

2009

בריאות וסביבה



www.ehf.org.il

עלון הקרן לבריאות וסביבה

ברכות

פרופ' אילן חת

חזון ומטרות

ד"ר רות אסטרין

אפידמיולוגיה סביבתית

מאיה שדה

ניטור בשירות הציבור

תמר ברמן

הערכת חשיפה למזהמי אוויר

ד"ר אילן לוי

סביבה לא פוריה

ד"ר נילס סקאקבק

לוקחים ללב

ד"ר תמר מואיז

גורמים סביבתיים וסרטן

מסמך מתורגם של הנציבות האירופית

PVC זה בדם שלנו

ד"ר עמר שגיא

מחכים לחקיקה

עו"ד רעות שניר

פעולות הקרן לבריאות וסביבה

הקרן לבריאות וסביבה (ע"ר)
רחוב רבקה 11, ירושלים 93461
טלפון: 02-6738478
פקס: 02-6749780



ברכות

חזון ומטרות

הקרן לבריאות וסביבה נוסדה מתוך שאיפה לשיפור בריאות הציבור בישראל באמצעות הפחתת הזיהום הסביבתי. בעשורים האחרונים החלו מדענים להבין את הקשר בין זיהום סביבתי לבריאות האדם. מתרבים הנתונים המצביעים על החשיפה לסוגים מסוימים של זיהומים סביבתיים ומתרבות ההוכחות לכך שזיהומים אלה הם האחראים העיקריים לעלייה בשכיחות מחלות כרוניות - מחלות של הלב וכלי הדם, בעיות נשימה ובעיות של פוריות.

אלה החדשות הרעות. החדשות הטובות הן שהבנה טובה יותר של השפעות הזיהום הסביבתי על בריאות הציבור מאפשרת התערבות ממוקדת וצמצום החשיפה. בכמה מקרים הובילו התערבויות כאלה לשיפור בריאות הציבור.

הקרן לבריאות וסביבה פועלת למסד ולעצב את תחום בריאות וסביבה בישראל וליצור שיתוף פעולה בין הגורמים הפעילים בתחום. משאבי הקרן מופנים למענקים למחקרים היוצרים קשר בין מדעני הסביבה לאפידמיולוגים, מלגות להכשרת מדענים צעירים עם חוקרים מובילים מרחבי העולם, לקורסים קצרים המיועדים ללמד שיטות וטכניקות חדשות, ולכנסים עבור אנשי מקצוע ועבור הציבור הרחב. בדרך זו אנו מערבים ומשלבים חוקרים, אקדמאים, קובעי מדיניות, אנשי מקצוע ואת הציבור הרחב בכל ההיבטים של בריאות וסביבה.

למרות ההבנה האינטואיטיבית שחשיפה לצורות השונות של זיהום מכימיקלים, באוויר שאנו נושמים, במים שאנו שותים ובאוכל שאנו אוכלים, משפיעה על בריאותנו, עדיין ניצב לפנינו האתגר ליצור שותפויות אמת - בין חוקרי סביבה וחוקרי בריאות, בין קובעי מדיניות במשרדי ממשלה רבים ובין קרנות וארגונים הפונים לקהלי יעד מגוונים. העמידה באתגרים אלו היא משימתה של הקרן לבריאות וסביבה.

ד"ר רות אסטריין,

מנכ"ל הקרן לבריאות וסביבה

אותם מזהמים על בני אדם שונים. חשוב לזכור כי יש הבדל גם בין עצם הימצאותם של גורמי זיהום בסביבה לבין חשיפת האדם אליהם.

כדי לבסס קשר סטטיסטי מובהק בין גורם זיהום למחלה יש צורך במדגם (מספר נחקרים) גדול מאוד. ואולם גם קשר סטטיסטי, מובהק ככל שיהיה, אינו מספיק לביסוס קשר סיבתי בין מזהם למחלה; יש צורך לחבר את האפידמיולוגיה הסביבתית עם הביולוגיה ולבדוק את ההיגיון הביולוגי מאחורי הקשר הסטטיסטי הנצפה.

כאשר האפידמיולוגיה הסביבתית מצליחה להראות קשר בין גורם למחלה, היא משמשת כלי מחקרי רב עוצמה בהשפעתה על מדיניות ועל הבריאות, שכן רוב האוכלוסייה נחשפת היום לזיהום סביבתי.

מחקר ברמת האוכלוסייה

במשך שנים רבות טענו שחשיפה מתמשכת לרמות נמוכות של זיהום אינה משפיעה על הבריאות, ושיש רמה בטוחה של חשיפה למהמים הנפלטים מכלי רכב, ממפעלים וממוצרים כגון חומרי הדברה ופלסטיק. חוקרי האפידמיולוגיה הסביבתית, מדע העוסק בחקר המחלות ברמת האוכלוסייה, סתרו טענה זו בעדויות מדעיות.

מדע האפידמיולוגיה חוקר את תפוצתן של מחלות ודרכי הפצתן ומנסה לפתח שיטות למניעתן - ברמת האוכלוסייה (ולא ברמה המולקולרית, התאית או הפיזיולוגית). אפידמיולוגיה סביבתית היא ענף במחקר האפידמיולוגי המתמחה במחקר הקשר בין זיהום סביבתי (או תנאי מחייה) לבין מחלות כרוניות ומחלות לא־מידבקות.

מדע האפידמיולוגיה הסביבתית נדרש להתמודד עם אתגרים מורכבים. האדם נחשף בסביבתו למגוון של מזהמים, ולכן יש קושי ניכר לבסס קשר בין מזהם ספציפי למחלה ספציפית. בני אדם הם יצורים מורכבים בפני עצמם, וההבדלים בגיל, במין ובמטען הגנטי יוצרים הבדלים בהשפעות של

עורכת: מאיה שדה

עריכה לשונית: ורדה בן יוסף

עריכה: יניב רשף

הפקה: חותם - חוויה תרבות מקום

מאיה שדה, **MSc**,

פיתוח תוכניות, הקרן לבריאות וסביבה



ניטור בשירות הציבור

לא הריכוז לבדו

בציבור הרחב רווחת ההנחה שהריכוז של המזהם בסביבה הוא שקובע את מידת החשיפה של האדם למזהם זה. ואולם לעתים התכונות הטוקסיקולוגיות של המזהם (דרכי החדירה לגוף, למשל) או התכונות הפיזיולוגיות וההתנהגותיות של האדם חשובות יותר.

שני אנשים החיים באותו מרחק ובאותו כיוון מאותו מפעל מזהם, ייתכן כי יחשפו לריכוזים שונים של המזהם - בשל הבדלים פיזיולוגיים ביניהם (ובכלל זה הבדלים גנטיים) ובשל הבדלים בהרגלי חייהם. אישה הרה תהיה חשופה יותר למזהמי אוויר מכיוון שקצב נשימתה מוגבר. ילדים חשופים יותר לחומרי הדברה משום שהם באים במגע עם דשא, זוחלים על הרצפה, צורכים יותר אוכל יחסית למשקלם ונוטים לשים בפה חפצים שונים ואת ידיהם. לכן אי אפשר להעריך את חשיפת האדם למזהם סביבתי רק על סמך נתונים סביבתיים.

ניטור ביולוגי - איך עושים זאת?

בעשרים השנים האחרונות פותחו שיטות אנליטיות מתקדמות המאפשרות מדידה וכימות של מזהמים סביבתיים בגוף האדם עצמו. שיטות אלו גרמו מהפכה באפידמיולוגיה ובטוקסיקולוגיה הסביבתית. הניטור הביולוגי מודד רמות של כימיקל (או לחלופין של תוצרי פירוק או ריאקציה) בדם, בשתן, בחלב, ברוק או ברקמת האדם.

שימוש חשוב של הניטור הביולוגי הוא במחקרים אפידמיולוגיים להוכחת קשר בין מזהם סביבתי לאפקט בריאותי. לפני עידן הניטור הביולוגי השתמשו החוקרים בנתונים מתוך שאלונים, במידע גאוגרפי ובניטור סביבתי כדי להעריך את רמות החשיפה של האדם למזהמים. הניטור הביולוגי מאפשר מדידה ישירה של רמת החשיפה בגוף האדם.

