

השלכות קרינת טלפונים סלולריים ופריסת תשתיות דור חמישי על בריאות הציבור

דוקטור פול בן ישי, המחלקה לפיזיקה באוניברסיטת אריאל

ביום שלישי שעבר דוקטור יועז הנדל, שר התקשורת, הכריז בקול תרועה על הפריסה המתקרבת של הטכנולוגיה הסלולרית של דור חמישי בישראל. נאאמו, שהוכן עבורו כך ניתן להניח, ע"י הצוות הבכיר במשרדו היה רצוף הבטחות לעולם חדש ואמיץ, בו האלחוט משרת את האדם ומכונות מדברות האחת לרעותה עבור נוחותנו. לא היה אזכור בנאאמו בדבר בריאות הציבור או דאגות אפשריות לגביה. זה בגלל שהנחת היסוד השוכנת בבסיס ההסדרה המפקחת על רמת חשיפת הציבור לקרינה אלקטרומגנטית הנפלטת מאלחוט, טלפונים סלולריים והתשתית שלהם, מבוססת על אמונה שיש לשקול רק השפעות מבוססות חום. בחרתי במילה "אמונה" בזהירות. אמונה יכולה להתעלם מהעובדות שעלולות לשלול אותה. ההסדרות המפקחות על רמת החשיפה לקרינת תדר רדיו בעוצמה נמוכה (300 הרץ עד 3 מיליארד הרץ, ובקרוב טווח זה יורחב ל-3 טריליון הרץ [1], [2]) נגזרות מההמלצות של הוועדה הבינ"ל על הגנה מפני קרינה לא-מייננת (ICNIRP) [3], שנקבעו ב-1996 לראשונה ולא עברו שינוי מאז למעשה. דעה זו התקבלה בהסדרה ע"י הוועדה לתקשורת פדראלית ב-1997 [4]. למרות זאת, קבוצה הולכת וגדלה של מחקרים שוללת את הנחת היסוד הזו ומדגימה פגיעה לטווח ארוך על בריאות הציבור כתוצאה מחשיפה. למרות זאת, התעשייה וההסדרה, כולל שר התקשורת הישראלי מעדיפים "אמונה" זו.

בהתאם לבסיס הנתונים הנרחב של מידע מודפס רלוונטי הנתמך ע"י התעשייה והמגזר הפרטי ושופק ע"י פלטפורמת המידע האינטרנטית "EMF-portal" [5], יש כרגע מלאי של 31195 פרסומים ו-6724 תקצירים של מחקרים מדעיים פרטניים על השפעות של שדות אלקטרומגנטים. סקירת מחקר חדש על הסיכונים הבריאותיים של קרינת תדר רדיו (RFR), הכוללת אימות בלתי תלוי המבוסס על 5400 מחקרים בבסיס הנתונים של "מדליין", מסכם ש"המידע המודפס מראה שיש סיבה תקפה ביותר לדאגה בקשר להשפעות בריאותיות מסוכנות אפשריות מטכנולוגיות דור רביעי וגם חמישי" ויש לראות את המחקר הקיים כ"שמרני ביותר וממעיט באופן מהותי מההשפעות המסוכנות של טכנולוגיה חדשה זו" [6].

השפעות ביולוגיות שאינן מבוססות חום מחשיפה לשדה אלקטרומגנטים של תדר רדיו בניסויים על בע"ח וגם על בני אדם, אפילו בחשיפה ברמות נמוכות (תחת 10 וואט למטר מרובע), הינן נרחבות. השפעות ביולוגיות מיטביות וגם מזיקות של קרינת רדיו הודגמו בכל המינים. השפעות אלו יכולות להתקיים ברמה של מבנים תאיים ותת-תאיים, כולל תהליכים מיטוכונדריאליים החיוניים לאנרגיה תאית וחילוף חומרים. ברמה התאית המיקרוסקופית הודגמו השפעות מזיקות על המבנים וגם על התפקודים של תאים הנובעות מקרינת טלפון נייד; הללו כוללות השפעות על ייצור חלבונים, תעתיק ויציבות בתיווך מפלי MAPK (אנזים מזרז חלבוני המופעל ע"י מיטוגן) [7], פעילות אנזימים [8], התפתחות זיקי שחלות [9] וזני חמצן תגובתיים מוגברים בתאי גזע [10]. מחקרים אלו מייצגים מלאי עבודות גדול - יותר מ-3000 מחקרים לפי "EMF portal" ובסיס הנתונים "ORSAA" של מחקרים המדגימים השפעות שאינן מבוססות חום ברמה התאית [11],[12]. נתיב ידוע נוסף לנוקס סלולארי היה ההשפעה של חשיפה לתדר אלקטרומגנטי נייד על חילוף החומרים והממברנות התאיים שהוגדר "תעלות סידן ממותגות מתח" (VGCC) [13]. תעלות אלו הינן סוג של חלבוני ממברנה האחראים לשינוע סידן ויונים אחרים לתוך ומחוץ פנים התא. אחד מתפקידיהם של יונים אלו הינו בקרה על זני החמצן התגובתיים (ROS) [14].

