

Physiopathologie et prévention des troubles liés à l'exposition à la chaleur ou au froid

Gustave Savourey
Médecin en chef
Jean Claude Launay
Médecin principal
Bruno Melin
Médecin en chef
Département des facteurs humains,
Centre de recherches du Service de santé
des armées

La canicule de l'été 2003 aura rappelé à quel point l'être humain est vulnérable aux conditions climatiques. Quels sont les effets de la chaleur ou du froid sur l'organisme et comment prévenir les troubles liés à ces facteurs ?

Les ambiances thermiques chaudes ou froides peuvent induire des pathologies spécifiques générales et/ou locales, souvent méconnues et pourtant potentiellement létales.

Les troubles liés à la chaleur

Chez l'être humain, l'homéothermie est assurée par l'équilibre du bilan thermique entre les gains et les pertes de chaleur (voir encadré). En cas de stockage thermique (ambiance climatique chaude, exercice physique), l'évaporation de la sudation est la principale voie de la thermolyse. L'augmentation du débit sanguin dans l'enveloppe cutanée, refroidie en permanence sous l'effet de l'évaporation, est une autre réponse mise en jeu par l'organisme. Elle permet au sang veineux de repartir « plus frais » que le sang artériel cutané, ce qui favorise le refroidissement corporel, limitant l'élévation de la température interne.

Dans des environnements climatiques chauds (température d'air sec supérieure à 30-35 °C), au repos, le débit sudoral peut atteindre 1 à 1,5 litre par heure (l/h) en fonction de l'humidité relative de l'air. L'exercice musculaire prolongé s'accompagne d'une forte production de chaleur en raison du faible rendement mécanique, au minimum 75 à 80 % de l'énergie chimique utilisée est transformée en chaleur. Ainsi, lors d'un footing, un coureur peu entraîné peut perdre de 0,5 à 1 l/h de sueur et un marathonien de haut niveau de 1,5 à 2,5 l/h [1]. Par temps chaud et humide dans des sports comme le football ou le tennis professionnel, les joueurs peuvent

perdre jusqu'à 3 à 4 l de sueur par match [1].

Les pertes sudorales s'accompagnent également d'une perte en électrolytes concernant surtout le sodium (Na) et le chlore (Cl). Les concentrations sudorales en Na et en Cl dépendent principalement du niveau d'acclimatement à la chaleur, d'entraînement physique et du débit sudoral. Ainsi, lors d'activités physiques régulières de 1 heure à 3 heures tous les jours avec une perte sudorale supérieure à 2 litres, les pertes journalières en chlorure de sodium (NaCl) sont au moins de 6 à 7 g ; lors d'activités très prolongées à la chaleur (triathlon de longues distances, ultramarathon), les pertes sudorales peuvent dépasser 10 litres et celles en NaCl atteindre 20 g [2].

Ainsi, ces réactions physiologiques peuvent induire des pathologies spécifiques générales et/ou locales.

La pathologie générale avec troubles systémiques

Cette pathologie résulte de la sollicitation importante des mécanismes physiologiques de lutte contre la chaleur [3].

En plus des jeunes enfants sensibles à ces accidents, deux catégories de personnes sont exposées : les personnes présentant une affection préexistante soit congénitale (agénésie-atrophie-totale ou partielle des glandes sudoripares), soit acquise (diabète, cardiopathies chroniques, malnutrition, obésité, alcoolisme et toute pathologie nécessitant une médication agissant sur la thermorégulation), et les

sujets jeunes, en bonne santé, ayant un faible niveau d'entraînement physique, non acclimatés à la chaleur qui s'exposent à une contrainte thermique excessive et/ou à une activité physique intense et prolongée.

Les crampes de chaleur

Elles surviennent au niveau des membres et des muscles abdominaux, et peuvent évoluer vers la tétanie. Observées après un travail intense et prolongé à la chaleur (crampe du mineur), elles sont dues à des troubles électrolytiques liés à une prise de boisson trop abondante sans apport de sel qui entraîne une hyponatrémie (diminution de la concentration de sodium — Na — dans le sang. La concentration normale de Na étant de 142 mmol/l, l'hyponatrémie devient significative, et peut devenir dangereuse, quand elle atteint 135 mmol/l). La fatigue est constante et des troubles digestifs (nausée, diarrhée) ou cardio-circulatoires peuvent apparaître en phase ultime. Le traitement nécessite le repos dans une pièce fraîche avec réhydratation électrolytique prudente, en fonction des données du ionogramme sanguin.

