התחלואים הרבים האחרים שהביאה עמה הקדמה. אני עדיין מאמין בכך כיום, חמישים שנים מאוחר יותר. למעשה, לאחר שביססנו מתאם בין זיהום חשמלי לסרטן, אני מאמין בכך ביתר שאת.

פרק רביעי: התמחות נוספת

כשהגיעה העת להחליט על התמחויות רפואיות נוספות, החלטתי כאמור להתמחות בבריאות הציבור. מכיוון שכל ההתמחויות האחרות נתפסו כבר על-ידי רופאים אחרים, האפשרות האחרת היחידה שעמדה לפניי היא לבלות שנה נוספת בחדר המיון בעודי מחכה להתמחות קלינית אחרת. הרגשתי שהגיעה העת להתקדם לפרק הבא.

ללורנה ולי היו אז שני ילדים. בתי, סוזאן איליין מילהאם, נולדה ב-1959 בבית החולים ליולדות של בוסטון. יום אחד חזרה סוזאן הביתה עם סטרפטוקוקוס, והיה צורך לבצע חתכים בכמה מאצבעותיה הקטנות כדי לנקז את המוגלה.

בשנה הראשונה להתמחותי בבריאות הציבור הוצבתי במחלקת הבריאות של מחוז מונרו ברוצ'סטר, ניו יורק. שכרנו בית בעיירה מפלי האניאוי, ניו יורק, ובכל בוקר נהגתי כ-25 קילומטרים לעבודה.

השבוע הראשון בעבודה החדשה הביא אותי לסף התפטרות. הוצבתי לצד שולחן עתיק-יומין בבניין בית ספר ישן וקודר, ללא אנשים נוספים לידי וללא עבודה ממשית לבצע. בדיוק ההפך מההתמחות העמוסה והמרגשת שהייתה עדיין טרייה במוחי. כמו כל בוגרי בית הספר לרפואה עמדה לפניי האפשרות לפתוח מרפאה פרטית. רעיון מפתה, אך לא פעלתי ליישומו.

בשלב מסוים מילאתי את זמני בניהול מרפאת תינוקות ומרפאת מחלות מין במחלקת הבריאות, וההתנסות הראשונה שלי באפידמיולוגיה הגיעה בצורת מעורבות בסבין, החיסון הניסיוני האוראלי לפוליו, שמחלקת הבריאות ניהלה את נתינתו. היינו מבקרים בבתי ספר ומטפטים את החיסון על לשונות קטנות שהושטו אלינו. כשהפנו את ראשיהם לאחור והוציאו את לשונותיהם דמו הילדים לגוזלים קטנים. החלק המעניין ביותר של הניסוי בעבורי היה איסוף התגובות לחיסון והערכתן. נסעתי לאורכה ולרוחבה של רוצ'סטר ופגשתי כמה ילדים חולים ביותר, אך אף לא אחד מהם סבל מתופעות לוואי בגלל החיסון. ראיתי מקרה מתקדם אחד של דלקת פקעיות הכליה, מחלת כליות מסוכנת שמאופיינת בשתן עכור. נאלצתי לשכנע את ההורים שהחיסון לא גרם למחלה.

קעת עסקתי באפידמיולוגיה לשמה. עבדתי עם חלקים שלמים של האוכלוסייה. בפשטות, אפידמיולוגיה היא המדע החוקר את האופן שבו מתפשטות מחלות בקרב אוכלוסיות. אפידמיולוגים מנסים לקבוע את נסיבות התפשטות המחלה באמצעות חקר מאפייניה. הם עושים שימוש בשיטות מחקר אינטואיטיביות פשוטות ביותר, ולעתים קשה מאוד להוציא אותן אל הפועל. לדוגמה, האפידמיולוגיה הוכיחה שעשן סיגריות גורם לסרטן הריאות. במחקר מקרה-ביקורת נערכת השוואה בין חולים עם סרטן ריאות (מקרה) לאנשים ללא סרטן ריאות (ביקורת) בניסיון להתחקות אחר היסטוריית העישון שלהם (חשיפה). במחקר עוקבה נערך מעקב אחר אוכלוסיות לאורך זמן. כך במחקר עוקבה בקנה מידה גדול, שבו השתתפו מדענים בריטים, נאספה היסטוריה של עישון בקרב אוכלוסיות שונות, ונערך מעקב אחריה. נמצא שמעשנים שעישנו כשתי חפיסות ליום סבלו משיעור תמותה מסרטן הריאות גבוה פי עשרים מרופאים שלא עישנו מעולם, ופי שלושה ממעשנים שעישנו חפיסה אחת ליום.

במחוז מונרו הגיתי וערכתי את המחקר הקטן הראשון שלי בקרב אוכלוסיית תלמידי תיכון במטרה לקבוע את רמת החסינות לקרמת ואת הקשר בינה ובין מתן חיסונים קודמים. יש לציין שרוב הרופאים בני דורי מעולם לא ראו מקרה של קרמת. זו הייתה עדות להצלחת מאמציה של הבריאות הציבורית וליעילות השימוש בחיסון ה-DPT. עוד בחיי הפכה הקרמת לנדירה.

לקראת סוף תקופת התמחותי במחוז מונרו צצו במפתיע כמה בעיות משפחתיות. אכלנו ארוחת ערב במרתף הבית השכור שלנו ולא בקומה העליונה, מכיוון שבחודשי הקיץ הקומה העליונה הייתה חמה מנשוא. אמי שהתה אצלנו לביקור משפחתי ושכחה משום-מה שהשאירה את להבת הגז במטבח דולקת ועליה סיר מלא שמן. שמעתי את ארונות העץ מעל התנור עולים באש. דהרתי למעלה, כיביתי

את הגז, תפסתי את הסיר עם השמן הבווער, ופניתי אל פתח הבית. אך ברגע שפתחתי את הדלת העיפה הרוח את הלהבות לכיוון היד שלי, ונכוותי באותו חלק של היד שהיה גלוי. אז הבנתי לאשורו את סבלם של אותם מלחי הצי הסוחר ברוד איילנד. בסופו של העניין, לא נכוותי באופן חמור כל כך. אני עדיין נושא צלקת קטנה על ידי הימנית. התוצאה הבעייתית יותר של המקרה הייתה שבעלת הבית ביקשה מאתנו לעזוב.

שכרנו בקתת קיץ קטנה על גדות אגם קננדייגואה למשך ששת השבועות שנותרו לי במחלקת הבריאות. ימים מספר לאחר שעברנו חלטה בתי הקטנה, סוזאן, וסבלה מחום גבוה ומגרונ אדום וכואב. ביצתי משטח גרון ונסעתי למרכז העיר כדי לקנות פניצילין. בדיקת המעבדה גילתה שמדובר בסטרפטוקוקוס בטא-המוליטי. בדיקות מעמיקות העלו שמקורו של אותו חיידק היה בחלב ששתינו. בדיקות נוספות בקרב השכנים העלו שקהילת האגם הקטנה שלנו הייתה למעשה בעיצומה של מגפת סטרפטוקוקוס. מכיוון שהחנות שמכרה את החלב הייתה ממוקמת במחוז אחר מהמחוז שאליו שלחנו שלחנו את משטחי הגרון, הרשויות מעולם לא נקטו פעולה כדי לברר את מקור הזיהום. זו הייתה דוגמה מובהקת לכישלון בריאות ציבורי. לצערי, נתקלתי בלא מעט כישלונות מעין אלה.

ביה"ס לבריאות הציבור

בסוף שנת ההתמחות שלי ברוצ'סטר ארזנו שוב את כל חפצינו ונסענו למרילנד, שם התחלתי ללמוד לתואר השני בבריאות הציבור באוניברסיטת ג'ונס הופקינס. שכרנו בית בעיירה גלן ברני.

בהופקינס עבדתי בניצוחו של לזלי נוט, מנהל מטעם שירות הבריאות הציבורי, אך פגשתי אותו רק פעמיים: בתחילת השנה ובסופה.

עמיתי לכיתה היו רופאים ואחיות מכל העולם ובגילים שונים. המפגש והעבודה עם עמיתים אלו היו ההיבט הטוב ביותר בג'ונס הופקינס. אחד מחברי לכיתה, יוגוסלבי מוצק בשם פרד זרזבי, יילד מאוחר יותר את ילדו השלישי והאחרון, סמואל גלן מילהאם, בבלטימור.

היו בג'ונס הופקינס כמה מרצים יוצאים מן הכלל, כגון אברהם ליליאנפילד, שלימד חלקים מקורס האפידמיולוגיה. מאוחר יותר הוא ניהל מחקרים בנושא השפעת גלי מיקרו על אנשי מחלקת המדינה שהוצבו בשגרירות מוסקבה. הד"ר ליליאנפילד פתח את הרצאתו הראשונה בהצהרה פשוטה: "הבעיה עם אפידמיולוגיה כיום היא הביקורת." מעולם לא נאמרו מילים מדויקות כל כך על התחום. קל לזהות ולאפיין מקרים, אך קשה מאוד – ולעתים אף בלתיאפשרי – להשיג ביקורת ראויה לשמה. לדוגמה, מחקרי מקרה-ביקורת בנושא טלפונים סלולארי/סרטן מוח סבלו משיעורי השתתפות בביקורת של כ-50% בלבד. יש סיבות רבות מדוע אנשים מסוימים מסכימים להשתתף ואחרים מסרבים: טענות על חדירה לפרטיות, אילוצי זמן והעדפות אישיות, למשל. אם החוקר לא יצליח להוכיח בדרך זו או אחרת שמשתתפי הביקורת מייצגים קבוצת ביקורת רחבה, מקובלת ומוכרת – עבודתו תהיה נתונה במתקפות בלתי פוסקות. זהו אחד מההיבטים המתסכלים ביותר (אך ההכרחיים) של האפידמיולוגיה.

כשהתחלתי לראשונה לפרסם מחקרים, אי-שם בשנות השישים של המאה הקודמת, נדרשנו לעמוד בתקן גבוה הרבה יותר מאשר היום. אם לחוקר לא היה שיעור השתתפות בביקורת של 90%, לא היה באפשרותו לפרסם את המחקר. פיליפ סארטוול, העורך דאז של *American Journal of Epidemiology*, ניהל ביד רמה את מעבדת האפידמיולוגיה בהופקינס, ולצדו לא מעט אסיסטנטים שגם שמם הלך לפנייהם. בשנים שערך את כתב העת שלח לי הד"ר סארטוול כמה מאמרים חשובים לביקורת, בהם אחד שכתבה ננסי ורטהיימר אשר בשיתוף עם אד ליפר פתחה את עידן החקר האפידמיולוגי של שדות אלקטרומגנטיים במאמר משנת 1979. המאמר בדק את הקשר בין שדות מגנטיים ובין שיעור הסרטן בילדים בדנבר, קולורדו.

מעט לפני שסיימתי את התואר השני והמשכתי הלאה במסלול ההתמחות, ביקר אותי הד"ר לזלי נוט. השיחה לא התנהלה כמצופה. הוא הציע לי כמה התמחויות, אחת בקליפורניה ואחת במקום אחר שנשכח מזיכרוני. אמרתי לו שכל אפשרות תתאים אם יבטיח לי שאוכל להישאר לפחות שנתיים.

במקום אחד. מעברי הדירות התכופים גבו מחיר כבד ממני וממשפחתי. הוא התפרץ ואמר שחברות בשירות הבריאות הציבורי אינה שונה מגיוס לצבא, ושאינן ביכולתן להבטיח זאת. אז ביקש ממני לסכם את שנת העבודה שלי בג'ון הופקינס. הנחתי שהוא ביקש הערכה כנה, אז מסרתי לו תיאור של ההיבטים החיוביים ואת ההיבטים הטעונים שיפור. הוא התפרץ בשנית, והאשים אותי בהיותי נרגן: "הופקינס הוא בית ספר מצוין. לא מגיע לך בית ספר כזה!"

חשבתי שבכך תם העניין, אך שבוע לאחר מכן קיבלתי שיחה לילית ממזכירתו של הד"ר נוט. "הד"ר מילהאם, הוא מתכנן לגייס אותך", אמרה. "עליך למלא שבועיים נוספים בהופקינס כדי למלא את דרישת הגיוס שלך." בית הספר אפשר לי לעבוד כשבועיים נוספים (באותה העת החליף שירות הבריאות הציבורי את הגיוס לצבא), ולאחריהם המשכתי לשנת התמחות שלישיית במחלקת הבריאות של ניו יורק באלבני.

היה טוב לחזור לעיר הולדתי, וליהנות מתמיכת המשפחה וחברים רבים, מקצתם רופאים אף הם. הייתי קרוב לבית הספר הישן שלי, בית החולים של אלבני והספרייה שלו, וכן התמניתי למרצה בסגל רפואת הילדים שם.

את ההתמחות שלי הנחה הד"ר ויליאם האדון, שמאוחר יותר יתמנה לראש הוועדה הפדרלית לבטיחות בדרכים. שנינו הסכמנו שאפשר יהיה לשרת באופן טוב יותר את מטרת ההתמחות שלי אם אעבוד עם ראש מחלקת מרשם האוכלוסין בבית החולים. ראש מחלקת מרשם האוכלוסין סטטיסטיקאי גבוה, בהיר ומרושל מעט בשם אלן גיטלסוהן, והוא שמח מאוד לקבלני. הוא פינה מקום לשולחן העבודה שלי, ואפילו עזר לי לדחוף אותו במסדרון, ממשרדו של ד"ר האדון למשרד שלו. התחלנו חברות אישית ומקצועית בת ארבע שנים, וממנה למדנו שנינו רבות.

לאחר שנת התמחות שלישיית זו הצטרפתי למחלקת הבריאות של מדינת ניו יורק. המעבר בוצע שוב לאורכו של מסדרון אחד, למשרד חדש בראשות הד"ר רוברט קורנס. אלן גיטלסוהן ואני המשכנו לעבוד יחד על מיזמים שונים. לראשונה זה זמן רב מאוד חשתי שמצאתי את מקומי.

פרק חמישי: מחלקת הבריאות של ניו יורק

מיזם האפידמיולוגיה הראשון שלי בשיתוף אלן גיטלוהן עסק בפגמים מולדים בקרב תינוקות חיים ומתים כאחד, כפי שדווחו ברישומי הלידה של מדינת ניו יורק. מחלקת הבריאות כיסתה את המחוזות הצפוניים של המדינה וכן שני מחוזות של לונג איילנד, נסאו וסאפולק. העיר ניו יורק נהנתה מרשויות עצמאיות וממרשם נפרד.

לפני שצללתי כל כולי אל המחקר, ניסיתי להעריך באיזו מידה אפשר לסמוך על דיווחי הפגמים המולדים המופיעים ברשומות. מערכת הבריאות של המדינה מימנה את הטיפול הרפואי בפגמים מולדים מסוימים, ויכולתי לעיין בלוח התרונות של כל מקרה ומקרה. ביקרתי גם בשלושת בתי החולים שבמסגרתם התקיימו הכשרות – באלבני, ברוצ'סטר ובבאפלו – וביקשתי לעיין בנתונים של קטגוריות אבחוניות מסוימות. כשהשוויתי את הנתונים התגלה לי שפגמים במערכת העצבים המרכזית (Central Nervous System – CNS) מקטגוריית האננצפלוס (anencephalus) – היעדרו של חלק מרכזי (במוח) ומקטגוריית הספינה ביפידה (spina bifida – שדרה שסועה) הופיעו בתדירות גבוהה במיוחד בנתוני הלידה ולידות המת (מעל 80%). כמו כן, בלטו פגמים מסוג שפה שסועה או חך שסוע (כ-75%). אם כן, היו לנו נתונים טובים לעבוד עמם.

ביקשנו לבחון את היארעותם של פגמי לידה חמורים אלו לאורך זמן כדי לחפש רמזים אטיולוגיים. האפידמיולוגיה מגדירה היארעות כמספר המקרים החדשים לשנה לכל יחידה של אוכלוסייה בסיכון במונחים מתמטיים, היארעות אינה אלא שבר עם מספר המקרים בתפקיד המונה והאוכלוסייה בסיכון בתפקיד המכנה. למרבה המזל, במדינת ניו יורק האוכלוסייה גדולה, כך שמתוך 2.5 מיליון לידות התאפשר לנו לחקור מעל 80,000 לידות עם פגמים במערכת העצבים. הממצא העיקרי של המחקר היה שבנות סובלות יותר מפגמים אלו מאשר בנים. כמו כן, מצאנו ירידה של 50% בהיארעות בשנים 1959-1945. מאז פורסם המחקר (Gittlesohn & Milham 1962) נמצא שאפשר למנוע כ-70% מן המקרים הללו באמצעות מתן חומצה פולית לאם לפני ההיריון ובמהלכו. אני חושב שבארה"ב הוספה חומצה פולית למאכלים מסוימים לאחר מלחמת העולם השנייה. כך אפשר להסביר את הירידה שמצאנו בהיארעות פגמים אלו.

למרות שכמעט כל הפגמים המולדים הם תוצאה של מרכיב גנטי-משפחתי כלשהו, מעט מאוד מחקרים בדקו את הישנותם של פגמים עצביים בקרב משפחות. אספתי מידע על 139 משפחות שאחד מילדיהם סובל מאננצפלוס או משדרה שסועה, ומצאתי שעשרה מתוך 308 אחיהם ואחיותיהם סבלו מפגם דומה (Milham 1962). מדובר בשיעור גבוה פי שישה-עשר (!) ממה שאפשר היה לצפות.

סרטן הדם בילדים

הניסיון הראשון שלי לחקור את היארעות סרטן הדם בקנה מידה גדול התחיל בראשית שנות השישים, אז פרסם כתב-העת הבריטי *The Lancet* קול קורא לאיסוף מידע על אודות צברי סרטן דם. תחום זה העסיק אותי עוד שנים רבות לאחר מכן.

בשנים אלו המחשב האישי טרם הומצא, ואני נאלצתי להשתמש בכרטיסי ניקוב שעזרו לי למיין את רשומות התמותה בעבור כל הילדים מתחת לגיל עשר הגוססים מסרטן הדם בשנים 1948-1960 לפי מחוז. השתמשתי באוכלוסיית המרשם בשנים 1950 ו-1960 בעבור מכנים, ומצאתי שב-1950 עמד שיעור התמותה מסרטן הדם במדינת ניו יורק על כ-4.3 מקרים ל-100,000 איש; מחוז אוניידה לבדו סבל משיעור גבוה במיוחד של 19.9 מקרים ל-100,000 איש. בשנים 1950-1951 סבלה העיירה רומא שבמחוז אוניידה, ניו יורק, משיעור גבוה אף יותר של 36.1 מקרים ל-100,000 איש. את האבחנה של רומא שבניו יורק וידאתי במידע פתולוגי וראיונות עם קרוביהם של הנפטרים. אב אחד סיפר לי שאשתו מתה מלוקמיה חריפה בגיל 28, שנה לאחר שבנם מת גם הוא. למרבה הצער, באותה העת לא מצאתי את הגורם המשותף שיסביר את המקרים (Milham 1963). בשנת 1996 גילה החוקר סטניסלב סצמיגלסקי שחיילי צבא פולין שעבדו במכ"ם סבלו משיעור מוגדל של סרטן

הדם, ואני מזכרתי שרבים מהבתים שבדקתי ברומא, ניו יורק היו ממוקמים בקו ישר עם מערכי המכ"ם הגדולים של בסיס חיל האוויר גריפית'. ראיתי בכך ראייה נוספת להשערתי שחשיפה סביבתית לשדות אלקטרומגנטיים היא גורם מסרטן.

כשהתעמקתי בספרות המקצועית שעוסקת בסרטן הדם בילדים נתקלתי במחקר יוצא דופן משנת 1961, שפרסמו מייקל קורט-בראון וסר ריצ'ארד דול. השניים הראו שבשנות העשרים בבריטניה תועד שיא בשיעור מקרי סרטן הדם בילדים בני שנתים עד ארבע, ושיא דומה תועד בארה"ב בשנות השלושים (Court-Brown & Doll 1961). סרטן הדם היה אז מחלה מהירה וקטלנית, ומכיוון שהתיעוד היה עדכני ומקיף יחסית, הייתה זו דרך יעילה במיוחד למנות את המקרים הרלוונטיים. הסקתי שאם נוכל למצוא מה השתנה באותן תקופות השיאים, נוכל לפתור את המסתורין של סרטן הדם. אמנם נדרשו לי ארבעים שנים לכך, אבל בסופו של דבר הצלחתי להראות שמקרי סרטן הדם נגרמו עקב היבט מסוים בתהליך הפצת החשמל באזורי מגורים (Milham & Osslander 2001). אחזור לכך בהמשך.

מעקב אחר פגמים מולדים

מעט לאחר שהתחלתי לעבוד במחלקת הבריאות של ניו יורק, חשבתי שיהיה מעניין לערוך ניתוח בזמן אמת של פגמים מולדים. באותה התקופה עברו נתוני מרשם האוכלוסין של המדינה תחת ידיהם של פקידים בודדים בלבד. אחת לחודש קודדו הנתונים באופן ידני ואז נוקבו ואוחסנו בארכיון. מידע זה אמנם שימש להפקת נתונים שנתיים מפורטים למדי, אך אלה התקבלו באיחור של שנתיים-שלוש בכל פעם. אני רציתי נתונים בזמן אמת, אז הקמתי מערכת פשוטה לניטור נתוני לידה. הבעיה הייתה שאירועים נדירים כגון פגמים מולדים וסרטן הדם מופיעים באופן כה מפוזר באוכלוסייה, כך שלא היה סיכוי לאף רופא בודד להבחין בהיארעות חריגה במרפאה שלו. כדי לעקוב אחרי פגמים מולדים, ביקשתי מהמקודדים להכין לי עותק של כל נתוני הלידה ולידות המת שבהם מצוין פגם מולד, ואחת לחודש ניתחתי את ההיארעות בפגמים. השתמשתי בנתוני הפגמים של השנה הקודמת בתור בסיס להשוואה.

חודשים אחדים לאחר הקמת המערכת גיליתי שמספר גבוה מהצפוי של תינוקות נולדו ללא יד או ללא רגל. זימנתי אליו את האימהות ומצאתי שכמעט כולן שהו זמן-מה מחוץ למדינה והשתמשו בתלידומיד. עוד לפני שהספקתי להשלים את המחקר פורסם בספרות המחקרית הקשר בין תלידומיד ופוקומליה (היעדרות גפיים). זה היה מרגש לראות שהמערכת הפשוטה שלי זיהתה את הקשר עוד בשלבי המוקדמים.

המערכת שלי עמדה במבחן נוסף כאשר מגפת אדמדת שטפה את המדינה. אם הנגועה במחלה, עשויה לגרום לפגמים בעיניהם של העוברים. המערכת זיהתה את פגמי העין ללא קושי. כמו כן, שיעור לידות המת עלה ושיעור לידות החי ירד, ובכך הראה שרוב פגיעתה של המגפה מתרחשת בשלבי ההיריון המוקדמים, לפני שמערכת המרשם המרכזית מתעדת זאת.

ארבע שנים מאוחר יותר, כשעזבתי את מחלקת הבריאות, לקחתי עמי את מערכת הניטור מכיוון שלא מצאתי אף איש במחלקה שהיה מעוניין להמשיך ולתחזק אותה. כשהצטרפתי למחלקת הבריאות של מדינת וושינגטון ב-1968, אחד המיזמים הראשונים שלי היה להקים מערכת ניטור דומה.

בשנים 1970-1971 נולדו במדינת וושינגטון אחד-עשר תינוקות שפגמי הקרקפת שלהם תועדו ברישומי הלידה (Milham & Elledge 1972). הם סבלו מפגמים מעגליים, דמויי כיב, שכאילו הוסרו מחלקו העליון או האחורי של הראש. שתיים מן האימהות העידו שלקחו מתימזול (טפזול, מיוצר על ידי אלי לילי) במהלך ההיריון כדי לטפל בפעילות היתר של בלוטת התריס. אחת מהן ילדה תאומים אחים, שסבלו מן הפגם.

פרסמתי שאילתה בכתב-העת *Teratology* במטרה לבדוק אם רופאים אחרים נתקלו בקשר זה. התברר שמספר רופאים ברחבי העולם נתקלו באותם פגמים בקרקפותיהם של תינוקות

שאימהותיהם טופלו במתימזול, ורופא אחד אף דיווח שאם שטופלה בקרבימזול ילדה תינוק עם פגם בקרקפת. כבר אז היה ידוע שבתהליך חילוף החומרים הופך הגוף את הקרבימזול למתימזול, ובכך זכה קשר זה לביסוס נוסף. עוד דיווח שכמה מן התינוקות הללו סבלו במהלך ההיריון מפגם בחבל הטבור שנקרא *patent urachus*. פגם זה גורם לזליגת שתן מהטבור.

דיווחתי על ממצאים אלו לחברת התרופות ולמנהל המזון והתרופות האמריקני (ה-FDA). אזהרה מתאימה הוספה לעלון השימוש של התרופה, ובהדרגה החליפו תרופות אחרות את המתימזול לטיפול בבלוטת התריס. אני חושב שזו הייתה הפעם הראשונה – ואולי היחידה – שבה מעקב שגרתית אחר רישומי לידה זיהה פגם בעוברים אנושיים. נראה שלא הייתה דרך אחרת לבסס את הקשר בין השניים.

מחקרי תאומים

נוסף על מחקר זה, גיטלסוהן ואני ערכנו מחקר תאומים בקנה מידה גדול (Gittlesohn & Milham 1965) בניו יורק, ובו איחדנו את רישומי הלידה של תינוקות בודדים לקובץ תאומים. התוצאה הייתה 21,128 זוגות תאומים בכל הלידות בשנים 1950-1960. קיימים שני סוגים של תאומים: זהים (מונוזיגוטיים, שנוצרו בביצית אחת) ואחים (דיזיגוטיים, שנוצרו בשתי ביציות). המחקר שלנו בדק שארות עוברית, מין, משקל בעת לידה, זיגוטיות (ביצית אחת או שתיים), גיל האם וסדר הלידה. הממצא המעניין ביותר בעבורי היה של כל קבוצות גילי האם, עלה שיעור לידות התאומים האחים עם סדר הלידה. ממצא זה נשאר תקף לכל קבוצת גילי האם, ומספר ההריונות הקודמים קבע את הסבירות שהאם תלד תאומים אחים. במילים אחרות, ככול שעלה מספר ההריונות הקודמים, כך עלה שיעור לידת תאומים אחים.

ידעתי שתאומים אחים הם תוצאה של רב-ביוץ (יותר מביצית אחת – polyovulation). תרופה בשם כלומיפן שניתנה לאימהות בלתי פוריות גרמה לרב-ביוץ ועקב כך ללידות מרובות-תינוקות. תהליך הביוץ נשלט על ידי הורמונים גונדוטורפים מיותרת המוח, הורמונים מגרי זקיפים (FSH), והורמון הגופיף הצהוב (LH). חשדתי שבלוטת יותרת המוח אחראית במידה מסוימת למתאם שבין סדר הלידה ובין לידת תאומים אחים.

רגע הגילוי שלי הגיע כשמצאתי הפניה בספר הפתולוגיה הישן שלי, שם נטען שמשקל בלוטת יותרת המוח אצל נשים גדל בכל היריון נוסף. בשנת 1964 פרסמתי היפותזה רפואית בכתב-העת *The Lancet*, וטענתי שלידת תאומים אחים נגרמת בעקבות רב-ביוץ, שנגרם בתורו בגלל הפקתם המוגברת של ההורמונים הגונדוטורפיים FSH ו-LH (Milham 1964). שנים מאוחר יותר, כשהיה אפשר מבחינה טכנולוגית למדוד במדויק את רמות ה-FSH וה-LH, הוכחה ההיפותזה שלי כנכונה. הדבר נכון אף למינים אחרים של בעלי חיים. אצל חתולים וכלבים גודלו של הגור הנולד עולה בהתאם למספר ההמלטות.

סרטן הדם בקרב נשים ובעלים

בשנות השישים המוקדמות ביקרתי בבית הספר לרפואה של אלבני. אחד ההמטולוגים שם התלונן על אי-יכולתו לטפל בחולי סרטן הדם שלו. באותה התקופה רווחה סברה מדעית שסרטן הדם בבני אדם נגרם מווירוס, ולכן תיתכן הידבקות מאדם לאדם. סברה זו יצרה בעיות רבות, הן בקרב משפחות החולים הן בקרב הרופאים. הוא שאל אותי אם קיימת דרך לבחון את הסוגיה. שלוש שנים לאחר מכן הייתה בידי תשובה.

חקרתי את הופעת סרטן הדם אצל בעלים ונשים. בררתי את כל מקרי התמותה מסרטן הדם בשנים 1951-1961, שבהן צוין מצבו המשפחתי של הנפטר כ"אלמן" או כ"אלמנה". מתוך 1,241 מקרים אותרה תעודת פטירה של בן-הזוג/בת-הזוג ל-876 מקרים. מקרה מוות שהתרחש מחוץ למדינה התברר כמכשול העיקרי למציאת תעודת הפטירה של בן-הזוג/בת-הזוג. נבחרה ביקורת מתאימה לכל בן-זוג/בת-זוג. הממצאים העלו שבעה מקרי לוקמיה אצל בני-הזוג, וחמישה בקבוצת הביקורת.

התפלגות סיבת המוות הייתה דומה אצל בני־הזוג ואצל קבוצת הביקורת. שמחתי להסיק מכך שסרטן הדם במבוגרים אינו מידבק במובן המדויק של המונח (Milham 1965).

