

טרור ביולוגי - סכנה ברורה ומיידית?

לייה מורן¹, יעקב גלעד² ופרנציסק שלפר²

המחלקה ללימודי מזרח-תיכון, הפקולטה למדעי הרוח והחברה,
אוניברסיטת בן-גוריון בנגב¹ והמחלקה לרפואה פנימית ה' והמכון
למחלות זיהומיות, המרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה והפקולטה
למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן גוריון בנגב², באר-שבע.

מען להתכתבות: פרופ' פ. שלפר, מחלקה לרפואה פנימית ה',

המרכז הרפואי סורוקה, ת.ד. 151, באר-שבע 84101.

טל. 07-6400663 פקס: 07-6403366

הקדמה

על-פי הגדרת ה-FBI האמריקני, טרורזם הינו שימוש בכוח או באלימות בניגוד לחוק, כנגד קבוצת אנשים או רכוש, וזאת בכדי ליצור לחצים על ממשלה שיובילו לשינויים פוליטיים או חברתיים. טרור ביולוגי (ט"ב), או "ביו-טרורזם", כפי שמכונה בלעז, הינו לפיכך סוג מסוים של טרור אשר מערב מרכיב ביולוגי ולפיכך עלול לפגוע קשות בסביבה, לפגום במים או במזון, או לגרום למחלה באדם, בעלי-חיים, צמחיה או כל אורגניזם חי [1].

מטרת סקירה זו היא להביא בפני הקוראים את ההיבטים השונים של הט"ב, מבחינת היקף התופעה וחומרתה, הסבירות להתרחשותה, מאפייניה החברתיים והפוליטיים, השלכתה על בריאות הציבור, וההתמודדות והמוכנות לאירוע ט"ב. חשיבות הנושא גדולה לאור התעצמותו של איום הט"ב בעולם כולו ואי-היציבות הגיאוגרפית המאפיינת את מדינות המזרח התיכון בעת האחרונה.

שכיחות וסבירות לאירוע ט"ב

עד לפני שנים מספר, ארבע נקודות השקפה רווחו בקרב הקהילה המדינית והאקדמית, אשר הגדירו את הט"ב כאפשרות תיאורטית בלבד: א. שימוש בנשק ביולוגי ברחבי עולם התרחש לעיתים נדירות ביותר, ב. השימוש בנשק ביולוגי נחשב כה נתעב עד שאף גוף לא יעז להשתמש בו באירוע טרור, ג. יצירת נשק ביולוגי יעיל אפשרית אך ורק בעזרת הטכנולוגיה המתקדמת ביותר ועל כן מספר מועט של מעבדות יכולות ליצרו, ד. שימוש בנשק ביולוגי באירוע טרור שקול לשואה, בדומה לנשק גרעיני, ולא יעלה על הדעת כלל שיעשה בו שימוש כזה. ארבעת הטענות הללו הינם למעשה חסרי כל בסיס [2].

מספר רב של אירועים בשנים האחרונות שינו את ההשקפה בנוגע לסבירות לאירוע ט"ב, הן מבחינת זמינותו של הנשק הביולוגי והן מבחינת התעוזה לשימוש בו. מספר דוגמאות המרמזות כי קרובה פריצת הסף לשימוש בנשק ביולוגי באירוע טרור הינן חשיפת תעשיית הנשק הביולוגי בעיראק, השימוש בגז עצבים ברכבת התחתית של טוקיו בשנת 1995 על ידי כת דתית יפנית והכוונה להשתמש בנשק ביולוגי על ידי אותה הכת (Aum Shinrikyo), חשיפת מפעל הנשק הביולוגי הרוסי בנובוסיבירסק בשנת 1997, והעלמות מספר רב של חומרים ביולוגיים ואנשי מדע מאותו המתקן, עליה במספר המדינות אשר עורכות ניסויים בנשק ביולוגי למעל עשר, ואירועי טרור

רחבי-היקף בעולם המערבי כגון פיצוץ בנין הממשל באוקלהומה ונסיון פיצוץ מרכז הסחר העולמי בניו-יורק [2].

מבחינה היסטורית, השימוש בנשק ביולוגי החל עוד בתקופת מלחמות ימי הביניים ובשנותיה הראשונות של ארה"ב [3,4]. גרמניה קרוב לודאי השתמשה בנשק ביולוגי במלחמת העולם הראשונה, ויפן במנצ'וריה ב-1938 [3]. במלחמת העולם השנייה יפן, גרמניה, ארה"ב, ובריטניה עסקו כולן בפיתוח נשק כזה. בסוף שנות ה-60 התפרקה ארה"ב מנישקה הביולוגי, ולפחות באופן רשמי עוסקת מאז אך ורק בפיתוח אמצעי מגננה מפני נשק כזה [3]. ב-1979 תקלה במפעל נשק בסברדלובסק שבבריה"מ גרמה למותם של לפחות 66 אנשים מגחלת [4]. ב-1985 עיראק החלה בפיתוח נשק ביולוגי, בעיקר גחלת ורעלן הבוטולינוס. קרוב לודאי שגם צפון קוריאה, אירן, סוריה, ודרום אפריקה מחזיקות בנשק כזה. חמש מתוך שבע המדינות המוגדרות ע"י ארה"ב כתומכות בטרור בינ"ל מחזיקות נשק ביולוגי [5]. עובדות אלה מצביעות על כך שזמינותו של הנשק הביולוגי בעולם הולכת וגדלה.

מכון 'מונטריי' שבקליפורניה פרסם לאחרונה את תוצאות סקירתו על אירועי טרור כימי וביולוגי במאה ה-20 [6]. ממצאי המכון מראים כי החל משנת 1985 חלה עליה תלולה במספר אירועי הטרור הממשיים והאיומים לשימוש בחומרים כימיים וביולוגיים. שתי נקודות שיא בולטות היו ב-1995 כתוצאה מפיזור גז העצבים ביפן ובשנת 1998 לאחר מעצרו של לארי ווין-האריס, מיקרוביולוג אשר טען כי פיזר חיידקי גחלת (אנתראקס) קטלניים במיוחד בלאס וגאס. למרות שבאחריתו של דבר נתגלו החיידקים כזני חיסון בלתי-מזיקים, עורר האירוע הדים תקשורתיים וחברתיים גדולים. גם שיעור ההודעות הכוזבות הקשורות להפעלת נשק ביולוגי כנגד אזרחים עלה באופן תלול בשנים האחרונות והגיע גם הוא לשיא ב-1998 [6].

