Commentaire

Médecine et guerre hybride

A. JARRASSIER[(1)], M. DAVID[(2)], Y. LE VAILLANT[(3)], P. MAHÉ[(4)], F. JOSSE[(5)], P. PASQUIER[(6)]

(1) Hôpital d'Instruction des Armées Bégin, Service d'Anesthésie-Réanimation, Saint-Mandé
(2) Allied Special Operations Forces Medical Command, Mons, Belgique
(3) Direction Centrale du Service de Santé des Armées, Division des Opérations, Bureau des Relations Médicales Internationales, Arcueil
(4) Direction Centrale du Service de Santé des Armées, Affaires Internationales, Arcueil
(5) Centre Médical des Forces Armées, Médecine d'Urgence et de Réanimation, Ulm, Allemagne
(6) Académie de Santé des Armées, Écoles Militaires de Santé de Lyon-Bron,/ École du Val-de-Grâce, Paris / Hôpital d'Instruction des Armées Percy, Service d'Anesthésie-Réanimation, Clamart

Auteur correspondant : jarrassieraudrey@gmail.com

Open access DOI
10.17184/eac.9848

Reçu
le 31 mars 2025

Accepté
le 14 octobre 2025

Publié
le 5 décembre 2025

Conflit d'intérêt
Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt.

Résumé :
Les perspectives de guerres hybrides redéfinissent les conditions d'exercice de la médecine du combat. La guerre hybride perturbe les évacuations médicales conventionnelles et peut nécessiter de réaliser des prises en charge prolongées des blessés sur le terrain, avec des ressources limitées.
Face à l'allongement des délais d'évacuation médicale et face à la complexité des environnements de la guerre hybride, le Service de santé des armées a adapté les réponses médico-chirurgicales de damage control de réanimation et chirurgical. Ces adaptations visent à maintenir et stabiliser les fonctions vitales des blessés au combat jusqu'à la chirurgie définitive, tout en prenant en compte des délais prolongés de prise en charge et des ruptures logistiques.
Le renseignement médical, le *Global Health Engagement* et la diplomatie médicale constituent des réponses médicales stratégiques à la guerre hybride. Elles renforcent l'influence géopolitique, développent la confiance des forces armées partenaires et visent à intégrer les capacités médicales dans un cadre élargi d'objectifs militaires et diplomatiques.
Les évolutions futures, incluant les évacuations autonomes des blessés et la prise de décision guidée par l'intelligence artificielle, adapteront davantage la médecine du combat à des environnements dégradés et imprévisibles.

Mots-clés : Guerre hybride. Médecine du combat. *Damage control*. Soins prolongés aux blessés. Médecine d'armée.

Abstract:
MEDICINE AND HYBRID WARFARE
Hybrid warfare is redefining the conditions under which combat medicine is conducted. Hybrid warfare disrupts conventional medical evacuations which may require prolonged casualty care in the field, with limited resources. Indeed, medical evacuation takes longer in more complex environments.
Consequently, the French military medical service has adapted their medical and surgical techniques to manage damage control resuscitation and surgery. These changes aim to maintain and stabilize the vital functions of combat casualties until definitive surgery, while taking into account prolonged casualty care delays and logistical disruptions.
Medical intelligence, Global Health Engagement, and medical diplomacy are strategic medical responses to hybrid warfare. They strengthen geopolitical influence, build trust among friendly armed forces, and aim to integrate medical capabilities into a broader framework of military and diplomatic objectives.
Future developments, including autonomous evacuation of combat casualties and artificial intelligence-guided decision-making, will further adapt combat medicine to degraded and unpredictable environments.

Keywords: Hybrid warfare. Combat medicine.
Damage control. Prolonged casualty care. Military medicine.

Introduction

La guerre hybride fait référence à un mode de conflit combinant simultanément des moyens militaires avec des opérations conventionnelles et non conventionnelles (insurrectionnelles, cyber et informationnelles, voire le recours à des forces irrégulières), et des moyens non militaires (diplomatie, pression économique) dans le but d'exploiter tous les leviers pour affaiblir l'adversaire sans déclencher un affrontement total.
Elle vise à coordonner et superposer les différentes formes d'engagement pour créer un effet de synergie stratégique difficile à contrer par des réponses purement militaires (figure 1, d'après Hrnčiar) (1,2).

