Traitement du coup de chaleur par immersion : réalisation pratique au Centre médical des armées de Calvi

B. Lavenir[a], L. Cavalier[a], G. Douillard[a], G. Ivanov[a], M. Lesaffre[b], L. Aigle[a]

a Centre médical des armées de Calvi, camp Raffalli – 20260 Calvi.
b École des troupes aéroportées (ancien directeur général de la formation – 2010-2014).

Résumé

Malgré une diminution de son incidence et de sa mortalité, le coup de chaleur d'exercice continue d'avoir un impact opérationnel important dans les armées françaises. Les nouvelles données de la littérature mettant notamment en avant le refroidissement par immersion comme priorité dans la prise en charge contribuent à diminuer les conséquences néfastes de cette pathologie. Celui-ci inaugure de nouvelles pistes en termes de recherche appliquée, de sensibilisation et de formation. Nous proposons à travers l'exemple du centre médical des armées de Calvi les modalités, contraintes, solutions de la mise en œuvre pratique de cette nouvelle thérapeutique en unité.

Mots-clés : CMA. Coup de chaleur d'exercice. Refroidissement par immersion. Urgence médicale.

Abstract

HEATSTROKE IMMERSION TREATMENT: A STUDY OF A PRACTICAL CASE AT THE ARMY MEDICAL CENTRE OF CALVI.

Despite a decline in their incidence and mortality, heatstroke injuries continue to have a significant operational impact within the Armed Forces. New data from the literature, in particular cooling by immersion as a priority, in the management of heatstroke injuries, may reduce their negative consequences. Cooling by immersion entails new possibilities in terms of applied research, education and training. With the study of the example of Calvi Medical Center, we suggest terms, constraints, and solutions for the practical implementation of this new therapy within the Armed Forces.

Keywords: Army medical center. Cold-water immersion. Heat illness. Heat stroke. Medical emergency.

Introduction

Bien que le Coup de chaleur d'exercice (CCE) ne soit pas l'accident le plus fréquent dans les armées, il fait partie des risques les plus graves de l'entraînement physique du militaire (1). Depuis les épidémies de CCE lors de conflits plus anciens (guerre de Crimée, été 1914, guerre des six-jours) (2) avec leurs vagues de décès, jusqu'à notre époque, cette pathologie garde tout son potentiel létal dans un contexte militaire (3).

Si l'amélioration de la prévention et de la prise en charge de cette pathologie a fait progressivement diminuer sa prévalence et sa mortalité durant les années 2000 (4), elle n'en reste pas moins dramatique par le risque vital encouru dans des conditions d'entraînement, pénalisante individuellement en termes d'inaptitude et de carrière, surtout jusqu'en 2012 (5), et collectivement par perte de combattants formés et de savoir-faire. Notre but est de démontrer comment la recherche et l'évolution des pratiques contribuent à diminuer l'impact opérationnel du CCE dans les armées.

Après un bref aperçu sur le CCE en général et dans les armées, nous détaillerons l'évolution de sa prise en charge à la lumière des récentes publications, puis proposerons les modalités pratiques de sa mise en œuvre au Centre médical des armées (CMA) de Calvi.

Le CCE dans les armées

Si on le rencontre de plus en plus dans le milieu sportif, avec la démocratisation des marathons, trials et autres courses de longue distance (6-9), avec des conséquences individuelles, le CCE n'en reste pas moins un sujet d'intérêt spécifique au monde militaire, par son impact sur la capacité opérationnelle individuelle et collective.

B. LAVENIR, médecin principal. L. CAVALIER, médecin (TA). G. DOUILLARD, médecin. G. IVANOV, adjudant, infirmier. M. LESAFFRE, lieutenant-colonel. L. AIGLE, médecin en chef, praticien certifié.
Correspondance : Monsieur le médecin principal B. LAVENIR, Centre médical des armées de Calvi, camp Raffalli – 20260 Calvi.
E-mail : lavenirb@yahoo.fr

Après un rappel de physiopathologie, seront détaillées l'épidémiologie du CCE dans les armées françaises puis ses conséquences sur l'aptitude à servir.

Physiopathologie

Tout effort physique représente, par rapport à l'état de repos, une augmentation du métabolisme, avec une dépense énergétique et donc une production de chaleur accrue. C'est ainsi que le rendement du cycle de déphosphorylation de l'adénosine tri-phosphate, à l'origine du fonctionnement énergétique cellulaire, avoisine les 20 %, le reste produisant de la chaleur. Celle-ci est évacuée en partie par des phénomènes régulateurs sous contrôle neurologique central, ayant pour objectif de maintenir une certaine homéostasie. Parmi ces mécanismes, l'augmentation des rythmes cardiaques et respiratoires et la vasodilatation périphérique amènent le sang chaud en provenance des muscles au contact de l'interface cutanée ou muqueuse afin de libérer cet excès de chaleur dans le milieu extérieur. La sudation amplifie ce phénomène par l'énergie consommée pour faire passer les gouttelettes au contact cutané de l'état liquide à l'état gazeux (10).

Lorsque la production de chaleur corporelle dépasse les capacités d'élimination de l'organisme et/ou que les mécanismes de régulation et d'élimination sont rendus inopérants par une cause externe ou interne, la température interne augmente de manière non régulée (7) (contrairement au phénomène de fièvre). Les facteurs extrinsèques sont principalement climatiques : augmentation de la température extérieure et de l'humidité (limitant l'efficacité de la sudation), l'absence de vent et l'ensoleillement (11). On peut également citer le rôle de l'habillement couvrant la surface cutanée (parfois même imperméable), limitant les échanges calorifiques cutanés (12). Dans les facteurs intrinsèques (12), on retrouve les états morbides chroniques (obésité (13), certaines pathologies musculaires ou métaboliques) (10) et aigus, la consommation de certains médicaments tels que les benzodiazépines (influence centrale) (14), l'alcool, la dette de sommeil et enfin le défaut d'entraînement et d'acclimatement à un nouveau milieu (7, 12, 15-17).