Le syndrome de déshydratation

Une sudation abondante chez un sujet non ou insuffisamment réhydraté entraîne un état de déshydratation caractérisé par la soif, la fatigue, des vertiges, une oligurie (diminution de la quantité d'urine éliminée par 24 heures), une hyperthermie et à un stade avancé un délire, voire la mort. La symptomatologie dépend du niveau de déshydratation. Une déshydratation de 1 % du poids corporel est parfaitement tolérée. À 2 %, la soif devient importante et les capacités physiques commencent à s'altérer ; à 4 %, les capacités physiques et intellectuelles se dégradent. À 6 %, le sujet est épuisé, à 8 % une confusion mentale apparaît et à partir de 15 % la mort peut survenir. La soif est un mauvais indicateur des besoins réels en eau car elle est tardive et ne permet de compenser que très partiellement les pertes hydriques [1]. Le traitement consiste en une réhydratation soit par voie veineuse si le sujet est inconscient, avec surveillance du ionogramme sanguin, soit par voie orale par petites quantités et fréquemment s'il peut boire.

La syncope de chaleur

Cette syncope est précédée par une pâleur, des nausées et la soif. Elle survient généralement chez une personne non acclimatée, au changement de position ou

au cours de la station debout prolongée. Elle est due principalement à une baisse du volume sanguin central en raison de la vasodilatation périphérique aggravée par la baisse du volume plasmatique liée à la déshydratation. Le traitement consiste à placer le patient en position tête basse dans une pièce fraîche et à le réhydrater.

L'épuisement à la chaleur

Il s'agit d'un épuisement physique et psychique à la suite d'une contrainte thermique élevée due à une activité physique intense et prolongée à la chaleur (marathoniens, mineurs...). Il est caractérisé par un abattement parfois associé à des troubles caractériels, une hyperthermie modérée, une déshydratation et une désadaptation cardio-circulatoire. Peu grave, il évolue favorablement à l'arrêt de l'activité, la mise au repos dans une ambiance fraîche avec réhydratation. Non traité à temps, il peut évoluer vers le coup de chaleur.

Le coup de chaleur

Le coup de chaleur est l'accident le plus redouté du fait de sa gravité. Il se caractérise par des troubles de conscience, une hyperthermie dépassant 40 °C, un arrêt de la sudation, des vomissements et des troubles hémodynamiques (de la circulation du sang) avec insuffisance hépatique et rénale, coagulation intravasculaire disséminée et rhabdomyolyse (destruction de la cellule musculaire). Le traitement nécessite une réanimation en service spécialisé.

La pathologie locale sans troubles systémiques

Les œdèmes de chaleur

Ils apparaissent les 8 à 10 premiers jours de l'exposition à la chaleur chez un sujet non acclimaté et atteignent principalement les femmes, au niveau des pieds et des mains. Ils diminuent lors du repos nocturne et disparaissent spontanément en une dizaine de jours.

La miliaire ou bourbouille

C'est une affection érythémato-papulo-vésiculaire cutanée consécutive à l'obstruction des canaux des glandes sudorales entraînant la rétention de la sueur. Elle survient dans le cas de sudation intense lorsque la peau reste longtemps humide. Elle est favorisée par le port de vêtements serrés et peu perméables.

L'asthénie anhydrotique tropicale

Cette affection apparaît chez des sujets

séjournant depuis plusieurs mois en pays tropical et se traduit par l'apparition de nombreuses vésicules sur la peau du tronc et à la racine des membres. La sudation est diminuée. Une hyperthermie modérée accompagnée de céphalées, de fatigue rapidement intense et de tachycardie peut être observée. Ces symptômes cessent en mettant le patient dans une pièce fraîche au repos.

Enfin, des lésions liées à l'exposition prolongée au rayonnement solaire peuvent apparaître (érythème solaire).

Prévention des accidents liés à la chaleur

La prévention des accidents nécessite une bonne évaluation des conditions climatiques, du niveau de l'activité physique, de la contrainte thermique due aux vêtements et des nécessités diététiques.