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

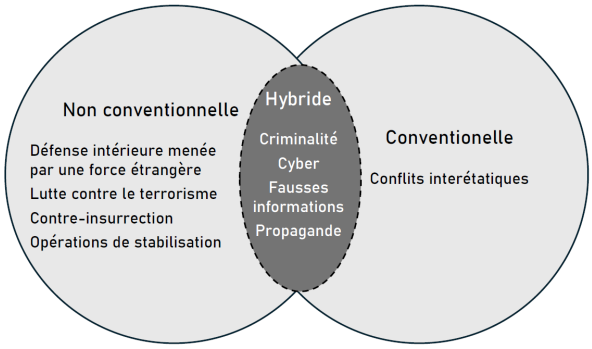


Fig. 1 : Contraste dans les dimensions des différentes guerres

La guerre hybride perturbe les chaînes logistiques, et pose des défis médicaux importants (3,4). Parmi ces défis médicaux, la chaîne de prise en charge des blessés est perturbée à tous les niveaux : communication, régulation et évacuations médicales. Les protocoles classiques de sauvetage au combat ont été conçus pour des conflits structurés, avec des évacuations médicales rapides après la survenue de la blessure. Des conflits récents, tels que ceux de la région sahélo-saharienne ou en Ukraine, illustrent chacun à leur façon la manière dont les chaînes d'évacuation médicale peuvent être bouleversées (5). Dans la guerre hybride, les unités médicales et chirurgicales opérationnelles peuvent alors être amenées à assurer des soins prolongés aux blessés au combat avant leur évacuation, avec des ressources limitées, des chaînes d'approvisionnement intermittentes et des besoins de réanimation mobiles (6). Encore plus que sur les champs de bataille traditionnels, de tels environnements imposent une grande adaptabilité de la réponse médicale (7,8).

Cet article examine les défis médicaux posés par la guerre hybride, les adaptations nécessaires en matière de prise en charge des blessés de combat et le rôle stratégique de la médecine pour soutenir les opérations militaires dans des conditions dégradées et imprévisibles.

1 Les défis médicaux de la guerre hybride

Les conflits hybrides redéfinissent les conditions d'exercice de la médecine du combat. L'absence de ligne de front clairement délimitée, la dispersion des unités combattantes et l'instabilité permanente du champ de bataille rendent extrêmement difficile le soutien médical des opérations qui y sont menées. La localisation et l'extraction des blessés peuvent être particulièrement complexes. Traditionnellement, les évacuations médicales dans des contextes de guerres sont organisées selon des capacités de prise en charge croissante. Lors des guerres hybrides, les évacuations médicales sont entravées par des interruptions fréquentes, des menaces multiples et la nécessité d'opérer dans des milieux semi-permissifs. Le temps d'accès aux soins chirurgicaux est allongé, et les unités médicales opérationnelles préhospitalières prennent en charge des blessés graves dans des environnements austères, pendant plusieurs heures voire plusieurs jours, avec des moyens réduits (9–11).

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

À cette contrainte temporelle s'ajoute l'émergence de nouvelles menaces : les drones, les armes thermobariques, les agents chimiques, ou encore les cyberattaques.
Ces menaces visent la continuité des systèmes de communication et de logistique médicale. Elles perturbent alors directement la continuité du soutien des unités médicales et chirurgicales opérationnelles (12–14). Leur ciblage systématique et délibéré constitue une rupture majeure avec les paradigmes antérieurs. Les unités médicales et chirurgicales opérationnelles sont contraintes d'adopter une posture de mobilité, de discrétion et d'autonomie accrues (15).

Par ailleurs, dans l'environnement tactique complexe de la guerre hybride, l'autonomie de prise en charge des blessés au combat dans une chaîne de santé exclusivement militaire n'est plus assurée. Les blessés à prendre en charge peuvent ainsi être indistinctement des blessés civils ou militaires. Les unités médicales et chirurgicales opérationnelles qui prennent en charge les blessés peuvent quant à elles être militaires, civiles ou encore mixtes. Cela est particulièrement vrai lorsqu'une guerre hybride se produit sur un théâtre national, où toutes les structures de soins civiles et militaires sont impliquées (16).

Pour faire face à l'ensemble des défis médicaux de la guerre hybride, des stratégies médicales sont proposées.

2 Les réponses médicales tactiques dans la guerre hybride

Face à l'allongement des délais d'évacuation médicale et face à la complexité des environnements de la guerre hybride, le Service de santé des armées (SSA) a adapté les réponses médicochirurgicales de *damage control* (figure 2). Ces adaptations visent à maintenir et stabiliser les fonctions vitales des blessés au combat jusqu'à la chirurgie définitive, tout en prenant en compte des délais prolongés de prise en charge et des ruptures logistiques.