Cet excès de chaleur présente un effet toxique direct sur le fonctionnement cellulaire, via la modification spatiale de certaines protéines, thermolabiles, à l'origine d'un syndrome inflammatoire systémique et de souffrances tissulaires, spécifiquement au niveau hépatique, musculaire et cérébral (18). Lorsque cette agression dépasse le seuil de tolérance cérébrale, les signes neurologiques (désorientation, obnubilation, état délirant ou d'agitation, voire convulsions et coma) débutent, alors que le contrôle central de la régulation thermique se trouve lui aussi altéré (16). On a alors un effet de seuil, les mécanismes d'évacuation de la chaleur perdent de leur efficacité, et la température aura tendance à continuer de s'élever même en cessant l'effort physique, on parle alors de CCE. La température centrale minimale pour dépasser ce seuil, pour un sujet normotherme avant exercice, est voisine de 40 °C et varie peu dans les différentes descriptions cliniques (19).

Le coup de chaleur d'exercice s'intègre dans un ensemble de pathologies liées à la chaleur (*heat illness*), de gravité progressive, correspondant à l'évolution naturelle d'un excès de chaleur pathologique lors de l'effort : le premier stade, l'épuisement hyperthermique (*heat exhaustion*), se situe physiopathologiquement sous le seuil de tolérance cérébrale. Il se caractérise cliniquement par des céphalées, nausées et vomissements, vertiges, et une asthénie intense, considérés comme prodromes au CCE (17). Il est réversible avec l'arrêt de l'effort et l'hydratation. Passé ce seuil, on entre dans la définition française du coup de chaleur d'exercice, c'est-à-dire des « troubles neurologiques variés allant de la confusion au coma, dans le cadre d'une hyperthermie supérieure à 40 °C, résultant d'un effort physique intense » (12). Les américains graduent cette dernière pathologie en deux stades : *heat injury*, correspondant à un CCE simple, n'occasionnant pas de complication, mais évoluant, en l'absence d'une prise en charge précoce et efficace, vers le *heat stroke*, CCE grave, avec complication et syndrome de défaillance multiviscérale sans traitement. Ils y associent le stade *heat exhaustion*, première étape en amont du CCE, correspondant à ses prodromes (12).

Ces accidents thermiques constituent un « continuum physiopathologique » qui aboutit inéluctablement, en cas de retard ou d'absence de prise en charge correcte, à un véritable CCE. Les mesures de prévention visent à ne pas entrer dans cette dernière partie de ce *continuum*.

En effet, en plus du risque de mort subite à court terme par l'hypovolémie associée à la souffrance myocardique, la souffrance tissulaire peut être à l'origine de séquelles neurologiques et de complications retardées (20, 21) de type hépatite fulminante (22-24), insuffisance rénale aiguë (25), coagulation intra vasculaire disséminée (26), syndrome de détresse respiratoire aiguë (27) et même perforation du tube digestif par nécrose localisée (28).

Les études de cohorte montrent que la morbidité et la mortalité du coup de chaleur augmentent avec la durée passée dans cet état d'hyperthermie maligne et que celle-ci importe plus que le degré d'hyperthermie (29). Le délai de refroidissement joue alors un rôle essentiel dans l'évolution de cette pathologie (29-31). Les complications graves surviennent alors principalement lors d'un retard au diagnostic (19, 27) et d'une prise en charge inadaptée (3, 4, 29).

Épidémiologie dans les armées françaises

De pronostic sombre encore au siècle dernier, avec une mortalité de l'ordre de 20 % au début des années 1980, du fait de la méconnaissance, du retard au diagnostic et du manque de prise en charge adaptée, l'incidence de cette pathologie a progressivement diminué dans les armées sur 30 ans (2). De 36 pour 100 000 personnes-année en 2005, elle s'établit pour l'année 2011 à 18 pour 100 000 personnes-année, avec un total de 4 décès sur cette période (4).

L'analyse épidémiologique sur cette période, portant sur 584 sujets (14,2 % des cas déclarés ont été exclus de l'étude car ne remplissant pas les critères de CCE), a montré une surreprésentation des cas

survenus en outre-mer et en opération extérieure (l'incidence persistant globalement au-delà des 60 pour 100 000 personnes-année) qui a échappé à la diminution globale constatée en métropole. Elle montre également un sur-risque pour les hommes (Risque relatif (RR) x 2), les moins de 20 ans (RR x 12,7) et les militaires de l'armée de Terre (RR x 13,3). Plus de 70 % des CCE sont survenus durant une marche-course simple (treillis et rangers), une marche-course dite « 8 km TAP » (treillis, rangers et sac à dos à 11 kg), nécessaire pour l'entrée ou le maintien dans les troupes aéroportées, ou une marche-course de sélection aux stages commando (treillis, rangers, sac à dos à 11 kg et armement). Quant aux récidives, elles représentent 47 cas soit 8,6 %, et sont en baisse au cours de l'étude. D'une incidence de 3,5 pour 100 000 PA, soit 9,6 % des CCE en 2005 elles ont diminué à 0,6 pour 100 000 PA, soit 3,3 % des CCE en 2011 (4).

Un autre facteur, difficilement quantifiable, mais parfois cité dans les études françaises (4, 17, 21) est le rôle de la motivation, du dépassement de soi. Cette donnée est à corréler avec une survenue plus fréquente en fin de course ou même à l'arrivée (17), faisant émettre l'hypothèse que le sujet, alors qu'il dépasse ses capacités de régulation et emmagasine l'excès de chaleur, ressent les prodromes du CCE mais poursuit son effort malgré ces signes d'alarmes. Très rapidement, son état neurologique ne lui permet plus de prendre la décision de s'arrêter et il entre dans la phase du CCE.

Dans les armées françaises, le coup de chaleur d'exercice est un accident à déclaration obligatoire au Centre d'épidémiologie et de santé publique des armées (CESPA), incluse dans le message épidémiologique hebdomadaire et impliquant la rédaction d'une fiche spécifique F3, permettant le suivi épidémiologique et la collecte de données pour la recherche militaire française dans ce domaine (4).

Retentissement sur l'aptitude à servir

Sur la période évoquée de collecte épidémiologique et jusqu'en 2012, s'appliquait une inaptitude physique et à la projection en opération de plusieurs mois (5), en pratique d'un an minimum, le temps d'effectuer une recherche de prédisposition, incluant une spectroscopie par résonnance magnétique, une biopsie musculaire (effectuée à distance du CCE) avec tests de contracture, analyse morphologique et histoenzymologique (17). À l'évidence, le CCE était plus suspecté d'être une maladie qu'un accident (32). Des éléments de ressemblance avec l'hyperthermie maligne per-anesthésique, elle-même causée par un ensemble de mutation intéressant le métabolisme musculaire et la circulation du calcium intracellulaire, ont fait émettre l'hypothèse d'une prédisposition commune (33, 34). Si de nombreuses perturbations du fonctionnement musculaire ont été retrouvées à la biopsie, aucun lien systématique n'a pu être mis en évidence entre le CCE et l'hyperthermie maligne per anesthésique (4, 35).

