

חשיפות סביבתיות ובריאות

האם הבדלים מרחביים בהימצאות סוכרת בישראל יכולים להיות מוסברים גם על ידי חשיפות סביבתיות?

מאיה שדה¹, יעל יבין¹

mayas@taubcenter.org.il

1. מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל

רקע: סוכרת סוג 2 מהווה כ-90% ממקרי הסוכרת והיא מחלה כרונית אשר נגרמת בעיקר כתוצאה מאורח חיים ותזונה לא בריאה. מחלה זו מאופיינת בשונות מרחבית משמעותית. מחקרים בעולם מצביעים על קשר בין חשיפות בסביבה הבנויה – כגון זיהום אוויר, סביבה ירוקה ורעש – לבין שיעורי סוכרת. בישראל קיימים הבדלים ניכרים בשיעורי הסוכרת בין יישובים ובתוכם, מעבר להבדלים הנובעים ממצב חברתי-כלכלי בלבד. מטרת: לבחון האם חשיפות סביבתיות קשורות להימצאות סוכרת ולגיל הארעות המחלה, מעבר להבדלים דמוגרפיים וסוציו-אקונומיים.

שיטות: המחקר כלל 2,307 אזורים סטטיסטיים בישראל, עם נתוני מבטחי קופת חולים כללית. משתני התוצאה היו שיעור הסוכרת וגיל האבחון הממוצע. משתני החשיפה כללו סביבה ירוקה, (NDVI) זיהום אוויר תחבורתי, (NO_2) ושטחים בלתי חדירים. נעשה שימוש במודלים סטטיסטיים מסוג Generalized Linear Models עם תקנון למשתנים סוציו-דמוגרפיים (גיל, מצב חברתי-כלכלי, מחוז מגורים וגודל ישוב) וסביבתיים (קישוריות מערכת הכבישים ועירוב שימושים). תוצאות: באזורים סטטיסטיים שבהם כיסוי הסביבה הירוקה נמצא באחוזון ה-75, שיעור הסוכרת נמוך ב-7% (רב"ס 6%-8%) בהשוואה לאזורים שבהם כיסוי הסביבה הירוקה באחוזון ה-25, פער המתאים להבדל של כ-0.1 ביחידת NDVI (כ-10% יותר סביבה ירוקה). באופן דומה אך הפוך, באזורים שבהם זיהום האוויר התחבורתי באחוזון ה-75, שיעור הסוכרת גבוה ב-9% (רב"ס 8%-11%) ביחס לאזורים שבהם הזיהום באחוזון ה-25, על רקע הבדל של כ-10 מק"ג/מ"ק בריכוז חנקן דו חמצני.

דיון ומסקנות: הנטל הבריאותי והכלכלי של סוכרת בישראל משמעותי - כ-7% (כ-700,000 איש ואישה) מהאוכלוסייה הישראלית סובלת מסוכרת וההוצאה של מערכת הבריאות על חולה סוכרתי עומדת על פי 1.7 יותר מאשר חולה לא סוכרתי. מחקר זה מצביע על כך שגורמים סביבתיים שניתנים למודיפיקציה משחקים תפקיד בשיעורים גבוהים אילו. נראה כי בדומה לספרות בעולם, גם בישראל יש חשיבות של תכנון עירוני ירוק והפחתת זיהום אוויר כאמצעים להקטנת נטל מחלת הסוכרת.

המחקר מדגיש כי מאפייני הסביבה הבנויה – במיוחד סביבת מגורים ירוקה, זיהום אוויר תחבורתי והיקף השטח הבנוי – משפיעים באופן מדיד על שיעורי הסוכרת בישראל, מעבר לגורמים סוציו-דמוגרפיים. ממצאים אלו מחזקים את הצורך בשילוב שיקולי בריאות מטבולית בתכנון ובבינוי עירוני: הרחבת שטחים ירוקים נגישים, צמצום תנועת רכב פרטי וזיהום אוויר, ועידוד הליכתיות. בכך המחקר מספק בסיס אמפירי לקידום מדיניות שתשפר את איכות הסביבה הבנויה ברשויות המקומיות ובממשלה.

