

מהווה לעתיד: הרפואה המבצעית בצה"ל

רס"ן ד"ר רועי נדלר, סרן ד"ר אבישי צור, רס"ן ד"ר תומר ארליך, רס"ן דיאנה לוי, סא"ל ד"ר יעקב חן

ענף הרפואה המבצעית, מפקדת קצין הרפואה הראשי, חיל הרפואה, צה"ל

המחבר המכותב: סרן ד"ר אבישי צור
avishaitsur@gmail.com דוא"ל:

הקדמה

מושב הרפואה המבצעית בכנס "שורש" עסק במגוון רחב של תחומים, המתמקדים הן בעבודה השוטפת והן במחקר בשני הצבאות - הן בצה"ל והן בצבא ארה"ב. להלן תוצג תמצית של הסוגיות הנבחרות בכמה מהתחומים שנדונו בהרצאות.

חינוך רפואי ואתגרי ההווה

החינוך הרפואי בכללותו נדון בהרחבה במושב זה בכנס, מתוך התמקדות ברפואה המבצעית בפרט. בתחום הרפואה המבצעית מושתת החינוך הרפואי על שלושה קדקודים, המהווים "משולש למידה" (ר' תרשים 1): (1) **הטיפול בנפגעים** - הניסיון בטיפול בנפגעים הוא האמצעי הבסיסי לתו"ל; (2) **איסוף מידע וניתוחו** - איסוף הנתונים כבר במהלך האירועים המבצעיים ותחקור התובנות והביצועים הם המפתח להתפתחות מתוך למידה ולשיפור לאור ביצועים תת-מיטיביים. לדוגמה, בנוגע לביצוע פרוצדורות בנתיב אוויר בעשור האחרון, הוחלט להעמיק את הלמידה בקרב המטפלים בשדה [1]; (3) **הטמעה, הדרכה ולימוד** - הכשרה ושמירת הכשירות של הצוותים עצמם במרכזי ההדרכה של חיל הרפואה ובאמצעות איגרות הטראומה, כמפורט להלן.

2. **יצירת ערוץ אינטראקטיבי ייעודי וזמין סביב איגרות הטראומה והרפואה המבצעית:** הצעד השני היה לייצר ערוץ ישיר המאפשר קשר רציף עם מגוון קהלי יעד. כך התגבשו שלוש קבוצות וואטסאפ נפרדות ומרובות משתתפים [3]: האחת מיועדת לדרג הפיקודי הרפואי, מדרג החטיבתי ומעלה, השנייה מיועדת למטפלים הבכירים ביחידות הקצה, ובעיקר עבור פרמדיקים, והשלישית מיועדת למדריכים בבית הספר לרפואה צבאית. קבוצות אלו מאפשרות עדכונים מיידיים בכל הנוגע לתובנות חדשות, וכן אינטראקציה בלתי אמצעית עם קציני הענף: הקצינים עשויים להישאל כל שאלה הנוגעת לעולמות התוכן של הקבוצה והעולה בדעתו של כל אחד ממשתתפיה.

3. **העלאת תוכן באמצעות פודקאסט (Podcast) או "הודעות דחיפה" (Push Notifications):** הצעד השלישי היה "לדחוף" מידע מצומצם וממוקד פעם בשבוע, ביום שישי, "דבר תורה" מענף רפואה מבצעית. המסר בדרך כלל קצר ופשוט, 250 מילים לכל היותר, תמיד בתוספת תמונה או סרטון להמחשה. דבר התורה מוקלט בסגנון פודקאסט.

4. **הערכה ומדידה:** השלב הרביעי הוא מבחן ידע אנונימי, לצורכי בדיקה עצמית בלבד, בתדירות רבעונית. בהקשר זה, חיל הרפואה נדרש לשיפור בהכשרת המטפלים לביצוע הפרוצדורות העיקריות במטרה להשיג שיפור בתוצאים הקליניים של הפצועים. כך לדוגמה, לנוכח שיעורי ההצלחה הנמוכים בביצוע צנור קנה, גם לאחר שינוי ניכר של איגרת הטראומה, נערך סקר (באמצעות היישום SurveyMonkey), במטרה לאמוד את כשירותם של המטפלים הבכירים. תרשים 2 מדגים את היעדר המתאם בין תחושת הכשירות העצמית לבין מספר ניסיונות צנור הקנה (Intubation), כפי שמדווח במהלך ההכשרה ושמירת הכשירות. לשם השוואה, ידוע כי נדרשים 50 צנורי קנה לכל הפחות כדי להיחשב "בקיאים" בהליך זה [4]. מתברר אפוא שביטחון עצמי גבוה ביחס למיומנות ולכשירות אינו משקף בהכרח ניסיון מספק, ויתרה מכך - מונע מהמטפל את ההבנה שלפיה עליו להשתתף בהכשרה נוספת לצורך שיפור ביצועיו. אחד מאתגרי המדידה וההערכה מתבטא בניסיון להתגבר על בעייתיות זו של פער בין מיומנות נמוכה בשטח לבין הערכה עצמית גבוהה של מטפלים ביחס לכשירותם בביצוע הפרוצדורות.

לסיכום, ענף רפואה מבצעית עמל על ביסוס משולש הלמידה ועל חיזוקו, הן על ידי שיפור הידע והבקיאות של הצוותים הרפואיים באמצעות איגרות הטראומה, והן על ידי שיפור האימון והמיומנות של המטפלים הבכירים, מתוך תובנה כי מסוגלות מקצועית מייצרת מנהיגות רפואית מבצעית.