Ces longues périodes d'inaptitude au sport, au parachutisme militaire et à la projection en opération, parfois définitives en cas d'anomalies du bilan étiologique, pour des combattants d'unités opérationnelles, entraînés et formés, étaient considérées comme une sanction pour l'individu et une lourde perte de compétences pour les unités. Une certaine tendance à minimiser un incident thermique ou même à camoufler un coup de chaleur d'exercice a pu être observée (17).

Les nouvelles mesures de l'article 360 de l'arrêté relatif à la détermination du profil médical d'aptitude en cas de pathologie médicale ou chirurgicale du 20 décembre 2012 (36), laissent aux soins des médecins des forces, après le traitement de la phase aiguë, le suivi biologique, la phase de repos, le réentraînement, le reclassement de ces patients. Ces derniers devraient également être adressés auprès du spécialiste référent CCE de son hôpital d'instruction des armées de rattachement.

Pour un premier épisode, sans séquelle, le patient peut débuter un cycle d'entraînement progressif et maîtrisé, sous surveillance d'un spécialiste en Entraînement physique, militaire et sportif (EPMS) et du médecin des forces. Une épreuve test (identique à l'épreuve responsable du CCE) est ensuite réalisée, en conditions normées, lui permettant d'être reclassé G = 2 et de récupérer l'ensemble de ses aptitudes (36). Par exemple, pour le cas d'un CCE durant un « 8 km TAP », le test sera de refaire cette épreuve mais en temps imposé minimal de 54 minutes (50 minutes pour une marche course). Ce n'est qu'en cas de récidive ou de CCE avec séquelle que le patient est reclassé de G = 2 à G = 5 et que le CCE retentit sur ses aptitudes et sa carrière militaire (36).

Au total, la physiopathologie du CCE actuellement décrite relativise l'importance de la prédisposition dans sa survenue. De plus, l'épidémiologie du CCE dans les armées a montré un net recul de la mortalité de ces accidents. Ces évolutions ont permis la modification des règles d'aptitudes, autorisant le « droit à la seconde chance » du militaire victime d'un CCE sans séquelle, via l'article 360 de l'arrêté du 20 décembre 2012 (36).

Évolution de la prise en charge

Les nouvelles normes d'aptitude évoquées précédemment ont diminué les conséquences individuelles et collectives du CCE. Cela n'a été rendu possible que par une prise en compte sur le terrain de son diagnostic et de ses thérapeutiques. Avec la prise de conscience de la nécessité du refroidissement et de son caractère urgent, une première approche s'est dessinée des années 1980 à nos jours. De nombreuses études de cette dernière décennie, toujours d'actualité, ont montré l'intérêt d'une décroissance thermique rapide et ont mis en avant la méthode par immersion,

Traitement « classique » du CCE

Encore récemment, la prise en charge des coups de chaleur dans les armées consistait certes à refroidir en urgence le patient, mais sans recherche d'une vitesse de refroidissement maximale, toutes les méthodes semblant se valoir (4). Au contraire, une certaine progressivité dans la décroissance thermique était

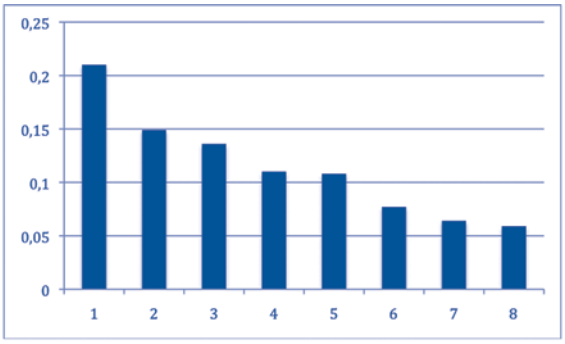
recherchée, de peur de déclencher des convulsions par un refroidissement trop brusque. Une immersion brutale n'était pas recommandée dans l'hypothèse d'une vasoconstriction périphérique à l'immersion du sujet en hyperthermie maligne, susceptible de s'opposer aux échanges thermiques cutanés et donc au refroidissement (6, 29, 32, 37). Finalement, le tracé et la forte cinétique de décroissance de la température d'un sujet atteint de CCE (29) soumis à un refroidissement par immersion (comparée à celle d'un sujet en hyperthermie non maligne, qui présente une cinétique moindre et une cassure dans le tracé, correspondant aux phénomènes actifs de thermorégulation), semblent suggérer l'inverse, la dysrégulation provoquant sans doute une diminution ou une absence de vasoconstriction réflexe au contact de l'eau froide.

En pratique, les méthodes les plus couramment utilisées en CMA étaient, et le sont encore très souvent, après l'arrêt de l'effort, le déshabillage et la mise à l'ombre, l'aspersion d'eau froide avec ventilation, l'application de tissus mouillés sur la peau (voire le montage d'un tunnel de froid avec des arceaux soutenant des draps mouillés au-dessus du patient, ventilé à l'une des extrémités), le glaçage des troncs vasculaires à la racine des membres, associées à une réhydratation intraveineuse de sérum salé isotonique, à température ambiante ou réfrigérée si possible (6, 32). Les antipyrétiques comme le paracétamol ou l'aspirine sont bannis du fait de leur inefficacité et de leurs effets délétères sur le CCE (38, 39).

Les études récentes

Depuis la seconde moitié des années 2000, une nouvelle prise en charge du CCE plus agressive commence à s'imposer. Les études de cohortes au niveau international ont mis en évidence une augmentation de la mortalité et des complications avec le temps passé en hyperthermie non régulée (≥ 40 °C). Il ne s'agit plus seulement de traiter précocement (40), si possible directement sur le lieu de l'accident (9, 40, 41), il importe également de faire chuter rapidement la température (19, 27, 29, 40, 42).

