




Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
 EM|consulte
www.em-consulte.com



MISE AU POINT

Rôle de l'équipe paramédicale dans la réalisation du contrôle ciblé de la température après un arrêt cardiaque récupéré

Nurses' role in the targeted temperature management for comatose survivors of cardiac arrest

A. Fargeot, R. Guedmani, A. Marrec, L. Modestin, C. Picard*, l'équipe paramédicale du service de réanimation médicale et toxicologique de l'hôpital Lariboisière

Service de réanimation médicale et toxicologique, hôpital Lariboisière, 2, rue Ambroise-Paré, 75010 Paris, France

Disponible sur Internet le 4 novembre 2010

MOTS CLÉS

Hypothermie thérapeutique ;
Arrêt cardiaque ;
Effets secondaires ;
Neuroprotection ;
Syndrome d'ischémie-reperfusion ;
Anoxie cérébrale ;
Réchauffement

Résumé L'hypothermie thérapeutique, également appelée contrôle ciblé de la température, est de plus en plus utilisée en réanimation, pour ses effets neuroprotecteurs sur les lésions cérébrales d'ischémie-reperfusion. Aujourd'hui, la réalisation d'une hypothermie thérapeutique est recommandée au décours de tout arrêt circulatoire extrahospitalier récupéré devant témoin dans les suites d'une fibrillation ou tachycardie ventriculaire avec un état hémodynamique stable. De même, en cas d'arrêt cardiaque intrahospitalier ou en rythme non choquable, l'hypothermie pourrait aussi être bénéfique pour le patient. Dans tous les cas, l'hypothermie thérapeutique induite doit être parfaitement contrôlée. Que le refroidissement se fasse de façon externe ou interne, l'objectif est d'atteindre une température corporelle cible de 32 à 34 °C. Comme pour toute autre thérapeutique, cela impose donc de maîtriser la procédure de réalisation d'une hypothermie pour la mettre en place le plus rapidement possible et d'en connaître les effets secondaires susceptibles d'en limiter les bénéfices. La réalisation d'une telle technique en réanimation nécessite la coopération de tous les intervenants médicaux et paramédicaux.

© 2010 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : picard.claire@wanadoo.fr (C. Picard).

KEYWORDS

Therapeutic hypothermia;
Cardiac arrest;
Side-effects;
Neuroprotection;
Anoxia;
Ischemia-reperfusion syndrome;
Rewarming

Summary Therapeutic hypothermia, also called targeted temperature management, is increasingly used in the intensive care unit (ICU), based on its assessed neuroprotective effects against ischemia-reperfusion-induced brain damage. Targeted temperature management is indicated in comatose adult patients after cardiac arrest if successfully resuscitated from a witnessed out-of-hospital cardiac arrest of presumed cardiac cause with an initial rhythm of ventricular fibrillation or non-perfusing ventricular tachycardia and in a stable hemodynamic condition. Patients after in-hospital cardiac arrest or with other initial rhythms may also benefit. When indicated, therapeutic hypothermia should be quickly performed and tightly controlled. Both surface and core cooling methods target a body temperature of 32 to 34°C. Thus, it is mandatory to know how to simply manage the routinely available techniques in order to perform hypothermia as soon as possible, being aware of all side-effects that may alter the expected benefits. Therefore, implementing hypothermia in the ICU involve the whole medical and paramedical staff.

© 2010 Société de réanimation de langue française. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Généralités

Les vertus du froid dans la neuroprotection ont été démontrées au cours des années 1950 pour la chirurgie cardiaque [1]. Par la suite en 1959, William et Spencer se sont intéressés à son intérêt dans la prise en charge de l'arrêt cardiorespiratoire [2]. Durant les années 1960, l'hypothermie fut délaissée en raison des effets secondaires sévères qu'elle entraînait et que le corps médical ne parvenait pas à maîtriser. Et ce n'est que dans les années 2000, que deux études internationales contrôlées et randomisées ont démontré l'intérêt clinique de l'hypothermie chez les survivants d'un arrêt cardiaque extrahospitalier, avec une amélioration significative de la survie et une réduction des séquelles neurologiques [3,4].

