Les effets de l'hypoxie d'altitude sur la performance des équipes médicales pour la prise en charge des blessés de guerre

G. Depreux, R. Melaine, E. Ramdani, C. Bourrilhon, P.-F. Wey, M. Puidupin, J.-Y. Martinez

HIA Desgenettes, Lyon, France.

Introduction

Au cours de la dernière décennie, les conflits en Irak et en Afghanistan ont permis de faire évoluer considérablement les soins aux blessés. Pour le Service de santé français, le sauvetage au combat a été formalisé depuis 2009 et s'est imposé comme un standard de soins, appliqué dès les toutes premières minutes suivant la blessure et poursuivi jusqu'à la prise en charge dans une formation chirurgicale, avec un objectif ambitieux : réduire l'incidence des décès évitables qui représentent encore 15 à 20 % des décès [1]. Pour tenir cet objectif, deux avancées majeures ont été obtenues : d'une part tous les combattants reçoivent avant le départ en opérations extérieures une formation centrée sur l'emploi des garrots dont ils sont équipés, et d'autre part une méthode unique de prise en charge des blessés est appliquée par l'ensemble des personnels des équipes santé ; méthode unique qui est aussi importante que la précocité de la chirurgie[2,3] .Cette méthode française, inspirée d'autres armées et dénommée selon l'acronyme « SAFE MARCHE RYAN », a été développée initialement par le Centre d'Instruction aux Techniques de Réanimation de l'Avant (CITERA) de Lyon pour les équipes médicales projetées en Afghanistan au sein d'unités de l'armée nationale afghane. Cette méthode s'est généralisée ; elle est désormais enseignée au titre des formations initiale et continue pour les différentes catégories de personnels santé.

L'Afghanistan est un pays montagneux et les équipes médicales qui accompagnent les troupes au sol ou assurent les évacuations sanitaires héliportées sont exposées aux effets de l'altitude. L'hypoxie entraîne des troubles attentionnels qui pourraient altérer la performance des équipes médicales lors de la prise en charge des blessés de guerre, notamment par déficit attentionnel de l'administrateur central de la mémoire de travail[4-7]. Depuis 2007, un stage d'entraînement de ces équipes médicales, dénommé MEDICHOS (Médicalisation en milieu hostile), se déroule dans le massif du Mont-Blanc. À cette occasion, il semblait que la performance médicale de sujets non acclimatés était possiblement réduite. Lors de l'exercice MEDICHOS 2011, nous avons voulu évaluer et mesurer les effets de l'hypoxie d'altitude sur la performance des médecins et des infirmiers en réalisant une étude prospective de simulation médicale. La méthode « SAFE MARCHE RYAN » résisterait-elle aux effets de l'hypoxie ? Sinon, quels seraient les axes de formation à renforcer ?

Patients et méthodes

Huit médecins et infirmiers spécifiquement formés ont été soumis individuellement à des exercices de prise en charge de blessés grimés, à 2 300 mètres (3 blessés successifs) puis à 3 800 mètres d'altitude (2 blessés successifs) dans le massif du Mont-Blanc. La SpO_2 était mesurée à la fin de chaque exercice (oxymètre Nonin™). Des actes diagnostiques (AD) et des actes thérapeutiques (AT) préalablement définis étaient attendus : 1/ AD primaires = étapes de l'acronyme, 2/ AD secondaires = signes cliniques recherchés, 3/ AT primaires = gestes techniques réalisés, 4/ AT secondaires = points clés de la réalisation des gestes. Le nombre d'erreurs par rapport au nombre d'actes attendus (% d'erreurs) a été comparé entre les 2 altitudes à l'aide d'une analyse de variance à un facteur et test de Tukey post-hoc. $p < 0,05$ était significatif. Des facteurs connus pour influencer la performance ont été étudiés à savoir : la fatigue, le stress, l'intensité de l'effort physique et l'humeur.

Résultats

Les valeurs de SpO_2 (moyenne, extrêmes) des 8 participants étaient plus basses à 3 800 m : 81,2 % (75-87) versus 92,8 % (91-94) à 2 300 m. Le % d'erreurs portant sur les actes primaires (AD et AT primaires) n'était pas influencé par l'hypoxie : 9 % à 3 800 m versus 10,5 % à 2 300 m. Par contre, le % d'erreurs portant sur les actes secondaires était significativement plus élevé à 3 800 m.