מחלת הודג'קינס בקרב נגרים

לפני שעזבתי להוואי ערכתי מחקר אחרון בניו יורק. המחקר התווה את המשך דרכי המקצועית מאז ואילך והוכיח לי את כוחם של מחקרים תעסוקתיים. אחד המרצים שלי בבית הספר לרפואהגסטרו מסרטן בקיבתו, ובתו חזרה לאלבני כדי להיות קרובה אליו. היא התנדבה לסייע לי במחקר שבחרה מרשימת ה"יש לעשות" שלי. בחנו את רישומי התמותה של 1,549 זכרים לבנים שמתו ממחלת הודג'קינס (וכמובן, את מקרי הביקורת הנגדיים להם), ומצאנו יחס של 2:1 של מקרים שבהם הנפטרים נחשפו רבות לעבודה בעץ (Milham & Hesser 1967). במחלת הודג'קינס החשיפה הייתה לעץ. כמה סוגי סרטן אחרים אפשר בעצם לייחס לגורמים סביבתיים או תעסוקתיים?

פרק שישי: אוניברסיטת הוואי ומחלקת הבריאות של

מדינת וושינגטון

זמן קצר לאחר שהושלם ופורסם המחקר על אודות מחלת הודג'קינס נסעתי להונולולו, הוואי כדי להתחיל בתפקידי החדש כמרצה לאפידמיולוגיה בביית הספר לבריאות הציבור ובבית הספר החדש לרפואה באוניברסיטת הוואי.

המשרה בהוואי הייתה כמעט אידיאלית, אך בני הגדול ריצ'י, חלה שוב ושוב וסבל מאלרגיות ומחום. בקיץ הראשון שלנו שם נסענו לטייל בחוף המערבי, וריצ'י החלים במהרה – וחלה שוב ברגע שחזרנו להוואי. בעיות הבריאות שלו היו בעיה רצינית בשהייה הקצרה שלנו שם.

קיבלתי מענק קטן מאגודת הסרטן של הוואי כדי לבצע מחדש את מחקר ההודג'קינס שלי במדינות אורגון וושינגטון, היכן שרבים מן התושבים עובדים בעבודות עץ. גם בקרב אוכלוסייה זו נצפה שיעור גבוה במיוחד של מחלת הודג'קינס, וממצאי המחקר שערכתי בניו יורק פורסמו ב־*The Lancet* (Milham & Hesser 1967). במסגרת המחקר ערכתי ביקור במחלקת הבריאות של וושינגטון באולימפייה. במאי 1968 נתקלתי בפרסומת למשרה שתחזיר אותנו לחוף המערבי. זה יהיה המעבר המקצועי האחרון שלנו.

שהייתי הקצרה בהוואי הייתה חוויה מדהימה. עמיתי לעבודה היו פיקחים ביותר, ותמיד היה אפשר ללמוד משהו חדש מאחת הדיסציפלינות האחרות באוניברסיטה. אהבתי מאוד ללמד, ונהניתי מחבר ואחראי נהדר בשם בוב וורת', ראש מחלקת האפידמיולוגיה. עברנו ממדינת ניו יורק הקפואה בשיא החורף, לגן עדן טרופי חמים ונעים. בשבוע שקדם לעזיבתנו, ביום חורף קפוא, לקחתי את הילדים, ארצתי עוגיות ותרמוס של שוקו חם, ונסענו להחליק בהרי הולדברג ליד אלבני. זמן קצר לאחר מכן כבר היינו באזור טרופי.

בילינו כמה לילות במלון חוף קאימנה, קנינו שתי מכוניות ישנות, ושכרנו בית נחמד בהוואי קאי, ליד מפרץ האונומה. ילדיי היו הלבנים היחידים בבית הספר היסודי קוקו הד, ומאז ועד עולם היו חסרי פניות בכל הקשור להבדלי גזע. לורנה קיבלה משרת הוראה בקולג' מקומי. זו הייתה תקופת מלחמת וייטנאם, והזמן שביליתי בבית החולים הצבאי טריפולר עוד רדף את מנוחתי. ראיתי בני שמונה-עשרה רבים מספור שבים מאותה מלחמה בזויה עם פציעות קבועות כגון שיתוק בפלג הגוף התחתון (פרפלגיה), קטיעות כפולות, עיוורון ופגיעות מוחיות.

מחלקת הבריאות של מדינת וושינגטון

במאי 1968 הגענו לאולימפייה, וושינגטון, והתחלתי בתפקידי במחלקת הבריאות של המדינה. במקום עבודה זה פרשתי לגמלאות שנים רבות לאחר מכן.

המעברים המרובים גבו מאתנו את מחירם. ב-1971 נסתיימו נישואינו, ואני ולורנה התגרשנו. הילדים, אז בני שמונה, עשר ושתיים-עשרה, נשארו אתי בושינגטון, ולורנה עזבה לקליפורניה. מאוחר יותר, אחרי שהילדים עזבו לקולג', היו לי מערכות יחסים עם נשים טובות וחכמות, אחת מהן מתה בגיל 48 ממלנומה ממאירה, בשנת 1990, לאחר זוגיות של עשר שנים. היא נהגה לפקוד מיטות שיזוף, בילוי שמאוחר יותר קישרתי למקרים מרובים של מלנומה ממאירה. כמה רשויות מנסות כעת להגביל את השימוש במיטות שיזוף ואף להוציאן מחוץ לחוק.

מחקרי תמותה תעסוקתיים

מחקר ההודג'ק'נס שערכתי בניו יורק והמתאם שמצא בין המחלה ובין עבודות עץ הובילו אותי למחשבה שניתוח שיטתי של הנתונים עשוי להעלות מתאמים נוספים בין תעסוקה ובין מחלות שונות. לצורך כך היה עליי לנבור בנתוני התמותה של מדינת וושינגטון, ולנתח את סיבות המוות ואת נתוני התעסוקה של הנפטרים. בחקר מחלות תעסוקתיות נמצא פוטנציאל רב מפני שבהגדרתן הן ניתנות למניעה, ומניעת המחלה חשובה בדיוק כמו – ואולי אף יותר – מהטיפול בה לאחר שכבר הופיעה. עם זאת, רק לעתים נדירות ניתנת תשומת לב מספקת לסוגיית המניעה.

ערכתי כמה מחקרי מקרה-ביקורת שבדקו את המתאם בין מקצועות מסוימים ובין סוגי סרטן מסוימים. פיתחתי תכנות מחשב שסייעו להפוך את המחקר לאוטומטי עד כמה שאפשר, אחת מהן נמצאת עדיין בשימוש במרכז לחקר הסרטן על שם האצינסון בסיאטל, זה 35 שנים. הבנתי מהר מאוד שאין כל היגיון בגישה מבודדת, והחלטתי לבחון את כל המקצועות ואת כל סיבות המוות. גישה זו הייתה בשימוש בבריטניה אצל הרשם המרכזי, ובארה"ב – במרכז הלאומי לרישומי בריאות. שני המחקרים בדקו סיבות מוות רבות למקצועות רבים. הרשם המרכזי עורך מחקר מעין זה כל עשר שנים, ואילו המחקר האמריקני נערך פעם אחת בלבד. זה האחרון התבסס על ניתוח תמותה פרופורציונלי, אך לא ניתח את בני 64 ומעלה, ובכך החמיץ את מרבית מקרי המוות. לפני שלקחתי על עצמי מחויבות ארוכת טווח לקידוד מקרי תמותה לפי מקצועות, חשבתי שיהיה נכון לבדוק עד כמה מקיף ומדויק המידע הקיים ברשומות התמותה.

שימשתי יועץ התזה לדוקטורנט בשם ג'רלד פיטרסון בבית הספר לרפואת הציבור של אוניברסיטת וושינגטון. פיטרסון ראיין את קרוביהם של נפטרים שמתו ממחלת הודג'ק'נס, ומצא שב-75% מהמקרים רישום המקצוע בתעודת הפטירה היה לזה שנמסר בריאיון, וב-10% מהמקרים נמסר מקצוע דומה. אותם הממצאים נאספו על נפטרים שמתו מסרטן בשלפוחית השתן.

ערכתי מחקר תמותה מבוסס-אוכלוסייה לחברי איגוד הבנאים והנגרים של אמריקה (AFL) (Milham 1974), ומצאתי שרישום המקצוע בתעודת הפטירה היה כמעט תמיד מקצוע המאוגד ב-AFL. בהינתן אישוש לכך שהמידע התעסוקתי טוב דיו, המזכירה שלי ואני בילינו שנה שלמה בתמצות וקידוד של מקרי המוות בקרב גברים בוגרים במדינת וושינגטון. השתמשנו בגרסה שונה מעט של התקנון המקצועי של מרשם האוכלוסין של ארה"ב, והוספנו קודים למקצועות מסוימים האופייניים למדינת וושינגטון.

המכון הלאומי לבטיחות וגיהות בעבודה (NIOSH) פרסם את הדוח הראשון שלנו ב-1976, שסקר את מקרי המוות בשנים 1950-1971 (Milham 1976). עדכון ראשון פרסם ב-1983, והוא התייחס לשנים 1950-1979; ומעט לפני שפרשתי לגמלאות פרסמנו את ניתוחם של 588,090 מקרי מוות של גברים לבנים מן השנים 1950-1989, וכן 88,071 מקרי מוות של נשים לבנות מן השנים 1974-1989.

כשהמחקר תפח וסקר ארבעים שנות תמותה, עשינו שימוש בשלושה תקני ICD (International Classifications of Disease) כדי לקודד את גורמי המוות. אני זוכר בבירור את שלושת החודשים שביליתי מוקף בשלושה ספרי ICD צבעוניים, מנסה לוודא את עקביות הקידוד בין המהדורות השביעית, השמינית והתשיעית תכנת ניתוח נתוני תמותה סייעה לנו לעבד נתוני גיל, מין ושנת מוות. התכנה חישה נתוני תמותה עתידיים בהתבסס על התפלגותו (באחוזים) של כל גורם תמותה לכל המקרים בכל המקצועות. הפקנו ניתוח מפורט ל-161 גורמי מוות ב-219 קטגוריות תעסוקתיות בעבור גברים וב-68 קטגוריות תעסוקתיות בעבור נשים.

כאשר כל המתאמים העתידיים שצפינו בין תמותה ותעסוקה התממשו בניתוח שלנו, ידענו שאנחנו נמצאים בכיוון הנכון: טייסים מוצאים את מותם בהתרסקויות מטוס, חוטבי עצים נפגעים מעצים נופלים, מתקיני גגות נופלים מהם וטכנאי מתח גבוה מתחשמלים. נוסף על כך, הופיעו בניתוח רוב המתאמים המוכרים מן הספרות המחקרית: כורים מתים מצורנת (סיליקוסיס), עובדי בידוד ואסבס

מתים מסרטן ריאות וממזותליומה, וחונטים ומנהלי לוויות סובלים משיעור סרטן דם מוגבר. מטרת המחקר הייתה לאתר מתאמים חדשים בין תמותה ותעסוקה, וכמה מהם אכן נמצאו. להלן כמה מהם.

מיאלומה נפוצה בקרב עובדי הפרויקט הגרעיני האנפורד

העובדים בפרויקט האנפורד, היכן שיוצר פלוטוניום למערכות הנשק הגרעיני שלנו, סבלו משיעור מוגבר קמעה של מוות ממיאלומה נפוצה. יצרתי קשר עם הד"ר תומאס מנקוסו מאוניברסיטת פיטסבורג, שעמד בראש מחקר ממשלתי שעסק בבריאותם של אותם עובדים, והעברתי לו את המידע הרלוונטי שהיה ברשותי. מאוחר יותר ישבתי בוועדה מיעצת שפיקחה על פרויקט הבריאות בהאנפורד. השיעור המוגבר עמד בעינו, ועודנו עומד בניתוחים מרובי אתרים, ויש קשר בינו ובין חשיפה לקרינה מייננת.

כדי לוודא שהאוכלוסיות הגרות בסמוך למתקן בהאנפורד לא הושפעו לרעה מקרינה מייננת מן האתר, בחנתי את נתוני האוכלוסיות המקומיות: נתוני מרשם האוכלוסין, חינוך ותעסוקת ההורים. כאשר הודתה הממשלה בפליטה מכוונת של רדיואידין (RI) מהאתר, ביליתי זמן רב עם המשפחות הנפגעות וחיפשתי רמזים לחולי או למוות. למרבה השמחה, לא היו כאלו, אך היו אנשים מסוימים שציפו לשמוע אחרת. מכיוון שרדיואידין פוגע במיוחד בבלוטת התריס, משפחות הנפגעים ציפו לסבול משיעור מוגבר של מחלות בבלוטת התריס. בעקבות לחץ ציבורי הקציבה הממשלה מימון לפרויקט גדול לאיתור פגיעות בבלוטת התריס. גם זה לא העלה דבר. אוכלוסיות רבות טופלו ברדיואידין לאורך שנים רבות, ללא כל ראיות שהוא גורם לסרטן או למחלות כלשהן בבלוטת התריס.

סרטן הדם ולימפומה במפעל היזור אלומיניום

היו שישה מפעלי מחזור אלומיניום במדינת וושינגטון, שיצרו אלומיניום מעפרה (תחמוצת אלום או בוקסיט). בתקופת מלחמת העולם השנייה מוקמו המפעלים דווקא בווינגטון כדי לנצל את האנרגיה ההידרואלקטרית הזולה שהייתה אז.

התהליך מורכב ממחזור אלקטרוליטי של תחמוצת האלום באנודה ועיבודה בקתודה, וצורך כמויות עצומות של אנרגיה חשמלית. במחקר התמותה התעסוקתית שערכה המדינה התגלה שעובדים אלו סבלו משיעור תמותה מוגבר מסרטן הדם ומלימפומה שאינה הודג'קיינס. טלפנתי למנהלים הרפואיים של כל אותן החברות, וזכיתי להתעלמות מכולם להוציא אחד, הד"ר ג'יימס היוז, המנהל הרפואי של חברת קייזר אלומיניום. קייזר הפעילה מפעלי היזור בטקומה ובעיירה מד, ליד ספוקיין, וכן מפעל לרידוד אלומיניום בספוקיין. הסברתי להם את ממצאיי, וכשהצעתי לערוך מחקר מעקב בקרב העובדים במד, הד"ר היוז הסכים (Milham 1979).

המפעל נבנה ב-1946, ו-25% מן העובדים נשכרו באותה שנה. הסתובבה שמועה שחלק מרישומי העובדים טוהרו, אך איתרתי "זקנה רכלנית" במחלקת כוח אדם ששמרה תיעוד על כל עובד ועובד שעבד אי-פעם במפעל. היה ברשותה כל המידע הדרוש למחקר ראוי לשמו. השתמשתי בתכנת טבלאות החיים של ריצ'ארד מייסון, וחשפתי שיעור תמותה מוגבר מסרטן לימפה וסרטן המטופיאיטיק לסוגיו, בכלל זה סרטן הדם, לימפומה שאינה הודג'קיינס, גידולי מוח שפירים, סרטן הבלבב ונפחת (מחלת ריאות).

המפעל במד היה מפעל מסוג pre-bake, במובן הזה שהאנודות המיועדות לתהליך החיזור האלקטרוליטי נאפו לפני שנעשה בהן שימוש. תהליך זה הפחית למינימום את זיהום האוויר הנפלט בתהליך החיזור האלקטרוליטי. המפעל בטקומה היה מסוג סודרברג, ופעל כך שהאנודות "נאפו" במקום, בעוד הקתודות יוצרו מקוק (סוג של דלק), בזפת קרה לציפוי. זפת קרה זו פולטת חומרים נדיפים בעת בעירה, בהם גורמים מסרטנים ידועים כגון בנזו-א-פירן (benzo-a-pyrene). עמדת התעשייה הייתה שנדיפי זפת קרה לציפוי (CTPV) הם האשמים בצברי הסרטן שהופיעו בקרב עובדים אלו. בכל זאת קינן בי ספק, שהרי עובדים בסביבה מלאת קוק עמדו בחשיפה גבוהה הרבה יותר ל-CTPV, אך לא סבלו משיעור מוגבר של סרטן הדם או לימפומה. לעומת זאת, הם סבלו משיעור מוגבר של סרטן הריאות.

חשדתי שהשדות המגנטיים החזקים ששררו במרחב העבודה תרמו להתפתחות צברי הסרטן. הד"ר היוז ביקש מהמהנדסים שלו לאפיין את השדות האלקטרומגנטיים שאליהם נחשפו העובדים.

רציתי שגם העובדים ידעו מה מצאנו. העבודה במפעל התנהלה בשלוש משמרות, כך שבמקום לערוך שלוש מצגות אישיות, הד"ר היוז ואני יצרנו סרטון וידאו קצר המתאר את הממצאים שלנו ואת המלצותינו. הסרטון הוקרן במפעלים במד, בטקומה ובשארלוט, לואיזיאנה. כמה ימים לאחר ההקרנה קיבלתי שיחה מדון קארפ, אחראי הבטיחות של איגוד עובדי הפלדה, שבמסגרתו היו מאוגדים עובדי המפעל בטקומה. "הי דוקטור, יש לנו כאן המון מקרי לימפומה", אמר. והוא צדק. בטווח של שבע שנים אובחנו במפעל חמישה מקרי לימפומה של תאי B. הד"ר היוז הגיע בטיסה מאוקלנד, ויחד ערכנו בדיקות. וידאנו גם את הפתולוגיה הרלוונטית עם פתולוגים מצד שלישי מבית הספר לרפואה של אוניברסיטת ויסקונסין.

הד"ר היוז ביקש ממני לייצג את חברת קייזר במחקר התמותה התלת-צדדי בתעשיית האלומיניום. "תלת-צדדי" מכיוון שבמחקר היו מעורבים חברות האלומיניום, איגוד עובדי תעשיית הפלדה והממשלה הפדרלית. הוצאותי שולמו במלואן, אך מכיוון שהייתי עובד ציבור, לא הייתי רשאי לקבל שכר על שירותי. היה באפשרותי לפגוש את כל המנהלים הרפואיים של חברות האלומיניום ואת האפידמיולוגים שעבדו איתם. נכחתי גם במסיבה בבית היוז באוקלנד, קליפורניה. הופתעתי לגלות שסר ריצ'ארד דול, החוקר האנגלי, ואשתו, לידי ג'ואן, היו שם גם הם.

מאוחר יותר הבנתי שהנהלת קייזר שכרה את דול כדי לנטרל את ממצאי המחקר שלי. מוקדם יותר ביליתי זמן-מה בחברתו של דול באוניברסיטת אוקספורד, כחלק מסיבוב הרצאות בבתי ספר לרפואה בבריטניה (קיבלתי מענק מהסוכנות הבין-לאומית למחקר הסרטן ופרס העברת ידע לתעשייה מטעם ממשלת ארה"ב). חרה לי שככל הנראה לא הייתה בו הערכה רבה ליתרונות האפידמיולוגיים שטמנה בחובה מערכת התמותה התעסוקתית שהקמתי בווינגטון. הופתעתי גם לקרוא מחקר שפרסם (עם עמיתים) בוועידה בקולד ספרינג הרבור ב-1981, ובו טען שחשיפה תעסוקתית אחראית ל-4% בלבד ממקרי הסרטן וחשיפה סביבתית – ל-2% בלבד. באותה הוועידה הצגתי נתון סותר, שהראה שלמעשה המרכיב התעסוקתי אחראי ליותר מ-10% ממקרי הסרטן.

אמנם באותה העת לא מצאתי היגיון רב בדעותיו של סר ריצ'ארד דול, אבל לאחר מותו נחשף הבסיס הרבות מדעותיו. התברר שבמשך שנים רבות שילם לו תאגיד מונסנטו סכום של \$1,500 ליום שהבטיחו את תמיכתו.

סרטן הדם בקרב עובדי תעשיית החשמל

ב-1979 פרסמו ננסי ורטהיימר ואד ליפר מחקר הטוען ששדות מגנטיים באזורי מגורים גורמים לסרטן בקרב ילדים. הם לא מדדו שדות מגנטיים בפועל, אך שמו לב לכך שחוטי החשמל באזורי מגורים שסבלו משיעור סרטן מוגבר היו עבים יותר מאשר החוטים באזורי המגורים של קבוצת הביקורת. חוטים עבים יותר נושאים זרם חזק יותר, וגודל שדות מגנטיים הוא פרופורציונלי לעוצמת הזרם.

באותה תקופה מדדו מהנדסי חברת קייזר 100 גאוס (G) של שדות זרם ישיר (DC) סטטיים ויותר מ-100 מיליגאוס (mG) של שדות זרם חילופין (AC) בחדרי ההפקה (1,000 מיליגאוס = 1 גאוס). לשם השוואה, ברוב בתי המגורים רמת השדה קטנה מ-4mG. מפעל קייזר בטקומה פעל באמצעות זרם בן 60,000 אמפר של זרם חילופין (AC), שהומר לזרם ישיר (DC) כדי להפעיל את האנדודות והקתודות. חשבתי שאם שדות מגנטיים מסוגלים לגרום להופעת סרטן בקרב ילדים, מה לגבי מבוגרים העובדים בתוך שדות עוצמתיים מעין אלה?

כשהמדינה פרסמה את טבלאות התמותה התעסוקתית, בחנתי את שיעורי הסרטן בקרב עובדים שעבדו בעבודות חשמל שונות. בדקתי חשמלאים, טכנאי קווי טלפון ומתח גבוה, עובדי אלומיניום, טכנאי טלוויזיה ורדיו, רתכים, עובדים בתחנות כוח וכו'. התברר שעובדים אלו סובלים מתמותה

מוגברת מסרטן הדם, בעיקר מלוקמיה חריפה, מלימפומה ומגידולי מוח. כתבתי מכתב המתאר ממצאים אלו ושלחתי לכתב־העת *New England Journal of Medicine* (Milham 1982). כשפורסם המכתב, קיבלתי כמה שיחות טלפון מעמיתים מרחבי המדינה שטענו שאין שום דרך שבה יוכלו שדות זניחים אלו לגרום לסרטן. עניתי בפשטות, "תוכיחו שטעית". למרבה הצער, החודשים שלאחר מכן הוכיחו רק את צדקתי. בפעם האחרונה שבדקתי, התקיימו מעל חמישים מחקרים באזורי מגורים ומעל מאה מחקרי תעסוקה שקשרו בין חשיפה לשדות מגנטיים בתדרי חשמל ובין סרטן.

סרטן הדם בקרב מפעילי רדיו חובבים

לאחר שפורסם המכתב קיבלתי תגובה ממפעיל רדיו חובב בשם אנדרו סובל, סימון W2EVE (סימון מיוחד מוקצה לכל מפעיל רדיו חובב). סובל הציע שאבדוק את התמותה בקרב חברי ליגת מפעילי הרדיו החובבים האמריקנית (ARRL). הליגה היא קבוצת מפעילי רדיו חובבים (רדיו ham בסלנג האמריקני), שנחשפים תדיר לשדות אלקטרומגנטיים, לרבות קרינה בתדרי רדיו (RFR).

מקרי מוות של חברי ARRL מופיעים בחלק ה"מקשים דוממים" ("Silent Keys") בירחון הליגה. בררתי מרשימות אלו את תושביהם של מדינות וושינגטון וקליפורניה, שלהם הייתה לי גישה מהירה לתעודות הפטירה. עיון חפוז בהם העלה שחברי הליגה סבלו פי שניים מקרי מוות מסרטן הדם מכפי שאפשר היה לצפות.

אמנם חבר ARRL הזמין אותי לחקור את הנושא, אך לא זכיתי לתמיכת הארגון. במשך קרוב לשנה ערכתי עמם מו"מ על גישה לרישומי החברות שלהם, כדי שאוכל לערוך מחקר מבוסס־אוקולוסייה בקנה מידה לאומי. ככול שלמדתי יותר על תחום חובבות הרדיו, גיליתי שכל מפעילי הרדיו החובבים בארה"ב מחויבים בקבלת רישיון פדרלי. רכשתי אפוא את קובץ הרישיונות הפדרלי לשנת 1984 וערכתי מחקר עוקבה שהקיף את 67,829 מפעילי הרדיו החובבים המורשים במדינות וושינגטון וקליפורניה (Milham 1988). גם כאן נבחרו שתי מדינות אלו מכיוון שהיתה לי גישה חופשית לרישומי התמותה שלהן. מצאתי שחברי ARRL אכן סבלו משיעור מוגבר של מוות מלימפומה ומלוקמיה מיאלואידיות חריפות.

לאחר שפורסם המחקר קיבלתי שיחת טלפון מהמחקר הלאומי לחקר הסרטן (NCI). שאלו אותי מדוע לא ביצעתי גם מחקר סוג רישיון, שהרי החשיפה לקרינה המזיקה משתנה בין מחזיקי הרישיון בהתאם לאופי העיסוק ותדירות העיסוק. הסיבה לכך הייתה שבדף הנתונים שברשותי הופעה שדה בלתי קריא, ".....יון", ורק לאחר מכן התברר לי שהוא שמייצג את סוג הרישיון. כשביצעתי בהמשך לכך ניתוח לפי סוג רישיון, התברר ששיעור התמותה המוגבר היה מתון ביותר בקרב המפעילים הזוטרים, בעלי סוג הרישיון הנמוך ביותר מבין חמש הרמות האפשריות. בשל כך הם היו מוגבלים בעוצמת המשדר שיכלו להפעיל, והוגבלו לשימוש בתדרי שידור מסוימים בלבד. אבל ככול שהשתפרה רמת הידע התאורטי שלהם ומיומנותם בשימוש בקוד מורס, הם יכלו לזכות בסיווג רישיון גבוה יותר – ובהתאם גם בחשיפה גבוהה יותר. מחזיקי הרישיון בדרגה הגבוהה ביותר סבלו משיעור הסרטן המוגבר ביותר מבין הקבוצה (Milham 1988).

מחקר חסינות: מפעל קייזר בטקומה

במשך עשור העמידו לרשותי המרכזים לבקרת מחלות סדרה של רופאים שונים, והעברתי להם הכשרה בת שנתיים. אחד מהם, הד"ר רוברט דיוויס, סייע לי במחקר שבדק את רמת החסינות של הפועלים במפעל קייזר בטקומה. כך יכולתי להמשיך את העבודה המוקדמת שביצעתי שם כמה שנים קודם לכן.

מאז בדקנו הד"ר היוז ואני את צבר המקרים המקורי דיווח איגוד פועלי הפלדה על אבחון מקרים נוספים של לימפומה. לימפומה של תאי בי (B) נפוצה יותר בקרב חולים הסובלים מכשל חיסוני, בין מולד בין נרכש. ילדים הנולדים עם כשל חיסוני משולב, חולי איידס וחולים שעברו השתלות איברים המטופלים כעת בתרופות המדכאות את מערכת החיסון – כל אלו סובלים משיעור מוגבר של לימפומה של תאי בי.

הד"ר היוז פרש זה מכבר מעבודתו במפעל בטקומה, ולמרבה הצער, "מנהלי הסיכון" שירשו את תפקידו סירבו לשתף פעולה במחקרים נוספים. רצינו לבדוק אם פועלים בריאים במפעל סובלים מכשל חיסוני כלשהו העשוי להסביר את השיעור המוגבר של לימפומה של תאי בי שנצפה בקרבם. המחקר זכה לתמיכתם של העובדים, ואיגוד פועלי הפלדה שכר מרכז לקשישים הסמוך למפעל. הכול נועד לאפשר לנו לעבוד יותר בקלות. כך אספנו דגימות דם מ-23 מתנדבים מקרב עובדי המפעל, ובדקנו את פעילות הלימפוציטים בדמם. מעבדת ההשתלות של אוניברסיטת וושינגטון ערכה סדרה של בדיקות דם, שתי דגימות בכל פעם. לאורך שנים-עשר שבועות, אחת לשבוע, מסרנו להם דגימות חדשות. משמעות הדבר הייתה בעבורי לקום מוקדם מאוד בבוקר ולפגוש את העובדים לפני המשמרת שלהם או אחרי המשמרת שלהם וכן לנהוג כמאתיים ק"מ בכל יום.

כשהמחקר הסתיים (Davis & Milham 1990) קיבלתי שיחה מהמעבדה, וזו בישרה לי שאותרו אצל עובדי המפעל בטקומה רמות חריגות של תאי T4 ו-T8. המעבדה המליצה לאסוף את כל דגימות הדם מחדש ולערך מחקר המשך. בהיעדר מימון נוסף ובהיעדר חשק מיוחד לחזור על חוויית הקימה המוקדמת שלי (שלא לדבר על הסיוט לנהוג מאתיים ק"מ כל יום), סירבתי בתחילה. מאוחר יותר הסכמתי, בתנאי שכל עבודת המעבדה תוכל להיעשות בפגישה אחת, ללא הוצאות מיותרות.

הד"ר דייוויס ואני אספנו בשנית דגימות דם מאותה הקבוצה, וקיבלנו תוצאות זהות – ספירת תאי ה-T4 וה-T8 הייתה גבוהה מאוד אצל אותם עובדים, ויחס ה-T4/T8 שלהם היה חריג בהתאם. משמעות הדבר בעבורי הייתה שהגוף מכין תגובת נגד חיסונית לשדות האלקטרומגנטיים שבסביבת העבודה של הפועלים. שיערתי שהשדות הללו מעמידים את מערכת החיסון מול גירוי בלתי פוסק שלאחר זמן-מה גורם לקריסתה, ומאפשר בכך את התפתחות הלימפומה בגופם של העובדים. מחקר מאוחר יותר שנערך על עכברושים חשף אותם לקרינה פועמת בתדרי רדיו (קרינת מיקרוגל). התוצאה הייתה תבנית חיסונית דומה ביותר, והחיות סבלו בשל כך משיעור סרטן מוגבר. מחקר זה מתואר בפירוט בפרק 7.

