

PRECAUTIONS DANS L'UTILISATION DE LA CRYOTHERAPIE CORPS ENTIER (CCE) (-110°C) CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT SPORTIF

*Marc JULIA, Alain DIMEGLIO, Eric LABOUTE
Les membres du bureau de la SFMES*

CONTEXTE GENERAL

La cryothérapie corps entier (CCE) est souvent utilisée chez les sportifs adultes à la fois pour la récupération mais également pour la préparation à l'effort (pre-cooling). La CCE consiste à exposer un sujet dans un environnement d'air sec à très basse température (-110°C) pendant une durée courte de 2 à 4 minutes, afin de provoquer un choc thermique. A la différence des immersions en eau froide au cours desquelles le refroidissement est plus progressif, l'exposition aux très basses températures est de courte durée.

Bien que ses effets sur la récupération, la préparation physique ou la prévention de lésions musculaires soient encore assez hypothétiques chez l'adulte, la CEE pourrait aussi être utilisée chez les enfants. L'objectif de ce document est de faire le point sur les éventuels risques liés à l'utilisation de cette méthode chez l'enfant en croissance et l'adolescent. Nous ne nous intéresserons donc pas à la réalité ou non des bénéfices attendus de l'utilisation de la CCE chez l'enfant et l'adolescent, mais uniquement aux aspects sécuritaires indispensables à envisager lors de l'utilisation de la CCE.

Notre argumentaire s'articulera autour de deux grands axes :

- les précautions issues de l'extrapolation des effets observés chez l'adulte
- les précautions liées aux spécificités de l'enfant en croissance et de l'adolescent.

ARGUMENTAIRE

Précautions issues des effets démontrés chez l'adulte

Lors d'une revue de littérature sur les effets physiologiques de la cryothérapie corps entier (CCE) chez l'adulte, Banfi et collaborateurs ont étudié les différents effets de cette méthode de récupération sur les propriétés anti-oxydantes et immunologiques musculaires, sur le statut inflammatoire post-exercice, l'impact sur les enzymes musculaires libérées dans le courant circulatoire, et sur les fonctions hormonales.

Effets sur les propriétés anti-oxydantes : une séance de CCE induit un stress oxydant qui ne semble pas être dangereux chez l'adulte sain. Cependant la question reste ouverte pour ce qui concerne les conséquences de ce stress oxydant chez l'enfant. Par ailleurs, la répétition de séances de CCE chez l'adulte induit une adaptation de l'organisme avec diminution de la réaction pro et anti-oxydante. Ces notions ont été récemment confirmées, suggérant fortement que la répétition de séances de CCE permettait d'augmenter les défenses anti-oxydantes de l'organisme (2). De même, l'exposition répétée au froid améliore les défenses anti-oxydantes sollicitées par l'exercice physique (3). Le transfert de ces notions à l'enfant doit être prudent puisque le potentiel adaptatif des défenses anti-oxydantes de l'organisme n'est probablement pas le même que chez l'adulte. De plus, les

effets de la CCE sur les modifications des capacités oxydantes d'un organisme en croissance ne sont pas connus.

Effets sur les propriétés immunologiques et le statut inflammatoire : chez l'adulte la CCE permet de réduire les réponses inflammatoires à un exercice physique intense et prolongé. On observe une augmentation des concentrations plasmatiques des cytokines anti-inflammatoires et une diminution des cytokines pro-inflammatoires (4). Cependant, le transfert de ces résultats très séduisants à l'enfant peut être lui aussi sujet à caution et doit être envisagée avec beaucoup de prudence.

Effets sur les enzymes musculaires : il a été montré que la CCE pouvait limiter l'élévation des enzymes musculaires observée après un effort physique intense comportant une composante excentrique importante (5) ; cependant, cette notion a récemment été remise en question (6). Quoi qu'il en soit, ceci ne semble pas devoir soulever de problème particulier pour son application éventuelle chez l'enfant.

Effets hormonaux : la CCE induit une baisse du taux de testostérone et d'oestradiol sanguin chez l'adulte (7). La CCE stimule également la libération de noradrénaline. Ces modifications de la production d'hormones gonadotropes en particulier peuvent générer quelques craintes quant à l'utilisation de la CCE sur des organismes en phase pubertaire.

Effets sur la fonction pulmonaire : on a étudié les conséquences de l'exposition unique puis répétée à des températures telles que celles utilisées au cours de la CCE (-110 °C) sur la fonction pulmonaire (8). Ce travail a permis de mettre en évidence un effet bronchoconstricteur modéré. Les auteurs concluent que la CCE n'a pas de conséquences potentiellement dangereuses pour l'appareil pulmonaire des adultes sains, mais qu'il doit être pris en compte chez les sujets asthmatiques. On ne retrouve aucune référence à l'appareil pulmonaire de l'enfant.