כאמור, שימוש בנשק ביולוגי כאמצעי טרור החל לצבור תאוצה. עובדה זו ניכרת משתי מגיפות גדולות, האחת של סלמונלוזיס והשנייה של שיגלוזיס אשר דווחו ע"י ה-CDC בשנת 1997 [7,8]. הראשונה עירבה 751 אזרחים אשר נדבקו כתוצאה מזיהום במזיד של סלטים במסעדות על ידי כת דתית [7]. השנייה פגעה בעובדי מעבדה בבית חולים גדול, אולם האדם הגורם למגיפה לא זוהה [8]. הכת היפנית "אום שינריקיו" אשר הוזכרה בהקשר לפיזור גז הסארין ברכבת התחתית בטוקיו ניסתה לגרום לאירועי ט"ב ע"י פיזור (אם כי לא מוצלח) של חיידקי שיגלה וסלמונלה וכן טפילי אסקריס [3].

מגיפת ההודעות הכוזבות על שימוש בט"ב, מראה גם היא על כניסת הנשק הביולוגי "לאופנה" [9]; בשנת 1992 נעצר תושב וירג'יניה אשר טען כי נוזל שהתיז על שותפיו לדירה הכיל חיידקי

גחלת. בחקירה שהחלה לאחר מתן טיפול מניעתי, לא נתגלה כל גורם ביולוגי. באפריל 1997 התקבלה חבילה בסניף ארגון "בני ברית" שבוושינגטון שהכילה צלוחית פטרי עליה נכתב "אנתרקס וירסיניה". כתוצאה מכך הוטל סגר על הרחוב אשר כלל 109 תושבים, אך גם כאן לא נמצא כל מזהם.

בשנת 1998 סך כל האיומים לגבי שחרור חיידקי גחלת עירבו כ- 6,000 אנשים [10]. רוב ההודעות התקבלו בדואר או בטלפון. מרבית המטרות לכאורה, היו בניני ממשלה או מרפאות בהן מבוצעות הפלות מלאכותיות, אך גם בתי ספר, בתי חולים ומועדוני לילה. בכל אירוע הוזנקו למקום כל כוחות החירום אשר הטילו סגר על האיזור וביצעו פעולות נדרשות כולל מתן טיפול תרופתי מונע. עלות כל אירוע כזה היתה כחצי מיליון דולר, ויש אשר יגדירו אירועים שכאלה כאירועי טרור לכשעצמם. ראוי לציין כי התגובה הרפואית לאזעקות שווא אלה נתגלתה כבלתי-אחידה מבחינת הפינוי לביה"ח, הטיפול במיון ומתן טיפול מונע [9], עובדה המדגימה את הקושי האירגוני בהתמודדות עם אירוע ט"ב, נקודה אשר תידון בהמשך.

מניעים ומפגעים

על מנת שיתרחש אירוע ט"ב ממשי דרושים שלושה מרכיבים: א. מטרה פגיעה, ב. אדם או קבוצה בעלי מסוגלות לביצוע אירוע כזה, ג. כוונה תחילה לביצוע [11].

א. פגיעות - מבין הנשקים להשמדה המונית נשק ביולוגי הינו ההרסני ביותר, אף יותר מנשק כימי. קיים קושי להתכונן כראוי לאירוע שכזה משום שדרושים מכשור מתוחכם וזמין לזיהוי החומר הביולוגי המופעל בעזרת צוותים מיומנים, המחלות קשות לטיפול, מאגרי התרופות למניעה מדולדלים עקב חיי מדף קצרים, שירותי הרפואה הדחופה אינם מסוגלים להתמודד עם אלפי נפגעים הדורשים פינוי וטיפול, מקומות האשפוז מועטים וקיימת בעיה קשה בהעברת הנפגעים בתנאים בטוחים למרכזים אחרים. האוכלוסיה האזרחית לפיכך פגיעה ביותר בעת תרחיש של אירוע ט"ב וההתמודדות עם אירוע ט"ב דורשת משאבים אנושיים וכלכליים אדירים. לפי המרכז לבקרה ומניעת מחלות (CDC), עלותו הכלכלית של אירוע ט"ב המערב גחלת תנוע בין כ- 500 מיליון ל- 26 ביליון דולר [12].

ב. מסוגלות - הנשק הביולוגי כולל טווח רחב של חומרים, אשר נע מהאפשרות לגרימת מחלה קלה יחסית כגון סלמונלוזיס באמצעות מזון, ועד הפצת מחלה קטלנית כדוגמת דבר או גחלת. הפגיעה עלולה להיות באדם בודד, אוכלוסיה שלמה או אף פגיעה בצמחיה או בעלי-חיים תוך גרימת נזק למערכת האקולוגית והכלכלית.

הכנת הנשק הביולוגי דורשת יכולות טכניות מיקרוביולוגיות, בעיקר לשם יצירת נשק באיכות גבוהה ("צבאית"), אם כי דרישות הטרוריסטים פחותות מכך פעמים רבות. דרושה יכולת לתירבות, ניקיון, ייצוב, וריכוז הפתוגן, פעולות הדורשות זמן רב אך יכולת טכנית ממוצעת. יכולת גדולה יותר נדרשת על מנת ליצור חלקיקים בגודל מיטבי לפיזור יעיל של המזהם. ההערכה היא כי בידי קבוצות טרור רבות מצויה היכולת לייצר נשק ביולוגי יעיל [11].

ג. כוונה - המניעים לט"ב יהיו בדרך כלל רצון להתנגד למשטר. הטרור הקונבנציונאלי משתמש באלימות על מנת להעביר מסר פוליטי תוך מטרה למשיכת דעת הקהל. דרגת האלימות מחושבת היטב כך שתושג תשומת-לב מספקת בקרב האזרחים והתקשורת, ללא גרימת תגובה קשה מידי מצד השלטונות או תומכי הטרור בעצמם. אף על פי כן, קבוצות הטרור נוטות לגבור בדרגת האלימות שלהן על מנת להמשיך ולקבל תשומת לב. איומים בט"ב ויותר מכך הדגמה של יכולת שימוש בו, יהיו לכן בעלי ערך גדול לארגון הטרור [11]. נציין כאן את הופעתן של קבוצות טרור בתר-מודרני המתאפייני בניסיון לגרימת אבדות מרובות ככל האפשר כמטרה הסופית [13]. קבוצות אלה מונעות ע"י שיקולים אתניים או דתיים בד"כ, וקיים החשש כי אינן מסתייגות משימוש בט"ב [14].

