



Kaumathérapie, une science en ébullition

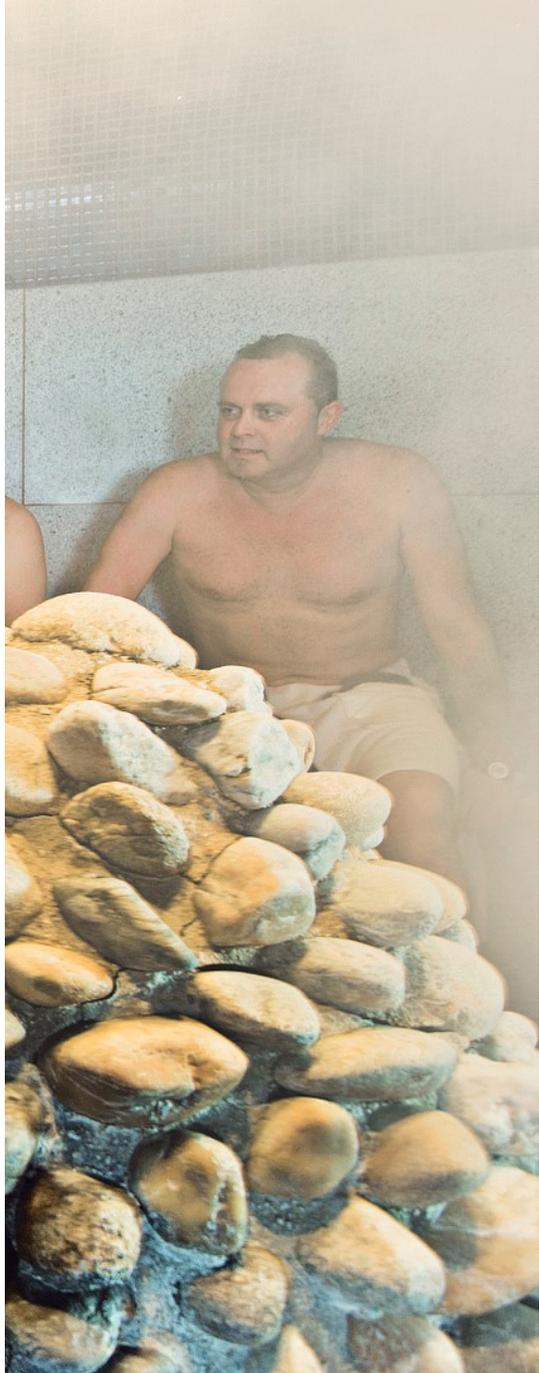
Beaucoup de sportifs plongent dans des bains d'eau glacée pour mieux récupérer après un effort intense. Et s'il fallait plutôt faire l'inverse? Le chaud plutôt que le froid? Le sauna plutôt que la cryothérapie? Le jacuzzi plutôt que les glaçons?

Dans la mythologie grecque, le royaume des Enfers était traversé par cinq cours d'eau: le Styx (fleuve de la haine), le Léthé (fleuve de l'oubli), le Phlégéthon (une rivière de feu), le Cocyte (le flot des lamentations), et l'Achéron (synonyme de malheur). Voilà le monde du dieu Hadès qui régnait sous la Terre comme ses frères Zeus en surface ou Poséidon sur les océans. Cette topographie infernale laisse clairement entendre qu'à chaque type de bain correspondait une

pénitence. Dans bien des situations tristes, il nous faut en effet choisir entre la souffrance et l'oubli, chaque

sentiment étant associé à une immersion. On comprend aussi l'irréversibilité de certaines traversées comme celle de l'Achéron, aussi appelé «fleuve du chagrin», et qui marque la frontière entre le monde des morts et celui des vivants. Aucun retour en arrière n'est possible. Aucune communication non plus. En science du sport, voilà qui fait songer au fossé en train de se creuser entre les partisans des bains froids après l'effort et ceux qui préconisent plutôt le recours à la chaleur. Ces derniers sont moins nombreux, certes. Mais ils





