

Chambres de cryothérapie et immersion en eau froide: utilisation thérapeutique et risques

Dr MIKE CHIARI^a, Dr MATHIEU SAUBADE^{a,b}, CYRIL BESSON^a, Dr BENOÎT DESGRAZ^{a,c,d} et Pr VINCENT GREMEAUX^a

Rev Med Suisse 2020; 16: 1412-7

La cryothérapie du corps entier se pratique principalement soit par immersion en eau froide, soit en chambre de cryothérapie. Pratiquée depuis l'Antiquité et considérée comme une méthode «naturelle», la cryothérapie tend à attirer de plus en plus d'adeptes. Des effets bénéfiques pour la santé ont été décrits dans la littérature. Néanmoins, l'interprétation de ses effets est difficile en raison de la faible qualité des études actuelles. La cryothérapie pourrait toutefois être utile en complément des thérapies classiques dans diverses pathologies et situations, à condition de connaître les risques, les contre-indications et les règles de bonnes pratiques.

Cryotherapy chambers and cold-water immersion: therapeutic use and risks

Whole body cryotherapy is mainly performed either by immersion in cold water or in a cryotherapy chamber. Practiced since Antiquity and considered as a «natural» method, cryotherapy is attracting more and more followers. Beneficial health effects have been described in the literature. However, interpretation of its effects is difficult due to low quality of current studies. Cryotherapy could however be useful in addition to conventional therapies in various pathologies and situations, provided that the risks, contraindications and rules of good practice are known.

INTRODUCTION

Les vertus du froid sont connues depuis l'Antiquité. Hippocrate utilisait la neige et la glace pour ses effets antalgiques et anti-inflammatoires. Le traitement par le froid est aujourd'hui appelé cryothérapie et il existe différentes techniques d'utilisation. Il faut distinguer l'immersion en eau froide (IEF) et l'utilisation de chambres de cryothérapie (CC), d'autres techniques telles que l'application locale de froid, la douche froide à domicile ou pré-/post-sauna, les marches en maillot de bain/ yoga dans la neige, par exemple.

L'IEF et les CC sont devenues de plus en plus populaires, notamment dans le milieu sportif lors des phases de récupé-

ration, mais également au sein d'une population qualifiée d'«adepte du froid». En effet, un nombre grandissant de personnes se baignent régulièrement l'hiver en lac, à la recherche d'un bien-être physique et psychique.

L'objectif de cet article est de présenter les méthodes de cryothérapie par IEF et en CC. Ces deux techniques permettent une exposition au froid partielle (épargnant la tête et parfois les membres supérieurs) ou du corps entier. Cet article discute leurs effets, leurs champs d'application et les risques associés. De cette manière, nous souhaitons apporter quelques outils au praticien afin de lui permettre de conseiller au mieux les patients intéressés par la cryothérapie.

ADAPTATIONS PHYSIOLOGIQUES AIGUËS LORS DE L'EXPOSITION AU FROID

L'exposition aiguë au froid provoque initialement, selon la température et les conditions d'exposition, une diminution de la température cutanée, puis des tissus plus profonds et finalement de la température centrale lors d'exposition prolongée (> 30 minutes). La baisse de la température tissulaire diminue le métabolisme cellulaire, ainsi que la vitesse de conduction nerveuse au niveau du muscle. D'autre part, le froid active des récepteurs cutanés qui stimulent le système nerveux sympathique, lui-même responsable, entre autres, d'une vasoconstriction périphérique, d'une tachycardie et d'une hyperventilation.

