

חיגון אישי כנגד חומרי לחימה ביולוגיים

ד"ר אריק איזנקרפט

מבוא

מכשור) וזיהום ע"י וקטור (כגון יתושים, קרציות ופרעושים).

1. **זיהום ע"י מגע:** הצורה השכיחה ביותר של העברת זיהומים בבי"ח, ולה שתי צורות ביטוי: מגע ישיר ובלתי ישיר. מגע ישיר מערב מגע בין גוף החולה לגוף הבריא (למשל בעת רחצה או טיפול אחר). מגע בלתי ישיר מוגדר כהדבקה בתיווך עצם נוסף כגון מכשירים, מגבות, ידי המטפלים וכפפות (ראה סעיף 4). זיהום זה יכול להימנע בעזרת אמצעי היגיינה פשוטים שעיקרם שטיפת ידיים והימנעות ממגע ישיר עם הפרשות החולה (ראה להלן).

2. **זיהום טיפתי (Droplet Infection):** העברת הזיהום על ידי טיפות זעירות הנפלטות מפי החולה בזמן דיבור, עיטוש או שיעול, וכן בעת שאיבת הפרשות מדרכי הנשימה. טיפות אלו מתפזרות למרחק קצר (כמטר עד שני מטרים), אינן נותרות באוויר זמן ממושך (בניגוד לאוירוסול) ומגיעות לריריות המאכסן הבא. זיהום זה

חשיפה למחוללים ביולוגיים מסוכנים, בין אם עקב חשיפה טבעית ובין אם עקב פיזור מכוון, עלולה לגרום לתחלואה ותמותה משמעותית. הדבקה במחוללים אלו ניתנת למניעה בעזרת שימוש נכון באמצעי מיגון, אשר מונעים מגע בין המחולל לאדם. בעוד שבחשיפה למחוללים טבעיים אין החשיפה ניתנת לחיזוי בד"כ, במתאר של לוחמה ביולוגית יתכן ויהיו התרעות, אשר יאפשרו מיגון טרם חשיפה, ומניעת תחלואה בצורה יעילה. גם בעת הטיפול בנחשפים ובחולים מזוהמים מצווים אנו לדאוג למיגון יעיל של הצוות בכדי למנוע חשיפה מיותרת. מטרת הפרק לפרט את דרכי החשיפה האפשריות לחל"ב ולתאר את אמצעי המיגון המתאימים.

מנגנוני ההעברה העיקריים

חשיפה לחומרי לוחמה ביולוגית מתווכת ע"י חמישה מנגנוני העברה עיקריים [1,2]: מגע, זיהום טיפתי, זיהום אוירוסולי, זיהום ע"י רכיב משותף (מים, מזון, ציוד או

יכול להימנע בעזרת אמצעי היגיינה פשוטים, בידוד החולה ושימוש במסכת פה־אף (ראה להלן).

3. **זיהום אוירוסולי (Airborne Infection):** מקורו בטיפות זעירות שהתייבשו ושגודלן עד 5 מיקרון. גודל החלקיקים מאפשר נשיאה למרחקים ארוכים באמצעות הרוח ויכולת חדירה עמוקה לריאות. חלקיקי האוירוסול מכילים כמות חומר מדבק גדולה בחלקיק קטן יחסית. הטיפות יכולות להישאר באוויר זמן רב, להתפזר למרחק גדול יותר מאשר זיהום טיפתי, ולפגוע במי ששואף את האוויר המזהם. מניעה מוחלטת של זיהום אוירוסולי מחייבת אמצעים מיוחדים לטיהור האוויר. המיגון כנגד אוירוסול קשה במיוחד ודורש בידוד מוחלט של החולים, של מערכת האוורור ומיגון מלא של הצוות המטפל (ראה להלן).