עוד שימוש בניטור הביולוגי נעשה בשילוב עם שאלונים או ניטור סביבתי, כדי לבחון את הקשר בין ריכוזי המזהם בגוף לבין מקורות החשיפה (מזון ספציפי, הרגלי חיים ועוד).

הניטור הביולוגי יכול גם לאמוד את השפעתה של מדיניות סביבתית. לדוגמה, אפשר להיווכח באמצעותו שמדיניות של הפחתת כמות העופרת

כלי חיוני לבחינת הקשר בין בריאות לסביבה

בדלק אכן השפיעה על רמת החשיפה בציבור (ריכוז העופרת בדם). הניטור יכול גם לזהות לאיזה מן המזהמים האוכלוסייה נחשפת יותר ולסייע בקביעת עדיפויות במחקר.

מדידה ופענוח

עם זאת, יש בניטור הביולוגי כמה בעיות טכניות. חומרים עם מחצית זמן ביולוגי קצר זקוקים לבדיקות חוזרות כדי לאמוד חשיפה ארוכת טווח - פתרון יקר ולא פשוט מבחינה טכנית. לעומת זאת, בחומרים עם מחצית זמן ביולוגי ארוך, לא ידוע אם הרמות הנמדדות בגוף נובעות מחשיפה שוטפת או מחשיפה בעבר.

בעשרים השנים האחרונות פותחו שיטות המאפשרות מדידה וכימות של מזהמים סביבתיים בגוף האדם עצמו. שיטות אלו גרמו מהפכה באפידמיולוגיה ובטוקסיקולוגיה הסביבתית.

ואולם החיסרון המרכזי של הניטור הביולוגי נוגע לפער בין הדיוק במדידה לבין מיעוט המידע הבריאותי המופק ממנה. דוגמה קלאסית לפער הזה קשורה לפתאלטים, חומרים כימיים החשודים שהם משבשים הורמונים.

פתאלטים נמצאים במגוון רחב של מוצרי צריכה: קוסמטיקה, בושם, מוצרי בנייה, אריוות מזון, תרופות, ציוד רפואי, צעצועים ומוצרים לטיפול בילדים. כמעט כל האוכלוסייה נחשפת לפתאלטים, אבל רק מחקרים מעטים בדקו את השפעותיהם על בריאות האדם. פתאלטים (ועוד מזהמים רבים) נמצאו גם בחלב אם באוכלוסיות שונות. זהו נושא רגיש מבחינה ציבורית, ועם זאת המשמעות הבריאותית של החשיפה בקרב התינוקות אינה ידועה.

מאחר שהמשמעות הרפואית לא תמיד ידועה, האם אפשר לומר למשל שרמות ממוצעות באוכלוסייה

אין בהן סיכון? האם רמות גבוהות מאוד אכן מסוכנות? הקושי נוגע גם בשדה האתי: האם כדאי למסור נתונים של חשיפה אף שהמשמעות הרפואית-בריאותית אינה ברורה?

להגיע למקור

כאמור, חשיבותו העיקרית של הניטור הביולוגי היא ביכולתו לזהות חשיפה בגוף עצמו, אך בכך אין די. מחקר פיילוט בקרב נשים הרות באזור ירושלים מצא בשתן שלהן תוצרי פירוק של חומרי הדברה זרחניים-אורגניים בריכוזים גבוהים יחסית. הממצא מעיד על חשיפתן של הנשים לחומרים אלו, אבל אי אפשר להסיק ממנו כיצד נחשפו לחומרים.

נראה ששילוב של ניטור ביולוגי, מחקרים על השפעות מזהמים בגוף ושיטות לניטור מזהמים בסביבה עשוי לתרום לאיתור מדויק של זיהום, בגוף ובסביבה - ולמצואת דרכים מתאימות להתמודדות עמו. משרד הבריאות עומד לפני תחילת מחקר לאומי במימון הקרן לבריאות וסביבה, מחקר שישתמש בניטור הביולוגי כדי לאמוד את חשיפת האוכלוסייה בישראל למזהמים שונים. במסגרת המחקר ייאספו מהמשתתפים דגימות שתן וכן נתונים על תזונה, על חשיפה סביבתית ועל שימוש במוצרי צריכה שונים.

תמר ברמן, MSc.

טוקסיקולוגית ראשית לבריאות הסביבה, משרד הבריאות

הערכת חשיפה למזהמי אוויר

לזיהום אוויר השפעות רבות על בריאות הציבור ועל הסביבה. חשיפה למזהמי אוויר, הן אקוטית (חשיפה לריכוזים גבוהים בפרק זמן קצר, למשל נשימת גזים רעילים בזמן שריפה) והן כרונית (חשיפה לריכוזים נמוכים למשך תקופה ארוכה, למשל בשל מגורים בקרבת כביש), קשורה להחמרה במצב הבריאות של האוכלוסייה.

השפעת הזיהום על בריאות האדם היא תוצאה של שרשרת אירועים הכוללת פליטה של המזהם לסביבה, פיזורו, הסעתו והמרתו באטמוספרה, ולבסוף - ספיגתו בגוף. אופי התהליכים הללו שונה במזהמים שונים וצריך להעריך אותם עבור כל מזהם בסקאלות של זמן (שעות, ימים, חודשים ואף שנים) ושל מרחב (גלובלי, אזורי, עירוני, שכונתי ועד ההרחב היחיד).

מטרתה של הערכת החשיפה - לקבל אומדן כמותי של זיהום האוויר שהאוכלוסייה נחשפת לו, להעריך את הסיכון ולהעריך את הפוטנציאל של הפחתת החשיפה שמציעה כל אחת מהגישות להפחתת רמת הזיהום.

הערכת ריכוזי המזהמים

הערכת רמות המזהמים בסביבה בדרך המדויקת ביותר (המאפשרת גם מעקב פרטני) מתבססת על מדידות ישירות של מזהמים באמצעות גלאים הנישאים על גוף הנבדק ועל תיעוד פעילותם של הנבדקים במשך כמה יממות. חסרונה העיקרי של שיטה זו בעלותה הגבוהה, עלות המגבילה את האפשרות להשתמש בשיטה עם נבדקים רבים.

לכן פותחו שיטות להערכה של רמות הזיהום באוויר החופשי בסקאלות של זמן ומרחב. השיטות מתבססות על נתונים מרחביים ולא אישיים. נתאר כאן ארבע שיטות להערכת הפריסה המרחבית של מזהמי אוויר סמוך לקרקע בסביבה עירונית. כל אחת מהשיטות מספקת מידע חיוני, אך לכל אחת מהן גם חסרונות. לעתים קרובות יש צורך לשלב בין כמה שיטות על פי צורכי המחקר.

מדידה ישירה באמצעות תחנות ניטור
המקור האמין והמדויק ביותר למדידת ריכוזי מזהמים הוא תחנות ניטור. אלה מודדות ברציפות

את רמות הזיהום של מגוון מזהמים סמוך לקרקע ומאפשרות לבחון את השינויים בזמן, בטווחים של שעות, ימים, חודשים ושנים, וכן את השינויים במרחב באזורים שונים. בשל המספר הקטן יחסית של תחנות ניטור והיותן של המדידות נקודתיות, מחשבים את הפריסה המרחבית של מזהמי אוויר באמצעות ניתוחים מתמטיים. חישובים אלו מניבים ייצוג של זיהום האוויר בכל אזור רשת של תחנות הניטור, אולם הם אינם משקפים את השונות הרבה בריכוזי המזהמים ברמת השכונה והרחוב.

הערכת החשיפה היא טכניקה המאפשרת לאמוד את כמות זיהום האוויר שהאוכלוסייה נחשפת לו. השיטה מאפשרת להעריך סיכון בזיהום מסוים ולבחור במדיניות אפקטיבית להפחתת הסיכון.