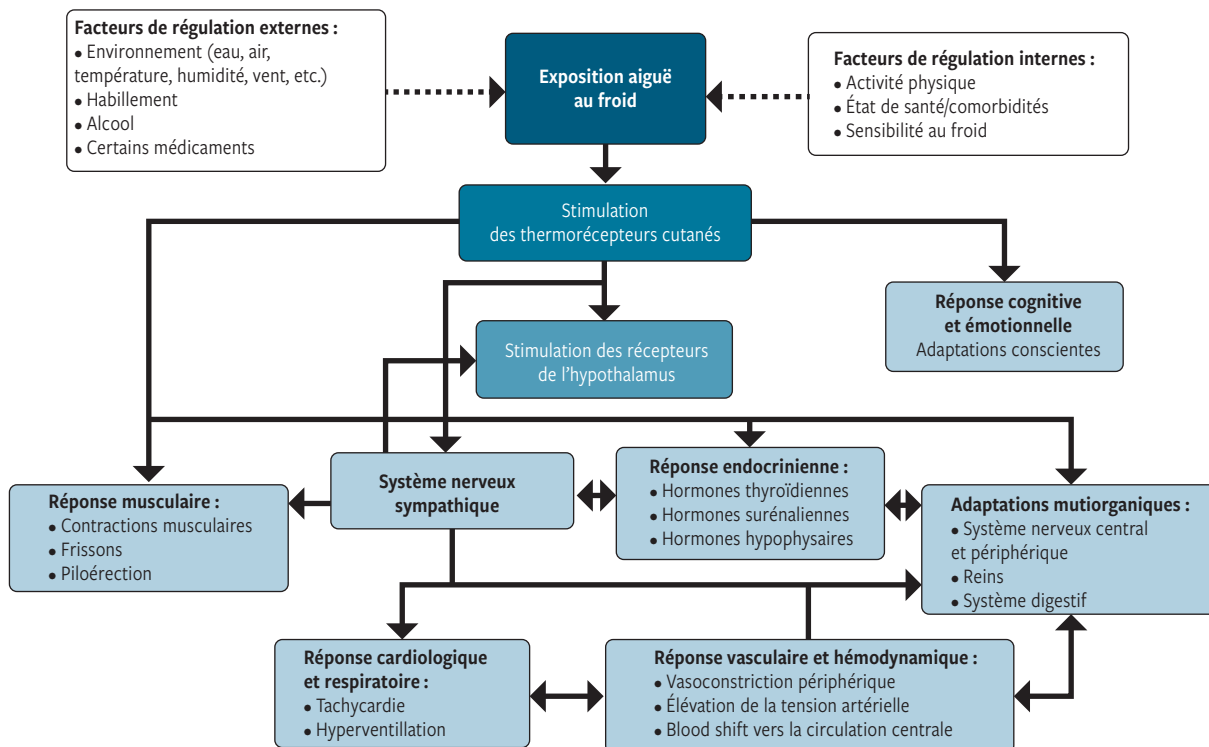
En cas d'immersion, l'organisme est de plus soumis à la pression hydrostatique qui accentue la vasoconstriction périphérique et favorise la redistribution du volume circulant de la périphérie vers le centre (*blood shift*). L'augmentation relative du volume circulant central ainsi que les contraintes sur la mécanique ventilatoire liées à l'immersion accroissent le travail cardiaque et respiratoire.^{1,2} Ces mécanismes adaptatifs complexes (**figure 1**) et encore partiellement incompris ont pour but de maintenir la température corporelle stable autour de 37° C. Ils sont responsables des effets bénéfiques potentiels, mais aussi des risques de complications.

MÉTHODES DE CRYOTHÉRAPIE Immersion en eau froide

La plus simple et la plus accessible des techniques de cryothérapie consiste à s'immerger en eau froide. Elle peut se faire en

^aDépartement de l'appareil locomoteur, Division de médecine physique et réadaptation, Centre de médecine du sport, Swiss Olympic Medical Center, CHUV, 1011 Lausanne, ^bDépartement de promotion de la santé et préventions, Centre universitaire de médecine générale et santé publique - Unisanté, 1011 Lausanne, ^cService de cardiologie, CHUV, 1011 Lausanne, ^dConsultation de médecine hyperbare, CHUV, 1011 Lausanne
mike.chiari@unisanté.ch | mathieu.saubade@chuv.ch
benoit.desgraz@chuv.ch | cyril.besson@chuv.ch | vincent.gremeaux@chuv.ch

FIG 1 Adaptations physiologiques de l'exposition aiguë au froid



milieu naturel ou en bassin. L'immersion peut être statique ou dynamique (par exemple, nage en eau froide), limitée aux membres inférieurs ou concerner le corps entier. Il n'y a pas de définition unanime qualifiant «l'eau froide». Une température inférieure à 15° C est régulièrement utilisée comme référence dans la littérature.¹ La durée de l'immersion, la température de l'eau et les conditions d'immersion (de quelques secondes ou minutes dans un bain de glace à visée régénérative à quelques heures lors d'un effort de natation en eau libre) vont déterminer la magnitude des effets du froid sur l'organisme.