L'hypothermie se définit par une température corporelle inférieure ou égale à 35°C. L'hypothermie thérapeutique, ou contrôle ciblé de la température, correspond à un refroidissement provoqué dans le but de protéger le cerveau de risques lésionnels induits par une pathologie systémique ou neurologique grave. Cette technique est indiquée dans de nombreux cas [5]; mais seules deux indications ont été validées en réanimation médicale :

- le patient comateux au décours d'un arrêt cardiaque extrahospitalier, résultant d'un trouble du rythme ventriculaire (fibrillation ou tachycardie ventriculaire) avec stabilité hémodynamique au décours, l'intérêt de l'hypothermie n'étant que suggéré mais non démontré pour l'arrêt cardiaque intrahospitalier ou en rythme cardiaque non choquable (asystole ou dissociation électromécanique) [6];
- l'encéphalopathie néonatale anoxo-ischémique.

Nous ne traiterons dans cet article que de l'hypothermie thérapeutique chez l'adulte au décours d'un arrêt cardiaque. Si le pronostic global des arrêts cardiaques semble avoir été amélioré par l'hypothermie thérapeutique grâce à ses effets neuroprotecteurs, plusieurs questions restent

encore non résolues. Les recommandations internationales recommandent désormais l'hypothermie. Mais de nombreuses problématiques restent encore posées concernant ses modalités optimales d'application, comme les critères de sélection des patients à traiter, les techniques de refroidissement et de réchauffement à utiliser, la durée et la profondeur de l'hypothermie à appliquer, la surveillance et les traitements à lui associer. De plus, les effets extra-neurologiques de l'hypothermie, bénéfiques ou délétères, notamment sur les systèmes cardiovasculaire et respiratoire, méritent aussi d'être précisés.

Suite à un arrêt cardiaque, les organes sont brutalement privés d'oxygène, ce qui provoque une destruction des cellules, et notamment des neurones, qui sont les cellules les plus sensibles à l'anoxie. Cinq minutes suffisent pour qu'elles entament un processus d'autolyse appelé apoptose. Or, lors de la reprise de l'activité cardiaque, le flux sanguin est chargé de toxines, délétères pour le cerveau, produites par la souffrance cellulaire ainsi créée. Le froid, en ralentissant le métabolisme cellulaire, freine cette libération de toxines et protège les cellules cérébrales des lésions induites par le rétablissement du flux sanguin. L'hypothermie est actuellement la seule thérapeutique d'intérêt prouvé pour lutter, lors de la phase de post-ressuscitation, contre les lésions induites par cette ischémie-reperfusion (Tableau 1). L'objectif de cet article est de décrire brièvement les méthodes d'hypothermie à notre disposition et d'en discuter les avantages et inconvénients respectifs.

Mise en place pratique

L'hypothermie thérapeutique doit être initiée le plus vite possible, idéalement dès la prise en charge préhospitalière du patient et doit par la suite être poursuivie par les équipes de réanimation. Elle peut être rapidement induite avec une perfusion de 30 ml/kg d'une solution saline à 4°C, même en préhospitalier. D'autres techniques sont alors utiles pour maintenir cette hypothermie et amener la température corporelle à la valeur cible souhaitée.

Tableau 1 Principaux effets bénéfiques induits par l'hypothermie thérapeutique après arrêt cardiaque, adapté de [5].

Mécanisme protecteur	Effet bénéfique au niveau cérébral
Diminution du stress oxydatif	Réduction des lésions induites par la production de radicaux libres toxiques lors des phénomènes d'ischémie-reperfusion
Stabilisation des troubles de la perméabilité membranaire	Limitation de l'acidose intracellulaire et des anomalies calciques
Préservation de l'intégrité mitochondriale	Amélioration de la fonction mitochondriale
Diminution de la demande métabolique cérébrale	Réduction de la consommation en oxygène de 5 à 10 % pour chaque degré de température abaissé
Diminution de la réponse inflammatoire et immunitaire	Diminution de la sécrétion des médiateurs pro-inflammatoires
Protection vis-à-vis de l'apoptose	Blocage (ou retard) des réactions enzymatiques responsables de la destruction neuronale « programmée »
Diminution de l'excitotoxicité (acides aminés neuro-excitateurs) et de l'hyperexcitabilité	Inhibition de la production et du relargage de certains neurotransmetteurs (glutamate, lactate...) responsables de la cascade excitotoxique
Limitation de l'altération de la barrière hémato-méningée (anomalies de la perméabilité vasculaire)	Diminution de l'œdème cérébral et de l'hypertension intracrânienne
Effet anticoagulant	Limitation de la formation de microthrombi délétères
Effet antiépileptique	Baisse du seuil épileptogène

