

שאלות אתיות והלכתיות בנושא ניהול סיכונים קרינה אלקטרומגנטית*

נספחים**

נספח א' – רשימת גורמים מסרטנים

כאמור בפרק העוסק בסיכונים הכרוכים בחשיפה לשדות מגנטיים בתדר הרשת, הסוכנות הבינ"ל לחקר הסרטן (International Agency for Research on Cancer – IARC) עוסקת בין השאר בסיווגם של חומרים וגורמים שונים עפ"י רמת הקרצינוגניות שלהם לאדם¹. לשם כך נקבעו חמש קטגוריות, שבכל אחת מהן נכללים חומרים כימיים רבים, אשר שמם אינו אומר דבר למרבית הציבור, ומספר קטן בהרבה של חומרים וגורמים מוכרים יותר. קטגוריות אלה הן – **מסרטן, קרוב לוודאי מסרטן, מסרטן אפשרי, לא ניתן לסיווג, וככל הנראה לא מסרטן**.

להלן דוגמאות לגורמים מוכרים הכלולים ברשימות אלה. הדוגמאות נלקחו מתוך אתר האינטרנט של IARC (ינואר 2011) והתרגום לעברית לקוח בחלקו מתוך אתר האינטרנט של משרד הבריאות המסתמך על IARC.

* האמור במאמר זה הוא על דעת המחבר, ואינו מייצג את עמדת המרכז אונברסיטת אריאל, המרכז למחקר גרעיני שורק או הוועדה לאנרגיה אטומית.

** חלק ב': שלושה נספחים למאמר שפורסם ב**אסיא** קטן-קטן עמ' 173-228.

נספח א' – רשימת גורמים מסרטנים

נספח ב' – השוואת סיכונים

נספח ג' – הצהרות גופים מקצועיים מרכזיים לגבי סיכונים קרינת רדיו ומיקרוגל.

בשל הזמן הרב שעבר מאז פרסום החוברת המקורית (תשע"ג 2012), חלק מהנתונים שבנספחים השתנו. עם זאת, העקרונות והכיוון הכללי נותרו בעינם, מה גם שהמאמר נועד לעורר את הדיון ההלכתי העקרוני בנושאים המוצגים בו. שתי נקודות חשובות:

• בנספח ב' הצגנו את הסיכונים במונחים של אובדן תוחלת חיים צפויה (LLE). כאמור בנספח דנן, צורת הצגה זו לוקחת בחשבון לא רק את הסיכוי להתרחשות האירוע, אלא גם את גילו של הנפטר. עפ"י ההבנה שהתחדשה לי מאז נכתבו הדברים, ההלכה וכמה מגדולי הפוסקים האחרונים שללו (בתוקף) התייחסות לגיל האדם כשיקול בקדימות ההצלה. לפיכך, יתכן שאין זה נכון לעשות שימוש בגודל זה (LLE) כפרמטר להחלטה. עם זאת, הבחירה להשתמש בצורת הצגה זו בהיותה נוחה יותר להבנה ע"י הקורא הבלתי מיומן עומדת בעינה.

• חשיבות המענה ההלכתי לרבות מהשאלות שהעלנו במאמר התחדדה מאוד בעת מגיפת הקורונה: המגיפה הפכה שאלות אלה לנושא אקטואלי ומרכזי ביותר בתודעה הציבורית ובזירת קבלת ההחלטות, נושא הדורש תשובות מהירות ומעשיות. נספח ג' של המאמר מתייחס בעקיפין לאחת החשובות שבהן – ההתמודדות עם מתנגדי החיסונים, וד"ל.

1. יצוין כי קיימים גם גופים אחרים העוסקים בנ"ל.

המספרים בסוגריים מתייחסים למספר הפרסום (Monograph) של IARC הדן בחשיפה לאותו גורם.

1. מסרטן לבני אדם (Carcinogenic to humans – 1): בקטגוריה זו נכללים בין השאר קרינה מייננת לסוגיה השונים (לרבות גז ראדון), קרינה אולטרא סגולה² (UV) לרבות מנורות שיזוף היוצרות קרינה כזו, קרינת שמש, זפת שחורה לציפוי או ריצוף (Coal tar pitch – 35/7), אסבסט, עישון (לרבות "עישון פסיבי"), פליטה של מנועי דיזל³, אבק עץ (Wood dust – 62), חשיפה לשריפה ביתית של פחם ועץ (95) משקאות אלכוהוליים (44,96) ודגים מלוחים בסגנון סיני (Salted fish – Chinese-style, 56). חשיפות תעסוקתיות הנכללות בקטגוריה זו כוללות חשיפות הקשורות בייצור אלומיניום, יציקות ברזל ופלדה, חשיפה לפיח (Soot) במסגרת ניקוי ארוכות, חשיפות בתעשיית הגומי ועבודות צבעות (47,58).

2. קרוב לודאי מסרטן (Probably carcinogenic – 2A): בקטגוריה זו נכללים בין השאר תוצרים של טיגון בחום גבוה (Frying, emissions from high-temperature) וחשיפות תעסוקתיות במסגרות הבאות: זיקוק נפט, ייצור זכוכית אמנותית ומכלי זכוכית, עיצוב שיער (Hairdresser, 57) ועבודת משמרות הגורמת להפרעה בשעון הביולוגי של הגוף (Shift work that involves circadian disruption, 98).