Chambres de cryothérapie

Les chambres de cryothérapie (CC) ont été développées initialement à visée antalgique chez les patients atteints de maladies rhumatismales, avec une première apparition en 1979. Dès 1980, cette technique est utilisée pour la récupération par l'Union soviétique chez leurs athlètes participant aux Jeux olympiques de Moscou.³ L'exposition au froid en CC est soudaine et brève. Elle expose l'individu dans son entier à une température de -110 à -195° C, en général pendant 2 à 3 minutes. Des températures aussi extrêmes sont souhaitées, car les échanges thermiques par convection lors de l'exposition à un gaz (air) sont 24 fois moins importants que lors d'une immersion.¹

La cryothérapie corps entier (CCE) (figure 2a) est une méthode de refroidissement corporel, passant d'abord par une acclimatation dans une ou deux chambres moins froides avant de pénétrer dans la CC principale. Étant totalement hermétique, elle nécessite une surveillance par un professionnel formé via un monitoring vidéo/audio.

La cryothérapie corps partiel (CCP) (figure 2b) utilise une cabine cryogénique ouverte sur sa partie supérieure, permettant de ne pas exposer la tête au froid. Elle présente l'avantage d'être transportable, mais avec des contraintes liées à l'utilisation et au stockage de l'azote liquide. Les caractéristiques de ces deux techniques, CCE et CCP, ainsi que l'IEF sont détaillées dans le tableau 1.

Il est évident que ces dispositifs CCE et CCP doivent être utilisés dans le cadre d'une structure officielle, avec des professionnels formés. Cependant, il n'existe à notre connaissance aucune labellisation spécifique des dispositifs et les professionnels sont formés par les sociétés prestataires. Pour des raisons de commodité et au vu du peu de différences mises en évidence dans la littérature, nous regrouperons par la suite dans cet article les deux techniques de chambres CCE et CCP sous le terme CC.

EFFETS GÉNÉRAUX DE L'IMMERSION EN EAU FROIDE ET LA CHAMBRE DE CRYOTHÉRAPIE

Que ce soit pour l'IEF ou la CC, il n'existe à l'heure actuelle aucun protocole validé en fonction de l'effet souhaité concernant le type de cryothérapie, la température d'exposition, la fréquence, le nombre et la durée des séances. Néanmoins, ces dernières années, les études s'intéressant aux réponses engendrées par la cryothérapie ont été nombreuses et se sont principalement focalisées sur la variation de certains marqueurs biologiques, bien que les mécanismes d'action cellulaire précis n'aient pas encore été totalement élucidés à ce jour. L'IEF tendrait à montrer des effets bénéfiques, notamment pour la

FIG 2 Cryothérapie corps entier et corps partiel

a: chambre de cryothérapie corps entier (CCE); b: cabine de cryothérapie corps partiel (CCP).



(Reproduite avec l'aimable autorisation de la société MECOTEC GmbH (a) et la société Hibernatus (b)).

récupération après l'effort, l'inflammation, le stress et la dépression, surtout si elle est effectuée de manière progressive (en termes de durée et de température), et répétée.¹ Il s'agit toutefois principalement d'études de cohortes ou de cas témoins avec un faible niveau de preuve et des résultats parfois discordants. Concernant la CC, les principaux effets décrits sont une diminution des paramètres inflammatoires, un effet analgésique, une augmentation du tonus parasympathique, une accélération des processus de récupération postexercice, une amélioration de la qualité du sommeil dans les 24 heures et une amélioration subjective de la fatigue.³⁻⁵ Une amélioration du profil lipidique a également été décrite.⁴

Le **tableau 2** résume les effets de la cryothérapie.¹⁻⁹ Les études peuvent diverger sur les résultats obtenus et l'importance de l'effet placebo n'est actuellement pas déterminée.

COMPLICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS

Si les effets du froid sont généralement bien supportés par les sportifs et les sujets en bonne santé, la démocratisation de la cryothérapie risque d'exposer à des complications un certain nombre de personnes présentant des comorbidités médicales, notamment cardiopulmonaires. Le nombre d'études sur le sujet

TABLEAU 1 Principales différences entre CCE, CCP et IEF

CCE: cryothérapie corps entier; CCP: cryothérapie corps partiel; IEF: immersion en eau froide.

	CCE	CCP	IEF
Méthode	L'intégralité du corps est exposée au froid	Le cou et la tête du patient dépassent du caisson et sont épargnés du froid	Le cou et la tête sont hors de l'eau, le reste du corps est immergé dans l'eau froide (exception: nage)
Position	Debout, le patient marche lentement dans la cabine	Debout, le patient reste statique	<ul style="list-style-type: none"> Immersion jusqu'au cou ou horizontale (nage) Statique vs dynamique
Technologie	L'air est réfrigéré par un compresseur électrique ou de l'azote	De l'azote est insufflé directement dans la cabine	Bassin d'eau froide, milieu naturel
Température par méthode	<ul style="list-style-type: none"> Température uniforme de -110 à -160° C dans la chambre Des paliers d'accommodation dans 1 ou 2 autres chambres sont souvent utilisés au préalable: <ul style="list-style-type: none"> - 1^{re} chambre à -10° C - 2^e chambre à -60° C 	<ul style="list-style-type: none"> Température non uniforme de -110 à -195° C (base plus froide qu'au sommet) 	En général inférieure à 15° C
Durée d'exposition	2-3 minutes	2-3 minutes	Variable Conseil de précaution (sans validation scientifique): ne pas dépasser 1 minute par degré (si eau à 5° C, rester au maximum 5 minutes)
Investissement technique	100 000 à 220 000 Frs	46 000 Frs, mais frais annexes plus importants (azote)	Consommation d'eau
Prix par séance	Environ 50 Frs	Environ 50 Frs	A priori gratuit

(Adapté de réf. 3).

TABLEAU 2 Principaux effets de la cryothérapie rapportés dans la littérature

IMC: indice de masse corporelle; CK: créatine kinase; T°: température; TG: triglycérides; LDL: cholestérol LDL; HDL: cholestérol HDL; CC: chambre de cryothérapie; IEF: immersion en eau froide; ↓: diminution; ↑: augmentation.

