

# Faisabilité des gestes d'urgence en tenue de protection individuelle du virus Ebola : pose d'abord vasculaires et contrôle des voies aériennes supérieures sur mannequin

## Impact of the Personal Protective Equipment for Ebola Virus Disease on Vascular Access Skills and the Performance of Airway: a Manikin Study

J. Bosc · O. Sanchez · C. Carrie · P. Revel · E. Tentillier · M. Biais · J.-S. Durand · J.-M. Dindart

Reçu le 16 juillet 2015 ; accepté le 10 février 2016  
© SFMU et Lavoisier SAS 2016

**Résumé Objectif :** Les équipes prenant en charge un patient suspect de virose Ebola sont tenues au port d'équipements de protection individuelle (EPI) susceptibles d'entraver la dextérité des opérateurs. L'objectif principal est d'étudier l'impact des EPI Ebola sur la difficulté et le délai de réalisation des gestes d'urgence.

**Matériel et méthodes :** Cette étude observationnelle monocentrique croisée incluait 22 médecins urgentistes, réanimateurs ou infirmiers — anesthésistes volontaires devant réaliser cinq ateliers sur mannequin avec ou sans port d'EPI Ebola selon une séquence prédéterminée : voie veineuse périphérique (VVP), cathéter intraosseux (KTIO), intubation avec et sans Eschmann ou après pose de LMA-Fastrach™. Le critère de jugement principal était le délai de réalisation des gestes techniques avec et sans port d'EPI.

**Résultats :** Le port de l'EPI n'augmente pas le taux d'échec de chaque geste technique mais augmente significativement les délais d'intubation simple (29 vs 36 secondes ;  $p < 0,01$ ), d'intubation avec Eschmann (38 vs 45 secondes ;  $p = 0,03$ ) et l'intubation au LMA-Fastrach™ (39 vs 45 secondes ;  $p < 0,001$ ). Le port d'EPI Ebola augmentait la difficulté ressentie pour la pose d'abord vasculaires sans augmenter le taux

d'échec ni modifier les délais de pose de VVP. Le recours au KTIO était plus rapide que la pose de VVP sans (67 vs 88 secondes ;  $p = 0,02$ ) et avec tenue (78 vs 101 secondes ;  $p < 0,01$ ).

**Conclusion :** Le port de l'EPI n'entraîne qu'un impact modéré sur la dextérité des gestes techniques en situation d'urgence. Ces résultats doivent être confortés par des études cliniques.

**Mots clés** Ebola · Équipement de protection individuelle · Voie veineuse · Cathéter intraosseux · Intubation

**Abstract Background:** Emergency or critical care physicians dealing with patients with Ebola virus disease (EVD) have to handle technical skills while wearing specific personal protective equipment (PPE). We thus aimed to assess the impact of Ebola-PPE for the completion of five emergency technical skills on training manikin.

**Methods:** Twenty-two volunteers were recruited to perform intubation with and without Eschmann tube, LMA-Fastrach™ placement, insertion of an intravenous (IV) cannula and intra-osseous (IO) during a predefined sequence. The main endpoint was the time for completion of the five technical skills on manikin with and without Ebola-PPE in a random order.

**Results:** The success rate of the five technical skills whilst wearing Ebola-PPE was equivalent but significantly increased the time for simple intubation (29 vs 36 s ;  $P < 0.01$ ), intubation with Eschmann (38 vs 45 s ;  $P = 0.03$ ) and LMA-Fastrach™ placement (39 vs 45 s ;  $P < 0.001$ ). Wearing Ebola-PPE increased difficulty for vascular access without increasing the failure rate or change the time of installation VVP. IO insertion was faster than IV insertion access without PPE (67 vs 88 s ;  $P = 0.02$ ) and with PPE (78 vs 101 s ;  $P = 0.007$ ).

---

J. Bosc · O. Sanchez · C. Carrie · P. Revel · E. Tentillier · J.-S. Durand · J.-M. Dindart (✉)  
Pôle des urgences adultes, Samu-Smur, hôpital Pellegrin, CHU de Bordeaux, place Amélie-Raba-Léon, F-33076 Bordeaux cedex, France  
e-mail : jean-michel.dindart@chu-bordeaux.fr

M. Biais  
Pôle d'anesthésie-réanimation, hôpital Pellegrin, CHU de Bordeaux, place Amélie-Raba-Léon, F-33076 Bordeaux cedex, France

Université Bordeaux Segalen, 146, rue Léo-Saignat, F-33000 Bordeaux, France

**Conclusion:** Ebola-PPE only resulted in a moderate impact for the completion of five emergency technical skills. These results should be reinforced by clinical studies.