3. מסרטן אפשרי (Possibly carcinogenic – 2B): בקטגוריה זו נכללים בין השאר פחם שחור (Carbon black), עופרת, אדי ריתוך (Welding fumes 49, 100D), בנזין ופליטה של מנועי בנזין (45,46), שתלים כירורגיים מסוימים (74), ירקות כבושים בסגנון אסיאתי (56) וקפה⁴. כמו כן סווגו לקטגוריה זו חשיפות תעסוקתיות במסגרת עבודות דפוס, ניקוי יבש, עבודות נגרות (25/7 – Carpentry and joinery), כבאות (98) וייצור טקסטיל (48).

כזכור, שדות מגנטיים בתדר רשת החשמל וקרינת רדיו ומיקרוגל סווגו ע"י IARC לקטגוריה זו (2B), לפיכך בחרנו להביא כאן גם את הגדרתה המדויקת:

"This category is used for agents for which there is limited evidence of carcinogenicity in humans and less than sufficient evidence of carcinogenicity in experimental animals"

4. לא ניתן לסיווג (Not classifiable – 3): נפט גולמי, דלקים מסוימים (דיזל, דלק סילוני ועוד), כספית, אפר פחם, צמר זכוכית לבידוד (Insulation)

2. יצוין כי רק חלק מתחום הקרינה האולטרא סגולה הוא מסרטן מוכח.

3. הועלה מקטגוריה 2A לקטגוריה 1 בשנת 2012.

4. קפה מסווג כמסרטן אפשרי בהקשר לגידולים בשלפוחית השתן, אך עם זאת נקבע כי קיימות הוכחות מסוימות לקשר הפוך בין שתיית קפה לבין תחלואה בסרטן המעי הגס.

glass wool – 43,81), צמר סלעים (Rock wool), פלואורידים אנאורגניים (תוספים למי שתייה – 27/7), פוליאטילן, פוליסטירן ("קלקר"), תאורה פלורוסנטית (55), שדות חשמליים בתדר נמוך מאוד (ELF – 80), שדות חשמליים ושדות מגנטיים סטטיים (80), מוצרי עור, דיו להדפסה (65), טלק שאינו מכיל סיבי אסבסט, צבעי שיער לשימוש ביתי (57,99), קפאין ותה. כמו כן כוללת קטגוריה זו את החשיפות התעסוקתיות הקשורות בייצור צבע (Paint manufacture, 47), ייצור זכוכית שטוחה (Flat glass), תעשיית העץ (לרבות כריתת עצים – Lumber and sawmill industries) וייצור נייר. שני חומרים אשר "שונמכו" (Downgraded) לקבוצה לאחר שסווגו לפני כן כמסרטנים אפשריים (2B) הינם מלמין (73) וסכרין (73, Saccharin).

5. ככל הנראה לא מסרטן (Probably not carcinogenic – 4): קטגוריה זו כוללת חומר יחיד בשם Caprolactam.

נספח ב' – השוואת סיכונים

קיימות דרכים שונות לכימות ולהשוואה של סיכונים שונים (Risk Comparison)⁵. אחת מהן היא הערכה כמותית של הקיצור בתוחלת החיים (LLE – Loss of Life Expectancy) הנגרם עקב החשיפה לסיכון הספציפי. יתרונו העיקרי של ערך זה בכך שהוא פשוט להבנה גם לקורא שאינו מיומן. יש לשים לב לכך שגודל זה מתייחס לא רק לסיכוי להתרחשות של מקרה מוות, אלא גם למספר שנות החיים האובדות בעטיו (כלומר לגיל בו הוא מתרחש). הנתונים המוצגים להלן לקוחים מתוך מאמר מפורסם בשם "Catalog of Risk Extended and Updated" שנכתב ע"י Bernard L. Cohen ופורסם בכתב העת Health Physics בשנת 1991⁶. מתוך המאמר, הכולל בתוכו דיונים מקיפים במספר רב של גורמי סיכון, בחרנו וארגנו שבטלה שלהלן מספר מצומצם של נתונים שנראו לנו מעניינים במיוחד. בסוף הטבלה מוצג ה-LLE הכרוך בחשיפה לרמות אופייניות של קרינה מייננת (עבור הקרינות הבלתי מייננות לא קיימים ערכים כאלה, היות וכמוסבר במבוא לא הוכח קיומו של סיכון מחשיפה מצטברת אליהן). חשוב לציין שכל הנתונים נועדו להתרשמות כללית בלבד והם אינם מתיימרים להיות מדויקים⁷. להלן כמה הערות לגבי הנתונים שבטבלה:

5. להרחבה בנושא ניתן לעיין בפרסומיו של Paul Slovic.

6. Vol 60(3):317-335.

7. הערכים במאמר מתייחסים רובם ככולם לארה"ב (אא"כ צוין במפורש אחרת) ונאספו לפני יותר מעשרים שנה, ולכן סביר שקיים שוני בינם לבין הנתונים העדכניים בכלל, והנתונים בארץ בפרט.