4. **זיהום ע"י רכיב משותף:** ע"מ שחל"ב יוכל להיות מופץ דרך מים ומזון, עליו להדביק אדם דרך מערכת העיכול. לשם כך עליו להיות עמיד בפני חומציות הקיבה ומערכת החיסון של מערכת העיכול. בנוסף, עליו לעמוד בתהליכי הטיהור השונים המקובלים ברוב המקומות לגבי נשאים אלה – כלורינציה, חימום וכד'. הדבר נכון גם למגע עם ציוד או מכשור. המיגון כנגד זיהום זה יכול להימנע ציוד שהיה במגע עם החולה הניתן להשמדה, והימנעות ממגע עם ציוד אחר ע"י הגברת מודעות הצוות המטפל.

5. **זיהום ע"י וקטור:** העברת המחלה ע"י חרקים הנושאים את הגורם הביולוגי, למשל יתושים (קדחת צהובה, מלריה וכו'), זבובים (לישמוניאזיס, זיהומים במערכת העיכול וכו'), או פרעושים (דבר). בתנאים מסוימים, גם בע"ח אחרים, כגון כלבים וחתולים, נחשבים לוקטורים.

אמצעי המיגון העיקריים מפני חל"ב נועדו למיגון רירית הפה, דרכי הנשימה ולמיגון העור. שימוש במרחב מוגן, כגון החדר האטום, יביא לתוספת ביעילות המיגון.

מיגון רירית הפה ודרכי הנשימה

המיגון תלוי ביכולת הסינון וברמת האטימות סביב שולי המסכה. קיים מגוון רחב של אמצעי מיגון נשימתיים, המתאימים למגוון צורות החשיפה האפשריות (טיפות, אוירוסול וכד') [1,3-6].

א. מסכת פה־אף (מסכה כירורגית)

מטרת המסכה הכירורגית היא להגן כנגד טיפות (5 מיקרון

ומעלה). בניגוד לדעה המוטעית הרווחת, מסכה זו אינה מקנה מיגון נשימתי לחובש מפני זיהום אוירוסולי.

ב. מסכת מגן כנגד זיהום אוירוסולי

הנחיות למיגון נשימתי אוירוסולי נקבעו עד כה רק כנגד חיידק השחפת [5]. קריטריונים אלו כוללים בין השאר היכולת לסנן חלקיקים בגודל 1 מיקרון ביעילות של 95% או יותר, לפי הנחיות ה־CDC בארה"ב [1].

המסכה מיועדת להגן על דרכי הנשימה מפני הסביבה המזהמת, ע"י סינון האוויר המזהם, הפרדת הזיהום והכנסת אויר נקי לנשימה.

קיימים שני סוגי מסננים: **מסנני חלקיקים** המקנים מיגון בפני חלקיקים בלבד באמצעות הפרדה מכאנית של החלקיקים ע"פ מצע סינון העשוי נייר או סיבים. שכבה זו מונעת חדירת חלקיקים בגודל 0.3 מיקרון ומעלה, וזהו המרכיב העיקרי למניעת חדירת גורמים ביולוגיים [2].

מסנני החלקיקים ממיינים לפי יעילות הסינון שלהם, כאשר הוגדרו שלוש דרגות סינון: P1, P2 ו־P3 [6]. מסנני P1 מיועדים לשימוש כנגד חלקיקים מוצקים בלבד. למסנני P2 ו־P3 חלוקת משנה לפי כושרם להסיר חלקיקים מוצקים ונוזליים כאחד. למיגון בפני חומרי לחימה ביולוגיים, דרוש מסנן בעל כושר P3.

הסוג השני של מסננים הוא **מסננים כימיים**. מסננים אלו משלבים בתוכם רכיב לסינון חלקיקים של מוצקים ונוזלים ושכבה של פחם פעיל מאושר (פחם פעיל שהושרה בחומרים כימיים שונים ע"מ להגביר את יכולת הספיחה שלו), שהינו בעל קיבולת ספיחה גדולה ביותר (בשל תכונותיו הכימיות ושטח הפנים הגדול שלו). מרכיב נוסף במנגנון הסינון הינו משיכה חשמלית־סטטית של חלקיקי החומר (אשר לא נספגו או הגיבו קודם לכן). מסננים אילו מיועדים בעיקר למיגון בפני חומרי לחימה כימיים.