מודלים לאיכות אוויר

אלה הם מודלים נומריים המסתמכים על נתוני פליטת מזהמים ועל נתונים מטאורולוגיים. מודלים אלו מסוגלים לחזות את רמות המזהמים בסקאלות משתנות (מהסקאלה הגלובלית, האזורית והעירונית ועד הסקאלה הקטנה של שכונה יחידה), והם מכסים בכך מרחב גדול יותר מרשת תחנות הניטור. יתרונם של מודלים אלו הוא יכולתם לבחון כמה תרחישים אפשריים ולהשוות ביניהם מבחינה כמותית. למשל, אפשר לבחון באמצעותם את ההשלכות של מעבר בין כמה סוגי דלק בתחנת כוח או את ההשפעה של הקמת מפעל על רמות המזהמים בסביבה.

מודלים של רגרסיה לשימושי קרקע

מודלים אלו מנסים לחזות את ריכוזי המזהמים על סמך מידע גאוגרפי של הסביבה: אופי התחבורה והיקפה, מיקום גאוגרפי, צפיפות אוכלוסייה וכיוצא באלה. יתרונם הגדול של מודלים

מי נפגעים יותר - המתגוררים ליד תחנת כוח או ליד כביש סואן? מדע חדש ומתפתח עוסק באופן שבו הזיהום מגיע אל גופנו

אלו הוא ברזולוציה המרחבית העדינה שעשויה להגיע למטרים אחדים, רוולוציה המאפשרת לגלות השפעות בריאותיות שבדרך אחרת היו נעלמות מהעין.

חישה מרחוק באמצעות לוויינים

במהלך העשור האחרון חלה התקדמות טכנולוגית בשימוש בלוויינים לבחינת ריכוזי גזים באטמוספרה התחתונה. התקדמות זו מאפשרת לנו, זו הפעם הראשונה, לקבל תמונה רחבת היקף ובעלת רצף גאוגרפי - גם מעל אזורים דלי אוכלוסין שאין בהם ניטור רציף של מזהמים, למשל בין אזורים עירוניים או מעל הים. חסרונותיה של השיטה הם ההרולוציה הגסה במרחב של הנתונים והמגוון המצומצם של הגזים שהיא מודדת, אם כי בשני פרמטרים אלו ניכרת מגמה של שיפור מתמיד בשנים האחרונות.

מריכוזים לחשופה

הערכת ריכוזי המזהמים בסביבה היא רק השלב הראשון בדרך להערכת הסיכון הבריאותי. בשלב השני יש להעריך את החשיפה המצטברת במקומות השונים שהאדם מבלה בהם (כגון הבית, הרחוב, המשרד, בית הספר, כלי הרכב) על פי רמות הזיהום ומשך שהייה בכל מקום.

בתוך מבנים הערכת רמות זיהום האוויר מורכבת, מכיוון שהמקורות (מלבד אוויר החוץ) רבים ומגוונים (חומרי ניקוי, חומרי בנייה, רהיטים, מערכות חימום או קירור), והשונות ממבנה למבנה רבה. גם בזמן נסיעה בתוך כלי רכב יש שונות רבה בריכוזי המזהמים בהתאם לתנאי הנסיעה, למשל נסיעה בחלונות פתוחים או סגורים, עם סחרור האוויר בתוך כלי הרכב או בהכנסת אוויר מבחוץ. לבסוף, לאחר הערכת החשיפה, יש להעריך את הסיכון הבריאותי הכרוך בחשיפה זו ולחתור למצוא מענה לשאלה, איזו מדיניות להפחתת מזהמים תביא להפחתה הרבה ביותר בחשיפה, ועקב כך להקטנת הסיכון לבריאות האדם.

ד"ר אילן לוי

Air Quality Research Division

Environment Canada, Toronto, Canada

סביבה לא פוריה



ד"ר נילס סקאקב

בסביבה שלנו חלו במאה האחרונה שינויים דרמטיים. במשך עשרות שנים נחשף גופנו לעשרות אלפי חומרים שלא היו כאן באלפי שנות הקיום האנושי קודם לכן. לא רק גופנו נדרש להגיב לחומרים בדרכים שונות - גם מחשבתנו נדרשה להבין את השינוי. השינוי בסביבה הוביל להולדתו של תחום מחקר חדש המחבר בין סוגי מידע שונים ושובר את תחומי הדיסיפלינות הישנות, כדי לנסות להתגבר על השאלה החמקמקה: מהן ההשפעות של השינויים בסביבה על בריאותנו בטווח הארוך? מי שנענה לאתגר והיה לאחד החלוצים בחקר ההשפעה של גורמים סביבתיים על גופנו הוא אורח הכנס לבריאות וסביבה, ד"ר נילס סקאקב - בן 73, אנדוקרינולוג ילדים, אנדרולוג וחוקר בכיר במחלקה לפוריות וגדילה בבית החולים האוניברסיטאי בקופנהגן. במהלך שנות עבודתו היה סקאקב ער לפרטים נטולי קשר, לכאורה, קישר בין ממצאים מן המעבדה והקליניקה ואימץ צורת הסתכלות שאפשרה לו להבין את התמונה הכוללת. התמונה שצייר מראה שעשרות אלפי הכימיקלים שאליהם נחשף גופנו בעשורים האחרונים הם מהגורמים לעלייה בבעיות הפוריות בדורנו, ושיתכן כי השפעתם על הדור הבא תהיה גדולה עוד יותר.

מה היה הרגע שבו הבנת שיש קשר בין בעיות פוריות לגורמים סביבתיים ושאתה מעוניין לחקור את הקשר הזה?
ההתחלה הייתה מקרית. במסגרת עבודת הסיום שלי בלימודי הרפואה ערכתי מחקר בתחום הפוריות. במהלך המחקר היה עליי ליטול ביופסיות מגברים עם בעיות פוריות. שלא כצפוי, ברבות מן הביופסיות נמצאו תאים טרום סרטניים באשכי הגברים. בתחילה לא הבנתי מה משמעות הדבר. אחר כך הבנתי שגיליתי כאן משהו חדש. הרגשתי כמו קולומבוס: כמוהו יצאתי לדרך כדי להגיע למקום אחד, אבל הגעתי למקום אחר לגמרי.

איך המשכת משם?

תחילה הייתי צריך להוכיח שאכן מדובר בתאים טרום סרטניים, דבר שלא היה ידוע עד אז והתקבל

ד"ר נילס סקאקב, הוא מהמדענים הראשונים שקישרו בין נסיגה בפוריות הגברית לעלייה בזיהום הסביבתי

בספקנות בקהילה המדעית. בד בבד המשכתי להוכיח ששתי הבעיות אכן קשורות. למשל, מצאתי שגברים שחלו בסרטן האשכים היו פחות פוריים עוד קודם לסרטן.

במהלך מחקרו הבחין ד"ר סקאקב בעלייה בעוד תופעות הקשורות בפוריות הגבר, בהן בעיות מולדות כגון היפוספאדיאס ואשכים טמירים. העלייה המקבילה בכל התופעות האלה העלתה אצלו את החשד שאולי מדובר בתסמונת אחת, שאלה סימפטומים שונים שלה. ואכן, כמה שנים אחר כך פרסם סקאקב מאמר שהציג את הקונספט של TDS - Testicular Dysgenesis Syndrome תסמונת שיכולה להתבטא בבעיות שונות באברי הריבייה הזכריים.

מה משתמע מן התפיסה הרואה בכל הבעיות הקשורות לפוריות הגבר תסמונת של TDS?