disposent d'arguments convaincants que nous d'exposerons dans cet article afin de tenter certains de faire ce pas. Pour rester encore un peu dans la mythologie, disons qu'on se propose de jouer le rôle de Charon, surnommé «*le passeur des enfers*» ou parfois «*psychopompe*» (en grec, le conducteur des âmes), et que l'on représente souvent sous les traits peu flatteurs d'un vieil homme hideux, armé d'un gros marteau dont il se sert pour fracasser le crâne de ceux qui rechignent à le suivre. Nous ne ferons rien de semblable, qu'on se rassure. Seulement exposer les faits qui installeront peut-être le doute dans l'esprit des adeptes du froid.



Short-track, l'arène des glaces

Il y a quelques années, un article paru dans *Sport et Vie* nous avait valu pas mal de réactions outrées (1). Il parlait de cryothérapie et nous y mettions en garde contre le risque de désadaptation que présentait un usage systématique des bains froids post-entraînement. En nous basant sur une série d'études scientifiques rigoureuses, nous préconisions d'y recourir avec parcimonie pour ne pas contrarier le renouvellement du tissu musculaire et bloquer partiellement les gains de masse et de force. Le froid intense inhibe en effet la formation de certains organites de la cellule, les ribosomes, qu'on peut se représenter comme des petites usines chargées d'assurer la production des protéines dont le corps a besoin. L'article en question ne condamnait pas définitivement l'usage du froid, courant dans de nombreux clubs et fédérations. Il reconnaissait même que la méthode pouvait avoir des effets positifs sur la régulation de la température en cas d'hyperthermie, qu'elle était aussi efficace pour contrebalancer une chute de la pression artérielle et réactiver le système nerveux parasympathique (2), et enfin qu'elle réduisait parfois l'inflammation tissulaire après qu'il y avait eu de la casse. Tout cela reste vrai. Il convient seulement de ne pas en faire une habitude. Voilà ce qu'on peut dire aujourd'hui de la cryothérapie. A présent, intéressons-nous à la démarche inverse qui consiste à étudier les effets bénéfiques de la chaleur en phase de récupération.

Sans que ce mot n'existe encore officiellement, on propose le mot de «*kaumathérapie*» («*kauma*» signifiant «*chaleur*» en grec ancien) pour parler du fait de mettre son corps au chaud après la séance pour lui permettre de se requinquer plus vite. Est-ce que cela marche? Une première expérience sur le sujet a eu lieu à Font-Romeu dans le milieu du short-track (*). Cette discipline n'était pas choisie par hasard: elle présente en effet la particularité de combiner des contraintes très différentes comme nous l'explique l'entraîneur national, Thibaut Méline. «*Le short-track exige des qualités musculaires d'explosivité puisque les courses se remportent très*

(*). Cette expérience donnera bientôt lieu à une publication sous le titre *The effects of thermo-therapy and active recovery on repeated sprint performance during twice-daily high intensity training sessions in elite athletes*.





Chauffez-vous les fesses!

souvent à la suite d'actions de dépassement placées au bon moment et nécessitant une puissance musculaire importante. Il faut aussi être très résistant pour pouvoir absorber et répondre à la force centrifuge dans les virages. Enfin, on doit disposer d'une bonne endurance car il faut supporter deux, voire trois séances d'entraînement quotidiennes et trois à quatre journées de compétitions enchaînant jusqu'à 18 courses.» Comment faire pour récupérer vite entre les efforts? Au sein de l'équipe de France, on a longtemps hésité entre le chaud et le froid. «C'est vrai. On a essayé la cryothérapie», admet Thibaut Méline, qui poursuit sur un ton évasif: «ce n'est pas vraiment ce que les athlètes préféreraient...». On peut les comprendre, notez bien. Lors des entraînements quotidiens, la patinoire de Font-Romeu sur laquelle ils s'entraînent présente une température moyenne de quatre degrés. Pas vraiment le Ténére! Et il peut faire encore plus froid en dehors de l'arène puisque la station culmine à 1800 mètres. Quand le soleil disparaît, les dents se mettent souvent à claquer, un phénomène que les Romeufontains connaissent bien quand ils doivent traverser la ville à pied parce que leur voiture refuse de démarrer. Une chose plutôt fréquente dans la région. Tout cela justifie les réticences des patineurs vis-à-vis du bain glacé entre deux séances. «Les athlètes ont tendance à déguerpir

