ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e17

Journal of Police Medicine

ORIGINAL ARTICLE OPEN ACCESS

Evolution of Hemostatic Resuscitation Strategies: The Role of Whole Blood and Strategic Pre-screening in Military and Mass Casualty Operations

Hamed Aghdam[1*], Saeid Hashemi Aslani[2], Masoud Mohajer[3], Nahid Ojaghzadeh Khaliliabad[4]

[1] Department of Emergency Medicine, Takht-e Jamshid Hospital, Karaj, Iran.
[2] Department of Anesthesiology and Critical Care, Takht-e Jamshid Hospital, Karaj, Iran.
[3] Department of General Surgery, Takht-e Jamshid Hospital, Karaj, Iran.
[4] Department of Nursing, Takht-e Jamshid Hospital, Karaj, Iran.

ABSTRACT

AIMS: Severe hemorrhage remains the leading cause of preventable death on the battlefield. This study aims to synthesize localized clinical protocols for blood management, focusing on the operational transition to Whole Blood (WB) and the establishment of resilient blood reservoirs.

MATERIALS & METHODS: In this structured narrative review, document selection was guided by the PICO framework across PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, SID, and Magiran databases (January 2000 to December 2025). Out of 145 initially retrieved sources, 30 localized clinical practice guidelines (CPGs) and comprehensive reviews were sampled and analyzed across 5 strategic domains: whole blood transfusion, en route care, alternative group A utilization, frozen RBCs, and proactive viral screening. Personnel competency was categorized using Benner's model.

FINDINGS: Whole Blood is the gold standard for hemostatic resuscitation due to its physiological component ratios. Based on the 38% to 40% prevalence of group A blood in the Iranian population, utilizing Group A whole blood for type-matched casualties in Level 3 facilities enhances logistical resilience in MASCAL by up to 40% by reducing the burn rate of critical Group O supplies. Crucially, the safety of "Walking Blood Banks" (WBB) depends on pre-screened reservoirs—soldiers with updated negative viral markers (HIV, HBV, HCV). Frozen RBCs serve as a 10-year passive defense reserve in austere environments.

CONCLUSION: Hemostatic resuscitation with whole blood, a 40% increase in logistics resilience via the Group A strategy, and securing walking blood banks through proactive peacetime viral marker screening are the core pillars of localized military medicine that directly guarantee casualty survival.

KEYWORDS: Whole Blood; Hemostatic; Resuscitation; Walking Blood Bank; Viral Screening; Mass Casualty Incidents; Operational Resilience.

How to cite this article:

Aghdam H., Hashemi Aslani S., Mohajer M., Ojaghzadeh Khaliliabad N.. *Evolution of Hemostatic Resuscitation Strategies: The Role of Whole Blood and Strategic Pre-screening in Military and Mass Casualty Operations.* J Police Med. 2025;14:e17.

***Correspondence:**

Address: Karaj, Azimiyeh, before Mehran Square, Takht-e Jamshid Hospital, Emergency Department, Postal Code: 3155656771.
eMail: hamedaghdam@gmail.com

Article History:

Received: 27/07/2024
Accepted: 08/04/2025
ePublished: 25/06/2025

Copyright © 2025, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

INTRODUCTION

The management of massive hemorrhage and hemorrhagic shock resulting from penetrating and blast injuries remains one of the principal challenges in combat medicine and mass-casualty incidents (MASCAL) [1]. Available statistics indicate that hemorrhage is the leading cause of preventable death in wartime crises, with a substantial proportion of these fatalities occurring during the first minutes after injury—the so-called golden period [2]. In contemporary military medicine, resuscitation has shifted from volume replacement with crystalloid solutions toward damage-control resuscitation (DCR) and hemostatic resuscitation [3]. This paradigm shift is based on the recognition that trauma causes acute traumatic coagulopathy (ATC), and that early administration of blood products is the only effective means of counteracting this pathophysiological process [4].

Historical developments show that whole-blood use is a lesson repeatedly learned over the past century and, after a period of decline during the 1970s through the 1990s because of the widespread adoption of component therapy, has returned to the center of combat medicine [5]. Although separated blood components were the standard of care for many years, logistical challenges, the risks of acidosis and hypothermia, and preservative-related coagulopathy have re-established whole blood as a strategic necessity. Because it preserves the physiological proportions of red blood cells, plasma, and platelets, whole blood is considered the most physiological product for rapidly restoring oxygen-carrying capacity and hemostatic potential at the scene of injury [6].

However, implementing these protocols in Iranian medical centers—particularly those located in border areas, remote terrain, and austere environments—requires adaptation to local supply and logistical infrastructure [7]. One of the major challenges in mass-casualty incidents is the limited availability of group O blood, which is commonly regarded as the universal donor type. A contemporary strategy in this field is to expand the donor pool by operationalizing the use of group A-specific whole blood. Given the need to reduce demand on critical group O reserves [8] and the approximately 38%–40% prevalence of blood group A in the Iranian population according to the Iranian Blood Transfusion Organization (IBTO) blood-group frequency atlas [9], using this product for group-matched casualties after definitive laboratory confirmation not only improves the logistical resilience of the emergency response system, but also preserves group O blood for more urgent and unidentified patients in the prehospital phase [8].

Moreover, concepts such as using frozen red blood cells as a long-term strategic reserve in remote regions and establishing a walking blood bank (WBB) are considered core elements of non-operational defense in healthcare [10]. Operationalizing a walking blood bank, however, involves more than blood-group determination; it requires a proactive approach to periodic screening of personnel for infectious markers such as HIV, HBV, and HCV so that a reservoir of safe, screened, and ready donors is available when a crisis occurs [11]. Implementing these capabilities and defining the clinical competency levels of healthcare personnel require a comprehensive approach based on structured models such as Benner's model and the Doctrine, Organization, Training, Materiel, Leadership and Education, Personnel, Facilities, and Policy (DOTMLPF-P) framework, thereby reducing potentially fatal ABO-incompatibility errors [12].

Despite the existence of international guidelines, a major gap remains regarding how these strategies should be adapted locally and how the legal and ethical aspects of off-label use should be managed within the national health system. Such interventions are undertaken solely on the basis of the physician's clinical judgment to save life and require an appropriate protective framework [13].

In response to this research gap, the present article uses a structured narrative-review design and the PICO framework to provide a comprehensive analysis of locally adapted guidance across five strategic domains: (1) clinical management of whole blood, (2) prehospital blood transfusion, (3) a group A blood-substitution strategy, (4) frozen-blood technology, and (5) proactive viral monitoring and screening of unit donors. The aim is to develop an operational model for strengthening the resilience of healthcare systems during mass-casualty incidents.

MATERIALS & METHODS

This study was designed as a structured, analytical narrative review based on strategic documents and locally adapted clinical guidelines in military crisis management. To maintain scientific coherence and improve transparency and reproducibility, the processes of identification, screening, and data synthesis were designed and implemented according to the four key steps described below, together with the PICO framework (**Table 1** and **Figure 1**).

Step 1: Search strategy, screening, and

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

document selection. The primary sources for this review included operational documents and scientific articles relevant to austere environments and mass-casualty incidents. A systematic search was conducted in international databases, including PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar, as well as Iranian databases, including SID and Magiran, for the period from January 2000 through December 2025. The search terms consisted of the following combinations of Persian and English keywords:

- Whole blood, combat medicine, law-enforcement medicine, hemostatic resuscitation, walking blood bank, viral screening, mass-casualty incidents, and Benner's model.
- Whole Blood, Combat Casualty Care, Walking Blood Bank, Hemostatic Resuscitation, Mass Casualty Incidents (MASCAL), Viral Screening, Benner's Hierarchy, Frozen RBC.
- Whole Blood, Combat Casualty Care, Walking Blood Bank, Hemostatic Resuscitation, Mass Casualty Incidents (MASCAL), Viral Screening, Benner's Hierarchy, Frozen RBC.

Table 1) Alignment of research indicators based on the PICO framework

Indicator	Operational definition in this study
Population / Problem (P)	Casualties with massive hemorrhagic shock and trauma in austere, difficult-to-access, and mass-casualty combat crisis environments
Intervention (I)	Hemostatic resuscitation strategies using whole blood (fresh/stored), group A blood, walking blood bank, and frozen blood
Comparison (C)	Traditional approaches based on fractionated blood components or transfusion without pre-donation screening of viral markers
Outcome (O)	Enhancement of logistical resilience, prevention of coagulopathy, reduction of response time in crises, and prevention of viral infection transmission

The initial search yielded 145 documents and articles. After removing duplicates (40 records), the titles and abstracts of 105 articles were assessed by the authors. During the initial screening stage, 75 articles were excluded because they did not address military or austere environments or focused on elective surgery. Ultimately, 30 strategic documents, locally adapted clinical guidelines, and comprehensive review articles were selected, and their content was analyzed across the following five key domains:

- Whole-blood transfusion protocols (stored and fresh).
- Prehospital management in ground and air readiness configurations.
- A transformative strategy for using alternative blood groups—particularly group A—to assess system resilience when group O reserves are depleted [8, 9].
- Blood-freezing and deglycerolization technologies for remote areas.
- Ethical and legal frameworks for life-saving off-label interventions [13].