Évaluation des conditions climatiques

La charge radiante est la principale source de chaleur. Il faut donc se protéger du soleil (ombre, vêtement ample) et de toute surface radiante (tôle, hangar, surface bétonnée ou goudronnée). Une humidité ambiante élevée limite le pouvoir évaporatoire de l'ambiance et par voie de conséquence l'évaporation sudorale. Il est à remarquer que les échanges physiques par évaporation dépendent de la pression partielle de vapeur d'eau dans l'ambiance (humidité absolue) et non pas de l'humidité relative exprimée en pourcentage. Le ruissellement de la sueur est un facteur péjoratif, car il est dénué d'efficacité thermolytique.

Évaluation de l'activité physique

Une activité physique intense induit une charge thermique interne qu'il faut éliminer par l'évaporation sudorale. Un bon niveau d'aptitude physique et un entraînement physique régulier augmentent la tolérance à la chaleur. Les horaires et les durées de travail doivent être adaptés aux conditions climatiques.

Le vêtement

Un vêtement ample, léger, blanc si possible protège du rayonnement et n'entrave pas l'évaporation sudorale. Au contraire, un vêtement serré et imperméable à la vapeur d'eau empêche toute thermolyse.

Mesures diététiques

La réhydratation est essentielle. Les besoins en eau doivent être justement appréciés : pour une journée de travail pénible de 8 heures à une température ambiante de 38 °C au soleil, il faut 13 litres d'eau par jour et 7 litres à l'ombre

au repos. Lors de l'exercice physique prolongé, et particulièrement en climat chaud, l'hydratation doit être fréquente, 0,5 à 1 l/h en fonction de l'intensité de l'exercice et des conditions climatiques, et s'effectuer dès le début de l'activité sans attendre la soif [1]. Quand l'exercice est très prolongé (durée supérieure à 3 heures), l'apport de NaCl dilué dans la boisson (1,2 g/l) est indispensable pour éviter l'apparition d'une hyponatrémie symptomatique [2]. C'est un accident qui peut être gravissime en raison d'un déséquilibre hydrosodé lié à un apport en eau trop important par rapport à l'ingestion de Na [4]. Après l'exercice, les besoins sup-

Le bilan thermique chez l'homme

L'homme est un endotherme homéotherme qui maintient sa température interne (rectale, œsophagienne ou tympanique) dans des limites très étroites autour de 37 °C bien qu'il vive dans des ambiances climatiques variables. Le recours à la technologie (climatisation, ventilation...), à des attitudes comportementales (habillement...) lui permet d'affronter ces différentes ambiances. Toutefois, le maintien de l'homéothermie fait appel avant tout à des mécanismes physiologiques assurant la thermorégulation, dont le but est de conserver un équilibre entre les gains et les pertes de chaleur. L'ambiance climatique (charge thermique externe) n'est qu'un facteur intervenant dans le bilan thermique. L'activité physique (charge thermique interne) et le vêtement qui modifie les échanges thermiques sont à prendre aussi en considération pour évaluer les risques thermophysiques liés au déséquilibre du bilan thermique.

Au niveau thermique, le corps humain est classiquement divisé en deux parties : le noyau dont la température (température interne) est constante et l'enveloppe qui correspond à la peau et aux tissus sous-cutanés dont la température (\bar{T}_{sk}) est variable : 33 °C à la neutralité thermique, 36 à 38 °C à la chaleur avec exercice intense et 15 °C au froid à 1 °C, pour un sujet nu. Des thermorécepteurs périphériques (peau) et profonds (noyau) renseignent les centres thermorégulateurs hypothalamiques de toute variation thermique corporelle. Ces centres déclenchent si besoin est les réactions physiologiques

plémentaires en NaCl seront couverts par l'alimentation, l'apport étant très variable selon les habitudes alimentaires (entre 5 et 20 g par jour).

Autres mesures

L'acclimatation à la chaleur améliore la tolérance et peut être obtenue par un entraînement physique régulier et/ou par une exposition répétée à la chaleur (7 à 10 jours). Il se traduit, pour une charge thermique identique, par un déclenchement plus précoce de la sudation pour des températures corporelles inférieures et un débit sudoral plus élevé. Parallèlement, la concentration saline de la sueur diminue.