dès la fin de l'entraînement», reconnaît Thibaut Méline. Depuis quelque temps, lui et son équipe ont donc choisi de changer leur fusil d'épaule en proposant l'opposé: la récupération en milieu chaud. Cette fois, on invite les athlètes à prendre place sur un siège chauffant situé au milieu de la patinoire. Pas désagréable. Certains ont même pris l'habitude de venir s'y asseoir entre les séries en cours de séance. Est-ce efficace? Pour l'heure, on manque encore de données précises pour se montrer catégorique. «Ce qui est sûr, c'est que la méthode plaît aux athlètes», reprend le coach. «On

a moins de mal à les garder sur place.» Tout de même! Un revirement aussi spectaculaire méritait qu'on lui prête attention. Une expérience fut donc imaginée pour déterminer scientifiquement quel traitement se révélerait le plus efficace en phase de récupération: le chaud ou le froid? Pour cela, les chercheurs conçurent un protocole qui exigeait d'un groupe de short-trackers émérites qu'ils enchaînent deux efforts épuisants. La première séance, programmée peu après le réveil, consistait à réaliser des séries de sprints sur la glace pendant 75 minutes. Les sujets sortaient de là bien éreintés! La seconde venait une heure et demie plus tard et consistait à enchaîner dix sprints de dix secondes sur ergocycle, entrecoupés de trente secondes de récupération seulement. Toutes les données sur ce second effort étaient précieusement relevées. Entre les deux séances d'entraînement, vous l'aurez deviné, les athlètes ne suivaient pas le même protocole de récupération. Les uns prenaient quinze minutes d'un bain à douze degrés, d'autres avaient droit à vingt minutes d'un bain à 41°C, et les derniers s'adonnaient à une récupération active de quinze minutes sur ergocycle. Pendant trois semaines, les athlètes répétèrent le protocole en changeant de mode de récupération chaque semaine afin de tous les tester. Il est important de noter qu'entre les entraînements, les sportifs consommaient une boisson riche en glucides et en acides aminés afin



Harry Kane et les glaçons



En mode rosé



Quentin Fercoq et Sébastien Lepape, dernier virage avant Pékin

de reconstituer leurs réserves énergétiques. Les résultats furent sans appel. La récupération par bain chaud ou sur ergocycle l'emportaient nettement, suivie loin derrière par les bains froids. La différence se mesurait plus précisément dans la puissance moyenne calculée au cours des sprints. Les meilleurs résultats étaient

clairement obtenus à l'issue d'une récupération dans la chaleur ou à vélo. Le froid quant à lui diminuait à la fois la puissance moyenne et la puissance maximale.

Les victoires du jacuzzi

Voilà pour le court terme. Bien sûr, les chercheurs se sont posé la question

des conséquences à long terme sur la forme de l'usage de la chaleur. Se pourrait-il que les bains chauds marquent des points sur ce terrain-là aussi? Les patineurs ont donc été conviés à une nouvelle expérience (3). Cette fois, ils devaient réaliser deux cycles d'entraînement identiques mais, à l'issue du premier, la récupération de vingt