**Keywords** Ebola · Protective personal equipment · Intravenous · Intra-osseous · Intubation

## Introduction

Depuis décembre 2013, l'épidémie causée par la souche Zaïre du virus Ebola en Afrique occidentale (Guinée, Sierra Leone et Liberia) a touché plus de 28 000 patients, avec un taux de mortalité proche de 40 % [1]. Des cas isolés sont également parvenus dans des centres urbains en Europe et en Amérique du Nord, et plusieurs travailleurs humanitaires infectés par le virus Ebola ont été évacués vers des unités cliniques spécialisées en Europe et aux États-Unis [2]. À ce jour, l'épidémie liée au virus Ebola a été reconnue comme une urgence de santé publique de portée internationale (USPI) par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) [3].

Le virus Ebola se transmet par contact physique proche et direct avec des liquides corporels infectés [4]. Afin de limiter le risque de transmission interhumaine, les équipes prenant en charge un patient suspect de maladie à virus Ebola (MVE) sont tenues au respect strict de procédures d'isolement et de mesures de protection individuelle [5]. Les principes de prise en charge précoce sont peu spécifiques, associant la correction de l'hypovolémie, de l'hémorragie, des troubles hydroélectrolytiques et la gestion des défaillances d'organes associées pouvant motiver le recours à une ventilation invasive [6].

Plusieurs études ont démontré que le port de tenues de protection individuelle pouvait augmenter les contraintes physiques et la difficulté de réalisation de gestes techniques de médecine d'urgence [7–9]. La plupart de ces études concernent toutefois les équipements de protection individuelle (EPI) face aux risques nucléaires, radiologiques, biologiques ou chimiques (NRBC). Une seule étude récente a précédemment démontré la faisabilité et l'intérêt du cathétérisme veineux central chez des patients infectés par le virus Ebola [10]. Cependant, aucune étude n'a analysé les contraintes spécifiques liées à la réalisation de gestes d'urgence avec ces tenues de protection d'exposition au virus Ebola.

Ainsi, l'objectif principal de notre étude était de comparer la faisabilité et le délai de réalisation de gestes d'urgence (contrôle des voies aériennes et pose d'accès vasculaire) sur mannequin avec et sans l'EPI recommandé dans l'exposition au virus Ebola. L'objectif secondaire était l'analyse des difficultés ressenties et des contraintes physiques après une heure de port de tenue.

## Matériel et méthodes

Cette étude observationnelle monocentrique s'est déroulée à l'unité de décontamination hospitalière du CHU de Bordeaux sur une période de deux journées non consécutives (3 et 9 juin 2015). Celle-ci était réalisée dans le cadre d'un protocole de service en conformité avec la législation française et hors du champ d'expertise du comité d'éthique (comité de protection des personnes Sud-Ouest et Outre-Mer III, Bordeaux, France).

