

השימוש בדם מלא בניידות טיפול נמרץ צבאיות ביהודה ושומרון במהלך מבצע שובר גלים

תקציר

מטרה: לתאר את ההיתכנות של מתן עירויי דם מלא בטיטר O+ נמוך במסגרת טרום-אשפוז צבאי.
שיטות: סדרת מקרים של מתן עירויי דם מלא טרום-אשפוזיים שבוצעו ידי פרמדיקים צבאיים תוך הסעת נפגעים בניידות טיפול נמרץ צבאיות.
תוצאות: בין 31 במרץ 2022 ל-31 בדצמבר 2022 ניתנו 13 יחידות של דם מלא. עשרה מטופלים קיבלו עירוי עקב אינדיקציה להלם תת-נפחי חמור, בעוד ששלוש יחידות נוספות ניתנו כחלק מפרוטוקול ההחייאה של טראומה. כל העירויים בוצעו כפי שצוין בפרוטוקול שלנו ולא נצפו תופעות לוואי.
מסקנה: מתן עירוי דם מלא טרום-אשפוזי על ידי פרמדיקים צבאיים הוא אפשרי. ממצאים ראשוניים מעידים על פרופיל בטיחות חיובי.

מילות מפתח: דם מלא, טראומה

מבוא

טראומה הינה אחד מגורמי המוות המובילים בצעירים בישראל ובעולם. בקרב פצועי הטראומה, דימום הוא אחד הגורמים הנפוצים למוות, והינו הסיבה המובילה למוות מוקדם של פצועי טראומה, בטרם בית החולים או בשעות הראשונות לאחר הפציעה. גם בשדה הקרב, דימום הינו הגורם המוביל למוות בקרב הפצועים שהיו בני הצלה.

כיום ידוע שמתן נוזלים (קריסטלואידים) לפצועי טראומה גורם להפעלה חיסונית חמורה ולפגיעה תאית – תופעה שלא נצפית לאחר מתן פלזמה או דם. יתרה מכך, מסתמן ממספר מחקרים שמתן נוזלים אף מעלה תמותה לפצועי טראומה בשטח או בבית החולים. לעומת זאת, מתן דם בשטח או בסמוך למועד הפציעה מפחית את התחלואה והתמותה.

דם מהווה חלק מהטיפול הניתן על ידי יחידת החילוץ של חיל האוויר (669) מזה שנים רבות. בשנים האחרונות מצטברות עדויות על היתרונות של שימוש בדם מלא (low-titer group O whole blood) בטיפול בפצועי טראומה. הדם המלא מאפשר החזר של דם בשקית אחת ללא צורך בחיבור מוצרי דם שונים, מונע חשיפה לתורמי דם מרובים, ומפחית תחלואה ותמותה של פצועי טראומה בהשוואה לשימוש במרכיבי דם נפרדים. דם מלא הוא בעל יתרונות לוגיסטיים מובהקים בסביבה הטרם-אשפוזית בהשוואה לשימוש במרכיבי דם נפרדים.

עד לאחרונה, השימוש בדם מלא בסביבה הטרם-אשפוזית נעשה בעיקר בפינויים מוסקים, עם דוגמאות בודדות של פינוי רכוב. צה"ל החל להשתמש בדם מלא ביחידת החילוץ של חיל האוויר ב-2018, ומאז הפך זה לנוהל ההחייאה הסטנדרטי ביחידה. בעקבות הצלחת הפרויקט ב-669, הוחלט עם תחילת מבצע שובר גלים ב-31 במרץ 2022 להרחיב את השימוש בדם מלא גם לניידות טיפול נמרץ צבאיות ביהודה ושומרון.

שיטות

ביהודה ושומרון קיימות שש ניידות טיפול נמרץ צבאיות (טנ"צ), המאוישות כל אחת על ידי פרמדיק, שניים או שלושה חובשים ונהג. הטנ"צים מוזנקים על ידי תורן הרפואה המרחבי לאירועים בגזרה: החל בפעילות מבצעית, דרך תאונות דרכים, וכלה באירועי חירום רפואיים (כולל אירועים אזרחיים, כתלות בזמינות של אמבולנס טיפול נמרץ אזרחי).