A LA MODE D'EDDY MERCKX

Plusieurs modes sportives sont nées de la réussite d'athlètes emblématiques. L'exemple le plus frappant nous vient du tennisman Björn Borg et de sa manie de souffler dans la paume de sa main droite comme pour la refroidir. Il fut imité dans le monde entier alors que ça ne sert à rien! Si d'aventure, l'équipe française de short-track réalise de belles choses aux prochains Jeux olympiques d'hiver de Pékin, la kaumathérapie connue aujourd'hui d'une poignée d'initiés pourrait à son tour conquérir le monde. Son principe général, ainsi qu'on l'explique dans l'article, consiste à se reposer dans des sièges chauffants entre les efforts et à s'immerger dans un jacuzzi à la fin de la séance. Ce moment semble très apprécié par les athlètes. Pas seulement pour des raisons physiologiques du reste. Ce bain à plusieurs offre aussi un moment de convivialité et des individus qui sont éventuellement rivaux sur la glace apprennent ainsi à mieux se connaître et peut-être à fraterniser. L'effet de dynamique de groupe est indéniable. Sur un plan plus personnel, plusieurs rapportent aussi que ces séances ont un impact positif sur le sommeil, à condition de respecter un délai d'au moins deux heures entre le bain chaud et le moment du coucher. Le bilan est même tellement satisfaisant que certains sont prêts



Le secret du Cannibale

à pousser plus loin l'expérimentation, à l'image de Quentin Fercoq (médaillé d'or en relais mixte aux Jeux de la Jeunesse de 2016 de Lillehammer et vice-champion du monde universitaire 2020 sur 1500 mètres) qui songe désormais à combiner la thérapie par la chaleur avec une récupération active à faible intensité. Par exemple, pédaler dans un sauna. Il ne sera pas le premier à tenter l'aventure puisque le champion cycliste belge Eddy Merckx avait eu cette idée avant lui, cette fois-ci dans le cadre des séances d'entraînement. A l'époque, il s'agissait d'essayer de perdre du poids en hiver. Peut-être y puisait-il aussi de la force pour gagner des courses au sprint. Qui sait?



Le sauna peut aider à faire face aux conditions dantesques. Aux Mondiaux de Doha, seulement 40 des 68 marathoniennes ont rallié l'arrivée. Une véritable hécatombe!

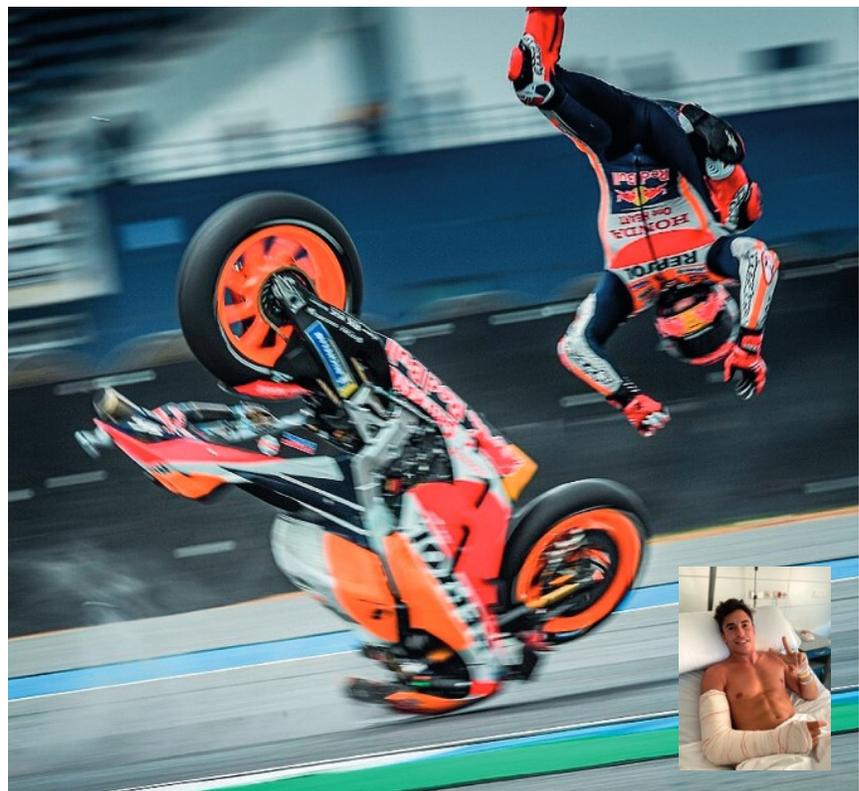
minutes était parfaitement passive, on restait simplement assis sur une chaise. La seconde fois en revanche, ils se prélassaient dans un jacuzzi à 40°C. Toute une palette de tests fut réalisée avant et après chaque cycle d'entraînement. Elle comportait des mesures anthropométriques, des tests de force maximale isométrique au niveau des jambes, des mesures de sauts verticaux et une VO₂max. Les résultats confirmèrent ceux de l'étude précédente. Le développement de la force maximale isométrique des membres inférieurs était clairement amélioré par le jacuzzi, ce à quoi les chercheurs s'attendaient un peu. Mais un autre résultat plus inattendu retint leur attention. Il se trouve que le bain chaud avait aussi élevé très légèrement les résultats du test de VO₂max. Certes, à ce stade, on ne peut parler que d'une tendance statistique, on n'est pas tout à fait sûr qu'il existe un lien de cause à effet. Mais on l'est quasiment... néanmoins, l'étude ne révéla aucune différence sur la masse musculaire ni aucun des autres paramètres liés à la performance. Est-ce à dire que la température ne joue aucun rôle sur la prise de muscle? C'est une hypothèse. Une autre serait de considérer que si l'on n'a relevé aucune influence de ce type, c'est peut-être lié aux spécificités des sujets. Il s'agissait en effet d'athlètes