- חלק מהגורמים "חופפים" זה לזה. לדוגמה אנשים במצב סוציו-אקונומי גבוה נוטים בד"כ לנהל אורח חיים בריא יותר הכולל הימנעות מעישון ומשתייה מופרזת של אלכוהול וכו'.
- מרבית הגורמים הרשומים בטבלה הם גורמי סיכון הגורמים לירידה בתוחלת החיים (LLE חיובי). עבור מספר מצומצם של גורמים המעלים את תוחלת החיים כמו שימוש בחגורת בטיחות והגדלת ההוצאות לטיפול רפואי רשמנו לפני ה-LLE סימן מינוס (-), למרות שבמרבית המקרים ניתן להבין בקלות אם מדובר בגורם המעלה את תוחלת החיים או מוריד אותה.
- במקרים בהם אבדן תוחלת החיים עולה על שנה אחת, הצגנו את ערכו לא רק בימים אלא גם בשנים. לצרכי פשטות השתמשנו בחלק מהמקרים בערכים מעוגלים או בערכי ביניים מאפיינים. כמו כן נמנענו בד"כ מלהפריד את הנתונים לתתי-אוכלוסיות (גברים-נשים וכיו"ב).
- חלק מהערכים בטבלה מתייחסים להשפעת הגורם הנדון על כלל הציבור (בארה"ב), ואחרים מתייחסים להשפעה על האוכלוסייה הנחשפת בלבד. עבור שתיית אלכוהול, לדוגמה, הצגנו את שני הערכים: השפעת השתייה על תוחלת החיים של האלכוהוליסטים עצמם לעומת ההשפעה על תוחלת החיים הממוצעת של כלל תושבי ארה"ב. נתון זה (כלל הציבור/ נחשפים בלבד) מופיע בטור האחרון של הטבלה, אם כי במרבית המקרים ניתן להבינו לבד.

לכלל הציבור / לנחשפים בלבד	אבדן תוחלת חיים (LLE)		הסיכון	
	שנים	ימים		
כלל	⁸ 3.4	1247	סרטן	תחלואה
כלל		82	סוכרת	
כלל	5.6	2043	מחלות לב	
כלל		1.2	תוספתן	
כלל		115	התאבדויות	

8. לעומת LLE של 0.25 Year במדינות המתפתחות.

לכלל הציבור / לנחשפים בלבד	אבחן תוחלת חיים (LLE)		הסיכון	
	שנים	ימים		
כלל	1.9	700	דלקת ראות ⁹	תחלואה במדינות המתפתחות
כלל	1.3	475	חצבת	
כלל	1.2	440	תת תזונה ורעב ¹⁰	
כלל	1	365	שלשולים (מחלות מעיים)	
כלל	1	365	סה"כ תאונות	תאונות
כלל		205	תאונות דרכים	
נחשפים		140	הפער בין רכב גדול (1800 ק"ג) ¹¹ לקטן (900 ק"ג)	
כלל		74	תאונות בית	
נחשפים		-9	התקנת גלאי עשן בבית	
כלל		60	תאונות עבודה	
כלל		4.5	התחשמלויות	
כלל		36	תאונות דרכים – הולכי רגל	
כלל		2	הגדלת המהירות מותרת מ-89 ל-105 קמ"ש	
כלל		-14	חירוב שימוש בחגורת בטיחות	
נחשפים		64	טיסה מסחרית – 250 אלף מייל לשנה במשך 40 שנה	
כלל	>1	400	הפרש תאונות צרפת-אנגליה	
כלל		160	הפרש תאונות ארה"ב-אנגליה	

9. לעומת LLE של 0.28 Year בארה"ב.

10. לעומת LLE של 0.01 Year בארה"ב.

11. הרכב הכבד הוא הבטוח יותר.

לכלל / הציבור לנחשפים בלבד	אבדן תוחלת חיים (LLE)		הסיכון		
	שנים	ימים			
נחשפים		320	חקלאות		תאונות עבודה
נחשפים		227	בניין		
נחשפים		27	(Services) שירותים		
נחשפים		60	עובדי מדינה		
נחשפים	1.4	500	אבטלה*		
נחשפים	2.2	777	15%	עורך משקל	אורח חיים
נחשפים		52	לכל 1% ¹²		
נחשפים	6.6	2400	1-2 חפיסות ליום –גברים	עישון	
נחשפים	3.9	1400	1-2 חפיסות ליום –נשים		
נחשפים		50	עישון פסיבי ¹³		
נחשפים	9	-3300	סה"כ "חיים בריאים" (תזונה, פעילות גופנית, שינה וכו')		
נחשפים		1.7	תאונה בעת ג'וזינג (הסיכון לכל שנת ריצה) ¹⁴		

* "רבי טרפון אומר: אין אדם מת אלא מתוך הבטלה" (אבות דרבי נתן פרק יא הלכה א), על דברי שמעיה (אבות א, י) "אהב את המלאכה". – העורך.

12. ערך זה מתייחס למשקל עורך של עד 30% (מעבר לכך גם הסיכון היחסי גדל).

13. ערך משוער.

14. במשך שלושים שנות ריצה הסיכון להיפגע בתאונה מצטבר ל-LLE של כחמישים יום.