טרשת נפוצה וויטמין D

בתחילת שנת 1980, בעודי עובד במחלקת הבריאות, עבדתי על מחקר מעניין נוסף. נתוני התמותה התעסוקתית שלי הראו בבירור שטרשת נפוצה (MS), מחלה עצבית הגורמת לדה-מיאליניזציה, נפוצה יותר בקרב עובדי פנים מאשר עובדי חוץ. כדי לוודא שלא היה מדובר במקרה של בלבול בין סיבה ותוצאה – כלומר, שאלו החולים או הנוטים לחלות בקלות בחרו מראש בעבודות פנים – התבוננתי בקבוצת פועלים הגוססים ממחלות לב שגרונות כרוניות, ובהם לא נצפה כל הבדל בשיעור התמותה בין עובדי פנים וחוץ. האפדימיולוגיה של הטרשת הנפוצה מרתקת במיוחד. המחלה נדירה באזורי קו המשווה, אך היארעותה גוברת ככול שמצפינים ומדרימים. התברר שקיים מתאם שלילי מושלם של 90% בין טרשת נפוצה ותמותה ובין ממוצע שנתי של חשיפה לאור שמש. פירוש הדבר הוא שככל שאתה נחשף יותר לאור שמש, כך פוחת הסיכוי לחלות במחלה. עניין מיוחד מעוררים בשל כך יוצאי הדופן הגיאוגרפיים: אוכלוסיות באזורים ללא שמש מרובה אך כאלה שניזונו בעיקר מדגים, הראו גם הם שיעור מופחת של טרשת נפוצה.

ויטמין די הוא הורמון רב-עוצמה במיוחד, ולהוציא דגים שמנים ושמני דגים, הוא נעדר לחלוטין מהתזונה האנושית הממוצעת. המקור החלופי לויטמין די הוא אור שמש (למעשה, אור אולטרא-סגול). אור שנופל על העור החשוף גורם לגוף לייצר ויטמין די. אור אולטרא-סגול הוא חלק מהספקטרום האלקטרומגנטי שעמו התפתח המין שלנו, והוא בבירור זקוק לו. שעה אחת של שמש טרופית מייצרת כ-10,000 יחידות בין-לאומיות (IU) של ויטמין די. למרות זאת, המנה היומית

המומלצת של ויטמין די קטנה מכך בהרבה – 400 IU בלבד. כדי לפתור את הבעיה מומלץ להשתמש במסנני קרינה, שבהפחתת תפוקת הוויטמין מסייעים לנו למנוע את הופעת סרטן העור. באזורים ללא שמש מרובה, כמות של 3800 IU היא מנה יומית סבירה של ויטמין די.

כתבתי היפותזה בת שני עמודים, המשערת שבדומה לרככת, טרשת נפוצה נגרמת בגלל חוסר בוויטמין די. כתב־העת *The Lancet* דחה את פרסומה בשעתה, והנה בחמש השנים האחרונות אישרו מחקרים סקנדינביים את כל השערותיי בדבר הקשר בין השניים.

בערך באותה התקופה חלה אחייני הראשון, אז בשנות העשרים המוקדמות לחיי, בטרשת נפוצה. הסברתי לו את התיאוריה שלי והצעתי שיחפש עבודה באוויר הפתוח. הוא עשה זאת, ותסמיני המחלה אצלו נותרו מאז מזעריים.

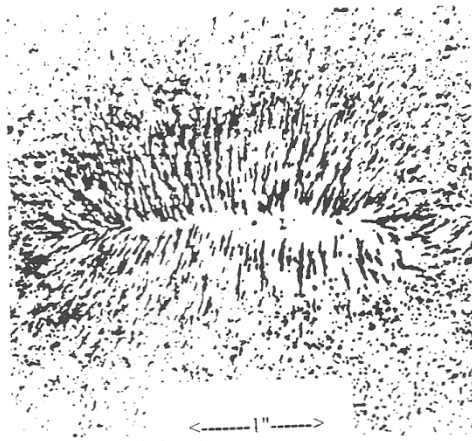
שדות מגנטיים בצמיגים רדיאליים

העניין שלי בשדות אלקטרומגנטיים גבר לאחר המחקר במפעל בטקומה, והפך לסופי ומוחלט לאחר שוורטהיימר וליפר פרסמו ב-1979 את מחקרם על אודות הקשר בין חשיפה וקרינה מגנטית באזורי מגורים ובין סרטן בקרב ילדים. קניתי את מד הקרינה האלקטרומגנטית (מד גאוס) הראשון שלי בשנות התשעים, והתחלתי לפקוד פגישות מקצועיות בנושא כדי להיות מעודכן בהתפתחויות המחקר האחרונות. זכרתי שנתוני התעסוקה שלי הצביעו על שיעור סרטן שד מוגבר בקרב קלדניות ומזכירות, שהשתמשו במכונות כתיבה חשמליות בעידן שלפני המחשב האישי. מדדתי את מכונות הכתיבה, וגיליתי שאכן רובן חוללו שדות מגנטיים חזקים בגובה החזה (Milham & Osslander 2007). יוצאת הדופן היחידה הייתה מכונת הכתיבה Selectric של חברת IBM, שחוללה שדה בעוצמה נמוכה.

יום אחד, ללא סיבה מיוחדת, הפעלתי את מד הקרינה שלי בזמן נהיגה. להפתעתי הרבה גיליתי שדות עוצמתיים במיוחד (מעל 20 mG) על המושב שבין רגליי; העוצמה הגבוהה ביותר נמדדה ליד רגלי השמאלית. השדות הופיעו רק כשהמכונת הייתה בתנועה. אפילו כיבוי המנוע במהירות של מאה קמ"ש לא שינה את עוצמת הקרינה. בהדרגה התחוויר לי שהשדות לא חוללו על ידי המנוע אלא על ידי הצמיגים, שבהם נשזרו פסי פלדה דקים. מאוחר יותר העברתי מצפן מעל פס כזה. המחט הסתובבה סביב-סביב מעוצמת המגנט. שדות אלקטרומגנטיים נוצרים ממגנטיים מסתובבים – לב לבם של טכנולוגיית הצמיגים הרדיאליים מחושקי הפלדה.

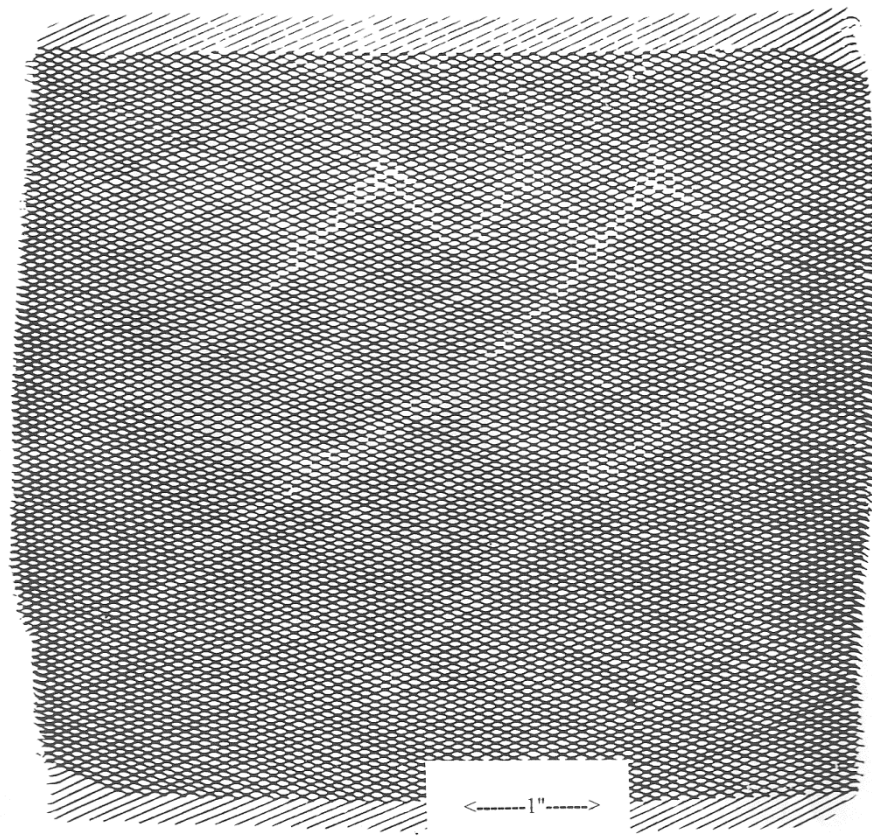
כדי לבדוק טוב יותר את המבנה המגנטי של פסי הפלדה, חתכתי צמיג, הוצאתי ממנו את האוויר, כיסיתי את חלקו הפנימי בנייר לבן, ופיזרתי עליו אבקת ברזל. כך יצרתי דימוי ויזואלי של השדות.

[איור 1: אבקת ברזל על צמיג רדיאלי]



רציתי לבצע צילום רנטגן של הצמיג. הרדיולוג חייך כששמע את הבקשה המיוחדת הזאת. התוצאה הייתה יפהפיה, והדגימה בפירוט את תבנית השזירה של פסי הפלדה.

[איור 2: צילום רנטגן של צמיג רדיאלי]



לקחתי את מד הגאוס הזול שלי, שאלתי מאוניברסיטת וושינגטון מד גאוס יקר יותר מתוצרת Emdex, ויצאתי לביקור קצר בחנות הצמיגים הקרובה לביתי. הביקור ענה על שאלות רבות. מדים משוכללים כגון Emdex מגיעים עם מחשבים יעודיים שמאפשרים למשתמש לדגום שדות מגנטיים לאורך זמן.

באותה התקופה כבר החליפו הצמיגים הרדיאליים את הצמיגים הישנים יותר, אך המצפן שלי הצליח לאתר את צמיג הפיברגלאס האחרון בחנות. לצורך הניסוי לקחתי צמיג רדיאלי מחושק פלדה וסובבתי אותו ללא הרף. במרחק של שלושים ס"מ מהצמיג קלט המד הזול שלי קרינה מגנטית חזקה, אך למרבה הפלא, דבר לא נקלט במד ה-Emdex. תדרי הצמיג נקבעים ממהירות הסיבוב, והרבה מהם נותרו מתחת לטווח התדרים הצר שמד ה-Emdex היקר תוכנן לקלוט. זכרתי שכשנסעתי במהירות מאה קמ"ש, צמיגי הרכב הסתובבו במהירות של עשרה מחזורים לשנייה, וחוללו שדה מגנטי בתדר 10 Hz.

כך התברר לי שהמד הזול שלי מסוגל לקלוט טווח תדרים רחב הרבה יותר מה-Emdex המשוכלל. יש בכך עניין מיוחד, מכיוון שמדים משוכללים מעין זה נפוצים מאוד במחקרים אפידמיולוגיים. מכיוון שמדים אלה אינם מזיהים קרינה בתדרים גבוהים או נמוכים מהטווח המוגדר להם, ייתכן שמחקרים אלו מחמיצים מידע בריאותי קריטי. ילד היושב בכיסא מיוחד המוצב מעל צמיג אחורי עשוי להיחשף ליותר קרינה בשעת נהיגה אחת מאשר ב-24 שעות של שהייה בבית. המדים היקרים יותר תוכננו למדוד טווח תדרים מוגבל, בסביבות 60 Hz, ולכן לא יתריעו על קרינה בתדר הנמוך מ-30Hz או גבוה מ-300Hz.

לבסוף, יצרתי קשר עם מהנדסי החשמל ריצ'ארד טלס וג'יימס הארטפילד, שהיו ברשותם הציוד והמיומנות לאפיין בפירוט את שדות הצמיגים הרדיאליים.

כתבתי ליצרני הצמיגים, הצגתי לפנייהם את הבעיה והצעתי פתרון בדמות חישובי פלדה לא מגנטיים בעבור הצמיגים שלהם. לא קיבלתי תשובה. יצרתי קשר עם תכנית הרדיו "דיבורי רכב" ברדיו הציבורי הלאומי, וכתבתי למגזין *Car and Driver*, אך גם כאן לא נעניתי.

עזיבת מחלקת הבריאות

במהלך שנות השמונים התבשרתי שמחלקת הבריאות החליטה לקצץ את משרתו של המקודד התעסוקתי שלי. אני ואריק אוסיאנדר, סטטיסטיקאי ואפידמיולוג מוכשר ביותר במשרד שלי, הפכנו בתגובה את המערכת לאוטומטית: יצרנו מערכת קידוד שהתאימה במדויק את נתוני התמותה התעסוקתית עם אלו שהופיעו ברשימה שלנו. עם הזמן אף שכללנו את המערכת והוספנו מקצועות שונים. עדיין נעשה בה שימוש כיום לקודד את מקצועו של המנוח, כפי שהופיע בתעודת הפטירה ואת מקצועות ההורים כפי שהופיעו בתעודת הלידה. היא מקודדת נכונה יותר מ-90% מהזמן. אריק אוסיאנדר מבצע את קידוד הגיבוי.

בשנתיים האחרונות לעבודתי במחלקת הבריאות של וושינגטון עבר המשרד מקום לא פחות מארבע פעמים. הכתובת הופיעה על הקיר, ברורה לכול, והחלטתי שהגיעה העת לפרוש. ב-1992, ביום הולדתי השישים, הגשתי את התפטרותי.

פרק שביעי: לבדי

לאחר פרישתי לגמלאות קיבלתי לא מעט פניות לשמש עד מומחה, לרוב בעבור קבוצות אזרחים שניסו למנוע הקמת קווי מתח ליד בתיהם. בדומה לרבים אחרים, לא נטיתי לחבב חיבה יתרה את מערכת המשפט ולא חיבבתי את העובדה שהמשחק תמיד היה נדמה מכור מראש נגד "האזרח הקטן" שניסה להגן על ביתו ושכונתו.

חברות החשמל נהנו ממימון צרכני שוטף ושכרו את מיטב עורכי הדין וכן עדים מומחים מיומנים ביותר בהצגת הצד שלהם לבית המשפט. פעמים רבות שימשתי עד ללא שכר (להוציא מימון הוצאות הנסיעה). למרבה הצער, עורכי הדין של התובעים, לרוב עורכי דין מקומיים, לא היוו אתגר מיוחד למומחי המשפט, שנשכרו מחברות חיצוניות ולא התעסקו בדבר פרט לתיקי קרינה אלקטרומגנטית.

באחד המקרים נשכרתי על ידי ועדת התשתיות הציבוריות של פנסילבניה כדי לבדוק את התנגדותם של אזרחים מקומיים להקמתם המתוכננת של קווי מתח גבוה. זה היה המקרה היחיד שהייתי מעורב בו, שבו כספי משלם המסים אכן שומשו לשירות עניינו של משלם המסים. סייעתי לתובעים לעכב הקמת קווי מתח לזמן-מה, אך ידעתי שחברות החשמל תנצחנה לבסוף, כפי שלרוב קרה.

בכל אותם מקרים נתקלתי באותם "מומחי" חשמל. לעתים קרובות תהיתי איך הם יכולים להתבונן בעצמם במראה לאחר שהעידו – בשבועה – טענות מטעות ושגויות באמרם שאין סכנה בקווי מתח גבוה. היה משהו גרוטסקי במיוחד בעובדה שעדותם מומנה מכספם של אותם צרכנים שבהם סייעו לפגוע.

במסגרת אחד מהמקרים הללו, באחת מארוחות הבוקר שנתקיימו, הודה אחד ממומחי החשמל הללו (אדם שהכרתי כעשרים שנים) שהצד שלנו למעשה צודק. אך לא היה די בכך מלעצור בעדו מלגרוף לכיסו כרבע מיליון דולרים בשנה כעד מומחה בעבור חברות החשמל, וזאת נוסף על משכורתו המכובדת והמלאה כפרופסור באוניברסיטה.

חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית וסרטן השד בקרב גברים

באחד המקרים העדתי לטובת שניים מתוך שלושה גברים שחלו בסרטן השד לאחר שנים של עבודה באותו משרד באלבקרקי, ניו מקסיקו. שם הן נחשפו לשדות מגנטיים חזקים שחדרו למרחב העבודה מחדר מתגים סמוך (Milham 2004). כתריסר מחקרים קודמים מצאו קשר בין סרטן השד בגברים (MBC) ובין חשיפה לשדות מגנטיים, כך שמקרים מעין אלו צריכים היו להיות זכייה בטוחה. עורך הדין של אחד התובעים הצליח לזכות בהסדר טיעון נאה לטובת אחד משלושת הגברים, אך נדמה שלא היה לו אכפת מדי משני המקרים האחרים. הוא לא חקר חקירה נגדית את המומחה מטעם הנתבע, ואף קטע את עדותי שלי כדי לחגוג חג דתי כלשהו. ללא עורך דין טוב לצדו, עד מומחה הופך לחסר תועלת ולחסר ישע.

אני שומע כעת בחדשות על אודות מגפת סרטן השד בבסיס הנחתים קאמפ לג'ון בצפון קרוליינה. הנחתים תיעדו 55 מקרי סרטן השד בגברים, וסברו בתחילה שהמגפה נגרמה מזיהום מי השתייה בבסיס בממסים נדיפים. בכמה מחקרים נוספים אכן קשרו בעבר בין ממסים ובין מקרי סרטן, סביר יותר שהאחראי לכך הוא השדה המגנטי. עד כה פורסמו כחמישה-עשר מחקרים הקושרים בין חשיפה לקרינה מגנטית ובין הופעת סרטן השד בקרב גברים. מדובר בקשר כה עקבי, ועם זאת כה בלתי נפוץ, עד שאני מוכן להחשיב הופעת סרטן השד בגברים כסממן מובהק לחשיפה לשדות מגנטיים – בדומה למזותליומה ממאירה, שנחשבת לסממן בדוק לחשיפה לאסבסט. מכיוון שקרוב לוודאי קיים קשר סיבתי בין סרטן השד בגברים ובין סרטן השד בנשים, חקר הראשון, הנדיר יחסית, יניב ככל הנראה מידע רב-ערך על אודות האחרון, הנפוץ הרבה יותר. המכתבים ששלחתי לנחתים ב-2010, לעורכי הדין שלהם ולמפקד מחנה קאמפ לג'ון לא זכו לתשובה.

צר לי לעדכן כאן שהנשיא אובמה אישר סופית את החוק להגנת יוצאי מחנה קאמפ לג'ון ומשפחותיהם (Honoring America's Veterans and Caring for Camp Lejeune Families Act of 2012), אשר מחייב את המחלקה לענייני יוצאי צבא להעניק טיפול רפואי לאנשי צבא לשעבר ולמשפחותיהם, שאובחנו במחלה המיוחסת להרעלת המים שאירעה בבסיס הנחתים קמפ לג'ון בשנים 1957-1987.

סרטן בקרב כבאים

סקירות ודוחות עדכניים על שיעורי ההיארעות והתמותה מסרטן בקרב כבאים מעלים שקבוצה זו נמצאת מסיכון מוגבר לחלות בכמה סוגי סרטן. רשימה חלקית תכלול את סרטן הדם, מיאלומה נפוצה, לימפומה שאינה הודג'קינס, סרטן השד אצל גברים, מלנומה ממאירה וסרטנים במוח, בקיבה, במעי הגס, בפי הטבעת, בערמונית, במערכת השתן, באשכים ובבלוטת התריס. כבאים נחשפים במסגרת עבודתם – כפי הנראה בדרכי הנשימה – לרשימה ארוכה של גורמים מסרטנים ודאיים או אפשריים, הנמצאים במוצרים בעירים ובמעכבי בעירה. יש לציין שכבאים דווקא אינם נוטים לסבול משיעור מוגבר של מחלות או סרטן של דרכי הנשימה, לפחות לא באופן שבו חשופים לכך עובדים אחרים הנחשפים לגורמים מסרטנים, כגון מניחי רעפים, עובדי ריתוך ועובדי בידוד והנחת אסבסט.

רשימת סוגי הסרטן שמהם סובלים כבאים בשיעור מוגבר חופפת כמעט לחלוטין את רשימת סוגי הסרטן שהתגלו אצל עובדים שנחשפו לקרינה אלקטרומגנטית (EMF) ולגלי רדיו (RF). כבאים נמצאים בחשיפה מוגברת לגלי רדיו במסגרת עבודתם, החל במכשירי קשר דו-כיווניים הנמצאים במשאיות הכיבוי, וכלה במשדרי הרדיו הנמצאים בבסיסים (Milham 2009).

מחקרים שבדקו לאחרונה כבאים בקליפורניה העובדים בסמוך לאנטנות סלולאריות העלו, שרבים מהם סובלים מתסמינים המזוהים לרוב עם מחלת קרינת מיקרוגל – נדודי שינה, דיכאון, כאבי ראש, רעידות וזמן תגובה אטי. סריקות המוח שלהם חשפו תבניות חריגות. עקב מכך העבירה אגודת הכבאים הבין-לאומית החלטה האוסרת הצבת אנטנות סלולאריות על גג תחנות כיבוי עד לעריכת מחקרים נוספים בנושא.

אני חושד שחלק מהסיכון המוגבר לסרטן בקרב אוכלוסיית הכבאים נעוץ בחשיפה הן לגלי רדיו הן לחשמל מזוהם, ומכאן שאפשר למנוע אותו. יש לנהוג כאן בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, שיפחית את הסיכון לסרטן בקרב הכבאים. יש לעדכן בהתאם גם חוקי פיצוי נפגעי עבודה.

אבות לילדים בטחנות קמח ותעשיית האלומיניום

ניתוח הנתונים של תעסוקת ההורים שביצעתי בזמנו בווישינגטון העלה תובנות חדשות יותר מפעם אחת. בין השאר נחשפה היארעות מוגברת של לידת תינוקות בנות לאבות שתעסוקתם הוגדרה "עובד אלומיניום" או "עובד טחנת קמח". העובדים בתעשיית האלומיניום נחשפים לרמות גבוהות של חום וקרינה אלקטרומגנטית – שני גורמים הידועים כמזיקים לזרע. עובדי טחנות קמח חשופים מצדם למדבירי חרקים המשמשים לקטילת חרקים במצבור הקמח. הכימיקל דיכלורודיברומופרופן (DCBP), גורם ידע לעקרות בקרב גברים הנחשפים אליו, גורם ככל הנראה לשינוי המין בילדיהם של עובדי טחנות הקמח. תינוקות בנים, יש לציין, סובלים ממשקל לידה נמוך משמעותית מן הרגיל (Milham 2009). ייתכן שישנם קווים מקבילים בין חשיפה לרעלים ובין קרינה אלקטרומגנטית.

סרטן בקרב עובדי משרד

באמצע שנות התשעים קיבלתי שיחת טלפון מעורך דין בקליפורניה שייצג קבוצת עובדים ממשרד התיאור גראב את אליס. העובדים טענו שהופיעו בקרבם מקרי סרטן רבים מדי. באותה תקופה הותקנו במשרדם צגי מחשב חדשים שהציגו תמונות רוטטות – דבר הנגרם בסביבה רוויה בקרינה מגנטית.

הם עבדו בקומה הראשונה של בניין משרדים בן ארבע-עשרה קומות, הישר מעל שלושה שנאים בהספק שנים-עשר קילו-וולט (kV) רשת החשמל האמריקאית שחוללו שדות מגנטיים עוצמתיים, במרחב העבודה שלהם. המעסיק, בעליו של הבניין, שכר מומחים בשיתוף חברת החשמל המקומית,

שערכו מחקר עוקבה של היארעות הסרטן בקרב העובדים. הם דיווחו שלא נמצא שיעור מוגבר של מקרי סרטן.

ממצאים אלו עוררו את סקרנותי, והסכמתי לעבור על הנתונים. שלוש שנים לאחר שטענתי את המידע שנשלח אליי, שמתי לב שרוב מקרי הסרטן הופיעו בקרב עובדים ותיקים, למרות העובדה שיותר ממחצית העובדים במשרד הועסקו שם פחות משנתיים. ניתוח תקופת התעסוקה הראה מתאם לינארי חיובי בין משך התעסוקה ובין סיכון לסרטן. משמעות הדבר הייתה שככל שהעובד היה ותיק יותר, כך גבר הסיכון שלו לחלות בסרטן. אם נניח סיכון של 1 לעובדים בעלי ותק של פחות משנתיים, העובדים שהועסקו במשך שנתיים עד חמש שנים סבלו מסיכון מוגבר של 9.3; ועובדים בעלי ותק של חמש עד חמש-עשרה שנים סבלו מסיכון מוגבר של 15.1. סיכון כה מוגבר אינו מופיע לרוב במחקרי סרטן מבוססי שדות מגנטיים.

המחקר העלה שני ממצאים חריגים נוספים: ההיארעות לכל סוגי הסרטן הייתה מוגברת לשני המינים, והופיע ייצוג יתר למלנומה ממאירה. הופיעו שני מקרי מלנומה מתוך שמונה מקרי הסרטן הפולשני ושני מקרי מלנומה נוספים בשלביהם המוקדמים (*in-situ*), שלא הפכו פולשניים ולא הובאו בחשבון במחקר העוקבה. יצרתי קשר עם החוקרים המקוריים ומסרתי להם את הממצאים שלי. מכיוון שהיה מדובר בנתונים שלהם ובמחקר שלהם, היה זה מעמד מביך. הם לא היו מעוניינים בקשירת שמם למחקר (או לשאת באשמה כלשהי בגינו), ולכן פרסמתי את הניתוח שלי מבלי לגלות את שמם, את קבוצת העובדים או את הבניין מושא המחקר (Milham 1996).

אוניברסיטת וושינגטון ועכברושים שנחשפו לקרינת מיקרוגל

הרחק מעין התקשורת פעלה במשך עשורים קבוצה של חוקרים מהאקדמיה, התעשייה והצבא, והקדישה את תשומת לבה המחקרית לנושא זה. קבוצה זו נקראה החברה לביואלקטרומגנטיקה (BEMS), ובין שלל פעולותיה היא פרסמה כתב-עת מקצועי. נכחתי בכמה מפגישותיהם, אך התפטרתי לבסוף לאחר שהשפעת התעשייה גברה על חשבון הקולות האחרים. לא הייתי היחיד שהתפטר בעקבות זאת. רבים אינם יודעים שהרוסים ומדינות מזרח-אירופה היו בחזית המחקר למשך שנים רבות, ואף אכפו תקני חשיפה מחמירים יותר מאשר אלו שנאכפו במערב.

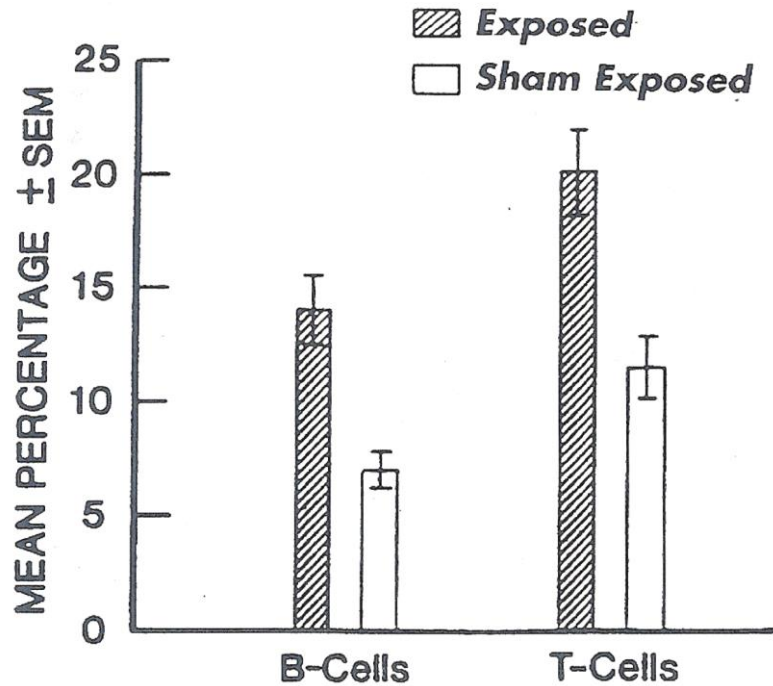
באחת מן הפגישות הזכורות יותר, בסוף שנות השבעים, ישבתי לצדו של לואיס סלסין, מו"ל כתב-העת *Microwave News*, שהיה בזמנו המקור הטוב יותר לעדכון מתמשך בכל הקשור לתחום. קבוצת מחקר מאוניברסיטת וושינגטון, שבראשה עמד וויליאם ארתור גיא, הציגה את תוצאותיו של מחקר ענקי (\$4.5 מיליון בהיקפו) שערכו בשיתוף חיל האוויר האמריקני. במסגרת המחקר בדקה הקבוצה עכברושים שנחשפו לקרינת מיקרוגל. הקבוצה יצרה סביבה סטרילית לעכברושים כדי למזער השפעות סביבתיות. אחת מהשקופיות שהקרנו הראתה שמונה-עשר מקרי סרטן בקרב מאה עכברושים שנחשפו לקרינה, בהשוואה לחמישה מקרים בלבד בקרב קבוצת הביקורת הזוהר בגודלה. חישוב מהיר הבהיר לי שבלתי אפשרי יהיה לפטור את הפרש הגדול במשיכת כתפיים. ובכל זאת הקבוצה הכריזה על המחקר כ"שלילי".