de haut niveau qui se caractérisaient déjà par une masse musculaire importante ainsi que par une condition physique exemplaire. Dans ces cas-là, il arrive fréquemment que les protocoles de recherche échouent à mettre en évidence certaines relations qui

apparaîtraient chez des sujets moins en forme. On se rappelle notamment qu'il y a une quinzaine d'années, des scientifiques néo-zélandais avaient déjà suggéré que le sauna pouvait avoir un effet positif sur l'endurance (4). L'explication avancée à l'époque faisait état d'une augmentation du volume plasmatique, une adaptation probablement due à l'exposition régulière à ces ambiances très chaudes. Cela permettait à la pompe cardiaque de travailler plus efficacement.

Tu ne fondras point!

Pour poursuivre les recherches, prenons à présent la direction de la Thaïlande pour explorer une troisième piste: l'éventuel effet bénéfique du chaud sur l'atrophie, un mot qui désigne la fonte musculaire dont est victime un muscle moins sollicité. Quiconque a déjà porté un plâtre sait bien ce que cela signifie. Quand on l'enlève, on est toujours frappé par la diminution du volume du membre. Que les muscles fondent au repos, on le sait. En revanche, on ignore souvent que cette disparition n'est pas linéaire mais plutôt exponentielle.



La chaleur peut ralentir la fonte musculaire d'un membre immobilisé. Ici, l'Espagnol Marc Marquez après sa lourde chute dans le Grand Prix d'Espagne 2020.