אירוע ט"ב בעיר גדולה שקול בחומרתו לשימוש בנשק גרעיני. זמינותו ועלותו, קלות האחסנה וההובלה, והסיכון הבריאותי הנמוך בעת הביצוע, הופכים את הט"ב למועדף בעיני טרוריסטים, אשר עלולים להשתמש בנשק ביולוגי אם יחשבו כי כך תושג תשומת-לב גדולה יותר [15]. מספר מניעים נוספים לט"ב כפי שמשקפים מן הספרות הינם השמדת תוצרת חקלאית או תעשייתית מתוך כוונה לפגוע בגופים כלכליים, לעיתים אלה המזוהים עם מדינת המטרה, "מילנריאניזם" [16] (תופעה המשקפת את האמונה כי רק מעטים ישרדו לאחר אפוקליפסה הולכת וקרבה), המתח הנובע משנת 2,000, רצון לנקמה כנגד מדינה, כפי שטען רמזי יוסף אשר יזם את הפיגוע במרכז הסחר העולמי בניו-יורק (לטרוריסט המוסלמי עוסאמה בין-לדן מניעים מוצהרים דומים), מוטיב האלוהות וחיקוי מגיפת הדבר, ולבסוף הרשמת קהל המטרה ע"י התפארות ביכולת מדעית וטכנולוגית.

מיהם המפגעים? ההערכה שמדובר בעיקר בקבוצות המונעות ע"י מניעים דתיים או קבוצות ימין קיצוני. אילו גורמים אשר אינם חוששים מהתגובה המוסדית מאחר ומטרתם לרצות את האל או לפגוע בריבונות הממשלה (בהתאמה). קבוצות דתיות הופכות נפוצות בשנים האחרונות, והן היוו כשליש מקבוצות טרור בינלאומיות ב-1994. קבוצות אלה אלימות יותר, ולמרות שנמצאו אחראיות רק ל-25% מהתקריות, משוער כי גורמות הן ל-58% ממקרי המוות עקב טרור [15].

עקב שינוי אופי קבוצות הטרור בשנים האחרונות מקובל להגדיר שלושה סוגי קבוצות עיקריים: קבוצות העוסקות בנושאים חברתיים כגון זכויות בעלי-החיים או הפלות מלאכותיות, קבוצות לאומניות כמו הטמילים בסרי לנקה או מפלגת העובדים הכורדית, וכתות דתיות אפוקליפטיות. המניעים העיקריים לטרור בקרב קבוצות אלה לפי סדר שכיחות הינם אירועי נקמה, יעדים לאומניים ואח"כ נבואות אפוקליפטיות והתרסה כנגד השלטון [6].

הקבוצות המסוכנות ביותר הינן קבוצות טרור גדולות אשר נתמכות על-ידי מדינה ריבונית ולהן הפוטנציאל הטכנולוגי הגדול ביותר ליצור ופיזור נשק ביולוגי אשר יפגע באוכלוסייה גדולה. קבוצות בסדר גודל בינוני משתמשות בנשק מתוחכם פחות עם או בלי כוונה לגרום להרג, ואילו הסוג השלישי הינו קבוצות קטנות או בודדים המשתמשים בנשק ביולוגי על מנת לפגוע במטרות קטנות או אף למטרת רצח [17]. אין אולם להמעיט ביכולתם של מפגעים בודדים לגרום לאירוע ט"ב בהיקף גדול.

מזהמים

המזהמים אשר עלולים לשמש לנשק ביולוגי רבים ופגיעתם קשה וקטלנית. על פי הברית הצפון-אטלנטית (נאט"ו) ישנם כ- 40 מזהמים העלולים לשמש כנשק ביולוגי [18], אולם ישנם סוגים בודדים אשר יגרמו למספר אבדות גבוה, זאת כאשר נלקחים בחשבון הרעילות ויכולת ההדבקה לאחר פיזור המזהם. כמות החומר הדרושה לגרימת שיעור אבדות של 50% על פני שטח של 100 קמ"ר היא כ- 8 טון של רעלן כדוגמת ריצין, לעומת 1 ק"ג של חיידקי גחלת. קטלניות הנשק באזור עירוני נמדדת על-פי פיזור תרסיס בכוון הרוח, ובמובן זה, גחלת וטולרמיה הן הקטלניות ביותר [19].

על מנת שהנשק יהיה יעיל באופן מרבי דרוש מזהם הגורם מחלה קטלנית, יכולת יצור בכמות גדולה, ויציבות בתרסיס בעל גודל חלקיקים של 1-5 מיקרון. גורמים מחמירים נוספים הם היות המחלה מדבקת מאדם לאדם וכן קושי אבחוני או העדר חיסון או תרופה למחלה [17]. רשימת הגורמים הביולוגיים בהם ניתן להשתמש באירוע ט"ב מופיעים בטבלה מספר 1. ברצוננו לציין כי הפתוגניזה, המאפיינים הקליניים והגישה לאבחנה ולטיפול בכל-אחת מן המחלות חורגים ממסגרתה של סקירה זו, וכי ראוי להזכיר כאן כי קיימים מספר מאמרי סקירה עדכניים בנושאים אלה [20-22].

בחרנו להתייחס למספר היבטים ביולוגיים של המזהמים והשפעתם על החומרה וההתמודדות עם ט"ב, כפי שמתקף משתי מחלות חשובות – גחלת ואבעבועות שחורות (א"ש).

חשיבותן של גחלת וא"ש היא בשיעור התמותה הגבוה ללא טיפול (80% ו- 30% בהתאמה), יציבות המזהמים בתרסיס, הימצאותם כנשק במדינות אויב כגון עיראק, אבחנה מאוחרת עקב משך הדגירה בשילוב חוסר ניסיון קליני, והעדר כמויות מספקות של חיסון כנגד המחלות ברוב המדינות (ל- CDC עצמו יש רק כ- 5-7 מיליון מנות חיסון) או אנטיביוטיקה במקרה של גחלת. בנוסף, מחלת הא"ש מדבקת מאוד, וכל מקרה גורם לכ- 20-10 נוספים [17].