Effets sur la température cutanée et centrale : l'exposition aiguë à de très basses températures a naturellement conduit à s'intéresser aux réponses thermorégulatrices. On a par exemple mesuré les modifications de température cutanée et centrale lors d'une exposition de courte durée à ces températures extrêmes (-110 °C) (9) ; les mesures ont été réalisées avant, immédiatement après, et à 5 min, 10 min puis 20 min après une séance de CCE. La population analysée est intéressante car il s'agit de sujets jeunes (29 ans) et sportifs. Les auteurs ont observé que les températures cutanées les plus basses survenaient sur les membres et plus particulièrement les membres inférieurs : ils ont relevé une température cutanée inférieure à 10 °C au niveau du mollet immédiatement après l'exposition. La température censée représenter la température centrale (mesure de la température tympanique) baissait aussi de manière significative mais de manière modérée et très transitoire, 5 min après l'exposition (-0,65 °C).

Plus récemment il a été mis en évidence un lien entre l'amplitude de la baisse de la température cutanée lors d'une séance de CEE et l'Indice de Masse Corporelle (IMC) chez l'adulte (10). Cette relation reste cependant difficilement extrapolable à l'enfant car les normes de l'IMC et leur signification en terme de composition corporelle sont différentes entre l'adulte et l'enfant (immaturité de la composition corporelle de l'enfant (11,12).

Effets cardiovasculaires : dans son argumentaire scientifique, la société Zimmer® qui commercialise les chambres de CCE cite un travail présenté dans un congrès, mais a priori non publié (13) qui affirme que l'exposition pendant 2,5 min à une température de -110 °C présente un intérêt pour améliorer la performance d'un exercice réalisé immédiatement après le passage en chambre froide. On relève dans ce résumé un abaissement de la fréquence cardiaque de 8 à 10 bpm pendant les 26 minutes d'effort fournies après la séance de CCE, ainsi qu'une diminution de la concentration sanguine en

lactate mesurée à l'arrêt de l'exercice. On constate enfin une modification des paramètres de la variabilité cardiaque dans le sens de l'augmentation de l'activité para-sympathique. L'impact de ces modifications potentielles du système nerveux autonome sur l'activité myocardique chez un enfant en plein développement peut également être discuté.

Précautions issues des spécificités de l'enfant en croissance et de l'adolescent

Dans cette partie nous présenterons les rares études ciblant certains risques pour l'enfant, liés à l'exposition au froid intense (croissance osseuse, thermorégulation).

La croissance osseuse : il est important de rappeler qu'elle se produit de façon importante au moment de la puberté (11-13 ans chez les filles et 13-15 ans chez les garçons) à partir du cartilage de croissance situé à l'extrémité des épiphyses des os longs. Ce cartilage de croissance est avasculaire et sa vitalité est assurée par l'apport de solutés à partir de la vascularisation épiphysaire, métaphysaire et du plexus vasculaire circulaire, à travers la matrice extra-cellulaire du cartilage (collagène et autres protéines). Dans une étude *in vivo* chez des souris, on a étudié l'effet du froid sur les propriétés de diffusion à travers la matrice extra-cellulaire du cartilage et sur la vascularisation épiphysaire, métaphysaire et du plexus vasculaire circulaire (14). Lors de l'immersion pendant 30 min d'un membre dans un bain à 23°C, en comparaison avec une solution à 36°C, l'auteur observe une diminution de moitié des propriétés de diffusion à partir des vaisseaux vers le cartilage de croissance avasculaire. Cette diminution d'apport de solutés pourrait engendrer des perturbations de la croissance du cartilage de conjugaison. Certes cette étude est réalisée chez la souris mais il s'agit de la première étude *in vivo* qui montre que le froid diminue la vascularisation de ce cartilage de croissance d'autant que les températures utilisées dans cette étude (23°C) sont très supérieures à celles couramment utilisées dans le cadre de la CCE (-110°C). Par comparaison, on a étudié l'effet de l'immersion pendant 30 minutes à 10°C du membre inférieur de sujets volontaires sains (15) et on a observé une baisse de température intra-musculaire. Rappelons que les températures cutanées des membres baissent, même de manière transitoire, notamment au niveau des membres inférieurs, ce qui ne peut être que représentatif d'une baisse de la température des tissus sous-cutanés, avec vasoconstriction (9). Chez l'enfant, on peut craindre que les réponses thermiques et vasculaires soient similaires à celles observées chez l'adulte (sauf preuve du contraire dont nous ne disposons pas à ce jour) ; ces réponses laissent présager une altération possible de la vascularisation des cartilages de conjugaison, avec des conséquences possibles sur la croissance.