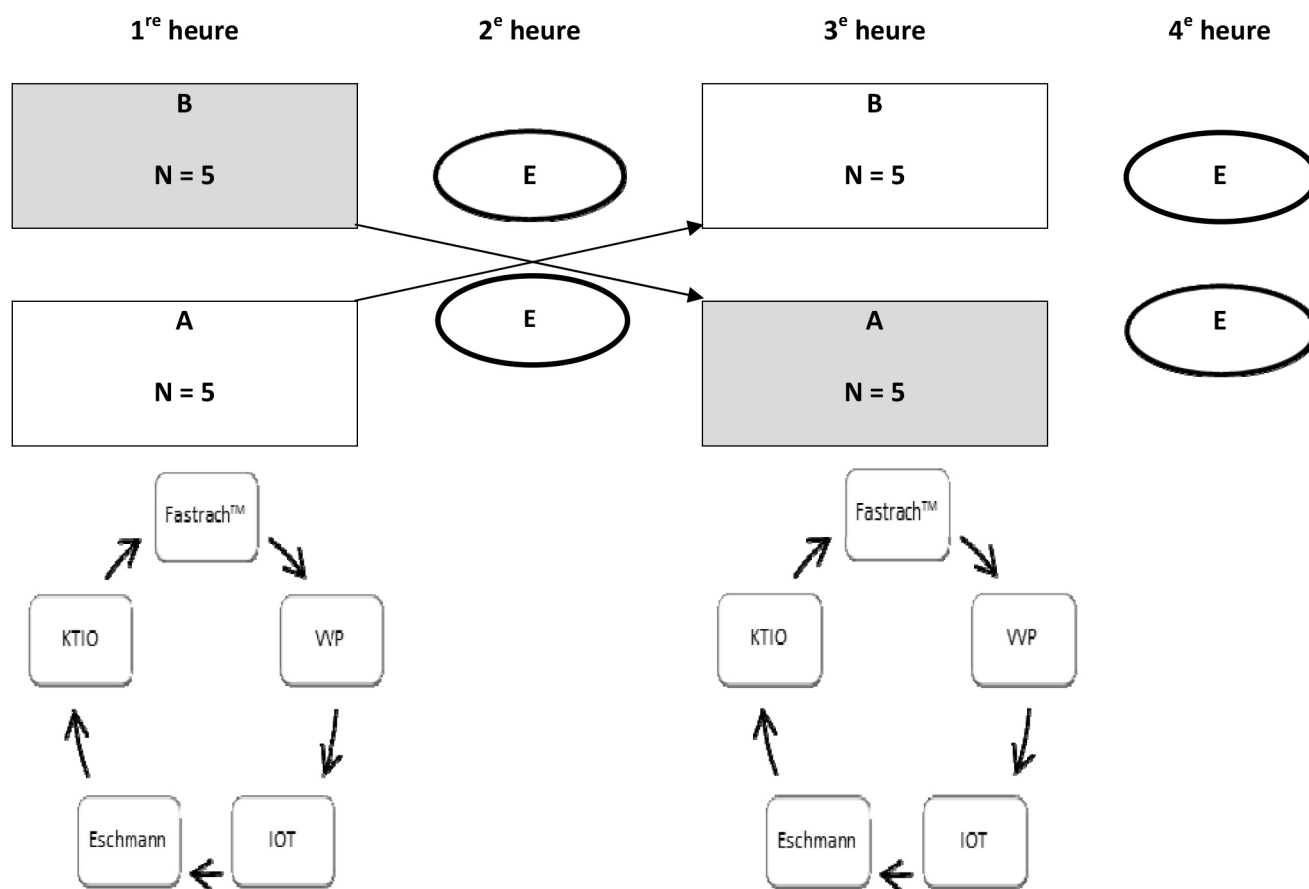
Les participants étaient inclus sur la base du volontariat, concernant des médecins urgentistes ou réanimateurs ou des infirmiers anesthésistes (IADE) en poste aux urgences adultes et Samu-Smur de l'hôpital Pellegrin au CHU de Bordeaux. Pour chacun étaient recueillis le type et la durée de l'exercice depuis l'obtention du diplôme d'État, les caractéristiques démographiques et les paramètres biométriques (poids, pouls, tension artérielle, fréquence respiratoire, température, glycémie capillaire).

Chaque participant devait effectuer une série de gestes techniques selon une séquence prédéfinie sans et avec port d'EPI au cours de cinq ateliers de simulation sur mannequin.

- Contrôle des voies aériennes sur tête de mannequin (trois ateliers) : intubation orotrachéale (IOT), intubation avec long mandrin béquillé (mandrin d'Eschmann) et intubation après mise en place de dispositif supraglottique LMA-Fastrach™ (The Laryngeal Mask Company Limited, Le Rocher, Victoria, Mahé, Seychelles) ;
- pose d'abord vasculaire sur bras ou tibia de perfusion (deux ateliers) : pose de voie veineuse périphérique (VVP) et pose de cathéter intraosseux (KTIO).

L'ordre d'habillage était randomisé par tirage au sort, chaque participant étant son propre témoin par méthode d'étude croisée (Fig. 1). Un opérateur indépendant mesurait le temps pour chaque atelier après avoir énuméré les étapes codifiées à l'avance. Pour les ateliers de contrôle des voies aériennes, le délai était mesuré à partir de la prise en main du manche de laryngoscope jusqu'à l'obtention de deux ventilations efficaces et symétriques. Pour les ateliers d'abord vasculaire, le délai était mesuré depuis la prise des repères cutanés à l'ouverture efficace de la perfusion (sans diffusion) en passant par un temps de désinfection cutanée.

Pour tous les ateliers, le critère de jugement principal était le délai de réalisation du geste, en secondes, et l'échec était défini quel que soit le geste par un nombre de tentatives supérieur ou égal à trois et/ou un délai supérieur ou égal à 150 secondes [11]. Au terme de l'exercice, l'appréciation subjective de la difficulté de l'opérateur était recueillie par un score de 1 (très facile) à 10 (très difficile) [11]. Le geste était jugé modéré à difficile pour un score de difficulté supérieur ou égal à 6.