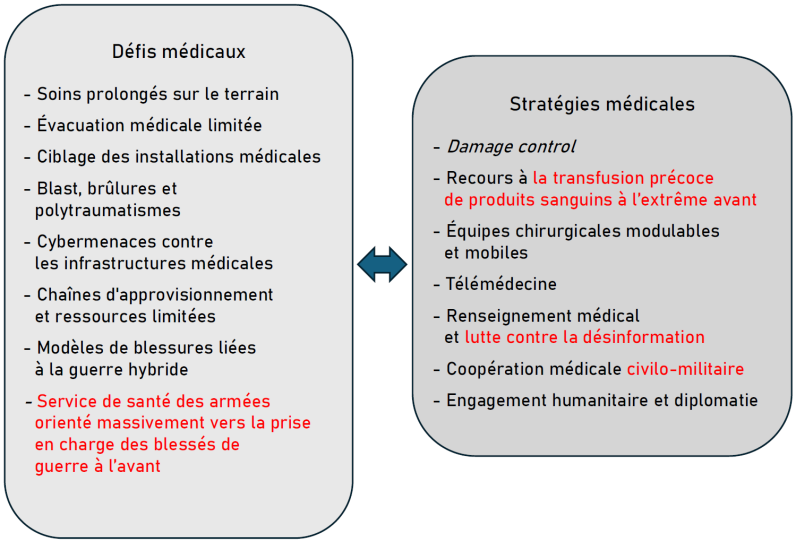


Fig. 2 : Défis et stratégies dans la guerre hybride

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

2.1 Réanimation hémostatique et transfusion de l'avant

Le contrôle précoce de l'hémorragie par l'usage systématique des garrots et des agents hémostatiques demeure l'axe prioritaire (17–19). En revanche, les techniques d'occlusion temporaire telles que le REBOA (*Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta*) ou l'AAJT (*Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet*), encore en évaluation, doivent être considérées avec prudence. Leur efficacité potentielle demeure discutée, et leur utilisation dans un contexte d'évacuation prolongée n'a pas encore démontré de bénéfice certain (20–22).

L'approvisionnement en produits sanguins labiles représente un enjeu critique, mais suppose le maintien strict de la chaîne logistique et de la chaîne du froid, conditions difficiles à garantir dans un contexte de guerre hybride.

En situation d'isolement, et lorsque les produits sanguins labiles ne sont pas disponibles en quantité suffisante, la transfusion de sang total apparaît comme une alternative clinique et logistique optimale. Le recours au sang total « chaud », collecté directement auprès d'une banque de donneurs préidentifiés et mobilisables sur site, permet une transfusion rapide, simple et efficace avec une empreinte logistique acceptable (23). Cependant, cette ressource demeure dépendante de la situation tactique et peut s'avérer limitée en contexte de guerre hybride.
Le Centre de transfusion sanguine des armées (CTSA) a développé le Sang total O déleucocyté sans hémolysine (STOD). Ce produit, de conservation prolongée (21 jours), possède un caractère universel et répond ainsi aux contraintes de disponibilité et de compatibilité en contexte opérationnel (24,25).
Enfin, le plasma lyophilisé, également conçu par le CTSA, constitue une ressource de choix en transfusion de l'avant : stable à température ambiante, rapidement reconstituable, efficace et sûr, il est parfaitement adapté aux conditions austères et aux évacuations retardées (26,27).

L'ensemble de ces stratégies transfusionnelles a permis, au fil des opérations extérieures des armées françaises, de réduire de manière significative la mortalité évitable liée à l'hémorragie massive, qui demeure la première cause de décès évitable sur le champ de bataille (26,27).

2.2 Prise en charge prolongée à l'avant (*Prolonged Casualty Care*)

Le SSA prend progressivement en compte la doctrine du *Prolonged Casualty Care*. Elle a pour objectif de maintenir en vie des blessés graves pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours, dans des environnements dégradés. Cette prise en charge repose sur des procédures adaptées : ventilation et sédation simplifiées, utilisation large de l'anesthésie locorégionale, perfusions et vasopresseurs allégés, monitorage minimaliste, mais pertinent, logistique « sac à dos » avec oxygène et énergie portables (28,29).

L'objectif n'y est pas de se substituer à l'évacuation des blessés, mais de prolonger les chances de survie de ces derniers dans l'attente de sa faisabilité, la plus précoce possible.

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

2.3 Chirurgie de l'avant

Pour délivrer des soins chirurgicaux le plus précocement possible, les unités médicales et chirurgicales opérationnelles doivent accroître leur mobilité, leur modularité et leur discrétion (8). Elles doivent pouvoir adapter leur contenant et surtout leur contenu à toute plateforme d'accueil (tentes, immeubles d'opportunité, caves, parkings souterrains, hôpitaux désaffectés, etc.) et tout vecteur d'évacuation (camions, hélicoptères, avions, bateaux, etc.) et, dans certains contextes tactiques, peuvent même être amenées à s'enterrer pour délivrer des soins chirurgicaux (30).
Face à la menace de la guerre hybride, le SSA a conçu une nouvelle configuration de l'Antenne de réanimation et de chirurgie de sauvetage (ARCS). Elle repose sur l'emploi d'un conteneur métallique innovant, l'Elytron®, offrant une capacité de prise en charge de huit blessés graves et huit blessés légers (figure 3) (31).
Ses atouts résident dans son autonomie logistique (transport de son propre matériel), sa rapidité de déploiement et sa polyvalence : utilisable au sol comme monté sur un porteur polyvalent logistique. Dans cette configuration, des pieds télescopiques assurent la stabilisation, permettant des interventions de qualité équivalente à celles réalisées sur terrain ferme. Par ailleurs, plusieurs modules Elytron® peuvent être interconnectés pour adapter la capacité chirurgicale au contexte opérationnel.
À moyen terme, le SSA prévoit le déploiement d'une capacité chirurgicale sur roues, constituant la cinquième génération d'antenne chirurgicale. Cette nouvelle ARCS, extramobile, sera sécable et déployable sous tente, en conteneur ou en structure enterrée, afin de suivre au plus près l'évolution du front et de garantir une réponse chirurgicale rapide et adaptée.