Les capacités de thermorégulation de l'enfant présentent certaines particularités. L'enfant présente un ratio surface corporelle/masse corporelle plus élevé que l'adulte ce qui se traduit par une plus grande surface d'échanges thermiques. Cette augmentation de la surface d'échange corporelle s'accompagne d'une plus importante sensibilité à la vasoconstriction en cas d'exposition au froid (16). Une étude a démontré qu'au cours de l'exposition à une ambiance froide, la baisse de la température cutanée chute au niveau des membres inférieurs, de manière plus importante chez les enfants que chez les adultes (16). Cette baisse plus nette de la température cutanée, alors que la production de chaleur métabolique est plus importante chez les enfants que chez les adultes traduit très probablement une réponse de vaso-constriction plus marquée. Ces constats sur les capacités de thermorégulation mettent donc en évidence que les enfants sont plus sensibles que les adultes à l'exposition à des températures très basses. Les conséquences

risquent d'être différentes chez l'enfant pour des durées d'exposition identiques à l'adulte, notamment sur les réponses vasculaires.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'état de la littérature actuelle reste très peu informative sur les effets bénéfiques et éventuellement néfastes de la cryothérapie corps entier chez l'enfant en croissance.

Cependant, les effets potentiels de cette méthode sur les réponses vasculaires de thermorégulation et leurs conséquences potentielles sur les cartilages de conjugaison, en l'absence d'étude spécifique chez l'enfant, nous incitent à appliquer le principe de précaution. C'est pourquoi nous recommandons de ne pas soumettre des enfants en cours de croissance à ce type de méthode de récupération. Ne pouvant (pour différentes raisons) effectuer de contrôle de l'âge osseux et de la fermeture des cartilages de croissance en routine, nous recommandons de ne pas proposer cette méthode chez des jeunes de moins de 18 ans.

Références :

1. Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports Med.* 2010;40:509-517.
2. Lubkowska A, Dołęgowska B, Szyguła Z. Whole-body cryostimulation--potential beneficial treatment for improving antioxidant capacity in healthy men--significance of the number of sessions. *PLoS One.* 2012;7:e46352.
3. Mila-Kierzenkowska C, Woźniak A, Woźniak B, Drewa G, Rakowski A, Jurecka A, Rajewski R. Whole-body cryostimulation in kayaker women: a study of the effect of cryogenic temperatures on oxidative stress after the exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009;49:201-207.
4. Pournot H, Bieuzen F, Louis J, Mounier R, Fillard JR, Barbiche E, Hausswirth C. Time-course of changes in inflammatory response after whole-body cryotherapy multi exposures following severe exercise. *PLoS One.* 2011;6:e22748.
5. Banfi G, Melegati G, Barassi A, d'Eril GM. Effects of the whole-body cryotherapy on NTproBNP, hsCRP and troponin I in athletes. *J Sci Med Sport.* 2009;12:609-610.
6. Hausswirth C, Louis J, Bieuzen F, Pournot H, Fournier J, Filliard JR, Brisswalter J. Effects of Whole-Body Cryotherapy vs. Far-Infrared vs. Passive Modalities on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage in Highly-Trained Runners. *PLoS One.* 2011;6:e27749.
7. Korzonek-Szlacheta I, Wielkoszyński T, Stanek A, Swietochowska E, Karpe J, Sieroń A. Effect of whole body cryotherapy on the levels of some hormones in professional soccer players. *Endokrynol Pol.* 2007;58:27-32
8. Smolander J, Westerlund T, Uusitalo A, Dugué B, Oksa J, Mikkelsen M. Lung function after acute and repeated exposures to extremely cold air (-110 degrees C) during whole-body cryotherapy. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2006;26:232-234.
9. Savalli L, Olave P, Hernandez Sendin MI, Laboute E, Trouvé P, Puig PL. Cryothérapie corps entier à -110°C. Mesure des températures cutanées et centrale chez le sportif. *Science & Sp.* 2006;21:36-38.

10. Cholewka A, Stanek A, Sieroń A, Drzazga Z. Thermography study of skin response due to whole-body cryotherapy. *Skin Res Technol* [Internet]. 2011 avr 21 [cité 2011 août 28]; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21507075>
11. Lohman TG, Going SB. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull.* 2006;27(4 Suppl Growth Standard):S314-325.
12. Lohman TG. Research progress in validation of laboratory methods of assessing body composition. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16:596-605.
13. Joch W, Ückert S, Fricke R. The value of short-term, high-dosage cooling for achieving high sports performance. University of Münster: Institute for Sports Science;
14. Serrat MA, Williams RM, Farnum CE. Temperature alters solute transport in growth plate cartilage measured by in vivo multiphoton microscopy. *J. Appl. Physiol.* 2009;106:2016-2025.
15. Falk B, Dotan R. Temperature regulation and elite young athletes. *Med Sport Sci.* 2011;56:126-149.
16. Inoue Y, Araki T, Tsujita J. Thermoregulatory responses of prepubertal boys and young men in changing temperature linearly from 28 to 15 degrees C. *Eur J Appl Physiol.* 1996;72:204-208.