**Fig. 1** Déroulement de l'étude. A : groupe en tenue ; B : groupe sans tenue ; E : Évaluation des difficultés ressenties ; paramètres biométriques ; KTIO : cathéter intraosseux ; VVP : voie veineuse périphérique ; IOT : intubation oro-trachéale

Afin d'analyser l'impact sur les conditions physiques dû au port de la tenue, un délai d'une heure en tenue était respecté pour l'ensemble des intervenants, les principales difficultés ressenties étaient relevées et les paramètres biométriques contrôlés après une heure de port d'EPI.

L'équipement de protection comportait une tenue étanche imperméable aux liquides Tychem<sup>®</sup> C (DuPont<sup>™</sup>, Bruges, France, combinaison de type 3 selon la norme européenne NF EN 14126), une paire de surbottes imperméables et anti-dérapantes, un écran de protection oculaire et facial large, un masque FFP2, une cagoule, une double paire de gants nitrile à manches courtes et longues (Fig. 2).

Pour l'intubation simple, une tête d'intubation de type Laerdal<sup>®</sup> (Laerdal Medical, Stavanger, Norvège) validée pour la réalisation d'études de simulation était utilisée [14]. Elle permettait le dégagement des voies aériennes supérieures, l'aspiration oropharyngée et intratrachéale, la ventilation au masque facial, la manœuvre de Sellick, l'intubation trachéale par sonde d'intubation ou la mise en place d'un dispositif supraglottique et la visualisation directe de l'aplanation pulmonaire bilatérale lors de la ventilation. L'atelier comprenait un manche de laryngoscope, deux lames de taille

3 et 4, une seringue de 10 ml, une sonde d'intubation de 6,5 mm, un ballon autoremplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU) connecté à un masque facial de taille 4. Le même matériel était utilisé pour l'intubation avec long mandrin béquillé. Pour l'intubation avec dispositif supraglottique était employé en supplément un dispositif LMA-Fastrach<sup>™</sup> de taille 4 avec une seringue de 60 ml.

Pour la pose de VVP, un bras de perfusion multiveine adulte Laerdal<sup>®</sup> précédemment validé dans des études de simulation était utilisé [15]. Le bras de perfusion permettait la palpation et la désinfection du site de ponction choisi, la cathétérisation au niveau des réseaux veineux du dos de la main, radial, céphalique, médian et basilique, et des injections intraveineuses en bolus ou en perfusion lente. L'atelier comprenait un garrot, des compresses stériles 5 cm × 5 cm, un flacon d'antiseptique, des cathéters taille 18 G et un kit de perfusion préparé adapté à un sérum salé 0,9 % de 500 ml. Pour la pose de KTIO étaient utilisés un tibia de perfusion de type Laerdal<sup>®</sup>, des compresses stériles 5 cm × 5 cm, un flacon d'antiseptique, une perceuse EZ-IO<sup>™</sup> Vidacare (Teleflex Medical Europe, Dublin, Irlande), une aiguille taille adulte calibre 15 G, une seringue de 20 ml préremplie, un



**Fig. 2** Équipement de protection individuelle Ebola selon les normes européennes [12–14]

prolongateur EZ-connect et un kit de perfusion préparé adapté à un sérum salé 0,9 % de 500 ml.

### Analyse statistique

Les variables qualitatives étaient décrites en termes d'effectifs et de pourcentages. Les variables quantitatives étaient exprimées en moyenne et écart-type ou médiane et interquartile 25–75 % selon le cas, la normalité de distribution était testée par un test de Kolmogorov-Smirnov, et les comparaisons statistiques ont été effectuées en situation bilatérale.

Les délais de réalisation des gestes sans et avec tenue de protection individuelle étaient comparés par un test de student lorsque les données ont pu être normalisées, chaque participant étant son propre témoin. Lorsque les données n'ont pu être normalisées, nous avons utilisé le test de Wilcoxon. Les critères de jugement secondaire étaient le taux d'échec et le pourcentage de gestes jugés modérés à difficiles, comparés sans et avec tenue de protection par un test de McNemar. La modification des paramètres biométriques était comparée par un test *t* de Student.

Les études ayant analysé la difficulté des gestes techniques liée au port de tenues de protection des risques radiologiques ou chimiques rapportent une augmentation de délai d'insertion d'accès veineux de 50 à 100 % [7]. En supposant l'hypothèse d'un délai d'accès veineux sur mannequin sans habillage de  $70 \pm 30$  secondes [15], 22 participants étaient nécessaires pour démontrer une augmentation significative du délai d'accès veineux périphérique de plus de 50 % en tenue de protection individuelle Ebola pour une puissance de 80 %.