אבעבועות שחורות

מחלה זו מצויה בראש רשימת המזהמים הקטלניים ביותר כנשק ביולוגי. נגיף האבעבועות השחורות (Variola) מדביק מאדם לאדם, אין טיפול למחלה ושיעור התמותה ממנה גבוהים. למרות שמעולם לא נעשה בו שימוש כנשק, ישנן מספר דוגמאות אשר מרמזות על תוצאות השימוש בו.

בשנת 1962 אירע מקרה של א"ש מיובאות לארה"ב וקנדה ע"י ילד אשר שב מברזיל. תגובת השלטונות לאירוע זה היתה בלתי-מוצלחת ועוררה דאגה רבה. בשנת 1970, אזרח גרמני אשר שב מפקיסטן פיתח מחלת חום ופריחה שבהמשך התבררה כא"ש. למרות שהמחלה זוהתה והחולה עובר למתקן בידוד מיוחד, ולמרות חיסון של כמאה אלף תושבים, הופיעו מקרי תחלואה ואף תמותה, כולל בקרב אנשים אשר נחשפו לחולה לפרקי זמן מזעריים. בפברואר 1972 צליין אשר שב ממכה גרם להתפרצות א"ש ביוגוסלביה. עד שזוהתה המגיפה נדבקו עשרות רבות של תושבים [2]. בסוף שנות ה-60 התחיל ארגון הבריאות העולמי בנסיון להדביר את המחלה אשר צלח ב- 1977 ולכן כיום רוב המדינות בהן בעבר הונהג חיסון למחלה, פסקו מלחסן עקב "העלמות המחלה מן העולם" [2]. ב- 1980 המליץ ארגון הבריאות העולמי על הפסקת החיסון וכל דגימות הנגיף למעט שתיים אשר נשמרו ברוסיה ובארה"ב הושמדו [20]. אולם קיימת דאגה כיום שמא ישנם מקומות נוספים בהם מאוכסן הוירוס למטרות מלחמה והרג. מסיבה זו הפוטנציאל ההרסני של שימוש בא"ש כנשק ביולוגי ברור.

ההדבקה בנגיף חלה לאחר חשיפת דרכי הנשימה, ומוערך כי מספר החלקיקים הנגיפיים הדרוש להדבקה, הינו נמוך ביותר [23]. תקופת הדגירה הינה בממוצע כשבועיים, ואחריה מופיעה המחלה הקלינית המאופיינת בתחילה בחום ואחר-כך בפריחה מקולופולרית ההופכת לשלפוחיתית. בהמשך מאופיינת הפריחה בהתמגלות, הופעת גלד והוותרות צלקת. לעין בלתי-מנוסה, עלולה לדמות הפריחה לזו שנגרמת על ידי נגיף הוריצלה, אולם להבדיל מאבעבועות רוח בה גיל הנגעים שונה ומראם בלתי-אחיד, הרי שבא"ש הנגעים הינם אחידים ומתפתחים באופן בו-זמני. במשך

השבוע הראשון למחלה, ריכוז הנגיף ברוק הינו המירבי ולכן זהו השלב המדבק ביותר. כ- 90% ממקרי א"ש הינם מקרים טיפוסיים אשר מאובחנים בקלות על-ידי קלינאי בעל ניסיון במחלה. ב- 10% מן המקרים המחלה אינה טיפוסית ומופיעה כתפרחת דימומית או בצורה המכונה "ממאירה" [20]. מיותר לציין כי לרוב הקלינאים במדינות מערביות אין כל ניסיון באבחנה וטיפול במקרי א"ש. האבחנה המעבדתית מורכבת ודורשת גידול הנגיף מדגימות, זיהוי במיקרוסקופ אלקטרוני או על ידי שיטות מולקולריות, כל זאת במעבדה המצויידת בתנאי בטיחות ביולוגית מרביים.

חומרת הא"ש אינה רק בקטלניות המחלה אלא ביכולת ההדבקה המשנית. מוערך כי כל מקרה מחלה עלול להדביק כ- 20 בני אדם נוספים. זמן הדגירה גורם לפיכך לגלי מחלה אשר אינם מאפשרים לזהות ולהגביל את כל אשר נדבקו. מאחר ואין טיפול סגולי במחלה למעט חיסון טרם או לאחר החשיפה, מומלץ לחסן בהקדם כל שבאו במגע עם החולים על מנת למנוע מקרי מחלה שניוניים ובעיקר להקטין את חומרתם [20]. בידוד חולים עשוי למנוע הדבקה משנית אך הדבר אינו מעשי כאשר מדובר באוכלוסיה עירונית.

בארה"ב פסקו מלחסן את האוכלוסיה כנגד א"ש בשנת 1972 וכיום כ- 50% מתושבי מדינה זו אינם מחוסנים. בנוסף, חסינותם של אלה אשר חוסנו לפני שנים רבות אינה ידועה. מספר מנות החיסון לשעת חירום בארה"ב הינו כ- 6 מיליון, ולארגון הבריאות העולמי כחצי מיליון מנות נוספות. אין כיום אפשרות לייצר בכמות גדולה כמות חיסון מספיקה על מנת להגן בשלמות על האוכלוסיה האזרחית [20].

ההתמודדות עם מגיפת א"ש עקב אירוע ט"ב כרוכה בקשיים מרובים, כפי שמצטייר מניתוח תרחיש דמיוני אשר פורסם לאחרונה [24,25]. הקשיים כוללים התארגנות מהירה לזיהוי מקרים שניוניים באיזור הנגוע וברחבי המדינה כולה, פעולה הדורשת גיוס של כוח אדם עצום לתשאול ובדיקת האוכלוסיה, גיוס, פיזור ומתן מנות חיסון, הטלת סגר על אוכלוסיה אזרחית גדולה ובעיות חוקיות רבות הכרוכות בכך, השלטת הסדר הציבורי, ולבסוף לבטים לגבי תזמון ואופי ההודעה לציבור על קיום המגיפה והצעדים הננקטים להתמודדות עימה. כמו כן, שאלת ההתמודדות עם העלויות הכספיות של הפעלת כל הגורמים בעת אירוע שכזה הינה בלתי-נמנעת [25].