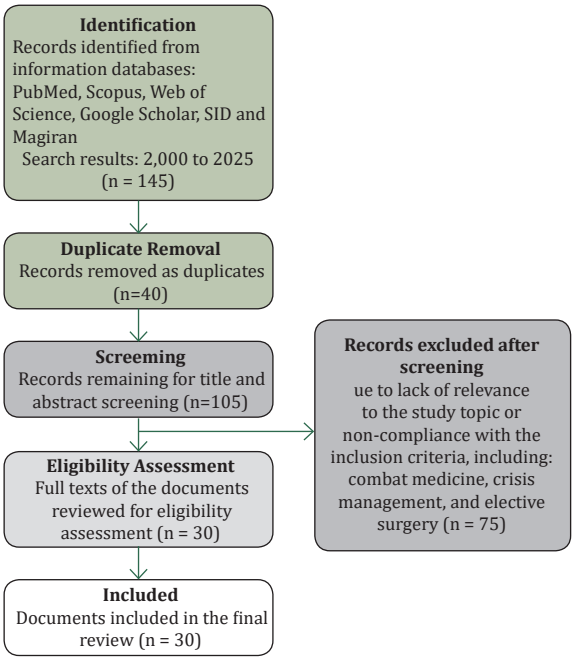


Figure 1) Flow diagram of the process of identification, screening, eligibility assessment, and inclusion of documents in the present review, based on the PRISMA framework.

Step 2: Operational competency assessment framework (Benner's competency model). Given the complexity and high sensitivity of blood transfusion in the operational setting, Patricia Benner's competency model (Benner's Hierarchy) was used to align the guidelines with the skill levels of healthcare personnel. This model makes it possible to allocate operational tasks according to personnel experience and decision-making capacity (Table 2). The approach ensures that sensitive protocols are implemented in proportion to the expertise of the staff present at the scene [12].

Accordingly, actions such as activating a walking blood bank (WBB), monitoring the donor database, and switching from group O to group A blood were defined exclusively within the scope of practice of personnel classified as competent, proficient, or expert.

Step 3: Infrastructure assessment and operational readiness (DOTMLPF-P model). To ensure field deployability, the extracted guidelines were examined through the lens of the military and law-enforcement capability-analysis framework DOTMLPF-P. The analysis assessed the

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

compatibility of the protocols with the following components

- **Doctrine and organization:** Clearly defining the position and responsibilities of the blood-safety officer in field hospitals and aid stations.
- **Training and equipment:** Structuring unit training requirements and mandating the use of rapid blood-grouping kits and blood-warming devices with dedicated logistics serial numbers.
- **Personnel readiness assessment:** Reviewing periodic and six-monthly health-monitoring and viral-screening processes as a critical prerequisite for establishing a walking blood bank [11].
- **Infrastructure and policy:** The need to tier medical centers and define the hospital levels authorized to administer group A blood [9, 14].

Table 2) Alignment of blood management tasks in combat crisis medicine based on Benner's levels of competency

Competency level	Functional characteristics in operations	Practical examples in the blood transfusion protocol
Novice	Reliance on rigid rules; lacks experience in combat trauma	Preparation of the transfusion set and monitoring of vital signs under direct supervision
Advanced beginner	Recognition of recurrent cues; requires a checklist	Implementation of the calcium therapy protocol and monitoring of blood temperature during casualty transfusion
Competent	Ability to plan and manage multiple casualties simultaneously	Prioritization and management of the database of pre-screened unit donors
Proficient	Holistic understanding; anticipation of probable complexities	Management of acute hemolytic reactions and switching to group A blood based on clinical response
Expert	Intuitive and rapid decision-making under conditions of ambiguity and crisis	Activation of the WBB, management of emergency unscreened products, and off-label measures

Step 4: Logistics analysis, supply requirements, and ethical considerations. At this stage, the technical prerequisites for implementing each protocol—such as ACP-215 automated devices for washing and deglycerolizing frozen blood and portable blood warmers for the prehospital phase—were matched with logistics codes and dedicated serial numbers to ensure cold-chain integrity and field feasibility of the guidelines [8].

From an ethical perspective and in the final synthesis, given the acute and life-critical nature of interventions in military crisis management, clinical decision criteria were developed on the basis of benefit–risk analysis in crisis conditions. Ultimately, the findings from the document analysis were synthesized into an "operational decision-making algorithm and legal-support framework for physicians in emergency conditions" [13].

FINDINGS

A detailed evaluation of the literature and strategic documents organized the findings of this study into six key domains that form the foundation of a roadmap for blood management in operational units.

Prioritization of blood products in resuscitation: A review of clinical guidelines and field experience indicates a fundamental shift from separated blood components toward whole blood as the first-line option for controlling hemorrhagic shock. Operational assessments suggest that the biological effectiveness and hemostatic performance of whole blood during the golden hour of trauma are not matched by the combined use of separate components. The practical characteristics and logistical limitations of each product are summarized in **Table 3**.

Table 3) Technical, logistical, and clinical characteristics of blood products in combat crisis medicine in Iran

Product type	Logistical and supply stability	Hemostatic efficacy	Operational position across combat medicine echelons
Stored whole blood	Moderate (21–35 days within the cold chain)	High (during the first 14 days of storage)	Base product at aid posts and field hospitals
Fresh whole blood	Very limited (immediate use within under 24 hours)	Maximal (full preservation of platelet activity)	Critical option under siege, supply interruption, or mass-casualty conditions
Frozen red blood cells	Very high (stability up to 10 years)	Moderate (requires time-consuming glycerolization/deglycerolization process)	Strategic reserve for remote bases, combat vessels, and prolonged crises

Blood-group allocation strategy in mass-casualty conditions: The evidence reviewed indicates a tactical shift in blood-reserve management aimed at preserving the operational resilience of units. Based on locally developed requirements, the blood-distribution model rests on two principles:

Low-titer group O whole blood (LTOWB): This product serves as the universal-donor option at the point of injury and at forward border positions. It is the first choice for casualties whose identity and blood group are unknown and whose clinical urgency does not permit blood-

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

group determination [8].

Group-matched group A whole blood: According to national blood-transfusion epidemiologic data, blood group A accounts for approximately 38%–40% of the Iranian population [9]. Administering group-matched group A whole blood to relevant casualties at level 3-centers avoids unnecessary consumption of scarce group O reserves and aligns supply with population distribution, thereby improving the treatment system's operational capacity and logistical resilience in high-casualty incidents by up to 40% [9].

Transfusion safety and the requirement for a proactive health database: Assessment of safety indicators in emergency transfusions demonstrates that the field effectiveness of a unit-based walking blood bank is directly linked to establishing and updating a proactive health database for personnel. In combat-medicine doctrine, the infrastructure readiness of a live blood bank rests on two parallel and balanced pillars: (1) accurate pre-registration of personnel blood groups, representing 50% of the technical-readiness cycle; and (2) periodic six-month screening for common viral markers during peacetime, representing the remaining 50% of the biological-safety cycle [10, 13].

Meeting these proactive requirements not only markedly reduces response time in clinical crises (Figure 2), but also ensures the biological safety of transfusion in complex operational scenarios—such as tactical encirclement and sudden attacks—to a level comparable with the stringent standards of urban blood-transfusion centers [11].

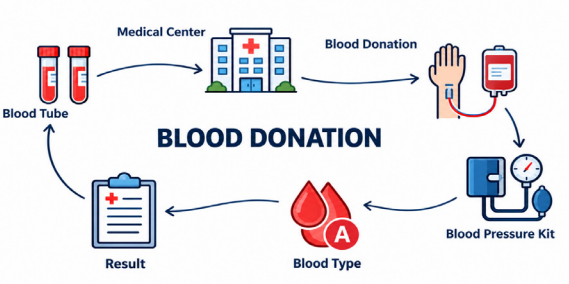


Figure 2) Operational model for establishing a safe donor pool.

Prehospital intervention and transfusion-management protocols: A review of emergency combat-medicine procedures identifies specific clinical indicators for initiating life-saving interventions during the golden hour of trauma. Resuscitation and product transfusion in the prehospital phase rest on four key domains, the requirements of which are summarized in Table 4.

Table 4) Operational indicators and key interventions in prehospital blood transfusion

Operational indicator	Clinical criterion / preferred action	Therapeutic goal and clinical outcome
Transfusion initiation criterion	Systolic blood pressure below [—] or heart rate above [—] (signs of shock)	Rapid restoration of tissue perfusion and prevention of vascular collapse
Correction of electrolyte disturbances	Administration of 1 g calcium (chloride or gluconate) concurrently with the first unit of product	Control of hypocalcemia induced by citrate toxicity and preservation of myocardial contractility [11]
Casualty temperature management	Use of portable warming equipment and thermal protective covers	Breaking the "lethal triad of trauma" chain (acidosis, hypothermia, and coagulopathy)
Safety and compliance protocol	Mandatory implementation of two-user verification at the scene	Prevention of human errors in identity verification and mis-transfusion

Aligning intervention levels with Benner's competency model in law-enforcement medicine: Assessment of staff skill levels shows that implementing the full blood-management cycle at the scene of combat is multidimensional and highly dependent on individual clinical experience. Based on the extracted evidence, high-risk decisions outside routine guidance (off-label)—such as direct blood collection and transfusion of fresh whole blood without completing standard screening procedures, or the use of frozen products in crisis conditions—should be reserved exclusively for personnel with proficient or expert clinical competence [5].

Ethical Frameworks and Legal Protection for Healthcare Personnel: Decision-making in combat-related crises is invariably intertwined with ethical challenges and legal responsibilities. Review of clinical and higher-level policy documents identifies three key requirements for protecting healthcare personnel legally when they face the consequences of emergency interventions:

In acute clinical emergencies, saving the injured patient's life takes precedence over routine duties and standard transfusion protocols as the governing and preferred principle [13].

Accurate documentation of product details, transfusion timing, and the patient's clinical course during resuscitation is the most important and defensible instrument available to healthcare personnel before judicial and disciplinary authorities.

Once the injured patient's clinical condition has stabilized, the treatment team must clearly communicate to the patient or the legal representative the reasons for using

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

unconventional methods or emergency protocols [14].