העברושים בניסוי נחשפו לרמות אל-תרמיות (לא חמות) של קרינת רדיו פועמת ומווסתת בתדרי מיקרו (2450 MHz). שאלתי שאלה בנושא במהלך הפגישה, ולאחריה פגשנו לו סלסין ואני את חברי קבוצת המחקר, שנקטו כל תכסיס לוגי אפשרי כדי להתחמק מן השאלה. בתחילה טענו שמספר מקרי הסרטן בקבוצת הביקורת היה נמוך מדי, ואחר כך אמרו שאינם יכולים לחשב את כל מקרי הסרטן יחד כיוון שהם היו מסוגים שונים. מאוחר יותר התברר שרוב מקרי הסרטן פגעו במערכת הפקת האנדוקרין.

זה היה המחקר ארוך הטווח הראשון (ונכון להיום גם האחרון) שבדק חשיפה ברמה נמוכה לקרינת מיקרוגל אל-תרמית בארה"ב. בפרסומיהם המחקריים (אז כמו היום) מסרבת הקבוצה להכיר בכך שמחקר מעמיק זה מעלה שחשיפה לגלי רדיו בתדרי מיקרו היא גורם מסרטן. נוסף על כך, כשהגיעו העכברושים מושאי המחקר לאמצע תוחלת החיים שלהם, נתגלתה אצלם פעילות מוגברת של

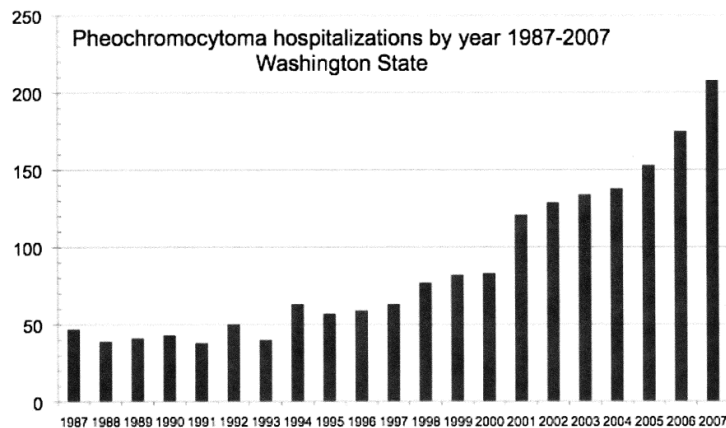
מערכת החיסון (רמות מוגברות של תאי T ו-B), בדומה לרמות שנמדדו בקרב העובדים במפעל קייזר בטקומה. כמו העובדים, גופם של העכברושים עמל ללא הרף על תגובת נגד חיסונית לגלי המיקרו. אני סבור שבהינתן גירוי חיסוני בלתי פוסק מעין זה, מערכת החיסון כושלת בשלב מסוים, ומאפשרת לגידולים הסרטניים להתפתח.

[איור 3: ספירות תאי T ו-B בקרב העכברושים שנחשפו לקרינת מיקרוגל אל מול קבוצת הביקורת]



נוסף על כך, נצפו שבעה מקרי פאוכרומוציטומה בכליות בקרב העכברושים שנחשפו, לעומת מקרה אחד בקבוצת הביקורת. אלו הם גידולים פעילים המופיעים בליבת יותרת הכליה, שמפיקה אדרגלין. אריק אוסיאנדר, ידידי הוותיק ממחלקת הבריאות, סיפק לי נתוני אשפוז שנתיים עקב פאוכרומוציטומה בושינגטון בשנים 1987-2007.

[איור 4: אשפוזים עקב פאוכרומוציטומה, וושינגטון]



כפי שברור מהאיור, קיימת עלייה משמעותית במספר המקרים, שהופכת תלולה במיוחד החל בשנת 2000, השנה שבה הפכו הטלפונים הסלולאריים לנפוצים במיוחד. כך למשל, נרשמו 83 אשפוזים בשנת 2000, ו-208 אשפוזים בשנת 2007. סקירה לאומית של בתי החולים מעלה תבנית דומה: 1927 אשפוזים עקב גידולים שפירים בבלוטת יותרת הכליה בשנת 1997, לעומת 3,764 אשפוזים בשנת 2007. ברור לכל מי שעניו בראשו שקורה כאן משהו חריג, שייתכן שנועץ ברמת החשיפה הגוברת והולכת לגלי רדיו בסביבה שלנו.

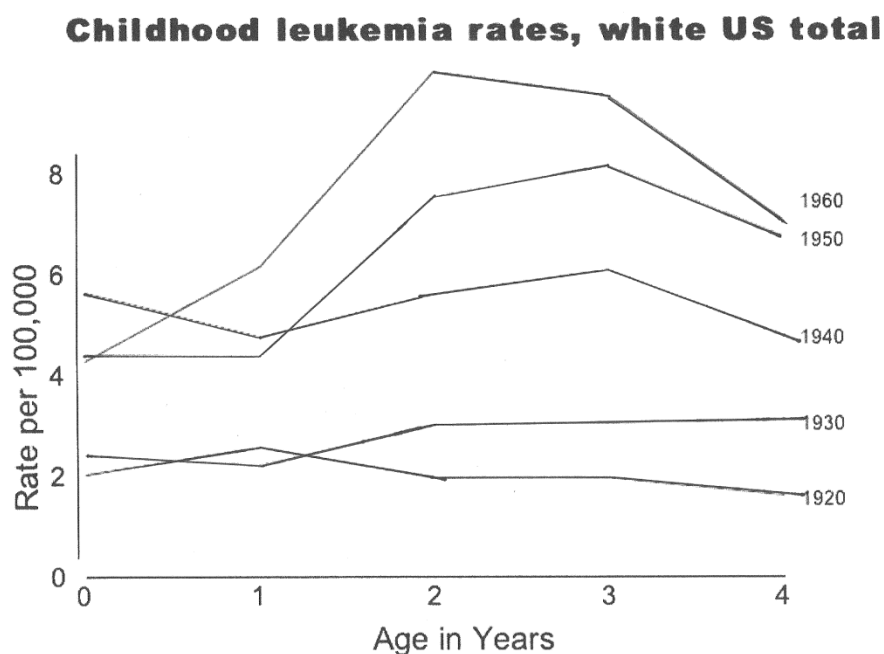
מחקר גילי שיא בהופעת סרטן הדם בקרב ילדים

לילה אחד בשנת 1999 גלשתי באינטרנט ונתקלתי בגרף (פרק 9, איור 8) המראה את אחוז בתי המגורים העירוניים והכפריים המחוברים לרשת החשמל בעשור הראשון של המאה העשרים (Marchetti 1996 Ausubel and). יצרתי קשר עם המחבר, ג'סי אוסובל מאוניברסיטת רוקפלר, והוא הפנה אותי למסמכים מסוימים במרשם האוכלוסין של ארה"ב. עלה בזיכרוני מחקרו של מייקל קורט-בראון וריצ'ארד דול על גיל השיא בהופעת סרטן הדם בקרב ילדים בשנות השלושים (Court-) (Brown and Doll 1961), וחשבתי פתאום שייתכן שחיבור האוכלוסייה לחשמל היה הגורם לשיעור המוגבר של המקרים.

השיא בהופעת סרטן הדם בקרב ילדים פשוט לא נצפה באזורים ללא חשמל, והרי החשמל הוא תופעה כלל-עולמית. הטכנולוגיה האחרת היחידה שכבשה את העולם באופן כה מוחלט במאה האחרונה היא מנוע הבעירה הפנימית, והיא הייתה קיימת באזורים הכפריים של ארה"ב זמן רב לפני שהופיע החשמל. אין ספק שזה היה גורם סביבתי כלשהו שהביא לעלייה העקבית בהיארעות מקרי סרטן הדם בקרב ילדים.

אריק אוסיאנדר ואני נברנו בנתוני תמותת ילדים מסרטן הדם שמתו לפני גיל חמש. הרשומות סווגו לפי מדינה, וסקרו את השנים 1930-1965. זיקקנו מתוך נתוני מרשם האוכלוסין נתונים לפי מדינה, ואת אחוז בתי המגורים עם חיבור לחשמל לפי סיווג עירוני, כפרי שאינו חווה, וחווה. בשנות השיא, בגילי שנתיים עד ארבע, הופיעה עלייה של 24% בתמותה מסרטן הדם לכל עלייה של 10% באחוז הבתים עם חיבור לחשמל. לא נתגלה קשר לתפוצת החשמל עבור לתינוקות עד גיל שנה.

[איור 5: שיעורי תמותה מסרטן הדם בילדים לפי גילים בשנים 1920-1960]



השיא הופיע לתת-סוג מסוים של סרטן הדם, לוקמיה לימפוציטית חריפה, ושיעורי הופעתו ברחבי העולם נעים בין 0.4 לכל 100,000 בני אדם באזורים ללא חשמל, ל-4 לכל 100,000 בני אדם באזורים מתועשים.

הניסיון לפרסם את המחקר נתקל בלא מעט משוכות. פנינו לכתבי-העת *American Journal of Epidemiology* (AJE), *Journal of the American Medical Association* (JAMA), *Lancet* ואחרים. שלחתי אותו לידידה שעבדה כעורכת בעבור AJE. היא העירה שאין כל פסול בעבודת המחקר, אך ייתכן שהוא "מאתגר מדי פוליטית". היא הציעה לשלוח אותו ל-*Medical Hypotheses*, והוא שאכן פורסם שם בסופו של דבר (Milham & Osslander 2001).

סטטוס החשמל של חוות אינדיבידואליות נאסף מטבלאות המרשם של שנת 1930. חשבנו שחישוב שיעורי סרטן הדם בילדים מחוות עם חשמל לעומת ילדים מחוות ללא חשמל ידגים את הקשר לכל עוררין. עם זאת, מרשם האוכלוסין עיכב את פרסומם של נתונים מסוימים למשך שבעים שנים (!), ורק בשנת 2000 יכולתי לבקש מהם את הנתונים לשנת 1930. נעניתי שהנתונים אבדו או הושמדו.

אז התחלתי לסרוק את הרשת בחיפוש בסיס נתונים אחר של היסטוריית תפוצת החשמל, ומצאתי חברת חשמל קטנה בפרובינציית מניטובה בקנדה ששמרה נתונים שנתיים של התקופה שבה חוברו 523 עיירות קטנות לרשת החשמל, בשנים 1920-1961. לאחר שעשיתי "שמיניות באוויר" כדי לעקוף את כל מגבלות המחקר והפרטיות, נמנעה ממני הגישה אל הנתונים ברגע האחרון. אסתכן ואומר שאם מישהו יסקור אי-פעם את הנתונים, הוא ימצא מתאם בין נתוני התמותה מסרטן הדם ובין התפשטותו צפונה של החשמל, מוויניפג אל צ'רצ'יל, מניטובה.

בעודי עובד על מחקר סרטן הדם בילדים, שמתי לב כבדרך אגב למתאם חיובי בין תפוצת החשמל באזורי מגורים ובין עלייה בשיעורי תמותה מכמה סוגי סרטן בקרב מבוגרים, בהם סרטן השד אצל נשים. כל אלו בנתוני האוכלוסין של שנת 1940. באותה התקופה אי אפשר היה לאתר את הגורם המסרטן הרלוונטי או את אופן החשיפה אליו. פשוט לא היה סביר אז לטעון ששדות מגנטיים מסוגלים לבדם לגרום לעלייה בשיעור התמותה, וזאת למרות שהקשר בין תפוצת החשמל ובין תמותה היה ברור וידוע.

רק בשנת 2008 התגלתה התשובה. מדובר היה במחקר שערכתי בצבר הסרטן בקרב מורים בחטיבת הביניים לה קווינטה, בלה קווינטה, קליפורניה. המחקר המתואר בפרק הבא. המחקר יגלה שזרמים ארעיים בתדר גבוה, הקרויים גם "חשמל מזוהם" הם למעשה גורם מסרטן אוניברסלי ורב־עוצמה.

פרק שמיני: סרטן בחטיבת הביניים לה קווינטה

קליפורניה

בפברואר 2004 נתקלתי במאמר מעניין בעיתון *The Desert Sun* שמתפרסם בפאלם ספרינגס, קליפורניה. כותרת המאמר הייתה "מומחה פוסל את אפשרות לצבר סרטן בבית הספר". שמו של אותו מומחה היה ג'ון מורגן, ד"ר באפידמיולוגיה, שניהל את מרשם הגידולים במרכז למחקר הסרטן של אוניברסיטת לומה לינדה, ובת הספר הנדון היה חטיבת הביניים לה קווינטה בעיירה לה קווינטה, קליפורניה, כמרחק עשרה ק"מ מבית החורף שלנו.

המאמר שכתב מייקל פרו מנה אחד-עשר מקרי סרטן בקרב מורי חטיבת הביניים לה קווינטה ואף מיין אותם לפי סוג, וציין את שמות שלושת המורים שמתו מהמחלה. לבקשת המחוז, הגיע הד"ר מורגן לבית הספר ודיבר עם המורים במטרה להפיג את חששותיהם. זמן-מה מאוחר יותר צפיתי בתיעוד וידאו של הפגישה שלהם, וספרתי לפחות עשרים פעמים שבהן אמר הד"ר מורגן למורים שאין מדובר בצבר מקרים ושהיארעות הסרטן בבית הספר הייתה "נורמאלית".

גייל כהן, אז מורה בבית הספר בעיצומם של טיפולים נגד סרטן השד, הייתה נציגתם העיקרית של המורים. מאמרו של פרו הגדיר מהו צבר מקרי סרטן, ושני דברים עוררו את חשדותי: לא הוזכרו שם גודלו של בית הספר ולא מספר המורים שלימדו בו. נתונים אלו חיוניים בניתוח צברי מקרים. נוסף על כך, לא היה שום אזכור לסוגיה אם מורגן עצמו ערך מחקר כלשהו.

חמש דקות של חיפוש באינטרנט עוררו את סקרנותי עוד יותר. התברר לי שבית הספר פתח את שעריו ב-1988, עבר למבנה חדש ב-1990, וב-2004 לימדו בו 37 מורים. חישוב גס הוכיח לי שהמורים צודקים בטענתם. בהתבסס על גודלו של הצוות, הגיל הממוצע ונתונים על שיעורי היארעות הסרטן, היו בקרבם הרבה יותר מקרי סרטן ממה שאפשר היה לצפות.

טלפנתי למר פרו במערכת העיתון, אמרתי לו שאני סבור שהמורים אכן סובלים משיעור מוגבר של סרטן, והשארתי לו את מספר הטלפון שלי, למקרה שהמורים ירצו ליצור עמי קשר. המורה גייל כהן אכן טלפנה וציינה שצוות המורים ישמח להיעזר בי. צרם לי לשמוע ממנה שהד"ר מורגן לא יצר קשר עם אף אחד מן המורים באופן אישי, ואף לא הציג ראיות שעשויות היו לתמוך בטענתו שאי לכאורהן צבר ואין שיעור מוגבר של סרטן. כמה מהמורים לימדו בבתי ספר אחרים והכירו מורים אחרים. בשום בית ספר אחר לא נצפו יותר ממקרה סרטן אחד או שניים. בלה קווינטה נצפו לא פחות מאחד-עשר מקרים!

ביצתי מחקר קצר שבדק אם אכן יש צבר מקרי סרטן בבית הספר. זו הייתה משימה פשוטה למדי. נזקקנו לרשימה של כל המורים שאי-פעם לימדו בבית הספר, את תאריכי הלידה שלהם (או לכל הפחות, את גילם), את שנות תחילת עבודתם וסיום עבודתם, מצב משפחתי ומצב מחלה. היה עלינו לאמת את האבחונים כנגד דוחות פתולוגיים וכנגד מרשם הגידולים המחוזי. נתונים אחרים כגון שיעורי סרטן באוכלוסייה (מסווגים לנוחיותינו לפי גיל, גזע ומין) היו זמינים ברשת לכל דורש, והשתמשנו בהם לחשב בעבור אוכלוסיית המורים את הצפי המדויק של מקרי הסרטן לפי גיל, מין ותקופת העבודה בבית הספר.

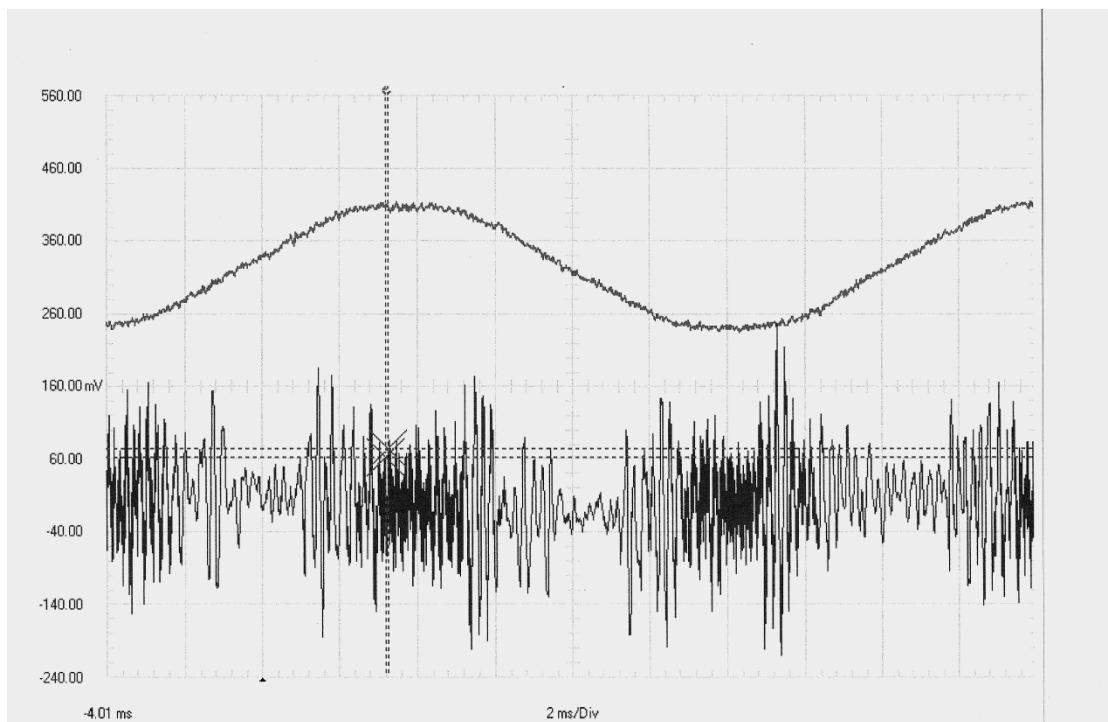
טלפנתי לבית הספר והופנית לשרלין וויטלינגר, סגנית מפקחת על בית הספר במחוז המאוחד של דזרט סאנדס. כשיצרתי עמה קשר בטלפון, נאמר לי בנימוס להפנות את בקשתי אליה בכתב. ב-11 במרץ 2004 שלחתי אליה עותק של קורות החיים שלי והצעת מחקר בת עמוד אחד, המתארת את חששותי מצבר מקרי סרטן – חששות שבבירור חלקו על מסקנותיו של הד"ר מורגן – וביקשתי לערוך בבית הספר מדידות של שדות מגנטיים. לאחר כמה ניסיונות כושלים להשיגה בטלפון, הודיע לי אדם אדיב בבית הספר שבקשתי לעולם לא תיענה. או-אז שלחתי דואר אלקטרוני ישירות למפקחת על

בתי הספר, הד"ר דוריס וילסון. ב-22 באפריל 2004 קיבלתי תשובה שציינה בנימוס, "אנו מאמינים שנתוני הבדיקה הנוכחיים מספקים אותנו כעת."

במהלך חודשי הקיץ עמלו המורים – ובראשם גייל כהן ולינדה לאבלס, אלמנתו של אחד המורים שלימדו בעבר בלה קווינטה ובעצמה מורה בבית ספר אחר – על הרכבת הרשימה של המורים בהווה ובעבר. באותה התקופה נפגשתי עם לוי מורגן, מהנדס אלקטרוניקה בגמלאות שהכרתי באחת מפגישות ה-BEMS. לוי החלים ממנינגיומה (גידול מוח שפיר), והוא האמין שנגרם משעון מעורר חשמלי שעמד במשך שנים לצד מיטתו ונמצא במרחק סנטימטרים אחדים מראשו בעת שישן. לוי עבד עם הפרופ' מרטין גראהם ודייב סטטצר, ממציאי מד מיוחד שמטרתו למדוד זרמים ארעיים בתדרים גבוהים ("חשמל מזוהם"). השניים מייצרים גם מסנן שתפקידו להפחית בהתאם את רמות החשמל המזוהם.

המד שהמציאו גראהם וסטטצר מציג את קצב השינוי הממוצע (dv/dt) של הזרמים הארעיים הללו, שקיימים בכל קווי המתח כיום, מחוץ לבניינים ובתוכם. הם נגרמים בגלל הפרעות בזרם החשמל, הגורמות להופעת זרמים ארעיים בתדר גבוה על גלי סינוס רגילים בתדר 60 Hz, שעליהם מבוססת כל מערכת הפצת החשמל שלנו.

[איור 6: סרטוט משקף תנודות (אוסילוסקופ): ערוץ 1 הוא קו מתח חילופין בתדר 60 Hz; ערוץ 2 הוא למעשה ערוץ 1 במכפלת 10, כשתדר ה-60 Hz הוסר באמצעות מסנן מעביר גבוהים]



הקו העליון באיור 6 לעיל הוא קו הסינוס בן שישים המחזורים של זרם החילופין שבו כולנו משתמשים. הקו התחתון מייצג את הזרמים הארעיים בתדרים גבוהים, מוגדלים פי עשרה מגודלם המקורי, אשר "רוכבים" על קו הסינוס המקורי.

מכשירי החשמל המודרניים הם מקור בלתי נדלה של חשמל מזוהם. למעשה, מקצתם אף תוכננו כך שיפריעו לפעולתו הסדירה של הזרם: עמעמים שמפסיקים את הזרם פעמיים בכל מחזור של 60 Hz (דהיינו 120 פעמים בשנייה); נורות פלורסנט חסכוניות שמפסיקות את הזרם לפחות 20,000 פעמים בשנייה; נורות הלוגן; שנאים; ורוב מכשירי החשמל שמיוצרים מאז אמצע שנות השמונים, המבוססים על שנאים ממותגים. יש לציין שגם מערכות פלורוצנט ישנות פולטות חשמל מזוהם.

מלבד העמעמים, רוב מכשירים אלו לא היו קיימים כלל במחצית הראשונה של המאה העשרים. עם זאת, רוב מנועי החשמל והציוד הנדרש לייצור חשמל השתמשו במחלפים, במברשות מתכת ופחם ובטבעות פיצול, ואלה הוסיפו זרמים ארעיים בתדר גבוה אל הזרם הישיר המקורי, ואז לזרם החילופין של 60 Hz שנוצר ממנו. מכשירים מודרניים מייצרים כמעט תמיד רמות גבוהות של חשמל מזוהם, מכיוון שרובם מבוססים על שנאים ממותגים. הנוהג הנוכחי לחבר את הקו החוזר הניטרלי אל הקרקע רק מגביר את כמות החשמל המזוהם בזרמי הארקה.

מחקר משנת 1994 בדק פועלי חשמל קנדים וצרפתים. המחקר העלה את האפשרות שזרמים ארעיים הם גורמים מסרטנים. מחקר שמומן על ידי חברת היידרו קוויבק, חברת חשמל קנדית, העלה שעובדים שנחשפו לשדות מגנטיים פועמים בתדרים גבוהים סבלו מסיכון מוגבר פי חמישה-עשר לחלות בסרטן הריאות, ושיעור ההיארעות עלה בהתאם לרמת החשיפה. יחסי סיכון כה גבוהים כמעט שאינם נצפים במחקרים שבהם שדות מגנטיים בתדרי חשמל משמשים אמת מידה. ממצאים אלו נותרו תקפים ללא קשר לסוגיית העישון בקרב אותם עובדים. למרבה הצער, חברת היידרו קוויבק העלימה את הממצאים ואת מד הפוזיטרונים שבאמצעותו נמדדה רמת החשיפה (Armstrong, et al. 1994), כך שלא הייתה אפשרות לשחזר את המחקר המקורי או לערוך מחקר המשך.

זיהום חשמלי הנוצר בתוך בניין מופץ לכל חלקיו באמצעות החיווט שבקירות. זיהום חשמלי הנוצר מחוץ לבניין עלול לחדור אליו באמצעות רשת החשמל, באמצעות מוטות הארקה או באמצעות צנרת מוליכה. בעשרים השנים האחרונות חוזר כ-70% מזרם החשמל אל תחנת המשנה באמצעות הקרקע במקום באמצעות הקווים הניטרליים. באזורים מרוחקים בעלי צפיפות אוכלוסין נמוכה מערכות הארקה חד-קוויות מחזירות את כל הזרם באמצעות הקרקע. כשרשת החשמל נבנתה לראשונה, היא תוכננה כך שהזרם כולו יחזור דרך הקווים הניטרליים. עם הזמן והביקוש הגובר, הרשת המקורית פשוט לא יכלה לעמוד בעומס הגובר והולך של זרם החוזר, ולכן החלו חברות החשמל להשתמש בהארקה. כיום, ברוב המקומות אפשר לראות שלצד כל עמוד חשמל משתלשל חוט הארקה המחבר את הקו הניטרלי אל הקרקע.

בתוך מבנים מופיע לרוב החשמל המזוהם בעקבות הפרעות במתח הנגרמות מהציוד שלנו-עצמנו. רשתות חשמל, הופעת ניצוצות וחיבורים באיכות נמוכה עלולים גם הם לייצר חשמל מזוהם.

החשיפה אל הזרם מתרחשת באמצעות תהליך פיזיקלי הנקרא צימוד קיבולי, ובמסגרתו עוברים השדות בתדרים הגבוהים אל הגוף האנושי. שדות אלו מחוללים בגוף שלנו זרמים ממקור חיצוני.

המחקר בחטיבת הביניים לה קווינטה

באותה תקופה כבר התפרסם המאמר שלי על אודות צבר הסרטן בקרב עובדי משרד התיווך גראב את אליס, שנחשפו כזכור לשדות מגנטיים שחוללו שלושת השנאים בקומה שמתחתיהם. לאחר אותו מקרה הייתי להוט למדוד את השדות המגנטיים בחטיבת הביניים לה קווינטה. לבקשתה של גייל כהן, הסכים ליד מורגן ללוות אותי אל בית הספר כדי למדוד את רמות השדות המגנטיים והחשמל המזוהם.

ליד מורגן רכש מד גראהם/סטטצור ומשקף תנודות שבאמצעותם התאפשר לנו להציג באופן ויזואלי את החשמל הזורם ברשת הבית-ספרית. שינו באנו עםמדי גאוס למדידת השדות המגנטיים. במשך יומיים רצופים בפברואר 2005 התייצבנו ליד ואני בשערי החטיבה לאחר שעות הלימודים, חתמנו את שמותינו, וטלפנו לגייל כהן. היא הובילה אותנו לכיתה שלה וביקשה מאחד השרתים לפתוח בעברנו את הדלתות.

איתרנו שדות מגנטיים עוצמתיים במיוחד בתדרים גבוהים בחדר 304, שנמצא בסמוך לחדר החשמל המרכזי של בית הספר. בניגוד למצופה, מדדנו רמות נורמאליות לחלוטין של שדות מגנטיים בכמעט כל החדרים שבדקנו (שבעה במספר). עם זאת, מצאנו מה שחשבנו שהוא בעיה בזרם הנטו הנגרמת מזרמים בלתי מיוצבים בכמה חדרים אחרים. הממצא המרכזי התגלה באמצעות מד הגראהם-סטטצור ומשקף התנודות. כלים אלו חשפו רמות גבוהות מאוד של זיהום חשמלי בכל השקעים של כל החדרים שביקרנו בהם. כל החדרים היו רוויים ברמות גבוהות מאוד של חשמל מזוהם.

הקריאות ברוב בתי העסק או המגורים אינן גבוהות מ-100 G/S (יחידות גראהם-סטטצור), ואילו הממוצע בבית הספר היה 700 G/S, זאת בעוד יש לשאוף למצב של 50 G/S או פחות. המד שבו השתמשנו הציג קריאת עומס יתר ב-2000 G/S, ורבים מהשקעים אכן הראו עומס יתר. מכיוון שהבעיה בזרם הנטו הייתה סיכון בטיחותי (עקב הסיכוי המוגבר שתפרוץ שרפה), חשבתי שמן הראוי יהיה לדווח על כך לדוריס וילסון, המפקחת מטעם המחוז; ב-27 בפברואר, 2005 שלחנו אליה את הממצאים.

שבועיים מאוחר יותר, ב-10 במרץ, 2005, קיבלתי ממנה מכתב רשמי שבבירור נכתב על-ידי עורך דין. שם נטען שהביקור שלי בבית הספר היה "הפרה ברורה של חוק המדינה..." ו"השגת גבול בלתי חוקית...". המכתב כלל טענות דוגמת "בדיקות מסוכנות ומזיקות" ו"בטיחות התלמידים". הופיעו שם אפילו טענות ברוח המשרד לביטחון פנים האמריקני. גייל כהן קיבלה מכתב נזיפה. המחוז שכר חברת הנדסת חשמל חיצונית ובדיקותיה העלו בדיוק את אותן רמות של שדות מגנטיים שמדדנו אנחנו, אך לא מדדו את רמות החשמל המזוהם.