גחלת

גחלת הינה מחלה הנגרמת עקב מתג גרם חיובי *Bacillus anthracis*. המחלה פוגעת בעיקר בבעלי-חיים עם אפשרות הדבקה לאדם. המחלה מתוארת מקידמת דנן, אולם מגיפות גדולות באדם תוארו גם בעשורים האחרונים ברוסיה (1979) עקב תאונה במפעל ליצור נשק ביולוגי, בזימבבואה (1980) ובפארגוואי (1987) [21]. חיידקי גחלת מוחזקים כנשק ביולוגי במדינות רבות, אשר נחשב לקטלני מבין כולם. לפי הערכות ארגון הבריאות העולמי, שחרור תרסיס המכיל 50 ק"ג חיידקי גחלת לאורך שני קילומטרים בעיר המכילה כחצי מיליון תושבים יגרום ל-125,000 מקרי מחלה ולכ-90,000 מקרי מוות [19]. הוערך כי פיזור חיידקי גחלת בעיר וושינגטון יגרום לתמותה של עד 3 מיליון תושבים, ולעלות כלכלית של 26 ביליון דולר לכל 100,000 מקרי חשיפה [26].

ישנן שלוש צורות קליניות למחלה [21,27]. גחלת עורית הינה השכיחה ביותר כמחלה אנדמית, בעיקר לאחר חשיפה לבעלי חיים נגועים. המחלה מופיעה כנגע עורי מכוייב אופייני והאבחנה מתבצעת בקלות יחסית. למרות ששיעור התמותה עקב סיבוכי המחלה הינו 20% ללא טיפול, הרי שטיפול אנטיביוטי מונע מקרי מוות כמעט לחלוטין. גחלת של דרכי העיכול הינה הצורה הנדירה ביותר, ובה מופיעים הנגעים במערכת העיכול העליונה ובהמשך במעי הדק והגס, בליווי דלקת הצפק, ספסיס ושיעור תמותה גבוה ביותר.

הצורה השלישית וזו המייצגת את השימוש בגחלת כנשק הינה גחלת שאיפתית. המחלה נובעת מחדירת נבגים בקוטר 1-5 מיקרון לדרכי הנשימה, גודל מיטבי ליצירת מחלה. נטייתם של הנבגים ליצירת צברים בנוסף להיות המנה המדביקה כ-5,000-10,000 נבגים, מסבירים את היות מחלה זו נדירה בתנאים טבעיים. בימינו, זוהי מחלה תעסוקתית ובמאה האחרונה תוארו פחות מ-20 מקרים בארה"ב. כפי שמשקף מן התאונה במפעל הנשק בסברדלובק ב-1979, זוהי הצורה הצפויה בעת שימוש בגחלת כנשק, ומלווה בשיעורי תמותה גבוהים [21].

משך הדגירה של נבגי הגחלת בריאות נע מימים ספורים ועד לשבועות. מרגע הופעת המחלה, המהלך הקליני הינו סוער ומאופיין בתהליך זיהומי דימומי במיצר. בתחילה מופיעים סימנים מערכתיים סוערים מלווים בשיעול וכאבים בחזה, ללא ממצאים מעבדתיים סגוליים, ולאחר תקופת החלמה לכאורה, המופיעה ברוב המקרים, מתפתחת מחלה קשה המתבטאת בכשל רב מערכתי, הלם, ובמקרים רבים דלקת עוצבה דימומית. שיעור התמותה ללא טיפול הינו כ-90% [21,27].

קיים קושי רב לאבחן את המחלה בשלב הראשון, עקב הדמיון למחלות רבות אחרות, ולפיכך דיחוי באיבחון. בשלבים המאוחרים יותר תתבצע האבחנה על פי רוב עקב צמיחת החיידק

בתרביות הדם, או מהלך קליני אופייני בנוכחות סימנים אפידמיולוגיים או קליניים מרמזים (למשל הרחבת המיצר בצילום חזה). ראוי לציין כי צמיחת *Bacillus spp.* בתרבית דם הינה ברוב המקרים קונטמינציה, ודרושים עירנות ודרגת חשד גבוהים על מנת לאפיין את הבידוד כחידק הגחלת.

הטיפול במחלת הגחלת הינו טיפול תומך, בשילוב עם תכשירים אנטיביוטיים. ניתן לטפל לאחר חשיפה בתכשירים אנטיביוטיים ממשפחת הטטרה-ציקלינים או פלואורו-קווינולונים על מנת למנוע את הופעת המחלה. משך הטיפול הינו ארוך – 60 יום, וחסרות הוכחות מדעיות מבוססות ליעילותו. המלצות מפורטות לגבי הטיפול התרופתי בגחלת פורסמו לאחרונה [21]. קיים חיסון כנגד המחלה, אשר יעילותו ובטיחותו הוכחו, ואשר החל מחודש מרץ 1999, ניתן באופן שגרתי לחיילי צבא ארה"ב [28]. החיסון אינו זמין בשאר מדינות העולם, ובוודאי שלא עבור אוכלוסיה אזרחית. לאחר פיזורם באיזור גיאוגרפי מתאפיינים הנבגים בעמידות גבוהה ויכולת להיוותר בקרקע למשך שנים. הוכח כי קיימת אפשרות לשאיפה משנית של מנות מדבקות של נבגים אך הסיכוי להופעת מקרים קליניים משניים אינה ידועה [21].

אם כן, מחלת הגחלת קשה לאבחון ולטיפול. ההתמודדות עם חשיפת מצבור אוכלוסיה גדול דורשת כוח אדם עצום רפואי ומעבדתי לאבחון ולטיפול, אספקה מהירה של כמות גדולה של תכשירים תרופתיים יקרים, ומתן טיפול נמרץ ותומך למספר חולים גדול. למרות שהמחלה אינה כרוכה בהדבקה משנית כדוגמת א"ש, הרי ששיעור התמותה גבוה מאוד, וזמן ההערכות לטיפול באירוע קצר יותר [29,30].