לכלל הציבור / לנחשפים בלבד	אבדן תוחלת חיים (LLE)		הסיכון	
	שנים	ימים		
נחשפים	6 - 10	2900	פער בין המעמד הסוציאקונומי הגבוה ביותר לנמוך ביותר ¹⁶	גורמים ¹⁵ סוציו- אקונומיים
נחשפים	9	3300	"קשרים חברתיים" ¹⁷ - הפער בין המצב האופטימלי להיפוכו	
נחשפים	0.45	-165	שנות השכלה של האם (השפעה על הילד) ¹⁸	
נחשפים		1	כפית חמאת בוטנים ליום ¹⁹	מזון
כלל	1	365	סה"כ צריכת אלכוהול	
נחשפים	14	5100	אלכוהוליזם	
כלל		-180	קוצבי לב	טיפוליים רפואיים
כלל		-20	השתלת כליות	
כלל		-20	טיפול דיאליזה	
נחשפים		-5	תוספת 1% להוצאות טיפול רפואי	
כלל		187	גילוי מאוחר של גידולים ניתנים לטיפול	

15. מחקרים המתייחסים ככל הנראה למדינות לא מפותחות הראו כי ההשכלה היא הגורם המשמעותי ביותר בקביעת תוחלת החיים, וכי רמת ההכנסה חשובה יותר מצריכת המזון (קלוריות) ומהשקעה בטיפול רפואי. עוד מצאו החוקרים כי התפלגות ההכנסה חשובה יותר מההכנסה הממוצעת (וראה ציור 1 במאמר שצויין בהערה 6 לעיל, לגבי התפלגות תוחלת חיים לעומת תל"ג לנפש במדינות העולם השונות). וראה עקומת פרסטון, להלן עמ' 19. – העורך.
16. מדובר בערך טיפוסי – במדינות שונות המספרים שונים משמעותית זה מזה.
17. הורים, נישואים וכו' (להבדיל ממצבים של יתמות מגיל צעיר, גירושין, התאלמנות וכו').
18. נתון זה מתייחס למדינות מתפתחות.

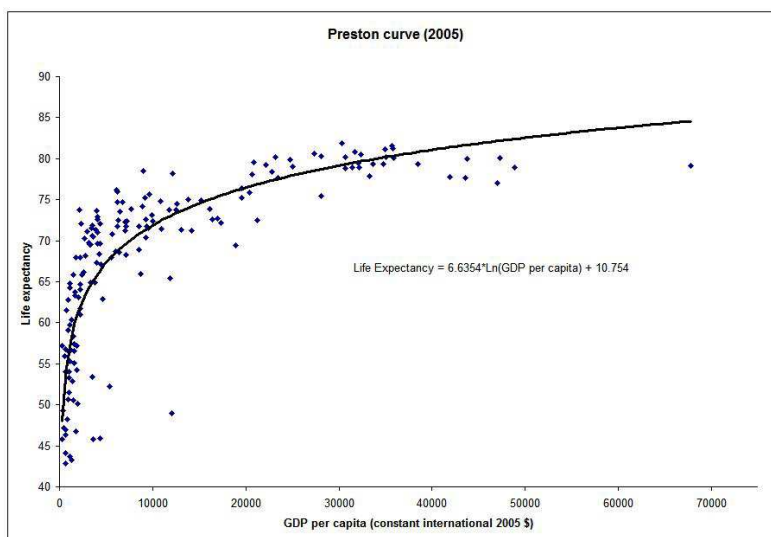
לכלל הציבור / לנחשפים בלבר	אבחן תוחלת חיים (LLE)		הסיכון	
	שנים	ימים		
כלל		4	סה"כ נזקי מזג אוויר ²⁰	אסונות טבע
כלל		1	ברקים ²¹	
כלל		77	זיהום אוויר	גורמים סביבתיים
כלל		12	שאריות חומרי הדברה מסרטנים על מזון	
כלל		1.3	מזהמים במי השתייה (סרטן)	
כלל		29	ראדון (רקע טיפוסי)	קרינה
נחשפים		1.5	חשיפה חד פעמית ל- ^{23,22} 10 mSv	
נחשפים		9.9	חשיפה מתמשכת ל- 1 mSv (מדי שנה במשך כל החיים ²⁴)	
נחשפים		23	עובר בתעשייה גרעינית (לכל החיים ²⁵)	

19. הדבר נובע מקיומם של מסרטנים טבעיים בחלק מהבוטנים.
20. נזקי מזג האוויר כוללים בתוכם סופות, חום וקור, ברקים, שיטפונות וכו'. עם זאת יש לזכור שלמרות ה- LLE הנמוך יחסית, אסון בודד עלול לגרום למספר גדול מאוד של נפגעים בנפש.
21. הסיכון הסטטיסטי להיפגע מברק באופן קטלני עומד על כ-0.5 למיליון לשנה ($0.5 \cdot 10^{-6} \text{ y}^{-1}$).
22. בהתאמה, ה- LLE לחשיפה חד פעמית עומד על כשתי דקות לכל 1 mRem (0.01 mSv).
23. לשם השוואה, מנות הקרינה הטיפוסיות מצילום חזה, צילום אגן ו- CT בטן עומדות כל 0.02 mSv, 0.7 mSv ו- 10 mSv בהתאמה. מנות אלה מתאימות ל- LLE של חמש דקות, שעתיים וחצי ויום וחצי.
24. ערך זה דומה למנת הקרינה ממקורות טבעיים ללא ראדון העומדת בממוצע על 0.94 mSv לנפש לשנה (עפ"י המאמר הנזכר מנת הקרינה מחשיפה רפואית עומדת על 0.63 mSv לנפש לשנה, הערכים כיום גבוהים יותר).
25. וזאת בהנחה כי מנת הקרינה התעסוקתית לעובד בגילאים 18-65 עומדת 4.5 mSv לשנה.