	Résultats des études	Biais potentiels	Synthèse
Effets sur la récupération musculaire	CC <ul style="list-style-type: none"> • Études montrant une ↓ des CK (pouvant témoigner d'une amélioration de la fonction du muscle) et d'autres aucune variation^{4,5} • Tendance à augmenter l'oxygénation musculaire et diminuer l'activité catabolique du muscle par vasoconstriction périphérique • ↓ de la perception de la douleur musculaire après une première exposition⁴ 	Influence du type d'activité physique avant la cryothérapie	Peu d'évidence sur la récupération musculaire et les courbatures Effet subjectif rapporté
	IEF <ul style="list-style-type: none"> • Tendance à diminuer l'activité neuromusculaire, et à augmenter l'œdème musculaire^{2,6} • CK et taux d'acide lactique variables selon les études 		
Effets analgésiques	CC <ul style="list-style-type: none"> • ↑ des β-endorphines et de la noradrénaline⁷ • Si CC immédiate posteffort: ↓ de la douleur. Sans effet si débutée après 48 heures⁵ 	Non retrouvé	Possibles effets analgésiques si la cryothérapie est effectuée immédiatement posteffort
	IEF <ul style="list-style-type: none"> • ↑ des β-endorphines et de la noradrénaline¹ • ↓ significative des douleurs musculaires après l'effort⁸ 		
Effets anti-inflammatoires	CC <ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs études rapportent une ↑ des cytokines anti-inflammatoires (IL-10, IL-1Ra), ↓ des cytokines pro-inflammatoires (IL-6, IL-1β, TNFα). Résultats non confirmés par d'autres études^{4,5} • Tendance à diminuer les radicaux libres et augmenter les enzymes antioxydants³ 	Lié au procédé utilisé (nombre de séances, durée, température) et à la variabilité des sujets (âge, sexe, sédentarité, IMC) ³	Possible effet anti-inflammatoire mais résultats variables ^{1,4,5}
	IEF <ul style="list-style-type: none"> • Absence d'effet sur les marqueurs de l'inflammation: cytokines, lymphocytes, monocytes (études sur nageurs en eau froide)¹ • Tendance à augmenter les enzymes antioxydants¹ 		
Effets sur le sommeil	CC <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration du sommeil posteffort par effet analgésique, par ↑ de la testostérone (diminuée lors de la privation de sommeil) et par réactivation du système parasympathique^{7,9} 	Non retrouvé	Possible impact sur la qualité/induction du sommeil (subjectif > objectif)
	IEF <ul style="list-style-type: none"> • Pas d'étude retrouvée 		
Effets sur le système immunitaire	CC <ul style="list-style-type: none"> • ↓, stabilité ou ↑ des leucocytes, des immunoglobulines et du cortisol^{4,5} 	Le taux de cortisol dépendrait de facteurs de stress (caféine, type d'exercices, etc.) et de la variabilité circadienne ⁴	Aucune évidence de renforcement ou d'affaiblissement du système immunitaire
	IEF <ul style="list-style-type: none"> • ↑ ou ↓ du cortisol¹ 		
Effets sur les graisses	CC <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration du profil lipidique (↓ des TG, ↓ du LDL et ↑ du HDL) à partir de 10 séances de CC⁴ • Aucun changement observé sur l'IMC ou le pourcentage de masse grasse/masse maigre⁴ 	Non retrouvé	Pas d'effet sur la perte de poids Possible amélioration du profil lipidique
	IEF <ul style="list-style-type: none"> • Pas d'étude retrouvée 		

reste très faible et les informations existantes sont basées principalement sur des principes de précaution.³ Une évaluation médicale au préalable est justifiée pour évaluer le risque de complications et informer sur les bonnes pratiques. Le **tableau 3** résume les contre-indications relatives et absolues (liste non exhaustive) et le **tableau 4** les risques propres à chaque méthode.

INDICATIONS D'UTILISATION

Les multiples effets décrits ci-dessus permettent d'envisager plusieurs applications sur le plan médical. On retrouve dans la littérature différents types de protocoles, de profils de participants, de groupes contrôles, avec de petites cohortes, et finalement peu d'études de bonne qualité méthodologique. Il est donc difficile de se prononcer quant à son effet réel dans certaines pathologies.³ Nous présentons ci-dessous quelques résultats d'études sélectionnées.

Médecine du sport

Les principales indications de la cryothérapie pour les sportifs sont en lien avec la récupération posteffort et les douleurs mus-

culaires posteffort (Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)). L'exposition en CC au décours d'efforts intenses responsables des DOMS semble pouvoir diminuer la réponse inflammatoire biologique habituellement observée dans ces circonstances. Cependant, la taille d'effet de cette intervention n'a pas été comparée à celle d'un programme de renforcement musculaire progressif spécifique visant à réduire ces douleurs posteffort.¹⁰

Par ailleurs, suite à des efforts intenses, l'activité du système nerveux sympathique augmente transitoirement aux dépens de l'activité parasympathique, alors qu'une bonne récupération est en général associée à une meilleure activité du système parasympathique. La cryothérapie, par sa redistribution du volume circulant de la périphérie vers le centre (*blood shift*) (**figure 1**), stimule les baroréflexes.^{11,12} En retour, on observe une réactivation du système parasympathique principalement par stimulation du nerf vague, tout en diminuant l'activité du système sympathique. Cette réactivation du système parasympathique a des effets positifs également sur la qualité du sommeil^{7,9} qui aurait ainsi, de manière indirecte, un impact sur une meilleure récupération.