DISCUSSION

Evaluation and adaptation of the locally tailored strategies examined in this study signal a fundamental shift in the country's law-enforcement medicine doctrine: a critical transition from the traditional hospital-centered model toward early prehospital hemostatic resuscitation. This change is not merely formal; it is an unavoidable requirement in response to complex trauma patterns, penetrating combat injuries, and high-casualty incidents in harsh operational settings and border regions.

Physiological basis of resuscitation and the hemodynamic superiority of whole blood: Clinical-mechanism analysis, consistent with reliable international reports and documents [3, 8], demonstrates the physiological superiority of whole blood over alternative treatments. Preserving the natural 1:1:1 ratio of red blood cells, plasma, and platelets in whole blood is precisely what supports the suppression and control of early trauma-induced coagulopathy. By contrast, older protocols based on separate components or crystalloid fluids produce hemodilution and disrupt hemostatic balance, thereby making coagulopathy more pronounced and more difficult to reverse [4].

Within the country's combat-medicine context, the central challenge in using fresh whole blood is to balance the speed of life-saving intervention against biological-safety requirements. Nevertheless, field evidence and clinical experience indicate that when an injured patient is on the verge of vascular collapse and death from hemorrhagic shock, the therapeutic priority and life-saving benefit of fresh whole blood clearly outweigh the potential risks of infection transmission [9].

Supply-chain resilience and intelligent blood-group management: Maintaining a stable supply of blood products during crises is not merely a clinical issue; it is a logistical challenge in combat sustainment and support. One key approach in locally adapted procedures is to authorize group A whole-blood transfusion for group-matched casualties in field hospitals and level-3 treatment centers [11]. In light of the blood-group distribution atlas for the Iranian population [13], exclusive reliance on group O reserves during high-casualty incidents inevitably causes rapid depletion of strategic reserves and collapse of the supply chain. Accordingly, regulated use of group A blood is not simply a therapeutic intervention; it is a logistics maneuver intended to preserve medical-support capacity during protracted conflict.

Nevertheless, locally developed documents establish a clear operational red line: absolute and unconditional prohibition of using identity cards, identification tags, or a service member's self-report to determine blood group. Administrative errors in cards and identity tags substantially increase the risk of acute hemolytic reactions and death from ABO incompatibility [14]. Therefore, blood-group determination for dedicated transfusion requires either rapid laboratory assessment at the scene or verification against data recorded in the personnel electronic health record.

Prehospital intervention: the critical focus of resuscitation. Restoring blood circulation and implementing the transfusion protocol in the prehospital phase—including ground ambulance fleets and air-rescue helicopters—constitute the backbone of the modern blood-management doctrine. Clinical analyses and observations clearly show that administration of blood products should begin within the first 20 golden minutes after trauma. Any delay in replacing lost blood volume rapidly drives the injured patient into the irreversible cycle of the "trauma lethal triad," comprising metabolic acidosis, severe reduction in core temperature (hypothermia), and coagulopathy [10].

To interrupt this vicious cycle, adjunctive interventions have been incorporated into the locally adapted protocols. Because citrate in blood bags binds serum calcium and can cause a sudden decline in calcium levels, early calcium administration to prevent transfusion-associated hypocalcemia, together with mandatory use of portable blood warmers to stabilize the patient's temperature, are non-negotiable requirements emphasized in domestic procedures [11].

Personnel clinical competency and non-operational defense requirements: Alignment of the study findings with Benner's competency framework clearly demonstrates that critical decisions in battlefield blood management depend heavily on field experience and deep clinical judgment [5]. Intelligent allocation of duties according to professional mastery prevents irreversible errors in the highly mobile and stressful conditions of combat, including mass-casualty situations.

In addition, local adaptation and expansion of frozen-red-cell storage technology at border outposts and strategically important Persian Gulf islands could serve as a concrete example of non-operational defense in combat healthcare. The ability to store these products for

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

up to 10 years provides vital continuity and treatment independence for law-enforcement and operational units in crisis scenarios, such as blocked evacuation routes, interruption of logistical support, or prolonged tactical encirclement [7, 14].

Securing treatment independence through the development of "live blood reserves": A complementary and stabilizing element of this operational autonomy is implementation of the "live blood reserves" model through a walking blood bank. Aligning combat-medicine requirements with urban healthcare standards shows that, unlike conventional hospital protocols, mandatory and regular six-month screening for viral markers, including HIV, HBV, and HCV, for all personnel involved during peacetime and before deployment is an indispensable prerequisite [9].

Adopting this proactive measure not only shortens the response time of resuscitation teams during high-casualty incidents, but also minimizes the ethical and legal deadlocks and uncertainties faced by healthcare personnel when emergency transfusion risks must be addressed.

Medical ethics in clinical deadlock and legal constraint: The legal approach and ethical principles governing the use of blood products outside established guidelines represent the most complex and sensitive layer of decision-making in law-enforcement and combat medicine. Analytical interpretation of the evidence within the country's health-law framework shows that the "principle of saving life" and reliance on the treating physician's clinical judgment in situations of clinical deadlock take precedence over rigid routine administrative requirements and protocols.

Nevertheless, legal protection and immunity for healthcare personnel in judicial and military courts depend entirely on contemporaneous documentation of treatment processes, transparent recording of the reasons for deviating from standard procedures, and continuous monitoring of quality indicators during resuscitation as part of the legal record [12].

Study limitations: Although this review provides a comprehensive framework for blood-management strategies in law-enforcement medicine, the generalizability and operational implementation of its findings face the following challenges and limitations:

- Limitations in field-based and locally generated clinical data: Most of the guidelines examined in this study rely on international experience and adaptation of strategic documents, such as the Tactical Combat Casualty Care (TCCC) guidelines. The absence of locally conducted clinical trials and documented evidence from domestic conflict settings requires caution when generalizing and implementing certain protocols [14].
- Heterogeneity of logistical infrastructure at remote border positions: Full operationalization of complex processes such as deglycerolization of frozen red blood cells or continuous monitoring of the cold chain for whole blood at remote outposts and isolated bottlenecks requires equipment that is not currently distributed uniformly across all support echelons [9, 15].
- Gaps in legal protection and uncertainty for healthcare personnel: Although the need for off-guideline interventions in clinical deadlock has been articulated, judicial and disciplinary practice remains unclear when an adverse event or death occurs, which may lead healthcare personnel to adopt unintended conservatism during decisive moments of resuscitation [9].

CONCLUSION

Adapting and localizing blood-management procedures is more than a clinical requirement; it is a strategic pillar of non-operational defense within the country's defense and security architecture. Synergy between emerging technologies, such as frozen-blood processing and storage, and enhancement of healthcare personnel's clinical competencies is the principal key to preventing avoidable deaths and improving survival after severe combat-related trauma.

To operationalize and consolidate this doctrine in the field, the final recommendation of this study is to compile the derived checklists and implementation algorithms into a "pocket combat-healthcare manual" and make it available to all operational echelons and frontline medical responders for rapid use during crises.

Special Application in Commando Operations and Border Positions

In combat and law-enforcement medicine doctrine, hemorrhage control at the point of injury is the vital artery of operational endurance for commando teams and border units that are separated by considerable distances from level-3 medical centers. Evidence assessment indicates that in border conflicts and remote locations—where disruption of medical evacuation routes and delays in the aid chain are highly plausible—reliance on a unit-based walking blood bank is an irreplaceable strategy for controlling hemorrhagic shock [9].

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

In these high-pressure settings, implementing Benner's competency model in the training of healthcare personnel and combat medics is essential, because they must be able to strike the right balance during a crisis between immediately initiating hemostatic resuscitation with available products and rapidly evacuating the injured patient. This approach elevates combat healthcare from a passive support structure to a force multiplier that strengthens the capability and morale of commandos on the front lines [16].

Acknowledgments: The authors wish to express their sincere gratitude to the respected colleagues in the emergency, anesthesia, and surgery departments of Takht-e Jamshid Hospital in Karaj who assisted with access to documents and facilitated the conduct of this study.

Author contributions: Study design and conceptualization: *Hamed Aghdam*; data collection and document searching: *Hamed Aghdam, Saeed Hashemi Aslani*, and *Masoud Mohajer*; data analysis and alignment with clinical algorithms: *Hamed Aghdam, Saeed Hashemi Aslani*, and *Nahid Ojaqzadeh Khalilabad*; drafting of the initial manuscript, critical revision, editing, and final approval: *Hamed Aghdam, Saeed Hashemi Aslani, Masoud Mohajer*, and *Nahid Ojaqzadeh Khalilabad*. All authors accept responsibility for the accuracy, integrity, and originality of the scientific content presented in this study.

AI use statement: The authors state that, during the writing and revision of this article, an artificial-intelligence assistant (Google Gemini) was used solely for language editing, sentence-structure optimization, and improvement of textual fluency. All data-analysis procedures, source collection, clinical inferences, and full responsibility for the scientific accuracy of the presented content remain exclusively with the authors.

Conflict of interest: The authors hereby declare that they have no conflict of interest related to the present study.

Funding: This study received no financial support.

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e13

نشریه طب انتظامی

مقاله اصیل

دسترسی آزاد

تحول در استراتژی‌های احیای هموستاتیک: نقش خون کامل و فرآورده‌های نوین در مدیریت حوادث انبوه و عملیات نظامی

حامد اقدم[۱]، سعید هاشمی اصلانی[۲]، مسعود مهاجر[۳]، ناهید اوجاقزاده خلیل آباد[۴]

[۱] گروه طب اورژانس، بیمارستان تخت جمشید، کرج، ایران.
[۲] گروه بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، بیمارستان تخت جمشید، کرج، ایران.
[۳] گروه جراحی عمومی، بیمارستان تخت جمشید، کرج، ایران.
[۴] دفتر پرستاری، بیمارستان تخت جمشید، کرج، ایران.