בעקבות כך יצרתי קשר עם הד"ר ריימונד ניוטרה ממחלקת הבריאות של קליפורניה (DHS). הכרתי אותו כ-25 שנים לפחות באותה העת, וידעתי שהוא מעודכן בספרות המחקרית על אודות שדות אלקטרומגנטיים מכיוון שהשתתף בפרויקט ממשלתי כלשהו בנושא. הוא הסכים שחישובי האגב שלי על צבר מקרי הסרטן בבית הספר היו נכונים, אך ציין שכדי שיוכל להתערב במקרה בלה קווינטה, יהיה על רשם הגידולים האזורי לאשר שאכן מדובר בצבר מקרים.

באותו אביב נפגשתי עם נשיא איגוד המורים המקומי ועם נציג של הסתדרות המורים של קליפורניה. במרץ 2005 ארגנתי את המורים להגיש תלונה פדרלית למוסד הלאומי לבטיחות וגהות (NIOSH), תלונה שלא זכתה לכל התייחסות. במאי 2005 הגישו המורים בהנחייתי תלונה מדינית למוסד לבטיחות וגהות של קליפורניה (CAL OSHA). התלונה עירבה את הד"ר ניוטרה ואת מחלקת הבריאות של קליפורניה. כל מורה בבית הספר חתם על התלונה.

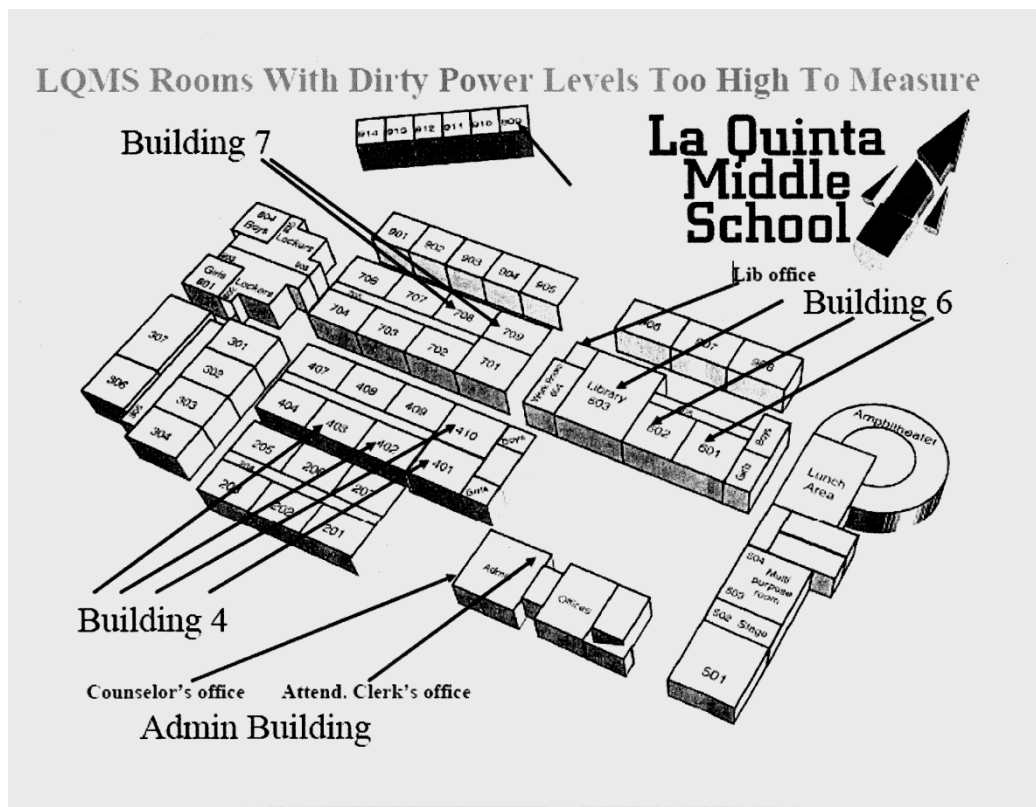
ב-16 במאי 2006 הצגנו, הד"ר ג'ון מורגן, אני והאפידימולוג מטעם רשם הגידולים, נתונים על אודות מקרי הסרטן בחטיבת הביניים לה קווינטה בהתכנסות של ועדת החינוך המאוחדת של מחוז דזרט סאנדס. הד"ר מורגן (ללא קשר לליד מורגן) הודה שיש שיעור מוגבר של מלנומה ממאירה בקרב מורי לה קווינטה, אך טען שאין שיעור מוגבר של כל סוגי הסרטן. רק לאחר הפגישה גיליתי שהוא נקב בשיעורי סרטן שלא פורסמו כדי לחשב את שיעורי הסרטן הצפויים. כמעט כל אחד מנתונים אלו היה באופן שיטתי גבוה יותר מהשיעורים הרשמיים שבהם השתמשנו אנחנו. הצפי שלו לשיעורי סרטן עתידיים היה אפוא מוגזם. כמו כן הוא טען שהשיעור המוגבר של מקרי המלנומה אינו נובע אלא מן העובדה שהמדבר הוא "מקום שטוף שמש".

ב-8 ביוני 2006 נכנסו לבית הספר הד"ר ריימונד ניוטרה וקבלני חוץ נוספים, ומדדו את עוצמת השדות המגנטיים ברבים מן השקעים ברוב הכיתות בבית הספר. הד"ר ניוטרה הכיר את הד"ר מרטין גרהאם ואף עודד את השימוש במד ה-G/S במחקר רחב היקף שקיים אז קואופרטיב הבריאות הגדול קייזר פרמנטה על הפלות טבעיות.

בכך השגנו מקצת מנתוני החשיפה שנדרשו לנו לעריכת מחקר חשיפה ראוי לשמו. הנתונים החשובים הנוספים ניתנו לנו על ידי מורה ששמרה רשימה של השיבוצים לכיתות של כל המורים מאז 1990. כך יכולנו למקם כל מורה בכיתה מסוימת בכל שנה נתונה. נתונים אלו, בשילוב נתוני החשיפה, היוו הבסיס שנזקקנו לו.

בשלוש-עשרה מתוך 51 הכיתות בלה קווינטה נמדדו רמות זיהום חשמלי חריגות של G/S 2000, בעוד הממוצע היה כ-700 יחידות. על דרך הניגוד אציין שבאף לא אחת מהכיתות שבדקנו בבית ספר בווינגטון לא נמדדה רמה הגבוהה מ-G/S 100.

[איור 7: תרשים של חטיבת הביניים לה קווינטה המציין את הכיתות שבהן נמדדו רמות זיהום חשמלי הגבוהות מ-G/S 2000]



אני סבור שרמות גבוהות אלו של זיהום חשמלי הן תוצאתה של תחנת משנה פגומה הנמצאת במרחק של פחות משני קילומטרים מבית הספר, והיא מעבירה אליו זרמים ארעיים. רמות אלו אף נמדדו במבנים סמוכים אחרים, והן גבוהות הרבה יותר מכל מה שיכול לחולל ציוד בית-ספרי כלשהו. לאורך כל הדרך מתחנת המשנה לבית הספר הפגיעה הפרעת גלי AM חריפה על קווי ההולכה.

לאורך ששת החודשים שלאחר מכן עבדו הד"ר ניוטרה וסטטיסטיקאי מטעם מחלקת הבריאות על ניתוח נתוני המורים והסרטן שהעברנו אליהם. הם השוו את המורים שספגו את הכמות הרבה ביותר של הקרינה אל מול אלו שספגו את הרמה הנמוכה ביותר. מכיוון שאפילו אלו האחרונים סבלו משיעור סרטן מוגבר, הרי ששיטת עיבוד זו הפיקה שיעורי סיכון שמרניים ביותר. לעומת זאת, שיטת העיבוד שבה השתמשנו אנחנו הפיקה שיעורי סרטן צפויים ממוינים לפי גיל ומין, המבוססים על שיעור ההיארעות בקליפורניה. שלחתי את המידע גם לד"ר גארי מארש מאוניברסיטת פיטסבורג, שהזין אותו לתכנת עיבוד מיוחדת הנקראת OCMAP. התכנה אישרה את כל ממצאינו.

הממצאים

חט"בת הביניים לה קווינטה פתחה את שעריה בשנת 1988, ועד דצמבר 2005 לימדו שם 137 מורים. מתוכם אובחנו שישה-עשר מורים בשמונה-עשר (!) סוגי סרטן (דהיינו, שני מורים סבלו משני סוגי סרטן שונים). יחס הסיכון הצפוי-נצפה (O/E) לכל סוגי הסרטן היה 2.78, בעוד יחס הצפוי-נצפה למלנומה ממאירה היה 9.8. סרטן בלוטת התריס חושב ביחס סיכון של 13.3, וסרטן הרחם ביחס של 9.2. מספרים אלו מייצגים סיכונים מוגברים ביותר. מחקרי סרטן מבוססי-קרינה אלקטרומגנטית המודדים שדות בתדרי חשמל כמעט לעולם לא מחשבים סיכונים ביחס הגבוה מ-4.

ממצאים אלו הפתיעו אותנו מאוד. בניגוד לכל המחקר העדכני על שדות אלקטרומגנטים, לא נמצא מתאם בין שדות מגנטיים בתדר 60 Hz ובין היארעות סרטן. אך אמת המדידה החדשה לחשיפה, זרמים ארעיים בתדרים גבוהים המכונים גם "חשמל מזהם", אכן העלתה מתאם חיובי להיארעות סרטן. נוסף על כך, ניתוח היארעות של אוכלוסיית המורים חשף מגמה חיובית של סיכון לחלות הגובר בד-בבד לחשיפה מצטברת לזיהום חשמלי בכיתות הלימוד. כמו כן, הסיכון לסרטן גבר בהתאם למשך התעסוקה בבית הספר (ותק).

הסיכון המיוחס של סרטן המזוהה עם חשיפה מעין זו היה 64%. סיכון מיוחס הוא נתון העונה על השאלה, "עד כמה מחלה מסוימת נגרמת מחשיפה?" החישוב מפחית את המקרים הצפויים מהמקרים הנצפים, ומחלק את ההפרש במספר המקרים הנצפים. חישוב זה מעלה ששנת עבודה יחידה בבית הספר הגבירה ב-21% את סיכוייו של מורה לחלות בסרטן. שנת עבודה יחידה בחדר שבו נרשמה קריאת עומס יתר הגבירה ב-26% את סיכוייו של מורה לחלות בסרטן. יש לציין ששיעורים אלו כנראה נמוכים מדי, שכן 23 מתוך 137 חברי הקבוצה לא היו זמינים לנו למחקר ההמשך. הם הובאו בחשבון בעת חישוב סיכון הסרטן הצפויים, אבל לא בעת חישוב מקרי הסרטן.

זאת ועוד, חישוב החשיפה התבסס על שבעה ימים בשבוע ושנה בת שנים-עשר חודשים, ויש בכך כדי להדגיש יתר על המידה את רמת החשיפה האמתית של המורים, דהיינו חמישה ימים בשבוע, תשעה חודשים בשנה. בכך שוב מדובר בהערכה נמוכה מדי של הסיכון לסרטן. מחקר בקרת עמיתים הדן בממצאים שלנו פורסם ב-2008 בכתב-העת *American Journal of Industrial Medicine* (Milham & Morgan 2008).

ההשלכות

באביב 2007 נסעו לסקרמנטו נציגי מחוז בית הספר, עורכי הדין שלהם וסנטר ג'יימס באטין כדי להיפגש עם סנדרה שיורי, הממונה בזמנה על הד"ר ניוטרה במחלקת הבריאות של קליפורניה. אני מניח שמטרת הפגישה הייתה לדון בדוח ה-OSHA הסופי שלנו על סרטן בקרב מורי בית הספר, שאז כבר פורסם לכל המעוניין.

בדוח שלו הסכים הד"ר ניוטרה שהיא רעות הסרטן בקרב המורים הייתה גבוהה ושרמות החשמל המזוהם בבית הספר היו גבוהות במיוחד, אך נמנע מלקשר בפועל את מקרי הסרטן לחשיפה לחשמל המזוהם. מילותיו המדויקות היו "הייתי רוצה לומר שנטייתי היא לפקפק בהיפותזה זו, אך אני לא לגמרי בטוח שאין היא נכונה. נתוני המים והאוויר שהעברתם לנו לא חשפו כל מידע שיוכל להסביר את מקרי הסרטן בבית הספר. עם זאת, אכן קיים צבר מקרים בחט"יבת הביניים לה קווינטה שאין זה סביר שנגרם כדרך המקרה, וכנראה קיים קשר בינו ובין מעגלים רוטטים..." – "מעגלים רוטטים" הוא המונח הרשמי שלו לחשמל מזוהם.

מכיוון שהמחוז ביקש לסיים את הפרשה, שמחו נציגיו לפרש מילים אלו ככתב זיכוי כולל לבית הספר. לבקשתם של המורים כינסו, ליד מורגן ואני, פגישה פומבית בסוף אפריל 2007, במטרה למסור למורים, להורים ולקהילה כולה דוח מסכם של המחקר שלנו. שרלין ויטלינגר, סגנית מפקחת על בתי הספר, הגיעה לביקור חטוף, וגורשה בצעקות על ידי ההורים והמורים.

בינואר 2008 נכנסה לתפקידה מפקחת חדשה בשם שרון מק'גהי, לאחר שדוריס וילסון, המפקחת הקודמת, פרשה לגמלאות. כתבתי לה מכתב ידידותי בתקווה שתחליט סוף-סוף להעניק למורי לה קווינטה את העזרה שהם ראוים לה. מעולם לא קיבלתי תשובה. במקום זאת קיבלתי מכתב ממר דיוויד ג' מילר ממשרד עורכי הדין מילר, בראון ודניס, הדורש ממני "להפסיק ולחדול". הוא הזהיר אותי לא ליצור עוד קשר ישירות עם בית הספר, אלא בעקיפין, דרכו. לאחר שהאשים אותי בהפיכת בית הספר ל"עכבר מעבדה" לצרכי האישיים, הוא סיים את מכתבו בנימה דרמטית-משהו: "אנו זועקים חמוס. די, הד"ר מילאהם, מספיק!"

בסופו של דבר, בית הספר הוציא הון קטן שאפשר לו לבודד את חדר 304 משדות מגנטיים חזקים. מצחיק שבכ-\$5,000 יכלו לנקות את כל בית הספר מהחשמל המזוהם.

עניינים אחרונים

כשהופיעו מקרי הסרטן והמלנומה בלה קווינטה הבנתי שמדובר בתבנית הזוהר לצבר מקרי הסרטן שנתקלתי בו בקרב אותם עובדי משרד התיווך (Milham 2008). חיפשתי מידע על אודות חברת גראב ואליס, ששכרה את המבנה בתקופת המחקר, וגיליתי שהחברה עברה מאז למשרדים חדשים. לאחר שיחת טלפון עם אחד מעובדי החברה, קיבלתי מכתב מעורכת דין שדרשה ממני גם היא להפסיק ליצור איתם מגע ישיר. נשיא החברה שהחליפה את גראב ואליס באותו בניין משרדים, תאגיד קונאקסנט, מעולם לא ענה למכתב שלי. היה ברור שממצאים כמו שלי מעוררים פחד רב בכל המעורבים, כנראה מסיבות משפטיות.

תבנית העלייה בשיעורי הסרטן בלה קווינטה הייתה זהה נוסף על זאת שאותרה במחקר רחב היקף של היארעות סרטן בקרב חברי הסתדרות המורים של קליפורניה (CTA) בשנות התשעים המאוחרות (Reynolds, et al. 1999). יצרתי קשר עם הארגון ואחד מעורכי הדין שלהם נפגש עמי ועם נציגים של מורי לה קווינטה באביב 2008. לאחר שלא שמעתי ממנו שוב, טלפנתי כדי לברר מה הייתה הבעיה, והבנתי שהוא סבור שלמורים אין טענה משפטית ממשית. מכתביי לנשיא ההסתדרות לא זכו לתשובה.

החלק העצוב בסיפור של לה קווינטה הוא שמקרים דומים מתרחשים כנראה בבתי ספר אחרים בקליפורניה וברחבי העולם. ולא רק המורים נמצאים בסיכון מוגבר; כל מי שנמצא בקרבת קווים הנושאים זיהום חשמלי נמצא בסיכון.

שאלה שנותרה ללא מענה מתחילת הפרשה הייתה אם התלמידים שמבלים שלוש שנים מחייהם בלה קווינטה נמצאים גם הם בסיכון מוגבר כלשהו לחלות. באפריל 2008 גיליתי ששלושה תלמידי עבר, אז באמצע שנות העשרים לחייהם, מתו מסרטן השד. נוסף עליהם הייתה אשה כבת שלושים וסבילה משני סבבים של מלנומה ממאירה פולשנית, וב-2009 עברה ניתוח לכריתת שני שדיה (אחד

מהם בכריתה מונעת) בניסיון להתמודד עם סרטן השד. היה ברור מכך ששלוש שנים בלה קווינטה הם זמן חשיפה מספיק דיו כדי לגרום לסרטן הן בקרב המורים הן בקרב התלמידים.

מחקר לה קווינטה לא היה מתאפשר מלכתחילה אלמלא העבודה החלוצית של הד"ר מרטין גראהם ודייב סטטצר. הפרופסור גראהם הוא פרופסור אמריטוס להנדסת חשמל באוניברסיטת ברקלי, קליפורניה. בשנות התשעים הוא שימש עד מומחה לחוואים בקליפורניה שתבעו יצרני מכונות חליבה בגין נזק ליבול החלב ובעיות בריאות שנגרמו לפרות חולבות. בשנת 1995 רשם פטנט על מכשיר למדידה ובקרה של זרם חשמלי בפרות. הוא פגש את דייב סטטצר, בקר איכות חשמל מבלייר, ויסקונסין, שהיה לו ניסיון בהתמודדות עם בעיות דומות בקרב חיות משק, חוואים ומשפחותיהם, ויחד המשיכו את עבודת המחקר. הגאונות שלהם נעוצה בכך שהבינו שהיו אלו זרמים ארעיים על זרמי הארקה שגרמו לבעיות.

הפרופסור גראהם ודייב סטטצר כתבו עבודת מחקר בשיתוף דונלד הילמן, פרופסור אמריטוס במחלקה למדעי בעלי חיים באוניברסיטת מישיגן. הם העניקו למחקר שלהם כותרת מסוימת מאוד: "זרמים ארעיים פוגעים בתנובת החלב". הד"ר גראהם רשם פטנט על מד גראהם-סטטצר, שמודד זרמים ארעיים על רשתות חשמל באמצעות חיבור פשוט לשקע חשמל ביתי. הם גם פיתחו מוצר משלים – מסנן מעבה המסוגל לסלק את הזרמים הארעיים מהשקעים.

הפרופסור מגדה חוואס, פרופסור באוניברסיטת טרנט בפיטרבורו, אונטריו שבקליפורניה, הצטרפה לעבודתם של הד"ר גראהם ודייב סטטצר לאחר שראתה במו עיניה כיצד התקנת המסננים שלהם באחד מבתי הספר בטורונטו שינתה באופן דרמטי את התנהגותם של התלמידים. הד"ר חוואס ביצעה כמה מחקרים חשובים על השפעותיו הבריאותיות של החשמל המזוהם, וייתכן שאף זיהתה סוג שלישי של סוכרת המיוחס לזרמים ארעיים, נוסף על הסוגים המוכרים של סוכרת מסוגים 1 ו-2. (ראו <http://www.stetzerelectric.com/filters/research>).

אילולא הכיר הד"ר ריימונד ניוטרה את הד"ר גראהם ולא השתמש במד ה-G/S כדי למדוד את הזרמים הארעיים בלה קווינטה, לעולם לא היינו חושפים את הקשר בין זיהום חשמלי ובין סרטן. זיהום חשמלי כולל תדרים שבין 2-100 KHz בטווח רדיו. שדות אלו עלולים להימצא על כל קווי המתח ומהווים חלק חשוב מזרמי הארקה החוזרים לתחנות המשנה, במיוחד באזורים כפריים. כך אפשר להסביר מדוע עובדים מיומנים שונים, כמו עובדי משרד ומורים בבית הספר, סובלים מהיארעות מוגברת של סרטן. כמו כן, אפשר להסביר באמצעותו מדוע במחקרים שערכתי בווישינגטון, עובדי פנים סבלו משיעור מוגבר של מלנומה ממאירה, ומדוע מלנומה מופיעה דווקא בחלקי גוף שאינם חשופים לשמש. די להסביר בכך מדוע שיעור המלנומה נמצא בעלייה מתמדת בעוד כמות אור השמש המגיע לכדור הארץ נותרת יציבה ואף פוחתת בעקבות זיהום אוויר מתמשך.

מחקר לה קווינטה, מחקר נוסף בקרב עובדי בית ספר אחר בקליפורניה ומחקרי מורים אחרים חשפו סיכון מוגבר לכמה סוגי סרטן שונים. הגורם המסרטן האחר היחיד שמסוגל לגרום לכך הוא קרינה מייננת.

פרק תשיעי: מחלות הקדמה

תדירות ההופעה של מחלות סגנון החיים – או בשמותיהן האחרים "מחלות הקדמה" ו"מחלות אריכות הימים" – עולה ככול שמדינות העולם הופכות למתועשות יותר. אפשר למנות במסגרתן את מחלת הסרטן על סוגיו השונים, אלצהיימר, מחלות לב וכלי הדם, אסתמה, סוכרת סוג 2, השמנת יתר, דלדול העצם (אוסטאופורוזיס) ודיכאון. אמנם מחלות אלו היו קיימות כבר בזמנים קדם-מודרניים, אבל היארעותן עלתה בבירור במהלך המאה העשרים והיא ממשיכה לעלות בפתחו של המילניום החדש. הסברה הנפוצה היא שמחלות אלו נגרמות עקב שינויים בתזונה ובאורח החיים (כיום אנו נמצאים רוב היום בישיבה) ובגלל צפיפות גוברת והולכת בערים, צריכת אלכוהול וסיגריות והתפוררות התמיכה המשפחתית והקהילתית. אך הקשר שמצאתי בין סרטן הדם בילדים ובין התפשטות החשמל, ובין החשמל המזוהם בלה קווינטה ובין סרטן בקרב מבוגרים, גרם לי לחשוב שאולי מחלות הקדמה אינן אלא למעשה מחלות החשמל.

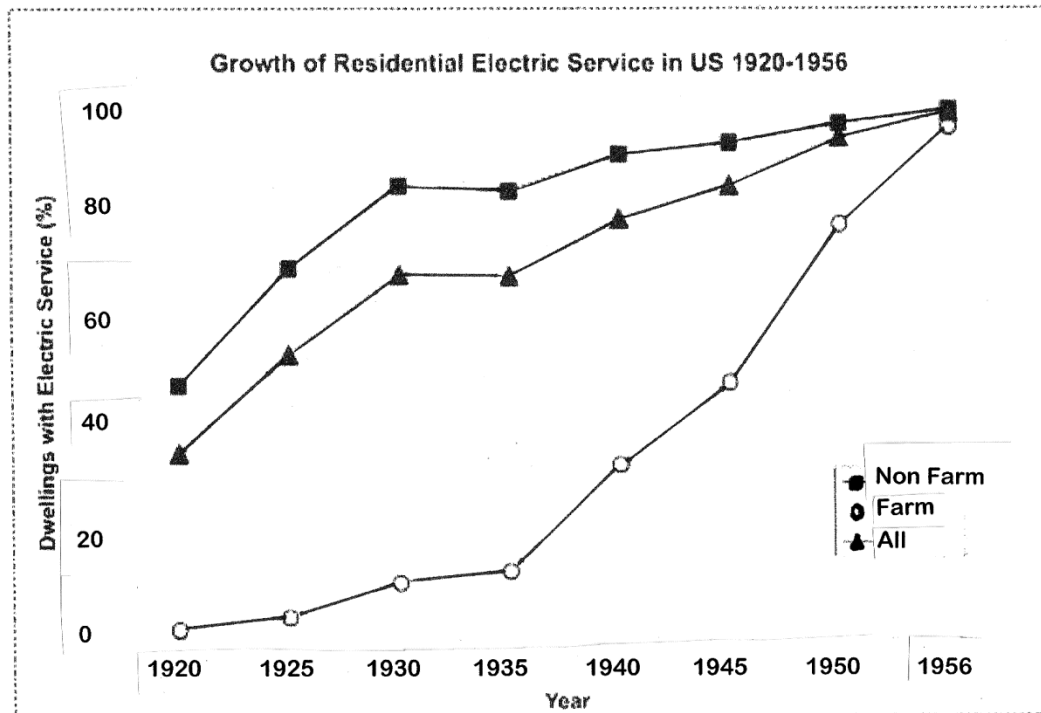
בהינתן יחידת המידה החדשה לזיהום חשמלי ואופן החשיפה אליו (באמצעות קווי המתח וזרמי ההארקה הנוכחים בכל מקום), החלטתי לבדוק קיומו של קשר בין התפשטות החשמל באזורי מגורים בארה"ב במחצית הראשונה של המאה העשרים ובין גורמי תמותה אחרים זולת סרטן הדם בילדים.

המחקר החדש בוצע בקידוד נתוני אוכלוסין ותמותה אל תוך גיליונות אקסל, חישוב שיעורי התמותה (תמותה/אוכלוסייה) $[100,000 \times]$, הרצת תוכנה לאיתור מתאמים ובחינת יחסי הגומלין שבין אחוז בתי המגורים עם חיבור לחשמל לפי מדינה ובין שיעורי התמותה באזורים עירוניים וכפריים. המחקר ארך כשלושה חודשים, ולעתים אף נזקקתי לזכוכית מגדלת כדי לקרוא מספרים זעירים ודהויים מתוך ספרים שנכתבו שבעים שנה קודם לכן.

עיינתי בשיעורי התמותה מכל הגורמים בקרב מבוגרים במרשם האוכלוסין של השנים 1930 ו-1940. מצאתי שם סימוכין לכך שחיבור בתי המגורים לחשמל גרם למגפות הקדמה הגדולות של המאה העשרים. התפשטותו האטית של החשמל בארה"ב בתחילת המאה הקודמת מאזורים עירוניים לכפריים גרמה בשנת 1930 להיווצרות שתי אוכלוסיות גדולות: אוכלוסיות עירוניות שנהנו מחיבור כמעט בלתי פוסק לחשמל ואוכלוסיות כפריות בעלות גישה משתנה לחשמל, בהתאם לרמת ההתקדמות של כל מדינה ומדינה.

[איור 8: אחוז בתי המגורים עם חיבור לחשמל וללא חיבור לחשמל, 1920-1956; מרשם האוכלוסין של ארה"ב]

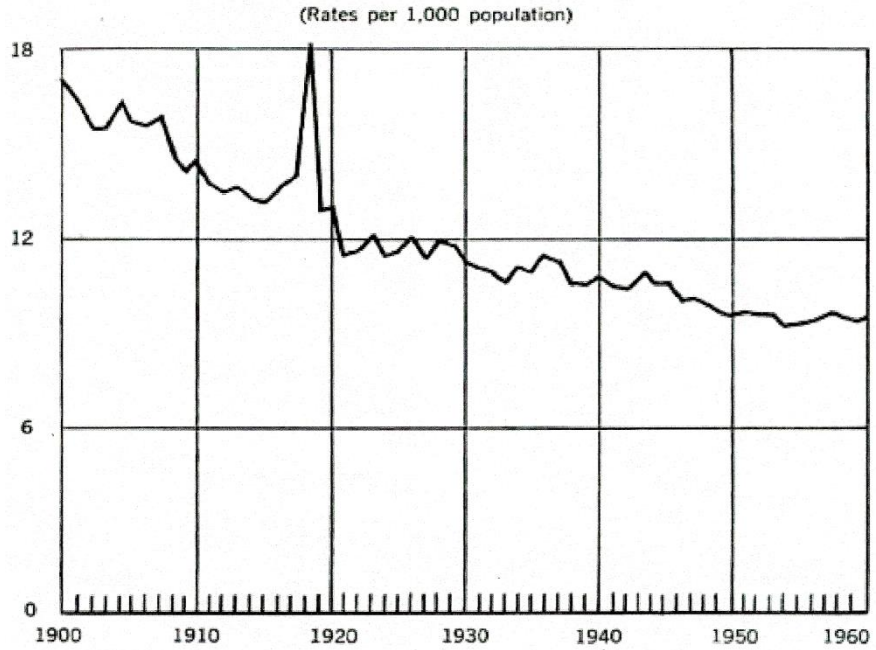
Growth of residential electric service in US states from 1920 to 1956.



שתי האוכלוסיות נהנו מכיסוי מלא של מרשם האוכלוסין של ארה"ב, כך שהנתונים היו באיכות גבוהה. עד 1940 נכללו בו כל 48 המדינות הרצופות (להוציא אלסקה והוואי), ונתוני התמותה נרשמו בספרים נפרדים בהתאם למקום המגורים ולמקום המוות. מאז 1900 אפשר להיווכח בעלייה הדרגתית בשיעורי התמותה ממחלות הקדמה: סרטן, מחלות לב וכלי הדם, סוכרת והתאבדות. זאת בניגוד גמור לירידה ההדרגתית בשיעורי התמותה מסך כל הגורמים, ירידה המשקפת את שליטתו הגוברת והולכת של מדע הרפואה בתפוצת מחלות מידבקות.