On ignore actuellement la température cible optimale de l'hypothermie. D'après les deux études princeps ayant validé l'intérêt clinique de l'hypothermie thérapeutique dans l'arrêt cardiaque, elle pourrait se situer à 33 °C (objectif de l'étude australienne [4]) ou entre 32 et 34 °C (objectif de l'étude européenne [3]). Il n'est cependant pas impossible qu'une cible de 35 °C produise aussi les mêmes résultats cliniques avec des effets secondaires moindres. La durée optimale de l'hypothermie n'est également pas clairement établie. Il semblerait néanmoins qu'une durée de moins de 12 heures puisse être délétère (rebond d'hyperthermie secondaire) alors qu'une durée de plus de 48 heures s'accompagne d'une augmentation d'incidence des effets secondaires. C'est pourquoi les recommandations actuelles plaident pour une hypothermie cible de 32 à 34 °C pour une durée de 12 à 24 heures [6]. Par la suite, le réchauffement doit être lent, progressif (d'environ 0,25 à 0,5 °C par heure) et contrôlé afin surtout d'éviter les complications hémodynamiques.

Prise en charge préhospitalière

Lors de la réanimation cardiopulmonaire effectuée le plus tôt possible, de plus en plus d'équipes médicales préhospitalières administrent des solutions de remplissage froides ou placent des packs réfrigérants de type système Therakool® (Kinetic Concepts, Wareham, Grande-Bretagne) autour du cou des patients pour débiter le refroidissement [7,8].

Prise en charge hospitalière

Lorsque l'indication médicale a été posée, deux pratiques peuvent être utilisées : le refroidissement externe et le refroidissement interne, avec pour chacune, des avantages et inconvénients d'utilisation (Tableau 2). À ce jour, il n'est pas démontré que l'une ou l'autre de ces méthodes soit meilleure pour le patient. Par ailleurs, il est d'usage de distinguer entre techniques d'hypothermie passive ou active et entre techniques d'hypothermie stable ou instable.

Le refroidissement externe

Les systèmes de refroidissement utilisés dans les deux études princeps étaient, pour l'étude européenne [3] une technique de refroidissement externe par couverture véhiculant de l'air frais et, pour l'étude australienne, un refroidissement externe par packs de glaces appliqués dès la phase préhospitalière [4].

De nombreuses techniques sont aujourd'hui utilisées. Nous citerons les casques réfrigérants (Helmet®, Frigicap, Belgique), les couvertures refroidissantes (Blanketrol II®, Arcomedic, France) et les plastrons (Arcticsun®, Medivance, États-Unis) [7,8]. Tous ces moyens ont en commun d'utiliser la circulation d'un liquide réfrigéré au travers du matériel en contact avec le patient. Ils permettent une bonne maîtrise du refroidissement et du réchauffement grâce à une console reliée au patient indiquant sa température corpo-

Tableau 2 Comparaison entre les méthodes de refroidissement externe et interne.

	Refroidissement externe par tunnel réfrigéré	Refroidissement externe par matériel réfrigérant	Refroidissement interne
Avantages	Faible coût Risque infectieux limité Risque hémorragique nul	Risque infectieux limité Risque hémorragique nul Amorce du refroidissement rapide Bonne maîtrise de la température corporelle Facilité de mise en place Facilité d'entretien	Très bonne maîtrise de la température corporelle Amorce du refroidissement très rapide Abord veineux supplémentaire Facilité d'entretien
Inconvénients	Difficulté de régulation de la température corporelle Charge de travail importante pour l'entretien Risque d'altération cutanée par brûlure ou macération	Coût élevé Nécessité de formation par la société de commercialisation	Coût élevé Nécessité de formation par la société de commercialisation Risque infectieux Risque hémorragique modéré

relle, réajustant ainsi la température du liquide selon une température-ciblée choisie au préalable.