Fig. 3 : L'antenne de réanimation et de chirurgie de sauvetage (ARCS) et son nouveau modèle de conteneur métallique – l'Elytron® (Crédit photo : Service de santé des armées)

2.4 Maîtrise du risque infectieux et menace de bactéries multirésistantes

La gestion des bactéries multirésistantes constitue un enjeu croissant.
Les rapatriements sanitaires des blessés au combat vers les pays limitrophes ont exposé les hôpitaux d'accueil à l'émergence de bactéries multirésistantes (32). Des données récentes illustrent la prévalence inquiétante de ces germes et leurs répercussions potentielles dans les scénarios de guerre contemporaine (33). Ces risques infectieux et microbiologiques nécessitent des systèmes portables de diagnostic pour la détection rapide de ces bactéries multirésistantes (34,35). Par ailleurs, le risque infectieux comprend aussi la possibilité d'une exploitation délibérée de bactéries multirésistantes comme arme biologique.

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

3 Les réponses médicales stratégiques dans la guerre hybride

3.1 Le renseignement médical

Le renseignement médical, défini par la collecte, l'analyse et la diffusion d'informations sanitaires (épidémiologie, capacités médicales adverses, menaces biologiques) est devenu un élément clé de la stratégie en guerre hybride (12).
La compréhension des capacités médicales de l'ennemi, le suivi des types de blessures sur le champ de bataille et l'analyse des contraintes logistiques médicales adverses peuvent fournir des informations précieuses pour orienter les opérations militaires et ne pas cibler les structures de soins de l'adversaire par erreur, même si elles devraient être clairement identifiables (36). La surveillance des voies d'évacuation et des chaînes d'approvisionnement médicales peut mettre en évidence des vulnérabilités stratégiques. Toutefois, ces pratiques doivent respecter rigoureusement les normes éthiques, la neutralité médicale et le droit international humanitaire, y compris les Conventions de Genève.
Si certains acteurs étatiques ou non étatiques peuvent détourner le renseignement médical à des fins contraires à l'éthique, par exemple en ciblant délibérément les infrastructures de santé, les voies d'évacuation ou les stocks médicaux, de telles actions constituent de graves violations du droit international humanitaire et de la déontologie médicale. Une distinction claire doit être établie entre un renseignement médical légitime, centré sur l'optimisation du soutien santé, de la préparation et de la protection sanitaire des forces alliées, et un usage illicite de ces informations, relevant du crime de guerre. Les personnels de santé doivent respecter les principes humanitaires en évitant tout acte compromettant la santé ou la survie de combattants ennemis ou de non-combattants (37).

La désinformation et la mésinformation médicales sont de plus en plus employées comme instruments de guerre psychologique (38). De faux rapports d'attaques chimiques, des bilans de victimes exagérés ou de fausses informations sur les ressources médicales disponibles peuvent miner le moral et entraver les opérations militaires (8). Les équipes médicales militaires doivent être capables de contrer ces narratifs en diffusant des informations fiables.

3.2 Le *Global Health Engagement*

La stratégie médicale peut être mobilisée pour renforcer les alliances, établir une relation de confiance mutuelle avec les populations locales et contrer la propagande des insurgés. Le *Global Health Engagement* (qui pourrait se traduire par : « Approche globale par la Santé ») notamment au travers d'opérations humanitaires et d'assistance technique médicale, est un élément essentiel de la guerre hybride. Il consiste en la participation des forces armées à des missions de santé publique et humanitaire, en coordination avec les acteurs civils et internationaux, pour renforcer la résilience sanitaire des populations locales et stabiliser les zones de crise. Fournir des soins médicaux aux civils et aux forces alliées locales contribue à bâtir la stabilité et la légitimité dans les zones de conflit, et à améliorer l'acceptabilité de la force militaire en présence (39). Former le personnel médical local à la prise en charge des traumatismes de guerre et aux mesures de santé publique augmente la résilience régionale et réduit la dépendance à l'égard des soutiens militaires étrangers (40,41).

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

3.3 La diplomatie médicale

La diplomatie médicale consiste en l'usage de l'expertise et de l'assistance médicales comme instrument de politique étrangère, favorisant le dialogue, les partenariats stratégiques et l'influence internationale par des coopérations sanitaires et des missions d'aide. C'est un levier puissant qui dépasse le cadre du champ de bataille, consolidant les liens à long terme et soutenant les objectifs stratégiques plus larges des opérations militaires. Les hôpitaux militaires prennent également en charge des blessés de guerre étrangers rapatriés, renforçant ainsi la coopération avec les nations alliées et créant des partenariats de défense durables. De plus, ils assurent un soutien médical pour des personnalités étrangères de haut rang (diplomates, chefs d'État, responsables militaires ou civils), constituant un outil stratégique de diplomatie de défense. Ces actions renforcent l'influence géopolitique, développent la confiance et intègrent les capacités médicales dans un cadre élargi d'objectifs militaires et diplomatiques.

4 Perspectives médicales dans la guerre hybride

Les progrès technologiques et l'innovation médicale permettront de continuer à s'adapter à l'évolution des conflits (8,42).