תרשים 1: משולש הלמידה, ענף הרפואה המבצעית



מסוגלות מקצועית: המנוע למנהיגות רפואית מבצעית איגרות הטראומה

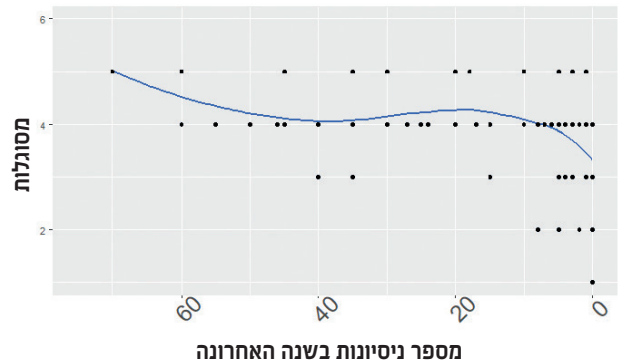
האיגרות מטעם ענף הרפואה המבצעית מהוות נדבך חשוב לעדכונים בתו"ל ובחינוך רפואי עבור צוותי הרפואה מבצעית. כדי להנגיש את איגרות הטראומה כפלטפורמה יישומית וידידותית למשתמש, גם בזמן אמת, נדרשו ארבעה צעדים חשובים:

1. זמינות מרבית ונגישות דיגיטלית של איגרות הטראומה:

הצעד הראשון היה העלאת איגרות הטראומה לרשת אזרחית זמינה. האיגרות הוטמעו ביישומון "טילבוק", שפותח בבית הספר לרפואה צבאית, בה"ד 10. היישומון ניתן להורדה ושימוש חינם ומאפשר קריאת פרוטוקולים רפואיים. מספר ההורדות שלו עד כה דומה למספר ההורדות של היישומון המקביל בצבא ארה"ב, המנגיש את הקווים המנחים הקליניים של מערך הטראומה האחד (JTS - Joint Trauma System) [2].

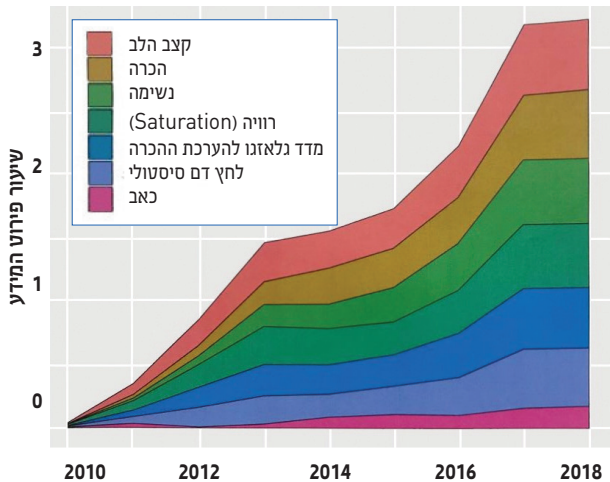
תרשים 2:

מיומנות אנשי הצוות בצנרור קנה (Intubation) תחושת הכשירות העצמית לעומת הניסיון



תרשים 3:

מגמות בשיעורי התייעוד של מדדים נבחרים בעת הטיפול בפצוע, לפי שנה*



* **ביאור:** התרשים מציג מגמות בתייעוד של שבעה מדדים חיוניים נבחרים של הפצועים, לפי שנה (2010-2018). כל צבע מייצג סימן חיוני אחר, על פי המקרא, וההתעבות של כל עקומת צבע לאורך השנים מייצגת את מגמת השיפור בתייעוד. העובי של כל עקומת צבע מתאר את שיעור הפצועים שעבורם תועד המדד החיוני באותה שנה, ביחס לשיעור התייעוד של כל אחד מהסימנים החיוניים האחרים המוצגים בתרשים.

מערכת ניטור הפציעות הצה"לית

מערכת ניטור הפציעות הצה"לית (להלן גם: מנפ"ץ) [5] היא מסד נתונים המכיל מידע על נפגעים בצה"ל משנת 1997 ואילך. המנפ"ץ מיועד לשיפור הטיפול הרפואי בנפגעים באמצעות איסוף נתונים רציף, לשם הרחבת הידע הקיים בנוגע למבחר היבטים של הפציעות. כיום מכילה המערכת נתונים על 18,013 פצועים, משלל מקורות מידע, ובהם תחקירים רפואיים, מכתבי שחרור ממרכזים רפואיים, דוחות ניתוח ונתוחות, מידע המופק מטומוגרפיה ממוחשבת המבוצעת לחללים ועוד.

משנת 2012 הזנת המידע על אודות הטיפול הרפואי בשטח מבוצעת בידי המטפלים הבכירים, רופאים ופרמדיקים שטיפלו באירוע. בכנס הוצגה המערכת, בשימוש השותף האמריקני, שמתבססת על הזנה בדיעבד של רשומה על ידי צוות ייעודי, במקום הזנה בידי המטפלים עצמם. הוצגה עבודת בקרה שנעשת בענף באופן שגרתי וכן הוצג השיפור הניכר באיכות הזנת הנתונים למערכת. כך לדוגמה, אם עד שנת 2016 שיעור הזנת הנתונים למערכת היה כ-50%, הרי שמאז נרשמת עלייה עקבית וחדה בשיעור זה, עד לכדי 99% שיעור ההזנה כיום. כמו-כן נרשם שיפור של ממש בשיעור מילוי טופס 101 בשטח (תרשים 3).