[איור 9: תמותה מסך הגורמים כולם]

Figure 9.—Death Rates: Death-registration States, 1900–32, and United States, 1933–60



[איור 10: תמותה ממחלות לב וכלי דם]

Figure 10 -Death Rates for Major Cardiovascular-renal Diseases: Death-registration States, 1900–32, and United States, 1933–60

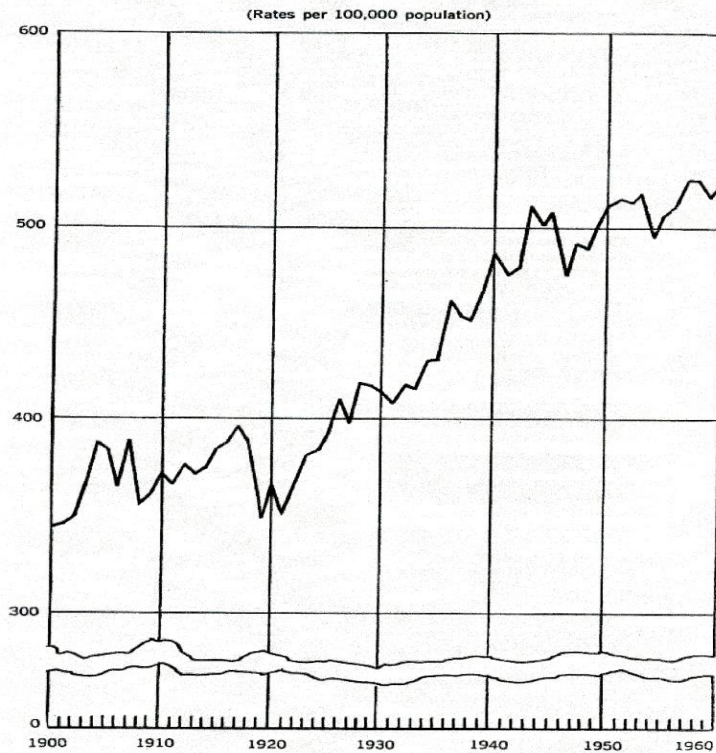
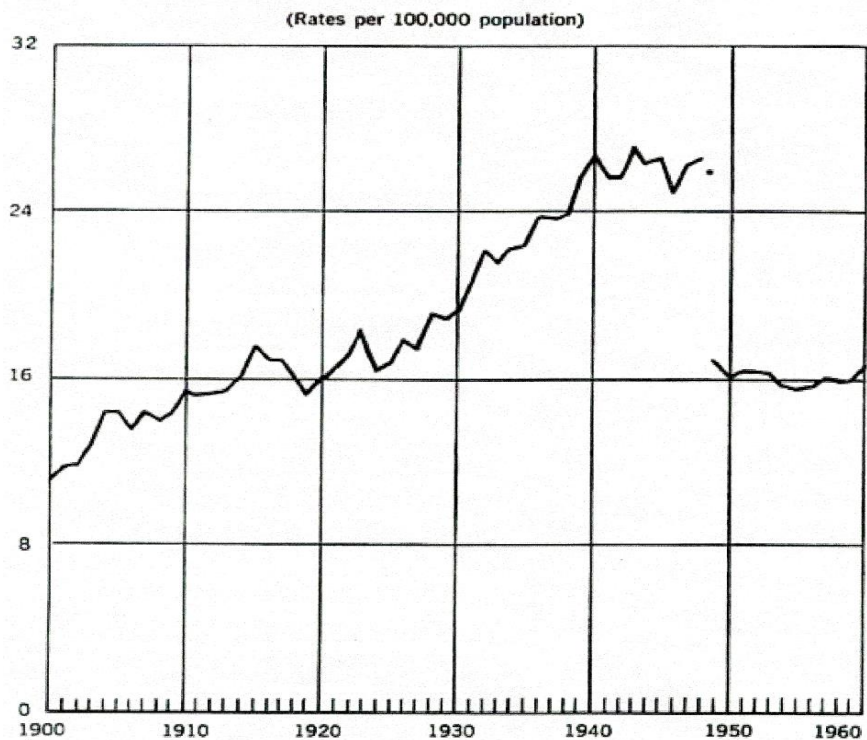
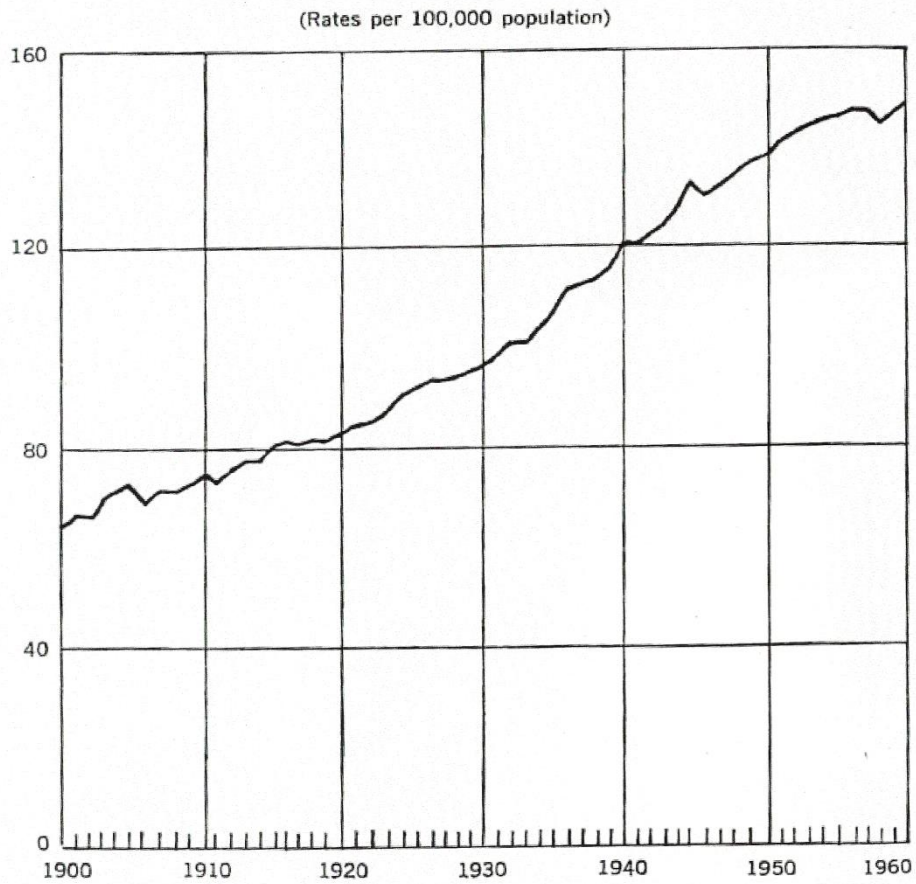


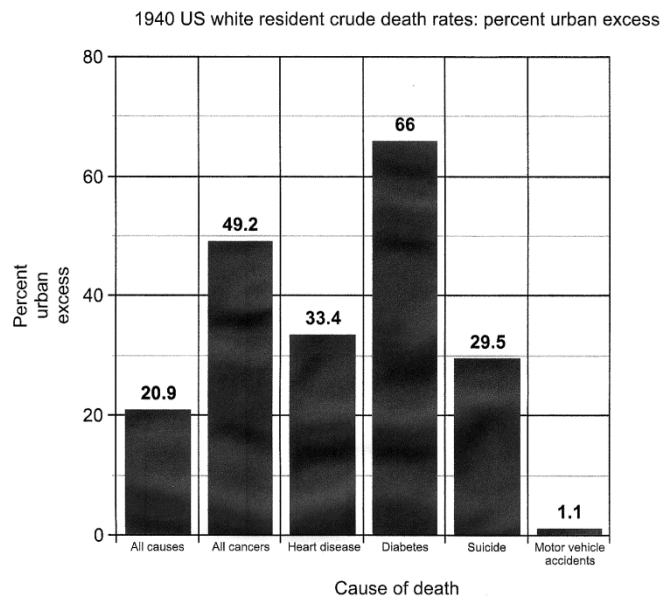
Figure 11 -Death Rates for Malignant Neoplasms: Death-registration States, 1900-32, and United States, 1933-60



[איורים 9-12 נסרקו מתוך הספר Vital Statistics Rates 1940-1960 in the United States מאת הד"ר רוברט גרוב ואליס מ' הנזל. כרך זה פורסם ב-1968. הגרף הקטוע באיור 12 נגרם בגללשינוי בקידוד.]

תמציתי, קידדתי וניתחתי את נתוני האוכלוסין והתמותה לשנים 1930 ו-1940. חישבתי שיעורי תמותה עבור גורמים נבחרים עבור אוכלוסיות עירוניות וכפריות בכל מדינה, ויצרתי מתאם עם האחוז המדווח של בתי המגורים בעלי חיבור לחשמל בעבור כל מדינה, לפי סיווג של עירוני/כפרי. עבור רוב הגורמים, שיעור התמותה העירוני היה גבוה הרבה יותר משיעור התמותה הכפרי, אך לא נמצא מתאם ראוי לשמו בינם ובין חיבור לחשמל.

[איור 13: שיעורי תמותה מוגברים, אוכלוסייה עירונית]



בעבור רוב הגורמים שנבדקו נמצא מתאם חיובי ברור בין שיעורי התמותה הכפריים ובין תפוצת החשמל לפי מדינה. שיעור התמותה לכל הגורמים היה דומה באזורים עירוניים וכפריים במדינות בעלות שיעור גבוה של חיבור לחשמל (מעל 96%), בעוד במדינות עם תפוצת חשמל נמוכה (מתחת ל-50%) נמצא שיעור תמותה מכל הגורמים גבוה פי שניים באזורים עירוניים בהשוואה לאזורים כפריים.

בשקלול לאומי היה שיעור הסרטן הכללי בשנת 1930 גבוה ב-58.8% באזורים עירוניים מאשר באזורים כפריים. זוהי ראייה נוספת לכך שמגפות הסרטן, הלב וכלי הדם לא נגרמו עקבשינויים באורח החיים, כפי שנהוג לטעון, אלא בגלל חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית הנראה ולזיהום חשמלי, ככול הנראה (Milham 2010). המחיר ששילמנו – ועודנו משלמים – מאז תחילת המאה העשריםבעבור הנוחות שבחשמל זמין – כמעט שאינו בר-כימות.

ההפתעה הגדולה ביותר שהעלה המחקר הייתה שאפשר לקשור את תפוצת החשמל לא רק לסרטן, אלא גם למחלות לב וכלי הדם, סוכרת והתאבדות. באמצע שנות השמונים של המאה העשריםבוצע מחקר אפידמיולוגי קהילתי שנועד לבדוק את שיעורי התחלואה במחלת לב כלילית ואת גורמי הסיכון לה באזורים עירוניים וכפריים. המחקר בוצע בניו דלהי, בהודו ובאותו זמן גם באזור כפרי המרוחק משם כחמישיםק"מ (Chadna, et al. 1997). שיעור ההימצאות של מחלה זו היה גבוה פי שלושה בקרב תושבים עירוניים, וזאת למרות שתושבים כפריים עישנו יותר וצרכו יותר קלוריות ושומן רווי.

רוב גורמי הסיכון למחלות לב וכלי דם היו נפוצים פי שניים עד פי שלושה בקרב אוכלוסייה עירונית. יש לציין שבאזור הכפרי שנבדק חלקים נכבדים מרשת החשמל היו עדיין בתהליכי הקמה.

למשך מעל שמונים שנים הבחינו כלכלנים לדורותיהם בשיפור פרדוקסלי במדדי הבריאות (דעיכה בשיעורי התמותה ועלייה בתוחלת החיים) דווקא בעת משברים כלכליים; שיעורי התמותה עולים ותוחלת החיים יורדת דווקא בעת צמיחה ושפע. כותרת המאמר "היחס ההפוך בין צמיחה כלכלית ובריאות: שוודיה במאות התשע-עשרה והעשרים" ("The reversal of the relation between economic growth and health progress: Sweden in the 19th and 20th centuries," Tapia Granados & Ionides, 2008) שלחה אותי לעיון מחודש בנתוני התמותה ותפוצת החשמל לאורך ההיסטוריה.

במאה התשע-עשרה התאפיינה שוודיה במגמה הצפויה של ירידה בבריאות האוכלוסייה בד בבד עם משברים כלכליים וההפך (דהיינו, בריאות תקינה בעת צמיחה). מתאם זה התהפך במאה העשרים וקעת מדובר במגמה שאינה מתיישבת עם השכל הישר: עלייה בתמותה בעת צמיחה ושפע, ובריאות תקינה יותר דווקא בזמן מיתון. נקודת המפנה התרחשה בסוף המאה התשע-עשרה או בראשית המאה העשרים, כאשר החשמל נכנס לראשונה לשימוש ביתי.

אפשר לציין חמש נקודות מפנה בארה"ב הנוגעות לשימוש באנרגיה חשמלית תעשייתית בשנים 1912-1970; כולן התרחשו בעתות מיתון של תמ"ג נמוך, אבטלה גבוהה, שיעורי תמותה נמוכים ותוחלת חיים גבוהה. השיפור בשיעורי התמותה בשנים 1931-1932 לפי מדינה נצפה באזורים עירוניים (דהיינו, בעלי חיבור לחשמל) במידה רבה יותר מאשר באזורים כפריים. בשנת 1930 נצפה לפי מדינה מתאם חיובי בין שיעורי האבטלה הכפריים ובין אחוזי תפוצת החשמל בבתי מגורים. השלכותיהן הבריאותיות של התמורות הכלכליות מתמתנות בחשיפה לחשמל. השיפור במדדי הבריאות באירופה הכבושה בעת מלחמת העולם השנייה ובקובה בעת המשבר הכלכלי האחרון נגרמו לא בגלל ההגבלות שהוטלו על מספר הקלוריות היומי שהותר לצריכה, אלא בזכות חשיפה נמוכה במיוחד לשדות אלקטרומגנטיים (ראו מילהאם, 2012).

על דרך הניגוד אפשר להביא את קהילת בני האימיש שמתגוררים בארה"ב ובקנדה, שחיים ללא חשמל. תבניות התחלואה והתמותה בקרבם דומות להפליא לאלו שנצפו בקרב תושביה הכפריים של ארה"ב במחצית הראשונה של המאה העשרים. שיעורי הימצאות הסוכרת מסוג 2 בקרבם נמוכים בערך במחצית מתושבים שאינם אימיש, וזאת למרות ששיעורי השמנת היתר אצלם דומים. כמו כן, בדומה לתושבים הכפריים המוקדמים, לבני קהילת האימיש שיעורים נמוכים יותר של סרטן, מחלות לב וכלי דם והתאבדות. תוחלת החיים שלהם גבוהה משבעים שנים, ונותרה יציבה מאז שנת 1890. בתחילת המאה העשרים, אז חוברו לחשמל כל ערי ארה"ב, הייתה תוחלת החיים הממוצעת בקרב תושבים עירוניים פחותה מחמישים שנים.

לאחרונה נערך מחקר בכותרת "שיעורי היארעות סרטן נמוכים בקרב באיימיש באוהיו" (Westman et al. 2010). את המחקר ערך המרכז הרפואי של אוניברסיטת אוהיו. המחקר הראה שאי אפשר להסביר לחלוטין את היארעות הסרטן הנמוכה בקרב האימיש באמצעות התנזרותם המוחלטת מטבק או באמצעות גורמים אחרים. הייתי משער שגורם עיקרי נוסף האחראי לשיעור היארעות הנמוך הוא שבני אימיש רבים, בייחוד אלו מן המסדר הוותיק (OOA), חיים ללא חיבור לחשמל. גם שיעור ההימצאות של מחלת האלצהיימר נמוך בקרבם מאוד. קבוצת רופאי ילדים בג'ספר, אינדיאנה, אשר מטפלת ביותר מ-800 משפחות אימיש, לא אבחנו אף לא ילד אחד בהפרעות קשב והיפראקטיביות. גם השמנת ילדים כמעט אינה קיימת (Ruff 2005).

כתבתי מכתב העת *Cancer Causes and Control*, שפרסם קודם לכן את מחקר האימיש הנ"ל, והצעתי שייתכן שהימנעות מחשיפה לחשמל תורמת לשיעור היארעות הנמוך בקרב האימיש. מכתבי נדחה על ידי העורכים.

אם לכל אוכלוסיית ארה"ב היו שיעורי הימצאות והיארעות דומים לאלו הנצפים בקרב חברי המסדר הישן של כת האימיש, תעשיית הבריאות ותעשיית התרופות בארה"ב היו מתמוטטות במהרה.

סרטן בבית הספר היסודי ויסטה דל מונטה בפאלם ספרינגס, שבשטחו מוצבת אנטנה סלולארית

בפברואר 2012 קיבלתי דוא"ל מקים מק'קלינטון, מורה למדעים בבית הספר היסודי ויסטה דל מונטה בפאלם ספרינגס, קליפורניה. היא שמעה על המחקר שערכתי בלה קווינטה וחשבה שבית הספר שלה סובל מאותה בעיה. אותו בית ספר נודע לשמצה במחוז כ"בית ספר מסרטן". בשנת 2005 הוצבה אנטנה סלולארית בחצר בית הספר, מטרים אחדים מאחד מאגפיו.

[איור 14: האנטנה הסלולארית בוויסטה דל מונטה]



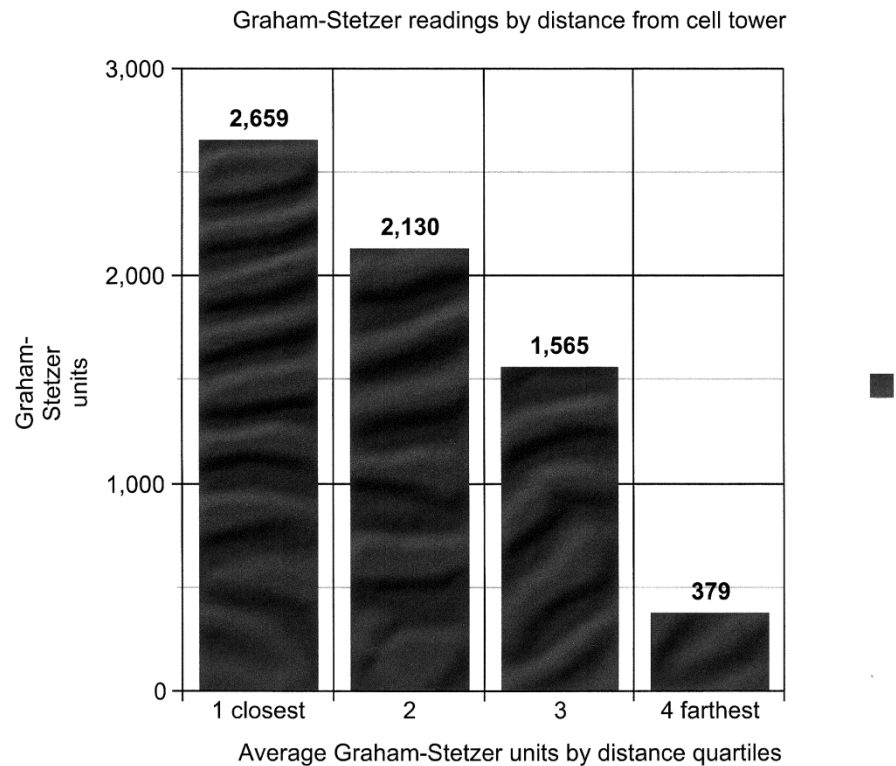
ביקרתי בבית הספר והראיתי לקים כיצד להשתמש במד ה-G/S. היא יצרה ניתוח מבוסס-צבעים של קריאות ה-G/S שנמדדו בכל כיתה. בית הספר כולו היה רווי ברמות גבוהות מאוד של חשמל מזוהם, גבוהות יותר למעשה מהרמות שנמדדו בלה קווינטה. קריאות ה-G/S בוויסטה דל מונטה היו 1,300 יחידות בממוצע, בהשוואה ל-750 בלה קווינטה. נצפו שנים-עשר מקרי סרטן מתוך אוכלוסייה של 75 מורים שלימדו בבית הספר מאז 1990, בהם שישה מקרי סרטן השד בקרב נשים. מקרים אלו הופיעו בתדירות חריגה באותו אגף של בית הספר הסמוך לאנטנה, וקריאות ה-G/S היו הגבוהות ביותר בכיתות הסמוכות לה ביותר. במחקר לה קווינטה בשלב מקביל נצפו באותו השלב אחד-עשר מקרי סרטן מתוך אוכלוסייה של 137 מורים.

אחת המורות לכיתה ד' התלוננה שתלמידיה סובלים מהיפראקטיביות ואין היא מסוגלת ללמדם. בשקעים בחדרי הכיתות שבה לימדה נמדדו קריאות של מעל 5,000 יחידות G/S. באחר הצהריים של יום שישי לאחר שעות הלימודים התקנתי חמישה מסננים בכיתה, ורמת החשמל המזוהם פחתה מ-5,000 לפחות מחמישים יחידות G/S. שום שינוי לא נעשה בתאורה בכיתה או בנוגע לקרינה

הנפלטת מן האנטנה הסלולארית, אך בשבוע שלאחר מכן דיווחה אותה מורה על שיפור דרמטי ומידי בהתנהגות התלמידים שלה. הם היו רגועים יותר, הקשיבו יותר להוראותיה, ולמדו בשקדנות רבה יותר בכל ימות השבוע, פרט לימי רביעי, אז למדו במשך חלק מהיום בספריית בית הספר. מאוחר יותר סיפרה לי המורה שהיא יכלה לשלוט על התנהגות תלמידיה פשוט בעזרת הסרתם או התקנתם מחדש של חמשת המסננים. השינוי בהתנהגותם התרחש בתוך 30-45 דקות. מורה צעירה זו הפכה לבסוף למקרה הסרטן ה-שלושה-עשר במספר בקבוצת מורים קטנה זו.

ב-25 בינואר 2011 הצגתי את ממצאיי על אודות חטיבת הביניים בלה קווינטה לפני ועדת החינוך של המחוז המאוחד של פאלם ספרינגס. שלחתי את המצגת שלי מראש למשתתפי הוועידה. הופתעתי לשמוע כי ברגע האחרון שכרה הוועדה את ליקה/לילה חפץ כדי לערער על ממצאיי, וסיפקה לה עותק של המצגת שלי. למותר לציין שאני לא זכיתי לקבל עותק של המצגת שלה. הצעתי לסנן את בית הספר ללא כל עלות למחוז, והבטחתי להם שיפור ברמת הנוכחות ובהישגיהם של התלמידים. הצעתי נדחתה.

[איור 15: קריאות G/S ברבעי מרחק: חושב ממוצע מדידות G/S מ-32 כיתות אל תוך ארבע קטגוריות שהוגדרו לפי מרחק מהאנטנה הסלולארית]



מורה אחד סבל מסוכרת סוג 2, שלמרות זריקות אינסולין ותרופות היפוגליקמיות נותרה בשליטה אך בקושי. אותו מורה סבל גם מזיהומים חוזרים ונשנים ברגלו, ונאלץ לעבור קטיעה. הוא פרש לגמלאות ב-2009, וקריאות הגלוקוז בדמו נותרו מאז נורמאליות. מגדה חוואס הראתה שזיהום חשמלי מעלה את רמות הגלוקוז בדם וגורם לשינויים בצריכת האינסולין אצל חולי סוכרת. ייתכן שכך גורם החשמל המזוהם לשיעור היארעות מוגבר של מחלות לב וכלי דם – גורמי התמותה העיקריים בקרב חולי סוכרת. הד"ר חוואס הראתה גם שקרינה מטלפונים אלחוטיים (DECT) עשויה לגרום לשינוי מידי בקצב הלב ובסדירות הדופק אצל אנשים מסוימים.

בדומה לרוב הציוד האלקטרוני הנפוץ כיום, המשדרים הנמצאים באנטנות סלולאריות פועלים על זרם ישיר. זרם החשמל המגיע אל האנטנה הוא זרם חילופין, ומכאן שיש צורך להמירו לזרם ישיר באמצעות שנאים ממותגים או מהפכים מתאימים. רכיבים אלו קוטעים את זרם החילופין ומהווים ככל הנראה את המקור לרמות הגבוהות של זיהום חשמלי שנמדדו באגף הכיתות הסמוך לאנטנה. גם המטען הקטן שאתם מחברים כל יום לשקע כדי לטעון את הטלפון הסלולארי שלכם עושה זאת. רכיבים כאלו נמצאים בכל הטלויזיות, המחשבים ומכונות הצילום והשכפול.

בכך נחשף סיכון רציני ועם זאת עלום שהביאה עמה הטכנולוגיה הסלולארית. אנשים המודאגים מהשלכותיהן הבריאותיות של אנטנות סלולאריות מרכזים את טענותיהם בפליטות גלי רדיו, אך החשמל המזוהם צריך להיות אף הוא מקור מרכזי לדאגה.

השלכותיו של החשמל המזוהם מקיפות יותר ממה שאפשר לשער. לאחר שדייב סטטצר התקין מסננים באחד מבתי הספר במערב התיכון, אחד מן החוואים במרחק של חצי ק"מ שם לב שהפרות החולבות שלו הגדילו את תפוקת החלב שלהן בממוצע של חמישה ליטרים ליום, החל ביום שבו הותקנו המסננים בבית הספר. הפרות הגיבו מיידית לסילוקו של החשמל המזוהם מזרמי ההארכה.

בעת כתיבת שורות אלו המחקר בוויסטה דל מונטה נמצא עדיין בחיתוליו.

נוירוסטרנסמיטורים בדרכי השתן בקרב ספרניות

בקיץ 2011, בעת אירוע החתמת ספרים בספרייה הציבורית באולימפייה, וושינגטון, מדדתי רמות גבוהות מאוד (מעל 20,000 יחידות G/S) של חשמל מזוהם בשקעי החדר שבו התקיימה ההחתמה; הרמה התקנית המומלצת היא חמישים יחידות G/S או פחות. במאות המדידות שנערכו על ידינו במשך השנים, רק מדידות אחדות היו כה גבוהות. נצפו שיעורי תמותה חריגים של 2,608 ספרניות במדינת וושינגטון בשנים 1970-2010 לגורמים האלה: סרטן הלשון, השד, השחלות והמוח; אלצהיימר; מחלות כלי הדם ותסחיפי ריאות <https://fortress.wa.gov/doh/occmort>. מכיוון שמחקר לה קווינטה זיהה יחס מנה/תגובה בין רמות גוברות של חשמל מזוהם ובין שיעור היארעות סרטן מוגבר, ראיתי זאת כחובתי להציע להפחית את חשיפת הספרניות לחשמל מזוהם.

קיבלתי את רשות עיריית אולימפייה ואת שיתוף הפעולה של כל צוות הספרייה. ב-10 באוקטובר 2011 התקנו, דייב סטטצר ואני, מסננים מתאימים בספרייה, ומדדנו את רמות הפנתילאמין (PEA) והדופמין בשתן אצל שבעה מתנדבים, כמה ימים לפני התקנת המסננים ואחרי התקנתם, וכמו כן בכל שבועיים למשך ששת החודשים שלאחר מכן.

קריאות מד המיקרוגל באותו השקע במשרדה של המנהלת פחתו מ-11,190 יחידות G/S לפני התקנת המסננים ל-540 יחידות בזמן התקנת המסננים (תהליך שארך כשעתיים)) עד לרמה של 39 יחידות בלבד בסוף התהליך. לאחר ירידה ראשונית, ריכוז הדופין בשתן בקרב קבוצת המתנדבים שסיפקו שתן לאחר התקנת המסננים עלה בהדרגה לריכוז ממוצע של קצת מעל 225 ug/g קריאטינין, רמה הגבוהה בהחלט מרמת 170 ug/g, רף המעבדה הנחשב תקין. רמות הפנתילאמין הממוצעות עלו גם הן בהדרגה למעט מעל 70 ug/g קריאטינין, רף המעבדה הנחשב תקין. לאחר הבדיקה הראשונית שנערכה לאחר הניקוי, גם בתיים של המתנדבים נוקו מחשמל מזוהם. ידוע שריכוז נוירוסטרנסמיטורים אלו פוחת בקרב אוכלוסיות החיות ליד אנטנות סלולאריות (Buchner and Eger, 2011; Eskander et al, 2011). לאחר תקופה ממושכת של חשיפה כרונית, שיבושים במערכת החיסונית ובמערכת הפרשת האנדוקרין גורמים להופעת מגוון רחב של תסמיני תחלואה ותמותה (ראו מילהאם וסטטצר, 2012).

פרק עשירי: מחקרים עתידיים

בפרק זה אמנה כמה תחומים שאני מאמין שיש קשר ביניהם ובין שדות אלקטרומגנטיים. כדי לאשש או להפריך זאת יש צורך במחקרים נוספים.

מחלת העצבים המוטוריים (ALS, מחלת לו גריג)

יש לי תאוריה בנוגע לאטיולוגיה של מחלת לו גריג (הנקראת כך על שמו של שחקן הבייסבול המפורסם שלקה בה). אני סבור שהמחלה נגרמת מחשיפה למכשור מגנטי רפואי ולחשיפה סביבתית מוגברת לרדיו/לשדות מגנטיים.