Concernant la CC plus précisément, certaines études retrouvent des effets subjectifs positifs sur la récupération de la

TABLEAU 3 Contre-indications à la CC/IEF

TA: hypertension artérielle; SCA: syndrome coronarien aigu; AOMI: artériopathie oblitérante des membres inférieurs; IEF: immersion en eau froide; CC: chambre de cryothérapie; Hb: hémoglobine, HTA: hypertension artérielle; NYHA: classification fonctionnelle de la New York Heart Association.

Contre-indications	Absolues	Relatives (après consultation médicale)
Cardiovasculaires	<ul style="list-style-type: none"> HTA non contrôlée SCA < 6 mois Angor instable Insuffisance cardiaque NYHA III et IV AOMI stades III et IV Maladie thromboembolique active 	<ul style="list-style-type: none"> Arythmie non contrôlée Valvulopathie Cardiopathie ischémique Syndrome de Raynaud Stimulateur cardiaque
Pulmonaires	<ul style="list-style-type: none"> Infection des voies respiratoires Œdème pulmonaire d'immersion (IEF uniquement) 	<ul style="list-style-type: none"> Asthme
Hématologiques	<ul style="list-style-type: none"> Anémie (a priori Hb < 80 g/l) Cryoglobulinémie 	
Immunologiques	<ul style="list-style-type: none"> Réaction d'allergie au froid (urticaire, angio-œdème, choc anaphylactique lié au froid) 	<ul style="list-style-type: none"> Vasculites
Neurologiques	<ul style="list-style-type: none"> Épilepsie AVC séquentaire 	<ul style="list-style-type: none"> Polyneuropathie
Dermatologique	<ul style="list-style-type: none"> Toute rupture de la barrière cutanée Infections cutanées 	
Autres	<ul style="list-style-type: none"> Alcoolisme ou toxicomanie Cachexie < 18 ans (potentiel effet indésirable sur les cartilages de croissance) 	<ul style="list-style-type: none"> Grossesse Claustrophobie

(Adapté de réf. 3).

TABLEAU 4 Complications possibles de la cryothérapie

CC: chambre de cryothérapie; IEF: immersion en eau froide; TA: tension artérielle.

Risques propres à la CC	Risques propres à l'IEF	Risques communs
<ul style="list-style-type: none"> Céphalées Asphyxie ou perte de connaissance (en cas de concentration excessive d'azote) 	<ul style="list-style-type: none"> Hypothermie Choc lié au froid Noyade Troubles du rythme cardiaque Déshydratation 	<ul style="list-style-type: none"> Gelures Allergie au froid (urticaire, angioœdème, choc anaphylactique lié au froid) Augmentation de la TA

(Adapté des réf. 1,3).

force musculaire, la douleur et la fatigue, immédiatement, à 24 et 48 heures posteffort, avec divers protocoles de CC et dans différents sports d'endurance.¹³ Ces résultats sont contrastés par une revue *Cochrane* comprenant 4 études randomisées contrôlées. Elle conclut à une insuffisance de preuves pour appuyer l'utilisation de la CC dans la prévention et le traitement des DOMS chez les jeunes hommes adultes physiquement actifs, et à l'absence de preuves chez les femmes ou les athlètes d'élite.¹⁴ Les résultats sur la perfor-

mance sont également partagés.¹³ Globalement, les effets semblent très dépendants des individus, du contexte et de la situation.