4.1 Évacuation des blessés

L'évacuation autonome des blessés constitue un champ de développement prometteur pour la guerre hybride. Les capacités d'évacuation médicale reposant sur des véhicules aériens autonomes sont en cours d'évaluation pour extraire les blessés du champ de bataille vers des unités médicales opérationnelles plus avancées, sans exposer davantage de personnel (43). Ces dispositifs pourraient révolutionner l'évacuation médicale en offrant un transport rapide et sécurisé dans des environnements contestés. Mais ils imposent aussi de relever des défis médicaux immenses.

Par ailleurs, des drones équipés de caméras thermiques constituent une innovation majeure et pourraient permettre de reconnaître des victimes sur un champ de bataille. Ces véhicules aériens sans pilote survolent rapidement la zone d'engagement et détectent les signatures de chaleur corporelle, distinguant efficacement les blessés encore vivants des victimes décédées, dont la température tend vers celle de l'environnement. Cette capacité de repérage à distance pourrait améliorer significativement le triage initial, réduirait le temps d'intervention des équipes médicales et diminuerait les risques pour les soignants exposés, tout en orientant plus efficacement les moyens d'évacuation vers les blessés prioritaires (44).

4.2 Aide à la décision et place de l'intelligence artificielle

De nouveaux outils pourraient guider l'aide à la décision. Des systèmes de triage modernes utilisant des capteurs portables (fréquence cardiaque, pression artérielle, saturation pulsée en oxygène) pourraient se montrer très utiles (45). Les informations sont transmises soit en temps réel (radio tactique ou satellite), soit stockées localement et synchronisées dès que la connexion est rétablie. Un tableau de bord sur tablette ou terminal durci, peut signaler d'emblée les cas les plus graves et pourrait permettre de prioriser rapidement les interventions (46). En complément, l'Intelligence artificielle (IA) pourrait jouer un rôle déterminant dans la prise de décision médicale (47).

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

Le diagnostic assisté par IA et l'analyse prédictive pourraient améliorer la gestion des blessés en permettant une évaluation plus rapide et plus précise de la gravité des lésions (48). À cela s'ajoutent la robotique et la chirurgie à distance qui pourraient faciliter la prise en charge des blessés dans des zones enclavées ou difficilement accessibles.

4.3 Logistique santé et ravitaillement sanitaire

L'intégration de technologies avancées dans le domaine de la logistique santé pourrait se montrer très utile, permettant de passer d'une gestion réactive des stocks à un pilotage proactif et sécurisé des flux de produits de santé.
En s'appuyant sur des données du terrain telles que les consommations des thérapeutiques consommées et l'intensité et la localisation des combats, des algorithmes pourraient déclencher automatiquement l'envoi de consommables avant tout risque de rupture de stock.

Cette technologie de ravitaillement par flux poussés prédictifs pourrait être extrêmement utile en cas d'afflux massif de blessés. Par ailleurs, la mise en place d'inventaires automatisés (par étiquettes ou capteurs intégrés aux caisses médicales) pourrait permettre de suivre en temps réel les consommables médicaux sans intervention manuelle. Enfin, l'acheminement des médicaments par drones vers les postes avancés, contournant les obstacles ou zones dangereuses et réduisant significativement les délais de livraison, pourrait constituer là aussi une innovation majeure.

4.4 Formation et recherche

Dans le cadre extrêmement dynamique de la guerre hybride, la médecine du combat doit envisager une transformation progressive des protocoles de formation médicale et paramédicale. Les unités médicales opérationnelles dépassées par l'intensité, l'éclatement et la multiplicité des combats peuvent être prolongées par des équipes paramédicales déployées au plus proche des zones de combat.

Une transition vers des soins plus spécialisés est à envisager, avec le transfert des soins chirurgicaux et critiques vers les équipes médicales de premier recours, en avant-poste. Le Service de santé des armées a été un pionnier dans l'intégration de cette approche, initiée dès la mise en place des postes médicaux isolés à l'Institut de médecine tropicale jusqu'en 1993. À cette époque, les infirmiers et les médecins ont été formés à la gestion autonome des urgences complexes en milieu isolé. Plus récemment, cette démarche a été étendue à la formation des médecins des Terres australes et antarctiques françaises et des sous-mariniers. Ces derniers intègrent désormais des modules de simulation haute-fidélité, de gestion autonome des flux de patients et de téléassistance médicale. Ces dispositifs innovants posent les fondements d'une méthodologie de sauvetage au combat, structurée autour de compétences spécifiques. Cette approche permet une adaptation en temps réel du rôle de chaque intervenant soignant, en fonction de l'intensité du combat et de la gravité des blessures.

La standardisation et l'harmonisation des protocoles de prise en charge des blessés, ainsi que l'amélioration des programmes de formation médicale multinationaux, permettront une coopération fluide lors d'opérations militaires conjointes, en interopérabilité. La poursuite des travaux de recherche, l'utilisation de registres de traumatologie, le partage de données et la coopération internationale contribueront à renforcer

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

l'efficacité médicale sur le champ de bataille. Le renforcement des partenariats entre les communautés médicales militaires internationales sera essentiel pour se préparer aux complexités des conflits modernes et futurs.