זנים אלו יכולים להוביל לייצור רדיקלים חופשיים בעלי יכולת לפגוע בדי.אן.איי ולהרוס רכיבים תאיים חיוניים. בנוסף, זנים אלו זוהו כמבשרים חשובים או סימנים ביולוגיים

מוקדמים למספר מחלות נוירולוגיות כרוניות ואחרות ובנוסף כסימנים להשפעות מזיקות על רבייה [15]-[18].

בשכבת הרקמה של אורגניזם (בן אדם), חשיפה לתדר אלקטרומגנטי קושרה להידרדרות מערכת ההגנה נוגדת ההתחמצנות [19]. טיעון שכיח כנגד שייכות מאגר המחקרים הזה הוא שזה בעיקר "במבחנה" / "בתנאי מעבדה" ולכן אינו ישים למצב ה"עולם אמיתי" של שימוש בטלפונים ניידים, למרות שהשימוש ב"עולם אמיתי" בניידים מראה שהם מפרים בעקביות רמות חשיפה מותרות [20], [21]. עם זאת, מחקרים חדשים על אנשים שגרים בקרבה לאנטנות סלולאריות מצאו עדות לזני חמצן תגובתיים (ROS) בדמם, המזוהים כסמן ביוכימי ללחץ שקושר לסיכונים מוגברים לסרטן ושאר מחלות כרוניות [22]. סקירה נוספת חשובה מ-2015 על מחקרים קיימים בנושא השפעות קרינת תדר רדיו פורסם ע"י האקדמיה הלאומית למדע באוקראינה, אוניברסיטת אינדיאנה ואוניברסיטת קמפינס בברזיל [16]. על סמך 93 מתוך 100 מחקרים שעברו ביקורת עמיתים, סקירה זו הסיקה שקרינת תדר רדיו בעוצמה נמוכה מהווה מניע חמצוני עבור תאים חיים עם פוטנציאל פתולוגי גבוה. הלחץ החמצוני שנגרם ע"י חשיפה לקרינת תדר רדיו מסבירה מגוון של נזקים בריאותיים הקשורים לקרינת תדר רדיו - תחלואת סרטן וגם כזו שאינה סרטנית. בנוסף לתיעוד תחלואה, מחקר זה מתאר 6 מנגנונים ביולוגיים שונים שעשויים להסביר את השפעות קרינת תדר הרדיו הללו בגוף. ציטוט מקור: "לסיכום, הניתוח שלנו מדגים שקרינת תדר רדיו בעוצמה נמוכה הינה מניע חמצוני בעל נוכחות עבור תאים חיים עם פוטנציאל פתולוגי גבוה ושיש להכיר בלחץ החמצוני שנגרם ע"י חשיפה לקרינת תדר רדיו כאחד מהמנגנונים הראשיים של הפעילות הביולוגית של סוג קרינה כזה." [23]

מחקרים מצאו גם שקרינה לא מבוססת חום של טלפונים סלולרים וקרינה ממחשבים ניידים עלולה לפגוע בזרע אנושי, להפחית ספירת ואיכות זרע, להחליש די.אן.איי מיטוכונדריאלי של זרע וכנראה תורמת להתפתחות פגומה של האשכים ולבעיות זקפה. עלינו לציין, כמו פרשנים אחרים, שמרפאות לעקרות אצל גברים באוסטרליה, ארה"ב והודו מייצרות באופן קבוע לגברים המתקשים להפרות את בנות זוגם להסיר את כל המכשירים האלחוטיים מגופם. עצה זו עקבית עם מחקרים המראים שרמות הקרינה העכשוויות מטלפונים סלולרים עלולות לפגוע בדי.אן.איי מיטוכונדריאלי של זרע, להגדיל זני חמצן תגובתיים (ROS) ולהפחית ספירת ואיכות זרע. [18],[24]