Toutes les analyses étaient effectuées avec un risque de première espèce alpha égal à 0,05. Les tests statistiques étaient réalisés avec le logiciel XLSTAT 2014 (Addinsoft Paris, France).

### Résultats

Lors des deux journées d'étude, la température extérieure était de 26 °C, la salle n'était pas climatisée. Un effectif de 22 personnes a participé à l'étude, et chacun a pu réaliser l'ensemble des ateliers en tenue et sans tenue dans un ordre aléatoire. Le même nombre de participants (11/11) a commencé la séquence en tenue et sans tenue, les caractéristiques de la population sont résumées (Tableau 1). Les délais médians de réalisation des gestes d'urgence sans et avec tenue de protection individuelle du virus Ebola sont résumés (Tableau 2).

Le port d'EPI Ebola augmente significativement les délais pour les gestes de contrôle des voies aériennes, cependant l'impact clinique est peu significatif, avec une augmentation de délai médian de 10 à 15 % (quatre à six secondes) quel que soit le geste analysé. En outre, le taux de succès de contrôle des voies aériennes avec ou sans tenue de protection était de 100 %. Enfin, le port d'EPI Ebola n'augmentait pas significativement le taux des gestes jugés modérés à difficiles pour l'IOT (0 vs 4 % ;  $p = 1,00$ ), l'IOT avec Eschmann (0 vs 14 % ;  $p = 0,25$ ) ou l'IOT sur Fastrach™ (5 vs 14 % ;  $p = 0,50$ ) et le délai de contrôle des voies aériennes par Fastrach™ n'était pas inférieur à l'intubation avec ou sans mandrin d'Eschmann.

Tableau 1 Description de la population (n = 22).	
Variabiles	Valeurs
Homme	13 (60)
Femme	9 (40)
Âge (ans)	33 [29–45]
Durée d'exercice après diplôme (ans)	3 [1–12]
<b>Profession</b>	
• Infirmier anesthésiste	4 (18)
• Médecin réanimateur	7 (32)
• Médecin urgentiste	11 (50)
Port de correction visuelle	11 (50)
Expérience de simulation sur mannequin	14 (64)
Expérience de port tenue Ebola	5 (23)
Résultats exprimés en nombre (pourcentage) ou médiane [interquartiles : 25–75%].	

Concernant l'abord veineux, le port d'EPI Ebola n'augmentait pas significativement les délais de pose de KTIO et de VVP (augmentation des délais médians de 7 à 13 %) et n'augmentait pas les taux d'échec. On relevait un seul échec de pose de VVP sans tenue (deux tentatives, 204 secondes) et un échec de pose de VVP en tenue (deux tentatives, 192 secondes) par deux opérateurs différents ; cependant, on ne notait aucun échec d'abord intraosseux. Le port d'EPI Ebola augmentait significativement le taux de VVP et de KTIO jugés modérés à difficiles (respectivement 18 vs 59 % ;  $p < 0,01$  et 9 vs 36 % ;  $p = 0,03$ ). Le recours au KTIO était plus rapide que la pose de VVP sans (67 vs 88 secondes ;  $p = 0,02$ ) et avec tenue (78 vs 101 secondes ;  $p < 0,01$ ), aucun des participants n'a rapporté d'effraction cutanée au cours des gestes.

Après un délai d'une heure en tenue, on observait une augmentation significative de la température corporelle (élévation en moyenne de 0,31 degré [0,13 ; 0,49] ;  $p < 0,01$ ), de la fréquence respiratoire (élévation moyenne de 3,05 mouvements par minute [0,84 ; 4,43] ;  $p < 0,01$ ) et une diminution de la saturation pulsée en oxygène (diminution moyenne de 1,09 pourcentage [0,33 ; 1,85] ;  $p < 0,01$ ). La perte de poids

moyenne était de 330 g, mais ne ressortait pas de manière significative (moyenne = -0,33 [-0,42 ; -0,25] ;  $p = 7,66$ ). Les autres paramètres biométriques (tension artérielle et glycémie capillaire) n'étaient pas modifiés de manière significative. Les principales difficultés ressenties par les participants étaient la chaleur (22/22), la sueur (22/22), la présence de buée (20/22) et le manque de dextérité lié aux deux paires de gants (10/22).