לאור העובדה שההיענות לשימוש ולהזנה היא בעיה גלובלית, הרי שהשיפור הניכר במדדי המנפ"ץ ובשימוש בו בשלוש השנים האחרונות זכה להערכה רבה מצד כלל באי הכנס.

מוצרי דם והחייאת בקרת נזקים

מעבר לאמצעים החדשניים לעצירת דימום, גם בתחום הנוזלים המוחזרים לפצוע המדמם נרשמו שיפורים רבים בשנים האחרונות. התמיסות המבוססות מלחים (קריסטלואידים) - שנחשבו עד לא מזמן אבן יסוד בתחום החוזרי הנוזלים - איבדו את מקומן לנוכח הצטברות עדויות בספרות בדבר השפעתן השלילית על הישרדותו של הפצוע המדמם [6, 7]. בתוך כך, הושקעו מאמצים בפיתוח נוזל החייאה מתקדם. בספרות מצביעים על היתרון של פלסמה קפואה טרייה (Fresh Frozen Plasma) במינונים גבוהים ובהקדם האפשרי במהלך הטיפול בבית החולים [8], אם כי יש גם מחקרים המצדדים

במתן פלסמה כבר בשלב טרום בית החולים, במקום קריסטלואידים [9]. מאחר שפלסמה קפואה טרייה נשמרת בבתי החולים בהקפאה, היא אינה נוחה לשימוש בסביבת לחימה. לשם כך פותחה פלסמה קפואה מיובשת (Freeze Dried Plasma), בתהליך של ליופיליזציה המאפשר הן השתמרות של הפלסמה בטמפרטורת החדר והן הכנה מהירה שלה לשימוש. מאפיינים אלו הופכים אותה למתאימה לשימוש בתנאים מבצעיים [10].

קיימות בספרות עבודות התומכות ביתרון של עירוי כדוריות דם אדומות בסביבת טרום בית החולים [11]. כדוריות דם אדומות הן אמנם בעלות יכולת נשיאת חמצן, אך הן אינן מכילות גורמי קרישה, ולכן החזר הנפח האפקטיבי יהיה נמוך, בהשוואה למוצרים אחרים, עקב הלחץ האונקוטי הנמוך של התמיסות המכילות אותן. לפיכך, נראה כי נוזל החייאה האידיאלי הוא דם מלא, בזכות יכולת נשיאת חמצן, פלסמה וטסיות [12]. החלת השימוש בדם מלא בצה"ל לוותה בעבודה משותפת עם מנהלת שירותי הדם של מד"א, שהגדירה את מאפייני מנות הדם המלא לשימוש בצה"ל ומסיעת באספקת מנות אלה. עם זאת, עקב הצורך בקירור, הרי שהשימוש הן בכדוריות דם אדומות והן בדם מלא מוגבל לדרגי טיפול המצוידים במתקני קירור. כיום, כדוריות דם אדומות זמינות לשימוש בפלוגות רפואה במתארי חירום, ואילו דם מלא זמין ביחידה 669 בלבד. הקסאקפרון (Tranhexamic acid) - התרופה המעכבת את המערכת הפיברינוליטית והוכחה כמספרת את ההישרדות בפצועים הסובלים מדימום ניכר - מהווה תרופה משלימה לנוזלי החייאה.

בכנס הוצג הניסיון של חיל הרפואה בשימוש במוצרים אלו. חיל הרפואה היה הארגון הרפואי הראשון בעולם הרפואה המודרני שהשתמש בפלסמה מיובשת כנוזל החייאה [13], ומתחילת 2013 ואילך פלסמה היא נוזל הבחירה של צה"ל לטיפול בפצועים מדממים. עד סוף 2018 טופלו באמצעות פלסמה מיובשת 205 פצועים, ו-587

עבודתם של בריז ואח' בחנה את המיגון שמשפקים שני סוגים של אפודי מגן מפני פגיעות רבות עוצמה בלב ובכלי הדם, בטחול או בכבד, שגורמות מוות בו במקום, או פגיעות בריאות ובכליות שגורמות מוות בתוך שעה. על רקע תוצאות מחקרם ממליצים החוקרים למגן את מרכז הגוף, כאמצעי יעיל להפחתה ניכרת של מקרי מוות הניתנים למניעה [14]. תפיסת המיגון האישי נגזרת מהאיומים, מהמגבלות הפיזיולוגיות ומאופי הפעילות המבצעית. תורות לחימה ותרומתן נבחנות בהתמדה הן בישראל והן ברחבי העולם. בנייתו נתונים של ארגון נאט"ו, ביחס לנפגעים שטופלו בבית חולים שדה באפגניסטן, נמצא כי הסיכוי לפגיעה בבית החזה או בגב בקרב לוחמים שלבשו אפוד מגן כנגד קליעים נמוך פי 4.1, בהשוואה לסיכון שחשופים לו לוחמים שאינם לובשים אפוד [15]. ניתוח השוואתי של נתוני הנפגעים מיחידת הריינג'רס של צבא ארה"ב בפעולה בסומליה (1993), לעומת נתוני הנפגעים בקרבות מלחמת וייטנאם, הדגים את התועלת שלבלישת אפוד מגן נגד קליעים בלוחמה בשטח בנוי: שיעור ההרוגים מפגיעות חזה היה 14% לעומת 39% במלחמת וייטנאם [16]. בסקירת ספרות מ-2013 הוצגו 12 מאמרים המתארים ירידה בשיעור התמותה מפציעות חזה חודרות בעקבות השימוש באפודי מגן [17]. מחקר שנערך בישראל על סמך מידע מהמאגר הלאומי לנתוני טראומה השווה את סוגי הפגיעות בין אזרחים לבין חיילים, על בסיס ההנחה שחיילים, להבדיל מאזרחים, מצוידים במיגון אישי הכולל אפוד נגד קליעים וקסדה. מחקר זה מצא כי בקרב החיילים: (א) שיעור התמותה של מאושפזים עקב פגיעת חזה נמוך פי שניים מאשר שיעור התמותה של מאושפזים מקרב האזרחים; (ב) חומרת פציעות החזה נמוכה מאשר בקרב האזרחים; (ג) נרשם שיעור נמוך יותר של פגיעות חזה ובטן, באזורים המוגנים, בהשוואה לאזרחים [18].