Conclusion

La nature protéiforme et continuellement changeante de la guerre hybride exige une adaptation constante de la médecine du combat. Les progrès futurs ne devront pas seulement perfectionner les techniques de prise en charge des traumatismes, mais aussi explorer de nouvelles approches en évacuation autonome des blessés, en soutien à la décision par l'IA et en logistique médicale décentralisée.
À mesure que les conflits gagnent en complexité, la médecine du combat doit favoriser une collaboration interdisciplinaire, intégrant des expertises en science des données, en ingénierie et en opérations humanitaires, afin d'améliorer l'efficacité stratégique et les considérations éthiques. Au-delà du champ de bataille, les innovations développées pour la médecine du combat auront des répercussions plus vastes sur la réponse aux urgences globales et à la gestion de catastrophes, rapprochant les approches militaires et civiles en matière de préparation médicale dans des environnements dégradés.

Contributions des auteurs

Rédaction : AJ, PP
Relecture : MD, YLV, PM, FJ

Remerciements au linguiste relecteur : Pierre-Alexandre Clerc.

Références bibliographiques

1. Hrnčiar M. Keystones of irregular warfare. Int Conf Knowl-Based Organ. 2017 ;23(1) :150-4. doi : 10.1515/kbo-2017-0023

2. Butler FK. Two decades of saving lives on the battlefield : tactical combat casualty care turns 20. Mil Med. 2017 ;182(3-4) :e1563-8. doi : 10.7205/milmed-d-16-00214

3. Burkle FM, Goniewicz K, Khorram-Manesh A. Bastardizing peacekeeping and the birth of hybrid warfare. Prehosp Disaster Med. 2022 ;37(2) :147-9. doi : 10.1017/s1049023x22000425

4. Tin D, Granholm F, Helou M. Hybrid warfare tactics and novel injury patterns in the Beirut pager explosions. Am J Emerg Med. 2024 ;75 :199.e1-4. doi : 10.1016/j.ajem.2024.11.021

5. Jarrassier A, Py N, de Rocquigny G, Raux M, Lasocki S, Dubost C, *et al.* Lessons learned from the war in Ukraine for the anesthesiologist and intensivist : a scoping review. Anaesth Crit Care Pain Med. 2024 ;43(4) :101409. doi : 10.1016/j.accpm.2024.101409

6. Granholm F, Tin D, Ciottone GR. Not war, not terrorism, the impact of hybrid warfare on emergency medicine. Am J Emerg Med. 2022 ;62 :96-100. doi : 10.1016/j.ajem.2022.10.021

7. Jaeger JM, Rice DC, Albright-Trainer B. Battlefield medicine : anesthesia and critical care in the combat zone. Anesthesiol Clin. 2021 ;39(2) :321-36. doi : 10.1016/j.anclin.2021.03.002

8. Pasquier P, David M, Petit L, Chery M, Habas S, Patey E, *et al.* Irregular warfare must combine good medicine, with both good tactics and good strategies : position paper by the French Special Operations Forces Medical Command. J Trauma Acute Care Surg. 2024 ;97(2S Suppl 1) :S4-8. doi : 10.1097/ta.0000000000004336

9. Dawood ZS, Keeney-Bonthrone TP, Russo RM, Ho JW, Liggett MR, Gurney J, *et al.* Designing the prolonged field care kit (PFAK) to address the logistical challenges of future combat casualty care. Mil Med. 2024 ;189(3-4) :366-72. doi : 10.1093/milmed/usae132

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

10. Remley MA, Mosley D, Keenan S, Deaton TG, Montgomery HR, Kotwal RS, *et al.* Committee on Tactical Combat Casualty Care (CoTCCC) position statement on prolonged casualty care (PCC) : 01 May 2024. J Spec Oper Med. 2024 ;24(2) :111-3. doi : 10.55460/rwau-avbm

11. Keenan S, Riesberg JC. Prolonged field care : beyond the "golden hour". Wilderness Environ Med. 2017 ;28(2S) :S135-9. doi : 10.1016/j.wem.2017.02.001

12. Tin D, Barten DG, Granholm F, Kovtonyuk P, Burkle FM, Ciottone GR. Hybrid warfare and counter-terrorism medicine. Eur J Trauma Emerg Surg. 2023 ;49(2) :589-93. doi : 10.1007/s00068-023-02230-y

13. Ostfeld I, Kachel E, Shafir O, Gal I, Cohen Y, Kugel C, *et al.* The October 7, 2023, attack on Israel indicates a change in trauma patterns of terror victims, due to the use of thermobaric weapons. Mil Med. 2024. Epub ahead of print. doi : 10.1093/milmed/usae555

14. Zhang JK, Botterbush KS, Bagdady K, Lei CH, Mercier P, Mattei TA. Blast-related traumatic brain injuries secondary to thermobaric explosives : implications for the war in Ukraine. World Neurosurg. 2022 ;167 :176-83.e4. doi : 10.1016/j.wneu.2022.08.073