## Discussion

À notre connaissance, il s'agit de la première étude évaluant les difficultés techniques de gestes d'urgence (protection des voies aériennes et abords vasculaires) en tenue de protection individuelle recommandée pour la prévention de la transmission du virus Ebola. Notre étude sur mannequin suggère que le port d'EPI Ebola n'augmente que faiblement les délais des gestes d'urgence sans augmenter les taux d'échecs.

Notre étude s'inscrit dans le cadre de formations préconisées après une intervention de l'Inspection générale des affaires sociales (IGAS) sur le dispositif Ebola des établissements de santé de référence (ESR) en fin mars 2015. Elles sont pour la zone de défense sud-ouest de la France sous la responsabilité de la mission NRBC du CHU de Bordeaux. Concernant les personnes dédiées à former aux gestes d'urgence en EPI, l'IGAS recommande d'intégrer en premier lieu les personnels des services de première ligne : réanimateurs médicaux, urgentistes intervenant dans les services de Samu-Smur et urgences, maladie infectieuse et les infirmiers anesthésistes amenés à évoluer dans ces services. Ces personnels ont, pour certains, déjà pris en charge des cas suspects, des cas possibles et pour l'un d'entre eux des cas confirmés en Guinée Conakry au centre de traitement Ebola de Nzérékoré pendant cinq semaines. Les participants ayant déjà été exposés à la prise en charge de patients suspects de MVE ont pu rapporter que cet exercice avait toute son importance dans la maîtrise des gestes d'urgence en EPI Ebola.

Tableau 2 Gestion des gestes d'urgence sans et avec tenue de protection Ebola.					
n = 22	Délai sans tenue	Délai avec tenue	Différence moyenne	Différence médiane	p
IOT sans mandrin (s)	29	36	7 (21)	4 [-0,04–16,00]	< 0,01
IOT/Eschmann (s)	38	45	6 (12)	4 [-2,20–14,00]	0,03
IOT/LMA-Fastrach™ (s)	39	45	6 (7)	6 [2,00–10,00]	< 0,001
VVP (s)	88	101	12 (46)	–	0,23
KTIO (s)	67	78	11 (25)	6 [-8,00–33,00]	0,09
Résultats exprimés en moyenne, différence moyenne (écart-type) et différence médiane [interquartiles : 25–75 %]. IOT : intubation orotrachéale ; KTIO : cathéter intraosseux ; VVP : voie veineuse périphérique.					

Concernant la gestion des voies aériennes, aucun échec n'a été recensé lors de notre travail, bien que les délais d'intubation et de pose de LMA-Fastrach™ soient significativement allongés par le port d'EPI, la différence observée est toutefois relative, et nous pourrions douter du réel impact clinique avec un geste allongé de quatre à six secondes. En revanche, le port de tenue Ebola augmente la difficulté ressentie et le délai de pose du dispositif LMA-Fastrach™. Ces résultats sont discordants avec l'étude de Castle et al. qui retrouvait une augmentation du taux d'échec de 8 % en tenue NRBC et notait que la pose de LMA-Fastrach™ était plus rapide que l'intubation orotrachéale [7]. Une autre étude en milieu anesthésique confirme que le port de gants en butyle pour la protection du risque chimique augmente le délai d'intubation mais pas le délai d'insertion de dispositif supraglottique [8]. Dans notre étude, les mannequins étaient placés sur des tables à une hauteur confortable pour l'opérateur, cela a pu faciliter leurs gestes et diminuer la différence entre l'intubation et la pose de LMA-Fastrach™. En effet, l'étude de Castle et al. [16] a identifié l'impact négatif de la position du patient sur la performance de l'intubation en EPI. En outre, la même équipe [11] a montré qu'il y avait un avantage à fixer la seringue pour gonfler le ballonnet au préalable, ce qui a été réalisé systématiquement dans notre étude. Enfin, la principale difficulté rencontrée par les opérateurs est la présence de buée à l'intérieur des masques entraînant une diminution des capacités visuelles chez plus de 90 % des participants. Cet inconvénient peut être en partie corrigé par un produit anti-buée de la marque Uvex®, sous forme de spray. Les lunettes utilisées sur le terrain (en Afrique de l'Ouest) étaient de plus ventilées par de micro-orifices sur le pourtour du bas du masque, contrairement à celles de l'étude. Enfin, la technique d'habillage différait au niveau de la position des lunettes qui étaient placées par-dessus la capuche de la combinaison.