ד"ר עקיבא אסטרסון [1] [2]
ד"ר מיכאל מלקין [1] [2]
ד"ר עופר אלמוג [1] [2]
ד"ר סמי גנדלר [1] [2]
ד"ר תומר תלמי [1] [2]
אילת שנער [3]
פרופ' אלון גלזברג [1] [2]
ד"ר ענת סבאג [1] [2]
ד"ר אבי שינה [1] [2]

[1] חיל הרפואה, צה"ל, תל
השומר, רמת גן
[2] המסלול לרפואה צבאית,
הפקולטה לרפואה, האוניברסיטה
העברית בירושלים
[3] מגן דוד אדום, ארגון ההצלה
הלאומי של ישראל, רמת גן

מחבר מכתב:

ד"ר אבי שינה

shina.avi@gmail.com

To cite this article:

Esterson A, Malkin M, Almog
O et al. The use of whole
blood transfusions in military
ambulances during operation
"Break the Wave". J Isr Mil
Med June 2023; 20(58): 5-11.

המבצעית של חיל הרפואה. ההדרכה כללה מעבר על הבסיס התיאורטי לטיפול בדם מלא, על האינדיקציות ופרוטוקול השימוש, על הסיבוכים האפשריים, ועל הנהלים הלוגיסטיים לאחסנה ושימוש במנות.

השימוש בדם אושר בצה"ל לפצועים בהלם דימומי (המורגי) עמוק בלבד. הלם עמוק הוגדר כמצב שבו היו לפצוע אחד או יותר מהבאים:

- א. לחץ דם סיסטולי נמוך מ-90 מ"מ כספית;
 - ב. היעדר דופק רדיאלי בנוכחות ל"ד שאינו ניתן למדידה;
 - ג. שינוי ברמת ההכרה בפצוע טראומה (שלא על רקע חבלת ראש או תרופות).
- בנוסף אושר השימוש בדם כחלק מטיפול ההחייאה בפצוע טראומה המאבד סימני חיים במהלך הטיפול.

כל טנ"צ באיו"ש צויד בשתי מנות דם מלא מטיטר נוגדנים נמוך, מסוג (ככלל - O+). כשהטנ"צ לא היה בפעילות, נשמרו המנות בטמפרטורות של 2-8 מעלות צלזיוס, במקרר עם מדחום ומערכת מעקב אחר טמפרטורות מינימום ומקסימום (Horizon Series™ HLR105, Helmer Scientific, Noblesville, IN). הטמפרטורות נבדקו ותועדו פעמיים ביום.