בניגוד לעמדת שר הבריאות הישראלית [25], קיימות הוכחות בשפע להשפעות מזיקות על בריאות האדם במחקרים אפידמיולוגיים. אני מפרט כמה מהם פה:

* מילר ואחרים [26] מציינים "מחקרי בקרת אירוע חדשים משבדיה וצרפת מחזקים ממצאים של מחקרים קודמים ע"י מתן תמיכה לביסוס קשר סיבתי בין שימוש בטלפונים סלולרים וסרטן המוח, בנוסף לגידול ברקמת עצב השמע הנקרא גם שוואנומה וסטיבולרית (גידול שפיר בעצב השמע ושיווי המשקל). הארדל וקארלברג (2013) [27] מסיקים שאמת המידה של בראדפורד היל עבור סיבתיות התממשה כעת. ראוי לציין ששלושה ניתוחי-על חדשים מאשרים כולם סיכון מוגבר משמעותית לגליומה (דבוקמת) אחרי 10 שנים או יותר של שימוש בטלפונים ניידים (בורקייביץ' ואחרים, 2017 [28]; פראסאד ואחרים, 2017 [29]; יאנג ואחרים, 2017 [30])."

* לו ואחרים ציינו בנוסף שקרינה מטלפונים ניידים כגורם מסרטן הגבירה את שכחות סוגי סרטן של בלוטת התריס כשלוקחים בחשבון פגיעות גנטית [31].

* שכיחות זני חמצן תגובתיים במחקרים בגוף החי תומצתו ע"י דאסדאג ו-אקדאג [32] ופירטו מעל 50 מחקרים בגוף החי המדגימים לחץ זני חמצן תגובתיים מסוכן כתוצאה מקרינת מלפון סלולרי.

* מחקר-על ע"י בלפום ואחרים [33] הראה שבמחקרי בקרת אירוע יש סיכון מוגבר עקבי (40%) לגליומה ולגידול ברקמת עצב השמע המקושרים לשימוש במלפון נייד. תוצאות אלו מקבלות גיבוי מתוצאות ממחקרים בבע"ח שמראות השפעות המקדמות גידולים וסרטן במשותף [34]. המסקנות מקבלות אישור נוסף ממחקרים ע"י וורנולי ואחרים [35] ופאלקיוני ואחרים [36].

* גידול משמעותי ברגישות יתר אלקטרומגנטית דווח גם ע"י בלפום, בהתבסס על מחקרים אפידמיולוגיים [33].

* גידול משמעותי סטטיסטית בשוואנומה ממאירה בלב אצל עכברושים שהיו נתונים כל חייהם תחת חשיפה לשידור GSM בתדר 1.8 ג'יגהרץ דווח ע"י סופריטי וג'וליאני [37] בנוסף לתוכנית תורת הרעלנות הלאומית של NIH [38].

* נזק משמעותי לדי.אן.איי שנגרם מחשיפה בעולם האמיתי למלפונים ניידים דווח ע"י פאנגופולוס [39].

מחקרים אלו מייצגים נתח קטן מהמחקרים האפידמיולוגיים והמחקרים בגוף החי המתעדים גדילה מאומתת בשיעורי סרטן הניתנים ליחוס לשימוש ולחשיפה לקרינת מלפונים סלולרים.

בנוסף, הדור החמישי ינדוד לבסוף לתדרים גבוהים יותר סביב 27 ג'יגהרץ. במקרה זה אופן הצימוד לרקמה מוגבר ע"י "השפעת הגל העומד" שבאמצעותו אורך הגל של האות הפוגע מתקרב לזה של מימדי השכבה של הרקמה, ומוביל לעליות בלתי קבילות בספיגה ולכן בטמפרטורת הרקמה. השפעה זו מתועדת היטב, אך התעשייה והרגולציה מתעלמות ממנה לחלוטין. ראוי לציין כמה מאמרים מאת כריס ואחרים [40],[41], קלם וטרוסטר [42], ובצ'אלל ואחרים [43],[44], בנוסף לאחרים המראים עדות ברורה שתדרי הדור החמישי יכולים להיספג לעומק ובעלי השפעות ביולוגיות. ציטוט מהתזה של דוקטור ג' מלייה [45];

"בטווח זה (5-10 ג'יגהרץ במקור), אנו יכולים לצפות שספיגה אלקטרומגנטית ע"י הגוף האנושי תהיה מסובכת, אולי ללא קשר חזק למשתנה ביומטרי כלשהו (במיוחד כששכיחויות שאינן נורמליות ואינן מישוריות מוכנסות), בגלל ההשפעות של השתקפויות בתוך השכבות החיצוניות של הגוף. יש להוסיף שהעין נשארת פגיעה באופן קיצוני לתדר רדיו כיוון שהנפח די קטן והיא נעדרת מנגנון קירור טבעי."