ראשית, ברצוני לסייג ולומר שלא כל מופע של סרטן האשכים הוא אכן סימפטום של TDS. עם זאת, ההסתכלות על כל הבעיות האלה כעל תסמונת אחת מראה, קודם כול, עד כמה דרמטית היא העלייה בבעיות הפוריות של הגבר, נתון שעלולים להקל ראש בחומרתו אם בוחנים כל בעיה לחוד. ההסתכלות על כל הבעיות כעל סימפטומים של אותה תסמונת הצביעה גם על כך שבמקרים רבים סרטן האשכים ובעיות פוריות נובעים משיבוש שחל בזמן התפתחות העובר, בדיוק כמו היפוספאדיאס ואשכים טמירים. צירוף העובדות האלה גרם לי לחשוד שאימהות הרות נחשפות היום להורמונים שמשבשים את התפתחות אברי המין של עובריהן, ושוו הסיבה שאנו צופים בעלייה כזאת של כל אחת מן הבעיות הללו. ואכן זו הייתה המסקנה שהגעתי אליה בסוף שנות השמונים. המסקנה הזאת קיבלה חיזוק דרמטי במפגש שהיה לי עם האנדוקרינולוג האמריקני ג'ון מקלהאן בכנס של ה- WHO - World Health Organization שארגנתי בקופנהגן בשנת 90'.

מדוע הרגשת שהמפגש עם מקלהאן "הקפיץ" אותך בהבנת הנושא?

כפי שאמרת, פגשתי את מקלהאן בכנס של ה-WHO. עמדתי להציג בכנס את התזה שאי־פוריות וסרטן האשכים הם תוצאה של שיבוש שהתחולל כבר בשלב העוברי. נראה שמקלהאן הציג את "החתיכה החסרה" בפזל כשהרצה על "תזת האסטרוגן" האומרת שיש כימיקלים, כגון DDT ודיאוקסינים, שהשפעתם על הגוף דומה לזו של הורמוני המין. הגילוי שלו הבהיר לי שהכיוון שאני הולך בו הוא הכיוון הנכון והשלים את התמונה. הכול נראה ברור יותר: יש בסביבתנו מאות כימיקלים שפעולתם על הגוף דומה לזו של הורמוני המין; השפעתם של הכימיקלים האלה על אנשים בוגרים אולי אינה דרמטית, אבל כשעוברים נחשפים אליהם הם גורמים לשיבוש בהתפתחות אברי הריבייה שלהם. נראה שהכימיקלים האלה הם האחראים לעלייה בסרטן, בבעיות פוריות ובמומים מולדים באברי המין.

אילו דברים גרמו לך לחשוד בגורמים הסביבתיים קודם לכן?

כשהתברר שאת העלייה הגדולה בשכיחות סרטן האשכים (כ-400% בין שנות הארבעים לשנות התשעים של המאה שעברה) ובסימפטומים האחרים של TDS אי אפשר להסביר בשינויים גנטיים. שינויים גנטיים אינם מתרחשים בתוך זמן קצר כל כך. היו עוד נתונים שהצביעו באותו הכיוון. זואולוגים פרסמו סיפורים על בעלי חיים בטבע שנפגעו מזיהומים סביבתיים. כך נודע, למשל, שהתנינים שנחשפו לזיהום DDT באגם אפוקה בפלורידה לקו בבעיות פוריות קשות ובחריגויות באברי המין. גם ציפורים ודגים שנחשפו לכמויות גדולות של מזהמים וכימיקלים פיתחו בעיות באברי הריבייה ובפוריות.

מכיוון אחר קיבלנו חיזוק לכך שההשפעה של חשיפת עוברים לכימיקלים יכולה להתבטא שלושים שנה לאחר מכן, כשהם מנסים להוליד. זה התברר ממידע על ילדי DES. DES הייתה תרופה שניתנה לנשים הרות בשנות השלושים־ארבעים במטרה למנוע הפלות.

בשעתו נראה שלתרופה אין שום תופעות לוואי, אבל שלושים שנה לאחר מכן התברר שתופעות הלוואי באות לידי ביטוי אצל עוברים של נשים שנטלו את התרופה, והן התבטאו בשכיחות יתר של בעיות

פוריות ובעלייה בסוגים מסוימים של סרטן. לבד מהעלייה בשכיחותן של בעיות בריאות, היו גם שינויים בריאותיים גלובליים שגרמו לי לחשוד בהשפעתם של הגורמים הסביבתיים - תופעות כגון הקדמת גיל ההתפתחות המינית בקרב נערות באזורים רבים בעולם וירידה באיכות הזרע הממוצעת של גברים בריאים, ירידה שהוכחתי את קיומה במחקרי. תופעות אלה הצביעו כולן באותו הכיוון.

כ-7% מן הילדים בדנמרק הם תוצר של טיפולי פוריות * מספר הזוגות שפנו לטיפולי פוריות גדל בשיעור ניכר גם בארה"ב * לכ-20% מהגברים הדנים בעיה באיכות הזרע * בד בבד נרשמת בעולם עלייה של 400% במקרי סרטן האשכים

מה גרם לך לחשוד שיש ירידה באיכות הזרע הממוצעת של גברים בריאים?

העלייה הדרמטית במקרי סרטן האשכים וההוכחה שלי שאלה קשורים לבעיות פוריות הגבר הובילו אותי לבדוק אם יש שינוי מקביל באיכות הזרע. מבחינה מתודולוגית מדובר במחקרים קצת פחות אמינים, היות שהם כרוכים בהשוואת ממצאים שנאספו היום עם ממצאים שנמדדו בכלים אחרים. עם זאת, אי אפשר להתעלם מן התוצאות המתקבלות מהשוואת כמות הזרע הממוצעת בדגימה אקראית של גברים בשנות הארבעים לכמות הזרע הממוצעת בקרב גברים היום: אפשר לראות שמדובר בירידה דרמטית. עוצמת הממצאים לא באה לידי ביטוי כרגע בנתונים על שכיחות בעיות פוריות, מכיוון שהזרע האנושי מתאפיין בעודפות והוא מסוגל להפרות גם בכמויות קטנות מן הממוצע. אבל אם מדובר במגמה, ייתכן כי הזרע הממוצע יגיע לסף קריטי שממנו והלאה הירידה תגרום לעלייה גדולה בבעיות פוריות.

בד בבד עם המחקרים שקידמו את הבנת הבעיה, הקים סקאקב גם מחלקה לפוריות באוניברסיטת ריגסהוספילטלט בדנמרק.

מה מייחד את מחלקת המחקר בראשותך?

בתחילה היינו שבעה-עשר אנשים: רופאים, אנשי מעבדה, אחים וכיוצא בזה. אלא שמחקר בתחום השפעות הסביבה על פוריות חייב להביא בחשבון ידע אינטר־דיסציפלינרי, וכך אט-אט גייסנו לעבודה מומחים מתחומים שונים כדי לקדם את המחקר. היום פועלים במחלקה שישים אנשים ממגוון תחומים, כגון ביולוגיה, כימיה, אפידמיולוגיה וכמובן - רפואה.

האם אתה מעריך שמגמת הירידה באיכות הזרע תימשך ותגרום לבעיות פוריות קשות יותר כשהילדים של היום יתבגרו?

אני משוכנע שאיכות זרע ירודה היא אחד הגורמים לעלייה בבעיות פוריות שאנו רואים כבר היום. אורח החיים המודרני יצר סביבה שיש בה זיהום, והזיהום מחלחל בסופו של דבר לתוך נוזלי גופנו. כמובן, יש עוד גורמים המשפיעים על הפוריות, כגון שינוי באורח החיים הגורם ללידה מאוחרת ועוד.

האם היחיד יכול להילחם בהשפעות האלה?
רוב הגורמים לזיהום הם גורמים שלא בשליטת האדם הפרטי. רק מדינות ופוליטיקאים יכולים לנסות לשלוט בהם. עם זאת, אני תמיד ממליץ להעדיף ככל האפשר מזון אורגני, בעיקר כשמדובר בילדים ובנשים ובגברים בגיל ההולדה, שכן כפי שנזכחנו - חשיפה מוקדמת משמעותית יותר.

איך לדעתך צריכים רופאים להשתמש במידע הזה?

יש ההיבט המעשי, שצריך לגרום לרופאים להיות ערים לאפשרות של סרטן אשכים אצל גברים לא פוריים. אבל רופאים צריכים להשתדל להתעניין יותר - לא רק בריפוי הבעיות שמגיעות לטיפולם אלא גם בגורמים שלהן. רוב הרופאים אינם שואלים את עצמם למה יש עלייה כזאת בבעיות פוריות או בסרטן וכיוצא בזה. הם רק מנסים להציע טיפול. אילו היו הרופאים ערים יותר לסיבות לבעיות של פוריות, אפשר שהיה מתבצע יותר מחקר, והיו נעשות יותר פעולות למניעה ולא רק לריפוי.