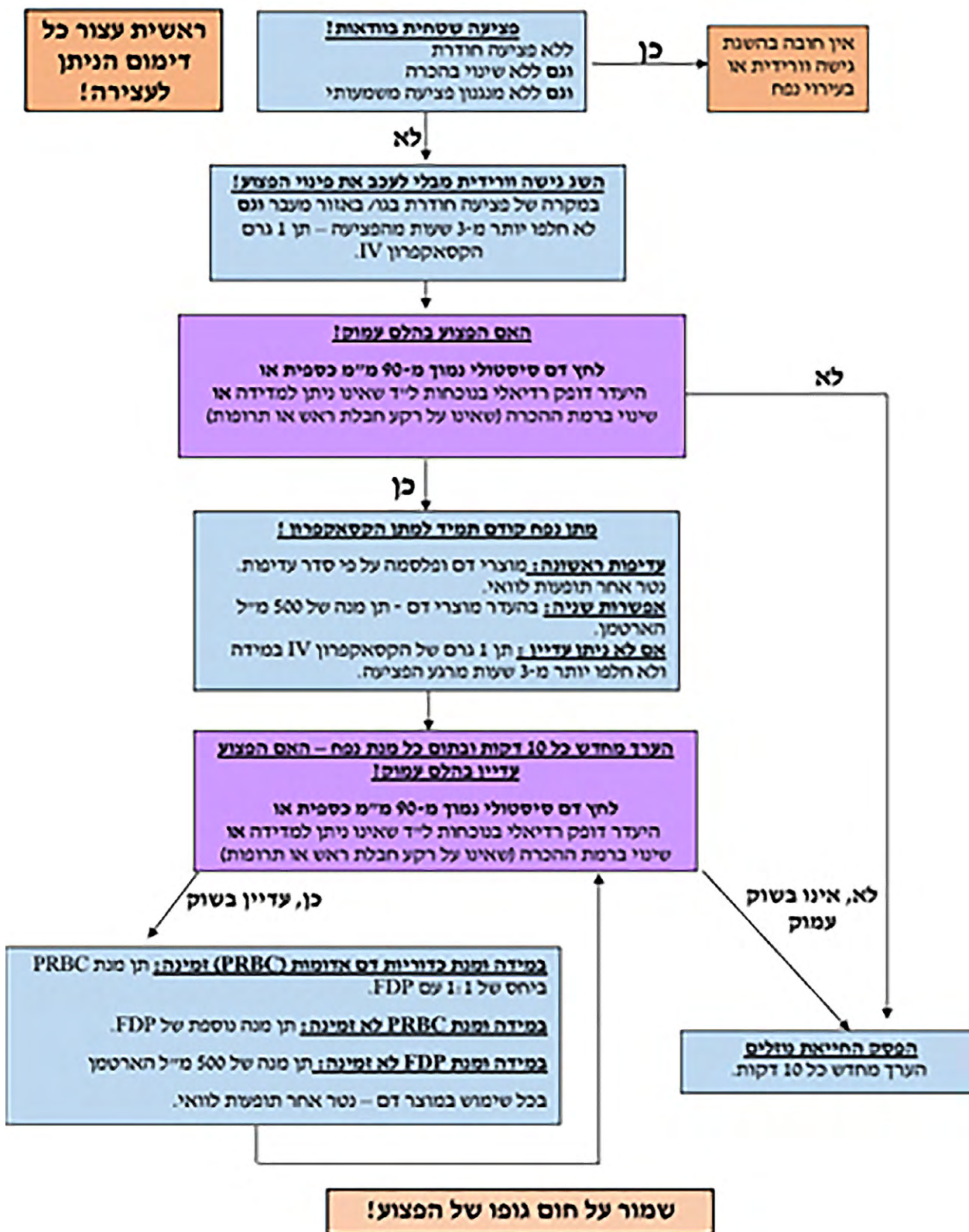
עם הזנקת הטנ"צ לאירוע או לפעילות, הוצאו מנות הדם מהמקרר והוכנסו לצידנית ייעודית (Credo ProMed Cooler של Pelican BioThermal, Plymouth, MN) השומרת על טמפרטורה של 2-8 מעלות למשך 72 שעות. עם גמר הפעילות, הוחזרו מנות הדם למקרר. הקרחון בצידנית הוחלף מידי יום. המנות הוחלפו כל שבועיים לערך, כתלות בתוקפן.

כלל הפרמדיקים הסדירים המשרתים בטנ"צים עברו הדרכה ובחינה על נהלי השימוש בדם על ידי רופאי ענף הרפואה

תמונות 2,1 - צידנית דם מסוג Golden Hour שמאחסנת את מנות הדם המלא בניידות הטיפול הנמרץ ברחבי פיקוד המרכז



תרשים 1 - פרוטוקול השימוש במוצרי דם בצה"ל. השימוש בדם אושר בצה"ל לפצועים בהלם דימומי (המורגי) עמוק או כחלק מטיפול ההחייאה בפצוע טראומה המאבד סימני חיים במהלך הטיפול