אפודי המגן נגד קליעים הוכיחו את תרומתם גם במערכה האחרונה של צה"ל, מבצע "צוק איתן". במקרים רבים נפגע המיגון, אך הלוחמים ניצלו. עדיין, חרף הוכחות אלו, טוענים מפקדים כי אפודי המגן מפחיתים מהיתרון שבזריזות וב"חיתוליות" המאפיינות את הלוחם, וממליצים לפיכך לצמצם את המיגון, עד כדי הימנעות משימוש בו. בהקשר זה חשוב להדגיש, לשם השוואה, כי מרבית צבאות העולם משתמשים באפודי מגן נגד רסיסים בכל שטח הגוף, כבסיס, ומעליו כשכבה נוספת נושאים הלוחמים על גופם לוחות מיגון קדמיים ואחוריים, ואף לעתים מיגון צד. מובן שמשקלה של מערכת מיגון כזו גבוהה פי כמה וכמה מהמיגון הצה"לי הנוכחי.

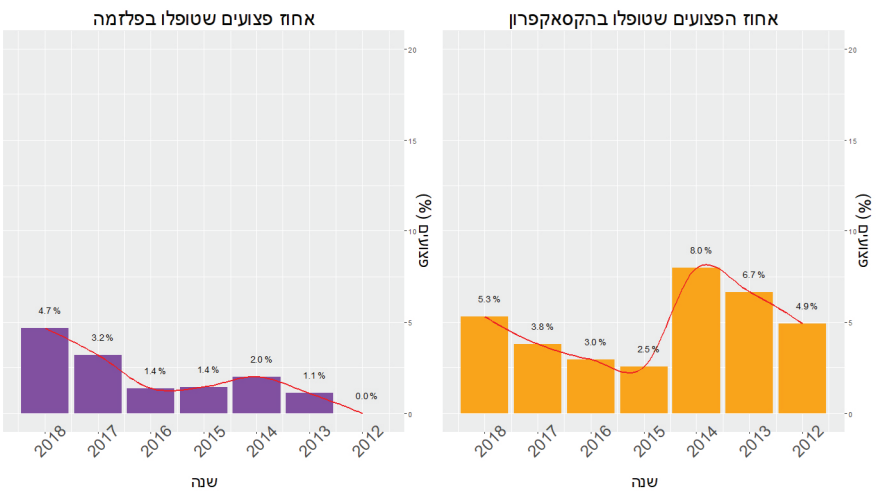
עם זאת, בצה"ל שוקדים בהתמדה על פיתוח אמצעי מיגון משופרים גם מהבחינה הארגונית. כך לדוגמה, ראוי לציון המעבר לשימוש במשקפי מגן פתוחים בצה"ל, שהחל במסגרת פרויקט "שומר אחי". שיתוף הפעולה הרפואי, הטכנולוגי והמבצעי תרם לירידה בשיעור פגיעות העיניים ב"צוק איתן" בכ-50%. מדובר בשיתוף פעולה בין גורמים במערכת הביטחון העוסקים במיגון, ובעיקר ענף ציוד ומיגון אישי בחט"ל, אמל"ח זרוע יבשה ומפא"ת. השיח השוטף בין הגורמים הטכנולוגיים, האג"מיים והרפואיים בעשור האחרון הניב התקדמות רבה בתחום מיגון הלוחם,