חשיפות סביבתיות ובריאות

האם זיהום אוויר תעשייתי קשור לריכוז מתכות כבדות בדם?

כנרת גרנט-ששון¹

kineretgs@gmail.com

1. אוניברסיטת בן גוריון

רקע: זיהום סביבתי עלול לחשוף אנשים למתכות מזיקות, אך לא תמיד ברור כיצד קרבה למקורות תעשייתיים משפיעים על רמות המתכות בגוף. חיבור בין נתוני מיקום גיאוגרפיים לבין נתוני ניטור ביולוגי מאפשר להבין טוב יותר את מקורות החשיפה. שיטות: המחקר כלל 2,011 תורמי דם מרחבי ישראל, ונמדדו רמות של ארבע מתכות בדם: ארסן, קדמיום, כרום ועופרת. נבדק הקשר בין רמות המתכות בדם לבין קרבה למקורות מזהמים, בהם מפעלים, כבישים ראשיים, מחצבות ואתרי שריפת פסולת. רמות מתכות תוקנו לעישון. תחילה נבדקה רמת מתאם המרחבי ברמות המתכות באמצעות מדד Moran's I. לאחר מכן יושמו מודלים מרחביים מסוג Spatial Error Models (SEM) עם שכבות של חמשת האזורים הקרובים ($k = 5$) לבחינת הקשרים בין רמות המתכות לבין החשיפות ברדיוסים של 3–10 ק"מ.

תוצאות: רמות קרום, קדמיום, ועופרת בדם הראו מתאם מרחבי. מודלי ה-SEM הראו כי רמות כרום בדם היו גבוהות יותר בקרב אנשים שגרו קרוב למחצבות ולמפעלים הפולטים קרום, במיוחד בטווח של 3–5 ק"מ, עם עלייה של כ-3%–5% לכל מקור נוסף ($p = 0.009$).

רמות ארסן היו גבוהות יותר בקרבת דרכים ראשיות (3% עליה לכל עליה בשטח הדרכים. $p = 0.039$), הם גם נמצאו נמוכות יותר בסמוך למקורות תעשייתיים של כרום ואתילבנזן.

דיון: ההתפלגות הגיאוגרפית של רמות הכרום הוסברה בחלקה על ידי פעילות תעשייתית ומחצבתית. לעומת זאת, רמות הארסן נמצאו קשורות לסמיכות לדרכים ראשיות ולקשר שלילי למקורות תעשייתיים של כרום ואתילבנזן, דבר המעיד על מסלולי חשיפה שאינם תעשייתיים. אף שרמות הקדמיום והעופרת הראו מתאם מרחבי, לא זוהה קשר מובהק ביניהן לבין מקורות תעשייתיים, מה שמצביע על מסלולי חשיפה אחרים או תרומה של גורמים היסטוריים ולא נקודתיים. מסכנות: הממצאים מצביעים על מסלולי חשיפה שונים למתכות כבדות, כאשר פעילות תעשייתית ומחצבתית תורמת באופן מובהק לחשיפה לכרום ועלולה להגביר סיכון לתחלואה הקשורה למתכות כבדות. רמות ארסן היו גבוהות יותר בסמיכות לדרכים ראשיות, בעוד שקדמיום ועופרת אינם קשורים ישירות למקורות התעשייתיים שנבחנו ומשקפים מסלולי חשיפה אחרים.

המחקר תורם להבנת מסלולי החשיפה הסביבתיים למתכות כבדות בישראל באמצעות ניטור ביולוגי אנושי בקנה מידה ארצי. ממצאיו מדגישים את תרומת פעילות תעשייתית ומחצבתית לחשיפה לכרום ואת הקשר בין ארסן לתחבורה, ומספקים בסיס יישומי לחיזוק רגולציה סביבתית, תכנון מרחבי מושכל והפחתת חשיפות באוכלוסייה הכללית, בדגש על אזורים סמוכי תעשייה ודרכים ראשיות.