ד"ר נילס סקאקב

ראיינה: אראלה טהרלב בן שחר

לוקחים ללב

מספר מושפעים עצום

איגוד הלב האמריקני (American Heart Association) פרסם בשנת 2004 הצהרה מדעית, וזו הייתה מסקנתה: "מחקרים הוכיחו כי חשיפה לריכוזים של זיהום אוויר חלקיקי - הן חשיפה קצרת טווח והן חשיפה מתמשכת - תורמת לעלייה עקבית בסיכון לאירועים במערכת הלב וכלי הדם".

המחקרים האלה הראו כי הסיכון הגבוה ביותר מקורו בחלקיקים עדינים שקוטרם אינו עולה על 2.5 מיקרומטר (PM2.5). חלקיקים אלה נפלטים ישירות אל האטמוספרה במהלך תהליכי בעירה, והם גם נוצרים באטמוספרה על ידי המרה של פליטות גזיות לחלקיקים.

הסיכון בחשיפה לזיהום האוויר אמנם נמוך יותר מהסיכון הנובע מסוכרת או מעישון, אבל המספר המוחלט של האנשים המושפעים מזיהום האוויר עצום, מכיוון שהחשיפה מתרחשת בכל מקום ולאורך כל תקופת החיים, וזו היום סוגיה רבת משמעות בבריאות הציבור.

יותר תמותה מטרשת

השפעת זיהום האוויר על מערכת הלב וכלי הדם נבדקה בכמה סוגיות מפתח: הערכת טווחי הזמן של החשיפה, ובכלל זה השפעות וסיכונים של חשיפה זמנית קצרת טווח ושל חשיפה נשנית ארוכת טווח; בחינת הקשר "מנה-תגובה" והערכת רמת סף לחשיפה (אם יש כזאת); זיהוי אוכלוסיות סיכון פגיעות יותר; אפיון טבעם של מזהמים והשפעת הרכבם ומאפייניהם הפיזיקו־כימיים על רעילותם.

מחקר עוקבה (כ-500,000 נבדקים במשך 16 שנים) מצא קשר הדוק מאוד בין חשיפה ארוכת טווח למזהמים באוויר ובין מקרי מוות הנוגעים למערכת הלב וכלי הדם (בעיקר מקרי מוות על רקע טרשת עורקים) - קשר הדוק יותר מזה שנמצא בין חשיפה כזאת ובין מקרי מוות ממחלות בדרכי הנשימה. כמו כן נמצא קשר לסיכון מוגבר להפרעת קצב ולאי־ספיקת הלב. טרשת העורקים הכליליים נמצאה בשיעורים גבוהים יותר בקרב אוכלוסיות המתגוררות סמוך לכבישים רוויי תחבורה. הקשר בין החלקיקים העדינים להשפעות בריאותיות

שליליות הוא קשר ליניארי, ולא נמצאו עדויות לסף "בטוח". קשר דומה נמצא בין השפעות קצרות טווח של זיהום אוויר למחלות לב וכלי דם, בעיקר מחלת לב כלילית - הגורם הדומיננטי לאוטם שריר הלב (התקף לב).

מחקר עוקבה מצא קשר הדוק בין חשיפה ארוכת טווח למזהמים באוויר לבין מקרי מוות הנוגעים למערכת הלב וכלי הדם. טרשת העורקים הכליליים נמצאה בשיעורים גבוהים יותר בקרב אוכלוסיות המתגוררות סמוך לכבישים רוויי תחבורה.

נצפו גם גורמים התורמים לקרישת הדם, כגון עלייה בהצמחת טסיות הדם וברמות הפיברינוגן ועלייה בצמיגות הדם. נוסף על כך, ישנן אינדיקציות לדלקות עצביות (neuroinflammation) ולניוון עצבי (neurodegeneration). מן המחקרים האפידמיולוגיים והמכניסטיים עולה כי לזיהום אוויר חלקיקי יש השפעות קצרות טווח וארוכות טווח המעלות את הסיכויים להתפתחות מחלות לב וכלי דם וכן אירועי לב אקוטים.

ד"ר תמר מואיז
 תוכניות אקדמיות, הקרן לבריאות וסביבה

מקורות:

Brook, R.D. et al. (2004). AHA Scientific Statement. Air Pollution and Cardiovascular Disease. A Statement for Healthcare Professionals from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. *Circulation*. 109: 2655-2671.

Hoffmann, B. et al. (2007). Residential Exposure to Traffic Is Associated With Coronary Atherosclerosis. *Circulation*. 116: 489-496.

Pope, C. A. & Dockery, D. W. (2006). Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *Journal of Air & Waste Management Association*. 54: 709-742.

רשימת מקורות מלאה של המאמר מופיעה

באתר הקרן לבריאות וסביבה www.ehf.org.il

מחלת הסרטן אחראית לרבע ממקרי המוות במדינות האיחוד האירופי. נטייה גנטית משפיעה על הסיכויים לחלות בסרטן, וכמוה גם גורמים שונים הקשורים לאורח החיים. אבל אלה אינם הגורמים היחידים. בעבר כבר טענו כי גורמים הקשורים לאורח החיים, לתוחלת החיים העולה ולשיפור בגילוי המוקדם של סרטן, בהם לבדם אין כדי להסביר את העלייה שנצפתה במקרי סרטן במדינות בעלות הכנסה אישית גבוהה. ואכן, גורמים סביבתיים מסוימים עלולים למלא תפקיד חשוב בגרימת סרטן - יותר מששיערו בעבר.

קבוצת חוקרים אירופים ואמריקנים ניתחה לאחרונה את ההשפעה המסרטנת של גורמים סביבתיים שדורגו על ידי הסוכנות הבינלאומית לחקר הסרטן (IARC) מסרטנים בוודאות או בפוטנציה. הכותבים סקרו את הספרות המדעית הקיימת כדי להסביר את העלייה הנוכחית בהיארעות סרטן ולהצדיק את ההשערה שעלייה זו קשורה בעיקר לגורמים סביבתיים.

החוקרים התמקדו בניתוח הגורמים האלה: מיקרו־אורגניזמים (ובכלל זה וירוסים), קרינה (ובכלל זה קרינה רדיואקטיבית, אולטרה־סגולה (UV) ושדות אלקטרו־מגנטיים פועמים וכן כימיקלים מלאכותיים.

ואלה התוצאות העיקריות של עבודתם:

נוסף על קרינה מייננת (כגון החשיפה לגז רדון או לפעילות גרעינית), הקרינה הלא־מייננת, הכוללת קרינה אולטרה־סגולה (UV) ושדות אלקטרו־מגנטיים פועמים (TEF), יכולה לגרום לסרטן, ובעיקר לסרטן העור (קרינת UV), ללוקמיה חריפה ולגידולים במוח בקרב ילדים (EMF).

אשר לזיהום האוויר בחוץ, חשיפה ממושכת של מבוגרים לחלקיקים ולפחמימנים ארומטיים פוליציקליים (PAH), למשל בערים שהאוויר בהן מזוהם, עלולה להגדיל ב-8% את הסיכון למוות מסרטן ריאות (בלי להביא בחשבון את ההשפעה של עישון טבק).

הסיכון לתמותה גבוה יותר ככל שזיהום האוויר

גורמים סביבתיים וסרטן

העירוני רב יותר, והעישון מגדיל אותו עוד. במחקר שנערך לאחרונה באירופה מצאו שאפשר לייחס 5%-7% ממקרי סרטן הריאה בקרב לא מעשנים (מי שלא עישנו מעולם ומעשנים לשעבר) לזיהום אוויר הקשור לתנועת כלי רכב, ו-16%-24% מהמקרים לעשן טבק סביבתי (ETS). אפשר שנוסף על פחמימנים ארומטיים פוליציקליים וחלקיקים דקיקים, גם לחנקן דו־חמצני (NO2) יש חלק בכך.