פצועים שטופלו בהקסאקפרון (תרשימים 4א'-ב'). על רקע הקושי של הצבא האמריקני בקידום השימוש בפלסמה, זכה הניסיון של חיל הרפואה להערכה רבה בקרב משתתפי המושב. מנהלת שירותי הדם במד"א סקרה את תהליך החלת השימוש בדם המלא. בעוד שבצבא ארה"ב טופלו עד כה מאות פצועים באמצעות דם מלא, הרי שבצה"ל טופלו שמונה פצועים בלבד. עם זאת, הטמעת השימוש בדם מלא בצה"ל היא מערכתית, לעומת שימוש נקודתי בצבא האמריקני. ההטמעה השיטתית בצה"ל זכתה לתגובות חיוביות בקרב עמיתינו מצבא ארה"ב, ולאור הניסיון הרב יחסית בשימוש בכלל מוצרי הדם בצה"ל סוכם כי למען שיפור תהליכי הלמידה יתקיים שיתוף של נתוני הפצועים בין צה"ל לצבא האמריקני. המאמצים המושקעים בחיל הרפואה לאיתור נוזל ההחיאה האידיאלי לסביבת לחימה נמשכים, ובעתיד הרחוק יותר ייתכן שנצליח להפוך מוצרי דם נוספים לזמינים באמצעות שיטות יבוש מתקדמות. החזון לעתיד לבוא הוא "בנק דם מהלך": תרומת דם בשטח מחייל בריא לחייל פצוע. כשלב ראשון להתנעת התהליך, ערך חיל הרפואה מחקר התערבותי אקראי כפול סמיות בקרב לוחמים, ובו הודגם כי תרומה של מנת דם אינה משפיעה על תפקודם של התורמים.

מיגון הגוף

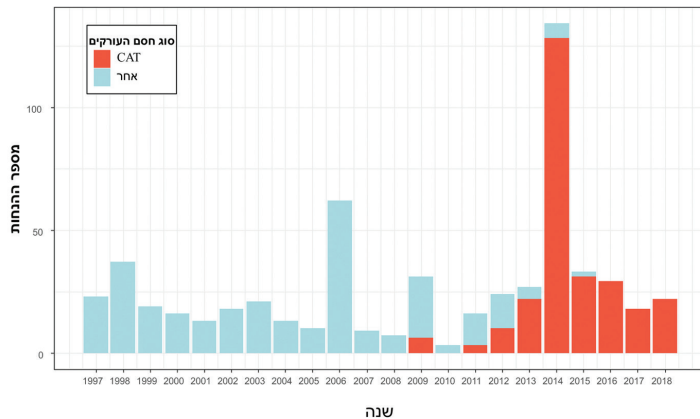
עיסוקו של חיל הרפואה במיגון אישי ללוחם הוא חלק מהמאמץ המושקע להצלת חיי אדם, לצמצום מקרי מוות בני-מניעה, להפחתת חומרתן של נכויות ולמניעת סבל. ייעודו של המיגון הוא למנוע ככל האפשר פגיעה, מתוקף מחויבותם של חיל הרפואה ומפקדי צה"ל לשמירה על חיי החיילים, להגברת שרירותו של הלוחם, ובתוך כך לשיפור האפקטיביות המבצעית הן של היחיד והן של המסגרת הלוחמת. המיגון האישי הבסיסי כולל קסדה, משקפי מגן ואפוד מגן חסין לקליעים או לרסיסים. שטח המיגון באפודי המגן החסינים לקליעים בצה"ל הוא הגדול ביותר ומשקלו הוא הנמוך ביותר, בהשוואה לאפודים בצבאות אחרים במערב. תרומתם של אפודי המגן כנגד קליעים לשרידות לוחמי צה"ל נבחנה והוכחה הן בלחימה, במערכות ובמבצעים והן במשימות הביטחון השוטף. אפודי המגן קיימים אמנם מאות שנים, אך רק בעשרות השנים האחרונות נבחנת יעילותם בשיטות מחקר אמפיריות. כך לדוגמה,

תרשימים 4 א'-ב':
מגמות בתפוצת השימוש בהקסאקפרון ובפלסמה מיובשת מאז הטמעתם, לפי שיעור הפצועים שטופלו בכל אחד מהתכשירים



תרשים 5:

תפוצת השימוש בחסמי עורקים (1999-2018), לפי סוג החסם (CAT לעומת אחרים; 2009-2018)



כשמדדי הדופק ולחץ הדם טובים מעט יותר, ולא נרשמה עלייה בשיעורי הקטיעות ובשיעורי התמותה.

מחקר בצבא ארה"ב שבחן מדדי פצועים מעיראק ומאפגניסטן מייחס כ-13% מהתמותה העודפת שנמנעה לשימוש בחסמי עורקים [30]. המחקר סקר יותר מ-16 שנות לחימה, וכ-50 אלף פצועים. עם זאת, ביחס לכ-40% מהפצועים לא נמצא מידע, ולגבי פצועים שמתו בשטח חסר מידע בנוגע לפרוצדורות שבוצעו בהם ולטיפול שקיבלו, כך שיתכן כי דווקא שיפור במשתנים אחרים, כגון איכות הטיפול בבית החולים או אמצעי המיגון, הוא הגורם לירידה בתמותה בחלק מהמקרים.

התמודדות עם דימומים בלתי לחיצים: פריצת דרך או אתגר עתידי?

הקבוצה דנה באתגרים העתידיים בתחום עצירת הדימומים: מעבר לשמירה על רמת המיומנות והכשירות באמצעים הקיימים - תחבוסות אישיות, תחבוסות המוסטטיות וחסמי העורקים - האתגר המרכזי בהקשר זה מתמקד במציאת כלים חדשים להתמודדות עם דימומים בלתי לחיצים.

ד"ר גרני ממכון המחקר הכירורגי האמריקני הציגה את ה-Self-Expanding Foam וכן את ה-REBOA, שנראו מבטיחים ממבט ראשון. ה-Self-Expanding Foam נוסה עד כה בחיות מעבדה ובתנאי מעבדה בלבד. חסרונותיו רבים, ובכלל זה הצורך בביצוע לפרוטומיה לאחר כל שימוש. ה-REBOA נקשר בעלייה בתמותה בבני אדם בכמה מחקרים [31].