חשיפות סביבתיות ובריאות

השפעת חשיפה כרונית למזהמי אוויר, גורמים דמוגרפיים וסוציאקונומיים על תמותה ממחלת הקורונה במדינת ישראל
לאורך כל המגפה

עדי לוי¹, זהר ברנט-יצחקי²

adi.achva@gmail.com

1. המכללה האקדמית אחוה

2. המרכז האקדמי רופין

מחקרים מישראל ומהעולם בחנו את הקשרים בין חשיפה כרונית למזהמי אוויר לבין תחלואה ותמותה מגיף ה SARS CoV 2, תוך התייחסות למאפיינים דמוגרפיים וסוציאקונומיים. הממצאים הצביעו על קשר מובהק בין רמות גבוהות של מזהמים שונים (PM_{2.5}, PM₁₀, NO_x, SO₂), חשיפה ממושכת לריכוזים גבוהים של PM_{2.5} ו-NO_x נמצאה כמגבירה את הסיכון לתמותה מקורונה. אוכלוסיות מוחלשות ומגזרים ספציפיים הציגו שיעורי תמותה גבוהים יותר, בין היתר בשל צפיפות מגורים והשפעות סוציאקונומיות, כאשר פערים אלו בלטו במיוחד בגלים המאוחרים. שיעורי התחסנות גבוהים תרמו לירידה ניכרת בתחלואה, באשפוזים ובתמותה.

המחקר הנוכחי, שהיווה המשך וסיכום לארבעה מחקרים קודמים, בחן את הקשרים בין תמותה ממחלת COVID-19 ב-136 רשויות מקומיות בישראל לבין חשיפה כרונית לזיהום אוויר, מאפיינים סוציאקונומיים ודמוגרפיים ורמות התחסנות לאורך שנות המגפה (2020–2023). בסיס הנתונים כלל משתנים דמוגרפיים כלכליים מרכזיים (גודל וצפיפות אוכלוסייה, שיעור קשישים וצעירים, גידול טבעי, אשכול סוציאקונומי), נתוני תמותה והתחסנות (מנות 1-4), ונתוני איכות אוויר לכלל מזהמי המפתח על בסיס ממוצעים שנתיים. ניתוחי קורלציה ורגרסיות מרובות משתנים הראו קשרים חיוביים מובהקים בין תמותה לבין גודל האוכלוסייה, צפיפות האוכלוסייה ושיעור הקשישים ברוב הגלים, וקשרים שליליים מובהקים עם שיעור הצעירים והגידול הטבעי. אשכול גבוה נמצא קשור לתמותה נמוכה יותר בגלים המאוחרים, לאחר התאמה למשתנים דמוגרפיים ואחרים, ומדגיש את פגיעותן של אוכלוסיות מוחלשות.

חשיפה כרונית למזהמי אוויר נמצאה קשורה באופן חיובי לתמותה בקורלציות, בעיקר בגל הראשון ולגבי חלק מהמזהמים גם בגלים 4, 6 ו-7; אולם במודלים של רגרסיה רבת משתנים רק SO₂ נותר מנבא מובהק בחלק מהגלים, לאחר התאמה לדמוגרפיה ולמצב חברתי כלכלי. מודלי הרגרסיה השיגו R² גבוה ו RMSE נמוך, והדגימו יכולת ניבוי טובה של תמותה ברמת היישוב. ממצאים אלה מדגישים כי מדיניות בריאות הציבור חייבת לשלב צמצום חשיפה לזיהום אוויר עם צמצום פערים חברתיים כלכליים וחזקת כיסוי חיסוני, במיוחד ביישובים צפופים ומוחלשים, לשיפור עמידות האוכלוסייה במגפות עתידיות.

המחקר מבסס לראשונה בישראל קשר מובהק בין חשיפה כרונית לזיהום אוויר סביבתי לבין תמותה ממחלת הקורונה לאורך רוב גלי התחלואה במהלך 4 שנות המגיפה, בשילוב פרמטרים דמוגרפיים וסוציאקונומיים. ממצאיו מחזקים את ההבנה כי חשיפה ממושכת למזהמי אוויר מגבירה פגיעות באירועי מגפה, ומדגישים את הצורך במדיניות סביבתית-חברתית ובריאותית משולבת לשיפור עמידות האוכלוסייה במצבי חירום עתידיים.