בתנאי סביבה, לא צפויה התרבות של מחוללים ביולוגיים בתוך מצעי סינון, וכן לא צפוי שחרור חוזר של חלקיקים הקטנים מ־5 מיקרון מתוך מצעי הסינון.

המסננים שבשימוש בארץ משלבים מיגון מפני חומרי לחימה כימיים וביולוגיים, וכוללים יכולת סינון של אדים, נוזלים וחלקיקים. המסנן מחובר למסכת המגן ישירות או באמצעות צינור גמיש.

מסיכת המגן מיועדת לבודד את הפנים, העיניים ודרכי הנשימה מהסביבה המזהמת. מרבית מסיכות המגן מבוססות על אטימה היקפית סביב הפנים וריתום מאחורי הקודקוד. קיימות מערכות ברדס העוטפות את הראש ונאטמות סביב הצוואר.

האוויר המסונן הנשאף מהמסנן חוזר לחלל המסכה ומשם מוזרם באמצעות שסתומים חד כיווניים למסכת הפה־אף הפנימית, האוויר הננשף מוזרם ישירות מחוץ למסכה באמצעות שסתום פליטה. תכנון זה מיועד למנוע מהאוויר הננשף, שהינו חם ביחס לסביבה, ליצור ערפול של העיניים או המשקף במסכה ולמנוע מצב של נשימה חוזרת של אוויר עשיר ב־CO₂.

השילוב של מסנן ומכלול המסכה מגדיל את ההתנגדות לנשימה, וזו גורמת לתחושת קוצר נשימה בחלק מחובשי המסכה.

בכדי להקל על הנשימה ניתן לחבר למסכה או לברדס מכלול מפוח ולהפוך את מערכת המיגון לאקטיבית. מכלול המפוח מגביר את רמת המיגון ע"י יצירת לחץ חיובי בחלל המסכה ומאזר את אזור הפנים והראש, ומקל בכך על השהיה באזור חם [7-9].

בעקבות אירועי האנתרקס באוקטובר־נובמבר 2001 בארה"ב, המליץ ה־CDC על שימוש במסכות אקטיביות המכילות מכלול מפוח כמערכת מיגון מועדפת לכוחות הפועלים באזורים מזהמים או חשודים כמזהמים.

ג. מערכת נשימה פתוחה

קיימת אפשרות לחבר למסכה בלון המכיל אוויר דחוס כתחליף למערכת המסננים. מערכת זו מקנה רמת מיגון גבוהה, אך מוגבלת מבחינת משקל, גודל, עלות וזמן שימוש. מערכת נשימה פתוחה משמשת בעיקר באזורים בהם רמת החמצן נמוכה (שריפה) או ריכוז המזהם גבוהה ביותר. בדרך כלל אין צורך במערכת נשימה פתוחה בעבודה עם מזהמים ביולוגיים [2].

מיגון העור

א. בגדי מגן

קיימים שני סוגים של בגדי מגן. בגד מגן אטום העשוי מחומרים פלסטיים ומיועד בעיקר למטרות טיהור וחיטוי תוך שימוש במים או חומרים כימיים חריפים. בגד כזה ימנע לחלוטין חדירת חל"ב, אך עלול להביא למכת חום, בשל היעדר יכולת הגוף להיפטר מעודף החום שהוא יוצר ולכן השימוש בו מוגבל בזמן.

הסוג השני הינו בגד מגן "נושם", אשר מונע ספיגת חומר האיום (כימי או ביולוגי) מצד אחד, ומצד שני מאפשר אידוי זיעה ופיזור חום. הבגד מורכב משתי שכבות – שכבה חיצונית באריגה צפופה, ושכבה פנימית מוספגת בפחם פעיל. למרות תכונות הבגד, בתנאי האקלים בארץ קיימת עדיין סכנת התייבשות ומכת

חום, ולכן חייב המשתמש לשתות כמות רבה של נוזלים לפני ובמהלך השימוש בבגד [2,3,4]. בשל העומס הפיזיולוגי הנגרם ע"י בגד המגן, הוחלט להורות על דרגתיות בלבישת הביגוד על פי מצבי הכוונות השונים המשקפים את חומרת האיום להפעלת נשק כימי/ ביולוגי.