Sans ce type de matériel sophistiqué à disposition, une autre méthode non invasive consiste à fabriquer un tunnel d'air réfrigéré autour du patient (Fig. 1).

Elle nécessite :

- des vessies de glace positionnées sur les gros vaisseaux ;
- un ventilateur installé au pied du lit de façon à créer une soufflerie d'air ;
- une bassine de glaçons posée entre les jambes du patient afin de rafraîchir le courant d'air ainsi réalisé ;
- deux arceaux composant l'armature du tunnel ;
- un drap humide qui fermera ce tunnel ;
- l'ouverture des fenêtres ou le déclenchement de la climatisation dans la chambre ;
- le refroidissement est alors poursuivi pendant 12 à 24 heures. Il est indispensable de renouveler les glaçons et de mouiller le drap de manière répétée. Après cette phase de refroidissement, il faut débiter le réchauffement du patient à raison de 0,5°C par heure environ. Le procédé repose ici sur le retrait du matériel réfrigérant, la fermeture des fenêtres, la mise en route des radiateurs et l'utilisation d'une couverture (chauffante ou non).

Le refroidissement interne

La principale technique de refroidissement interne avec maintien de la température cible est la technique endovasculaire. Elle nécessite la pose d'un cathéter introduit au niveau de la veine fémorale et relié à un circuit de solution saline réfrigérée par une machine (Fig. 2). Une console, posée aux pieds du patient, permet de refroidir la solution de NaCl 0,9% qui va circuler, en système clos, dans le cathéter à ballonnets. Le sang va alors pouvoir se rafraîchir à son contact.



Figure 1 Hypothermie réalisée par voie externe.



Figure 2 Hypothermie réalisée par voie endovasculaire utilisant le matériel Coolgard 3000® (Alsium, Zoll Medical Corporation).

Ce dispositif requiert :

- le matériel utilisé pour toute pose de cathéter en conditions stériles ;
- un cathéter à ballonnets (Microtherm™) de type cathéter Icy® (Alsium, Zoll Medical Corporation) ;
- une poche de 500 ml de NaCl 0,9% pour la purge du circuit ;
- un circuit spécial de refroidissement ;
- le moniteur de refroidissement interne de type Coolgard 3000® (Alsium, Zoll Medical Corporation).

Le réchauffement est simple à accomplir puisqu'il suffit de programmer la température cible (33 °C) et la vitesse de réchauffement sur le moniteur.

D'autres méthodes également invasives permettent de refroidir un patient suite à un arrêt cardiaque. La circulation extracorporelle du sang dans un appareil d'hémodialyse peut de façon simple, aboutir à son refroidissement. Dans le cadre d'un arrêt cardiorespiratoire traité par assistance circulatoire, il est possible également d'utiliser un échangeur thermique. Cette machine, directement « branchée » au niveau de la membrane, permet une induction rapide de l'hypothermie.

Quelle technique choisir ?

Les méthodes de refroidissement externe ou interne peuvent être indifféremment initiées dans les minutes ou heures qui suivent l'arrêt cardiaque. Plusieurs facteurs sont pris en compte pour décider de la technique à utiliser (Tableau 2) :

- le coût d'acquisition et la disponibilité du matériel ainsi que le et le coût des consommables ;
- le caractère invasif ou non de la méthode et sa facilité de mise en œuvre ;
- les risques éventuels (brûlures cutanées pour les packs de glace posés à même la peau...) et les contre-indications potentielles (surcharge vasculaire possible par la perfu-

- sion des 30 ml/kg en 30 minute de solutés salés) ;
- la précision dans l'induction de l'hypothermie, la stabilité et la maintenance de température cible ;
- le délai d'obtention de la température cible et la vitesse de refroidissement ;
- le contrôle précis du réchauffement ;
- l'encombrement de la console de régulation de la température du système de refroidissement.

Surveillance

Monitoring de la température

La maîtrise du refroidissement et du réchauffement est indispensable pour la mise en place d'une hypothermie thérapeutique [6]. Ainsi un monitoring continu de la température semble nécessaire.