אחת המסקנות המרכזיות של המשתתפים הייתה כי כלל האמצעים וההכשרות בעצירת דימומים ובכלל מחייבים הערכות חוזרות ונשנות כדי לוודא את יעילותם בשדה הקרב. תהליך ההערכה חייב להיות מתמיד, שיטתי ומובנה, ולגעת בכלל הנדבכים המושפעים מתכניות ההכשרה והאמצעים - ממבנה תכנית האימונים, דרך רמת המתאמנים והיעילות בשדה הקרב, ועד לתוצאות הטיפול בבית החולים והתוצאות ארוכות הטווח. בלי הערכה מתאימה אין אפשרות מושכלת להגדיר קנה מידה להצלחה בהתערבות, בתכנית או באמצעי. חרף מסקנה זו, הרי שלתחושת המשתתפים מרבית ההכשרות הרפואיות ותכניות ההתערבות המתקיימות כיום, הן בצבא ארה"ב והן בצבא"ל, אינן מבוקרות בהערכה יסודית ומתמשכת.

ובכלל זה השיפור באמצעי המיגון, התאמתם לפעילות הלוחם והטמעת השימוש בהם.

בכנס "שורש" נדונה סוגיית BABT (Behind Armor Blunt Trauma), המתייחסת לטווח של פציעות גוראש הנגרמות עקב בלימת קליעים או רסיסים ברכיבי המיגון [19]. סקירה שיטתית העלתה כי אין הכרעה בסוגיה זו, והיא נותרה שנויה במחלוקת [20]. עם זאת, פציעות אלה ניתנות לצמצום באמצעות שימוש במנגנונים משככי אנרגיה בגיבוי המיגון [21], פתרונות הממומשים גם בצה"ל.

בעשורים האחרונים הושגו שיפורים טכנולוגיים, ובכלל זה התפתחויות בתחום הנדסת החומרים ותהליכי ייצור המקדמים את יכולות המיגון. עם זאת, עדיין ניצבים לפנינו אתגרים מרכזיים בתחומים אלה: (א) חקר נקודת האיזון המיטבית בין רמת המיגון לבין שטח הכיסוי ומשקל המיגון; (ב) שיפור ארגונומי במיגון האישי המכוון לשיפור התנועתיות ולהקלת ניידות של הלוחם, בדגש על לוחם הנושא על גופו אמצעים נוספים.

כל זאת בהינתן העובדה שמרבית הפתרונות למיגון נגד קליעים מהירים מתבססים על חומרים קשיחים; (ג) התאמת המיגון האישי למאפייניהן הפיזיולוגיים של הלוחמות.

חסמי עורקים והערכת תכניות ההכשרה

מאז המחקרים הראשונים שהדגימו תועלת בשימוש בחסמי עורקים בנקודת הפציעה, צצו בעולם כולו תכניות הכשרה להנחת חסמי עורקים. אלו הן הכשרות ייעודיות עבור כוחות הביטחון, החירום וההצלה, ובייחוד צוותי רפואה, לוחמי אש, שוטרים ולוחמים, לצד השתתפות מועטה של אזרחים מן היישוב. ההכשרות הועברו במגוון דרכים וצורות, החל בכרטיסיות המגיעות למטפל תוך כדי הטיפול בפציעה [22], סרטונים [23] ותרגולים של הנחה עצמית בלבד [24], וכלה בחמישה ימים של קורס עזרה ראשונה במודל של ה-TCCC האמריקני [25]. עם זאת, מרבית התכניות הללו מעולם לא תוקפו, ולא נבדקה יעילותן של ההכשרות.

לצורך בחינת יעילות ההכשרות, מן הראוי להתייחס למדדים ולאמות מידה בארבעה תחומים מרכזיים: (1) **תכנית האימונים** - משך הקורס, הכשרת המדריכים, הציוד המשמש, אופן ההעברה, יחס החניכה, מספר התרגולים ועוד; (2) **רמת המתאמנים בסיום התכנית** - יכולתם של החניכים להניח חסם עורקים על דגם או על אדם בריא במקום הנכון, ובתוך כך להפעיל לחץ מספק בפרק זמן מספק; (3) **תוצאות התכנית במציאות** - הנחת חסמי עורקים בהתוויות הנכונות, שיעור ההצלחה בעצירת דימום ומניעת תמותה; (4) **סיבוכים** - הנחת חסמי עורקים בהתוויות שגויות, משך האשפוזים, שיעור הקטיעות ושיעור הזיהומים.

בצה"ל, הכשרת "מצילי החיים" הוערכה בכמה מחקרים. ברוך ואח' מדדו והעריכו את תכנית האימונים עצמה [26, 27], צור ואח' בחנו את רמת המתאמנים בסוף הקורס [28], ושלייפר ואח' מצאו כי במבצע "צוק איתן" 70% מהנחות חסמי העורקים היו יעילות, לפי דיווחי המטפלים [29]. מחקר עדכני של ענף הרפואה המבצעית בחן את פציעות הגפיים לפני הטמעה מלאה של תכנית "שומר אחי" ולאחריה, ומצא כי: (1) השימוש ב-CAT הוטמע בהדרגה, ומאז 2016 לא דווח על שימוש באף חסם עורקים אחר מלבדו, אף שחסם הסיליקון עדיין קיים באפודים; (2) שיעור הנחת חסמי העורקים על פציעות גפיים גדל פי ארבעה (תרשים 5); (3) העלייה בשיעור הנחת חסמי העורקים לוותה בירידה במשך האשפוז ובהגעה למיון