Le respect de ces mesures devrait

diminuer l'incidence de la pathologie observée à la chaleur.

Troubles liés au froid

Les réactions thermophysiques au froid (vasoconstriction cutanée périphérique et augmentation de la thermogenèse par le frisson) n'assurent l'équilibre du bilan thermique que dans une plage étroite de température ambiante. La dette thermique liée au déséquilibre de ce bilan est responsable de l'hypothermie accidentelle. À côté de cet accident général existent des pathologies locales telles les gelures et les vasculoneuropathies périphériques [3].

de lutte contre la chaleur : vasodilatation cutanée et sécrétion sudorale, ou contre le froid : vasoconstriction cutanée et déclenchement du frisson. Ces réactions visent à maintenir l'équilibre entre les gains et les pertes de chaleur.

La charge thermique interne

Elle est la conséquence de l'activité métabolique, la production de chaleur métabolique (H_m) représentant environ 77 % de la dépense énergétique du fait du rendement musculaire. H_m peut atteindre 400 W/m² lors d'un exercice physique intense et 250 W/m² lors de l'activité de frissons. Au cours d'une activité physique, la dépense énergétique dépend de la vitesse de marche, de la nature du terrain, mais aussi de la charge portée. La norme ISO 8996 donne une classification de la dépense énergétique en cinq classes :

- Classe 0 : 65 W/m², repos.
- Classe 1 : 100 W/m², travail léger assis ou marche jusqu'à 3,5 km/h.
- Classe 2 : 165 W/m², travail soutenu debout, marche de 3,5 à 5,5 km/h.
- Classe 3 : 230 W/m², travail intense ou marche de 5,5 à 7 km/h.
- Classe 4 : 290 W/m², activité intense à allure rapide ou marche supérieure à 7 km/h.

La charge thermique externe

Elle est représentée par les échanges de chaleur par radiation (R) et convection (C). Les échanges par conduction (K) peuvent être négligés chez un sujet debout car ils n'interviennent qu'au niveau de la plante

des pieds. Ces échanges dépendent du gradient de température existant entre la peau du sujet (température cutanée moyenne : \bar{T}_{sk}) et la température radiante moyenne (\bar{T}_r) pour les échanges par radiation, et la température d'air sec (T_{db}) pour les échanges par convection. Leur importance varie selon la surface corporelle exposée (A_D) et selon la vitesse du vent (v) pour la convection. Le sens des échanges (gains ou pertes de chaleur pour l'organisme) est fonction de la valeur du gradient de température entre l'environnement et la peau (positif ou négatif).

Si les gains de chaleur sont supérieurs aux pertes, seule l'évaporation sudorale assurera une thermolyse efficace pour rétablir l'équilibre du bilan thermique.

L'évaporation sudorale

L'évaporation de la sueur est le seul mécanisme thermolytique réellement efficace assurant la dissipation des gains de chaleur. L'évaporation d'un gramme d'eau nécessite un apport énergétique de 2,42 kJ et correspond donc à une perte thermique équivalente pour le sujet. Cette évaporation n'est toutefois possible que si l'ambiance climatique le permet. En effet, l'évaporation maximale permise par l'ambiance dépend du gradient qui existe entre la pression saturante de vapeur d'eau au niveau de la peau (fonction de la température de la peau) et la pression partielle de vapeur d'eau régnant dans l'air (fonction de la température de l'air et de son humidité relative). La sudation peut atteindre 1,5 l/h, mais des valeurs de 3,7 l/h ont été mesurées

L'hypothermie accidentelle

L'hypothermie accidentelle est un accident touchant certaines populations : blessés, vagabonds, naufragés, victimes d'avalanche. Elle se définit comme un abaissement non intentionnel de la température interne du corps (température rectale (Tre), œsophagienne ou tympanique) en dessous de 35 °C. Le niveau de l'hypothermie et sa vitesse d'installation dépendent du type d'environnement (air, eau), de sa température, de la durée d'exposition et de la présence d'éventuelles pathologies pouvant réduire ou inhiber les mécanismes physiologiques de lutte (traumatismes crâniens ou vertébraux, épuisement...). Les

hypothermies accidentelles comprennent quatre classes : légères quand la Tre est comprise entre 35 et 34 °C, modérées si Tre est entre 34 et 32 °C, graves si la Tre est entre 32 et 25 °C et profondes si la Tre est inférieure à 25 °C. Des températures rectales de 16 et 17 °C ont été rapportées, les sujets ayant pu être ranimés.