זיהוי אירוע ט"ב

מאחר והסבירות לאירוע ט"ב אינה נמוכה יש לשמור על עירנות גבוהה בקרב שירותי הרפואה הציבורית. יתרה מכך, על עובדי מערכת הבריאות לדעת מה מצופה מהם במקרה כזה. כל התפרצות מחלה או מגיפה צריכה תמיד להיחשב כאירוע ט"ב אפשרי. האבחנה המבדלת כוללת התפרצות עצמונית של מחלה אנדמית, התפרצות עצמונית של מחלה חדשה או מחלת-עבר, תקלה מעבדתית, ולבסוף אירוע טרור. קיים קושי להבחין בקיום מאפיינים בלתי-שגרתיים באופי ההתפרצות, בייחוד בתחילתה כאשר מספר המקרים עדיין מועט. סימני אזהרה הינם מחלות שאינן שגרתיות לאותו אזור גיאוגרפי או שיעורי תחלואה גבוהים במיוחד (לכן חיוני לחשוד אפילו במקרה בודד של גחלת שאיפתית במדינה מערבית כאירוע טרור) [31]. לעיתים הראשונים להבחין באפשרות של אירוע חריג יהיו רוקחים המנפקים כמות חריגה של אנטיביוטיקה מסוימת, או אף

מרכזניות שירותי החירום הנתקלות במספר גדול של מקרים הדומים זה לזה, ולא דווקא רופאי חדרי המיון.

הגישה האפידמיולוגית לחקירת אירוע שכזה אינה שונה מכל חקירה אחרת של מחלה זיהומית. בשלב הראשון יש לבסס את האבחנה באופן מעבדתי, לזהות את מספר המקרים ואת שיעור התחלואה מבין הנחשפים, ולהשוות שיעורים אלה לשיעורים ידועים משנים קודמות. לאחר שנצברו נתונים מספיקים ניתן לבנות עקומה אפידמית [31].

העקומה במצב של התפרצות טבעית תדגים עליה הדרגתית במספר המקרים לאורך ציר הזמן ככל שמספר ההדבקות הולך וגדל, ולאחר מכן ירידה הנובעת מן העובדה כי רוב האוכלוסייה נחשפה, חלקה חלה או אף מת, וחלקה פיתח חסינות מפני הדבקה או מחלה. באירוע טרור, נקודת התחלת המגיפה בציר הזמן תהיה אחת, ובעקבותיה תוך שעות או ימים יופיעו כמעט כל מקרי התחלואה ("עקומה דחושה"). במקרים בהם הגורם מדבק מאדם לאדם ניתן יהיה לראות נקודת שיא שניה לעקומה. העקומה לפיכך דומה לזו שבהרעלות מזון, ולכן אינה ייחודית לאירוע טרור [31].

מן העקומה ניתן גם לשער את משך הדגירה של המחלה. משך דגירה קצר מן המקובל בספרות יכול להצביע על מנה מדביקה גדולה במיוחד ולהחשיד לאירוע טרור. מספר מאפיינים נוספים אשר הופעתם יחדיו מחשידה מאוד לאירוע טרור הינם: א. מגיפה משמעותית בקרב קבוצת אוכלוסייה מסוימת, ב. מחלה קשה מהרגיל או מטיפוס לא שכית, בייחוד בקרב אנשים צעירים ובריאים, ג. מחלה בלתי אופיינית לאיזור הגיאוגרפי, ד. מספר התפרצויות בו-זמנית של מחלות זיהומיות, ה. מחלה הפוגעת באדם ובעלי חיים גם יחד (זואונוזיס), ו. עמידות חריגה של בידודים חידקיים לאנטיביוטיקה לעומת הידוע באותו האזור, ז. שיעורי תחלואה גבוהים בקרב הנחשפים, ח. מידע מודיעיני על קבוצות אפשריות המחזיקות במזהם כנשק ביולוגי, ט. לקיחת אחריות ע"י ארגון טרור, וכמובן, עדות ישירה לפיזור חומר ביולוגי [31-33].

התמודדות ומוכנות

הצעד הראשון במוכנות לאירוע של טרור ביולוגי הינו המודעות לכך כי אירוע כזה עלול להתרחש. המוכנות נוגעת למספר תחומים כולל מעקב אחר אירועים חשודים, תגובה רפואית ומנהלתית לאירוע כזה, קיום מאגר של תרופות ומכשור מתאימים, ולבסוף מחקר ופיתוח [34]. בניגוד לאירוע טרור קונבנציונאלי בו הראשונים להגיב הינם כוחות שיטור, מכבי-אש וצוותי חירום רפואיים, באירוע ט"ב הקהילה הציבורית והרפואית מצויות בקו הראשון. במצב של חשד

באירוע ט"ב, על כל הרופאים להכיר היטב את הסימנים האופייניים למחלה ולזהות מקרים חשודים במרפאות ובתי-חולים. יש לזהות במהירות את אתר האירוע, דרגת החשיפה של האוכלוסייה, והאפשרות להדבקה משנית, תוך הכרה במשך הדגירה וההדבקה של המזהם. הטלת סגר הינה צעד בלתי-יעיל ברוב המקרים, למעט א"ש שהינה מחלה מדבקת מאוד. כמובן שבעת חשיפה של אוכלוסייה המונה אלפים או רבבות, סגר אינו אפשרי או מעשי [34].

למרות הסכנה הגוברת, ט"ב אינו כלול בתוכניות הלימוד השונות בבתי-ספר לרפואה ואף בתוכניות התמחות. לדוגמא, הנושא אינו נלמד כחלק מן הדרישות לקבלת תואר מומחה ברפואת חירום בארה"ב. בסקר שנערך לאחרונה בקרב מנהלי תוכניות התמחות ברפואה דחופה נמצא כי הלימוד של הנושא בעת ההתמחות אינו מספק, הרופאים אינם מכירים את הציוד העומד לרשותם בעת אירוע כזה, וכי הידע מוגבל לגבי השגת מקורות מידע בנושא ט"ב, ודיווח לוקה לגבי אירועי ט"ב אפשריים [35].

מאחר ואירוע ט"ב בהיקף גדול מוגדר כאירוע בעל השלכות קשות אך שסבירותו להתרחש נמוכה, נקודות כשל בהערכות סביר שתתגלנה לאחר שאירוע כזה יתרחש לראשונה. כאשר קיים חשד לאירוע ט"ב חייב בית החולים להיערך על מנת להגן על צוות העובדים והחולים המאושפזים וכמובן לטפל בנפגעים. לפיכך חייבים להתקיים מספר שלבים: זיהוי ואבחנה, בקשה לעזרה, התגוננות, ומתן טיפול [3].