Tableaux I et II.

Pourcentage d'erreurs	2300 m	3800 m	p
Obstruction VAS	37,5	41,666	0,135
Liberté des plèvres	34,72	41,91	0,903
Évaluation hémodynamique	14,28	33,33	0,049*
Évaluation neurologique	20,83	31,25	0,413

Pourcentage d'erreurs	% erreurs 2300 m	% erreurs 3800 m	p
Garrot	29,166	41,66	0,402
Perfusion IO	5	40	< 0,001*
Coniotomie	11,45	42,7	0,003*
Exsufflation PNO	8,92	32,14	< 0,001*
Hypothermie	37,5	65,62	0,011*

Aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence lors du suivi des facteurs influençant la performance.



Figure 1. Réalisation d'une coniotomie sur mannequin haute fidélité.

Discussion

Les stagiaires nous l'avons vu dans les résultats étaient en état d'hypoxie dès 2 300 m et encore plus marquée à 3 800 m, avec une saturation moyenne au repos, de 92 (±1) % et de 81 (±4) % respectivement. Des signes d'adaptation physiologique à l'hypoxie étaient démontrés par l'accélération du pouls aux deux altitudes. L'aptitude diagnostique des sujets a été évaluée par la bonne démarche diagnostique utilisant le « MARCHE RYAN ». Cette aptitude correspond aux oublis diagnostiques primaires, qui correspondent à l'oubli d'un item ou l'inversion d'item de l'acronyme. Les résultats n'ont pas mis en évidence de différence significative entre les cas cliniques réalisés à 2 300 m et 3 800 m en ce qui concerne la réalisation du « MARCHE-RYAN ». L'acronyme « SAFE MARCHE RYAN » permet un codage réductif facilitant la recherche des causes de morts évitables et guidant la prise en charge[8]. Il est aujourd'hui la base de l'enseignement du sauvetage au combat dans le service de santé des armées. Les différentes catégories de blessures de guerre sont classées par architecture prototypique. Avec cette méthode, le sauveteur est capable d'identifier au sein d'un cas clinique concret soit une configuration caractéristique de signes (pattern recognition), soit une similarité avec des cas rencontrés précédemment en exercice de simulation ou en situation réelle[9]. Dans les deux cas, l'acte de catégorisation repose sur un jugement à propos de la qualité de la similarité entre le cas présent et une configuration de signes, une image ou un cas stocké en mémoire. Devant un blessé de guerre, le sauveteur compare la situation présente à celles stockées en mémoire pour l'associer à un diagnostic, c'est ce qui fait la force de cette méthode. Avec ce raisonnement non-analytique, on obtient donc un automatisme diagnostique et thérapeutique avec la seule mémorisation d'un acronyme.

Lors de l'évaluation diagnostique des blessés, nous n'avons pas mis en évidence de différence significative entre les deux altitudes de travail, sauf pour l'évaluation de l'état hémodynamique. Il semble que la

mémorisation de cas cliniques prototypiques grâce à un codage réductif compense le déficit attentionnel de l'administrateur central secondaire à l'hypoxie. Alors que lors de la réalisation des gestes thérapeutiques, il existait une baisse de performance globale. En effet, une fois la décision thérapeutique prise le soignant doit effectuer le geste salvateur, or chaque geste doit être mené par une procédure précise. Ces procédures ne sont pas retrouvées par l'acronyme, imposant un enseignement des gestes plus intensif pour obtenir le même niveau de mémorisation et donc de performance. Lors de la réalisation des gestes la mémoire de travail avec l'administrateur central sont sollicités pour la restitution des procédures. Nous avons vu que l'administrateur central est sensible à l'hypoxie dans sa capacité attentionnelle, d'où la baisse de performance thérapeutique en altitude. Ces données semblent rejoindre les observations faites par Smith sur des équipages d'hélicoptères pour des vols inférieurs à 3 000 m [10-11].