חשיפות סביבתיות ובריאות

חיזוי אשפוזי ילדים במחלות נשימתיות באמצעות מודלים של למידת מכונה: השפעת חשיפה למזהמי אוויר

זהר ברנט-יצחקי¹, אלמוג קלנר¹, שיר טולדנו¹, אופיר ביטון¹, ורד ניר²

zohari@gmail.com

1. המרכז האקדמי רופין
2. המרכז הרפואי הלל יפה

רקע: חשיפה לזיהום אוויר ולתנאים מטאורולוגיים שונים נקשרת לתוצאי בריאות שליליים על מערכת הנשימה של ילדים. זיהום אוויר אחראי למיליוני מקרי מוות מוקדמים מדי שנה ברחבי העולם, בדגש על אוכלוסיות פגיעות כגון ילדים. מחקרים קודמים הראו קשר בין חשיפה לזיהום אוויר לבין עלייה באשפוזי ילדים עקב מחלות נשימה, אך יכולת החיזוי של אשפוזים אלה מוגבלת. מטרת המחקר: (א) הבנת ההשפעה של גורמים שונים, בדגש על חשיפה לזיהום אוויר, על הגעה למיון ועל אשפוזי ילדים עקב תסמינים נשימתיים. (ב) פיתוח מודלים לחיזוי אשפוזי ילדים על סמך מאפיינים קליניים, דמוגרפיים וחשיפה סביבתית. שיטות: מחקר רטרוספקטיבי של 2,500 ילדים (גילאי 1-18) שהגיעו למיון ביה"ח הלל יפה עם תסמינים נשימתיים במהלך השנים 2016-2017. נאספו נתונים על זיהום אוויר, כולל ריכוזי NO_x , SO_2 ולחות יחסית מתשע תחנות ניטור באזור השרון, והוצבו עם כתובות המגורים של הילדים להערכת רמת החשיפה האישית שש שעות לפני ההגעה לבית החולים. נעשה שיטות במבחני כי בריבוע ווילקוקסון להערכת הקשר בין חשיפה לתוצאים קליניים. פותחו מודלים של למידת מכונה (יערות אקראיים, XGBoost לחיזוי אשפוזי הילדים. המודלים הוערכו באמצעות מדדים שונים (Precision, Recall, F1 Score, AUC). תוצאות: בנים אושפזו בשיעור גבוה יותר (60.6%) בהשוואה לבנות ($p=4.31e-6$, 39.4%) ושיא הביקורים במיון נרשם בחורף. עלייה בביקורים במחלקת מיון נמצאה קשורה באופן מובהק סטטיסטית לימים מזהמים ($p<0.05$) ילדים שאושפזו נחשפו ללחות יחסית נמוכה יותר (חציון 64.9% בהשוואה לילדים שלא אושפזו חציון 69.4%, $p=0.005$). המודלים שפיתחנו הראו ביצועים גבוהים, עם דיוק של 0.7-0.98, ציוני Precision של 0.88-0.99, וציוני AUC של 81%-99%. המאפיינים החשובים ביותר לחיזוי האשפוז כללו טמפרטורה, רמות NO_x ולחות יחסית וחשיפה ל- SO_2 . מסקנות: חשיפה לרמות גבוהות של זיהום אוויר משפיעה על הגעות למיון ועל אשפוזי ילדים עקב תסמינים נשימתיים. ניתן לחזות אשפוזים ברמת דיוק גבוהה באמצעות מודלים של למידת מכונה המשלבים נתוני חשיפה סביבתית עם מאפיינים קליניים ודמוגרפיים. המחקר מדגיש את הקשר בין איכות האוויר לבריאות ילדים ומספק כלי חיזוי בתחום בריאות הציבור. המחקר תורם לידע על השפעת החשיפה לזיהום אוויר על בריאות ילדים, ומספק כלי חיזוי ליעול הקצאת המשאבים בבתי חולים: כיום ניתן לחזות מראש ימים עם איכות אוויר ירודה, וניתן לעשות שימוש במודלים שפיתחנו כדי לחזות את העומס הצפוי במיון. הממצאים ישימים למדיניות הסביבתית הישראלית: קביעת תקני איכות אוויר מחמירים יותר, מערכות אזהרה מוקדמות לציבור בימי זיהום גבוה, והגברת ההשקעה במניעת והפחתת זיהום האוויר כאסטרטגיה בריאותית.