זיהוי ואבחנה – אבחנה מוקדמת תסייע למתן טיפול מהיר ותאריך את "תקופת החלון" למתן חיסון או טיפול תרופתי מונע. בנוסף לכל הנידון לעיל, עלול להתעורר הצורך בשיטות אבחון בלתי-שגרתיות, כמו במקרים של מזהמים בלתי-שגרתיים ואז יידרש משלוח דגימות למעבדות מרכזיות או אף לחו"ל.

בקשה לעזרה – הרופאים אשר מזהים לראשונה את המחלה חייבים להיוועץ במומחים לאפידמיולוגיה ולמחלות זיהומיות, ולידע את כל גורמי המנהלה והשלטון המתאימים. התגוננות – כל חולה המטופל בחדר המיון לאחר זיהוי אירוע ט"ב חייב להיחשב כנגוע. יש לבודד חולים עם מחלה נשימתית מפני העברה טיפתית, כאשר חבישת מסיכות מסוג HEPA מספק. אין כל הוריה לביצוע פעולות טיהור (דקונטמינציה) בחדר מיון לאחר חשיפה מתוך מטרה להקטין את הסיכוי להחדרה של המזהם לעור או דרכי הנשימה כמו גם העברתו לאחרים, למעט מקרים בהם קיימים נגעים עוריים [9].

טיפול – חשוב קישור של בית החולים למאגרי תרופות וחיסונים שידרשו בכמויות גדולות, והדרכה מהירה של הצוות למתן טיפול יעיל ואחיד לפי המקובל בספרות.

אין כיום מודל מיטבי להתמודדות עם אירוע ט"ב המערב אוכלוסיה גדולה. קיימים שני מודלים אמריקניים (מודל ההתגוננות הצבאית ומודל ההתמודדות עם חומרים מסוכנים) אשר נבנו במקור לטיפול בחשיפה לגורמים רעילים אך הם אינם מתאימים לחלוטין למתאר הט"ב האזרחי [3]. חוסר ההתאמה נובע מהעדר רשות האחראית באופן בלעדי על תפעול האירוע, אי-זמינות אמצעים רבים במתאר העירוני, חוסר המוכנות של העורף, והעובדה כי באירוע ט"ב אין בהכרח זירת אירוע ברורה לפחות בימים הראשונים [3].

לאור נתונים אילו קיימת חשיבות מכרעת לזיהוי מהיר של אירוע ט"ב בחדרי מיון. אבחון וזיהוי מהירים מסתמכים על קיום רשתות מידע אפידמיולוגי ברמת בית החולים, המחוז או המדינה, ועל סף החשד של רופאים המטפלים בחולים. מאחר ורשתות המידע אינן כלי מספק, חשיבותם של רופאי "הקו הראשון" הינה הגדולה ביותר. קיימת חשיבות מרובה לתקשורת טובה בתוך בית החולים ובין בתי חולים אחרים כולל אנשי מעבדה, רופאי מחלות זיהומיות והשלטונות כולל שלטונות הבריאות, הצבא, שירותי החירום, וצוותי חירום מיוחדים במידה וקיימים, כל זאת על מנת להשתלט על האירוע במהירות האפשרית. אתגר נוסף הוא תיאום על ידי גוף אחד מקשר על מנת לפזר את הנפגעים ולקיים חלוקת משאבים נאותה בעת האירוע כגון מיטות טיפול נמרץ, תרופות וחיסונים ואמצעי בידוד והסגר [3].

בעשור האחרון, ננקטו מספר צעדי חקיקה בארה"ב על מנת למזער את הסבירות לשימוש בנשק ביולוגי. עד אותה העת, ארה"ב התמקדה בעיקר במניעת הרכישה והשימוש בנשק ביולוגי של מדינות אחרות, זאת ע"י 3 גישות אשר מקורן בועידה בין-לאומית בנושא בשנת 1972 - הסכמים מדיניים על מנת לפרק מדינות מנשקן הביולוגי או למנוע מהן רכישת נשק כזה, הטלת מגבלות פוליטיות וכלכליות על מדינות אשר המשיכו להצטייד בנשק ביולוגי, ולבסוף יצירת מערכת בקרה למניעת העברת חומרים וידע הדרושים לפיתוח נשק ביולוגי [1].

בשנת 1989 תיקן הקונגרס האמריקני תקנות שמטרתן להגן על אזרחי המדינה מפני אירוע ט"ב. תקנות אילה כללו לדוגמא הגדרת פיתוח, יצור, העברה, אחזקה או שימוש בנשק ביולוגי כעבירה פדרלית, קביעת עונשים חמורים ביותר בגין עבירות אלה, הענקת יכולת פעולה מיידית וסמכויות שיפוט לזרועות הביטחון על מנת להתערב בכל מקרה בו קיים חשד למעורבות נשק ביולוגי [1]. לאחר הפיגוע באוקלהומה, תוקנו תקנות נוספות בקונגרס בשנת 1996 על מנת להקנות סמכויות לרשויות הביטחון במלחמה נגד הטרור, תוך שימת דגש על ט"ב, לדוגמא העברת השליטה על חומרים מסוכנים למרכז הלאומי לבקרת מחלות. ה-CDC בעצמו קבע בשנת 1997, מספר מטרות

כגון זיהוי מזהמים אשר מסוכנים לבריאות הציבור, יצירת מערכת לניטור אחזקה וטיפול בחומרים אלה, ויצירת מערכות התראה לרשויות [36].

סיכום

לסיכום, טרור ביולוגי הפך מ"נבואת זעם" ל"סכנה ברורה ומיידית", עבור כל מדינה אשר מתמודדת עם איום מתמשך של אירועי טרור. יכולות המניעה וההתמודדות עם אירוע כזה הינן מוגבלות מאוד, מציאות אשר נגזרת מהיבטים רפואיים ומערכתיים סבוכים גם יחד. השלכותיו של אירוע כזה קשות לדימיון ועל כן קיימת חשיבות עצומה לשיפור מודעות ומוכנות מערכות בריאות הציבור לזיהוי וטיפול באירוע שכזה.