Prévention

La prévention est capitale et repose sur :

- l'information du personnel exposé ;
- l'utilisation d'un équipement de protection adapté (abri, tente, sacs de couchage) ;
- l'emploi de vêtements dont l'isolement

vestimentaire exprimé en Clo¹ est suffisant. Par exemple, à -20 °C, il faut 1 à 1,6 Clo en cas de travail important et 10,6 Clo en cas de sommeil. L'emploi de vêtements multicouches est préférable car il permet d'ajuster la protection en fonction de l'activité et augmente l'isolement vestimentaire en emprisonnant une plus grande quantité d'air ;

- l'acclimatation au froid qui permet la mise en place de mécanismes adap-

1. Le Clo est l'unité d'isolement vestimentaire. 1 Clo permet le transfert de 0,155 °C/W.m² et correspond approximativement à l'isolement fourni par un costume de ville. tatifs [5, 6] ;

au cours de l'épreuve de marathon aux Jeux olympiques de 1984. Cependant, les pertes hydriques engendrées, si elles ne sont pas compensées, induisent une déshydratation.

Compte tenu des différents types d'échanges de chaleur, le bilan thermique simplifié (B) peut s'écrire :

$$B = Hm \pm R \pm C - E$$

Toutefois, ce bilan thermique n'est valable que pour un sujet nu, ce qui n'est pas le cas du sujet vêtu et, plus encore, du sujet équipé de tenues de protection (pompiers, tenues contre le risque N, C ou B).

Rôle des vêtements et tenues de protection

Les vêtements et tenues de protection diminuent les échanges de chaleur sensible (R ± C) selon leur résistance thermique et entravent l'évaporation sudorale selon leur indice de perméabilité à la vapeur d'eau (résistance évaporatoire). De plus, le port de vêtements et d'équipements spécifiques majore la dépense énergétique, donc la charge thermique interne. Le bilan thermique simplifié du sujet équipé de vêtements et ou tenues de protection devient alors Bcl, avec :

$$Bcl = Hm \pm Rcl \pm Ccl - Ecl$$

Ainsi, selon la valeur de Bcl qui prend en compte l'ambiance climatique, la dépense énergétique et les caractéristiques vestimentaires, plusieurs situations sont à envisager :

- si Bcl = 0, il y a équilibre thermique ;

les pertes évaporatoires à travers le vêtement sont nulles ou équilibrent les gains de chaleur ;

- si Bcl > 0, les gains de chaleur sont supérieurs aux pertes de chaleur, un stockage thermique intervient, la température interne augmente avec risque d'hyperthermie et de déshydratation ;
- si Bcl < 0, les pertes de chaleur sont supérieures aux gains, une dette thermique s'installe, la température interne chute avec risque d'hypothermie accidentelle.

Les seuils de tolérance thermophysique

Compte tenu des risques, des normes de tolérance ont été établies.

Les critères de tolérance sont définis par les normes ISO 7933 (1989), ISO 9886 (1992) et ISO TR 11079 (1993).

Bilan thermique positif

- La température rectale (Tre) ne doit pas excéder 38 °C si elle n'est pas mesurée en continu ou s'il n'y a pas de personnel médical et/ou si aucun autre paramètre physiologique n'est mesuré. La Tre ne doit pas excéder 38,5 °C ou augmenter de plus de 1,5 °C si la Tre et la fréquence cardiaque sont surveillées en continu. En aucun cas Tre ne doit dépasser 39 °C.
- La fréquence cardiaque ne doit pas dépasser la fréquence cardiaque maximale réduite de 20 battements. La fréquence cardiaque maximale est évaluée soit au cours d'une épreuve d'effort soit à partir de la formule 220 - 0,65 x (âge en années).
- La perte de poids ne doit pas dépasser

800 g ou 1 300 g pour des sujets respectivement non acclimatés ou acclimatés à la chaleur, et dont la surface corporelle est de 1,8 m². En tout état de cause, la perte de poids ne doit pas dépasser 4 % du poids corporel.