1. Katzenell U, Lipsky AM, Abramovich A, Huberman D, Sergeev I, Deckel A, Kreiss Y, Glassberg E. Prehospital intubation success rates among Israel Defense Forces providers: Epidemiologic analysis and effect on doctrine. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;75(2 Suppl 2):S178–83.
2. Spott MA, Burelison DR, Kurkowski CR, Stockinger ZT. JTS CPG development process. *Military medicine.* 2018;183(suppl_2):12–4.
3. Raiman L, Antbring R, Mahmood A. WhatsApp messenger as a tool to supplement medical education for medical students on clinical attachment. *BMC Medical Education.* 2017;17(1):7.
4. Buis ML, Maissan IM, Hoeks SE, Klimek M, Stolker RJ. Defining the learning curve for endotracheal intubation using direct laryngoscopy: A systematic review. *Resuscitation.* 2016;99:63–71.
5. Glassberg E, Nadler R, Lipsky AM, Shina A, Dagan D, Kreiss Y. Moving forward with combat casualty care: The IDF-MC strategic force buildup plan "My Brother's Keeper". *The Israel Medical Association Journal: IMAJ.* 2014;16(8):469–74.
6. Driessen A, Frohlich M, Schafer N, Mutschler M, Defosse JM, Brockamp T, Bouillon B, Sturmer EK, Lefering R, Maegele M, TraumaRegister DGU. Prehospital volume resuscitation - Did evidence defeat the crystalloid dogma? An analysis of the TraumaRegister DGU* 2002-2012. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine.* 2016;24:42.
7. Kasotakis G, Sideris A, Yang Y, de Moya M, Alam H, King DR, Tompkins R, Velmahos G. Inflammation and host response to injury investigators. Aggressive early crystalloid resuscitation adversely affects outcomes in adult blunt trauma patients: An analysis of the Glue Grant database. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;74(5):1215–21; discussion 21–2.
8. Holcomb JB, del Junco DJ, Fox EE, Wade CE, Cohen MJ, Schreiber MA, Alarcon LH, Bai Y, Brasel KJ, Bulger EM, Cotton BA, Matijevic N, Muskat P, Myers JG, Phelan HA, White CE, Zhang J, Rahbar MH, Group PS. The Prospective, Observational, Multicenter, Major Trauma Transfusion (PROMTTT) study: Comparative effectiveness of a time-varying treatment with competing risks. *JAMA surgery.* 2013;148(2):127–36.
9. Sperry JL, Guyette FX, Brown JB, Yazer MH, Triulzi DJ, Early-Young BJ, Adams PW, Daley BJ, Miller RS, Harbrecht BG, Claridge JA, Phelan HA, Witham WR, Putnam AT, Duane TM, Alarcon LH, Callaway CW, Zuckerbraun BS, Neal MD, Rosengart MR, Forsythe RM, Billiar TR, Yealy DM, Peitzman AB, Zenati MS, Group PAS. Prehospital plasma during air medical transport in trauma patients at risk for hemorrhagic shock. *The New England Journal of Medicine.* 2018;379:4315–26.
10. Glassberg E, Nadler R, Gendler S, Abramovich A, Spinella PC, Gerhardt RT, Holcomb JB, Kreiss Y. Freeze dried plasma at the point of injury: From concept to doctrine. *Shock.* 2014;41(2):172.
11. Shackelford SA, Del Junco DJ, Powell-Dunford N, Mazuchowski EL, Howard JT, Kotwal RS, Gurney J, Butler FK Jr, Gross K, Stockinger ZT. Association of prehospital blood product transfusion during medical evacuation of combat casualties in Afghanistan with acute and 30-day survival. *Jama.* 2017;318(16):1581–91.
12. Seheult JN, Anto V, Alarcon LH, Sperry JL, Triulzi DJ, Yazer MH. Clinical outcomes among low-titer group O whole blood recipients compared to recipients of conventional components in civilian trauma resuscitation. *Transfusion.* 2018;58(8):1838–45.
13. Glassberg E, Nadler R, Rasmussen TE, Abramovich A, Erlich T, Blackburne LH, Kreiss Y. Point-of-injury use of reconstituted freeze dried plasma as a resuscitative fluid: A special report for prehospital trauma care. *J Trauma.* 2013;75(2):S111–S4.
14. Breeze J, Lewis EA, Fryer R, Hepper AE, Mahoney PF, Clasper JC. Defining the essential anatomical coverage provided by military body armour against high energy projectiles. *J R Army Med Corps.* 2016;162(4):284–90.
15. Breeze J, Allanson-Bailey LS, Hepper AE, Midwinter MJ. Demonstrating the effectiveness of body armour: A pilot prospective computerised surface wound mapping trial performed at the Role 3 hospital in Afghanistan. *J R Army Med Corps.* 2015;161(1):36–41.
16. Mabry RL, Holcomb JB, Baker AM, Cloonan CC, Uhorchak JM, Perkins DE, Canfield AJ, Hagmann JH. United States Army Rangers in Somalia: An analysis of combat casualties on an urban battlefield. *J Trauma.* 2000;49(3):515–28; discussion 28–9.
17. Tong D, Beirne R. Combat body armor and injuries to the head, face, and neck region: A systematic review. *Mil Med.* 2013;178(4):421–6.
18. Peleg K, Rivkind A, Aharonson-Daniel L. Does body armor protect from firearm injuries? *J Am Coll Surg.* 2006;202(4):643–8.
19. Cannon L. Behind armour blunt trauma - an emerging problem. *J R Army Med Corps.* 2001;147(1):87–96.
20. Carr DJ, Horsfall I, Malbon C. Is behind armour blunt trauma a real threat to users of body armour? A systematic review. *J R Army Med Corps.* 2016;162(1):8–11.
21. Sonden A, Rocksén D, Riddez L, Davidsson J, Persson JK, Gryth D, Bursell J, Arborelius UP. Trauma attenuating backing improves protection against behind armor blunt trauma. *J Trauma.* 2009;67(6):1191–9.
22. Goolsby C, Branting A, Chen E, Mack E, Olsen C. Just-in-time to save lives: A pilot study of layperson tourniquet application. *Academic Emergency Medicine: official*