אישור לכל מנת דם דרש מעורבות של שני מטפלים מוסמכים: הפרמדיק המטפל בטנ"צ עצמו, ורופא מומחה אשר ייעץ טלפונית ואשר את מתן הדם. לאחר קבלת אישור הרופא, חובר הדם לסט עם מסנן, למערכת חימום (QinFlow Warrior) ולוונפולון או מחט תוך-גרמית (NIO, PerSys Medical). הדם ניתן באמצעות לחץ על השקית, או בבולוסים עם מזרק וברז-תלת (Lee KJ). כל טיפול תועד בכתב בטופס מעקב, תוך ציון של מספר המנה, שעת תחילת העירוי, והמדדים החיוניים טרם מתן המנה. בוצע ניטור של תופעות חריגות, כגון צמרמורת, רעד, פריחה, קוצר נשימה או ירידה חדה של לחץ הדם.

תוצאות

בין התאריכים 31 במרץ 2022 ו-31 בדצמבר 2022 נתנו הטנ"צים באיו"ש דם ל-13 פצועים. ב-3 מקרים ניתן הדם בשל אינדיקציה של אובדן סימני חיים, וב-10 מקרים בשל הלם עמוק. ב-4 מקרים היה מדובר בפצועי תאונות דרכים, וב-9 מקרים בנפגעי ירי. שניים מתוך 13 הנפגעים היו חיילים, 2 אזרחים ישראלים, ו-9 פלסטינאים. בכל המקרים ניתן הדם בהתאם לאינדיקציות שהוגדרו. לא נצפו תופעות לוואי חריגות למתן הדם.

דיון

התיאור הראשון של עירוי דם למטופל הוא מ-1667, אז רופא צרפתי בשם Jean-Baptiste Denis עירה דם מעורק של כבש לווריד של אדם דרך צינורית כסף. התיאור הבא הוא מ-1881, אז העביר Blundell מלונדון דם מאדם לאדם, מעורק לווריד. לאורך 11 שנה טיפל Blundell ב-10 מטופלים; חמישה מהם שרדו. גם בעשורים שלאחר מכן בוצעו עירויי דם באופן ישיר מהתורם לנתרם, דרך צינורות מתכת או באמצעות חיבור ישיר בין עורק התורם לווריד הנתרם (Starr).

פיתוח תמיסות ציטראט בתחילת המאה ה-20 אפשר לראשונה לאסוף דם מתורם למיכל ולערוות אותו למטופל אחר (Starr). במלחמות העולם הראשונה והשנייה התפשט השימוש במנות דם שאוחסנו טרם שימושן. בניסיון להאריך את זמן המדף של מנות הדם, ובכך לאפשר טיפול ביותר פצועים, פותחו גם החלוקה של דם למרכיביו ואחסון כל אחד מהרכיבים בנפרד למשך זמן שונה. בהמשך אפשרה הפרדת הרכיבים לתת לכל מטופל רק את רכיב הדם שהיה חסר לו, ולשמור את שאר הרכיבים למטופלים אחרים (Starr, Hess).

במשך עשרות שנים, מטופלים עם דימום מסיבי (שהם מיעוט מבין הצרכנים של רכיבי הדם) אשר נזקקו לכלל מרכיבי הדם קיבלו אותם משקיות שונות. בשנים האחרונות התגבשה ההמלצה על מתן המרכיבים ביחס של 1:1:1, הקרוב ביותר לדם שאבד מהדימום (Cannon). מכאן הלכה והתגבשה ההצעה לחזור ולתת דם מלא, שלא פורק לרכיביו והינו הקרוב ביותר לדם שאבד. בשנים האחרונות הודגש שהדם המלא הינו בעל יתרונות לוגיסטיים