Bilan thermique négatif

- La température rectale ne doit pas être inférieure à 36 °C.
- La température cutanée : prises isolément, les températures cutanées locales ne doivent pas être inférieures à 17 °C pour le front et 4 °C pour les extrémités. Pour la température cutanée moyenne, estimée à partir des mesures des températures cutanées locales, la limite de 30 °C correspond au déclenchement du frisson.

La détermination précise du bilan thermique, et par voie de conséquence l'évaluation des risques thermophysiques, est complexe et nécessite des équipements spéciaux telles des chambres thermoclimatiques qui, seules, permettent d'obtenir des ambiances climatiques uniformes contrairement aux conditions naturelles. Toutefois, il est possible de déterminer des durées limites d'exposition pour le risque thermophysique à l'aide de logiciels comme Predictol[®], qui a été développé au CRSSA et qui prend en compte non seulement l'ambiance climatique non uniforme, mais aussi la dépense énergétique et les caractéristiques des équipements vestimentaires.

- une bonne aptitude physique qui permet une meilleure thermogénèse ;
- des règles hygiéno-diététiques : vêtements propres, séchés tous les soirs ; ne pas consommer d'alcool qui altère le jugement et cause une vasodilatation, source de pertes de chaleur ; une alimentation adéquate (4 à 5000 kcal par jour soit 16,7 à 20,9 10⁶ J par jour) [7] selon la répartition qualitative normale (58 % glucides, 11 % de protéines et 31 % de lipides) [7] ; hydratation suffisante (5 à 6 l/j en cas d'activité physique) sous forme de boissons chaudes ;
- la sélection des personnels avec recherche d'antécédents d'accident au froid et de pathologie préexistante, cardiovasculaire notamment ;
- les moyens de déclenchement des premiers secours : radio, miroir, balise de détresse... ;
- la surveillance des personnes particulièrement exposées : vagabonds et tout blessé en général.

Les conditions de l'intervention en urgence et du transport sont capitales pour la survie des victimes ; deux accidents sont à redouter : la fibrillation ventriculaire et l'aggravation de l'hypothermie ou « after-drop » observée au début d'un réchauffement mal conduit que peut provoquer une levée trop rapide de la vasoconstriction cutanée généralisée.

Les gelures

Cet accident local est une lésion touchant les extrémités, préférentiellement les pieds et les mains, due à l'action directe du froid au cours d'une exposition plus ou moins longue à une température inférieure à 0 °C. Les séquelles sont représentées par des troubles trophiques avec hyperhydrose, cyanose, œdème chronique, des troubles nerveux avec anesthésie ou hyperesthésie au froid et des troubles vasculaires.

Prévention

La prévention repose sur :

- l'emploi de gants avec sous-gants régulièrement séchés, de bottes isolantes n'entraînant aucune striction ni compression ;
- l'hygiène corporelle ;
- la protection vis-à-vis du vent (appréciation du Wind Chill index), de l'humidité ;
- un réchauffement régulier des extrémités ;

- une hydratation convenable pour éviter la déshydratation ;
- l'élimination du tabagisme et de la consommation de caféine qui induisent une vasoconstriction périphérique ;
- une adaptation par des immersions répétées des extrémités dans l'eau froide (quelques degrés) à raison de 2 fois par jour pendant 1 mois. Cette acclimatation induit une adaptation locale caractérisée par des températures des extrémités plus élevées, une douleur et une vasoconstriction moindres au niveau des extrémités lors de l'exposition au froid. Les sujets aux antécédents de gelures, de syndrome ou de maladie de Raynaud doivent éviter l'exposition des extrémités au froid.