בגדי המגן מקנים מיגון למשך מספר שעות בסביבה מזהמת. מגע של בגד "נושם" עם שמנים, דלקים או חומרי סיכה אחרים עלולים להקטין את יכולת המיגון, כך גם בכל מקרה של קרע או פריצה אחרת במיגון. לאחר החשיפה ועם הסרת הבגדים, אין להשתמש בהם פעם נוספת אלא להשמידם [2].

ב. כפפות מגן וערדליים

כפפות המגן והערדליים עשויים מגומי בוטילי. ניתן לטהר אותם ואף להשתמש בהם פעם נוספת. השימוש בערדליים מסרב את התנועה, והשימוש בכפפות מפחית באופן משמעותי את יכולת התחושה.

מרחב מוגן

תוספת מיגון ניתן לקבל ע"י שהייה בחדר האטום. כלקח ממלחמת המפרץ, הוחלט על בניית מרחב מוגן בכל מבנה חדש. מרחב מוגן עשוי להיות בעל מידות שונות בהתאם למיקומו ולמספר הנפשות הצפויות לשהות בו. בהגדרה זו נכללים מרחב מוגן דירתי (ממ"ד), מרחב מוגן קומתי (ממ"ק), מקלט, וחדר אטום או מרחב שנעשו בו שיפורים במבנה ובאיטום. המרחב המוגן אינו מהווה מערכת מיגון אולטימטיבית, אלא הוא נוסף על המיגון שמעניקה המסכה האישית. המדדים המשפיעים על יכולת האדם להישאר בתוך המרחב המוגן הם הצטברות דו תחמוצת הפחמן והתפתחות עומס חום. התקן המקובל לריכוז CO₂ בחלל נתון המאפשר שהייה בלתי מוגבלת וללא חשש לבריאות השוהים הוא 2%-1%. מעל ל־3% מתחילות להופיע הפרעות שונות בתפקוד הפיזיולוגי ההולכות ומחמירות עם העלייה בריכוז ה־CO₂. קצב עליית ה־CO₂ בחלל אטום תלוי בגודל המרחב, מספר האנשים השוהים בו ואופי הפעילות אותה מבצעים השוהים בחדר [10,11,12].

אמצעי זהירות ובטיחות

קיימות המלצות על רמת הבטיחות הנדרשת בעת עבודה במעבדה עם גורמים ביולוגיים שונים (BSL - Biosafety)

(Level) [13]. ישנן 4 רמות בטיחות הבנויות משילוב של עבודת המעבדה והטכניקה בה משתמשים, ציוד הבטיחות והתשתית המעבדתית הקיימת. כל רמת בטיחות מתאימה לסוג הפעילות המבוצעת, לדרך ההדבקה של המחולל הביולוגי ולפעילות המעבדה. טבלה 1 מרכזת המלצות אלו.

נהלי העבודה עפ"י ה-BSL מתייחסים במקור לעבודת מעבדה.

עקרונות ה-BSL הומרו לאמצעי זהירות לצורך מגע ולטיפול בחולים מזוהמים. הרמה הבסיסית הינה "אמצעי הזהירות הסטנדרטיים". בנוסף, קיימות דרגות מחמירות יותר של אמצעי זהירות נוספים בהתאם לדרך ולרמת ההדבקה של המחולל [1].

יש לשמור על אמצעי זהירות בהתאם למחולל (ראה טבלה 2).

אמצעי זהירות סטנדרטיים (Standard Precautions):

- **רחיצת ידיים** (מיד לאחר כל מגע עם דם, הפרשות, עצם מזוהם; מיד לאחר הסרת כפפות; במעבר בין חולה לחולה ואף במעבר בין מטלות שונות באותו חולה) תוך שימוש בסבון רגיל.