چکیده

اهداف: مدیریت خونریزی‌های وسیع ناشی از ترومای نافذ، اولویت نخست در کاهش مرگ‌ومیر قابل پیشگیری طب بحران در جنگ است. این مطالعه با هدف تدوین یک ساختار منسجم از پروتکل‌های بومی مدیریت خون با تمرکز بر خون کامل و فراورده‌های نوین انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مرور روایتی ساختاریافته (Narrative review)، جستجوی اسناد بر اساس چارچوب PICO (جمعیت، مداخله، مقایسه، پیامد) در پایگاه‌های SID، Google Scholar، Web of Science، Scopus، PubMed و Magiran در بازه زمانی ژانویه ۲۰۰۰ تا انتهای سال ۲۰۲۵ انجام شد. از میان ۱۴۵ سند استخراج‌شده اولیه، در نهایت ۳۰ دستورالعمل بالینی بومی و مقاله مروری جامع در ۵ محور کلیدی (خون کامل، مراقبت پیش‌بیمارستانی، گروه خونی A، خون منجمد و غربالگری ویروسی پیش‌دستانه) انتخاب و مورد تحلیل محتوا قرار گرفتند. ارزیابی صلاحیت عملکردی نیز بر اساس مدل شایستگی «بنر» صورت گرفت.

یافته‌ها: خون کامل به دلیل حفظ نسبت فیزیولوژیک اجزاء، ارجح‌ترین انتخاب در احیای هموستاتیک است. استفاده از خون کامل گروه A برای مصدومان هم‌گروه در مراکز درمانی سطح ۳، بر پایه شیوع ۳۸ تا ۴۰ درصدی این گروه خونی در کشور ایران، تاب‌آوری لجستیک را در حوادث انبوه تا ۴۰ درصد افزایش می‌دهد. همچنین، فعال‌سازی ایمن بانک خون سیار مستلزم غربالگری پیش‌دستانه و دوره‌ای مارکرهای ویروسی (HIV, HBV, HCV) در پرسنل درگیر است. گلبول‌های قرمز منجمد نیز به‌عنوان ذخیره استراتژیک ۱۰ ساله، نقش پدافند غیرعامل را ایفا می‌کنند.

نتیجه‌گیری: احیای هموستاتیک با خون کامل، ارتقای تاب‌آوری آمادی (لجستیکی) با راهبرد خون گروه A، و ایمن‌سازی بانک خون سیار از طریق غربالگری ویروسی پیش‌دستانه در زمان صلح، ارکان اصلی دکترین بومی طب بحران در جنگ هستند که ارتقای نرخ بقای مصدومان را تضمین می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: خون کامل؛ هموستاتیک؛ احیا؛ بانک خون سیار؛ غربالگری ویروسی؛ حوادث با مصدومان انبوه؛ تاب‌آوری عملیاتی.

نحوه استناد به مقاله:

Aghdam H., Hashemi Aslani S., Mohajer M., Ojaghzadeh Khaliliabad N.. *Evolution of Hemostatic Resuscitation Strategies: The Role of Whole Blood and Strategic Pre-screening in Military and Mass Casualty Operations.* J Police Med. 2025;14:e17.

نویسنده مسئول*:

آدرس پستی: کرج، عظیمیه، نرسیده به م. مهران، بیمارستان تخت جمشید، بخش اورژانس، کد پستی: ۳۱۵۵۶۵۶۷۷۱.

پست الکترونیکی:
hamedaghdam@gmail.com

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۶
پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹
انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۰۴

Copyright © 2025, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e17

مقدمه

مدیریت خونریزی‌های وسیع و شوک هموراژیک ناشی از ترومای‌های نافذ و انفجاری، همچنان به عنوان اصلی‌ترین چالش در طب رزم و حوادث با تلفات انبوه (MASCAL) شناخته می‌شود [۱]. آمارها نشان می‌دهند که مرگ‌ومیر ناشی از خونریزی، اولین علت مرگ‌های قابل پیشگیری در بحران‌های جنگی است و بخش عمده‌ای از این تلفات در دقایق اولیه پس از آسیب (زمان طلایی) رخ می‌دهد [۲]. در دکترین نوین طب جنگی، رویکرد احیا از جایگزینی حجم با محلول‌های کریستالوئید به سمت «احیای کنترل آسیب (DCR)» و «احیای هموستاتیک» تغییر یافته است [۳]. این تغییر پارادایم بر پایه این حقیقت استوار است که تروما منجر به اختلال انعقادی زودرس (ATC) شده و مداخله سریع با محصولات خونی، تنها راه مقابله با این پدیده فیزیوپاتولوژیک است [۴].

سیر تحول تاریخی نشان می‌دهد که استفاده از خون کامل، درسی است که در طول قرن گذشته بارها آموخته و پس از مدتی فراموشی در دهه‌های ۷۰ تا ۹۰ میلادی (به دلیل رواج درمان مبتنی بر اجزا یا Component Therapy)، دوباره به متن اصلی طب جنگی بازگشته است [۵]. اگرچه استفاده از اجزای تفکیک‌شده خون سال‌ها استاندارد درمانی بود، اما چالش‌های لجستیک، خطر اسیدوز، هیپوترمی و اختلالات انعقادی ناشی از مواد نگهدارنده، بازگشت به خون کامل را به عنوان یک ضرورت راهبردی مطرح کرده است. خون کامل به دلیل حفظ نسبت طبیعی گلبول‌های قرمز، پلاسما و پلاکت‌ها، فیزیولوژیک‌ترین محصول برای جبران سریع ظرفیت حمل اکسیژن و پتانسیل هموستاتیک در صحنه آسیب محسوب می‌شود [۶].

با این حال، پیاده‌سازی این پروتکل‌ها در مراکز درمانی ایران به ویژه آنهایی که در مناطق مرزی، صعب‌العبور و محیط‌های سخت مستقر هستند، نیازمند تطبیق با زیرساخت‌های آمادی و لجستیک بومی است [۷]. یکی از چالش‌های بزرگ در حوادث انبوه، محدودیت منابع خون گروه O (دهنده عمومی) است. استراتژی نوین در این حوزه، گسترش مخزن اهداکنندگان از طریق عملیاتی کردن استفاده از خون کامل اختصاصی گروه A است. با توجه به لزوم کاهش تقاضا از ذخایر حیاتی گروه O [۸] و فراوانی حدود ۳۸ تا ۴۰ درصدی گروه خونی A در بین جمعیت کشور بر اساس داده‌های اطلس فراوانی گروه‌های خونی سازمان انتقال خون ایران (IBTO) [۹]، استفاده از این فرآورده برای مصدومان هم‌گروه (پس از تأیید قطعی آزمایشگاهی)، نه تنها تاب‌آوری لجستیک سیستم امداد را افزایش می‌دهد، بلکه باعث ذخیره‌سازی خون گروه O برای موارد اورژانسی‌تر و مجهول‌الهویه در فاز پیش‌بیمارستانی می‌شود [۸].

از سوی دیگر، مفاهیمی نظیر استفاده از گلبول‌های قرمز منجمد به عنوان ذخیره استراتژیک بلندمدت در مناطق دورافتاده و بهره‌گیری از بانک خون سیار (WBB)، از ارکان پدافند غیرعامل در حوزه بهداشت و درمان محسوب می‌شوند [۱۰]. با این حال، عملیاتی کردن بانک خون سیار تنها به معنای تعیین گروه خونی نیست؛ بلکه مستلزم یک رویکرد پیش‌دستانه در غربالگری دوره‌ای پرسنل از نظر مارکرهای عفونی (مانند HIV، HBV و HCV) است تا در لحظه وقوع بحران، مخزنی از اهداکنندگان ایمن، پاک و آماده در دسترس باشد [۱۱]. پیاده‌سازی این قابلیت‌های حیاتی و تعیین سطوح شایستگی بالینی کادر درمان مستلزم نگاهی جامع بر اساس مدل‌های ساختاریافته نظیر بنر (Benner) و دکترین سازمان آموزش مواد رهبری و آموزش پرسنل و امکانات (DOTMLPF-P) است تا از خطاهای مرگبار ناشی از ناسازگاری ABO جلوگیری شود [۱۲].

علیرغم وجود راهنماهای بین‌المللی، خلأ بزرگی در زمینه نحوه بومی‌سازی این استراتژی‌ها و مدیریت حقوقی-اخلاقی استفاده از موارد خارج از دستور (Off-label) در نظام سلامت کشور وجود دارد؛ اقداماتی که صرفاً بر پایه قضاوت بالینی پزشک و برای نجات جان انجام شده و نیازمند چارچوب‌های حمایتی است [۱۳].

با توجه به این خلاء پژوهشی، مقاله حاضر با اتکا به یک ساختار مرور نقلی منظم و چارچوب PICO، به تحلیل جامع دستورالعمل‌های بومی‌سازی شده در پنج محور استراتژیک می‌پردازد: ۱) مدیریت بالینی خون کامل، ۲) انتقال خون پیش‌بیمارستانی، ۳) راهبرد جایگزینی خون گروه A، ۴) فناوری خون منجمد، و ۵) پایش و غربالگری ویروسی پیش‌دستانه اهداکنندگان یگانی؛ تا از این طریق، الگویی عملیاتی برای ارتقای تاب‌آوری سیستم‌های درمانی در حوادث انبوه ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک مرور نقلی ساختاریافته و تحلیلی است که بر پایه اسناد راهبردی و دستورالعمل‌های بالینی بومی‌سازی شده در حوزه مدیریت بحران نظامی تدوین شده است. به منظور حفظ انسجام علمی، ارتقای شفافیت و قابلیت تکرارپذیری، فرآیند شناسایی، غربالگری و ترکیب داده‌ها در این پژوهش بر اساس چهار گام کلیدی ذکر شده است، اصلاح شود) و با بهره‌گیری از چارچوب PICO (جدول ۱ و شکل ۱) طراحی و اجرا گردید.