בהינתן הוכחה נרחבת להשפעות מזיקות הנובעות מחשיפה לקרינת תדר רדיו בעוצמה נמוכה הבוקעת ממלפונים סלולרים ואלחוטיים, זה בלתי הגיוני לא להמריץ סקירה מקיפה של בטיחות בריאות הציבור לפני שמאפשרים באופן עיוור לשר התקשורת לקדם פריסת הדור החמישי.

סימוכין

[1] "הועדה לתקשורת פדראלית משאירה את תקני הבטיחות לחשיפה לתדר רדיו כפי שהם," Federal Communications Commission, Dec. 04, 2019. <https://www.fcc.gov/document/fcc-maintains-current-rf-exposure-safety-standards> (accessed Apr. 11, 2020)

[2] שינויים מוצעים בכללי הועדה בקשר לחשיפת בני אדם לשדות תדר רדיו אלקטרומגנטי; הערכה מחדש של מדיניות וגבולות החשיפה לתדר רדיו של הועדה לתקשורת פדראלית. 2019.

[3] "מכשירים אלחוטיים ודאגות בריאות," הועדה לתקשורת פדרלית, 26/5/2011. <https://www.fcc.gov/consumers/guides/wireless-devices-and-health-concerns> (accessed May 04, 2020).

[4] ס' ל' ראסל, "התרחבות מלקומוניקציה אלחוטית דור חמישי: השלכות סביבתיות ובריאות הציבור," מחקר סביבתי כרך 165, דפים 484-495, אוגוסט 2018, doi:10.1016/j.envres.2018.01.016

[5] "EMF-Portal | Home." <https://www.emf-portal.org/en> (accessed May 18, 2020).

[6] ר' נ' קוסטוף, פ' הרו, מ' אשנר ו-א' צצקיס, "השפעות בריאות מסוכנות של טכנולוגיית רשתות ניידות בדור חמישי תחת תנאי העולם האמיתי," Toxicol. Lett., vol. 323, pp. 35–40, May 2020, doi: 10.1016/j.toxlet.2020.01.020

[7] פרידמן, ס' קראוס, י' האופטמן, י' שיף ו-ר' סגר, "מנגנון של הפעלה בטווח קצר של קינו מווסת אות חוץ האי (ERK) ע"י שדות אלקטרומגנטיים בתדרי טלפון נייד" עלון ביובימי, כרך 405, מס' 3, דפים 559-568, אוגוסט 2007, doi: 10.1042/BJ20061653

[8] א' א' וואריל ואחרים, "גישות ספקניות בנוגע להשפעות חשיפה לשדות אלקטרומגנטיים על הורמוני המוח ופעילויות אנזימיות," עלון למיקרוסקופיה וארכיטקטורה תאית, כרך 5 מס' 4, דפים 177-184, דצמבר 2017, doi:10.1016/j.jmau.2017.09.002

[9] פ' אוזימפור, ס' זוארה ו-ט' לשקרבלוקי, "ההשפעה של קרינה הנפלטת ע"י טלפון סלולארי על פעילות פיצול הג'לטין של אנזים פירוק החלבונים בחומר חוץ תאי-2 ו-9 של קדם מצבור תאי שחלתי של עכברים במהלך תרבית מבחנה," עלון "תא", כרך 22, מס' 1, דפים 1-8 אפריל 2020, doi: 10.22074/cellj.2020.6548

[10] מ' דורדיק ואחרים, "גלי מיקרו מטלפונים ניידים גורמים לזני חמצן תגובתיים אך לא לנזק לדי.אן.איי, גנים של מיזוג קדם-לוקמיה, ומוות תאי מתוכנן בתאי גזע/קדמוניים יוצרי דם," דיווח מדעי, כרך 9, מס' 1, דף 16182 נובמבר 2019, doi:10.1038/s41598-019-52389-x