À l'instar de la CC, un nombre croissant d'études montrent des effets bénéfiques de l'IEF sur la perception de la douleur et la récupération musculaire après l'effort.¹⁵ D'autres auteurs n'ont toutefois pas confirmé ces résultats.¹⁶ Cette discordance s'explique en partie par la variabilité des protocoles d'immersion, de la température, de la durée ainsi que du type d'effort réalisé et du délai entre l'effort et l'IEF. À l'heure actuelle, il n'y a pas suffisamment d'évidence pour recommander l'IEF comme une méthode permettant d'améliorer la récupération musculaire ou la performance sportive. Son utilisation doit être judicieusement réfléchie, si possible progressive, tout en connaissant les risques liés à l'immersion et au froid. De manière intéressante, Stephens et coll. suggèrent que le protocole d'IEF devrait être individualisé selon les effets visés (performance vs récupération) et adapté aux caractéristiques du sujet (genre, âge, ratio graisse/muscle) pour en tirer un bénéfice.¹⁷ En effet, si la cryothérapie peut s'avérer intéressante pour certains sportifs en période de tournois ou d'épreuves enchaînées, la diminution des phénomènes inflammatoires musculaires posteffort, à l'origine des DOMS, pourrait réduire le potentiel d'adaptation lors des phases de préparation hors saison sportive.¹⁸

Pathologies chroniques de l'appareil locomoteur, infectieuses et psychiatriques

L'effet de la cryothérapie a été étudié sur plusieurs pathologies chroniques telles que la lombalgie chronique,^{19,20} la fibromyalgie,^{21,22} les troubles anxieux et dépressifs²³ ou la polyarthrite rhumatoïde.²⁴ Certains résultats à court terme sont encourageants, surtout lors d'une pratique régulière, notamment sur la diminution de la douleur. Les données restent toutefois insuffisantes pour pouvoir conclure à leur efficacité et proposer des recommandations spécifiques. Comme illustré dans le **tableau 2**, plusieurs études ont rapporté une diminution de certains paramètres inflammatoires biologiques, sans qu'un effet de prévention des infections hivernales des voies respiratoires n'ait été démontré.

CONCLUSION

La cryothérapie, en chambres ou par IEF, est de plus en plus utilisée, mais n'est pas dénuée de risques. Alors qu'un effet à court terme sur la douleur et la récupération posteffort n'est pas exclu, les études restent discordantes sur la variation des marqueurs biologiques, rendant difficile l'interprétation des effets réels et l'impact de l'effet placebo. À ce jour, de nouvelles études sont nécessaires pour préciser les effets de la cryothérapie et mieux cerner les potentiels répondeurs. En effet, les essais cliniques réalisés restent peu nombreux, comportant souvent des limites méthodologiques, des protocoles non comparables et n'ont pas de suivi à moyen/long termes. Il n'est donc pas possible d'en établir des prescriptions ciblées. Toutefois, l'absence de preuves scientifiques ne signifie pas l'absence d'effets bénéfiques. La cryothérapie devrait être considérée comme un moyen accessoire tant dans le traitement des maladies chroniques que dans les processus standards de

récupération posteffort, tout en respectant les contre-indications et en informant sur les risques potentiels.

Conflits d'intérêts: Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

IMPLICATIONS PRATIQUES

- La cryothérapie n'est pas dénuée de risques et présente des contre-indications médicales: un avis auprès de son médecin est recommandé avant de débiter
- Quelle que soit la méthode, la cryothérapie pourrait avoir des effets positifs sur la récupération musculaire posteffort ou dans les douleurs en lien avec certaines pathologies chroniques. Sa place comme thérapie adjuvante doit être évaluée au cas par cas
- Devant des études non standardisées, il est difficile à l'heure actuelle de se prononcer sur les effets réels de la cryothérapie et d'évaluer l'impact de son effet placebo
- Des études supplémentaires sont nécessaires pour améliorer nos connaissances et définir la place de la cryothérapie dans l'arsenal des thérapies médicales

1 **Tipton MJ, Collier N, Massey H, Corbett J, Harper M. Cold water immersion: kill or cure? *Exp Physiol* 2017;102:1335-55.

2 Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological Response to Water Immersion: A Method for Sport Recovery? *Sports Med* 2006;36:747-65.

3 **Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP), Unité INSERM 1178 Santé publique et santé mentale. Évaluation de l'efficacité et de la sécurité de la cryothérapie du corps entier à visée thérapeutique – rapport d'expertise préparé par Soumaya Ben Khedher Balbolia, Caroline Barry, Christine Hassler et Bruno Falissard, Paris, 2019, P (177).