جدول ۱) چیدمان شاخص‌های پژوهش بر اساس چارچوب PICO

شاخص	تعریف عملیاتی در این مطالعه
جامعه / مسئله (P)	مصدومان دچار شوک هموراژیک وسیع و تروما در محیط‌های بحران جنگی، سخت، صعب‌العبور و حوادث با تلفات انبوه
مداخله (I)	استراتژی‌های احیای هموستاتیک با خون کامل (تازه/ذخیره شده)، خون گروه A، بانک خون سیار و خون منجمد
مقایسه (C)	رویکردهای سنتی مبتنی بر اجزای تفکیک‌شده خون یا تزریق خون بدون غربالگری پیش‌دستانه مارکرها
پیامد (O)	ارتقای تاب‌آوری لجستیک، پیشگیری از کواگولوپاتی، کاهش زمان واکنش در بحران و پیشگیری از انتقال عفونت‌های ویروسی

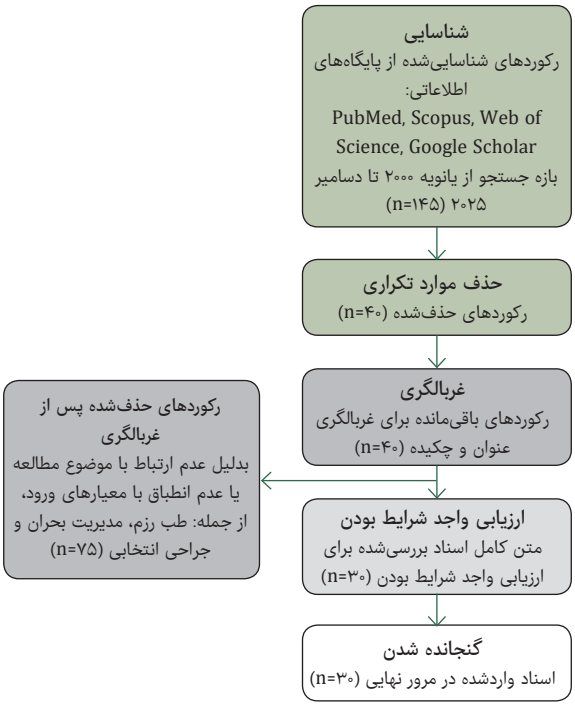
گام اول: استراتژی جستجو، غربالگری و انتخاب اسناد:
منابع اصلی این مرور شامل اسناد عملیاتی و مقالات علمی مرتبط با محیط‌های سخت و حوادث با تلفات انبوه است. جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های داده بین‌المللی شامل PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar و بانک‌های اطلاعاتی داخلی شامل SID و Magiran در بازه زمانی ژانویه

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e17

۲۰۰۰ تا دسامبر ۲۰۲۵ (انتهای سال ۲۰۲۵) انجام شد. کلیدواژه‌های مورد استفاده شامل ترکیبات متقاطع واژگان فارسی و انگلیسی زیر بود:

- خون کامل، طب رزم، طب انتظامی، احیای هموستاتیک، بانک خون سیار، غربالگری ویروسی، حوادث انبوه، مدل بنر.
- Whole Blood, Combat Casualty Care, Walking Blood Bank, Hemostatic Resuscitation, Mass Casualty Incidents (MASCAL), Viral Screening, Benner's Hierarchy, Frozen RBC.



شکل ۱) نمودار جریان فرایند شناسایی، غربالگری، ارزیابی واجد شرایط بودن و گنجاندن اسناد در مرور حاضر، بر اساس چارچوب PRISMA

در جستجوی اولیه، تعداد ۱۴۵ سند و مقاله استخراج گردید. پس از حذف موارد تکراری (۴۰ مورد)، عناوین و چکیده ۱۰۵ مقاله توسط نویسندگان مورد ارزیابی قرار گرفت. در مرحله غربالگری اولیه، ۷۵ مقاله به دلیل عدم انطباق با محیط‌های نظامی/سخت یا تمرکز بر جراحی‌های الکتیو حذف شدند. در نهایت، ۳۰ سند استراتژیک، دستورالعمل بالینی بومی‌سازی شده و مقاله مروری جامع انتخاب شدند و محتوای آن‌ها در پنج محور کلیدی زیر مورد تحلیل قرار گرفت:

- پروتکل‌های تزریق خون کامل (ذخیره شده و تازه).
- مدیریت پیش‌بیمارستانی در کدهای آمادگی زمینی و هوایی.
- استراتژی تحولی استفاده از گروه‌های خونی جایگزین (به‌ویژه گروه A) جهت ارزیابی تاب‌آوری سیستم در صورت اتمام ذخایر گروه O [۸، ۹].
- فناوری‌های انجماد و گلیسرول‌زدایی خون در مناطق دورافتاده.
- چارچوب‌های اخلاقی و حقوقی اقدامات نجات‌بخشِ خارج از دستور [۱۳].

گام دوم: چارچوب ارزیابی صلاحیت عملیاتی (مدل شایستگی Benner): با توجه به پیچیدگی و حساسیت بالای تزریق خون در صحنه عملیات، از مدل شایستگی پاتریشیا بنر (Benner's Hierarchy) برای تطبیق دستورالعمل‌ها با سطوح مهارتی کادر بهداشت و درمان استفاده شد. این مدل امکان تفکیک وظایف عملیاتی را بر اساس تجربه و قدرت تصمیم‌گیری نیروها فراهم می‌سازد (جدول ۲). این رویکرد تضمین می‌کند که اجرای پروتکل‌های حساس متناسب با سطح تخصص کادر حاضر در صحنه باشد [۱۲].

جدول ۲) انطباق وظایف مدیریت خون در طب بحران جنگی بر اساس سطوح شایستگی Benner

سطح شایستگی	ویژگی‌های عملکردی در عملیات	مصادیق اجرایی در پروتکل انتقال خون
مبتدی	اتکا به قوانین سفت و سخت؛ فاقد تجربه در ترومای جنگی	آماده‌سازی ست تزریق و پایش علائم حیاتی تحت نظارت مستقیم
مبتدی پیشرفته	تشخیص نشانه‌های تکرارشونده؛ نیاز به چک‌لیست	اجرای پروتکل کلسیم‌درمانی و پایش دمای خون حین انتقال مصدوم
ذی‌صلاح	توانایی برنامه‌ریزی و مدیریت همزمان چندین مصدوم	اولویت‌بندی و مدیریت بانک اطلاعاتی اهداکنندگان پیش‌غربالگری شده یگان
ماهر	درک کل‌نگر؛ پیش‌بینی پیچیدگی‌های احتمالی	مدیریت واکنش‌های حاد همولیتیک و سوئیچ به خون A بر پایه پاسخ بالینی
متخصص	تصمیم‌گیری غریزی و سریع در شرایط ابهام و بحران	فعال‌سازی WBB، مدیریت فرآورده‌های بدون غربالگری اضطراری و اقدامات Off-label

در این راستا، اقداماتی نظیر فعال‌سازی بانک خون سیار (WBB)، نظارت بر پایگاه داده اهداکنندگان یا سوئیچ کردن از خون O به A، منحصراً در حیطه صلاحیت سطوح «ذی‌صلاح»، «ماهر» و «متخصص» تعریف گردید.

گام سوم: ارزیابی زیرساختی و آمادگی عملیاتی (مدل DOTMLPF-P): برای تضمین «قابلیت اجرای میدانی»، دستورالعمل‌های استخراج‌شده از منظر مدل تحلیل توانمندی‌های نظامی و انتظامی (DOTMLPF-P) مورد واکاوی قرار گرفتند. این تحلیل شامل بررسی انطباق پروتکل‌ها با مؤلفه‌های زیر بود:

- **دکترین و سازماندهی:** تبیین دقیق جایگاه و وظایف افسر ایمنی خون در بیمارستان‌های صحرایی و پست‌های امداد.
- **آموزش و تجهیزات:**ساختاردهی به نیازهای آموزشی یگان‌ها، الزام به‌کارگیری کیت‌های تعیین گروه خونی سریع و دستگاه‌های گرم‌کننده خون با شماره سریال‌های آمادی اختصاصی.
- **ارزیابی آمادگی پرسنل:** بررسی فرآیند پایش سلامت و غربالگری ویروسی دوره‌ای و شش‌ماهه نیروها به عنوان پیش‌نیاز حیاتی تشکیل بانک خون سیار [۱۱].
- **زیرساخت و سیاست‌گذاری:** لزوم سطح‌بندی مراکز درمانی و تعیین سطوح بیمارستانی مجاز برای تزریق خون گروه A [۹، ۱۴].

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e17

گام چهارم: تحلیل لجستیک، الزامات آمادی و ملاحظات اخلاقی: در این گام، پیش‌نیازهای فنی برای اجرای هر پروتکل (مانند دستگاه‌های اتوماتیک ACP-215 برای شستشو و گلیسرول‌زدایی خون منجمد و دستگاه‌های سیار Blood Warmers برای فاز پیش‌بیمارستانی) با کدهای آمادی و شماره سریال‌های اختصاصی تطبیق داده شد تا پایداری زنجیره سرما و قابلیت اجرای میدانی این راهنماها تضمین گردد [۸].