UN ESPRIT SAIN DANS UN CORPS CHAUD

Le vieillissement de la population pose l'insoluble problème de l'augmentation en flèche des cas de démence. Insoluble, vraiment? Dans ce domaine là aussi, il se pourrait qu'on parle bientôt davantage de la kaumathérapie. Les maladies neuro-dégénératives à l'origine des démences résultent en effet d'un déséquilibre entre la synthèse et la dégradation des protéines qui assurent le bon fonctionnement de la cellule nerveuse. Ce «turnover» défaillant provoque une agrégation de certaines d'entre elles, la cellule cessant d'être opérationnelle. Or nous savons désormais que les protéines dites de «choc thermique» empêchent ce processus de dérégulation, plus particulièrement la HSP70 qui agit à la fois au cœur de la cellule et sur la matrice. Les HSP améliorent le fonctionnement neuromusculaire et permettent de ce fait un meilleur contrôle de ses mouvements, qui se désordonnent souvent au fil du temps. Or il apparaît qu'une exposition fréquente à la chaleur élève précisément le taux de ces protéines HSP70 tellement favorables. Beaucoup de personnes recherchent la chaleur en vieillissant. Voilà peut-être une explication. Et ce n'est pas tout! D'autres adaptations physiologiques ont été rapportées, comme l'amélioration du flux sanguin cérébral. En clair, la matière grise est mieux irriguée chez les personnes régulièrement confrontées à de «grosses» chaleurs. A ce stade, les recherches ne permettent pas encore



d'expliquer rationnellement ces phénomènes. Comme dans le sport, il s'agit sans doute d'une double réaction: l'augmentation du volume plasmatique d'un côté et surtout la libération de substances neuro-protectrices en réponse au stress thermique de l'autre. Il reste tant de choses à découvrir! Que cela ne nous prive pas d'exploiter déjà les présumés bienfaits de la chaleur sur le métabolisme. Sans oublier d'emmener avec soi les personnes plus âgées.

Référence:

Could Heat Therapy Be an Effective Treatment for Alzheimer's and Parkinson's Diseases? A Narrative Review, dans *Frontiers in Physiology*, janvier 2020

Alors, bien que cette tradition n'existe pas trop en Thaïlande, disons que l'atrophie ressemble de ce point de vue à une soirée raclette. Au début, tout se déroule sur un mode très lent et on attend impatientement son tour de fromage fondu. Puis cela s'accélère. Et bientôt ce sont les convives

qui n'arrivent plus à suivre. Ce même phénomène d'accélération de la fonte se produit dans les muscles. L'atrophie a tendance à s'emballer très vite comme quand la coupelle est à chaleur maximale et c'est aussi pourquoi il faut agir dès les premiers symptômes pour l'enrayer. Nous

sommes en Thaïlande, disions-nous. Une étude récente consistait à étudier l'atrophie musculaire de pattes de rats dont on avait préalablement sectionné les tendons (5). Cette ténotomie est une façon assez radicale d'empêcher toute contraction. En variant les conditions de récupération, les

Attention à l'autophagie





Chaud dedans!

auteurs ont découvert que l'application répétée de chaleur avec des couvertures thermiques diminuait significativement la vitesse de réduction de la section transversale des fibres musculaires. Bref, le muscle fondait moins vite. Ils se sont demandé pourquoi. Bien inspirés, ils portèrent leur attention sur les marqueurs autophagiques, c'est-à-dire sur tout ce qui trahit cette fameuse sarcopénie pendant laquelle le muscle au chômage se dévore lui-même. Dans un article

précédent, on avait détaillé le système autophagosome-lysosome qui a pour mission d'éliminer les structures inutiles et limiter ainsi le niveau de dépense énergétique (6). L'autophagie est une sorte de grand nettoyage. On «*dégraisse le mammoth*», comme l'avait dit avec tact un ancien ministre de l'Éducation nationale, Claude Allègre. Les chercheurs thaïlandais ont donc relevé les marqueurs de cette autophagie, notamment la protéine LC3 et des hydrolases

impliquées dans la dégradation lysosomale, parmi lesquelles la cathepsine L. Ils remarquèrent que tous ces marqueurs diminuaient après le traitement par le chaud, ce qui expliquait sans doute le meilleur état de conservation après huit et quatorze jours de repos total. Voilà encore un effet positif à mettre au crédit de l'usage de la chaleur. Sur l'inflammation enfin, ces mêmes auteurs (7) ont montré que la chaleur avait la vertu de la freiner en bloquant l'infiltration de macrophages pro-inflammatoires et en diminuant l'expression de la protéine TNF α (impliquée dans la mort cellulaire). Tout cela plaide plutôt en faveur de l'usage du chaud.