Ces nombreuses études et revues de littérature ont donc comparé les différentes techniques utilisées et les ont classées en fonction de la vitesse de refroidissement centrale dans le cas d'un coup de chaleur. Dès 2005 (31), les résultats sont sans appel, toujours confirmés actuellement, en faveur d'une nette supériorité de l'immersion dans l'eau glacée ou au moins froide, seule technique capable d'abaisser la température d'une vitesse supérieure à 0,15 °C/min, sans qu'il n'ait été observé d'effet délétère (6, 29, 30, 43, 44). Au contraire, le développement de cette technique s'est accompagné d'une diminution des complications et de la mortalité (30). L'arrosage par eau froide avec ventilation, l'application de tissus mouillés, l'aspersion fine ou la perfusion de sérum salé isotonique sont d'une efficacité moyenne de l'ordre de 0,1 °C/min (31, 44) et peuvent donc être utilisés en complément ou en remplacement de l'immersion en cas de difficultés techniques. L'application de glace sur les troncs vasculaires ou les lavages gastriques à l'eau glacée n'ont pas été concluants en termes d'efficacité (31, 44) (fig. 1).



Techniques de refroidissement utilisées dans la figure 1:
1- Immersion dans l'eau glacée, température inférieure à 5,16°C (N=38)
2- Immersion dans l'eau froide, température comprise entre 7 et 20°C (N=90)
3- Arrosage associé ou non à d'autres techniques (N=69)
4- Ventilation associée ou non à d'autres techniques (N=89)
5- Application de tissus imprégnés d'eau glacée (N=8)
6- Aspersion fine associée ou non à une ventilation (N=22)
7- Perfusion intraveineuse associée ou non à d'autres techniques (N=6)
8- Application de glace associée ou non à d'autres techniques (N=22)

Figure 1. Vitesses de refroidissement pondérées (en degrés Celsius par minute) en fonction selon de différentes techniques selon Mc Dermott et al., 2009 (43).

Un autre enseignement de la littérature est la prise impérative de la température par voie rectale pour le diagnostic et le suivi du coup de chaleur d'exercice. Probablement à cause des phénomènes pathologiques de dysrégulation thermique lors de l'hyperthermie maligne et de refroidissement agressif durant son traitement, la répartition de la chaleur corporelle s'en trouve modifiée, et les mesures thermiques cutanées, tympaniques, axillaires et buccales ne sont plus le reflet de la température corporelle interne, comme elles le sont dans les conditions physiologiques ou de fièvre (45, 46).

Enfin, la question se pose : quand arrêter le refroidissement ? Le traitement peut paraître agressif même si empiriquement il semble bien toléré par les patients, avec l'absence de frissonnements et de lutte au contact de l'eau, sauf dans les cas d'agitation préalable. La cinétique de baisse thermique est rapide et fait craindre une hypothermie. La méthode empirique fait attendre le retour à un état de conscience normal avant de sortir le patient de l'eau.

Où fixer l'arrêt en cas de complications neurologiques et de coma prolongé ? Les études déterminent une limite se situant aux environs de 38,6 °C (47, 48), pour une durée de refroidissement inférieure à 30 minutes, toujours sous monitorage thermique (6). Cette limite nous semble tout à fait acceptable et facile à mettre en œuvre au CMA et c'est surtout la cassure de la courbe de température qui montrera que le processus d'auto entretien est terminé et que les thérapeutiques ont été efficaces.

Si la méthode « classique » de traitement du CCE est très bien maîtrisée dans les CMA, elle n'en demeure pas moins peu satisfaisante en regard de la supériorité

du refroidissement par immersion. Il convient de faire évoluer au niveau des CMA les protocoles et les matériels afin d'offrir aux militaires une prise en charge optimale.

Mise en œuvre en CMA

Grâce à l'expérience acquise en ambiance thermique extrême en Afrique de l'Est, le CMA de Calvi a développé une mise en œuvre pratique de ces nouvelles recommandations, adaptant ses locaux, son matériel et ses procédures afin de privilégier le refroidissement par immersion dès que possible. Enfin, la réflexion se poursuit afin d'améliorer les pratiques et l'équipement des CMA, ouvrant le champ à de futurs développements.

Les débuts à Djibouti

La République de Djibouti, implantation de forces françaises prépositionnées, marquée par des températures pouvant dépasser les 50 °C et une humidité excédant souvent les 80 %, a toujours été un lieu à risque concernant les coups de chaleur d'exercice. On peut citer l'exemple de la 13e demi-brigade de Légion étrangère, cumulant 25 décès par CCE entre 1963 et 2008, et plus particulièrement l'année 1984, avec 7 décès dont un médecin (49). Un premier essai de refroidissement par immersion sur ce territoire en 2010 (50) a ouvert la voie à un début de protocolisation de la prise en charge des CCE avec une priorité à cette technique lorsqu'elle fut possible à mettre en œuvre. La victime était allongée dans une barquette Ferno®, recouverte d'une bâche imperméable, dans laquelle était déversée de l'eau fraîche avec de la glace (51). Si la technique était relativement efficace en pratique, elle demeurait perfectible en raison du peu de surface cutanée réellement immergée, atteignant difficilement les 50 %. Un essai d'immersion sur volontaire sain dans une housse mortuaire a augmenté considérablement la surface d'échange, mais au prix d'une ergonomie limitée, de la perte de l'accès aux membres pour la pose d'une voie veineuse périphérique et d'un volume d'eau nécessaire considérable (environ 120 l d'eau pour que l'eau atteigne la région cervicale antérieure) (fig. 2). Le problème de la prise de température a été résolu par l'utilisation systématique de la sonde thermique du Propaq® parfaitement utilisable par voie rectale et en immersion, permettant une surveillance continue de la température.

Mise en œuvre pratique au CMA de Calvi

Le 2e Régiment étranger de parachutistes (2e REP) est la seule unité parachutiste de la légion étrangère. Isolé à l'extrême nord-ouest de la Corse, dans des conditions d'entraînements idéales, il se caractérise par une forte cohésion, une exigence particulière individuelle et collective. Les légionnaires comme les cadres sont tous aptes physiquement et volontaires pour y servir. Il en ressort une motivation dans le domaine de l'engagement physique palpable à tous les niveaux.



Figure 2. Expérimentation de refroidissement par immersion en housse mortuaire à Djibouti. © B. Lavenir.