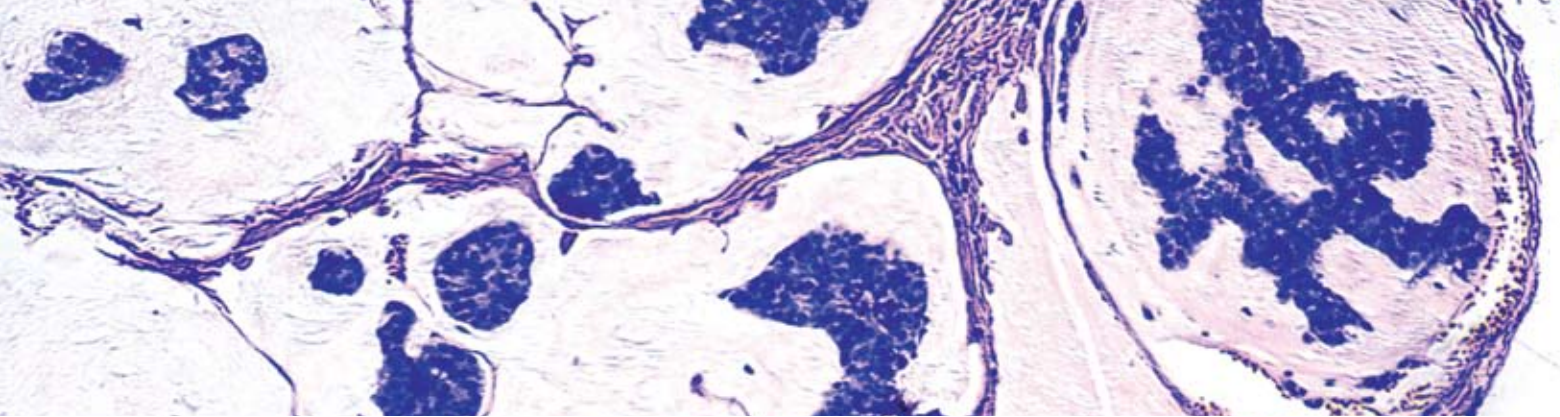
גורמים סביבתיים מסוימים עלולים למלא תפקיד חשוב יותר בגרימת סרטן מכפי ששיערו בעבר

הרלוונטיות של חומרי הדברה להתהוות סרטן גוברת לאורך זמן. כמה מחקרים אפידמיולוגיים בקרב ילדים הצביעו על סיכון יחסי מוגבר לסרטן המשוך לחשיפה של הוריהם לחומרי הדברה. זאת ועוד: בכמה מחקרים שבדקו חשיפה ישירה של ילדים לחומרי הדברה נמצא קשר חיובי בין החשיפה לבין תחלואה בסרטן. עם זאת, מחקרים אפידמיולוגיים בקרב מבוגרים סיפקו תוצאות סותרות.

אשר לדיוקסינים, אף שהמנגנונים שבאמצעותם הם גורמים להתהוות סרטן אינם ברורים, הוצג קשר חזק בין חשיפה כרונית לדיוקסינים ובין היארעות מוגברת של כל סוגי הסרטן.

הכלור עצמו אינו חומר מסרטן, אך בשילוב עם חומרים אורגניים במי השתייה הוא יוצר תוצרי לוואי של תהליך חיטוי באמצעות הכלרה (לדוגמה, טריהלומתאנים וחומצות הלו־אצטיות). נמצא, הן במחקרים חוץ־גופיים (in vitro) והן במחקרים בגוף החי (in vivo), שתוצרי לוואי אלה הם חומרים בעלי תכונות מוטגניות.

כמה מתכות ומתכות־למחצה דורגו על ידי ה-IARC כחומרים מסרטנים בוודאות או מסרטנים בסבירות גבוהה. לדוגמה, דווח שנמצא קשר בין חשיפה למתכות כבדות (ובהן עופרת, כרום הקסוולנטי וניקל) לבין סרטן ריאות. עם זאת, מנגנוני הפעולה



עדיין אינם מובנים דיים.

לסיכום, מחקר זה מספק עדויות התומכות בכך שגורמים סביבתיים רבים, ובכללם וירוסים, קרינה וכימיקלים מלאכותיים, יכולים לתרום להתהוות מגוון רחב של סוגי סרטן, לנוכח תכונותיהם המוטגניות ו/או תכונות המגבירות את הסיכוי לסרטן. עתה יש צורך להעריך את הסיכון היחסי שאפשר לשייך לגורמים סביבתיים אלה.

במדינת ישראל ישנו רישום סרטן לאומי מכוח חוק. כל מקרי הסרטן המאובחנים מדווחים ונרשמים במאגר הנתונים. מאגר זה מאפשר לעקוב אחרי חולי סרטן חדשים וללמוד, לדוגמה, שנפת עכו היא השנייה בעולם בשיעור מקרי התחלואה בסרטן מאסבסט (מחלת המוותליומה). המאגר מאפשר גם לעקוב אחרי מגמות תחלואה בזמן ולגלות שמספר הגידולים בבלוטת הרוק עלו מאז שנת 2000 פי 3. המאגר מאפשר גם השוואה בין שיעורי תחלואה לפי אזורים גאוגרפיים בישראל. מאגר זה ומאגר אחר, של היארעות מומים מולדים, ייחודיים בכך שהמידע שיש בהם בנושא תחלואה זמין ונגיש לחוקרים, לקובעי מדיניות ולציבור הרחב. מידע נוסף על מגמות סרטן בישראל אפשר למצוא באתר משרד הבריאות.

לקוח מתוך:
European Commission DG Environment
News Alert Service, edited by BIO Intelligence Service



PVC זה בדם שלנו

הוא גמיש. הוא חזק. הוא שקוף... הוא שותף בכיר במערכות בריאות ברחבי העולם: שקיות לנוזלים, שקיות להזנה חיצונית, זונדות, צנרת, צינורות הנשמה, צנתרים, צנררים, כפפות חד־פעמיות, וילונות ואפילו ריצוף. PVC הוא הפלסטיק הנפוץ ביותר בעולם הרפואה.

ואולם בשנים האחרונות מחליטים עוד ועוד מוסדות רפואיים לחפש לו תחליפים. מובילי מערכות הבריאות באירופה, ביפן ובארצות הברית החלו להוציא מכלל שימוש מוצרי פלסטיק המכילים PVC, בהתבססם על הודעות אזהרה של גופי מחקר וסוכנויות ממשלתיות, ובהם ה-FDA (מנהל המזון והתרופות האמריקני).

דליפת כימיקלים

PVC מיוצר כבר שנים מכימיקלים רעילים באמצעות חומרים רעילים (בהם מתכות כבדות). בעבר הממסד הרפואי לא ראה בשימוש במוצרי ה-PVC בעיה, אך היום יש עדויות מצטברות לכך שהכימיקלים הללו דולפים במהלך השימוש.

הדליפה המוכרת ביותר היא של DEHP (דִי־אֵטִיל־הֶקְסִיל־פֶּתַאלַט), חומר המעניק ל-PVC את גמישותו. ציוד רפואי סטנדרטי מכיל 20%-40% DEHP. צנרת פלסטיק עלולה להכיל עד 80% של החומר. DEHP הוא חומר רעיל השייך למשפחת הפטלאטים, וידועה השפעתו על מערכת הרבייה בשל דמיונו להורמון (endocrine disruptor). מחקרים בקרב בעלי חיים הראו שיש לו השפעה שלילית על מערכת המין הזכרית, הן בהתפתחותוהן בתפקוד. ההשפעה נצפתה גם במינונים נמוכים, בעיקר במערכות מין מתפתחות. קשר ישיר נמצא בין מדידות של תוצרי פירוק הפתאלטים לבין ירידה באיכויות הזרע בגברים, אנדומטריוזיס בנשים

מקורות:

www.noharm.org/all_regions/issues/toxins/pvc_phthalates/
Schettler, T. (2002). DEHP Exposures During the Medical Care of Infants – A Cause for Concern. In Going Green: A Resource Kit for Pollution Prevention in Health Care. Health Care Without Harm. Why Health Care is Moving Away from the Hazardous Plastic Polyvinyl Chloride (PVC). In Going Green: A Resource Kit for Pollution Prevention in Health Care. Health Care Without Harm.
Feigal, D. W. (2002). FDA Public Health Notification: PVC Devices Containing the Plasticizer DEHP.