Kant à la rescousse

Pour terminer notre enquête, penchons-nous à présent sur une étude menée aux États-Unis par Paul Hafen de l'Université d'État de l'Indiana (8). Avec ses collaborateurs, il avait convié un panel de sujets, des hommes et des femmes, pour évaluer l'efficacité de la chaleur contre l'atrophie musculaire et la disparition des mitochondries. Pas question de leur couper les tendons, cette fois-ci. Ils devaient seulement rester immobiles pendant dix jours complets. Au cours de cette période,



Arpad Sterbik: tout le corps compte!

ses sujets à soixante minutes de traitement thermique passif restreint à une seule jambe. En pratique, il s'agissait de glisser cette jambe dans une sorte de manchon où circulait une eau très chaude (49.5°C). Dans le même temps, on pratiquait sur les sujets trois séries de biopsies musculaires, une par jambe: la première avant l'expérience, la deuxième après trente minutes de manchon et la troisième, trois heures après le manchon. Cela permettait de comparer l'effet de la chaleur d'une jambe sur l'autre. Une semaine plus tard, on recommençait. Plus de

UNE JAMBE NE SUFFIT PAS

Parmi toutes ces expériences sur l'usage de la chaleur dans les processus de reconstruction musculaire, il en est une qui s'est attachée à répondre à la question suivante: faut-il chauffer tout le corps pour bénéficier des avantages du procédé, ou seule une partie suffit? Le professeur Sébastien Racinais (Centre Aspetar, Qatar) a soumis

manchon, cette fois-ci. Les chercheurs proposaient de rester plutôt dans un sauna pendant soixante minutes à une température comprise entre 44 et 50° sous une humidité relative de 50%. Venons-en aux résultats. Premièrement, la température musculaire a augmenté dans les deux conditions chauffantes mais la température centrale n'a augmenté qu'après le sauna (jusqu'à 39°C). Cela paraît assez logique. Mais ce qui intéressait les chercheurs, c'était de voir si les deux situations de surchauffe produisaient des réponses différentes. C'est effectivement ce qu'ils constatèrent avec un net avantage pour la kaumathérapie corps entier (le sauna). Dans ce cas de figure, ils notèrent en effet l'augmentation en flèche de la quantité d'enzymes impliquées dans la synthèse protéique (Akt, mTOR, S6K1, rpS6 et eIF4E) ainsi qu'une hausse de l'expression des ARN messagers qui codent à la fois pour la mise en chantier de nouvelles mitochondries et pour les fameuses protéines HSPs. Par comparaison, la situation où la chaleur était appliquée seulement à une jambe était très décevante. En clair, il ne sert à rien de chauffer le corps par parties. C'est le tout qui compte!

Référence

Skeletal Muscle Signaling Following Whole-Body and Localized Heat Exposure in Humans, dans *Frontiers in Physiology*, juillet 2020

certains sujets étaient soumis à un traitement de chauffage quotidien de deux heures au moyen de la diathermie pulsée à ondes courtes (*). Ce système permet d'augmenter la température intramusculaire d'environ quatre degrés. C'est énorme! Des biopsies musculaires furent alors réalisées afin d'analyser à la fois la taille des fibres musculaires et le fonctionnement des mitochondries après le traitement par le chaud. Dans ces deux cas de figure, les valeurs de référence étaient mieux préservées grâce à la méthode. A notre connaissance, il s'agit donc là de la première preuve scientifique des bienfaits de la chaleur sur les muscles humains. Des mesures encore plus précises ont permis de pointer les responsables. Pour le maintien de la masse musculaire, il s'agit notamment des protéines dites de «choc thermique». Leurs noms commencent toujours par «HSP» (pour «heat shock protein») suivi d'un nombre car il en existe plusieurs formes. Quant au maintien de l'activité mitochondriale, on le doit en grande partie à un acteur qui fait décidément beaucoup parler de lui dans le sport, la fameuse PGC1-alpha (*peroxisome proliferator activator receptor γ coactivator-1 α*). Identifiée pour la première fois en 1998, cette molécule agit comme un régulateur essentiel du métabolisme et agit sur des processus aussi variés que la régulation de la composition corporelle ou les capacités athlétiques. Bon, si l'on résume les principaux résultats présentés le long de cet article, on dira que le traitement par la chaleur convient très bien à la fois pour récupérer de la force entre deux séances d'entraînement intenses et pour contrarier les processus de fonte musculaire en cas de longue immobilité. Il est possible aussi qu'il puisse favoriser à long terme les qualités aérobies. Ces travaux réjouiront sans doute ceux qui apprécient les bains chauds et les passages en étuve. Un peu moins les