הטבלה שלהלן, המתבססת אף היא על מאמרו הנזכר של Bernard Cohen, מציגה את הסיכון להיפגע בתאונת דרכים, וזאת במונחים של מספר מקרי מוות ל- 1.6 מיליארד ק"מ נוסע.²⁶

אמצעי תחבורה	סיכון	הערות
רכב פרטי	9.8 ²⁷	הסיכון בלילה גדול פי 2.5 מהסיכון בשעות היום
אוטובוס	0.3	
רכבת	0.6	
טיסה	0.5	הנתון מתייחס לקווי טיסה רגילים, במטוסים קלים הסיכון גדול פי ארבעים

עקומת פרסטון – הקשר בין התמ"ג לתוחלת החיים



מקור: ויקיפדיה. העקומה נוספה כאן ע"י העורך

26. וזאת להבדיל מהסיכון לק"מ רכב המתייחס גם למספר האנשים הנמצאים ברכב.
27. בהנחה שהסיכון לתמותה מקרינה עומד על $5\% / Sv$ הרי שהסיכון למוות מחשיפה חד פעמית ל- 1 mSv שקול בקירוב לסיכון הכרוך בנסיעה של $8,000\text{ km}$. ובהתאמה: מנות הקרינה הטיפוסיות מצילום חזה, צילום אגן ו-CT בטן שקולות לנסיעה ברכב פרטי למרחקים של 160 ק"מ , $5,600\text{ ק"מ}$ ו- $80,000\text{ ק"מ}$.

נספח ג' – הצהרות גופים מקצועיים מרכזיים לגבי סיכוני קרינת רדיו ומיקרוגל

כפי שכתבנו במאמרו בסעיף 3.3*, מרבית הגופים המרכזיים שסיכמו את הספרות בנושא ההשפעות הא-תרמיות של חשיפה לקרינת רדיו הגיעו בד"כ למסקנות דומות, הקובעות בתמצות כי לא הוכח קיומם של נזקים לבריאות האדם, לרבות סרטן, עקב חשיפה מתמשכת לרמות הנמוכות מאלה שנקבעו בתקנים. עם זאת, רובם ככולם הכירו בכך שהאפשרות לקיומם של אפקטים שליליים, גם אם בסבירות נמוכה (או נמוכה מאוד), לא נשללה לחלוטין. בהתאם לכך קוראים מרבית הגופים האמורים להמשיך המחקר בתחום, ובחלקם הגדול גם לנקיטה של אמצעים פשוטים לצמצום החשיפה מהטלפונים הסלולריים ע"י שימוש בדיבוריות וכיו"ב. להלן תמצית הצהרותיהם של כמה גופים חשובים באשר לסיכונים הכרוכים בחשיפה מתמשכת לקרינה²⁸ – הן כאלה שפורסמו לפני הכרזת הסוכנות הבינ"ל לחקר הסרטן (IARC) בחודש מאי 2011 על סיווגה של קרינה זו כמסרטן אפשרי לאדם (2B), והן לאחריה:

♦ המועצה הבריטית הלאומית להגנה מקרינה (NRPB - National Radiological Protection Board), אחד הגופים החשובים בעולם בתחום ההגנה מקרינה, פרסמה בשנת 2005 מסמך²⁹ שסיכם 26 דו"חות וסקירות שפורסמו בשנים 2000-2004 בנושא קרינה מטלפונים סלולריים והשפעתה על בריאות הנחשפים. וכך נכתב במסמך זה:

Most of the 26 reports examined here have reached similar conclusions and have made comparable recommendations. Overall, the reports acknowledged that exposure to low level RF fields may cause a variety of subtle biological effects on cells, animals or human, particularly on brain activity during sleep, but the possibility of exposure causing adverse health effects remains unproven. Nevertheless these reports suggest additional well-targeted, high quality research would be valuable to explore remaining uncertainties further. Such studies also provide reassurance to the public and help to address concerns about health. Further, these reports stress that very

* אסיא קט"א-קט"ז, עמ' 189-193.

28. בד"כ הסתפקנו בציטוט המסקנות המדעיות ולא העתקנו את הסעיפים הקוראים להמשיך המחקר ולנקיטה באמצעי זהירות, וזאת משום שההחלטה לגבי הצורך באמצעים כאלה היא הנושא בו אנו רוצים לדון.

29. NRPB-W65 A Summary of Recent Reports on Mobile Phones and Health (2000-2004),

low level exposures, typically of base stations, are extremely unlikely to cause any effects on biophysical grounds, whereas localized exposures, typical of those from mobile phones, may induce effects as a result of mild heating of superficial tissues close to the handset.