15. Py N, Jarrassier A, Meaudre E, Pasquier P. Reinforced predeployment training of European military surgical teams : the key requirements are technical, non-technical, and also tactical skills. Injury. 2024 ;55(6) :111571. doi : 10.1016/j.injury.2024.111571

16. Remondelli MH, Rhee J, Barzanji NK, Wang J, Green JT, Do W, *et al.* Advancements in prehospital, en-route, and damage control casualty care and areas of future research for large-scale combat operations. Curr Trauma Rep. 2025 ;11(1) :1-16. doi : 10.1007/s40719-025-00284-4

17. Butler F, Holcomb JB, Dorlac W, Gurney J, Inaba K, Jacobs L, *et al.* Who needs a tourniquet ? And who does not ? Lessons learned from a review of tourniquet use in the Russo-Ukrainian war. J Trauma Acute Care Surg. 2024 ;97(2S Suppl 1) :S45-54. doi : 10.1097/ta.0000000000004395

18. Holcomb JB, Dorlac WC, Drew BG, Butler FK, Gurney JM, Montgomery HR, *et al.* Rethinking limb tourniquet conversion in the prehospital environment. J Trauma Acute Care Surg. 2023 ;95(2S Suppl 1) :S54-60. doi : 10.1097/ta.0000000000004134

19. Beaucreux C, Vivien B, Miles E, Ausset S, Pasquier P. Application of tourniquet in civilian trauma : systematic review of the literature. Anaesth Crit Care Pain Med. 2018 ;37(6) :597-606. doi : 10.1016/j.accpm.2017.11.017

20. Harfouche MN, Bugaev N, Como JJ, Fraser DR, McNickle AG, Golani G, *et al.* Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in surgical and trauma patients : a systematic review, meta-analysis and practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. Trauma Surg Acute Care Open. 2025 ;10(1) :e001730. doi : 10.1136/tsaco-2024-001730

21. Nekooei N, Huang W, Mitchao D, Biswas S, Siletz A, Demetriades D. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in penetrating abdominal vascular injuries is associated with worse outcomes. Am J Surg. 2025 ;240 :116122. doi : 10.1016/j.amjsurg.2024.116122

22. Androshchuk D, Verba A. Successful management of battlefield traumatic cardiac arrest using the abdominal aortic and junctional tourniquet (AAJT) : a case series. J Spec Oper Med. 2025 ;25(2) :65-9. doi : 10.55460/7fev-3zrk

23. Martinaud C, Travers S, Pasquier P, Sailliol A, Ausset S. Blood far forward program : update on French armed forces policy. Transfusion. 2021 ;61(Suppl 1) :S354-5. doi : 10.1111/trf.16457

24. Py N, Pons S, Boye M, Martinez T, Ausset S, Martinaud C, *et al.* An observational study of the blood use in combat casualties of the French Armed Forces, 2013-2021. Transfusion. 2023 ;63(1) :69-82. doi : 10.1111/trf.17193

25. Brown ZL, Cuestas JP, Matthews KJ, Shumaker JT, Moore DW, Cole R. Emergency fresh whole blood transfusion training for Ukrainian health professionals in austere environments. J Spec Oper Med. 2024 ;24(3) :38-47. doi : 10.55460/zeds-yb8n

26. Brigmon EP, Cirone J, Harrell K, Greebon L, Ngamsuntikul S, Mendoza A, *et al.* Walking blood bank : a plan to ensure self-sufficiency in an era of blood shortage. Trauma Surg Acute Care Open. 2024 ;9(1) :e001151. doi : 10.1136/tsaco-2023-001151

27. Martinaud C, Civadier C, Ausset S, Verret C, Deshayes AV, Sailliol A. In vitro hemostatic properties of French lyophilized plasma. Anesthesiology. 2012 ;117(2) :339-46. doi : 10.1097/aln.0b013e3182608cdd

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

28. Laitselart P, Hellander S, Josse F, Nordmann G, Ribaud N, Carbonnel N, *et al.* Regional anaesthesia in combat settings : a position paper from military physicians. BMJ Mil Health. 2025. Epub ahead of print. doi : 10.1136/military-2025-002988

29. Pasquier P, *et al.* A "ruck-truck-house-plane" plan application for the management of combat-related wound infections and prevention of multidrug-resistant organisms spread in prolonged field care. J Spec Oper Med. 2025. Epub ahead of print.