- journal of the Society for Academic Emergency Medicine. 2015;22(9):1113-7.
23. Jacobs LM, Burns KJ. Tourniquet application training for individuals with and without a medical background in a hospital setting. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;78(2):442-5.
 24. Unlu A, Kaya E, Guvenc I, Kaymak S, Cetinkaya RA, Lapsekili EO, Ozer MT, Guler A, Yildiz R, Petrone P, Harlak A, Kilic S. An evaluation of combat application tourniquets on training military personnel: Changes in application times and success rates in three successive phases. *Journal of The Royal Army Medical Corps.* 2015;161(4):332-5.
 25. Schreckengast R, Littlejohn L, Zarow GJ. Effects of training and simulated combat stress on leg tourniquet application accuracy, time, and effectiveness. *Military Medicine.* 2014;179(2):114-20.
 26. Baruch EN, Kragh JF, Jr., Berg AL, Aden JKR, Benov A, Shina A, Shlaifer A, Ahimor A, Glassberg E, Yitzhak A. Confidence-competence mismatch and reasons for failure of non-medical tourniquet users. *Prehospital Emergency Care: official journal of The National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors.* 2017;21(1):39-45.
 27. Baruch EN, Benov A, Shina A, Berg AL, Shlaifer A, Glassberg E, Aden JK Rd, Bader T, Kragh JF Jr, Yitzhak A. Does practice make perfect? Prospectively comparing effects of 2 amounts of practice on tourniquet use performance. *The American Journal of Emergency Medicine.* 2016;34(12):2356-61.
 28. Tsur AM, Binyamin Y, Koren L, Ohayon S, Thompson P, Glassberg E. High tourniquet failure rates among non-medical personnel do not improve with tourniquet training, including combat stress inoculation: A randomized controlled trial. *Prehosp Disaster Med.* 2019;May 2:1-6. [Epub ahead of print]
 29. Shlaifer A, Yitzhak A, Baruch EN, Shina A, Satanovsky A, Shoali A, Almog O, Glassberg E. Point of injury tourniquet application during Operation Protective Edge - What do we learn? *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(2):278-83.
 30. Howard JT, Kotwal RS, Turner CA, Janak JC, Mazuchowski EL, Butler FK, Stockinger ZT, Holcomb BR, Bono RC, Smith DJ. Use of combat casualty care data to assess the US military trauma system during the Afghanistan and Iraq conflicts, 2001-2017. *JAMA surgery.* 2019 Mar 27. doi: 10.1001/jamasurg.2019.0151. [Epub ahead of print]
 31. Joseph B, Zeeshan M, Sakran JV, Hamidi M, Kulvatunyou N, Khan M, O'Keeffe T, Rhee P. Nationwide analysis of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in civilian trauma. *JAMA surgery.* 2019 Mar 20. doi: 10.1001/jamasurg.2019.0096. [Epub ahead of print]

מפגש גנרלים ב"שורש"

התייצבותם של המפקדים הבכירים ביותר של חילות הרפואה של צבאות ארה"ב במפגש "שורש" היא הישג חשוב והבעת אמון רבה במפגש, הוכחה נוספת לחשיבותו הרבה גם עבור האמריקנים. עם זאת, מסתבר ש"שורש" מהווה הזדמנות למפגש פנים אל פנים גם בין קציני הרפואה הראשיים של הצבאות השונים של ארה"ב, כבסיס להידברות ולהחלפת מידע גם בינם לבין עצמם.



בתצלום, משמאל לימין:

- Vice Admiral C. Forrest Faison III, Surgeon General of the Navy ■
- Lt. General Dorothy A. Hogg, Surgeon General of the Air Force ■
- תא"ל ד"ר טריף בדר, קצין הרפואה הראשי, צה"ל ■
- האלוף איציק תורג'מן, ראש אט"ל, צה"ל ■
- MG Barbara R. Holcomb, Commanding General, US Army Medical Research and Materiel Command and Fort Detrick, MD; Chief, US Army Nurse Corps ■
- MG Jerry Fenwick, National Guard Bureau Surgeon ■
- MG Lee Payne, Assistant Director for Combat Support Agency, Defense Health Agency ■

כתיבה: רס"ן ד"ר נירית יבנאי | תצלום: ענף תורה והדרכה, מפקדת קצין הרפואה הראשי, צה"ל