♦ **הועדה הבינ"ל להגנה מקרינה בלתי מייננת (ICNIRP), או בשמה**

המלא – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, נוסדה ע"י האגודה הבינ"ל להגנה מקרינה International Radiation Protection Association (IRPA). ICNIRP נחשבת לגוף המוביל בעולם בנושא זה, והמלצותיה משמשות כבסיס לתקינה ברוב מדינות העולם המערבי. בשנת 2009 פרסמה ICNIRP סקירה מקיפה בת כארבע מאות עמודים בנושא חשיפה לקרינה בתדרים 100 kHz עד 300 GHz, אפקטים ביולוגיים והשלכות רפואיות³⁰. תוצאות ניסויי המעבדה שנסקרו ע"י מסמך זה מסוכמות כך:

Overall, it is concluded that:

- The mechanisms by which RF exposure heats biological tissue are well understood and the most marked and consistent effect of RF exposure is that of heating, resulting in a number of heat-related physiological and pathological responses in human subjects and laboratory animals. Heating also remains a potential confounder in in-vitro studies and may account for some of the positive effects reported.
- Recent concern has been more with exposure to the lower level RF radiation characteristic of mobile phone use. Whilst it is in principle impossible to disprove the possible existence of non-thermal interactions, the plausibility of various non-thermal mechanisms that have been proposed is very low.
- Concerning cancer-related effects, the recent in vitro and animal genotoxicity and carcinogenicity studies are rather consistent overall and indicate that such effects are unlikely at SAR levels up to 4 W/kg. With regard to in vitro studies of RF effects on non-genotoxic end-points such as cell signaling and gene/protein expression, the results are more equivocal, but the magnitudes of the reported RF radiation induced changes are very small and of limited functional

30. Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz)

consequence. The results of studies on cell proliferation and differentiation, apoptosis and cell transformation are mostly negative.

- There is some evidence of small changes in brain physiology, notably on spontaneous EEG, and somewhat more variable evidence of changes in sleep EEG and regional cerebral blood flow but these may be of limited functional consequence; no changes were seen in cognitive function. With regard to more general physiological endpoints, the evidence suggests that there are no consistent effects of non-thermal RF exposures on cardiovascular physiology, circulating hormone levels or on auditory or vestibular function, except for the auditory perception of pulsed RF such as that characteristic of radar.

- The evidence from double-blind provocation studies suggests that subjective symptoms, such as headaches, that have been identified by some individuals as associated with RF exposure, whilst real enough to the individuals concerned, are not causally related to EMF exposure.

- The experimental data do not suggest so far that children are more susceptible than adults to RF radiation, but few relevant studies have been conducted.

- Studies of the effects of RF modalities such as high peak power pulses have been somewhat diverse and sporadic; no effects have been seen other than those associated with heating and with acoustic perception.

הפרק המסכם את החלק האפידמיולוגי של הסקירה פותח במשפטים

הבאים:

Results of epidemiological studies to date give no consistent or convincing evidence of a causal relation between RF exposure and any adverse health effect. On the other hand, these studies have too many deficiencies to rule out an association.

ולאחריו מפורטים המגבלות של המחקרים הנוכחיים והצרכים למחקר

עתידי.

תוצאותיהם של המחקרים האפידמיולוגיים שבדקו את הקשר בין

שימוש בטלפונים סלולריים לבין גידולי ראש וצוואר סוכמו כך:

In the last few years the epidemiologic evidence on mobile phone use and risk of brain and other tumors of the head has grown

considerably. In our opinion, overall the studies published to date do not demonstrate a raised risk within approximately ten years of use for any tumor of the brain or any other head tumor. However, some key methodologic problems remain - for example, selective non-response and exposure misclassification. Despite these methodologic shortcomings and the still limited data on long latency and long-term use, the available data do not suggest a causal association between mobile phone use and fast-growing tumors such as malignant glioma in adults, at least those tumors with short induction periods. For slow-growing tumors such as meningioma and acoustic neuroma, as well as for glioma among long-term users, the absence of associations reported thus far is less conclusive because the current observation period is still too short. Currently data are completely lacking on the potential carcinogenic effect of exposures in childhood and adolescence.

Mobile Phones, Brain Tumours and the Interphone Study: Where Are We Now? שנכתב ע"י חברי הוועדה המתמדת
לאפידמיולוגיה של ICNIRP

נכתב כך (המאמר נכתב מספר חודשים לפני הכרזת IARC ופורסם בכתב העת Environmental Health Perspectives בחודש יולי 2011, כחודש לאחריה):

Methodological deficits limit the conclusions that can be drawn from Interphone, but its results, along with those from other epidemiological, biological and animal studies, and brain tumor incidence trends, suggest that within about 10-15 years after first use of mobile phones there is unlikely to be a material increase in the risk of brain tumours in adults. Data for childhood tumours and for periods beyond 15 years are currently lacking. Conclusions: Although there remains some uncertainty, the trend in the accumulating evidence is increasingly against the hypothesis that mobile phone use can cause brain tumours in adults.

בדף המידע "Safety of Cell Phones and Cell Phone Towers" של Health Canada, הרשות הקנדית הפדרלית האחראית על שמירת בריאות האזרחים (מעודכן למאי 2009), נכתב:

So far, the weight of evidence from animal, cell culture and human studies does not indicate that the energy emitted by cell phones is strong enough to cause serious health effects. Some scientists have reported that cell phone use may cause changes in brain activity, in reaction times, or in the time it takes to fall asleep, but these findings have not yet been confirmed.

Public exposure to RF energy from base stations is at a much lower level than that from cell phones. As long as exposures respect the limits set in Health Canada's Guidelines, Health Canada has determined that there is no scientific reason to consider base stations dangerous to the public.

בהמשך הדף הקנדי מוזכרים הסיכונים הכרוכים בנהיגה בשעת שיחה בטלפון הסלולרי והשפעה אפשרית על פעילות של קוצבי לב ומכשור אלקטרוני.