Dans ce contexte propice au dépassement de soi, une thèse de médecine portant sur douze ans d'admission en locaux d'hospitalisation au service médical d'unité du 2e REP (jusqu'en 2011) puis au CMA de Calvi, a identifié 49 CCE parmi les 2 512 patients hospitalisés (52). Ce nombre n'inclut donc que les CCE hospitalisés sur place et ne concerne pas les patients qui auraient pu être seulement vus en urgence ou hospitalisés ailleurs, néanmoins il dépasse largement l'incidence nationale dans les armées à la même époque (4). Il était donc opportun de porter un regard critique sur la prise en charge du CCE au sein de ce CMA et d'évaluer la possibilité de mettre en œuvre ce refroidissement par immersion. Depuis le premier janvier 2013, au CMA de Calvi, un recueil systématique des données concernant les admissions en salle d'urgence et leur devenir, via une fiche spécifique, a permis d'identifier onze cas de CCE sur une période de 26 mois (53), traités par l'ensemble des méthodes « classiques », puis par immersion en eau froide à partir de 2014 (fig. 3, 4).

Le CMA de Calvi s'est adapté à cette prise en charge avec la mise en place dans le « sas » de la salle d'urgence d'une baignoire rigide sur plan très légèrement incliné (fig. 5) offrant un bon compromis entre la surface cutanée immergée et l'ergonomie des soins annexes, permettant un accès facile à l'un des membres supérieurs pour l'hydratation intraveineuse et maintenant naturellement la tête hors de l'eau. Un support pour le Propaq® a été fixé sur le mur adjacent, ainsi qu'un pied à perfusion. Un tuyau d'arrosage permet un remplissage rapide et le congélateur à proximité, garni de pains de glace, permet de refroidir l'eau de la baignoire. Cette dernière est remplie systématiquement avant les cross régimentaires et pour toute autre activité à risque (le 2e REP organise au moins un « 8 km TAP » chaque semaine). Hormis l'aspect matériel, deux fiches de prise en charge des coups de chaleur ont été éditées : l'une pour le traitement au sein du CMA avec un refroidissement par immersion, monitorage thermique et hydratation intraveineuse (annexe 1), l'autre pour la conduite à tenir sur le terrain sans possibilité d'immerger la victime (annexe 2). Dans



Figure 3. Immersion d'un patient. © CMA Calvi.



Figure 4. Voie veineuse périphérique et monitorage (sonde rectale). © CMA Calvi.



Figure 5. Support de monitorage au mur. © CMA Calvi.

ce dernier cas, l'accent est mis sur le « refroidissement de fortune » immédiat et prioritaire, par aspersion et ventilation, alerte et hydratation intraveineuse, utilisé par l'équipe médicale en soutien d'une activité à risque hors du régiment, mais aussi par l'auxiliaire sanitaire de la section isolée pour une réaction plus rapide, car comme il a été vu précédemment, la rapidité et l'efficacité du refroidissement prime sur le reste.

Après un retour à un état neurologique normal et une température inférieure à 38,6 °C, le patient est séché et admis en observation au CMA. Un premier bilan biologique est au laboratoire, suivi par un autre adressé à trois jours, afin de quantifier le pic de rhabdomyolyse et une éventuelle atteinte rénale ou hépatique. Cette surveillance biologique se poursuit jusqu'au retour à la normale, tandis que le légionnaire est hospitalisé au CMA, en régime de repos strict avec interdiction sportive. Cette phase dure jusqu'à normalisation des paramètres biologiques, avant une reprise de la natation, du vélo en salle puis de la course à pied très progressivement et sous contrôle constant. Après réentraînement, le patient peut alors refaire le 8 km TAP avec un temps imposé supérieur ou égal à 54 minutes puis reprendre toutes ses activités en compagnie.

Depuis la mise en place de ces mesures, sur les 15 cas de CCE, il n'a été observé à ce jour aucune séquelle ni nécessité d'hospitalisation en dehors du CMA. L'usage de la baignoire est aisé et le Propaq®, grâce à sa sonde rectale, assure un suivi en temps réel de la température interne. Celui-ci offre également la possibilité d'enregistrer les paramètres.

Perspectives

L'équipe du CMA de Calvi travaille actuellement sur une solution technique d'immersion pour les soutiens à l'extérieur du camp, qui soit efficace, avec une surface cutanée au contact de l'eau conséquente, et pratique, n'utilisant pas énormément d'eau (l'expérience djiboutienne a montré qu'il fallait disposer de 120 l d'eau, soit 6 jerrycans, pour un patient immergé en housse mortuaire, dans une zone où il n'y a pas

Annexe I.

CMA CALVI éd : 12/2014

PROTOCOLE DE TRAITEMENT
COUP DE CHALEUR D'EXERCICE AU CMA

I. À l'admission : PRIORITÉ AU REFROIDISSEMENT

* **Bilan clinique** rapide avec:
Etat de **conscience : GLASGOW (G)**
Prise de la **TEMPÉRATURE RECTALE PAR SONDE**
Scope **: FC, PA, FR, SAT** et lecteur de **GLYCÉMIE**

* **REFROIDISSEMENT IMMÉDIAT, « MASSIF » :**
- **IMMERSION DANS L'EAU** la plus froide possible, bouteilles d'eau glacées du frigo, en ne laissant dépasser que la tête et au moins un bras.
  - Si non disponible : **mouiller le patient à l'eau froide** et réaliser un **tunnel** (de petite dimension) avec un drap humide, ventilateur à l'extrémité et **pack de glace** sur les axes vasculaires.

* Mise en place d'une **VOIE VEINEUSE** périphérique de bon calibre (cathéter intra-osseux si échec) : **fixer avec COMPRESSE + BANDAGE** ; Perfusion avec **SÉRUM SALÉ** (froid si possible) **1Litre/30'**

* **OXYGÈNE MHC: 6L/Min ou QSP SAT> 95 %**
Mise en sécurité si trouble de la conscience (G < 8) : discuter IOT
* **PREMIER BILAN SANGUIN** : NFP, Plaquettes, iono, CPK, myoglobine, troponine, bilan rénal, bilan hépatique, TP, TCA

II. Toutes les cinq minutes : surveillance des constantes_
À noter sur la feuille d'urgence (Glasgow, T°, FC, PA, FR, SAT)
- ✓ **TEMPÉRATURE** : sonde rectale du propacq
- ✓ **L'ÉTAT DE CONSCIENCE**:
  - Si convulsions: GUEDEL + PLS + VALIUM 1 amp IVD et discuter la sortie de l'eau.
  - Si PA< 80 mmHg : LEVER JAMBES, VOLUVEN (500ml/15')
  - Si hypoglycémie < 0,8g/l: 1 amp G30% IV

Poursuivre le refroidissement jusqu'à T° rectale inférieure à 38,6° puis sécher et repos au lit (admission au CMA)

Annexe II.