Le pied de tranchées

Cette lésion est le résultat d'une exposition prolongée (24 à 36 heures) des extrémités inférieures à un froid humide au-dessus de 0 °C mais en dessous de 15 °C. Elle est favorisée par le port de vêtements et de chaussures serrés. Les membres atteints sont froids, blanc jaunâtre, ou tachetés de bleu noir avec un œdème important. L'insensibilité et la paralysie sont de règle. Au réchauffement apparaît une hyperhémie avec chaleur et douleur et parfois des phlyctènes (soulèvement de l'épiderme, rempli de sérosité transparente : vésicule, ampoule). La parésie (paralysie partielle ou légère) et les troubles de la sensibilité peuvent persister des mois. Dans quelques cas rares, une gangrène

références

1. Melin B. « Eau et sport (Sportifs et sujets à activité physique intense, chap. 14) ». In : A. Martin (dir.). *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Paris : Éditions Tec & Doc, 2001, 3^e édition, p. 364-368.
2. Melin B. « Effets de l'activité physique et sportive sur les pertes en électrolytes (sodium, chlore, potassium). Recommandations d'apport ». *Médecine et Nutrition* 1996 ; 32, 205-213.
3. Savourey G., Bittel J. « Travelers exposed to extreme temperatures ». *Médecine tropicale*, mars 1997, 57 (4 bis), 436-438.
4. Noakes T. D., Norman R. J., Buck R. H., et al. « The incidence of hyponatremia during prolonged ultraendurance exercise ».

peut survenir. L'incidence générale de cette affection serait de 11 % en cas d'exercice par temps froid et humide, et serait de 14 % chez les fumeurs contre 9 % pour les non-fumeurs.

Les engelures

Encore appelées pernio ou érythème pernio, ces lésions érythrocyaniques des extrémités, de pathogénie inconnue, surviennent préférentiellement chez la femme (90 %) lors d'une exposition prolongée au froid humide modéré dans le contexte d'un terrain vasculaire particulier (acrocyanose). Les lésions s'accompagnent d'un prurit tenace au réchauffement et régressent spontanément en 2 à 3 semaines sans trouble résiduel. La récurrence est fréquente (80 % des cas) et des antécédents familiaux sont retrouvés dans 52 % des cas.

L'urticaire au froid

Il se manifeste par l'apparition d'érythème avec œdème et prurit qui touche des zones cutanées exposées au froid sous toutes ses formes (air froid, pluie, neige). Le test du glaçon permet de détecter 90 % de ces urticaires, qui sont le plus souvent idiopathiques (72 à 87 % des cas). Les urticaires au froid secondaires sont rares et la cause la plus connue est la cryoglobulinémie, présence dans le plasma sanguin d'une globuline qui précipite ou se solidifie par refroidissement, ce qui peut provoquer des manifestations pathologiques (0,5 % des cas). Des urticaires au froid atypiques

Medicine and Science in Sports and Exercise 1990, 22 [2], 165-70.

5. Bittel J., Savourey G. « Prevention of cold stress in extreme outdoor conditions ». In : Tellmann J. S. (dir.). *Encyclopaedia of Occupational – Health and Safety – International Labor Office*. Genève (Suisse) : International Labor Office, 1997, p. 42-48.
6. Savourey G., Vallerand A., Bittel J. « General and local cold adaptation after a ski journey in a severe Arctic environment ». *European Journal of Applied Physiology* 1992, 64 [2], 99-105.
7. Edwards J., Roberts D., Mutter S. « Rations for use in a cold environment ». *Journal of Wilderness Medicine* 1992, 3, 27-47.

BRÈVES EUROPÉENNES

27 novembre 2003

Lutte contre la drogue

Un accord entre les États de l'Union a été conclu pour unifier les sanctions concernant les trafics de drogues en fixant une peine minimale pour tout trafic : un an de prison pour les petits trafics et cinq ans pour les plus importants.

15 décembre 2003

OMS : investir dans la santé

Le Bureau européen de l'OMS pour l'investissement pour la santé et le développement s'est engagé dans la promotion de la santé et dans la réduction des disparités en matière de santé le 15 décembre dernier à Venise. En effet, l'augmentation des inégalités en matière de santé touche plusieurs millions de personnes. À la fin des années quatre-vingt-dix, plus de 165 millions de personnes vivaient avec moins de 4 dollars des États-Unis par jour dans les 18 pays d'Europe centrale et orientale, ainsi que dans les nouveaux États indépendants. 60 millions de personnes, soit 18 % de la population totale de l'Union européenne, étaient menacées de pauvreté relative et d'exclusion sociale. 18 millions d'enfants sont sous le seuil de pauvreté en Europe orientale, où l'espérance de vie est de 10 ans de moins qu'en Europe de l'Ouest.