[11] "בסיס נתונים ORSAA," OCEANIA RADIOFREQUENCY SCIENTIFIC ADVISORY ASSOCIATION (ORSAA). <https://www.orsaa.org/orsaa-database.html> (accessed May 18, 2020)

[12] ו' לייץ, ס' וולר ו-מ' רדמיין, "בסיס נתונים חדש של השפעות ביולוגיות מקרינה לא מייננת," סקירות על בריאות הסביבה, כרך 33, מס' 3, דפים 273-280, ספטמבר 2018, doi: 10.1515/revbeh-2018-0017

[13] מ' ל' פל, "שדות אלקטרומגנטיים פועלים דרך הפעלה של תעלות סידן ממותגות מתח כדי להפיק השפעות מיטיבות או מזיקות," עלון רפואה מולקולארית ותאית, כרך 17, מס' 8, דפים 958-965, אוגוסט 2013, doi: 10.1111/jcmm.12088

[14] א' גורלק, ק' ברטרם, ס' הודקובה ו-או' קריזנובה, "סידן וזני חמצן תגובתיים: פעולה ותגובה הדדית", רדוקס ביולוגיה, כרך 6, דפים 260-271, דצמבר 2015, doi:10.1016/j.redox.2015.08.010

[15] א' א' אלפדה ו-ר' מ' סאלם, "זני חמצן תגובתיים בבריאות ומחלה", עלון לביו רפואה וביוטכנולוגיה, 2012. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2012/936486/> (accessed May 06, 2020)

[16] ל' יקימנקו, א' ציבולין, א' סידוריק, ד' הנשל, ס' קירילנקו ו-או' קירילנקו, "מנגנוני חמצון של פעילות ביולוגית של קרינת תדר רדיו בעוצמה נמוכה", רפואה וביולוגיה אלקטרומגנטית, כרך 35, מס' 2, דפים 186-202, 2016, doi:10.3109/15368378.2015.1043557

[17] ל' יקימנקו, א' סידוריק, ד' הנשל ו-ס' קירילנקו, "קרינת תדר רדיו בעוצמה נמוכה: מחמצן חדש לתאים חיים", מחמצנים ונוגדי חמצון במדע הרפואי, כרך 3, מס' 1, דפים 1-3, 2014, 3

[18] מ' ספרימנש וד' ל' דייויס, "השפעות על הרכב החלבונים של שדות אלקטרומגנטיים במערכת הרבייה הזכרית", פתולוגיית מרפאה השוואתית, כרך 26, מס' 2, דפים 309-313, מרץ 2017, doi: 10.1007/s00580-016-2342-x

[19] א' ג' קיברק, ק' ק' יורט, א' א' קפלן, ל' אלקן ו-ג' אלטון, "השפעות של חשיפה לשדות אלקטרומגנטיים על מערכת ההגנה נוגדת החמצון", עלון למיקרוסקופיה וארכיטקטורה תאית, כרך 5, מס' 4, דפים 167-176, דצמבר 2017, doi:10.1016/j.jmau.2017.07.003

[20] או' פי' גנדי, "פליטות מיקרוגל מטלפונים סלולרים חורגות מגבולות הבטיחות באירופה ובארה"ב כאשר באים במגע עם הגוף", גישה למכון למהנדסי אלקטרוניקה וחשמל, כרך 7, דפים 47050-47052, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2906017

[21] "דעה של הסוכנות הצרפתית למזון, סביבה ובטיחות ובריאות תעסוקתיות לגבי השפעות בריאותיות אפשריות המקושרות לערכי שיעור ספיגה מסוימים גבוהים מטלפונים ניידים הנישאים קרוב לגוף", ANSES, Opnion 2017-SA-0229, Jul.2019. [Online]. Available: <https://www.anses.fr/en/system/files/AP2017SA0229EN.pdf>

[22] זותנסיאמה, מ' זוסנגוואלי, מ' לרמדינפוי ו-ג' ס' ג'מיה, "השפעה של קרינת תדר רדיו על נוק לדי.אן.איי ונוגדי חמצון בלימפוציטי דם היקפיים של בני אנוש הגרים בקרבה לאנטנות טלפונים ניידים", רפואה ביולוגית אלקטרומגנטית, כרך 36, מס' 3, דפים 295-305, 2017, doi:10.1080/15368378.2017.1350584