רוב הסיפורות בנושא מקורה בפרסומים אמריקניים, אשר מדגישים את הקשיים העצומים הניצבים בפני מדינה בבואה להתגונן מפני טרור ביולוגי, גדולה ועשירה ככל שתהיה. בחינת המצב במדינת ישראל אשר שיטחה קטן ופיזור האוכלוסיה האזרחית בה שונה הינה חיונית, בייחוד לאור איום הטרור הבלתי-פוסק באזורינו. השאלה בה עלינו לעסוק כיום איננה עוד קיום נשק ביולוגי בידי טרוריסטים, בין אם כבודדים ובין אם כקבוצה או שיקוליהם לגבי השימוש בו, כי אם בחינת מוכנותנו לאירוע טרור ביולוגי, ויפה שעה אחת קודם.

1. Ferguson JR, Biological weapons and US law. JAMA 1997; 278: 357-360.
2. Henderson DA, Bioterrorism as a public health threat. Emerg Infect Dis 1998; 4: 488-492.
3. Richards CF, Burstein JL, Waeckerle JF & Hutson HR, Emergency physicians and biological terrorism. Ann Emerg Med 1999; 34: 183-190.
4. Christopher GW, Cieslak TJ, Pavlin JA & Eitzen EM Jr., Biological warfare: A historical perspective. JAMA 1997; 278: 412-417.
5. U.S. Department of State. 1996 Patterns of global terrorism report.
6. Tucker JB, Historical trends related to bioterrorism: An empirical analysis. Emerg Infect Dis 1999; 5: 498-504.
7. Torok TJ, Tauxe RV, Wise RP & al, A large community outbreak of Salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bars. JAMA 1997; 278:389-395.
8. Kolavic SA, Kimura A, Simons SL & al, An outbreak of Shigella dysenteriae type 2 among laboratory workers due to intentional food contamination. JAMA 1997; 278: 396-398.
9. Keim M & Kaufmann AF, Principles for emergency response to bioterrorism. Ann Emerg Med 1999; 34: 177-182.
10. Stern J, Anthrax incidents: Hoaxes and threats. National symposium on medical

- and public response to bioterrorism session on domestic terrorism, Washington DC, February 16, 1999.
11. Siegrist DW, The threat of biological attack: why concern now? *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 505-508.
 12. Kaufmann AF, Meltzer MI & Schmid GP, The economic impact of a bioterrorist attack: Are prevention and post-attack intervention programs justifiable? *Emerg Infect Dis* 1997; 3: 83-94.
 13. Laqueur W, Postmodern terrorism, *Foreign affairs*; Sep/Oct 1996.
 14. Ikle F, Waiting for the next Lenin. *The National Interest*; spring 1997.
 15. Stern J, The prospect of domestic bioterrorism. *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 517-522.
 16. Rosenfeld JE, Pai Marire: peace and violence in a New Zealand Millernarian tradition. *Terrorism and political violence* 1995; 7: 83.
 17. Kortepeter MG & Parker GW, Potential biological weapons threats. *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 523-527.
 18. Departments of the Army, Navy, and Air Force, NATO handbook on the medical aspects of NBC defensive operations. Washington: The Department; 1996.
 19. World Health Organization Group of Consultants, Health aspects of chemical and biological weapons. Geneva: The Organization; 1970.
 20. Henderson DA, Inglesby TV, Bartlett JG & al, Smallpox as biological weapon: medical and public health management. *JAMA* 1999; 281: 2127-2137.
 21. Inglesby TV, Henderson DA, Bartlett JG & al, Anthrax as a biological weapon: medical and public health management. Working group on civilian biodefense. *JAMA* 1999; 281: 1735-1745.
 22. Franz DR, Jahrling PB, Friedlander AM & al, Clinical recognition and

- management of patients exposed to biological warfare agents. *JAMA* 1997; 278: 399-411.
23. Fenner F, Henderson DA, Arita I & al, Smallpox and its eradication. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1988: 1460.
 24. Bardi J, Aftermath of a hypothetical smallpox disaster. *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 547-551.
 25. O'Toole T, Smallpox: An attack scenario. *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 540-546.
 26. Eitzen EM Jr. & Cieslak TJ, Clinical and epidemiologic principles of anthrax. *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 552-555.
 27. Pile JC, Malone JD, Eitzen EM Jr. & al, Anthrax as a potential biological warfare agent. *Arch Intern Med* 1998; 158: 429-434.
 28. Anthrax vaccine, military use in Persian Gulf region [press release]. Washington, DC: US Dept of Defense; September 8, 1998.
 29. Inglesby TV, Anthrax: A possible case history. *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 556-560.
 30. Bartlett JG, Applying lessons learned from anthrax case history to other scenarios. *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 561-563.
 31. Pavlin JA, Epidemiology of bioterrorism. *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 528-530.
 32. Weiner SL, Strategies of biowarfare defense. *Mil Med* 1987; 152: 25-28.
 33. Noah DL, Sobel AL, Ostroff SM & Kildew JA, Biological warfare training: Infectious disease outbreak differentiation criteria. *Mil Med* 1998; 163: 198-201.
 34. Shalala DE, Bioterrorism: how prepared are we? *Emerg Infect Dis* 1999; 5: 492-493.
 35. Pesik N, Keim M, Sampson TR, Do US emergency medicine residency programs provide adequate training for bioterrorism? *Ann Emerg Med* 1999; 34: 173-176.

36. US Dept of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. Additional requirements for facilities transferring or receiving select Agents: final rule. Federal Register. October 24, 1996; 61: 55190.

טבלה מס' 1 . מזהמים אפשריים באירוע טרור ביולוגי.

מזהם	קבוצה
Bacillus anthracis	חיידקים
Brucella suis, Brucella melitensis	
Coxiella burnettii	
Francisella tularensis	
Yersinia pestis, Yersinia enterocolitica	
Salmonella typhi, Salmonella typhimurium	
Rickettsia prowazekii	
Shigella spp.	
Vibrio cholera	
Human immunodeficiency virus	נגיפים
Yellow fever	
Variola	
Arboviral encephalitides – Eastern / Western / Venezuelan equine encephalitis viruses, West-nile fever.	
Viral hemorrhagic fever (Ebola, Lassa, Crimean-Congo, Machupo, Sabia)	
Schistosoma spp.	טפילים
Ascaris lumbricoides	

Clostridium botulinum

רעלנים

Staphylococcal enterotoxin B

Diphtheria

Tetrodotoxin

Cholera endotoxin

Ricin