Lors d'un arrêt cardiorespiratoire, la pose d'une sonde vésicale thermique est conseillée, car elle permet de mesurer la température corporelle de façon simple et continue. En effet, la température de référence étant la température sanguine que l'on ne peut obtenir que par cathétérisme d'une veine centrale proche du cœur (par exemple, au cours d'un cathétérisme cardiaque droit), il s'avère que la température vésicale lui est bien corrélée. Si la pose de ce type de cathéters n'est pas indiquée et que la mise en place d'une sonde vésicale est impossible, d'autres moyens existent pour monitorer la température, telle une sonde œsophagienne ou rectale.

Lors d'un refroidissement externe par tunnel réfrigéré, il est nécessaire de réévaluer régulièrement l'action à conduire pour maintenir stable la température cible visée par l'hypothermie en fonction de la température mesurée du patient : faut-il ou non pas remouiller les draps, ouvrir ou fermer les fenêtres ? À l'inverse, lors d'un refroidissement endovasculaire et externe par matériel réfrigérant, la console réadapte elle-même la température du circuit de façon à atteindre la température cible préalablement programmée.

Sédation et curarisation

Lors d'une hypothermie thérapeutique, le patient est intubé-ventilé, sédaté et curarisé afin d'optimiser son confort et d'éviter les frissons qui limitent le refroidissement et peuvent entraîner une surconsommation en oxygène. Il existe plusieurs échelles permettant de surveiller l'efficacité des sédations. L'échelle de Ramsay en est une par exemple (Tableau 3) [9]. Concernant la curarisation, l'utilisation d'un moniteur de curarisation est recommandé [6], en se basant par exemple sur le Train of four ou train de quatre (T.O.F). Le stimulateur permet d'enregistrer le potentiel d'action d'un muscle après stimulation du nerf correspondant, le plus souvent le nerf cubital. Quatre stimulations brèves d'une durée de 0,2 ms, répartie sur deux secondes sont effectuées et on mesure le rapport entre la réponse de la quatrième et de la première stimulation (rapport T4/T1) et on compte le nombre de réponse (de 0 à 4).

La surveillance des niveaux de sédation et de curarisation est nécessaire pour prévenir un surdosage qui entraînerait un réveil tardif du patient. De plus, ce surdosage retar-

Tableau 3 Échelle de Ramsay pour la surveillance de la sédation, adaptée de [9].

Description	Niveau
Patient anxieux ou agité	1
Patient coopérant, orienté, calme	2
Patient répondant aux ordres	3
Patient endormi, mais avec une réponse nette à la stimulation de la glabella ou à un bruit intense	4
Patient endormi, répondant faiblement aux stimulations ci-dessus	5
Pas de réponse	6

derait l'évaluation neurologique et prolongerait la durée d'hospitalisation en réanimation, favorisant ainsi la survenue éventuelle de complications qui en découlent [10]. Généralement, la sédation et curarisation sont arrêtées lorsque le patient a été réchauffé au delà de 35,5°C, afin de procéder à une évaluation neurologique fiable.

Effets secondaires de l'hypothermie thérapeutique

L'hypothermie thérapeutique peut entraîner des effets sur l'ensemble des fonctions de l'organisme, avec parfois des conséquences délétères :

- fonction cardiovasculaire, avec notamment des troubles du rythme (tachycardie, bradycardie et arythmies supraventriculaires ou ventriculaires), une baisse du débit cardiaque voire un risque d'ischémie myocardique. Il est donc conseillé de monitorer l'état hémodynamique du patient avec l'une des techniques disponibles dans le service de réanimation et de réaliser de façon répétée des électrocardiogrammes ;
- fonction de défense anti-infectieuse, avec une possible altération du système immunitaire et notamment de la fonction des leucocytes. On effectuera donc des prélèvements sanguins et bactériologiques quotidiens afin de surveiller la numération formule sanguine et de dépister précocement une infection. Une antibiothérapie à titre probabiliste a même été proposée par certains, en raison de l'absence d'hyperthermie, qui aurait facilité le diagnostic ;
- fonction digestive et métabolique, avec un ralentissement du transit, un risque de pancréatite et l'induction d'une hyperglycémie. D'où l'importance de surveiller la reprise du transit ainsi que les glycémies capillaires, et d'avoir un protocole d'administration adaptée d'insuline ;
- fonction respiratoire, avec des modifications significatives de la PaO₂, de la PaCO₂ et du pH artériel. Or l'hypocapnie et l'hypercapnie ont des effets délétères sur le cerveau. Il peut donc être utile de monitorer l'EtCO₂ et/ou de répéter fréquemment les mesures gazométriques ;
- fonction hydro-électrolytique, avec l'induction d'une augmentation de la diurèse, provoquant ainsi une hypovolémie et des fuites rénales de magnésium, potassium,