- **כפפות** לא סטריליות לפני מגע עם דם, הפרשות, נוזלי גוף, עצם מזוהם; לפני מגע עם ריריות או בעור שאינו שלם; החלפה בין ביצוע מטלות שונות באותו החולה; יש להסירן מיד בתום השימוש ולפני מגע בסביבה/עצמים לא מזוהמים/חולה אחר.

- **מסכת פה-אף + משקפי מגן או מגן פנים** יש ללבוש לפני ביצוע מטלה הכרוכה בנתז או רסס דם, הפרשה או כל נוזל גוף אחר.

- **כותונת/חלוק נקיים**, לא סטריליים (יש ללבוש לפני ביצוע מטלה הכרוכה בנתז או רסס דם, הפרשה או כל נוזל גוף אחר; יש להתאים את הגודל למידת הרסס/הנתז הצפוי; יש להסיר חלוק מלוכלך מוקדם ככל האפשר ולרחוץ ידיים מיד לאחר מכן).

- **ציוד לטיפול בחולה:** יש להשתמש בציוד שזוהם כך שלא יהיה מגע עם עור וריריות, ביגוד או סביבת הטיפול וחולים אחרים; יש לנקות ולטהר ציוד שאינו מתכלה לפני כל שימוש נוסף; יש להקפיד על פינוי הולם של ציוד מתכלה.

- **ניקוי סביבת החולה:** יש לוודא ניקוי וחיטוי שגרת של משטחים בסביבת החולה וכל משטח בו נוגעים לעיתים קרובות.

- **כביסה וביגוד:** יש לטפל בכלי מיטה וביגוד בצורה

שתמנע מגע עם עור וריריות, זיהום בגדים והעברת מחוללים לסביבת הטיפול ולחולים אחרים.

- **סיכון מקצועי:** יש להיזהר בטיפול בעצמים חדים משומשים (ניקוי, השלכת מחטים); אין להחזיר כיסוי מחט למקומו ואין לכוון את המחט אל הגוף; אין לנתק מחט משומשת מהמזרק ביד ואין לכופף או לשבור מחט משומשת; מחט, אזמל ומזרק חד פעמיים יש להשליך במיכל עמיד לניקוב ולהעמידו בסמוך למקום בו צפויים להשתמש בו; ציוד חד שאינו מתכלה יועבר לאתר ההכנה לשימוש חוזר במיכל עמיד לניקוב; יש להשתמש במסכת פנים ומנשם ידני כתחליף להנשמה מפה לפה; יש למקם ציוד זה בכל מקום בו צפוי צורך בציוד החייה.

- **מיקום החולה:** יש למקם בחדר בידוד כל חולה המזהם את סביבתו או שאינו מסוגל לסייע במניעת פיזור סביבתי של מחוללים.

להלן אמצעי הזהירות המומלצים בעת טיפול בחולה עפ"י רמות הסיכון:

א. אמצעי זהירות למניעת העברת זיהום במגע:

- **מיקום החולה:** יש צורך בחדר בידוד. במידה ויש מחסור במקום, ניתן לשכן בחדר אחד מספר חולים מזוהמים באותו מחולל, בתנאי שאין חשש לזיהום במחולל נוסף או לזיהום חוזר.

- **כפפות ורחיצת ידיים:** בנוסף לאמור באמצעי הזהירות הסטנדרטיים, יש ללבוש כפפות בכל כניסה לחדר החולה. לאחר כל מטלה הכרוכה במגע עם חומר מזוהם יש להחליף את הכפפות (במיוחד במגע עם צואה או מוגלה). מיד לאחר הטיפול בחולה יש להסיר את הכפפות ולרחוץ ידיים עם סבון אנטימיקרוביאלי או תכשיר אנטיספטי שאינו על בסיס מים. לאחר שטיפת הידיים, יש לוודא שאין מגע עם כל משטח/עצם בסביבת החולה העלול להיות מזוהם.