חשיפות סביבתיות ובריאות

חשיפות מטאורולוגיות וסביבתיות הקשורות לשיגדון (גאט) בישראל

יובל ארנון¹, יפתח בן חיים¹, ליאור זלר¹, לנק נובק¹, יפתח שגיא¹

yuval.arnon99@gmail.com

1. אוניברסיטת בן גוריון

רקע

גאט היא מחלה דלקתית כרונית הנגרמת משקיעת גבישי מונוסודיום אוראט במפרקים וברקמות נוספות, על רקע רמות גבוהות של חומצה אורית בדם. המחלה מתבטאת בהתקפים חריפים של דלקת מפרקים, ועם הזמן עלולה להתקדם למחלה כרונית עם התקפים חוזרים, פגיעה מפרקית ושקיעת גבישים במפרקים.

מטרות

מטרת המחקר הייתה לבחון את הקשר בין חשיפה לגורמים סביבתיים, ובפרט טמפרטורה ורמות זיהום אוויר לבין הסיכון לאבחנה חדשה של גאט, וכן להעריך אם ישנן תתי אוכלוסיות בסיכון מוגבר למחלה.

שיטות

בוצע מחקר מקרה בקרה מבוסס אוכלוסיה בקרב כל המבוטחים של קופת חולים כללית (המהווים 52% מהאוכלוסיה הארץ). המחקר כלל 17,379 מטופלים עם אבחנה חדשה של גאט ו-31,606 בקורות ללא כל מחלות ראומטולוגיות. תהליך הזיווג בין הקבוצות בוצע על בסיס גיל, מין ומדד צרלסון. איכות ההתאמה הוערכה באמצעות מדדי ההבדל הממוצע המתוקן (SMD) אשר הצביעו על ירידה עקבית בחוסר האיזון לאחר הזיווג. חשיפות סביבתיות נמדדו בעזרת תחנות ניטור בסביבת מגורים של המטופלים המידע נאסף לאורך שנה אחת שקדמה לאבחנה של המחלה בקרב מקרים ושנה תואמת בקרב בקורות. הערכות עבור שנה שיקפו חשיפות כרוניות ארוכי טווח.

תוצאות

נמצא כי טמפרטורה סביבתית ממוצעת נמוכה יותר במהלך השנה שקדמה לאבחנה הייתה קשורה לעלייה מובהקת בסיכוי לאבחנה חדשה של גאט, גם לאחר תקנון למצב סוציו אקונומי. בנוסף, נמצא קשר הפוך בין רמות של PM2.5 לאבחנה חדשה של גאט, עם גודל אפקט מתון. בניתוח מרובד לפי מאפייני אוכלוסיה, הודגמה עקביות בממצאים.

דיון

הממצאים מצביעים על קשר סטטיסטי עקבי בין טמפרטורה סביבתית נמוכה לבין אבחנה חדשה של גאט, גם לאחר תקנון לגורמים מתערבים. ייתכן שטמפרטורה נמוכה יוצרת תנאים המאפשרים שקיעה של גבישי מונוסודיום אוראט, אך מנגנון זה לא נבחן במחקר. הקשר עם PM2.5 קטן בעוצמתו ומחייב פרשנות זהירה.

מסקנות

ייתכן שקיים קשר בין חשיפה לטמפרטורה סביבתית נמוכה לבין הופעת גאט. יש צורך בבירור נוסף על מנת לדייק יותר את התוצאות כדי להבהיר את השפעתם האפשרית של גורמי אקלים לאטמולוגיה של המחלה.

המחקר מדגים קשר בין טמפרטורה סביבתית נמוכה לבין סיכון מוגבר לאבחנה חדשה של גאווט בקנה מידה לאומי. ממצאים אלו מדגישים את חשיבות הגורמים הסביבתיים במחלות ראומטיות, ותומכים בשילוב שיקולים אקלימיים במחקר, מניעה ותכנון מדיניות בריאות הציבור בישראל.