מדוע בתי החולים ביפן ובארה"ב נפטרים מ-PVC?

שימוש במייצבי חום (מתכות כבדות) בתהליך ייצורם, וכך לא נוצר מחזור חיים של כלור אורגני רעיל ומסוכן.

בד בבד עם אימוץ מדיניות של הפחתת השימוש ב-PVC, כדאי לעשות שינוי בתפיסה ולהפוך את בית החולים לנקי ככל האפשר מרעלים מיותרים. גם לציוד הכללי המכיל כימיקלים מסוכנים יש חלופות, במוצרי בנייה כגון עץ ולינוליאום ועוד. רשימת ציוד רפואי בלא PVC ומידע נוסף אפשר למצוא באתר הארגון Healthcare Without Harm www.noharm.org.

הנחיות רפואיות נוספות אפשר למצוא באתר ה-FDA.

ד"ר עמר שגיא

שורשי ההגנה המשפטית על בריאות הציבור והסביבה נמצאים במשפט המקובל (Common Law), המכיל בתוכו חובה כללית להימנע ממעשים שיכולים לפגוע באדם אחר. עם השנים התעורר ספק ביעילותן המשפטית של דוקטרינות אלו, הן בשל דרישתן להוכיח קשר סיבתי בין זיהום לנזק לסביבה והן בשל המדיניות הציבורית הרווחת, המבכרת צמיחה כלכלית על פני ערכים חברתיים אחרים.

החקיקה הסביבתית המודרנית החלה בראשית שנות השישים של המאה ה-20, בתגובה על בעיות חמורות שאיימו על בריאות הציבור ועל משאבי הטבע. אסונות סביבתיים - כגון הערפיח הגדול בלונדון בדצמבר 1952 (כ-4,000 איש מתו אז ממחלות שנגרמו מזיהום האוויר) ואסון "תעלת האהבה" בצפון מדינת ניו יורק בארצות הברית (פסולת רעילה גרמה שם לתחלואה רבה בקרב האוכלוסייה המקומית) - שימשו תמריץ לחקיקת חוקים סביבתיים: חוק אוויר נקי, חוק מים נקיים, חוק איכות מי שתייה, חוק שיקום קרקעות ומי תהום, וכן חקיקה הנוגעת לרישוי, אחסון, הובלה וסילוק של חומרים מסוכנים.

שמירה על הבריאות בצל לחצים כלכליים

מטרת החוקים הסביבתיים - להגן על הציבור מפני ההשפעות החמורות של מזהמים שונים, אולם הם אינם מבטיחים הגנה מוחלטת מפניהם. ברוב המקרים ההגנה היא מפני סיכון "שאינו מתקבל על הדעת". "חוק אוויר נקי" האמריקני מנחה את הסוכנות להגנת הסביבה (EPA) לקבוע תקנים מספריים למוזהמי אוויר ספציפיים, ולפקח עליהם כך שיבטיחו "הגנה על בריאות הציבור עם מרווח ביטחון", ובכלל זה יגנו על אוכלוסיות רגישות, כגון חולי אסתמה, ילדים וקשישים.

על פי פסיקת בית המשפט העליון בארצות הברית, בשלב קביעת התקן הסביבתי אין ל-EPA רשות לשקול את עלות היישום של התקן. כלומר - התקן צריך להיקבע על פי הממצאים המדעיים המעודכנים ביותר, ועל פיהם בלבד.

מחכים לחקיקה

ב"חוק אוויר נקי" הישראלי, שנכנס לתוקפו בזמן האחרון, נקבעה מערכת איזונים שונה. ערכי איכות האוויר שנועדו להגן מפני "חשש לסיכון או לפגיעה בחיי אדם, בבריאותם או באיכות חייהם של בני האדם" ישמשו רק יעד שיש לשאוף אליו.

ערכי איכות האוויר שנועדו להגן על הציבור - הערכים המחייבים מבחינה משפטית - נועדו להגן רק מפני "זיהום אוויר חזק או בלתי סביר" (אך מונחים אלה לא הוגדרו בחוק). ערכים אלו ייקבעו מתוך איזון בין ערכי היעד (שנועדו להגן על רווחת הציבור) לבין הטכנולוגיות הקיימות ו"האפשרות המעשית למניעת החריגה". מאחר שהחוק אינו מגדיר מהי אפשרות מעשית ועד כמה מותר לסטות מערכי היעד, סביר להניח כי הדבר יהיה נתון ללחצים פוליטיים ולפרשנות של בית המשפט.

החוק קובע עוד קטגוריה של ערכי איכות אוויר, קטגוריה שנועדה להתריע מפני חשש לסכנה לבריאות הציבור עקב חשיפה לטווח קצר, אולם לא ברור מה מערכת השיקולים שעליהם תתבסס קביעתם של ערכים אלה.

חוקים סביבתיים מבקשים להגן עלינו מפני סיכונים שאינם מתקבלים על הדעת. התשובה לשאלה מה "אינו מתקבל על הדעת" משתנה ממדינה למדינה.

הכל תלוי במחויבות

לצד הצורך לאון בין שיקולים חברתיים־כלכליים שונים, ניצבת לפני המחקרים המדעיים מגבלה

- לספק תשובות חד־משמעיות לגבי הסיכונים

לבריאות האדם והסביבה. במקרים רבים קשה לקבוע מהי "רמת הסיכון" של מזהם ולהוכיח קשר סיבתי ישיר (כגון שמחלה מסוימת הופיעה עקב חשיפה למוזהם ספציפי). בסיטואציה של אי־ודאות מדעית המחוקק מתקשה לקבוע רמות "בטוחות" של

מזהמים או, לחלופין, להבטיח לציבור שהתקנים הקיימים טובים דיים.

במקרים "אפורים" שכאלו הפעילות המזיקה (לכאורה) לרוב נמשכת, מאחר שהחקיקה המסורתית מחייבת רמת ודאות גבוהה כדי לנקוט פעולה רגולטורית כנגד המזהם. כדי להתמודד עם אתגר זה, פותחו גישות חלופיות לקבלת החלטות בתנאים של אי־ודאות מדעית. גישות אלו נשענות בין השאר על "עקרון הזהירות המונעת" - נקיטת פעולות מניעה גם אם הנזק לא הוכח מעל לכל ספק.

דוגמה חשובה לשימוש בעקרון הזהירות המונעת היא ההתמודדות העולמית עם הפגיעה באוזון. מחקרים ראשונים במהלך שנות השבעים עוררו חשש שפליטת חומרים מסוימים לאוויר עשויה לגרום לדילול שכבת האוזון, שתוצאתו פגיעה חמורה בבריאות האדם ובסביבה. חרף הצהרות התעשייה שבממצאים אין כדי להצדיק פעולה רגולטורית, נחתם בשנת 1987 הסכם מונטריאול. ההסכם לא ניסה למצוא ריכוז בטוח של החומרים באוויר, אלא קבע יעדים הדרגתיים של הפחתת ייצורם של חומרים אלה והשימוש בהם עד להרחקתם המוחלטת.

בבסיס ההסכם עמד מנגנון כלכלי שעורר מחקר ופיתוח לחיפוש אחר תחליפים פחות מזיקים לסביבה, תחליפים שהובטח להם נתח שוק בין־לאומי גדול. עשרים שנה אחרי הסכם מונטריאול הוא נחשב לאחת ההצלחות הסביבתיות הגדולות ביותר: ההסכם הוכיח הלכה למעשה כי אפשר להבטיח קדמה טכנולוגית בלי לפגוע בסביבה ובבריאות הציבור. ההסכם מראה כי כאשר ישנה מחויבות פוליטית להתמודד עם בעיה סביבתית, אפשר למצוא פתרונות לבעיה בלי סיכון מיותר לחיי אדם ובלי לפגוע ברמת החיים, בצמיחה ובכלכלה של החברה.