CMA CALVI éd : 12/2014

PROTOCOLE DE TRAITEMENT
COUP DE CHALEUR D'EXERCICE SUR LE TERRAIN

I. SUR LES LIEUX DE L'ACCIDENT :
Priorité **au refroidissement de la victime sur l'évacuation**

- Bilan clinique simple avec :
  État de **conscience AVPU** (inconscient = P = PLS)
  Prise de la **TEMPÉRATURE RECTALE si possible**
  Pouls, PA et Glycémie si possible
- **Mise à l'OMBRE** et mesures de **REFROIDISSEMENT** avec :
  Mettre **TORSE NU**
  Asperger d'EAU et **COURANT D'AIR**
  Recouvrir de tissus HUMIDIFIÉS au mieux
  Pack de froid sur les axes vasculaires.
- Mise en place d'une voie veineuse périphérique de bon calibre (cathéter intra-osseux si échec): **fixer avec COMPRESSE + BANDAGE**, perfusion avec **SÉRUM SALÉ** (froid si possible) **1Litre/30'**
- Mise en place d'un **MASQUE AVEC OXYGÈNE: 6L/Min**

II. ÉVACUATION (lieu décidé avec le médecin*)

✓ Poursuite des mesures de refroidissement pendant le transport.

✓ En position SEMI-ASSISE ou COUCHER vers le CMA ou l'hôpital, avec surveillance de :
TEMPÉRATURE : toutes les 5' (à noter sur la FMA)
L'ÉTAT DE CONSCIENCE :
- Si convulsions: GUEDEL + PLS + VALIUM 1 amp IVD
- Si PA< 80mmHg : LEVER JAMBES, VOLUVEN (500ml/15')
- Si glycémie < 0,8g/l : 1amp G30% IVD

* Appel du médecin (06 -- -- -- --) d'astreinte ou SAMU (15)

forcément de réseau d'eau à proximité) et transportable dans un véhicule ou même dans un sac. La modification d'un scaphandre souple et étanche type NRBC, pouvant être rempli avec une quantité raisonnable d'eau, tout en protégeant la face de l'immersion et laissant l'accès à une voie veineuse périphérique sur un des membres supérieurs est en cours d'étude. L'évaluation de la capacité de refroidissement central d'un gel hydro-colloïde (type Burnshield®, utilisé dans le traitement précoce des brûlures) conditionné à basse température et appliqué largement sur la peau devrait être étudiée.

Dans le domaine de l'amélioration technique de la salle d'urgence, afin de diminuer encore plus rapidement la température de l'eau d'immersion, une machine à glaçons industrielle a été demandée. La faisabilité et la rentabilité de la fabrication d'une cuve d'immersion adaptée, avec système de réfrigération réglable intégrée à la paroi, pourraient être étudiées. Un autre axe d'amélioration thérapeutique concerne le fluide de refroidissement, en remplaçant l'eau par un liquide assurant de meilleurs transferts de chaleur ou pouvant être refroidi en dessous de 0 °C (comme une solution aqueuse contenant de l'alcool éthylique). Pour l'instant, les techniques et les budgets ne semblent pas permettre de tels développements à court terme.

Une autre perspective du CMA de Calvi dans ce domaine est la poursuite de la sensibilisation et la formation en amont des cadres et des intervenants sportifs. En effet l'ouvrage de référence des moniteurs EPMS (54) n'explique pas les mécanismes du CCE, ni sa prise en charge optimale. Le but est de promouvoir une réponse rapide et adaptée à un tableau neurologique et contextuel évocateur, même en l'absence de spécialiste santé ou de certitude diagnostique (55). On peut citer l'exemple d'un auxiliaire sanitaire qui, lors d'un footing long sur une plage des environs de Calvi, lui-même courant avec la section, sans thermomètre ni matériel de soin, a secouru son camarade qui présentait une confusion et une désorientation. Il l'a immergé en mer jusqu'aux épaules tout en lui maintenant fermement la tête hors de l'eau, assurant une rapide amélioration neurologique !

Enfin, dans le contexte motivationnel et opérationnel du 2e REP, plusieurs CCE continuent de survenir chaque année. Ces accidents restent sans morbi-mortalité grâce à l'amélioration des pratiques. L'équipe du CMA de Calvi cherche donc à promouvoir une prévention raisonnée, privilégiant la qualité de l'entraînement, la progression et la connaissance de ses limites physiques, dans le but de diminuer les risques tout en assurant une prise en

charge optimale. L'objectif étant également de maintenir le niveau d'entraînement et de rusticité des légionnaires parachutistes. La motivation, retrouvée comme facteur de risque de CCE, n'est pas un état d'esprit qui doit être banni, car nécessaire au maintien et à la mise en condition opérationnelle. C'est aussi la préparation qui permet d'éviter les accidents graves et les échecs en mission.

Fort des enseignements tirés en opérations extérieures et Outre-mer, le CMA de Calvi, après avoir intégré les dernières données de la science, a pour objectif d'offrir une prise en charge optimale aux légionnaires du 2e REP, et de se faire force de proposition pour réduire l'impact opérationnel du CCE dans les armées.

Conclusion

Le CCE est une urgence médicale classique au CMA, présentant un intérêt particulier pour les armées. Il convient de mettre en œuvre un niveau de prise en charge optimal en suivant les dernières recommandations. En dépit de difficultés matérielles notamment, il faut tendre vers le refroidissement des CCE par immersion au CMA, former en amont l'ensemble du personnel de santé, du futur médecin au jeune auxiliaire sanitaire en section de combat. Les personnels du service de santé des armées doivent également poursuivre l'effort de sensibilisation auprès des cadres, des moniteurs sportifs et de l'ensemble des combattants.

La promotion de cette méthode doit être renforcée dans l'ensemble des CMA, et tout particulièrement ceux soutenant des unités pratiquant des activités à risque de CCE (centres d'entraînements commando ou au combat, en métropole ou Outre-mer, unités TAP, des forces spéciales et d'infanterie), à travers la formation initiale et continue. La poursuite de la recherche appliquée et la mise à disposition de matériel adéquat sont des conditions nécessaires à cette mise à niveau des pratiques en CMA.