מחלת לו גריג (ALS) היא מחלת ניוון שרירים ההולכת ומחמירה, שפוגעת במערכת העצבים. ראשיתה בתסמינים זעירים, כגון תחושת קהות ועקצוץ בקצות האצבעות, וסופה בשיתוק גופני כולל. היכולות השכליות והרגשיות, לעומת זאת, נותרות ללא פגע. רוב החולים המאובחנים במחלה זו מתים בתוך חמש שנים מרגע האבחון, ותוחלת החיים הממוצעת עם המחלה היא שלוש שנים.

נתוני התמותה התעסוקתית מאוניברסיטת וושינגטון מצביעים על כך שקיים שיעור תמותה מוגבר מן המחלה בקרב מהנדסי חברת "בואינג". בביקורי התכופים בחברה לפני כעשרים שנה שמת לב לכך שרוב מהנדסיה עבדו בחדרים גדולים, מוקפים בארבעה מחשבים כל אחד. ככול הנראה מדובר היה בסביבה רוויית חשמל מזוהם, ואני בהחלט סבור שיש צורך למדוד במדויק (על ידי או על-ידי מישור אחר) את רמת החשיפה בחדרים הללו.

כשהייתי במחלקת הבריאות של וושינגטון סייעתי ל"בואינג" להקים מערכת מעקב אחר נתוני תמותה, בהתבסס על נתוני התעסוקה והביטוח שלהם. כמו כן, סייעתי להם ליישב סכסוכים עם OSHA, אך בקשותיי לערוך מחקר בהיקף מלא לא נענו.

בעבר הוכח שמחלת ALS נפוצה יותר בקרב אוכלוסיות שחוו מקרה רציני של התחשמלות ובקרב מהנדסי חשמל בכלל. בשנים האחרונות ניסיתי פעמים רבות ליצור עניין ציבורי במחקר אפשרי על חולים שטופלו בעבר בנזעי חשמל (ECT) כדי לבדוק אם הם נתונים בסיכון מוגבר לחלות בעקבות כך ב-ALS. רמז נוסף לאטיולוגיה של המחלה עולה מצברים שדווחו בקרב שחקני כדורגל איטלקים ושחקי פוטבול אמריקנים. שחקנים אלו וספורטאים אחרים עושים שימוש תדיר בגירוי עצבי תת-עורי (TENS), שבמהלכו מועבר שוק חשמלי זעיר אל תוך העור במטרה להקל את הכאבים. השפעתו אינו שונה מהשפעתן של משחות הרגעה שונות.

כמו כן, בקרב ספורטאים נפוץ הטיפול בחום (גלים קצרים וגלי מיקרו) לאחר פציעות בשלד ובשרירים. בניגוד לגירוי עצבי, הטיפול בחום חודר עמוק אל תוך הרקמות ומחמם אותן באמצעות גלי רדיו – בדיוק כמו תנור מיקרוגל. לאחרונה יצרתי קשר עם אישה צעירה בת 27, שחקנית כדורסל מקצוענית לשעבר, הסובלת ממחלת ALS. היא סיפרה לי על שימוש נרחב במכשירי גירוי עצבי, החל בשנותיה בתיכון, דרך לימודיה במכללה וכלה בקריירת הספורט שלה. המקרה שלה משך את תשומת לבי מכיוון שמחלת ALS אינה נפוצה בקרב אנשים עד גיל שלושים.

קיימות ראיות נסיבתיות לכך שיתכן שלו גריג, הספורטאי שעל שמו נקראת המחלה, טופל בזמנו בחום באמצעות גלים קצרים. ב-1933 הגיעה לקצה המוקדם קריירת הבייסבול של השחקן דייל אלכסנדר, לאחר שטיפול חום חובבני שהעניק לו המאמן "דוק" וודס הוביל לכוויות רציניות ונמק באחת מרגליו. אפשר להסיק מכך שטיפול בחום היה נפוץ בקבוצות בייסבול בשנות השלושים המוקדמות של המאה העשרים. מאמן ותיק נוסף, ארל ו' "דוק" פיינר, גרם לכוויה ברגלו של ג'ו דימג'ו בטיפול חום חובבני שהעניק לו באביב 1936, שנתו הראשונה של דימג'ו ובניו יורק יאנקיס. בייב רות', לו גריג וג'ו דימג'ו טופלו כולם אצל "דוק" פיינר. כמו כן, בוב ווטרס, אחד משלושת חברי קבוצת הפוטבול המקצוענית של סן פרנסיסקו (49ers), שמת ממחלת לו גריג (ALS), טופל בחום

לאורך שעות ארוכות בחדר האימונים של קבוצתו. לפחות תריסר שחקני פוטבול מקצועיים, אמריקנים וקנדים, סובלים מהמחלה או מתו ממנה.

אני מניח שמחלת ALS נגרמת לעתים מזרמים חשמליים המופעלים מבחוץ על הגוף. מכיוון שברוב המקרים אי אפשר לאתר קשר ברור להתחשמלות או לטיפול בחשמל, ייתכן שרוב המקרים הלא משפחתיים (דהיינו, מקרים שבהם לא זוהה גורם גנטי) נגרמים מזרמים חיצוניים או עקב עבודה בסביבה רוויה בשדות מגנטיים. זרמי מגע חזקים עלולים גם הם להוסיף לחשיפה. נוסף על טיפול בחום ועל גירוי עצבי, הרי שגם טיפול בנזעי חשמל, ניתוח באמצעות חשמל ודיקור חשמלי מחוללים זרמים בגופם של חולים (Milham 2010).

בעוד שיטות רבות אחרות לטיפול בחשמל נמצאות בשלבי פיתוח שונים, קיים חסך אדיר במחקרים ראויים שייקבעו אם שיטות אלו אכן בטוחות לשימוש. מכאן החשיבות האדירה למחקר גורמי תעסוקה אפשריים למחלת ALS, כגון בקרב מהנדסי "בואינג".

צבר מקרי סרטן הדם בילדים, פאלון, נבאדה

במשך שנים מספר הייתי מעורב בניסיון מתסכל לחקור את צבר מקרי סרטן הדם בילדים בעיירה פאלון, נבאדה. בראשות קבוצת המחקר המיועדת עמד הד"ר ג'ו ווימלס מאוניברסיטת קליפורניה בסן פרנסיסקו.

משנת 1997 חלו שבעה-עשר ילדים בעיירת נווה המדבר של פאלון (אוכלוסייה: 7,500) בסרטן הדם. אחד-עשר מקרים מתוכם אובחנו בשנים 1997-2001, ובכך מהווים את צבר המקרים הגדול ביותר שדווח עד כה. המחלה נגרמת לרוב עקב חשיפה עוברית במהלך ההיריון או בשלבים מוקדמים מאוד בחייו של הילד. מכאן שהגורם לצבר המקרים פעל למשך תקופה קצרה ביותר.

יש כמה רמזים לכך: בסיס חיל האוויר האמריקני נמצא לא רחוק מהעיירה, קיימת רשת קווי דלק המזינים אותו ונמצא גם מפעל לעיבוד טונגסטן (מעין סגסוגת) בשטח העיירה עצמה. ההסברים האטיולוגיים הנפוצים ביותר כוללים גורמי תחלואה (טונגסטן, דלק מטוסים), שזיהמו את העיירה למשך זמן רב.

בעבר נערכו כשישה מחקרים על גלי רדיו/ קרינה מגנטית הקושרים בין חשיפה לשדות מגנטיים מאנטנות הבנויות על הארץ ומשתמשות בתדרים שונים ובין סרטן הדם בילדים. אך הסוכנות לרישום מחלות וחומרים רעילים (ASTDR) מעולם לא הביאה בחשבון את החשיפה לאלו בבדיקתה את צבר המקרים. בשולי העיירה עמדה לה אנטנה מסוג לוראן סי, ואני חושד שהיא זו שגרמה להתפרצות. האנטנה פורקה בפברואר 2010.

זמן רב לאחר התפרצות המחלה דיווחו קבוצת מפעילי רדיו חובבים בתחילת שנת 2006, ולמשך 24 שעות, הוצפו המקלטים שלהם באות חזק מן האנטנה. זו הייתה תקופה גשומה, ומים הופכים את הקרקע למוליכה יותר לחשמל. משמר החופים, ששהאנטנות היו באחריותו, הודה שקרתה תקלה. מכיוון שנדרש אות עץמתי ביותר להציף מקלטים במרחק ארבעים ק"מ, אני משער שהאות הועבר באמצעות הקרקע וייתכן שגם באמצעות צינור הדלק, הישר אל תוך העיירה, ובכך חשף אליו את הנשים ההרות ונטרל את המקלטים המודרניים של מפעילי הרדיו. עד שלא נקדיש את המאמץ הראוי לחקר תופעת זרמי ההארכה, לא נוכל לדעת לבטח, ובכל מקרה אי אפשר לעשות זאת כעת, לאחר שהאנטנה פורקה.

לויד מורגן, שעבד לצדי על מחקר לה קווינטה, הבחין ששיעורי הסרטן בקרב מבוגרים במחוז צ'רצ'יל, היכן שנמצאת פאלון, הרקיעו לשיא באותה העת שבה הופיע צבר מקרי סרטן הדם. גם שם, בערך באותו הזמן, ירדו גשמים רבים. אך בשלב כה מאוחר, כשתיים-עשרה שנים לאחר המקרה הראשון, עדיין לא עלה בידינו להשיג את פרטי המקרה מהסוכנות לרישום מחלות.

בפאלון מתקיימת תעשיית חלב ענפה. אם, כפי שאני סבור, קיים קשר בין זרמי הארקה ובין צבר המקרים, הרי שנתוני תנובת החלב יהיו בעלי ערך במרוצת הזמן. יש לעיין גם בנתוני חדרי המיון ובנתונים וטרינריים. מחקרים מעין אלו היו צריכים להיעשות לפני שנים רבות, ולא תריסר שנים לאחר המקרה הראשון.

משדרים רבי-עצמה וסרטן

במשך שנים חקרו חיל האוויר האמריקני ואחרים את ההשלכות הבריאותיות האפשריות של קרינה בתדרי רדיו הנפלטת ממערכת PAVE PAWS – אנטנת בקרת כניסה משוכללת – המוצבת במחוז בארנסטייבל, בקייפ קוד, מסצ'וסטס. לאחרונה הועלו חששות שהאנטנה הצבאית גרמה לצבר מקרי סרקומה מסוג יואינג, סוג נדיר של סרטן. מחלקת הבריאות של מסצ'וסטס וחיל האוויר האמריקני חקרו את האנטנה המדוברת למשך יותר מעשרים שנים.

במסצ'וסטס הייתה קיימת אנטנה רבת-עצמה נוספת על מערכת PAVE PAWS, שקיבלה לסיקור תקשורת רחב לאורך השנים. מדובר באנטנה מסוג לוארן סי, שניצבה באי ננטאקט מול קייפ קוד, וגם היא פורקה בפברואר 2010. המכון לחקר הסרטן מציג באתר האינטרנט שלו פרופילים של סוגים שונים של סרטן, ממוינים לפי מדינה. עיון בהם מעלה שמתוך ארבעה-עשר מחוזות במסצ'וסטס, המחוזות ננטאקט ובארנסטייבל סבלו משיעורי היארעות סרטן מוגברים במיוחד בשנים 2001-2004, ללא הבדל מין וגזע, לסך כל המקרים ולסוגי סרטן מסוימים.

ננטאקט ובארנסטייבל נמצאים במקומות הראשון והשני מתוך ארבעה-עשר המחוזות במסצ'וסטס לסך כל המקרים. ננטאקט נמצא במקום הראשון מתוך ארבעה-עשר המחוזות לסך כל המקרים, סרטן השד בקרב נשים, סרטן פי הטבעת/המעי הגס וסרטן הערמונית. בהיותו מחוז בעל אוכלוסייה מצומצמת, לא היה מידע בעבור סוגי סרטן לא נפוצים אחרים.

מחוז בארנסטייבל נמצא במקום השני מבין ארבעה-עשר המחוזות במסצ'וסטס לסך כל המקרים; במקום הראשון לסרטן הדם ולסרטן שלפוחית השתן; במקום השני לסרטן המוח, למלנומה ממאירה ולסרטן הערמונית; ובמקום השלישי לסרטן השד בקרב נשים.

מרשם הסרטן המצוין של מסצ'וסטס ממוין לפי ערים, ועם בסיס הנתונים של המכון לחקר הסרטן מאפשר עיון קל וברור בנתוני הערים הסמוכות למערכת PAVE PAWS ובאי ננטאקט (שהוא למעשה עיירה קטנה וגם מחוז) לשנים 2001-2005. שלוש העיירות הסמוכות ל-PAVE PAWS, בארנסטייבל, סאנדוויץ' ובורן, סובלות כולן משיעור מוגבר של סרטן. בארנסטייבל סובלת משיעור מוגבר של מלנומה ממאירה, וסרטני הלב לב והערמונית; וסאנדוויץ' סובלת משיעור מוגבר של מלנומה ממאירה וסרטן הדם, הערמונית, השלפוחית ודרכי השתן.

באי ננטאקט נרשמו שיעורים מוגברים של סך המקרים, מלנומה ממאירה, סרטן השד וסרטן פי הטבעת/המעי הגס בקרב נשים וסרטן הערמונית. אני צופה ששיעורי הסרטן בננטאקט ירדו כעת באופן הדרגתי, מכיוון שהאנטנה כבר לא פועלת.

למרות ממצאיו המעורפלים של דוח האקדמיה הלאומית למדעים על מערכת PAVE PAWS ב-2003, ברור לכל מי שעניו בראשו שיש משהו בקשר בין חשיפה סביבתית לגלי רדיו ובין מקרי הסרטן בקייפ קוד. נוסף על כך, נצפו צברי סרטן הדם בקרב ילדים בסמוך למשדרים צבאיים עצמתיים ביותר (כמיליון וואט) בהוואי, בגואם ובסקוטלנד, וכן צברים בסמוך למתקני שידור ברחבי העולם.

פוליטימיה ראשונית

בחורף 2009 נפגשתי שוב עם מורי חטיבת הביניים לה קווינטה. רובם "הצביעו ברגליים" ועזבו לטובת בתי ספר אחרים. למרבה הצער, למורים החדשים יש ידע מועט ביותר על הנושא, והם ותלמידיהם חשופים עדיין לאותן רמות של זיהום חשמלי כבעבר. המורים לא הצליחו למצוא סיוע משפטי ראוי, וזועמים בצדק רב על האיגוד שלהם שמסרב לעזור להם.

מהם למדתי שמורה נוסף סבל מפוליציטמיה ראשונית (PCV) נוסף על הלימפומה על שם בורקיט שהרגה אותו. פוליציטמיה ראשונית היא סוג של סרטן דם של תאי הדם האדומים, ואפשר לטפל בה באמצעות הקזת דם. היו שני מקרי פוליציטמיה ראשונית בקרב המורים – בערך פי שישים ממה שהיה אפשר לצפות סטטיסטית. שני המורים לימדו בחדרים שבהם נמדדה רמת עומס יתר של זיהום חשמלי (מעל 2,000 יחידות G/S).

כשחיפשתי מידע על אודות פוליציטמיה ראשונית נתקלתי בצבר מקרים בפנסילבניה שחקר ה-ASTDR. ארבעה מקרים מאומתים גרו ברח' בן טיטוס בטמקואה, פנסילבניה. לאחר מחקר קצר באמצעות Google Earth, שמתי לב לתחנת כוח משולבת (מתקן קוגנרציה) הנמצא לא רחוק משם. תחנות אלו ניזונות מפחם אבן (אנתרציט) לא שמיש – פסולת פחם למעשה ("Culm") – כדי לייצר חשמל. פחם אבן זה נערם בערמות גדולות ברחבי מדינות המייצרות חשמל, בהן פנסילבניה. בתאוריה, כל אלקטרון המיוצר בתחנת הכוח חוזר לתחנת המשנה, אם באמצעות הקו הנייטרלי אם באמצעות הקרקע.

אני חושד שבמקרים רבים שב החשמל לתחנת המשנה דרך הקרקע ולא דרך הקו הנייטרלי, ומשום כך הוא יכול להיכנס לבתי מגורים באמצעות מוטות הארקה וצינורות מתכת. רמז לכך אפשר למצוא במכתב משנת 1981 שכתב הד"ר ה"ל פרידמן לכתב-העת *New England Journal of Medicine*. הוא ציין שעובדים שנחשפו לגלי מיקרו היו חלק גדול באופן יחסי מקהל חולי הפוליציטמיה הראשונית שבהם טיפל. כותרת מכתבו אינה זקוקה להסברים נוספים: "האם ישנו קשר בין חשיפה כרונית לגלי מיקרו ובין פוליציטמיה?" שלחתי מד G/S לאחד מתושבי טמקוואה כדי שיבדוק את הזרמים הארעיים בשכונה מוכת הפוליציטמיה. קריאות גבוהות נמדדו שם, ונדרש מחקר נוסף בנושא.

צברי סרטן

צברי מחלות שונות הם תמיד גם הזדמנויות חשובות להבנה טובה יותר של המחלות והגורמים להן. באביב 2009 שמעתי על צבר סרטן בבניין של הפקולטה לחקר הספרות של אוניברסיטת סן דייגו (UCSD), ובו נמנו שמונה מקרים של סרטן השד מאז שנת 2000. האפידמיולוג מטעם האוניברסיטה, הד"ר סדריק גרלנד, מצא קשר בין שיעור הסרטן המוגבר בקרב העובדים ובין השדות המגנטיים החזקים שחוללה מערכת המעליות של הבניין. יצרתי קשר עם שלושה המרצים והנהלת האוניברסיטה, והצעתי לחקור את צבר המקרים ללא תשלום מצדם. למרות שצוות המרצים תמך ביזמה, החליטה לבסוף הנהלת האוניברסיטה לשכור את הד"ר ליקה חפץ, יועצת ותיקה לתעשיית החשמל. הדוח הסופי שלה לא היה אלא סקירה של מחקרים שפורסמו כבר בעבר. עליי לציין שהד"ר גרלנד, שערך את המחקר המקורי בנושא, ידע על אודות הדוח של הד"ר חפץ רק אחרי שאני שלחתי לו עותק. באחרונה מונה יו"ר ועדת פקולטה חדש, והוא אינו מאפשר להמשיך במחקר בנושא.

שלושה צברי סרטן נוספים דווחו לאחרונה בחדשות, וייתכן מאוד שהם נעוצים בחשיפה לשדות אלקטרומגנטיים. Google Earth חושפת בעיירה אקרייג', פלורידה, קו מתח גבוה החוצה את האזור ותחנת משנה הנמצאת ליד בית הספר; בקמרון, מיזורי שוכן בית סוהר המוקף בגדר חשמלית ובה זורם מתח גבוה; ובקלייד, אוהיו, נמצא מפעל של חברת ווירלפול ובו מורכבים מוצרי חשמל.

פוריות ותפוצת החשמל

כשערכתי את מחקר התמותה בהתבסס על נתוני השנים 1930 ו-1940, שמתי לב למתאם שלילי בין שיעורי הפוריות והלידה ובין תפוצת החשמל באזורי המגורים; ככול שאזור מסוים הפך לרווי יותר בחשמל, כך הלכו וירדו שיעורי הפוריות והלידה.

ספרי מרשם האוכלוסין של ארה"ב מפרסמים מעת לעת את שיעורי הלידה והתמותה בטורים סמוכים, זה לצד זה. הקמת רשתות חשמל גרמה לשיעורי פוריות ולידה ירודים גם במדינות העולם השלישי. האנשים שאספו ועיבדו את המידע היו כלכלנים וסוציולוגים, ולכן ייחסו את השינויים הללו למשתנים חברתיים. עם זאת, אני סבור שהשינויים נגרמו בעיקר עקב חשיפה לשדות אלקטרומגנטיים: באזור אחד, לדוגמה, נרשמה ירידה חדה בשיעור בלידה לאחר שנה אחת של חיבור

לחשמל; באזור אחר היה שיעור הלידה נמוך יותר בקרב נשים שגרו באזור עם חיבור לחשמל מאשר בקרב נשים שגרו באזור ללא חיבור לחשמל (שתי הקבוצות לא עשו שימוש באמצעי מניעה).

אזורים כפריים שונים בסין ובהודו עוברים כיום תהליך של חיבור לחשמל. מדובר בהזדמנות אדירה ללמוד מקרוב על אוכלוסיות הנחשפות לראשונה לקרינה אלקטרומגנטית.

אפשר למצוא ראיות לקשר הזה בקרב חיות. בעבר נערכו כמה מחקרים, ומהם עלה שפרות הניבו פחות חלב בסביבה רוויית קרינה אלקטרומגנטית, ושפרות וחזירים סובלים מבעיות פוריות בסביבות אלו.

דייב סטטצ'ר תיעד מקרה נוסף מקרב עובדי בנק מקומי בוויסקונסין. פקידות הבנק סבלו מקשיים בכניסה להיריון או שעברו הפלות טבעיות. בבדיקה שערך מצא רמות גבוהות מאוד של חשמל מזוהם, וסילק אותם באמצעות המסננים. שנה לאחר מכן קיבל שיחת טלפון זועמת ממנהל הבנק, שהתלונן על כך שרבות מעובדותיו יצאו בהריון לידה. אני חושב שהסיבה העיקרית להופעת מרפאות פוריות רבות כל כך היא חשיפה סביבתית מוגברת לשידות אלקטרומגנטיות.

חשיפה למכ"ם וסרטן האשכים

לעתים נדירות כל מה שנדרש כדי לעשות שינוי דרמטי בחייו של עובד מסוים הוא החלטה מתאימה מצד מקבלי ההחלטות. ב-2006 קיבלתי מכתב מתומס מקסקל, בעברו שוטר במשטרה הרכובה המלכותית של קנדה, שהתפתח אצלו סרטן אשכים לאחר שבמשך שנים ענד אקדחי לייזר באזור חלציו. הד"ר רוברט דיוויס, אחד המתמחים שעבדו תחתיו במרכז למניעת מחלות (CDC), כתב אתי דוח מקרה הטוען ששוטרים המחזיקים אקדחי לייזר באזור החלציים סובלים מסיכון מוגבר פי שבעה לחלות בסרטן האשכים. כתבתי מכתב בנדון למחלקה הקנדית לענייני יוצאי צבא ומשטרה, פירטתי את הקשר בין מכ"ם ואקדחי לייזר, וצירפתי עותק של מחקרו של דיוויס.

שנה לאחר מכן שלח לי מר מקסקל דוא"ל ואילו צירף עותק של החלטת המחלקה לענייני יוצאי צבא ומשטרה, המאשרת את טענותיו. חשוב מכך – החלטה זו מהווה תקדים רב-ערכי. לעתים קרובות מדי מנסה מומחה חיצוני לתרום מניסיונו, ונענה בחשד ובעוינות במקום ברצון טוב.

גנרטורים ומנועי מברשות

תשעת הגנרטורים של ה"ג'מבו" של אדיסון סבלו מקשתות חשמליות חוזרות ונשנות ומבלאי מואץ במחלפים (קומוטטורים). פירוש הדבר שחשמל מזוהם נמצא במערכת החשמל מראשית ימיה בארה"ב ובעולם. בניסיון למתן את היווצרות הקשתות הוסיף אדיסון כספית מתכתית למחלפים שהשתמש בהם, במחיר כבד של תחלואה מוגברת בקרב עובדיו. גנרטורים ומנועי מברשות סובלים מאותה בעיה אף כיום. דייב סטטצ'ר ניאות לבקשתי לתעד את צורות הגל של החשמל המזוהם ומדד את רמת הזיהום הנפלט משלושה גנרטורים מסחריים גדולים. כולם פלטו חשמל מזוהם של מעל 200 יחידות G/S וגלי סינוס מזוהמים אף הם.

ב-2011 פרסם *The Lancet* מחקר (Danaei G. et al, 2011) המפרט את שיעורי הימצאות הסוכרת והפלזמה בדם בעת צום (FPG) ב-199 מדינות ואזורים ברחבי העולם. קיים ייצוג מוגבר לאיים, במקומות בעלי הימצאות גבוהה של סוכרת וגלוקוז בדם. שבעה מתוך עשרת המקומות בעלי שיעור ה-FPG הגבוה ביותר בקרב גברים הם איים קטנים, בעוד רק אחד מעשרת המקומות בעלי שיעור ה-FPG הנמוך ביותר הוא אי. ב-2011 פרסמה אותה קבוצה – הקבוצה לשיתוף פעולה בעומס הגלובלי של גורמי סיכון מטבוליים של מחלות כרוניות – ניתוח דומה של מדד מסת גוף (דהיינו, השמנה) (Finucane MM et al, 2011), והתוצאות היו זהות כמעט. אני מאמין שבתור מגפות גלובליות, סוכרת והשמנה נגרמות שתיהן מחשיפה לחשמל מזוהם בגלל היווצרות קשתות חשמליות בגנרטורים, חיוטים באיכות נמוכה ומספקי כוח ממותגים באנטנות סולאריות. איים קטנים הנמצאים ללא אספקה סדירה של דלק מייבאים קרוב לוודאי סולר כדי להניע גנרטורים המחוללים חשמל

מזוהם, שלאחר מכן מוצא את דרכו לבתי התושבים על קווי המתח. מכתבי בנושא לכתב־העת לא אושר לפרסום (ראו באתר).

די קון לי (Li DK 2011, 2012) פרסם שני מאמרים חשובים המצביעים על כך שחשיפה לשדות מגנטיים בתקופת ההיריון מגבירה את הסיכון לקצרת ולהשמנת יתר אצל הילד או אצל הילדה. אם האיים באזור אוקייניה יעברו סינון יסודי לסילוק החשמל המזוהם, ייתכן שיעברו שנות דור עד שנראה את התוצאות.

כמו כן, אני חושב שזיהיתי את האטיולוגיה של ההתאבדויות המרובות, מצוקות פוסט טראומטיות, וכמה מן המחלות שיוצאי מלחמות המפרץ סובלים מהן. כ-85% מהדלק שיובא לאפגניסטן ולעיראק שימש לתדלוק מזגני אוויר בעלות של 20.2 טריליון דולרים כל שנה (דוח משנת 2011). הגנרטורים הניידים ממונעי הדיזל אשר מפעילים את המזגנים פולטים כמויות מרובות של חשמל מזוהם. גם החיווט אינו באיכות גבוהה, כפי שאפשר להסיק מהדיווחים על מספר מוגבר של התחשמלויות של אנשי צבא במדינות אלו. מעניין לציין שאנשי חיל האוויר וחיל הים לא סובלים משיעור התאבדויות מוגבר כפי שנצפה בקרב אנשי צבא היבשה וגדודי הנחתים.

שיעור הימצאות הקצרת הגבוה ביותר שדווח עד כה הוא בטריסטאן דה קונחה, אי קטן באוקיאנוס האטלנטי, ובו קיימים שישה מערכים של גנרטורים ממנועי סולר למטרות הפקת אנרגיה חשמלית.

פרק אחד-עשר: מה לעשות

מאז התפרסם מחקרם של ורטהיימר וליפר ב-1979, התמקדה הספרות המחקרית בתדרי 50 ו-60 Hz. תדרים נמוכים אלו (ELF) נמצאים בחלקו התחתון של הספקטרום האלקטרומגנטי.

החשמל נע במהירות האור, כ-300,000 ק"מ לשנייה. אורך הגל של תדרים שונים נמדד ביחס למהירות האור. למשל, מרחקים אסטרונומיים נמדדים בשנות אור, דהיינו המרחק שעובר האור בשנה אחת. בדומה לכך אפשר לחשב את אורך הגל של זרם החשמל בבתי מגורים בארה"ב כ-300,000 חלקי 60Hz או 5,000. משמעות הדבר שהמרחק בין שני שיאים רצופים של גל סינוס בתדר 60Hz הוא מעל 5,000 ק"מ.

חישוב זה תקף לכל התדרים. ככול שהתדר גבוה יותר, כך מתקצר אורך הגל. לדוגמה, אורך הגל של קרני גאמה הוא טריליונית אינץ' בקירוב. גם האור הנראה הוא חלק מהספקטרום האלקטרומגנטי. הצבעים השונים של האור הנראה שונים גם הם באורך הגל ובתדר: הצבע האדום הוא בעל אורך הגל הארוך ביותר, ובהתאם גם בעל התדר הנמוך ביותר; הצבע הסגול הוא בעל אורך הגל הקצר ביותר, ובהתאם גם בעל התדר הגבוה ביותר. האור האולטרא סגול ידוע כמקור העיקרי של בני האדם לייצור ויטמין די.

שדות אלקטרומגנטיים אוצרים אנרגיה בכמות יחסית לתדר שלהם. התדרים שמעל אולטרא סגול נחשבים תדרים מייננים, מכיוון שיש בהם אנרגיה מספיקה כדי להסיט אלקטרונים ממסלולם, ובכך ליצור יונים. תקני הבטיחות הבלתי מספקים של ארה"ב לניטור קרינת רדיו/ קרינה אלקטרומגנטית מבוססים אך ורק על יכולתו של תדר מסוים ליצור חום ברקמה חיה, כפי שתנור מיקרוגל מחמם את המזון שלנו. התקנים מכירים בחשיבותו הרבה של נתון זה – ככול שהתדר גבוה יותר, כך מצטמצמת החשיפה המותרת.

מחקרי חשיפה מבוקרים בבעלי חיים העלו, ששדות אלקטרומגנטיים בתדר "חלק" של 60Hz משפיעים אך במקצת על רקמות חיות. אך אם התדרים הופכים למאופננים או לקטועים, הם הופכים לפעילים יותר מבחינה ביולוגית.