- **חלוק:** בנוסף לאמור באמצעי הזהירות הסטנדרטיים, יש להקפיד על לבישת חלוק לפני הכניסה לחדר החולה במקרים הבאים: מטלות הצפויות להיות כרוכות במגע משמעותי עם החולה או עם משטחים/עצמים בסביבתו; בחולה שאינו שולט על הסוגרים; בחולה משלשל או עם סטומה; בחולה עם פצע מנקז שאינו חבוש. יש להסיר את החלוק לפני היציאה מהחדר. לאחר הסרתו, יש לוודא שאין מגע בין הביגוד לבין משטחים/עצמים מזוהמים בסביבת החולה.

- **שינוע החולה** יוגבל לצרכים חיוניים בלבד. בעת השינוע יש לנקוט באמצעים למזעור מגע עם ציוד/משטחים בסביבה אליה הועבר החולה.
- **ב. אמצעי זהירות למניעת העברת זיהום טיפתי:**
 - **מיקום החולה:** יש צורך בחדר בידוד. במידה ויש מחסור במקום, ניתן לשכן יחד באותו החדר מספר חולים המזהמים באותו מחולל, בתנאי שאין חשש לזיהום במחולל נוסף או חוזר. יש לדאוג למרווח של מטר אחד לפחות בין החולים וכן בינם לבין מבקרים.
 - **מסכה:** בנוסף על המפורט באמצעי זהירות סטנדרטיים, יש להקפיד על לבישת מסכה בכל מטלה המחייבת קירבה של פחות ממטר אחד לחולה.
 - **שינוע החולה** כמפורט בסעיף הקודם.
- **ג. אמצעי זהירות למניעת העברת זיהום אוירוסולי:**
 - **מיקום החולה:** אם ניתן, יש למקם את החולה בחדר עם לחץ אויר שלילי. אם חדר כזה אינו זמין, יש להשתמש בחדר בידוד רגיל. ניתן למקם מספר חולים החולים באותו מחולל בחדר אחד במידה ויש מחסור במקום, ובלבד שאין חשש לזיהום במחולל נוסף או זיהום חוזר. אין לאפשר לחולה לצאת ויש להקפיד על סגירת הדלת.
 - **מיגון נשימתי:** קיימים שני סוגים: מסכת מגן כנגד זיהום אוירוסולי ומסכת מגן עם מפוח, עבור גברים מזוקנים.
- **שינוע החולה:** יוגבל לצרכים חיוניים בלבד. על החולה, במידת האפשר, להשתמש במסכת פה-אף בכדי למזער פיזור המחולל. יש ליידע מראש את הצוות המטפל במקום אליו מועבר החולה על הצורך במיגון מתאים.
- **ד. אמצעי זהירות למניעת העברת זיהום אוירוסולי או אחר, אלים במיוחד:**
 - **מיקום החולה:** בחדר הנמצא בתת-לחץ, מבודד באופן מלא.
 - **מיגון נשימתי:** ע"י חליפת על-לחץ לכל הגוף עם אספקת אוויר מסונן.
 - **שינוע החולה** לצרכים חיוניים בלבד תוך נקיטת אמצעי זהירות מקסימליים למניעת פיזור המחולל מן החולה לסביבה.

סיכום

חשיפה לחל"ב עלולה להתרחש באחת או יותר מדרכי ההעברה הבאות: מגע, זיהום טיפתי, זיהום אוירוסולי, זיהום ע"י רכיב משותף וזיהום ע"י וקטור. בחירת אמצעי המיגון המתאימים לכל מחולל תלויה בדרכי ההעברה האפשריות של המחלה ובדרך הפיזור. בעזרת מיגון משולב של דרכי הנשימה, הריריות, ומיגון עורי ניתן למנוע חשיפה בצורה יעילה. הכרת אמצעי המיגון העומדים לרשותנו, וצורת המיגון המתאימה לכל דרך חשיפה חשובה לצורך שימוש מושכל ויעיל בהם.