4 *Lombardi G, Ziemann E, Banfi G. Whole-Body Cryotherapy in Athletes: From Therapy to Stimulation. An Updated Review of the Literature. *Front Physiol* 2017;8:258.

5 *Rose C, Edwards K, Siegler J, Graham K, Caillaud C. Whole-body Cryotherapy as a Recovery Technique after Exercise: A Review of the Literature. *Int J Sports Med* 2017;38:1049-60.

6 Eston R, Peters D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Sports Sci* 1999;17:231-8.

7 Douzi W, Dupuy O, Tanneau M, et al.

3-min whole body cryotherapy/cryostimulation after training in the evening improves sleep quality in physically active men. *Eur J Sport Sci* 2019;19:860-7.

8 Leeder J, Gissane C, van Someren K, Gregson W, Howatson G. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *Br J Sports Med* 2012;46:233-40.

9 Schaal K, Le Meur Y, Louis J, et al. Whole-Body Cryostimulation Limits Overreaching in Elite Synchronized Swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 2015;47:1416-25.

10 Ferreira-Junior JB, Bottaro M, Loenneke JP, et al. Could whole-body cryotherapy (below -100°C) improve muscle recovery from muscle damage? *Front Physiol* 2014;5:245.

11 Hausswirth C, Schaal K, Le Meur Y, et al. Parasympathetic Activity and Blood Catecholamine Responses Following a Single Partial-Body Cryostimulation and a Whole-Body Cryostimulation. *PLoS One* 2013;8:e72658.

12 Al Haddad H, Parouty J, Buchheit M. Effect of daily cold water immersion on heart rate variability and subjective ratings of well-being in highly trained swimmers. *Int J Sports Physiol Perform* 2012;7:33-8.

13 Patel K, Bakshi N, Freehill MT, Awan TM. Whole-Body Cryotherapy in Sports

Medicine. *Curr Sports Med Rep* 2019;18:136-40.

14 Costello JT, Baker PR, Minnett GM, et al. Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2015:CD010789.

15 Ascensão A, Leite M, Rebelo AN, Magalhães S, Magalhães J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci* 2011;29:217-25.

16 Eston R, Peters D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Sports Sci* 1999;17:231-8.

17 Stephens JM, Halson S, Miller J, Slater GJ, Askew CD. Cold-Water Immersion for Athletic Recovery: One Size Does Not Fit All. *Int J Sports Physiol Perform* 2017;12:2-9.

18 Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. The Influence of Post-Exercise Cold-Water Immersion on Adaptive Responses to Exercise: A Review of the Literature. *Sports Med* 2018;48:1369-87.

19 Nugraha B, Günther JT, Rawert H, Siegert R, Gutenbrunner C. Effects of whole body cryo-chamber therapy on pain in patients with chronic low back pain: a prospective double blind randomised controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2015;51:143-8.

20 Gienza C, Matczak-Gienza M, Ostrowska O, Bieć E, Doliński M. Effect of cryotherapy on the lumbar spine in elderly men with back pain. *Aging Male* 2014;17:183-8.

21 Bettoni L, Bonomi FG, Zani V, et al. Effects of 15 consecutive cryotherapy sessions on the clinical output of fibromyalgic patients. *Clin Rheumatol* 2013;32:1337-45.

22 Rivera J, Tercero MJ, Salas JS, Gimeno JH, Alejo JS. The effect of cryotherapy on fibromyalgia: a randomised clinical trial carried out in a cryosauna cabin. *Rheumatol Int* 2018;38:2243-50.

23 Rymaszewska J, Ramsey D, Chłodzińska-Kiejna S. Whole-body cryotherapy as adjunct treatment of depressive and anxiety disorders. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)* 2008;56:63-8.

24 Guillot X, Tordi N, Mourot L, et al. Cryotherapy in inflammatory rheumatic diseases: a systematic review. *Expert Rev Clin Immunol* 2014;10:281-94.

* à lire
** à lire absolument