از منظر ملاحظات اخلاقی و سنتز نهایی، با توجه به ماهیت حاد و حیاتی اقدامات در مدیریت بحران‌های نظامی، معیارهای تصمیم‌گیری بالینی بر اساس تحلیل سود به ضرر (Benefit-to-Risk Ratio) در شرایط بحران تدوین شد. در نهایت، یافته‌های حاصل از تحلیل اسناد در قالب یک «الگوریتم تصمیم‌گیری عملیاتی و چارچوب حمایت حقوقی از پزشکان در شرایط اضطراری» سنتز گردید [۱۳].

یافته‌ها

ارزیابی عمیق متون و اسناد استراتژیک، داده‌های این پژوهش را در شش محور کلیدی سامان داد؛ محورهایی که شالوده نقشه راه مدیریت خون در یگان‌های عملیاتی را شکل می‌دهند.

اولویت‌بندی محصولات خونی در الگوی احیا: بررسی راهنماهای بالینی و تجربیات میدانی، حاکی از یک چرخش بنیادی از اجزای تفکیک‌شده خون به سمت «خون کامل» به عنوان گزینه نخست در مهار شوک هموراژیک است. ارزیابی‌های عملیاتی نشان می‌دهد که کارایی زیستی و بازده هموستاتیک خون کامل در ساعت طلایی تروما، قابل مقایسه با ترکیب اجزای مجزا نیست. ویژگی‌های کاربردی و محدودیت‌های آمادی هر فرآورده در جدول ۳ خلاصه‌شده است.

جدول ۳) مشخصات فنی، لجستیک و بالینی محصولات خونی در طب بحران جنگی ایران

نوع فرآورده	پایداری لجستیک و آمادی	کارآمدی هموستاتیک	جایگاه عملیاتی در رده‌های طب رزم
خون کامل ذخیره‌شده	متوسط (۲۱ تا ۳۵ روز در زنجیره سرما)	بالا (طی ۱۴ روز نخست نگهداری)	فرآورده پایه در پست‌های امداد و بیمارستان‌های صحرایی
خون کامل تازه	بسیار محدود (مصرف بلافاصله تا زیر ۲۴ ساعت)	حداکثری (حفظ کامل فعالیت پلاکت‌ها)	گزینه حیاتی در شرایط محاصره، قطع پشتیبانی یا تلفات انبوه
گلبول قرمز منجمد	بسیار بالا (پایداری تا ۱۰ سال)	متوسط (نیازمند فرآیند زمان‌بر گلیسرول‌زدایی)	ذخیره استراتژیک برای پایگاه‌های دورافتاده، شناورهای رزمی و بحران‌های طولانی

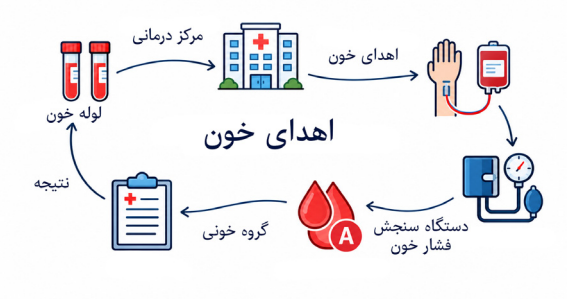
راهبرد تخصیص گروه‌های خونی در شرایط تلفات انبوه: ارزیابی شواهد مندرج در متون، حاکی از یک چرخش تاکتیکی در مدیریت ذخایر خونی جهت حفظ تاب‌آوری عملیاتی یگان‌هاست. بر پایه الزامات بومی تدوین‌شده، الگوی توزیع گروه‌های خونی بر دو اصل استوار است:

خون کامل گروه O با تیتر پایین (LTOWB): این فرآورده به عنوان «دهنده عمومی» در نقطه آسیب و نقاط صفر مرزی، انتخاب نخست برای مصدومانی است که هویت و گروه خونی آنان نامشخص بوده و فوریت بالینی اجازه تعیین گروه را نمی‌دهد [۸].

تزریق هم‌گروه خون کامل A: بر اساس داده‌های اپیدمیولوژیک انتقال خون کشور، گروه خونی A حدود ۳۸ تا ۴۰ درصد از جمعیت ایران را تشکیل می‌دهد [۹]. تزریق هم‌گروه خون کامل A به مجروحان مربوطه در مراکز سطح ۳، از طریق عدم مصرف بی‌رویه ذخایر نایاب O و انطباق با الگوی فراوانی جمعیت، توان عملیاتی و تاب‌آوری لجستیک سیستم درمانی را در حوادث پرتلفات تا ۴۰٪ ارتقا می‌دهد [۹].

ایمنی ترانسفوزیون و الزام به تشکیل «پایگاه داده سلامت پیش‌دستانه»: ارزیابی شاخص‌های ایمنی در تزریق‌های اضطراری مبرهن می‌سازد که کارآمدی میدانی «بانک خون سیار یگانی»، ارتباط مستقیمی با ایجاد و به‌روزرسانی «پایگاه داده سلامت پیش‌دستانه» در نیروها دارد. در دکترین طب رزم، آمادگی زیرساختی بانک خون زنده بر دو پایه موازی و متوازن استوار است: تعیین دقیق و ثبت پیشاپیش گروه خونی پرسنل (مفهوم ۵۰٪ از چرخه آمادگی فنی) و ۲) غربالگری دوره‌ای و ۶ ماهه مارکرهای ویروسی شایع در زمان صلح (۵۰٪ مابقی چرخه ایمنی بیولوژیک) [۱۰، ۱۳].

تحقق این الزامات پیش‌دستانه، علاوه بر کاهش چشمگیر زمان پاسخ‌دهی (Response Time) در بحران‌های بالینی (شکل ۲)، ایمنی بیولوژیک تزریق را در سناریوهای پیچیده عملیاتی - نظیر محاصره‌های تاکتیکی و تک‌های ناگهانی - تا سطح استانداردهای سخت‌گیرانه مراکز انتقال خون شهری تضمین می‌نماید [۱۱].



شکل ۲) الگوی عملیاتی تشکیل مخزن اهداکنندگان ایمن

پروتکل‌های مداخله پیش‌بیمارستانی و مدیریت انتقال: مرور شیوه‌نامه‌های فوریت‌های طب رزم، شاخص‌های بالینی مشخصی را برای شروع مداخلات حیاتی در «ساعت طلایی» تروما مشخص می‌کند. اجرای فرآیند احیا و تزریق فرآورده در مرحله پیش‌بیمارستانی بر چهار محور کلیدی استوار است که الزامات آن در جدول ۴ خلاصه شده است.

تطبیق سطح مداخلات با الگوی شایستگی بنر (Benner) در طب انتظامی: ارزیابی سطح مهارت کادر درمان نشان می‌دهد که اجرای کامل چرخه مدیریت خون در صحنه نبرد، قابلیتی چندوجهی و کاملاً وابسته به تجربه بالینی افراد است. بر مبنای داده‌های استخراج‌شده، اتخاذ تصمیمات حساس

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e17

و پرریسک خارج از دستورالعمل‌های روزمره (Off-label) - نظیر خون‌گیری مستقیم و تزریق خون کامل تازه بدون طی کامل فرآیندهای رایج غربالگری، یا به‌کارگیری محصولات منجمد در شرایط بحرانی - صرفاً در حیطه صلاحیت بالینی نیروهای مستقر در سطوح «ماهر» و «متخصص» تعریف می‌شود [۵].

چارچوب‌های اخلاقی و صیانت حقوقی از کادر درمان: چرخه تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی رزم همواره با چالش‌های اخلاقی و مسئولیت‌های حقوقی گره خورده است. مرور اسناد بالینی و بالادستی، سه الزام کلیدی را برای پوشش قانونی کادر درمان در مواجهه با تبعات مداخلات اضطراری تبیین می‌کند:

- در فوریت‌های بالینی حاد، تقدم نجات جان مجروح بر اجرای تکالیف روتین و پروتکل‌های معمول تزریق به عنوان اصل حاکم و ترجیحی به رسمیت شناخته می‌شود [۱۳].
- ثبت دقیق مشخصات فرآورده، زمان‌بندی تزریق و سیر تغییرات بالینی بیمار در حین احیا، مهم‌ترین و مستندترین ابزار دفاعی کادر درمان در مراجع قضایی و انتظامی به شمار می‌رود.
- متعاقب پایدار شدن شرایط بالینی مجروح، تیم درمان موظف است علل تمسک به روش‌های غیرمعمول یا پروتکل‌های اضطراری را به روشنی به وی یا اولیای قانونی او منعکس کند [۱۴].

جدول ۴) شاخص‌های عملیاتی و مداخلات کلیدی در انتقال خون پیش‌بیمارستانی

شاخص عملیاتی	معیار بالینی / اقدام ترجیحی	هدف درمانی و پیامد بالینی
معیار آغاز تزریق	فشار خون سیستولیک کمتر از یا ضربان قلب بیش از (نشانه‌های شوک)	جبران سریع پرفیوژن بافتی و پیشگیری از کلاپس عروقی
اصلاح اختلالات الکترولیتی	تجویز ۱ گرم کلسیم (کلراید یا گلوکونات) هم‌زمان با نخستین واحد فرآورده	مهار هیپوکلسمی ناشی از سمیت سیترات و حفظ انقباض‌پذیری میوکارد [۱۱]
مدیریت دمایی مجروح	به‌کارگیری تجهیزات گرم‌کننده پرتابل و پوشش‌های محافظ حرارتی	شکستن زنجیره «تریاد مرگبار تروما» (اسیدوز، هیپوترمی و اختلال انعقادی)
پروتکل ایمنی و انطباق	اجرای الزام‌آور کنترل دو کاربره در صحنه	پیشگیری از خطاهای انسانی در هویت‌سنجی و تزریق اشتباه

بحث

ارزیابی و تطبیق راهبردهای بومی‌سازی‌شده در این پژوهش، از یک چرخش بنیادی در دکترین طب انتظامی کشور خبر می‌دهد؛ گذاری حیاتی از الگوی سنتی بیمارستان‌محور به سمت «احیای هموستاتیک پیش‌بیمارستانی و زودهنگام». این تغییر جهت‌گیری، نه یک تصمیم صوری، بلکه الزامی اجتناب‌ناپذیر در پاسخ به الگوی تروماهای پیچیده، آسیب‌های نافذ رزمی و حوادث پرتلفات در جغرافیای عملیاتی خشن و مناطق مرزی به شمار می‌رود.