טבלה 1: סיכום המלצות הבטיחות לעבודה ברמות הסיכון השונות של המחוללים [13]

BSL (BIOSAFETY LEVELS)	סוג המחולל	שיטת העבודה	ציוד הבטיחות (מחסום ראשוני)	מתקנים ומבנים נדרשים (מחסום שניוני)
1	אינו ידוע כגורם למחלות באדם בוגר	שיטה מיקרוביולוגית סטנדרטית	לא נדרש	שולחן עבודה וכיור לשטיפת ידיים
2	קשור במחלות בני אדם, הסיכון הוא בחדירה עורית, בליעה וחשיפת ריריות	שיטת 1 – BSL ובנוסף: • נגישות מוגבלת • שילוט "סכנה ביולוגית" • הנחיות זהירות ברורות • חוברת הוראות בטיחות ונוהל טיהור ומעקב רפואי	מחסום ראשוני – כל אביזר מניעה אשר מונע חשיפה לתרסיס מקרי של חומר באוויר, כגון בגדי מעבדה, כפפות ומסיכת פה־אף	דרגת 1 – BSL ובנוסף: אוטוקלאב
3	מחולל אנדמי או אקזוטי בעל יכולת העברת המחלה באוויר. המחלה יכולה לגרום לתחלואה קשה ותמותה	שיטת 2 – BSL ובנוסף: • שליטה מלאה בנגישות • טיהור הפסולת • טיהור בגדים לפני כביסה • רמת סרום בסיסית	מערכות מיגון נשימתי בנוסף לאמור ב־2 – BSL ישמשו בכל חשד לחשיפה לאווירה של המחולל	דרגת 2 – BSL ובנוסף: • הפרדה פיזית ממסדרונות סמוכים • מערכת דלתות כפולה עם לבוש עצמי • ללא תחלופת אויר • תת לחץ במבנה
4	מחולל מסוכן, אקזוטי המהווה גורם סיכון משמעותי לתמותה, מועבר באוויר או בדרך שלא ניתן לאתרה	שיטת 3 – BSL ובנוסף: • החלפת בגדים לפני כניסה למקום • רחצה ביציאה • כל אביזר יטוהר ביציאה מהמקום	כל האמור לעיל, בשילוב עם מערכת מיגון אישית על לחץ לכל הגוף	דרגת 3 – BSL ובנוסף: • מבנה נפרד או אזור מבודד • מערכת יעילה של סילוק שפכים כגון ואקום יעיל, טיהור מהיר

טבלה 2: סיכום דרכי ההעברה ורמת המיגון הנדרשת, לפי מחוללים

מחולל	מחלה	דרך העברה	מיגון דרוש
<i>Coxiella burnetii</i>	Q fever	חדירה דרך דרכי הנשימה במגע עם בע"ח והפרשותיהם	אמצעי זהירות סטנדרטיים
<i>Bacillus anthracis</i>	Anthrax	חדירה דרך העור, דרך מערכת העיכול ודרך דרכי הנשימה עקב חשיפה לתוצרי בע"ח נגועים (משחטות, צמר)	אמצעי זהירות סטנדרטיים לכל סוגי החשיפה
<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia	חדירה דרך העור, חדירה דרך דרכי הנשימה ע"י מגע ישיר או בהפרשות בע"ח נשאים	אמצעי זהירות סטנדרטיים לחשיפה עורית
<i>Yersinia pestis</i>	Plague	עקיצת פרעוש נגוע, חשיפה לזיהום טיפתי	אמצעי זהירות סטנדרטיים לחשיפה עורית, אמצעי זהירות טיפתיים לחשיפה נשימתית
<i>Brucella</i> sp.	Brucellosis (קדחת מלטה)	שאיפת תרסים, חדירה דרך העור ע"י מגע ישיר עם הפרשות של בע"ח נשאים	אמצעי זהירות סטנדרטיים, בשלב מאוחר יותר יש צורך באמצעי זהירות למניעת העברת זיהום במגע
קבוצת נגיפים אנצפליטוגנים (Togaviridae, Alphavirus)	Venezuelan equine encephalitis	עקיצת יתוש	אמצעי זהירות סטנדרטיים
	Eastern encephalitis	עקיצת יתוש	אמצעי זהירות סטנדרטיים
Hemorrhagic fevers	Lassa fever	מעבר מאדם לאדם	לכל המחוללים – אמצעי זהירות למניעת העברת זיהום אוירוסולי ובמגע, ומניעת עקיצות יתושים
	Rift valley fever	דם ורקמות חיות נגועות, דרך דרכי הנשימה ודרך עור לא שלם	
	Marburg disease	הדבקה עורית, לא ניתן לשלול הדבקה נשימתית	
	Ebola haemorrhagic fever	מגע עם הפרשות החולה, דמו, שימוש בכלי אוכל ומצעים משותפים	
	Dengue fever	עקיצת יתוש	
	Yellow fever	עקיצת יתוש	
<i>Variola virus</i>	Smallpox	מגע עם החולה והפרשותיו	אמצעי זהירות טיפתיים ואווירוסולי