בולטים, וככל הנראה גם משפר את סיכויי ההישרדות (Hazelton, Spinella, Lee JS, Nessen, Brill, Nadler, Vanderspurt). נכון אמנם כי מחקר RePHILL שפורסם לאחרונה (Crombie) לא הראה שיפור במדד משולב של תמותה ולקטט בקרב פצועים שקיבלו כדוריות דם ופלזמה במהלך הפינוי, אולם מדובר במתאר שונה מאוד מהמתאר שאנו מציגים כאן, בפציעות שונות, במרכיבי דם אחרים, ובלוחות זמנים שונים. המדד שנבדק היה כאמור מדד משולב של תמותה ופינוי לקטט, גודל המדגם חושב בהנחה לא סבירה של הפחתה של 50% בתוצא בקבוצת הניסוי (מ-20% ל-10%), והמחקר אף הופסק לפני ההגעה ליעד של כמות המגויסים. יתרה מכך, ב-RePHILL הפצועים שטופלו בדם קיבלו בנוסף לכך סילין (אשר כאמור הינו בעל פוטנציאל נזק למטופלים (Rhee, Heuer, Haut, Ley)): כ-430 מ"ל במוצע עוד לפני מתן הדם, ובסך הכל כ-3.6 ליטר סילין ב-24 השעות הראשונות שלאחר הפציעה. לעומת זאת, מחקרים אחרים הראו שבקרב פצועים שנזקקו ל-massive transfusion, כל דקת עיכוב במתן הדם מעלה את תמותת הפצועים ב-5% (Meyer), ושמתן מוצרי דם לפצועים כבר בשטח הוא אכן טיפול בעל פוטנציאל להצלת חיים (Sperry, Shackelford, Griggs).

ישנן מספר מגבלות למחקר זה. אנו מציגים היתכנות של מתן דם על ידי צוותי ניידות טיפול נמרץ צבאיות, במתאר ספציפי מאוד, אשר לא ניתן בהכרח להסיק ממנו למתארים אחרים. במתאר המוצג כאן מדובר במספר מצומצם מאוד של פרמדיקים, אשר ניתן היה לוודא ולשמר את כשירותם בקלות יחסית, וכן ב-13 מקרים בלבד. האתגר הלוגיסטי של החלפת מנות הדם הוא פשוט יחסית כאשר מדובר במספר חד ספרתי של בסיסים, אך דרש עדיין עבודה רבה מול גורמי הלוגיסטיקה הרפואיים ומול בנק הדם. הרחבת השימוש למספר גדול יותר של ניידות תעלה את המורכבות במידה ניכרת. גם האתגר הלוגיסטי של שמירת המנות בקירור אינו טריוויאלי, ודורש ציוד ייעודי, מעקב אחר טמפרטורות המקרר, החלפה יומית של הקרחומים, והקפדה יתרה על שרשרת הקירור של המנות במהלך השינוע. כל תקלה באחד מהרכיבים האלו גוררת עמה השמדה של מנות דם יקרות.

הדם שניתן במקרים המתוארים היה מסוג O+, כולל במקרה בו טופלה אישה בת 35. מתן דם O+ לנשים במצבי חירום בטרם בית החולים אינו טריוויאלי, אך מקובל כי הסיכון קטן במידה ניכרת מהתועלת (McGinity). הפרוטוקול שלנו דרש מעורבות של שני מטפלים מוסמכים: הפרמדיק המטפל בטנ"צ עצמו, ורופא מומחה אשר ייעץ למקרה טלפוני. זמינות הרופא לא היוותה בעיה באף אחד מהמקרים שטופלו עד כה, אך עלולה פוטנציאלית לעכב טיפול בנפגעים. במידה והרופא אינו זמין לאשר את מתן הדם, הנוהל הקיים מאפשר מתן פלזמה יבשה ללא אישור רופא. לסיכום, מתן דם לפצועים בהלם עמוק על ידי פרמדיקים צבאיים בטרם בית החולים הינו טיפול חדשני בעל פוטנציאל להצלת חיי אדם. ניסיונו מראה שהטיפול אפשרי במסגרת זו. נדרש מעקב

ומחקר נוסף כדי לבחון את השפעת מתן הדם על הישרדות
הפצועים ועל תחלואתם.