La sensibilisation et l'actualisation des connaissances des cadres et de l'ensemble des combattants sur les mécanismes simplifiés du CCE et la conduite à tenir doit continuer à émaner conjointement du Service de santé des armées, de l'état-major des armées et de l'armée de Terre en particulier.

Enfin, en diminuant l'incidence et la morbidité du CCE par ces différentes mesures et par une prévention raisonnée, on peut espérer à terme le réduire à un accident bénin et évitable, sans peur pour l'autorité militaire d'un drame ou de la perte d'un potentiel humain performant, entraîné et aguerri.

Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt concernant les données présentées dans cet article.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Douillard G. Élaboration et mise en œuvre d'un questionnaire de recueil des pathogies liées aux activités physiques et sportives. Thèse 2013. Université Bordeaux 2.
2. Brosset C, Abriat A, Sagui E, Bregigeon M. Coup de chaleur d'exercice : comment le reconnaître ? Réanoxyo 2008 ; 24 (9) : 19-20.
3. Sithinamsuwan P, Piyavechviratana K, Kitthaweesin T, Chusri W, Orrawanhanothai P, Wongsa A, et al. Exertional heatstroke : early recognition and outcome with aggressive combined cooling-a 12-year experience. Mil Med 2009 ; 174 (5) : 496-502.
4. Duron-Martinaud S, Verret C, Haus-Cheymol R, Bedubourg G, Mayet A, Dia A, et al. Coups de chaleur d'exercice dans les armées – Résultats de la surveillance épidémiologique – Années 2005-2011. Rapport 2012. Centre d'épidémiologie et de santé publique des armées.
5. Instruction N°2100/DEF/DCSSA/AST/AME relative à la détermination de l'aptitude médicale à servir. Direction centrale du Service de santé des armées. Instruction ministérielle 2003. Mention au BOC :7118 (notification n° 3122/DEF/DCSSA/AST/AME du 14 octobre 2003).
6. Casa DJ, Armstrong LE, Kenny GP, O'Connor FG, Huggins RA. Exertional heat stroke : new concepts regarding cause and care. Curr Sports Med Rep 2012 ; 11 (3) : 115-23.
7. Carpentier J-P, Saby R. Coup de chaleur du sportif. Urgence pratique 2007 ; 80 (2) : 5-12.
8. Hostler D, Franco V, Martin-Gill C, Roth RN. Recognition and treatment of exertional heat illness at a marathon race. Prehosp Emerg Care 2014 ; 18 (3) : 456-9.
9. Sloan BK, Kraft EM, Clark E, Schmeissing SW, Byrne BC, Rusyniak DE. On-site treatment of exertional heat stroke. Am J Sports Med 2015 ; publié en ligne avant impression : 0363546514566194.
10. Rae DE, Knobel GJ, Mann T, Swart J, Tucker R, Noakes TD. Heatstroke during endurance exercise : is there evidence for excessive endothermy ? Med Sci Sports Exerc 2008 ; 40 (7) : 1193-204.
11. DeMartini JK, Casa DJ, Belval LN, Crago A, Davis RJ, Jardine JJ, et al. Environmental conditions and the occurrence of exertional heat illnesses and exertional heat stroke at the Falmouth Road Race. J Athl Train 2014 ; 49 (4) : 478-85.
12. Sagui E, Abriat A, Duron S, Gazzola S, Bregigeon M, Brosset C. Coup de chaleur d'exercice : clinique et diagnostic. Médecine et Armées 2012 ; 40 (3) : 201-5.
13. Bedno SA, Li Y, Han W, Cowan DN, Scott CT, Cavicchia, et al. Exertional heat illness among overweight U.S. Army recruits in basic training. Aviat Space Environ Med 2010 ; 81 (2) : 107-11.
14. Kao RL, Kelly LM. Fatal exertional heat stroke in a patient receiving zuclopenthixol, quetiapine and benztropine. Can J Clin Pharmacol 2007 ; 14 (3) : e322-5.
15. Howe AS, Boden BP. Heat-related illness in athletes. Am J Sports Med 2007 ; 35 (8) : 1384-95.
16. Epstein Y, Roberts WO. The pathopysiology of heat stroke : an integrative view of the final common pathway. Scand J Med Sci Sports 2011 ; 21 (6) : 742-8.
17. Abriat A. Etude rétrospective de 182 coups de chaleur d'exercice survenus chez des militaires. Thèse 2007. Université de la méditerranée, Aix Marseille II.
18. Leon LR, Helwig BG. Heat stroke : role of the systemic inflammatory response. J Appl Physiol (1985) 2010 ; 109 (6) : 1980-8.
19. Lee L, Fock KM, Lim CL, Ong EH, Poon BH, Pwee KH et al. Singapore Armed Forces Medical Corps-Ministry of Health clinical practice guidelines : management of heat injury. Singapore Med J 2010 ; 51 (10) : 831-4.