تبیین فیزیولوژیک احیا و برتری هودینامیک خون کامل: بررسی مکانیسم‌های بالینی، هم‌راستا با گزارش‌ها و اسناد معتبر بین‌المللی [۳، ۸]، غلبه فیزیولوژیک خون کامل را بر درمان‌های جایگزین به اثبات می‌رساند. حفظ نسبت طبیعی و ۱:۱:۱ گلبول قرمز، پلاسما و پلاکت در خون کامل، دقیقاً همان عنصری است که از مهار و کنترل کوآگولوپاتی زودرس ناشی از تروما پشتیبانی می‌کند. در مقابل، پروتکل‌های قدیمی مبتنی بر تزریق اجزای تفکیک‌شده یا مایعات کریستالوئیدی، با ایجاد «رقت خونی (Hemodilution)» و اختلال در تعادل هموستاتیک، آسیب‌های انعقادی را فاصله‌دارتر و عمیق‌تر می‌سازند [۴].

در چیدمان بومی طب رزم کشور، چالش اصلی در به‌کارگیری خون کامل تازه، ایجاد نقطه تعادل میان سرعت مداخله حیات‌بخش و الزامات ایمنی بیولوژیک است. با این حال، شواهد میدانی و تجربیات بالینی نشان می‌دهند زمانی که مجروح در آستانه کلاپس عروقی و مرگ ناشی از شوک هموراژیک قرار دارد، اولویت درمانی خون کامل تازه و اثر نجات‌بخش آن به طور کامل بر ریسک‌های احتمالی انتقال عفونت چربش دارد [۹].

تاب‌آوری زنجیره تامین و الگوی مدیریت هوشمند گروه‌های خونی: تأمین پایدار فرآورده‌های خونی در شرایط بحران، بیش از آنکه یک مسئله محض بالینی باشد، چالش منطقی در حوزه آماد و پشتیبانی رزمی است. یکی از راهکارهای کلیدی در شیوه‌نامه‌های بومی، مجاز شمردن تزریق خون کامل گروه A به مجروحان هم‌گروه در بیمارستان‌های صحرایی و مراکز درمانی سطح ۳ است [۱۱]. با در نظر گرفتن اطلس توزیع گروه‌های خونی در جمعیت ایران [۱۳]، اتکای انحصاری به ذخایر گروه O در حوادث پرتلفات، ناگزیر به تهی شدن سریع ذخایر استراتژیک و کلاپس زنجیره تأمین می‌انجامد. از این رو، به‌کارگیری ضابطه‌مند گروه خونی A نه یک مداخله درمانی ساده، بلکه مانوری آمادی جهت حفظ توان پشتیبانی بهداری در درگیری‌های فرسایشی به شمار می‌رود.

با این وجود، اسناد بومی بر یک خط قرمز عملیاتی دست می‌گذارند: **منع مطلق و بی‌قیدوشرط استناد به پلاک هویت، مدارک شناسایی یا خوداظهاری رزمنده برای تعیین گروه خونی.** خطاهای ثبت اداری در کارت‌ها و پلاک‌های هویت، مخاطره بروز واکنش‌های حاد همولیتیک و مرگ ناشی از ناسازگاری ABO را به شدت بالا می‌برد [۱۴]. بنابراین، تعیین گروه خونی برای تزریق‌های اختصاصی، منحصراً مستلزم ارزیابی سریع آزمایشگاهی در صحنه یا انطباق با داده‌های ثبت‌شده در پرونده سلامت الکترونیک پرسنل است.

مداخله پیش‌بیمارستانی: کانون حیاتی احیا. احیای خون‌رسانی و اجرای پروتکل تزریق در فاز پیش‌بیمارستانی (اعم از ناوگان آمبولانس‌های زمینی و بالگردهای امداد هوایی)، در واقع ستون فقرات دکترین نوین مدیریت خون است. تحلیل‌ها و مشاهدات بالینی به وضوح نشان می‌دهند که آغاز تزریق فرآورده‌های خونی باید در همان «۲۰ دقیقه طلایی» نخست پس از تروما صورت پذیرد. هرگونه تعلل در جبران حجم خون از دست رفته، مجروح را به سرعت وارد چرخه برگشت‌ناپذیر «تریاد مرگبار تروما» - شامل اسیدوز متابولیک، افت شدید دمای مرکزی (هیپوترمی) و نارسایی انعقادی (کوآگولوپاتی) - خواهد کرد [۱۰].

برای مسدود کردن این چرخه معیوب، مداخلات جانبی در پروتکل‌های بومی گنجانده شده‌اند. از آنجا که سیترات

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e17

موجود در کیسه‌های خون موجب اتصال به کلسیم سرم و افت ناگهانی آن می‌شود، تجویز زودهنگام کلسیم (به منظور پیشگیری از هیپوکلسمی ناشی از ترانسفوزیون) و همچنین استفاده اجباری از وارمرها (تجهیزات گرم‌کننده پرتابل خون) جهت تثبیت دمایی بیمار، الزاماتی غیرقابل‌چشم‌پوشی هستند که شیوه‌نامه‌های داخلی تأکید ویژه‌ای بر آن‌ها دارند [۱۱].

شایستگی بالینی نیروها و ملزومات پدافند غیرعامل: انطباق تحلیل‌های این پژوهش با چارچوب شایستگی بنر مبرهن می‌سازد که اتخاذ تصمیمات حیاتی در حوزه مدیریت خون در صحنه نبرد، قابلیتی به‌شدت متکی بر تجارب میدانی و بینش بالینی عمیق است [۵]. تفکیک هوشمندانه وظایف بر مبنای تسلط حرفه‌ای کادر درمان، مانع از بروز خطاهای جبران‌ناپذیر در شرایط پرتحرک و آکنده از استرس نبرد (مانند مواجهه با تلفات انبوه) می‌شود.

از سوی دیگر، بومی‌سازی و توسعه فناوری ذخیره‌سازی گلبول‌های قرمز منجمد در پاسگاه‌های مرزی و جزایر حساس خلیج فارس، می‌تواند نمونه‌ای عینی از راهبرد پدافند غیرعامل در بهداری رزمی به شمار رود. قابلیت نگهداری ۱۰ ساله این فرآورده‌ها، پایداری حیاتی و استقلال درمانی یگان‌های انتظامی و عملیاتی را در سناریوهای بحرانی ــ نظیر مسدود شدن شریان‌های مواصلاتی، قطع پشتیبانی آمادی یا محاصره طولانی‌مدت تاکتیکی ــ تضمین می‌نماید [۷، ۱۴].

تثبیت استقلال درمانی با توسعه «مخازن زنده خون»: عنصر مکمل و تثبیت‌کننده این خودمختاری عملیاتی، پیاده‌سازی الگوی «مخازن زنده خون (Live Blood Reserves)» در قالب ساختار بانک خون سیار است. تطبیق مقتضیات طب رزم با الزامات محیط‌های شهری نشان می‌دهد که بر خلاف پروتکل‌های متداول بیمارستانی، اجرای الزام‌آور و منظم غربالگری ۶ ماهه مارکرهای ویروسی (شامل HIV، HBV و HCV) برای کلیه پرسنل درگیر در زمان صلح و فاز پیش از استقرار، یک پیش‌شرط غیرقابل‌تغییر به شمار می‌رود [۹].

اتخاذ این تدبیر پیش‌دستانه، علاوه بر انقباض زمان واکنش تیم‌های احیا در حوادث پرتلفات، بن‌بست‌ها و تردیدهای اخلاقی-حقوقی کادر درمان را در مواجهه با خطرات تزریق‌های اضطراری به حداقل ممکن کاهش می‌دهد.

اخلاق پزشکی در شرایط بن‌بست بالینی و تنگناهای حقوقی: رویکرد حقوقی و موازین اخلاقی حاکم بر به‌کارگیری فرآورده‌های خونی خارج از دستورالعمل، پیچیده‌ترین و حساس‌ترین لایه تصمیم‌گیری در طب انتظامی و رزم محسوب می‌شود. خوانش تحلیلی شواهد در چارچوب حقوق پزشکی نظام سلامت کشور آشکار می‌سازد که «اصل ضرورت نجات حیات» و «اتکا به قضاوت بالینی پزشک معالج» در مواجهه با شرایط بن‌بست، بر الزامات و پروتکل‌های صلب و روتین اداری تقدم دارد.

با این وجود، صیانت حقوقی و مصونیت کادر درمان در محاکم قضایی و نظامی، تماماً منوط به ثبت لحظه‌به‌لحظه فرآیندهای درمانی، مستندسازی شفاف علل انحراف از شیوه‌نامه‌های رایج و پایش مداوم شاخص‌های کیفی حین احیا به عنوان مستندات قانونی پرونده است [۱۲].

محدودیت‌های پژوهش: اگرچه این مرور توانسته است چارچوبی جامع برای راهبردهای مدیریت خون در طب انتظامی ارائه دهد، اما تعمیم‌پذیری و اجرای عملیاتی یافته‌های آن با چالش‌ها و محدودیت‌های زیر مواجه است:

محدودیت در داده‌های بالینی میدانی و بومی: غالب دستورالعمل‌های بررسی‌شده در این پژوهش متکی بر تجربیات بین‌المللی و انطباق اسناد استراتژیک (نظیر دستورالعمل‌های راهنمای تاکتیکی مراقبت از مجروحان در میدان نبرد (TCCC)) هستند. فقدان کارآزمایی‌های بالینی بومی و مستندات ثبت‌شده در صحنه درگیری‌های داخلی، احتیاط در تعمیم و اجرای برخی پروتکل‌ها را ایجاب می‌کند [۱۴].