מקורות

- cells compared to pre-hospital crystalloid. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018 Nov 20;26(1):100. doi: 10.1186/s13049-018-0567-1.
10. Chen J, Benov A, Nadler R et al. Prehospital blood transfusion during aeromedical evacuation of trauma patients in Israel: The IDF CSAR experience. *Mil Med*. 2017 Mar;182(S1):47-52. doi: 10.7205/MILMED-D-16-00081.
11. Hazelton JP, Ssentongo AE, Oh JS et al. Use of cold-stored whole blood is associated with improved mortality in hemostatic resuscitation of major bleeding: A multicenter study. *Ann Surg*. 2022 Oct 1;276(4):579-588. doi: 10.1097/SLA.0000000000005603.
12. Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW et al. Warm fresh whole blood is independently associated with improved survival for patients with combat-related traumatic injuries. *J Trauma*. 2009 Apr;66(4 Suppl):S69-76. doi: 10.1097/TA.0b013e31819d85fb.
13. Lee JS, Khan AD, Wright FL et al. Whole blood versus conventional blood component massive transfusion protocol therapy in civilian trauma patients. *Am Surg*. 2022 May;88(5):880-886. doi: 10.1177/00031348211049752.
14. Nessen SC, Eastridge BJ, Cronk D et al. Fresh whole blood use by forward surgical teams in Afghanistan is associated with improved survival compared to component therapy without platelets. *Transfusion*. 2013 Jan;53 Suppl 1:107S-113S. doi: 10.1111/trf.12044.
15. Brill JB, Tang B, Hatton G et al. Impact of incorporating whole blood into hemorrhagic shock resuscitation: Analysis of 1,377 consecutive trauma patients receiving emergency-release uncrossmatched blood products. *J Am Coll Surg*. 2022 Apr 1;234(4):408-418. doi: 10.1097/XCS.0000000000000086.
16. Nadler R, Tsur AM, Yazer MH et al. Early experience with transfusing low titer group O whole blood in the pre-hospital setting in Israel. *Transfusion*. 2020 Jun;60 Suppl 3:S10-S16. doi: 10.1111/trf.15602.
17. Vanderspurt CK, Spinella PC, Cap AP et al. The use of whole blood in US military operations in Iraq, Syria, and Afghanistan since the introduction of low-titer Type O whole blood: feasibility, acceptability, challenges. *Transfusion*. 2019 Mar;59(3):965-970. doi: 10.1111/
1. Goldberger N, Meron J, Aburbbeh M, Haklai Z. Leading causes of death in Israel 2000-2019. Ministry of Health. https://www.gov.il/BlobFolder/reports/leading-causes-of-death-in-israel/he/files_publications_units_info_CausesOfDeaths2019_Summary.pdf, accessed 19/2/2023
2. Callcut RA, Kornblith LZ, Conroy AS et al. The why and how our trauma patients die: A prospective multicenter western trauma association study. *J Trauma Acute Care Surg*. 86(5):p 864-870, May 2019. DOI: 10.1097/TA.0000000000002205
3. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P. Death on the battlefield (2001-2011) implications for the future of combat casualty care. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Dec;73(6 Suppl 5):S431-7. doi: 10.1097/TA.0b013e3182755dcc.
4. Rhee P, Koustova E, Alam HB. Searching for the optimal resuscitation method: recommendations for the initial fluid resuscitation of combat casualties. *J Trauma*. 2003 May;54(5 Suppl):S52-62. doi: 10.1097/01.TA.0000064507.80390.10.
5. Heuer M, Hussmann B, Lefering R et al. Prehospital fluid management of abdominal organ trauma patients--a matched pair analysis. *Langenbecks Arch Surg*. 2015 Apr;400(3):371-9. doi: 10.1007/s00423-015-1274-2.
6. Haut ER, Kalish BT, Cotton BA et al. Prehospital intravenous fluid administration is associated with higher mortality in trauma patients: a National Trauma Data Bank analysis. *Ann Surg*. 2011 Feb;253(2):371-7. doi: 10.1097/SLA.0b013e318207c24f.
7. Ley EJ, Clond MA, Srour MK et al. Emergency department crystalloid resuscitation of 1.5 L or more is associated with increased mortality in elderly and nonelderly trauma patients. *J Trauma*. 2011 Feb;70(2):398-400. doi: 10.1097/TA.0b013e318208f99b.
8. Shackelford SA, Del Junco DJ, Powell-Dunford N et al. Association of prehospital blood product transfusion during medical evacuation of combat casualties in Afghanistan with acute and 30-day survival. *JAMA*. 2017 Oct 24;318(16):1581-1591. doi: 10.1001/jama.2017.15097.
9. Griggs JE, Jeyanathan J, Joy M et al. Mortality of civilian patients with suspected traumatic haemorrhage receiving pre-hospital transfusion of packed red blood