20. Delaune D, Monpeurt C, Maffert A, Renard C, Defuentes G, Chianea D et al., (Exertional heat stroke : biological survey interest). Ann Biol Clin (Paris) 2009 ; 67 (3) : 333-7.
21. Abriat A, Brosset C, Bregigeon M, Sagui E. Report of 182 cases of exertional heatstroke in the French Armed Forces. Mil Med, 2014 ; 179 (3) : 309-14.
22. Ichai C, Ciais JF, Hyvernat H, Labib Y, Fabiani P, Grimaud D. (Fatal acute liver failure : a rare complication of exertion-induced heat stroke). Ann Fr Anesth Reanim 1997 ; 16 (1) : 64-7.
23. Benois A, Coton T, Peycru T, Maslin J, Dardare E, Abdoul I et al. (Acute liver failure and severe exertional heat stroke : uneasy management in Africa). Med Trop 2009 ; 69 (3) : 289-92.
24. Jin Q, Chen E, Jiang J, Lu Y. Acute hepatic failure as a leading manifestation in exertional heat stroke. Case Rep Crit Care 2012 ; 2012:295867.
25. Schott U, Henriksson BA, Hansson P. (Exertional heat stroke caused severe hepatic and renal failure. Liver dialysis by means of MARS tested for the first time in this setting). Lakartidningen 2006 ; 103 (26-27) : 2050-3.
26. Salathe C, Pellaton C, Vallotton L, Coronado M, Liaudet L. (Exertional heatstroke). Rev Med Suisse 2012 ; 8 (366) : 2395-9.
27. Zeller L, Novack V, Barski L, Jotkowitz A, Almog Y. Exertional heatstroke : clinical characteristics, diagnostic and therapeutic considerations. European Journal of Internal Medicine 2011 ; 22 (3) : 296-9.
28. Tsai MK, Chen IH, Wang CC, Shiang JC. Colon perforation as a critical complication of exertional heat stroke. Intern Med 2010 ; 49 (22) : 2473-6.
29. Casa DJ, McDermott BP, Lee EC, Yeargin SW, Armstrong LE, Maresh CM. Cold water immersion : the gold standard for exertional heatstroke treatment. Exerc Sport Sci Rev 2007 ; 35 (3) : 141-9.
30. Goforth CW, Kazman JB. Exertional heat stroke in navy and marine personnel : a hot topic. Crit Care Nurse 2015 ; 35 (1) : 52-9.
31. Casa DJ, Armstrong LE, Ganio MS, Yeargin SW. Exertional heat stroke in competitive athletes. Curr Sports Med Rep 2005 ; 4 (6) : 309-17.
32. Rousseau JM, Libert N, Dubost C, Pelletier C, Batjom E, Bonnefoy S. Coup de chaleur d'exercice : comment refroidir ? Réanoxyo 2008 ; 24 (9) : 21-4.
33. Saby C, Abriat A, Brosset C, Kozac-Ribbens G, Bendahan D, Pouliquen G, et al. Coup de chaleur d'exercice : pourquoi explorer ? Réanoxyo 2008 ; 24 (9) : 25-7.
34. Hopkins PM, Ellis FR, Halsall PJ. Evidence for related myopathies in exertional heat stroke and malignant hyperthermia. Lancet 1991 ; 338 (8781) : 1491-2.
35. Sagui E, Abriat A, Kozak-Ribbens G, Foutrier-Morello C, Bernard M, Canini F, et al. Is muscle energy production disturbed in exertional heat stroke ? Mil Med 2014 ; 179 (3) : 342-5.
36. Arrêté du 20 décembre 2012 relatif à la détermination du profil médical d'aptitude en cas de pathologie médicale ou chirurgicale. Direction centrale du Service de santé des armées. Arrêté ministériel 2013. BOC n° 28 du 28 juin 2013, texte 9.
37. Sauvet F, Banzet S, Koulmann N, Bourdon L. Transferts de chaleur et coup de chaleur d'exercice. Applications à l'hyperthermie d'exercice et au refroidissement. Médecine et Armées 2012 ; 40 (3) : 241-8.
38. Bouchama A, Dehbi M, Chaves-Carballo E. Cooling and hemodynamic management in heatstroke : practical recommendations. Crit Care 2007 ; 11 (3) : R54.
39. Rohe ST. Exertional heat illness in a Marine training on the endurance course. JAAPA 2012 ; 25 (6) : 34,36-8.
40. Heled Y, Rav-Acha M, Shani Y, Epstein Y, Moran DS. The « golden hour » for heatstroke treatment. Mil Med 2004 ; 169 (3) : 184-6.
41. Roberts WO. Exertional heat stroke in the marathon. Sports Med 2007 ; 37 (4-5) : 440-3.
42. Johnston J, Donham B. Exertional heat stroke : clinical significance and practice indications for special operations medics and providers. J Spec Oper Med 2012 ; 12 (2) : 1-7.
43. DeMartini JK, Casa DJ, Stearns R, Belval L, Crago A, Davis R, et al. Effectiveness of cold water immersion in the treatment of exertional heat stroke at the falmouth road race. Med Sci Sports Exerc 2015 ; 47 (2) : 240-5.
44. McDermott BP, Casa DJ, Ganio MS, Lopez RM, Yeargin SW, Armstrong LE, et al. Acute whole-body cooling for exercise-induced hyperthermia : a systematic review. J Athl Train 2009 ; 44 (1) : 84-93.
45. Casa DJ, Becker SM, Ganio MS, Brown CM, Yeargin SW, Roti MW, et al. Validity of devices that assess body temperature during outdoor exercise in the heat. J Athl Train 2007 ; 42 (3) : 333-42.
46. Mazerolle SM, Ganio MS, Casa DJ, Vingren J, Klau J. Is oral temperature an accurate measurement of deep body temperature ? A systematic review. J Athl Train 2011 ; 46 (5) : 566-73.
47. Makranz C, Heled Y, Moran DS. Hypothermia following exertional heat stroke treatment. Eur J Appl Physiol 2011 ; 111 (9) : 2359-62.
48. Gagnon D, Lemire BB, Casa DJ, Kenny GP. Cold-water immersion and the treatment of hyperthermia : using 38.6 degrees C as a safe rectal temperature cooling limit. J Athl Train 2010 ; 45 (5) : 439-44.
49. Registre des décès de la 13e demi-brigade de Légion étrangère. 13e demi-brigade de Légion étrangère.
50. Ernouf C, Salle S, Barnoux T. Refroidissement par immersion d'un coup de chaleur d'exercice. Urgence pratique 2012 ; 112 (5) : 35-7.
51. Lavenir B. Coup de chaleur d'exercice : à propos de 5 cas survenus en 2011 chez des militaires français à Djibouti – Mardi de Bouffard du 20 septembre 2011. Communication orale 2011. Djibouti.
52. Castello R. Douze ans d'hospitalisation au centre médical des armées de Calvi : étude rétrospective sur 2 512 patients. Thèse 2013. Université de la méditerranée, Aix Marseille II.
53. Fréville B. Diagnostic et devenir des patients admis en salle d'urgence du centre médical des armées de Calvi : étude sur 3 ans. Thèse en cours 2016. Université de la méditerranée, Aix-Marseille II.
54. Manuel d'entraînement physique militaire et sportif. État-major des armées. Publication interarmées 7.1.1 2011. N° D-11-008039/DEF/EMA/RH/NP du 12 octobre 2011.
55. Marom T, Itskoviz D, Lavon H, Ostfeld I. Acute care for exercise-induced hyperthermia to avoid adverse outcome from exertional heat stroke. J Sport Rehabil 2011 ; 20 (2) : 219-27.