♦ ועדת Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risk (SCENIHR) שבדקה את הנושא מטעם האיחוד האירופי (EU), פרסמה בשנת 2009 דו"ח בשם "Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health" וכתבה בו כך:

Based on the scientific rationale the SCENIHR has updated the previous opinion and concludes the following:

The question receiving most attention is whether RF field exposure is involved in carcinogenesis. The previous opinion stated that, based on epidemiological findings, mobile phone use for less than ten years is not associated with cancer incidence. Regarding longer use, it was deemed difficult to make an estimate since few persons had used mobile phones for more than ten years. Since then, a few additional epidemiological studies have been published. Unfortunately they do not significantly extend the exposure period. These studies do not change this assessment.

New improved studies on the association between RF fields from broadcast transmitters and childhood cancer provide evidence against such an association.

Animal studies show that RF fields similar to those from mobile phones, alone or in combination with known carcinogenic factors, are

not carcinogenic in laboratory rodents. Certain studies have also employed higher exposure levels (up to 4 W/kg), still with no apparent effects on tumor development.

Furthermore, the in vitro studies regarding genotoxicity fail to provide evidence for an involvement of RF field exposure in DNA-damage.

It is concluded from three independent lines of evidence (epidemiological, animal and in vitro studies) that exposure to RF fields is unlikely to lead to an increase in cancer in humans. However, as the widespread duration of exposure of humans to RF fields from mobile phones is shorter than the induction time of some cancers, further studies are required to identify whether considerably longer-term (well beyond ten years) human exposure to such phones might pose some cancer risk.

Regarding non-carcinogenic outcomes, several studies were performed on subjects reporting subjective symptoms. In the previous opinion, it was concluded that scientific studies had failed to provide support for a relationship between RF exposure and self reported symptoms. Although an association between RF exposure and single symptoms was indicated in some new studies, taken together, there is a lack of consistency in the findings. Therefore, the conclusion that scientific studies have failed to provide support for an effect of RF fields on self-reported symptoms still holds. Scientific studies have indicated that a placebo effect (an adverse non-specific effect that is caused by expectation or belief that something is harmful) may play a role in symptom formation. As in the previous opinion, there is no evidence supporting that individuals, including those attributing symptoms to RF exposure, are able to detect RF fields.

There is some evidence that RF fields can influence EEG patterns and sleep in humans. However, the health relevance is uncertain and mechanistic explanation is lacking. Further investigation of these effects is needed. Other studies on functions/aspects of the nervous system, such as cognitive functions, sensory functions, structural stability, and cellular responses show no or no consistent effects.

Recent studies have not shown effects from RF fields on human or animal reproduction and development. No new data have appeared that indicate any other effects on human health.

From the risk assessment perspective it is important to recognize that information on possible effects caused by RF fields in children is limited. Furthermore, there is a lack of information on diseases other than those discussed in this report.

♦ באתר האינטרנט של מנהלת התרופות והמזון האמריקאית³¹
Food and Drug Administration (FDA) נכתב (מאי 2010) כדלקמן:

Many people are concerned that cell phone radiation will cause cancer or other serious health hazards. The weight of scientific evidence has not linked cell phones with any health problems. Cell phones emit low levels of radiofrequency energy (RF). Over the past 15 years, scientists have conducted hundreds of studies looking at the biological effects of the radiofrequency energy emitted by cell phones. While some researchers have reported biological changes associated with RF energy, these studies have failed to be replicated. The majority of studies published have failed to show an association between exposure to radiofrequency from a cell phone and health problems. The low levels of RF cell phones emit while in use are in the microwave frequency range. They also emit RF at substantially reduced time intervals when in the stand-by mode. Whereas high levels of RF can produce health effects (by heating tissue), exposure to low level RF that does not produce heating effects causes no known adverse health effects.

♦ בתאריך 24.6.2011, כחודש לאחר החלטת IARC, נוספו באתר האינטרנט של ה-FDA השאלה והתשובה הבאה:

Is there a connection between certain health problems and exposure to radiofrequency fields via cell phone use?

The results of most studies conducted to date indicate that there is not. In addition, attempts to replicate and confirm the few studies

31. שמות הגופים השונים תורגמו על ידינו בתרגום חופשי.

that did show a connection have failed. According to current data, the FDA believes that the weight of scientific evidence does not show an association between exposure to radiofrequency from cell phones and adverse health outcomes. Still, there is consensus that additional research is warranted to address gaps in knowledge, such as the effects of cell phone use over the long-term and on pediatric populations.

♦ בחודש מאי 2011 (זמן קצר לפני סיום כתיבת המסמך הנוכחי), הודיעה הסוכנות הבינ"ל לחקר הסרטן (IARC) על החלטתה לסווג קרינה זו כמסרטן אפשרי לאדם (2B), בדומה לשדות מגנטיים בתדר הרשת. בהודעה לעיתונות נכתב:

The evidence was reviewed critically, and overall evaluated as being limited among users of wireless telephones for glioma and acoustic neuroma, and inadequate to draw conclusions for other types of cancers. The evidence from the occupational and environmental exposures mentioned above was similarly judged inadequate. The Working Group did not quantitate the risk; however, one study of past cell phone use (up to the year 2004), showed a 40% increased risk for gliomas in the highest category of heavy users (reported average: 30 minutes per day over a 10 year period).