30. Lagazzi E, Teodorescu DL, Argandykov D, Samotowka MA, King DR. Moving toward point-of-care surgery in Ukraine : testing an ultra-portable operating room in an active war zone. Eur J Trauma Emerg Surg. 2024 ;50(2) :567-73. doi : 10.1007/s00068-023-02410-w

31. Antennes chirurgicales : vers de nouvelles capacités de mobilité. Ministère des Armées [Internet]. [cité 2025 nov 28]. Disponible sur : https://www.defense.gouv.fr/sante/actualites/antennes-chirurgicales-nouvelles-capacites-mobilite

32. Mérens A, Rapp C, Delaune D, Danis J, Berger F, Michel R. Prevention of combat-related infections : antimicrobial therapy in battlefield and barrier measures in French military medical treatment facilities. Travel Med Infect Dis. 2014 ;12(4) :318-29. doi : 10.1016/j.tmaid.2014.04.013

33. Pallett SJC, Trompeter A, Basarab M, Moore LSP, Boyd SE. Multidrug-resistant infections in war victims in Ukraine. Lancet Infect Dis. 2023 ;23(7) :e270-1. doi : 10.1016/s1473-3099(23)00391-2

34. Berger FK, Schmartz GP, Fritz T, Veith N, Alhussein F, Roth S, *et al.* Occurrence, resistance patterns, and management of carbapenemase-producing bacteria in war-wounded refugees from Ukraine. Int J Infect Dis. 2023 ;132 :89-92. doi : 10.1016/j.ijid.2023.04.394

35. Kondratiuk V, Jones BT, Kovalchuk V, Kovalenko I, Ganiuk V, Kondratiuk O, *et al.* Phenotypic and genotypic characterization of antibiotic resistance in military hospital-associated bacteria from war injuries in the Eastern Ukraine conflict between 2014 and 2020. J Hosp Infect. 2021 ;112 :69-76. doi : 10.1016/j.jhin.2021.03.020

36. Stealth surgery : mitigating signature detection risks for special operations surgical teams. Irregular Warfare Center [Internet]. [cité 2025 nov 28]. Disponible sur : https://irregularwarfarecenter.org/publications/insights/stealth-surgery-mitigating-signature-detection-risks-for-special-operations-surgical-teams/.

37. Gignoux-Fromont F, Martinez T, Dérély J, Turc J, Corcostegui S-P, Derkenne C, *et al.* Dilemmes éthiques du personnel de santé militaire en contexte de conflit de haute intensité. Médec Armées. 2024 ;52(1) :31-40. doi : 10.17184/eac.8978

38. Marushchak A, Petrov S, Khoperiya A. Countering AI-powered disinformation through national regulation : learning from the case of Ukraine. Front Artif Intell. 2025 ;7 :1474034. doi : 10.3389/frai.2024.1474034

39. Epstein A, Lim R, Johannigman J, Fox CJ, Inaba K, Vercruysse GA, *et al.* Putting medical boots on the ground : lessons from the war in Ukraine and applications for future conflict with near-peer adversaries. J Am Coll Surg. 2023 ;237(2) :364-73. doi : 10.1097/xcs.0000000000000707

40. Epstein A, Voza F, Ginzburg E. Effectiveness of the Global Surgical and Medical Support Group (GSMSG) activities in Ukraine. Am J Disaster Med. 2022 ;17(4) :273-6. doi : 10.5055/ajdm.2022.0442

41. Polley CC, Adu-Gyamfi R, Mahama-Toure T, Okpoti Konney F, Oti-Boateng E, Nsohlebna Nsoh L, *et al.* Sustainable tactical combat casualty care implementation in Ghana : a model for future development. Mil Med. 2024 ;189(5-6) :e1221-5. doi : 10.1093/milmed/usad333

42. Jarrassier A, de Rocquigny G, Delagarde C, Ezanno AC, Josse F, Dubost C, *et al.* Transposing intensive care innovation from modern warfare to other resource-limited settings. Eur J Trauma Emerg Surg. 2025 ;51(2) :845-54. doi : 10.1007/s00068-025-02974-9

43. Pamplin JC, Remondelli MH, Fisher N, Quinn MT. Fully autonomous casualty care on the future battlefield. Mil Med. 2025 ;190(1-2) :81-5. doi : 10.1093/milmed/usae377

44. Surman K, Lockey D. Unmanned aerial vehicles and pre-hospital emergency medicine. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2024 ;32 :9. doi : 10.1186/s13049-024-01180-7

45. Bordes J, Mathais Q, Rakotondramasy P, Cardinale M, Boussen S. Biosensors en contexte opérationnel. Médec Armées. 2025 ;52(1) :19-30. doi : 10.17184/eac.9417

46. Gathright R, Mejia I, Gonzalez JM, Hernandez Torres SI, Berard D, Snider EJ. Overview of wearable healthcare devices for clinical decision support in the prehospital setting. Sensors (Basel). 2024 ;24(24) :8204. doi : 10.3390/s24248204

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991

47. Kim D, You S, So S, Lee J, Yook S, Jang DP, *et al.* A data-driven artificial intelligence model for remote triage in the prehospital environment. PLoS One. 2018 ;13(10) :e0206006. doi : 10.1371/journal.pone.0206006

48. Umlauf L, Remley M, Colombo C, Pamplin J. Artificial intelligence decision support systems in resource-limited environments to save lives and reduce moral injury. Mil Med. 2025. Epub ahead of print. doi : 10.1093/milmed/usaf010

Published in : SERVICE DE SANTÉ DES ARMÉES, - (dir.), *Médecine et Armées Vol.51 No.4*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005991, doi : 10.17184/eac.9782813005991