Medvedev à Tokyo 2020: si je meurs, qui est responsable?

autres, ceux que cela rebute. Or ce dernier paramètre doit aussi entrer en ligne de compte. Concernant l'hygiène, les coutumes varient d'un pays à l'autre, d'une culture à l'autre et plus prosaïquement d'un athlète à l'autre. Dans l'expérience sur les short-trackers, on voyait bien que certains participants étaient aux anges et d'autres, pas du tout. Et bien que nous n'ayons pas développé ce dernier point, la sensibilité de chacun joue sûrement dans le profit qu'on peut tirer ou non d'un programme de kaumathérapie. Terminons avec cette réflexion du philosophe allemand Emmanuel Kant, qui plaçait la «croyance» à mi-chemin entre l'opinion et le savoir. Il ne parlait pas des bienfaits de la chaleur sur la masse musculaire, c'est vrai. Mais son théorème s'applique à notre matière. En d'autres termes, il faut aimer la chaleur pour bénéficier aussi de ses bienfaits!

Par Anthony MJ Sanchez
(UFR STAPS Font-Romeu)

(*) Ce genre d'appareil coûte plusieurs milliers d'euros et permet de générer de la chaleur à l'intérieur même des tissus un peu à la manière d'un four à micro-ondes.

Références

- (1) «Les muscles n'aiment pas le froid», *Sport et Vie* n°159, novembre 2016
- (2) *What are the Physiological Mechanisms for Post-Exercise Cold Water Immersion in the Recovery from Prolonged Endurance and Intermittent Exercise?*, dans *Sports Medicine*, août 2016
- (3) *Influence of post-exercise hot-water therapy on adaptations to training over four weeks in elite short-track speed skaters*, dans *Journal of Exercise Science & Fitness*, avril 2021
- (4) *Effect of post-exercise sauna bathing on the endurance performance of competitive male runners*, dans *Journal of Science and Medicine in Sport*, août 2007
- (5) *Autophagy-lysosomal signaling responses to heat stress in tenotomy-induced rat skeletal muscle atrophy*, dans *Life Science*, juin 2021
- (6) «Les muscles cannibales», *Sport et Vie* n°125, mars 2011
- (7) *Heat stress ameliorates tenotomy-induced inflammation in muscle-specific response via regulation of macrophage subtypes*, dans *Journal of Applied Physiology* (1985), mars 2020
- (8) *Daily heat treatment maintains mitochondrial function and attenuates atrophy in human skeletal muscle subjected to immobilization*, dans *Journal of Applied Physiology* (1985), juillet 2019



LE SAVIEZ-VOUS?

Lorsqu'au milieu du siècle passé, aux Etats-Unis, un ingénieur bricoleur italien émigré eut l'idée de soulager la polyarthrite rhumatoïde de son jeune fils en propulsant, par de gros tubes en bois, des bulles d'air dans l'eau de sa baignoire, il était loin de se douter que sa trouvaille révolutionnerait nos habitudes d'hygiène et de confort. Le nom de cet inventeur ne vous est certainement pas inconnu... Candido Jacuzzi!