- Jul;83(1):19-24. doi: 10.1097/TA.0000000000001531.
28. Sperry JL, Guyette FX, Brown JB et al. Prehospital plasma during air medical transport in trauma patients at risk for hemorrhagic shock. *N Engl J Med*. 2018 Jul 26;379(4):315-326. doi: 10.1056/NEJMoa1802345. PMID: 30044935.
29. McGinity AC, Zhu CS, Greebon L et al. Prehospital low-titer cold-stored whole blood: Philosophy for ubiquitous utilization of O-positive product for emergency use in hemorrhage due to injury. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018 Jun;84(6S Suppl 1):S115-S119. doi: 10.1097/TA.0000000000001905. PMID: 29554040.
18. Sunde GA, Bjerkvig C, Bekkevold M et al. Implementation of a low-titer whole blood transfusion program in a civilian helicopter emergency medical service. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 30, 65 (2022). doi: 10.1186/s13049-022-01051-z
19. Mix FM, Zielinski MD, Myers LA et al. Prehospital blood product administration opportunities in ground transport ALS EMS - a descriptive study. *Prehosp Disaster Med*. 2018 Jun;33(3):230-236. doi: 10.1017/S1049023X18000274.
20. Sayre MR, Yang BY, Murphy DL et al. Providing whole blood for an urban paramedical ambulance system. *Transfusion*. 2022 Jan;62(1):82-86. doi: 10.1111/trf.16749.
21. Levin D, Zur M, Shinar E et al. Low-titer Group O whole blood resuscitation in the prehospital setting in Israel: review of the first 2.5 years' experience. *Transfus Med Hemother*. 2021 Oct 6;48(6):342-349. doi: 10.1159/000519623.
22. Lee KJ, McGuire MM, Harvey WC et al. Performance comparison of intraosseous devices and setups for infusion of whole blood in a cadaveric swine bone model. *Am J Emerg Med*. 2022 Apr;54:58-64. doi: 10.1016/j.ajem.2022.01.039.
23. Starr D: *Blood*. New York, Harper Collins, 2002
24. Hess JR, Thomas MJ. Blood use in war and disaster: lessons from the past century. *Transfusion*. 2003 Nov;43(11):1622-33. doi: 10.1046/j.1537-2995.2003.00576.x.
25. Cannon JW, Khan MA, Raja AS et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017 Mar;82(3):605-617. doi: 10.1097/TA.0000000000001333. PMID: 28225743.
26. Crombie N, Doughty HA, Bishop JRB et al. Resuscitation with blood products in patients with trauma-related haemorrhagic shock receiving prehospital care (RePHILL): a multicentre, open-label, randomized, controlled, phase 3 trial. *Lancet Haematol*. 2022 Apr;9(4):e250-e261. doi: 10.1016/S2352-3026(22)00040-0. Epub 2022 Mar 7.
27. Meyer DE, Vincent LE, Fox EE et al. Every minute counts: Time to delivery of initial massive transfusion cooler and its impact on mortality. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017