Concernant l'abord vasculaire, l'étude sur mannequin de Castle et al. a relevé une augmentation significative des échecs d'abord vasculaire périphérique en tenue NRBC (12 %) [7] et également que la pose de KTIO est plus rapide que l'abord vasculaire périphérique de 90 secondes. Les auteurs concluent donc que le KTIO doit être considéré comme l'accès vasculaire de première intention chez les victimes de catastrophe NRBC. Ces résultats sont appuyés par l'étude de Lamhaut et al. [15] qui retrouvait que l'abord vasculaire par voie intraosseuse était significativement plus court que la VVP ( $65 \pm 17$  vs  $104 \pm 30$  secondes). Il en est de même pour l'étude de Suyama et al. [17] qui retrouvait une différence significative sur l'accès veineux en tenue et sans tenue et un intérêt statistiquement significatif à utiliser le KTIO (52 vs 104 secondes). Dans notre étude, le délai d'abord vasculaire est effectivement plus court avec le KTIO qu'avec la VVP, nous avons également observé plus d'échecs lors de la pose de VVP par rapport au KTIO, mais

le taux d'échec n'était pas associé au port de la tenue. Les discordances de notre étude avec les données de la littérature peuvent être expliquées par les différences entre les EPI prévues pour le risque Ebola et celles prévues pour les risques radiologiques ou chimiques. En effet, l'EPI Ebola diffère des tenues de type « C » (utilisées dans la plupart des études) par le port de gants en nitrile par rapport au port de gants en butyle, un matériau plus résistant [7–9]. Le port de gants butyle est systématiquement associé à une sous-paire de gants en coton. Il est donc probable que l'impact de l'EPI Ebola sur la dextérité des praticiens est moindre que lors du port des tenues de prévention du risque chimique ou radiologique. Cela est aussi confirmé par notre travail où moins de 50 % des intervenants relatent un manque de dextérité lié au port de deux paires de gants. C'est pourquoi nos résultats ne permettent pas de recommander le KTIO comme abord vasculaire de première intention lors de la prise en charge de patients suspects de virose Ebola. Comme démontré par une méta-analyse récente, un abord veineux périphérique de bon calibre permet un remplissage suffisant chez les patients hypovolémiques infectés [18]. L'abord intraosseux est une alternative de seconde intention devant rapidement être envisagée en cas d'abord périphérique impossible [9]. En milieu hospitalier, la pose d'un abord veineux central peut également être une alternative, sous réserve d'une attention particulière à la coagulopathie induite par le virus Ebola [10].

Notre travail présente toutefois plusieurs limites. Tout d'abord, notre population est hétérogène en termes d'ancienneté, d'expérience préalable sur mannequin et d'expérience en EPI Ebola, ce qui a pu introduire un biais de sélection et de tolérance. Ces biais ont été pris en compte par une étude de type croisé afin que chaque participant soit son propre témoin. Les séquences déterminées à l'avance avec un matériel préparé à l'identique ont permis d'être le plus reproductible possible. Ce schéma d'étude a cependant pu entraîner un biais d'apprentissage, certains opérateurs ayant été plus rapides lors de la deuxième partie de l'exercice, indépendamment du port d'EPI Ebola. Toutefois, ce biais a été pris en compte par une randomisation des séquences d'habillage, ne modifiant pas la portée de nos résultats.

Deuxièmement, nos intervenants ont évolué dans des conditions optimales sur mannequin. Les mannequins utilisés ont été validés lors de nombreuses études de simulation [14,15], mais ne permettent pas de reproduire les conditions réelles, notamment pour la pose d'abords vasculaires. Ainsi, certaines études cliniques chez des patients présentant un abord veineux difficile rapportent des délais de perfusion atteignant les 25 minutes [19]. En outre, la composante du mouvement du patient n'a pas été prise en compte sur les mannequins. Les études réalisées sur mannequins peuvent ainsi sous-estimer le risque d'exposition qui retentit sur le confort et la rapidité de réalisation des gestes. Enfin, cette étude sur mannequin ne permet pas d'intégrer le risque

d'AES, alors que le contact avec des patients atteints de MVE expose à des projections de fluide. Les EPI Ebola sont toutefois la référence en termes de prévention de ce type de risque [12] et lors de l'étude, aucun des participants n'a rapporté d'effraction cutanée au cours des gestes.

Nos résultats nécessiteraient donc d'être confirmés par une étude clinique sur patient. Cependant, d'un point de vue éthique et du fait de la faible prévalence des cas possibles, suspects ou confirmés, ce type d'étude ne peut pas être réalisable sur notre territoire.