חשיפות סביבתיות ובריאות

שונות מרחבית, זיהום אוויר ושכיחות סקלרודרמה מערכתית בישראל: מחקר אקולוגי ארצי

אילן ליבס¹, אמיר ביבר², שירי קרת², שי בריקמן², סנאית איילון², מוחמד נפאע³, נעמה שוורץ¹, יפתח שגיא¹, לנה נובק¹, דורון רימר²

libes@post.bgu.ac.il

1. אוניברסיטת בן גוריון
2. הטכניון
3. אוניברסיטת בר אילן

רקע: סקלרודרמה מערכתית (Systemic Sclerosis, SSc) היא מחלה אוטואימונית נדירה המתאפיינת בדלקת, פגיעה וסקולרית ופיברוזיס מתקדם. מחקרים בינלאומיים מצביעים על שונות מרחבית ניכרת בשכיחות המחלה, אך בישראל לא פורסמו עד כה נתונים אפידמיולוגיים ארציים, ובפרט לא נבחן הקשר בין שכיחות המחלה לבין חשיפה כרונית לזיהום אוויר. מטרת: להעריך שכיחות, היארעות ותמותה של SSc בישראל; לזהות אשכולות גאוגרפיים של שכיחות גבוהה; ולבחון קשרים אפשריים בין שכיחות המחלה לבין חשיפה ארוכת-טווח למזהמי אוויר, כולל ניתוח ממוקד של יישובים בעלי רוב דרוזי. שיטות: בוצע מחקר אקולוגי רטרוספקטיבי ברמת היישוב, בהתבסס על מאגר שירותי בריאות כללית (כ-52% מאוכלוסיית ישראל). מקרי SSc הוגדרו על פי אבחנות חוזרות ואימות סרולוגי. נתוני זיהום אוויר (NO_x , NO_2 , O_3 , PM_{10} , $PM_{2.5}$) (Moran's I, LISA), חושבו כממוצעים רב-שנתיים (2000–2023) ממערך הניטור הארצי. בוצעו ניתוחי אוטוקורלציה מרחבית (Moran's I, LISA), גרסיה בינומית שלילית ומודלים גרסיביים מרחביים (BYM).

תוצאות: השכיחות הארצית של SSc עלתה מ-10.7 ל-63.3 ל-100,000 בין השנים 2000–2024, בעוד שההיארעות נותרה יציבה. זוהתה הצטברות מרחבית מובהקת של המחלה, בעיקר בצפון הארץ. יישובים בעלי רוב דרוזי הציגו שכיחות גבוהה יותר של SSc. חשיפה גבוהה יותר למזהמי אוויר הראתה מגמה עקבית של סיכון מוגבר, אם כי ללא מובהקות סטטיסטית, גם לאחר התאמה מרחבית.

מסקנות: סקלרודרמה מערכתית בישראל מציגה דפוס מרחבי ברור שאינו אקראי, עם שונות אזורית בולטת. זיהוי אשכולות גאוגרפיים ותלות מרחבית שאינה מוסברת במלואה על ידי מזהמי אוויר נמדדים מצביע על מעורבות של גורמים אזוריים ודמוגרפיים נוספים. ממצאים אלו מדגישים את החשיבות של בחינת הקשרים בין סביבה, גנטיקה ובריאות במחקרים עתידיים ברזולוציה גבוהה יותר.

זהו המחקר האפידמיולוגי הראשון בישראל המתאר שכיחות, היארעות ודפוסים מרחביים של סקלרודרמה מערכתית, ובוחן לראשונה קשרים אפשריים לחשיפה כרונית לזיהום אוויר. המחקר מספק תשתית נתונים ייחודית למחקרי המשך, שיאפשרו זיהוי אוכלוסיות בסיכון והבנת גורמי סיכון סביבתיים ודמוגרפיים, ויתמכו בפיתוח מדיניות מניעה וניטור סביבתי ממוקד.