15 décembre 2003

Urgences médicales : le projet Hesculap

Le projet Hesculap répond au souci de la Commission européenne de coordonner les programmes de recherche dans le domaine des urgences médicales en les mettant en réseau. Face aux quelque 100 millions de cas annuels d'urgences médicales et aux infrastructures qui diffèrent d'un pays à l'autre, l'Europe peut espérer, grâce au projet Hesculap qui rassemble les ressources, se préparer à mieux affronter de nouveaux dangers (y compris ceux nés des craintes du bioterrorisme et des nouvelles maladies comme celle du SRAS) à un niveau transnational.

16 décembre 2003

Augmentation de maladies d'origine alimentaire en Europe

Le dernier rapport du programme de surveillance de l'OMS pour la lutte contre les infections et les intoxications d'origine alimentaire permet d'en constater l'augmentation partout en Europe. Ainsi, la campylobactériose, une gastro-entérite d'origine bactérienne (transmise surtout par la volaille, la viande, l'eau, le lait cru), est en constante hausse depuis 1985. Les cas de trichinellose, maladie d'origine parasitaire (due à la consommation de produits porcins), sont de plus en plus signalés dans les Balkans. Depuis 1990, des cas de zoonoses graves, telle la brucellose ou fièvre de Malte (maladie transmise par la consommation de lait de chèvre ou de brebis non pasteurisé), se sont multipliés dans les républiques d'Asie centrale. On constate que 40 % de ces épidémies sont dus à la consommation d'aliments à domicile (préparations sans mesures d'hygiène personnelle, préparations de mets trop à l'avance, cuisson insuffisante, etc.).

15 janvier 2004

Sécurité des produits de consommation

Une directive relative à la sécurité générale des produits de consommation, adoptée en 2001 (DGSP-2001/95/CE), vient d'être révisée afin d'améliorer la sécurité des produits de consommation, à l'exception des denrées alimentaires. Entrée en vigueur le 15 janvier 2004, elle définit les contrôles de sécurité, en particulier sur les produits faisant l'objet du plus grand nombre de notifications (pas toujours lues) : des produits ménagers, des appareils électriques, des jouets...

peuvent se rencontrer comme l'urticaire cholinergique induite par le froid au cours d'un exercice physique. La prévention est capitale car le risque peut être vital en cas de pratique d'activités aquatiques ou tout simplement d'intervention chirurgicale (refroidissement ou solutés non préchauffés).

Le choc au froid

C'est une réaction physiologique exagérée survenant principalement lors d'une immersion brutale en eau froide qui se traduit par une hyperventilation incontrôlée de durée variable, un gasp inspiratoire, une tachycardie et une vasoconstriction intense. Ces réactions seraient responsables d'un nombre élevé de noyades par inspiration d'eau.

Autres pathologies liées au froid

L'action du froid entraîne une rhinorrhée, des larmolements et un assèchement des muqueuses. L'inhalation d'air en dessous de -20 °C peut entraîner un bronchospasme. L'environnement froid peut également provoquer des décompensations de troubles psycho-névrotiques tels le « pikloktto » des Groenlandais ou « Barrack Feber » des troupes de la Wehrmacht. L'intense réflexion des radiations solaires sur la neige peut entraîner des conjonctivites, des kératites et des érythèmes solaires. Enfin, le froid peut aggraver certaines pathologies préexistantes (angine de poitrine, hémoglobinurie paroxystique au froid, paralysie faciale a frigore...).

Conclusion

En conclusion, la prévention des accidents liés aux ambiances thermiques nécessite la parfaite connaissance de ces accidents, l'évaluation de l'ambiance thermique (température, vent, humidité, radiation) et l'estimation de la dépense énergétique pour ajuster l'apport alimentaire et hydrique, mais aussi l'isolement vestimentaire. Les autres mesures préventives concernent l'aptitude physique et la mise en place de mécanismes adaptatifs. L'utilisation de logiciels comme celui développé par le CRSSA (Predictol®) permet d'évaluer les risques médicaux liés aux ambiances climatiques froides ou chaudes en prenant en compte non seulement la contrainte climatique, mais aussi la contrainte liée à la dépense énergétique et au port d'équipements vestimentaires. ■