## Conclusion

En conclusion, le port de l'EPI allonge de manière significative la protection des voies aériennes quelle que soit la méthode employée et sur la pose de KTIO. Cependant, il n'a qu'un impact modeste sur la difficulté ressentie et les délais d'abord vasculaire. Ces résultats sur mannequin mériteraient d'être validés par des études cliniques en réelles situations d'urgence.

**Liens d'intérêts :** Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

## Références

1. Organisation mondiale santé (OMS) Rapport de situation sur la flambée de maladie à virus Ebola. 26 août 2015. [www.who.int/csr/disease/ebola/situation-reports/fr/](http://www.who.int/csr/disease/ebola/situation-reports/fr/) (dernier accès le 06/02/2016)
2. Rosenthal P, Bausch D (2015) Perspectives on Ebola. *Am J Trop Med Hyg* 92:219–220
3. McCoy CE, Lotfipour S, Chakravarthy B, et al (2014) Emergency medical services public health implications and interim guidance for the Ebola virus in the United States. *West J Emerg Med* 15:723–7
4. Cenciarelli O, Pietropaoli S, Malizia A, et al (2015) Ebola virus disease 2013–2014 outbreak in West Africa: an analysis of the epidemic spread and response. *Int J Microbiol* 2015:769121
5. Torres M, Hansen KN, Jerrard D (2015) Ebola: a review for emergency providers. *Emerg Med Clin North Am* 33:e1–e18
6. Simon-Lorriere E, Faye O, Koivoqui L, et al (2015) Distinct lineages of Ebola virus in Guinea during the 2014 West African epidemic. *Nature* 524:102–4
7. Castle N, Owen R, Hann M, et al (2009) Impact of chemical, biological, radiation, and nuclear personal protective equipment on the performance of low- and high-dexterity airway and vascular access skills. *Resuscitation* 80:1290–5
8. Brinker A, Gray SA, Schumacher J (2007) Influence of air-purifying respirators on the simulated first response emergency treatment of CBRN victims. *Resuscitation* 74:310–6
9. Ker K, Tansley G, Beecher D (2015) Comparison of routes for achieving parenteral access with a focus on the management of patients with Ebola virus disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2:CD011386
10. Rees P (2015) Safety and feasibility of a strategy of early central venous catheter insertion in a deployed UK military Ebola virus disease treatment unit: response to comments by Bordes et al *Intensive Care Med* 41:1169
11. Castle N, Pillay Y, Spencer N (2011) Comparison of six different intubation aids for use while wearing CBRN-PPE: a manikin study. *Resuscitation* 82:1548–52
12. Établissement de préparation et de réponse aux urgences sanitaires (EPRUS). Avis relatif aux spécifications techniques des équipements de protection individuelle appropriés en cas d'expositions potentielles à la fièvre hémorragique virale Ebola. 12 septembre 2014. [http://www.eprus.fr/sites/www.eprus.fr/files/fiche10\\_avis\\_epi\\_20140912.pdf](http://www.eprus.fr/sites/www.eprus.fr/files/fiche10_avis_epi_20140912.pdf) (dernier accès le 04/02/2016)
13. Centers for disease control and prevention (CDC). Guidance on personal protective equipment To be used by healthcare workers during management of patients with Ebola virus disease in U.S. hospitals, including procedures for donning and doffing PPE. August 27, 2015. <http://www.cdc.gov/vhf/ebola/healthcare-us/ppe/guidance.html/> (dernier accès le 04/02/2016)
14. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) TECHNICAL DOCUMENT. Critical aspects of the safe use of personal protective equipment. A training tutorial for healthcare professionals. Stockholm, October 2014. <http://www.nosobase-biblio.cclin-arlin.fr/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=388128> (Dernier accès le 23/02/2016)
15. Lamhaut L, Dagron C, Apriatesei R (2010) Comparison of intravenous and intraosseous access by pre-hospital medical emergency personnel with and without CBRN protective equipment. *Resuscitation* 81:65–8
16. Castle N, Pillay Y, Spencer N (2011) What is the optimal position of an intubator wearing CBRN-PPE when intubating on the floor: a manikin study. *Resuscitation* 82:588–92
17. Suyama J, Knutsen CC, Northington WE, et al (2007) IO versus IV access while wearing personal protective equipment in a Haz-Mat scenario. *Prehosp Emerg Care* 11:467–72
18. Ker K, Tansley G, Beecher D, et al (2015) Comparison of routes for achieving parenteral access with a focus on the management of patients with Ebola virus disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2:CD011386
19. Macnab A, Christenson J, Findlay J (2000) A new system for sternal intraosseous infusion in adults. *Prehosp Emerg Care* 4:173–7