תודות: בכתיבת הפרק השתתפו ד"ר עמיר כהן מענף רפואת אב"כ במקרפ"ר וגברת אסתר קרסנר ממשד הביטחון

- 1998, 3: 65.
8. *Johnson B, Winters DR, Shreeve TR & al*, Respirator filter reuse test using the laboratory simulant *Mycobacterium Tuberculosis* (H37RA strain). *J Amer Biolog Safety Assoc*, 1998, 3: 105.
9. *Qian Y, Willeke K, Grinshpun SA & al*, Performance of N95 respirators: Reaerosolization of bacteria and solid particles. *Amer Ind Hyg Assoc J* 1997, 58: 876.
10. *Lambertsen CJ*, Effects of excessive pressures of oxygen, nitrogen, helium, carbon dioxide and carbon monoxide: implications in aerospace, undersea and industrial environments. In: "Medical physiology" Mountcastle VB. CV Mosby Co, 14th ed, 1980, 1901-1944.
11. *Givoni B*, Ventilation function and requirements. In: "Climate and Architecture". Elsevier Publishing Company, 1969, 230-251.
12. *Pnueli d, Eldad A & al*, Thermal bounds to the time of stay of human beings in encloures. *Isr J Technol*, 1987, 16: 201-207.
13. *CDC-NIH*, Biosafety in Microbiological and Biochemical laboratories. Washington, U.S. Department of health and human services. 1999, 8-17.
1. המדריך הרפואי לגישה ולטיפול בנפגעים מחומרי לוחמה ביולוגית. חיל הרפואה, מקרפ"ר, משרד הבריאות, האגף לשע"ח, פקע"ר. ענף היערכות בתי"ח למתארי חירום. מהדורה ראשונה, אוגוסט 2000.
2. *O'hern MR, Dashiell TR, Tracy MF*, Chemical Defense Equipment. In: *Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR (eds)*, Textbook of military medicine. Medical aspects of chemical and biological warfare. Virginia, USA, Office of the Surgeon General, U.S.Army, 1997, 361-396.
3. *Department of the army*, NBC Handbook. Washington, DC, DA. 1990, Field manual 3-7.
4. *Department of the army*, NBC protection. Washington, DC, DA. 1996, Chapter 2. Field manual 3-4. Fleet marine Force Manual 11-9.
5. *Kournikakis B, Harding RK, Tremblay JRA & al*, Comparison of protection factors for selected medical, industrial and military masks. *J Amer Biolog Safety Assoc* 2000, 5(1): 12-18.
6. CEN, EN 148 – Respiratory Protective Devices – Particle Filters – requirements, testing, marking, 1990
7. *Gwangpyu Ko MS, Burge HA, Muilenberg M & al*, Survival of *Mycobacteria* on HEPA Filter material. *J Amer Biolog Safety Assoc*,