Conclusions: Dr Jonathan Samet (University of Southern California, USA), overall Chairman of the Working Group, indicated that "the evidence, while still accumulating, is strong enough to support a conclusion and the 2B classification. The conclusion means that there could be some risk, and therefore we need to keep a close watch for a link between cell phones and cancer risk."

"Given the potential consequences for public health of this classification and findings," said IARC Director Christopher Wild, "it is important that additional research be conducted into the long term, heavy use of mobile phones. Pending the availability of such information, it is important to take pragmatic measures to reduce exposure such as hands free devices or texting. "

♦ בחודש יוני 2011, זמן קצר לאחר הכרזת הסוכנות הבינ"ל לחקר הסרטן (IARC), פרסם ארגון הבריאות העולמי (WHO) דף מידע לציבור

Electromagnetic fields and public health: mobile phones (No 193) בשם: לאחר אזכור קצר של החלטת IARC, קבע WHO כי (ההדגשה שלנו):

A large number of studies have been performed over the last two decades to assess whether mobile phones pose a potential health risk. **To date, no adverse health effects have been established as being caused by mobile phone use.**

יצוין כי הצהרה זו חריפה במיוחד לנוכח העובדה ש- IARC היא חלק מ-WHO. לגבי מחקר האינטרפון, שהיה אחת האסמכתאות החשובות להחלטת IARC נכתב:

The international pooled analysis of data gathered from 13 participating countries found no increased risk of glioma or meningioma with mobile phone use of more than 10 years. There are some indications of an increased risk of glioma for those who reported the highest 10% of cumulative hours of cell phone use, although there was no consistent trend of increasing risk with greater duration of use. The researchers concluded that biases and errors limit the strength of these conclusions and prevent a causal interpretation. Based largely on these data, IARC has classified radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans (Group 2B), a category used when a causal association is considered credible, but when chance, bias or confounding cannot be ruled out with reasonable confidence.

לסיכום נכתב בדף המידע של WHO:

While an increased risk of brain tumors is not established, the increasing use of mobile phones and the lack of data for mobile phone use over time periods longer than 15 years warrant further research of mobile phone use and brain cancer risk

לקביעה זו של WHO, המסתייגת למעשה מקביעת IARC, הצטרפו גם גופים אחרים. המכון האמריקאי הלאומי לסרטן (NCI - National Cancer Institute) פרסם בחודש יוני 2011 דף מידע שבו נכתב בין השאר כי:

There is no consistent evidence that radiofrequency exposure can produce other serious health effects³², including cancer. However, more research is needed to determine what effects, if any, this energy has on the body

32. הכוונה לאפקטים שאינם תרמיים.

♦ **המכון הלאומי למדעי בריאות הסביבה (NIEHS - National Institute of Environmental Health Sciences)** של מחלקת הבריאות האמריקאית (US Department of Health and Human Services) כתב (בתאריך שאינו ידוע לנו) כי:

The weight of the current scientific evidence has not conclusively linked cell phone use with any adverse health problems, but more research is needed

♦ **תגובתה של הסוכנות הבריטית לשמירת הבריאות (Health Protection Agency's HPA)** שבתוכה שולב לפני מספר שנים ה-NRPB (אותו הזכרנו קודם לכן) דומה במהותה לזו של הארגונים האחרים אם כי מנוסחת בצורה מעודנת יותר:

... Other agents classified by IARC in Group 2B "possibly carcinogenic" are magnetic fields from electricity, coffee, petrol exhaust fumes and being a print worker.

The HPA notes the conclusion that there could be some risk and that a close watch should be kept for a link between mobile phones and cancer risk. HPA supports the call for additional research into the long-term, heavy use of mobile phones.

The HPA carries out research and continually reviews research on the health effects of radio waves. The IARC classification is consistent with previous reviews of the science and advice from HPA regarding the use of mobile phones.

HPA advice is that there is no clear scientific evidence of a cancer risk from exposure to radiofrequencies at levels below international guidelines but the possibility remains. The HPA has always advocated some precaution in the use of mobile phones in case there are long term effects which are presently unknown. Given the possibility of long term cancer effects, excessive use of mobile phones by children should be discouraged.

HPA advice on the use of wireless networks in schools and elsewhere is also consistent with this classification. Exposures from Wi-Fi equipment are much less than from mobile phones, and are well within international guidelines, so there is no reason why schools and others should not continue to use the technology.

♦ בפרסום של החברה האמריקאית לחקר הסרטן (American Cancer Society) שנכתב בחודש מאי 2010 ועודכן לאחר החלטת IARC נכתב:

In summary, most studies published so far have not found a link between cell phone use and the development of tumors. However, these studies have had some important limitations that make them unlikely to end the controversy about whether cell phone use affects cancer risk.

♦ הסוכנות האוסטרלית להגנה מקרינה ולבטיחות גרעינית (ARPANSA) הציבה בראש העמוד העוסק באפקטים בריאותיים של טלפונים סלולריים (דף מידע מספר 13, יולי 2011) את המשפט המסכם הבא:

There is no clear evidence in the existing scientific literature that the use of mobile telephones poses a long-term public health hazard (although the possibility of a small risk cannot be ruled out).

לסיכום, אנו סבורים שהציטוטים שהבאנו בנספח זה מצביעים על קיומו של קונצנזוס מדעי רחב למדי, למרות שכמו בכל נושא – גם כאן ניתן למצוא מגוון דעות.