[23] ל' סלסין, "זמן לנקות את הבית", חדשות מיקרוגל, 7/4/2020. <https://microwavenews.com/news-center/time-clean-house> (accessed May 20, 2020)

[24] נר. דסיי, ק' ק' קסרי ו-א' אגרוול, "פתופיזיולוגיה של קרינת טלפונים ניידים: לחץ חמצוני והיווצרות סרטן עם דגש על מערכת הרבייה הזכרית", אנדוקרינולוגיה ביולוגית רבייתית, כרך 7, מס' 1, דף 114, 2009, doi: 10.1186/1477-7827-7-114

[25] קרינה סלולארית https://www.health.gov.il/Subjects/radiation/cell_phone/Pages/default.aspx (accessed Aug. 26, 2020)

[26] א' ב' מילר, ל' ל' מורגן, ל' אודסין ו-ד' ל' דייזיס, "עדכון חקר מגיפת הסרטן, בעקבות ההערכה מ-2011 של הסוכנות הבינ"ל לחקר הסרטן לגבי שדות אלקטרומגנטיים של תדר רדיו (מונוגרף 102)", מחקר סביבה, כרך 167, דפים 673-683, נובמבר 2018, doi:10.1016/j.envres.2018.06.043

[27] ל' הארדל ו-מ' קארלברג, "שימוש בנקודות המבט של היל מ-1965 להערכת חוזק הראיות לסיכון לגידולי מוח המקושרים עם שימוש בטלפונים אלחוטיים וסלולרים", "סקירות על בריאות סביבתית, כרך 28, מס' 3-2, דפים 97-106, 2013, doi:10.1515/reveh-2013-, 2013, 0006

[28] א' ברקוביץ, א' גדזיקה ו-ו' סימזק, "שימוש בטלפון נייד והסיכון לגידולים תוך-גולגולתיים וגידולים בבלוטת הרוק - מחקר על", "העלון הבינ"ל לבריאות סביבתית ורפואה תעסוקתית, כרך 30, מס' 1, דפים 27-43, פברואר 2017, doi:10.13075/ijomeh.1896.00802

[29] מ' פראסד, פ' קטוריה, פ' נאיר, א' קומאר ו-ק' פראסד, "שימוש בטלפון נייד והסיכון לגידולים במוח: סקירה שיטתית של קשר בין איכות מחקר, מקור מימון ותוצאות מחקר", מדע נוירולוגי, כרך 38, מס' 5, דפים 797-810, מאי 2017, doi: 10.1007/s10072-017-, 2017, 2850-8

[30] מ' יאנג ואחרים, "שימוש בטלפון נייד והסיכון לגליומה: סקירה שיטתית ומחקר-על", "פלוס אחד", כרך 12, מס' 5, דף E0175136, מאי 2017, doi:10.1371/journal.pone.0175136

[31] לו ואחרים, "רגישות גנטית עלולה לשנות את הקשר בין שימוש בטלפון נייד לבין סרטן בלוטת התריס: מחקר בקרת אירוע מבוסס אוכלוסייה בקונטיקט", מחקר סביבתי, כרך 182, דף 109013, מרץ 2020, doi: 10.1016/j.envres.2019.109013

[32] ס' דסדג ו-מ' ז' אקדג, "הקשר בין תדרי רדיו הנפלטים מטכנולוגיות אלחוטיות ולחץ חמצוני", "העלון לנוירואנטומיה כימית, כרך 75, מס' Pt B, דפים 85-93, 2016, doi: 10.1016/j.jchemneu.2015.09.001

[33] ד' בלפום, ל' הארדל, ל' בלייאב, א' בורגיו ו-ד' או' קרפנטר, "השפעות בריאות מבוססות ולא מבוססות חום מקרינה לא מייננת בעוצמה נמוכה: נקודת מבט בינ"ל", "זיהום סביבתי, כרך 242, דפים 643-658, נובמבר 2018, doi:10.1016/j.envpol.2018.07.019

[34] ט' טילמן ואחרים, "סימן לפוטנציאל מסרטן של השיפה לתדר רדיו מאופנן UMTS (מערכת תקשורת מרחוק ניידת עולמית) במחולל-מוטציות במודל עכברי", "העלון הבינ"ל לביולוגיית קרינה, כרך 86, מס' 7, דפים 529-541, יולי 2010, doi:10.3109/09553001003734501