בבואם ללמד סגוריה על התעשייה אומרים נציגיה, ששדות אלו חלשים מכדי לגרום לתגובות ביולוגיות. בתגובה אני נוהג להפנותם למספרם הגדל והולך של מכשירים רפואיים מבוססי חשמל, כגון מחוללי שדות קטועים בתדר גבוה, המזרזים את איחויים של שברים וסדקים בעצמות. בעצם, כל מכשיר המסוגל להאיץ את חלוקתם והתרבותם של תאים הוא גורם מסרטן פוטנציאלי.

רמות גבוהות של חשמל מזוהם

אני נושא עמי מד G/S ומודד שקעים ככול שמתאפשר לי. המד המסוים שאני נושא עמי מסוגל לקרוא קריאה מרבית של 20,000 יחידות (בניגוד למד הנפוץ, המודד קריאה מרבית של 2,000 יחידות). הרמות הגבוהות ביותר שמדדתי עד כה עלו אפילו על 20,000, בהשוואה לרמה המומלצת של חמישים יחידות בלבד. המפגעים הגרועים ביותר היו חנות לאמצעי תאורה, חדרי מיון ומרפאה אונקולוגית. קריאות גבוהות מאוד נמדדו גם בשדרת חנויות הסמוכה לאנטנה סלולארית, בבית ספר הסמוך לאנטנה סלולארית ובתחנת כיבוי אש הסמוכה לאנטנה סלולארית. בשקע שנמצא בחנות לתיקון אופניים, כעשרה מטרים בלבד מאנטנה סלולארית, נמדדה קריאה של מעל 20,000 יחידות G/S. אירוני הדבר שדווקא אונקולוגים, אחיות ושאר הצוות במרפאה האונקולוגית נתונים לחשיפת יתר במשך שמונה שעות כל יום. עיקר עבודתם – אבחון מחלת סרטן וטיפול בחולי סרטן, אך הם-עצמם חשופים לגורם מסרטן פוטנציאלי רב-עצמה, ועם זאת אפשר לסלקו בקלות רבה כל כך. הודעתי לאנשי הצוות על מה שמצאתי; דבר לא נעשה בנדון.

פתרונות

את רוב המכשירים המייצרים כיום זיהום חשמלי אפשר לתכנן מחדש, ובכך לסלק את הבעיה בעלות נמוכה ביותר. כמו כן, יש להביא בחשבון את רמות החשמל המזוהם כשמתכננים בנייה של בניינים חדשים. מבנים קיימים, כגון בתי ספר, בתי חולים ומתקנים רפואיים אחרים – אותם יש למדוד ולהתקין בהם מסננים כנדרש. מן ההיבט המחקרי – יש לעיין מחדש במחקרי הסרטן רחבי ההיקף שנערכו בקרב מבוגרים וילדים כאחד, לשקלל את קריאות מד ה-G/S היכן שאפשר, ולהסיק מסקנות מחדש. אני סבור שיחסי הסיכון החדשים יהיו גבוהים יותר משהם כעת. כמו כן, יש צורך בדור חדש לחלוטין של מחקרי חשיפה בבעלי חיים, הפעם בדגש בחשמל מזוהם.

מחקרי מקרה-ביקורת עתידיים, בייחוד אלו המתרכזים במלנומה ממאירה ובסרטן בלוטת התריס, צריכים לשקלל כחלק מן המחקר את חשיפת הנבדקים לזרמים ארעיים בתדרים גבוהים. שיעוריהם של שני סוגי סרטן אלו נמצאים בעלייה התלולה ביותר בקרב אוכלוסיות מערביות.

בימיו הראשונים של המחקר המגנטי מימנו חברות החשמל מדידות של שדות מגנטיים בבתי מגורים ובמשרדים בכל המדינה. חברות חשמל רבות עדיין יהיו מוכנות לבוא לבית מגורים או לעסק מסוים אם יתבקשו לערוך מדידות. עלינו לבקש מהן כעת למדוד גם את רמת החשמל המזוהם.

אם החשמל המזוהם יכול להעלות בשיעור ניכר את רמות הסוכר בדם, הרי שהוא גם יכול להפריע לניסיונות לייצב "סוכרת שבירה", המונח הנפוץ לתיאור רמות סוכר בדם שאך בקושי אפשר לייצב. בבית ספר מסוים בוויסקונסין נמצא גם קשר בין זיהום חשמלי ובין קצרת (אסתמה) בקרב ילדים. יש צורך מידי במחקרים קליניים שיבדקו את השפעות החשיפה לזיהום חשמלי על חולי קצרת וסוכרת. יש למדוד כל בית ספר במדינה ולהתקין בו מסננים כנדרש, אך לדאבוני, באקלים כלכלי קשה זה יותר ויותר רשויות מחליטות דווקא להחכיר שטחים עירוניים לטובת הקמת אנטנות סלולאריות נוספות.

יש לאסור את השימוש במיטות שיזוף, שכן הן גורמות להתפתחות מלנומות בקרב משתמשיהן. אינני סבור שרק האור האלטרסגול הוא המסרטן, אלא גם הציוד המפעיל את נורות השיזוף. מדדתי שדות מגנטיים עץמתיים ביותר (מעל 100 mG) על מיטות השיזוף ורמות גבוהות ביותר של זיהום חשמלי בשקעים של מכוני השיזוף.

צמיגים רדיאליים יש לייצר מעתה ואילך בעזרת רכיבים שאינם מתמגנטים. אפשר לתכנן מכונות לאיזון צמיגים כך שלא יאפשרו לצמיגים להתמגנט בעת האיזון הדינמי.

דרך פשוטה אחת לאתר זיהום חשמלי בסביבה שלכם היא להשתמש ברדיו AM נייד מן הסוג הפשוט. כווננו את הרדיו לתחנת "רעש", כלומר, לתדר שבו אין שידור אלא רק רעש לבן. כל מקום בביתכם או במשרד שבו נוצר רעש סטטי מוגבר הוא מקום שבו קיימת רמה גבוהה של זיהום חשמלי או של תדרים גבוהים. הניחו את הרדיו לצד נורת פלורסצנט, וכבו והדליקו תכופות את האור. עמעמים וראוטרים אלחוטיים, מחשבים, מכונות צילום, טלוויזיות ומכשירי פקס מייצרים כולם רמות גבוהות של חשמל מזוהם. ההבדל ברמת הרעש יהיה ברור. אני, למשל, קניתי מנורת הלוגן שכאשר הותקנה בצדו האחד של ביתי, גרמה לרעש סטטי ליד השקעים בצדו האחר של הבית. קליטה של תדר AM כלשהו, אפילו של התחנות העץמתיים ביותר, אינה אפשרית בתוך או בסמוך חטיבת הביניים לה קווינטה או בסמוך לה וגם לא בשדרת החנויות הסמוכה לאנטנה סלולארית באינדיו, קליפורניה.

אפשר לקנות מחברת "סטטצ'ר אלקטריק" ומהמשווק המורשה שלה בארץ (WWW.DOLEVLTD.CO.IL www.stetzerelectric.com), מד מיוחד שמתחבר לכל שקע ביתי ומציג קריאה דיגיטלית של כמות החשמל המזוהם בביתך. יש הנחיות כיצד לפרש את המספרים ואילו רמות נחשבות בטוחות לבני אדם.

יש כמה שיטות לסלק זרמים ארעיים החודרים לביתכם דרך רשת החשמל המקומית או הארצית, דרך מוטות הארקה או דרך הצנרת (זאת בניגוד לזרמים הנוצרים ממכשירי החשמל שבבעלותכם). מוטב

להיוועץ בחשמלאי מוסמך לפני שתנקו פעולות כלשהן בנושא זה. עם זאת, יש לציין שלמרבה הצער קיימים היום בשוק מעט מאוד חשמלאים היודעים לטפל בחשמל מזוהם.

חברות רבות מייצרות ומשווקות מכשירי מדידה איכותיים למדידת חלקים שונים בספקטרום האלקטרומגנטי. חברת "סטטצור אלקטריק" והמשווק המורשה בארץ משווקים מסנן קיבולי שמפחית את רמות החשמל המזוהם בסביבתך, אם כי מומלץ לסלק לגמרי את המכשירים הבעייתיים. אמנם כל סביבה שונה, אבל ניסיוני מראה שהסרת תריסר נורות פלורסצנט מפס תאורה הורידה את קריאת המד לפחות מ-50 G/S, ונזקקתי ללא יותר מתריסר מסננים כדי לנקות את כל ביתי.

פתרונות ארוכי טווח

למרבה הצער אזלו בארה"ב מקורות המימון למחקרים נוספים בתחום השדות האלקטרומגנטיים, זאת בניגוד למתרחש באירופה ובמדינות אחרות. בשל כך איבדנו דור שלם של חוקרים צעירים באוניברסיטאות ובמעבדות ממשלתיות ופרטיות, אשר נדחקו לעסוק בתחומי מחקר אחרים. כספי תעשיית החשמל והסלולר השחיתו את תהליך המחקר וגם את הפוליטיקאים, התקשורת והממשלה כולה. לאחר שהדור שלי יעבור מן העולם, לא יהיה בארה"ב מי שימשיך להניף את הדגל.

לאמתו של דבר, כדי לטפל בבעיה לאשורה ניאלץ כולנו לחשוב כיצד לבנות מחדש את מערכת הפצת החשמל. הצעד הראשון יהיה להפסיק את השימוש בכל צורות התקשורת האלחוטית. אני סבור שבתום תקופת החביון (הזמן שבין ראשית החשיפה ובין מתן האבחון) לגידולים סרטניים במוח, נגלה שאנו עומדים לפני מגפה הרת-אסון של גידולי מוח בגלל שימוש בטלפונים סלולאריים.

למרות יוצאי דופן נדירים מדי, כגון מחקרו של לנארט הארדל באירופה, רוב עבודת המחקר האפידימיולוגית על הקשר בין גידולי מוח ובין טלפונים סלולאריים לוקה בחסר כה רב, עד שהיא אינה ראויה לפרסום. כששיעורי אי-ההשתתפות בקבוצות הביקורת נעים סביב 50%, קשה ביותר לקבל ברצינות את ממצאי המחקרים הללו. אני חושש שכספם של החברות הסלולאריות השחית את החוקרים ואת כתבי העת.

כיום נבנים בתי מגורים ללא חיווט מתאים לטלפונים קוויים. חברות התקשורת הגדולות משקיעות מאמצים רבים כדי לגרום לצרכנים להסתמך אך ורק על תקשורת אלחוטית. הן מתכננות להביא לרוויה של אזורים עירוניים וכפריים במערכות וי-פי (Wi-Fi) ווי-מקס (Wi-Max), וועדת התקשורת הפדרלית (FCC) אף מסייעת לכך במתן המלצות למימון פרטי או ציבורי (דהיינו, של משלם המסים). זאת ועוד, באזורים מסוימים נפרסו קווי תקשורת נתונים (אינטרנט בפס רחב) מעל רשת החשמל (BPL), מנהג שמתפשט במהירות. טכנולוגיה זו גורמת לתדרים גבוהים לכל שקע ושקע המחובר אליה.

רשויות רבות מוציאות אל מחוץ לחוק את השימוש בנורות להט מסורתיות לטובת נורות קומפקטיות חסכוניות ירוקות (CFL), הפולטות גלי רדיו וזרמים ארעיים, ואף מכילות כספית – חומר שרעילותו הוכחה זה מכבר. גם כאן מדובר בטעות קשה. נורות אלו הינן מסוכנות יותר למשתמשים ולסביבה, ונזקן יתברר כגדול יותר מתועלתן בחיסכון באנרגיה. נורות LED הן כנראה החלופה הטובה ביותר לתאורה חסכונית.

יש לתכנן מחדש את מערכת הפצת החשמל כך שיהיה ביכולתה להחזיר את הזרם לתחנת המשנה מבלי להזדקק להארקה. הרשת נבנתה במקור כך שזרם החזור ינוע על קווי מתח. אפשר בהחלט להנדס את הרשת כך שהחשמל המזוהם מראש לא יגיע אל בתינו ומקומות העבודה שלנו.

המגמה הנוכחית לעבור לשימוש במקורות אנרגיה "ירוקים", כגון אנרגיית רוח ואנרגיה סולארית, עלולה להגביר את החשיפה הממוצעת לחשמל מזוהם. תהליך הפקת האנרגיה מסתמך על בקרים וממירים (מהפכים) מחוברי רשת להמרת החשמל שנוצר במכשור לחשמל באיכות רשת, ואפשר להעבירו מרחקים גדולים. אני סבור שמתקנים המייצרים תאי דלק יגרמו לאותה הבעיה: הממירים יוצרים זרמים ארעיים כחלק מהזרם הראשי. בבית שבו מותקנת מערכת של קולטני שמש (מערכת

חשמלית/סולארית) נמדד חשמל מזוהם ברמה של שישים יחידות G/S כאשר המהפך כבוי וברמה של 600 יחידות כאשר הוא דלוק. כל מתקן להפקה סולארית של חשמל שבדקתי, בין מסחרי אובי ביתי, מייצר רמות גבוהות של חשמל מזוהם.

חוות רוח יוצרות שני סיכונים בריאותיים משמעותיים: גלי קול בתדרים נמוכים (אינפרא-סאונד) שנגרם מכנפי הטורבינות, וחשמל מזוהם שפולטים המהפכים המותקנים בהם. הד"ר נינה פיירפונט כתבה ספר בשם "תסמונת טורבינת הרוח", ומגדה חוואס ודיוויד קולינג פרסמו מאמר המתעד את החשמל המזוהם הנפלט מחוות רוח (Havas & Colling, 2011).

בדומה לכך, מכיוון שאנטנות סולאריות ומשדרי רדיו יבשתיים (תדרי AM, FM ותדרי טלוויזיה) פועלים על זרם ישיר, המהפכים והשנאים הממותגים הממירים את זרם החילופין לזרם ישיר קוטעים את הזרם ויוצרים אגב כך חשמל מזוהם. אני בטוח שאפשר לתכנן ולבנות מהפכים שלא יפלטו חשמל מזוהם, אך עד שלא יתקיים לכך הכרח חוקי, איכות החשמל תוקרב לטובת שיקולי רווח.

"מדים חכמים" ליצירת חשבונות חשמל, מים וגז הולכים ונעשים נפוצים באזורי מגורים. מדים אלו פולטים תדרי רדיו חשמל מזוהם. אפשר לשדר לשלוח את המידע הרלוונטי באמצעות קווי טלפון קיימים או באמצעות סיבים אופטיים. תכניות לייצור ולשיווק עתידי של "מכשירים חכמים" אחרים קרוב לוודאי יגבירו אף הן את החשיפה לתדרי רדיו. רוב מכשירי החשמל החדשים מכילים משדרי מיקרוגל המתקשרים ללא הרף עם המד החכם. אני מאמין שהעלייה הנוכחית בשיעורי ההיארעות של מלנומה ממאירה וסרטן בלוטת התריס נגרמת משדות אלו.

מכיוון שרוב החשמל המיוצר כיום נועד להנעת מנועיה של התעשייה (פשוטו כמשמעו), חשוב ביותר לוודא שהם יהיו נקיים ככל האפשר. הולך ומתפשט השימוש במנועי מהירות משתנה, וגם הם מייצרים כמות נכבדה של חשמל מזוהם. גם מנועי קירור רבים לכבשנים עוברים לשימוש במנועי מהירות משתנה במטרה לחסוך בחשמל, ומגבירים אף הם את החשיפה בקרב מפעיליהם.

סיכום

בשנים האחרונות גוברת והולכת החשיפה לקרינת גלי רדיו וזרמים ארעיים בתדרים גבוהים, בייחוד באזורים עירוניים. גורמי החשיפה הנפוצים והמסוכנים ביותר כוללים אנטנות וטלפונים סולאריים, אנטנות קרקעיות, מערכות וי-פי ווי-מקס, אינטרנט בפס רחב מעל רשת החשמל (BPL) וציוד אלקטרוני אישי. כל אלו מרמזים על כך, שבדומה למגפת השדות המגנטיים של המאה העשרים, נפרשת לנגד עינינו מגפת המאה ה-21, ובה שדות אלקטרומגנטיים בתדרים גבוהים גורמים לתחלואה ולתמותה מוגברות. החדשות הטובות הן שבהגנה פשוטה על הסביבה אפשר למנוע רבות ממחלות הקרינה הללו – אך רק בתנאי שהחברה תחליט להשקיע לשם כך את המשאבים הדרושים. ללא שינוי בדעת הקהל אני חושש ש"תחלואי הקדמה" שלנו רק יחמירו וילכו. לעולם אין בכוחו של המדע לגרום לבדו לשינוי מדיניות ציבורית; רק האזרחים, בעיקשותם ובצדקתם, מסוגלים לכך.

הד"ר סמואל מילהאם:

MD, MPH



סמואל מילהאם, רופא מוסמך, למד בבית הספר הציבוריים של אלבני, ניו יורק, וקיבל תואר ראשון B.Sc. מיוניון קולג' בשנקטדי, ניו יורק; את הדוקטורט ברפואה קיבל מבית הספר לרפואה של אלבני ואת תואר המוסמך בבריאות הציבור מאוניברסיטת ג'ונס הופקינס. הוא מומחה מוכר בתחום בריאות הציבור, מחזיק ברישיון לעסוק ברפואה מטעם מדינת וושינגטון, ופרסם עד כה מעל מאה מחקרים לאורך חמישים שנות עבודתו כאפידמיולוג של מחלות כרוניות. יש לו עניין מיוחד בפגמים מולדים, במחלות סביבתיות ותעסוקתיות, בשיטות מחקר סביבתיות ותעסוקתיות ובאפידמיולוגיה של שדות מגנטיים.

השכלה וניסיון

Union College, Schenectady, New York, September 1950–June 1954.

B.S. Sigma Xi, Fuller Chemistry Prize

New York State Medical Scholarship

Albany Medical College, September 1954–June 1958, MD. Alpha Omega Alpha

Intern, U.S. Public Health Hospital, Boston, Massachusetts, July 1958 - July 1959.

U.S. Public Health Service Residency in Public Health Assigned to

Monroe County Health Department, Rochester, New York, July 1959 - August 1960.

Johns Hopkins School of Hygiene and Public Health, September 1960 - June 1961, MPH.

Senior Resident in Epidemiology, Residency Program, New York State Department of Health, June 1961–1962.

Development Consultant New York State Department of Health, 1963-1967.

Assistant Professor, Department of Pediatrics, Albany Medical College, July 1964–1967.

Diplomate, American Board of Preventive Medicine, June 1966.

Associate Professor, University of Hawaii School of Public Health and Medical School, 1967–1968.

Section Head, Epidemiology, Washington State Department of Health, 1968-1986.

Travel Fellowship, IARC 1971.

Travel Fellowship, International Cancer Research Technology Transfer, 1981.

Washington State Public Health Association Annual Award, 1986.

Chronic Disease Epidemiologist, Washington State Department of Health, 1968–1988.

Clinical Associate Professor, University of Washington School of Public Health, 1968.

Section Head, Chronic Disease Epidemiology Section, Washington State Department of Health, 1988–May 1992.

Adjunct Professor, Mount Sinai School of Medicine, 1989.

Robert Carl Strom Foundation Humanitarian Award, 1990.

Member of Bioelectromagnetics Society, 1984.

Self-employed, June 1992.

Elected to Fellowship, Collegium Ramazzini, October 1994.

Ramazzini Award, 1997.

מידע נוסף

למידע נוסף על אודות תחום הקרינה האלקטרומגנטית, אין תחרות לכתב-העת Microwave News. כתב-העת מפרסם גם מדיים מתאימים למדידת קרינה אלקטרומגנטית (www.microwavenews.com).

עבודתה של מגדה חוואס זמינה לכל המעוניין בכתובת <http://www.magdahavas.com>.

המגזין Bioinitiative Report סוקר את התקנים הנוכחיים לחשיפה לקרינת רדיו וולקרינה אלקטרומגנטית: www.bioinitiative.org/report/index.htm.

Catherine Kleiber : <http://www.electricalpollution.com>

Janet Newton, EMR Policy Institute: www.emrpolicy.org

מידע נוסף על אודות "חשמל מזוהם" ומכשירי מדידה, מסננים ואביזרים נוספים תוכלו למצוא בחברת "סטטצר אלקטריק" (<http://www.stetzerelectric.com>) ונציגיה בישראל ובאירופה חברת דולב סביבה נקייה בע"מ www.dolev ltd.co.il

ברשת האמריקנית Radio Shack נמכר רדיו AM/FM נייד, מודל מס' 12-586 (מחירו \$15 בלבד), שהוא למעשה גלאי רגיש מאוד של זיהום חשמלי בטווח רחב של תדרי AM.

להלך כמה ספרים מומלצים להדיוטות.

Becker, Robert O. and G. Selden. The Body Electric: Electromagnetism and the Foundation of Life. New York, NY. William Morrow and Company, 1985

Brodeur, Paul. The Great Powerline Coverup: How the Utilities and the Government Are Trying to Hide the Cancer Hazards Posed by Electromagnetic Fields. New York, NY. Little, Brown and Company, 1993

Havas, Magda and Camilla Reese. Public Health SOS: The Shadow Side of The Wireless Revolution. Wide Angle Health, 2009

Levitt, B. Blake. Electromagnetic Fields: A Consumer's Guide to the Issues and How to Protect Ourselves. New York, NY: Harcourt Brace, 1996. (Also available in an iUniverse edition, 2007)

Sugarman, Ellen. Warning, the Electricity Around You May Be Hazardous For Your Health.
.New York, NY. Simon and Schuster, 1992

אפשר למצוא תקצירים של רוב המאמרים שפרסמתי באינטרנט, באתר הספרייה הלאומית לרפואה.
הריצו בגוגל והקלידו Milham S בשדה החיפוש.

תוכלו גם לקבל עותקים אלקטרוניים של פרסומי האחרונים ואת קורות החיים המלאים שלי בכתובת
המייל שלי smilham@dc.rr.com או באתר שלי בכתובת: www.sammilham.com.

הפניות ומקורות

Armstrong, B., G. Th eriault, Guenel, J. Deadman, M. Goldberg, and P. Heroux. 1994.
"Association between exposure to pulsed electromagnetic fields and cancer in electric utility
workers in Quebec and France." American Journal of Epidemiology 140, no. 9 (Nov.1,
1994):805–20.

Ausubel, J.H. and C. Marchetti. "Elektron: Electrical Systems in Retrospect and Prospect."
Daedalus 125, no 3 (1996):139–169.

Buchner K., Eger H. (2011). "Changes of Clinically Important Neurotransmitters under the Infl
uence of Modulated RF Fields—A Longterm Study under Real-life Conditions". Umwelt-
Medizin-Gesellschaft 24(1): 44-57. Original in German.

Chadna, S.L., N. Gopinath, and S. Sheckhawat. "Urban-rural differences in the prevalence of
coronary heart disease and its risk factors." Bulletin of the World Health Organization 75, no.
1 (1997): 31-38.

Court-Brown, W.M. and R. Doll. "Leukemia in childhood and young adult life: Trends in
mortality in relation to aetiology." British Medical Journal 26, (1961): 981–988.

Danaei G, Finucane MM, Lu Y et al. 2011. "National, regional, and global trends in fasting
plasma glucose and diabetes prevalence since 1980: systematic analysis of health
examination surveys and epidemiologic studies with 370 countries and 2.7 million
participants". Lancet; 378: 31-40.

Davis, R.L. and S. Milham. "Altered immune status in aluminum reduction plant workers."
American Journal of Industrial Medicine 18, (1990): 79-85.

Eskander E.F., Estefan S.F., Abd-Rabou A.A. (2011). "How does long term exposure to base
stations and mobile phones affect human hormone profiles". Clinical Biochemistry, In press.

Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ et al. (2011) National, regional, and global trends in
body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and
epidemiological studies with 960 country-years and 9•1 million participants. Lancet. 377:
557-67.

Gittlesohn, A. and S. Milham. "The declining incidence of central nervous system anomalies
in New York State." British Journal of Preventative & Social Medicine 16, no. 3 (1962): 153—
58.

Gittlesohn, A. and S. Milham. "Observations on twinning in New York State." *British Journal of Preventative & Social Medicine* 19, no. 1 (1965): 8–17.

Havas, M. and Colling, D.(2011) "Wind turbines make waves: Why some residents near wind turbines become ill". *Bulletin of Science Technology and Society* XX (X) 1-13.

Li, DK, Chen H, Odouli R. "Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in off spring." *Arch. Pediatr Adolesc. Med.* 2011; 165, 945-950.

Li, DK, Ferber, J, Odouli R et al. Prospective Study of In-utero Exposure to Magnetic Fields and the Risk of Childhood Obesity. *Scientific Reports* 2012 July doi:10.1038/srep00540.

Milham, S. "Increased incidence of of anencephalus and spina bifida in siblings of affected cases." *Science* 138, no. 3540 (1962): 593–94.

Milham, S. "Leukemia clusters." *Lancet* 2 (1963):1122.

Milham, S. "Pituitary gonadotrophin and dizygotic twinning." *Lancet* 2 (1964): 566.

Milham, S. "Leukemia in husbands and wives." *Science* 148, no. 3666 (1965): 98-100.

Milham, S. and J. Hesser. "Hodgkin's disease in woodworkers." *Lancet* 2, no. 7507 (1967):136–37.

Milham, S. and W. Elledge. "Maternal Methimazole and congenital defects in children." *Teratology* 5, (1972): 125.

Milham, S. "A study of the mortality experience of the AFL-CIO United Brotherhood of Carpenters and Joiners of America." 1969-1970. DHEW Publication No. (NIOSH), 74–129.

Milham, S. "Occupational mortality in Washington State." 1950-1971. DHEW Publication No. (NIOSH) 76–175 A.

Milham, S. "Studies of morbidity near a copper smelter." *Env. Health Perspectives*. Vol. 19 (1977): 131–132.

Milham, S. "Cancer in aluminum reduction plant workers." *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 7, (1979):475–480.

Milham, S. "Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields." *New England Journal of Medicine* 307, no. 4 (1982): 249 .

Milham, S. "Increased mortality in amateur radio operators due to lymphatic and hematopoeitic malignancies." *American Journal of Epidemiology* 127, no. 1 (1988):50–54.

Milham, S. "Mortality by license class in amateur radio operators." *American Journal of Epidemiology* 128, no. 5 (1988): 1175–1176.

Milham, S. "Increased cancer incidence in office workers exposed too strong magnetic fields." *American Journal of Industrial Medicine* 30 (1996): 702-704.

- Milham, S., J. Hatfield, and R. Tell. "Magnetic fields from steel-belted radial tires: implications for epidemiologic studies." *Bioelectromagnetics* 20 (1999): 440-445.
- Milham, S. and E.M. Ossiander. "Historical evidence that residential electrification caused the emergence of the childhood leukemia peak." *Medical Hypotheses* 56, no. 3 (2001): 290–295.
- Milham, S., and E.M. Ossiander. "Electric typewriter exposure and increased female breast cancer mortality in typists." *Medical Hypotheses* 62, no 2 (2007): 450–451.
- Milham, S., and E.M. Ossiander. "Low proportion of male births and low birth weight of sons of flour mill worker fathers." *American Journal of Industrial Medicine* 51, no. 2 (Feb 2008):157–158.
- Milham, S. and L.L. Morgan. "A new electromagnetic exposure metric: high frequency voltage transients associated with increased cancer incidence in teachers in a California school." *American Journal of Industrial Medicine* 51 (2008): 579–586.
- Milham, S. "Most cancer in firefighters is due to radio-frequency radiation exposure not inhaled carcinogens." *Medical Hypotheses* 73 (2009): 788-789.
- Milham, S. "Historical evidence that electrification caused the 20th century epidemic of disease of civilization." *Medical Hypotheses* 74, no. 2 (2010): 337-345.
- Milham, S. "Amyotrophic lateral sclerosis (Lou Gehrig's disease) is caused by electric currents applied to or induced in the body: it is an iatrogenic disease of athletes caused by use of electrotherapy devices." *Medical Hypotheses* 74 (2010): 1086–7.
- Milham, S. "Evidence that Dirty Electricity is Causing the World-Wide Epidemics of Obesity and Diabetes". *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2012 in Press.
- Milham, S. "Hypothesis: The reversal of the relation between economic growth and health progress in Sweden in the 19th and 20th centuries was caused by electrification." *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2012 in Press.
- Milham, S. and Stetzer, D. "Dirty Electricity, Chronic Stress, Neurotransmitters and Disease". *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2012 in Press.
- Reynolds, P., E.P. Elkin, M.E. Layefsky, and J.M. Lee. "Cancer in California school employees." *American Journal of Industrial Medicine* 36 (1999), 271-278.
- Ruff, M.E. "Attention deficit disorder and stimulant use: an epidemic of modernity." *Clin Pediatr (Phila)*. 2005 Sep;44(7):557-63.
- Szmiegelski, S. "Cancer morbidity in subjects occupationally exposed to high frequency (radio frequency and microwave) electromagnetic radiation." *Science of the Total Environment* 180, no. 1 (Feb 2, 1996): 9-17 .

Tapia Granados, J.A., Ionides, E.L., (2008). "The reversal of the relation between economic growth and health progress: Sweden in the 19th and 20th centuries". *Journal of Health Economics* 27,544-563.

Westman, J.A., A.K. Ferketich, R.M. Kauffman, et al. "Low cancer incidence rates in Ohio Amish." *Cancer Causes and Control* 1 (2010): 69-75.