calcium et phosphore par dysfonction tubulaire. Cette hyperdiurèse nécessite donc une surveillance accrue de la diurèse et des ionogrammes sanguin et urinaire ;

- fonction hémostatique, découlant d'une thrombopénie et de perturbations de la coagulation. Toute apparition de saignement (points de ponction, hématomes, sphère O.R.L...) sera donc notée et des bilans sanguins (numération plaquettaires, tests de la coagulation) seront régulièrement réalisés ;
- effets pharmacocinétiques, avec une altération du métabolisme et de la clairance de nombreux médicaments (curares, propofol, fentanyl, phénytoïne, phénobarbital, verapamil, propranolol, etc).

Conclusions

L'hypothermie thérapeutique est désormais reconnue comme faisant partie intégrante du traitement de l'arrêt cardiaque. Et, si son intérêt est maintenant scientifiquement établi dans les suites d'un arrêt cardiaque extrahospitalier lié à un trouble du rythme ventriculaire, il paraît envisageable de la réaliser dans les autres cas d'arrêt cardiaque.

De multiples techniques d'hypothermie thérapeutique, internes ou externes, se sont développées de façon à optimiser la prise en charge des patients et alléger la charge de travail des équipes soignantes. Le choix de la technique dépend alors du patient, de l'habitude de l'équipe, des surcoûts possibles liés à la méthode et du nombre d'infirmiers en charge des patients. Même si les techniques internes semblent plus stables et pourraient faciliter le travail de l'équipe paramédicale, il n'en demeure pas moins que la température doit être étroitement surveillée et les effets secondaires prévenus et dépistés. Il nous apparaît ainsi évident que la formation et l'investissement du personnel médical et paramédical restent un facteur prépondérant dans la réalisation et la réussite d'une hypothermie thérapeutique en réanimation.

Conflit d'intérêt

Les auteurs n'ont pas transmis de conflit d'intérêt.

Remerciements

Les auteurs remercient le Pr Bruno Mégarbane pour la relecture et corrections de leur manuscrit.

Références :

- [1] Lher E. L'hypothermie induite en réanimation : un sujet brûlant ? Réanimation 2005;14:177–85.
- [2] Williams GRJr, Spencer FC. The use of hypothermia following cardiac arrest. Ann Surg 1959;148:462–8.
- [3] The Hypothermia After Cardiac Arrest (HACA) study group. Mild hypothermia to improve the neurological outcome after cardiac arrest. N Engl J Med 2002;349:549–56.
- [4] Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, et al. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. N Engl J Med 2002;346:557–63.

- [5] Deye N, Malissin I, Brun P, Amoli AM, Megarbane B, Baud FJ. Nouvelles problématiques liées à l'hypothermie thérapeutique après arrêt cardiaque. *Réanimation* 2009;18:223–38.
- [6] Holzer M. Targeted temperature management for comatose survivors of cardiac arrest. *N Engl J Med* 2010;363:1256–64.
- [7] Deye N. Hypothermie thérapeutique intrahospitalière: place des techniques instrumentales et innovantes. *La revue des SAMU-Médecine d'urgence* 2010;32(1):11–6.
- [8] Lemiale V, Deye N, Cariou A. Techniques d'hypothermie (Chapitre 62). In: *Traité de réanimation médicale*. CNERM; 2009 [p 632–6].
- [9] Ramsay MA, Savege TM, Simpson BR, Goodwin R. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. *Br Med J* 1974;2:656–9.
- [10] Coupet AS, Follie A, Devaux T, Mouchon F, Jacquot N, Prin S, et al. Le rôle de l'équipe infirmière dans la réalisation de la sédation des patients en réanimation médicale. *Réanimation*.