Ces résultats suggèrent que le déficit attentionnel attendu en altitude du fait de l'hypoxie est en partie compensé lors de la mise en œuvre de la méthode « SAFE MARCHE RYAN ». La compensation porte surtout sur les actes primaires, ce qui illustre l'intérêt et la force d'un acronyme comme moyen mnémotechnique. Dans d'autres situations où un déficit attentionnel existe, en particulier la fatigue, la privation de sommeil et le stress lié aux combats, il est probable que les actes essentiels seraient réalisés de la même manière. Par contre, le déficit attentionnel affecte davantage les actes secondaires: la formation initiale et l'entraînement répété visant à rendre automatique l'exécution des gestes en conditions difficiles doivent être renforcés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Kelly JF, Ritenour AE, McLaughlin DF, Bagg KA, Apodaca AN, Mallak CT, et al. Injury severity and causes of death from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003-2004 versus 2006. J Trauma. 2008 févr;64(2 Suppl):S21-26; discussion S26-27.
2. Gofrit ON, Leibovici D, Shapira SC, Shemer J, Stein M, Michaelson M. The trimodal death distribution of trauma victims: military experience from the Lebanon War. Mil Med. 1997 janv;162(1):24-6.
3. Holcomb J, Caruso J, McMullin N, Wade CE, Pearse L, Oetjen-Gerdes L, et al. Causes of death in US Special Operations Forces in the global war on terrorism: 2001-2004. US Army Med Dep J. 2007 mars;24-37.
4. Berry DTR, McConnell JW, Phillips BA, Carswell CM, Lamb DG, Prine BC. Isocapnic hypoxemia and neuropsychological functioning. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 1989; 11(2):241-51.
5. Pelamatti G, Pascotto M, Semenza C. Verbal free recall in high altitude: Proper names vs common names. Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior. 2003;39(1):97-103.
6. Kramer AF, Coyne JT, Strayer DL. Cognitive Function at High Altitude. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 1993 juin 1;35(2):329-44.
7. Bonnon M, Noël-Jorand MC, Therme P. Effects of different stay durations on attentional performance during two mountain expeditions. Aviat Space Environ Med. 2000 juill;71(7):678-84.
8. Bandura A, Jeffery R, Bachicha DL. Analysis of memory codes and cumulative rehearsal in observational learning. Journal of Research in Personality. 1974 mars;7(4):295-305.
9. Norman G, Young M, Brooks L. Non_analytical models of clinical reasoning: the role of experience. Medical Education. 2007 déc 1;41(12):1140-5.
10. Smith A. Hypoxia symptoms reported during helicopter operations below 10,000 ft: a retrospective survey. Aviation, space, and environmental medicine. 2005;76(8):794-8.
11. Smith AM. Acute hypoxia and related symptoms on mild exertion at simulated altitudes below 3048 m. Aviation, space, and environmental medicine. 2007;78(10):979-84.

CARUM
Club des Anesthésistes-Réanimateurs et Urgentistes Militaires

Cotisation au CARUM
Abonnement à Réanoxyo inclus

Document à renseigner le plus précisément possible. Photocopie admise ou téléchargeable sur le site www.carum.org. La cotisation au CARUM donne droit à une carte de membre.

Nom : . . . . . **Prénom :** . . . . .
Date de naissance : . . . . .
Grade : . . . . . **Fonction :** . . . . .
Affectation : . . . . .
Adresse professionnelle : . . . . .
. . . . .
N°, rue : . . . . .
Ville et code postal : . . . . .
Téléphone : . . . . . **E-mail :** . . . . .

Adresse personnelle : . . . . .
N°, rue : . . . . .
Ville et code postal : . . . . .
Téléphone : . . . . . **E-mail :** . . . . .

Spécialité : ❑ anesthésiste-réanimateur ; ❑ urgentiste ; ❑ médecin d'unité ; ❑ IADE ❑ IDE ; ❑ autre (préciser) :
Titre : ❑ agrégé ; ❑ spécialiste ; ❑ assistant ; ❑ interne ; ❑ cadre ; ❑ autre (préciser) :
Statut : ❑ de carrière ; ❑ réserviste ; ❑ autre (préciser) :

Institutions*	Agrégés, MCS, civils	Spécialistes, Officiers supérieurs	Assistants, internes, médecins	IADE, IDE
100 €	50 €	30 €	20 €	15 €

** institutions : tout ce qui n'est pas une personne (bibliothèques, hôpitaux, directions, inspections, ...)*

Moyens de paiement :
- Par Paypal sur le site du CARUM : www.carum.org
- Par chèque à l'ordre du CARUM adressé à : MC ASTAUD Cécil-Emmanuel, BSPP, 55 Bd de PORT ROYAL, 75013 PARIS