עו"ד רעות שניר,

יועצת למדיניות סביבה ובריאות



פעולות הקרן לבריאות וסביבה

קורסים בחו"ל

הקרן לבריאות וסביבה העניקה עד כה כ-30 מלגות לסטודנטים, חוקרים ואנשי מקצוע מהאקדמיה, ממשרדי הממשלה, מעמותות וממלכ"רים, לצורך נסיעה לקורסים קצרים בחו"ל העוסקים בהשפעתו של זיהום סביבתי על בריאות האדם. הקורסים עסקו בנושאים כגון מחלות ריאה סביבתיות, הערכת סיכונים, אפידמיולוגיה סביבתית ועוד. לקורס בנושא חומרים המשבשים את המערכת האנדוקרינית שנערך בקופנהגן נשלחה משלחת של ארבעה אנשים, שני עובדי משרד הבריאות, רופא וסטודנטית.



קורסים בארץ

הקרן מקיימת בארץ קורסים המאפשרים למשתתפים בהם ללמוד מפי חוקרים בעלי שם בתחום בריאות וסביבה בעולם. ב-2007 התקיים קורס בן שלושה ימים בנושא יסודות בטוקסיקולוגיה סביבתית, ובו למדו אנשי מקצוע מהמשרד להגנת הסביבה, ממשרד הבריאות, ממשרד התמ"ת, מעמותות, מהתעשייה וכן סטודנטים. בשנת 2008 התקיים קורס בנושא שיטות מחקר באפידמיולוגיה של זיהום אוויר, ובו למדו בעיקר סטודנטים לתארים מתקדמים וחוקרים. הקורסים המתוכננים יעסקו בהערכת חשיפה למזהמים סביבתיים ובסטטיסטיקה מרחבית.



הכנס השנתי לבריאות וסביבה

הכנס השנתי משמש במת מפגש לחוקרים, לאנשי מקצוע, למקבלי החלטות ולציבור הרחב, במטרה להעלות את המודעות ולעודד את המחקר על הקשר בין זיהום סביבתי לבריאות. הכנס הראשון התקיים ב-2008. השתתפו בו כ-400 איש, ביניהם חוקרים ואנשי מקצוע, ובו שאלנו: "מה ידוע, מה בלתי ידוע ומה עלינו לדעת" על זיהום סביבתי כסיכון בריאותי. הכנס הנוכחי מתמקד בנושא: "השפעת כימיקלים בסביבה על פוריות, היריון והתפתחות העובר".

הכנס עוסק בהשפעת מזהמים סביבתיים על הפוריות בישראל, בשכיחות כימיקלים משבשי פעילות הורמונלית באוויר, במים, במזון ובמוצרי הצריכה, ובדרכים להפחתת החשיפה לחומרים שידוע כי הם פוגעים במערכת הרבייה.

מלגות פוסט-דוקטורט

הקרן מממנת מדי שנה ארבע מלגות פוסט-דוקטורט (בחו"ל) בנושאים המקדמים חקר בריאות וסביבה בישראל ביניהם: ד"ר איתי קלוג יפתח מודלים לבדיקת חשיפה לחלקיקים זעירים של תוצרי בעירה, בהנחייתו של פרופ' יואל שוורץ מבית הספר לבריאות הציבור בהרוורד.

ד"ר שירה פרימן משלבת במחקרה בריאות סביבתית, כלכלה ומדע קבלת החלטות (Decision Science). ד"ר פרימן תפתח באוניברסיטת הרוורד פרופיל של סיכונים ותועלות לבריאות בצריכת סוגי דגים שונים. ד"ר אילן לוי עוסק, במסגרת משרד איכות הסביבה הקנדי, בהערכת רמות חשיפה של האוכלוסייה למזהמי אוויר. במסגרת מחקרו הוא מפתח "מודל שימושי קרקע" עבור גוש דן, ובעזרתו ינסה להעריך את רמת הזיהום מתחבורה ברזולוציה מרחבית עדינה של כמה עשרות מטרים (ראה מאמר בעמוד 5).



מלגות לדוקטורנטים

תכנית המלגות לדוקטורט של הקרן נועדה לתמוך בתלמידי דוקטור מצוינים הבוחרים למקד את לימודיהם המתקדמים במחקר בין-תחומי בנושא בריאות וסביבה. תלמידי דוקטורט - בתחומי בריאות הציבור, מדעי החיים (ובכלל זה רפואה), מדעי החברה ומדעי ההנדסה, המעוניינים למקד את לימודי הדוקטורט שלהם בתחום בריאות וסביבה - מוזמנים להגיש את מועמדותם.

אהוד סגל, סטודנט בביה"ס למדיניות ציבורית של האוניברסיטה העברית, בודק את השאלה: מדוע לא ניתנת עדיפות גבוהה לשאלות סביבה ובריאות בסדר היום הממשלתי בישראל? המחקר: חשיפת הגורמים שעיצבו את עלייתן של סוגיות מרכזיות בתחום הבריאות הסביבתית (שיש להן השלכות שליליות ניכרות על החברה) לסדר היום הממשלתי בישראל. המחקר משתמש בשלוש תאוריות מובילות בחקר קביעת סדר היום, והוא כולל ראיונות עם שחקני מפתח, סקירה של מסמכים, נתוני מדיניות ונתונים על הכיסוי התקשורתי בנושא.



מענקים להקמת מרכזי הצטיינות אוניברסיטאיים

הקרן מקיימת שלושה מרכזי הצטיינות אוניברסיטאיים בתחום בריאות וסביבה במטרה לבנות יכולות ולהרחיב את הידע בתחום זה בישראל. כל מרכז יעודד עיסוק אקדמי ממוקד וארוך טווח בנושא נבחר בתחום בריאות וסביבה. מתוך ההצעות של אוניברסיטאות המחקר הישראליות בחרה ועדת מומחים שלוש הצעות על בסיס תחרותי. הסכום המרבי לתמיכה: מיליון דולר למרכז. תקופה: חמש שנים. במרכזים ישתלבו מחלקות שונות, ויהיו להם המשאבים והתמריצים הדרושים לגיוסם של מדענים מובילים, לביצוע מחקרים בשיטות חדישות ולמשיכת תלמידי מחקר ופוסט-דוקטורט.



מענקי מחקר

קרן המחקרים הבין-תחומית של הקרן לבריאות וסביבה מעניקה בכל שנה מענקי מחקר בסכום כולל של עד מיליון דולר. מידע על המחקרים שמומנו עד כה אפשר למצוא באתר הקרן: www.ehf.org.il

להלן פרטי אחד המחקרים שזכה בתמיכה.

האם זיהום אוויר משפיע על אנשים שלקו באוטם ראשון בשריר הלב?
הבעיה: נתונים ראשוניים מראים שאנשים שלקו באוטם שריר הלב (אש"ל) מועדים במיוחד לחשיפה לזיהום אוויר בטווח הקצר והארוך. ואולם במחקרים יש מגבלות והטיות, והממצאים אינם עקביים. המחקר עוקב אחר הלוקים באש"ל ראשון בגיל 65 ומטה. השערת המחקר היא שהמתגוררים באזורי זיהום אוויר כבד נתונים בסיכון גבוה יותר לאוטם חוזר (התקף לב) שבץ מוח, אי ספיקת לב, תמותה הקשורה למחלות לב ותמותה כללית. עוד הנחה היא שהקשר לזיהום האוויר יעמוד בעינו גם לאחר תקנון גורמי סיכון ידועים (מדדי חומרת מחלה ומשתנים חברתיים-כלכליים).
צוות החוקרים, בראשות ד"ר יריב גרבר, הוא צוות בין-תחומי המשלב מומחים באפידמיולוגיה, קרדיולוגיה, מדעי הסביבה וביוסטטיסטיקה מאוניברסיטת תל-אביב ומהטכניון.