ناهمگونی در زیرساخت‌های آمادی نقاط صفر مرزی: عملیاتی‌سازی کامل فرآیندهای پیچیده‌ای مانند گلیسرول‌زدایی از گلبول‌های قرمز منجمد یا پایش مداوم زنجیره سرما برای خون کامل در پاسگاه‌ها و گلوگاه‌های دورافتاده، نیازمند تجهیزاتی است که در حال حاضر توزیع یکنواختی در تمامی رده‌های پشتیبانی ندارند [۹، ۱۵].

خلاءهای صیانتی و ابهامات حقوقی کادر درمان: با وجود تبیین ضرورت مداخلات «خارج از دستورالعمل» در بن‌بست‌های بالینی، رویه حاکم بر محاکم قضایی و انتظامی در صورت بروز عوارض ناخواسته یا مرگ مجروح همچنان شفاف نیست؛ امری که می‌تواند به محافظه‌کاری ناخواسته کادر درمان در لحظات سرنوشت‌ساز احیا بیانجامد [۹].

نتیجه‌گیری

انطباق و بومی‌سازی شیوه‌نامه‌های مدیریت خون، فراتر از یک الزام بالینی، رکنی استراتژیک از پدافند غیرعامل در ساختار دفاعی و امنیتی کشور محسوب می‌شود. هم‌افزایی میان به‌کارگیری فناوری‌های نوظهور (نظیر فرآوری و ذخیره‌سازی خون منجمد) و ارتقای شایستگی‌های بالینی کادر درمان، کلید اصلی پیشگیری از مرگ‌های قابل اجتناب و ارتقای شاخص بقا در تروماهای وسیع ناشی از رزم است.

در راستای کاربردی‌سازی و تثبیت این دکترین در صحنه عملیات، پیشنهاد نهایی این پژوهش تدوین چک‌لیست‌ها و الگوریتم‌های اجرایی استخراج‌شده در قالب «دستورالعمل جیبی بهداری رزمی» است جهت بهره‌برداری سریع در شرایط بحران، در اختیار تمامی رده‌های عملیاتی و نیروهای امدادی خطوط مقدم قرار گیرد.

کاربرد ویژه در عملیات‌های تکاوری و مواضع مرزی

در دکترین طب رزم و انتظامی، مهار خونریزی در «نقطه آسیب» برای تیم‌های تکاوری و یگان‌های مرزبانی که فواصل زمانی معتنابهی با مراکز درمانی سطح ۳ دارند، شریان حیاتی حفظ توان عملیاتی است. ارزیابی شواهد نشان می‌دهد در نبردهای مرزی و نقاط دورافتاده که سناریوهایی نظیر قطع مسیرهای تخلیه پزشکی و تأخیر در زنجیره امداد بسیار محتمل است، اتکا به «بانک خون سیار یگانی» راهکاری غیرقابل‌جایگزین برای مهار

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

شوک هموراژیک به شمار می‌رود [۹].

در این موقعیت‌های پرفشار، پیاده‌سازی الگوی شایستگی بنر در آموزش کادر درمان و رزمی‌یاران حیاتی است؛ زیرا آنان باید بتوانند در شرایط بحران، موازنه درستی میان «شروع فوری احیای هموستاتیک با فرآورده‌های موجود» و «الزام به تخلیه سریع مجروح» ایجاد کنند. چنین رویکردی، جایگاه بهداری رزمی را از یک ساختار منفعل پشتیبانی، به بال توانمندسازی و ارتقای روحیه تکاوران در خطوط مقدم ارتقا می‌دهد [۱۶].

تشکر و قدردانی: نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاران محترم بخش اورژانس، بیهوشی و جراحی بیمارستان تخت جمشید کرج که در فرآیند دسترسی به اسناد و تسهیل انجام این پژوهش همکاری نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را ابراز نمایند.

نقش نویسندگان: طراحی مطالعه و ارائه ایده: حامد اقدم؛ جمع‌آوری داده‌ها و جستجوی اسناد: حامد اقدم، سعید هاشمی اصلانی و مسعود مهاجر؛ تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و انطباق با الگوریتم‌های بالینی: حامد اقدم، سعید هاشمی اصلانی و ناهید اوجاقزاده خلیل‌آباد؛ نگارش نسخه اولیه، بازنگری انتقادی، ویرایش و تأیید نهایی: حامد اقدم، سعید هاشمی اصلانی، مسعود مهاجر و ناهید اوجاقزاده خلیل‌آباد. تمامی نویسندگان مسئولیت دقت، صحت و اصالت محتوای علمی مندرج در مطالعه را می‌پذیرند.

بیانیه شفاف‌سازی استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی: نویسندگان تصریح می‌نمایند که در نگارش و بازنگری این مقاله، از دستیار هوش مصنوعی (Google Gemini) صرفاً به منظور ویرایش زبانی، بهینه‌سازی ساختار جملات و ارتقای روانی متن استفاده شده است. تمامی فرآیندهای تحلیل داده‌ها، گردآوری منابع، استنتاج‌های بالینی و مسئولیت کامل صحت علمی محتوای ارائه شده منحصراً بر عهده نویسندگان مقاله است.

تعارض منافع: بدین‌وسیله نویسندگان مقاله تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در قبال مطالعه حاضر وجو ندارد.

حمایت مالی: پژوهش حاضر هیچ‌گونه حمایت مالی نداشته است.

REFERENCES

1. Holcomb JB. Optimal use of blood products in extremely injured trauma patients. Hematology Am Soc Hematol Educ Program. 2010;2010(1):466-9. https://dx.doi.org/10.1182/asheducation-2010.1.465
2. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, et al. Death on the battlefield (2001-2011): implications for the future of combat casualty care. J Trauma Acute Care Surg. 2012;73(6 Suppl 5):S431-7. https://doi.org/10.1097/ta.0b013e3182755dcc
3. Spinella PC. Warm fresh whole blood is independently associated with improved survival for patients with combat-related traumatic injuries. J Trauma. 2009;66(4 Suppl):S69-76. https://doi.org/10.1097/ta.0b013e31819d85fb
4. Moore EE, Moore HB, Kornblith LZ, et al. Trauma-induced coagulopathy. Nat Rev Dis Primers. 2021;7(1):30. https://doi.org/10.1038/s41572-021-00264-3
5. Benner P. From novice to expert. Am J Nurs. 1982;82(3):402-7.
6. Cap AP, Beckett A, Benov A, et al. Whole Blood Transfusion. Mil Med. 2018;183(suppl_2):44-51. https://doi.org/10.1093/milmed/usy120
7. Naseri MH, Asgari A. Combat medicine in modern wars; Approaches and challenges. J Mil Med. 2010;12(3):115-122. [Persian]
8. Strandenes G, Berseus O, Cap AP, et al. Low titer group O whole blood in emergency out-of-hospital functioning. Shock. 2014;41(Suppl 1):25-30. https://doi.org/10.1097/shk.0000000000000150
9. Pourfathollah AA, et al. Prevalence of ABO and Rh blood groups in Iranian population. Blood Res J. 2004;1(2):35-42. [Persian]
10. Fisher AD, et al. Low Titer Group O Whole Blood Resuscitation: Military Experience from the Golden Hour Offset Container. J Spec Oper Med. 2017;17(4):102-105. https://doi.org/10.1097/ta.0000000000002863
11. Jenkins DH, Rappold JF, Badloe JF, Berséus O, Blackbourne CL, Brohi KH, Butler FK, Cap LA, Cohen MJ, Davenport R, DePasquale M. Trauma hemostasis and oxygenation research position paper on remote damage control resuscitation: definitions, current practice, and knowledge gaps. Shock. 2014 May 1;41:3-12. https://doi.org/10.1097/shk.0000000000000140
12. Deputy of Curative Affairs. Comprehensive guidelines for blood management in disasters. Tehran: Ministry of Health and Medical Education; 2020. [Persian]
13. Deaton TG, Drew B, Montgomery HR, Butler Jr FK. Tactical combat casualty care (TCCC) guidelines: 25 January 2024. Journal of special operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals. 2024 Mar 1;24(1):100-8. https://doi.org/10.55460/qt3b-xk5b
14. Drew B, Montgomery HR, Butler Jr FK. Tactical Combat Casualty Care (TCCC) Guidelines for Medical Personnel: 05 November 2020. Journal of Special Operations Medicine: A Peer Reviewed Journal for SOF Medical Professionals. 2020 Jan 1;20(4):144-51. https://doi.org/10.55460/rbra-wmwv
15. Ibrahim W, Meza Monge K, Menzel J, Morales Ojeda L, Dalton M, Fuenmayor Lozada DA, Vidal-Gallardo A, Fonseca Niño AM, Aragón Conrado LE, Cripps MW, Idrovo JP. Whole-blood vs component therapy in adult trauma: an updated systematic review and meta-analysis. JAMA surgery. 2026 May;161(5):497-506. https://doi.org/10.1001/jamasurg.2026.0197
16. Spinella PC, Pidcoke HF, Strandenes G, Hervig T, Fisher A, Jenkins D, Yazer M, Stubbs J, Murdock A, Sailliol A, Ness PM. Whole blood for hemostatic resuscitation of major bleeding. Transfusion. 2016 Apr;56:S190-202. https://doi.org/10.1111/trf.13491

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e17

[Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-17]