[35] א' וורנולי, ל' פלקיוני, ד' מנדריולי, ל' בואה ו-פ' בלפוני, "התרומה של מחקרים ביונקים חיים לידע לגבי השפעות מזיקות של קרינת תדר רדיו על בריאות בני אדם", "העלון הבינ"ל לחקר הסביבה ובריאות ציבורית, כרך 16, מס' 18, מאמר 18, ינואר 2019, doi: 10.3390/ijerph16183379

[36] ל' פלקיוני ואחרים, "דיווח על תוצאות סופיות בקשר לגידולים במוח ובלב בעכברושים מסוג 'ספראג-דואולי' שנחשפו מהיותם ברחם עד למוות טבעי לשדה תדר רדיו של טלפון נייד

המייצג פליטה סביבתית של תחנת בסיס מסוג GSM בתדר 1.8 ג'יגהרץ, "מחקר סביבתי, כרך 165, דפים 496-503, אוגוסט 2018, doi:10.1016/j.envres.2018.01.037

[37] מ' סופריטו ו-ל' ג'וליאני, "הפוטנציאל המסרטן של קרינות בלתי מייננות: המקרים של קרינת תדר רדיו S-50 הרץ ו-1.8 GSM ג'יגהרץ, "רעילות ופרמקולוגיה קליניות ובסיסיות, כרך 125, מס' S3, דפים 58-69, 2019, doi: 10.1111/bcpt.13215

[38] ס' ל' סמית-רו ואחרים, "הערכה של העקה הגנוטוקסית של קרינת תדר רדיו בטלפונים סלולריים בעכברים ועכברושים ממין זכר ונקבה לאחר השיפה ממוצעת", מומנטים מולקולרי וסביבתי, כרך 61, מס' 2, דפים 276-290, 2020, doi: 10.1002/em.22343

[39] ד' ג' פנגופולוס, "השוואת נזק לדי.אן.איי שנגרם מטלפונים ניידת ושאר סוגים של שדות אלקטרומגנטיים הוצרת-אדם, "מחקר על מוטציות, כרך 781, דפים 53-62, יולי 2019, doi: 10.1016/j.mrrev.2019.03.003

[40] א' קריסט, ט' סמארס, אי' ניופלד, א' קלינגנבוק ו-נ' קוסטר, "חלוקת שיעור ספיגה מסוים בבני אדם כאשר משתמשים במשדרי תדר רדיו הנלבשים על הגוף, "שיעור ההגנה מפני קרינה, כרך 124, מס' 1, דפים 6-14, 2007, doi: 10.1093/rpd/ncm377

[41] א' קריסט, ט' סמארס, א' קלינגנבוק ו-נ' קוסטר, "אפיון ספיגת שדה-קרוב אלקטרומגנטית ברקמה ביולוגית רבודה בטווח התדרים 30-6000 מגה הרץ, "פזיקה בביוולוגיה ורפואה, כרך 51, מס' 19, דפים 4951-4965, אוקטובר 2006, doi: 10.1088/0031-9155/51/19/014

[42] מ' קלם ו-ג' טרוסטר, "ספיגת אנרגיה אלקטרומגנטית ברקמות הגוף האנושי עקב אנטנות UWB, "קידמה במחקר האלקטרו מגנטיקה, כרך 62, דפים 261-280, 2006, doi: 10.2528/PIER06040601

[43] נ' בצלאל, פ' בן ישי ו-י' פלדמן, "העור האנושי כמקלט תת-טרה הרץ - האם הדור החמישי מהווה לו סכנה או לא?," מחקר סביבתי, כרך 163, דפים 208-216, מאי 2018, doi: 10.1016/j.envres.2018.01.032

[44] נ' בצלאל, פ' בן ישי ו-י' פלדמן, "עיצוב הספיגה של קרינה בתחום שמתחת טרה הרץ ע"י העור האנושי, "פרוטוקולי המכון למהנדסי אלקטרוניקה וחשמל על מדע וטכנולוגיות טרה הרץ, כרך 7, מס' 5, דפים 521-528, ספטמבר 2017, 2017, doi: 10.1109/TTHZ.2017.2736345

[45] ג' מלייה, "ספיגה אלקטרומגנטית ע"י הגוף האנושי מ-1 עד 15 ג'יגהרץ, "דוקטור לפילוסופיה, אוניברסיטת ניו יורק, 2013.

