

Les effets de l'immersion en eau froide ou contrastée sur la récupération post-effort dans les sports acycliques: une revue systématique et une méta-analyse

Carbone Pierre¹, Humbert-Droz Gilles², Mathieu Nicolas³

¹ Physiothérapie et Centre d'entraînement thérapeutique – Sion/Valais

² TheraFit, Centre Thérapies et Fitness – Châtel St-Denis/Fribourg

³ HES So Valais-Wallis – Leukerbad

Résumé

Introduction: Les différentes techniques d'immersion, en eau froide ou en eau contrastée représentent un fort intérêt pour les sportifs afin d'optimiser leur récupération. Un manque de consensus existe quant aux effets de ces modalités de récupération. **Objectif:** évaluer les effets des deux interventions à 24 heures post effort musculaire dans les sports acycliques. **Méthode:** revue systématique et méta-analyse. Quatre bases de données explorées (Pubmed, Cinahl, Web of Science, Cochrane). **Indicateurs observés:** courbatures (DOMS: Delayed onset Muscle Soreness), créatine kinase (CK), et capacités fonctionnelles. **Résultats:** Sur 441 articles répertoriés, 4 études randomisées contrôlées ont été analysées. L'utilisation de l'immersion en eau froide démontre une réduction significative des DOMS. Le taux de créatine-kinase est diminué. Par contre, il n'y a pas de différence pour les capacités fonctionnelles. **Conclusion:** Des améliorations ont été observées. Cependant, l'échantillon analysé est faible et certains biais existent. De futures recherches sont nécessaires pour évaluer l'immersion comme technique de récupération. **Mots-clés:** immersion en eau froide, immersion en eau contrastée, récupération musculaire, capacité fonctionnelle. **Degré d'évidence:** 1

Zusammenfassung

Einführung: Die verschiedenen Techniken des Eintauchens, entweder in kaltes Wasser (Cold Water Immersion, CWI) oder Kalt/Warm-Behandlung (Contrast Water Therapy, CWT) stellen eine interessante Therapie dar, um die Regenerierung der Muskeln nach dem Training des Athleten zu maximieren. Auswirkungen und Nutzen dieser Methoden für eine Erholung werden jedoch kontrovers diskutiert. Das Ziel unserer Studie war es, zu überprüfen, welche Auswirkungen von der CWI und von der CWT auf die Regenerierung nach Muskelarbeit in azyklischen Sportarten haben. **Methode:** Wir führten eine Literaturrecherche und anschliessend eine systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse durch. 441 Artikel wurden durch den Einsatz von vier Datenbanken gefunden. Die Analyse dieser Artikel und die Beurteilung ihrer Qualität haben es uns ermöglicht, vier randomisierte kontrollierte Studien genauer zu analysieren. **Ergebnisse:** Die Kaltwasseranwendung CWI reduziert statistisch signifikant verzögert auftretende Muskelschmerzen (Delayed Onset Muscle Soreness, DOMS). Die Rate der Creatin-Kinase ist klinisch von der CWI beeinflusst. Bezüglich der Funktionsfähigkeit der unteren Extremitäten gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen CWI oder CWT. Alle diese Ergebnisse sind gültig für 24 Stunden nach der Übung. **Schlussfolgerung:** Im Allgemeinen wurden Verbesserungen nach der Anwendung von CWI oder CWT beobachtet. Letztere zeigt sich besonders wirksam bei der Verringerung der DOMS bis 24 Stunden. Allerdings ist die analysierte Stichprobe zu klein und weist einige Verzerrungen auf. Weitere Studien sind erforderlich, um den Nutzen der Immersion als Regenerierungstherapie zu bewerten. **Grad der Evidenz:** 1

Introduction

Depuis les années 1990-2000, l'intérêt de l'immersion en eau corps entier ou segmentaire en vue d'optimiser la récupération musculaire post-effort des sportifs a augmenté [1]; [2]. Les charges excessives et les temps minimes de récupération inhérents à la spécificité de certains sports acycliques, amènent des contraintes sur le système musculo-squelettique provoquant des surcharges de fatigue altérant la performance [3]. Des méthodes post-exercices sont appliquées afin de maximiser et de réduire le temps de récupération sont appliquées [4]; [5]. La thérapie par immersion est une des modalités de récupération pratiquées par les sportifs de haut niveau. Les effets physiologiques liés à la température de l'eau et à la pression [6] induisent des changements dans le flux sanguin et la température musculaire [7]; [8]. Ce type de récupération reste discutée [9]; [10]; [11]; [12]. Aucune modalité (durée, niveau corporel immergé, température utilisée) n'est clairement établie.

Cette immersion, appliquée en tant que stratégie de récupération post-exercice, peut être:

- contrastée (CWT= *contrast water therapy*: alternance d'eau froide entre 8° C et 15°C et d'eau chaude entre 38°C et 45°C) [13],
- uniquement froide (CWI = *cold water immersion*: < 15°C) [14],
- thermo-neutre (TWI = *termoneutral water immersion*) [8]
- ou uniquement chaude (HWI = *hot water immersion*: 36° à 42°C), [15]; [16]; [17]; [18].

Les principaux indicateurs de la fatigue musculaire et de la récupération optimale sont entre autres les courbatures (*DOMS: delayed onset muscle soreness*), la créatine kinase (CK) et certaines qualités et capacités musculaires de type explosif [19]. L'objectif de notre revue systématique est d'évaluer les effets des différents types d'immersion (froide, contrastée) sur les DOMS, le facteur biochimique CK et la hauteur de saut vertical lors de la récupération musculaire post-effort de l'athlète.

Méthode

Revue systématique de la littérature des bases de données Pubmed, CINAHL, PEDro et Web of Science en sélectionnant des essais randomisés contrôlés publiés entre 2000 et 2013. Stratégie de recherche selon la méthode boléenne en combinant les mots clés suivants et les termes MeSH: («*sports*» or «*athlete*») and («*water immersion*» or «*water therapy*» or «*hydrotherapy*») and («*muscle soreness*» or «*creatine-kinase*» or «*jump*» or «*recovery*»). Les critères d'inclusion comprenaient la langue de publication (français, anglais, italien et allemand), une population de sportifs de type acycliques, des deux sexes, âgés entre 16 et 40 ans. L'immersion aquatique de niveau sternal ou corps entier, les protocoles de récupération associant l'immersion à une autre intervention ont été des critères d'exclusion (*Figure 1 et tableau 2*).

Évaluation de la qualité des articles

Afin d'évaluer la validité interne et externe des essais randomisés contrôlés, l'échelle PEDro (Physiotherapy Evidence Database) [20] a été utilisée avec un score maximal de 8 points sur 11 (3 critères sont difficilement applicables dans le milieu physiothérapeutique) (*tableau 1*).

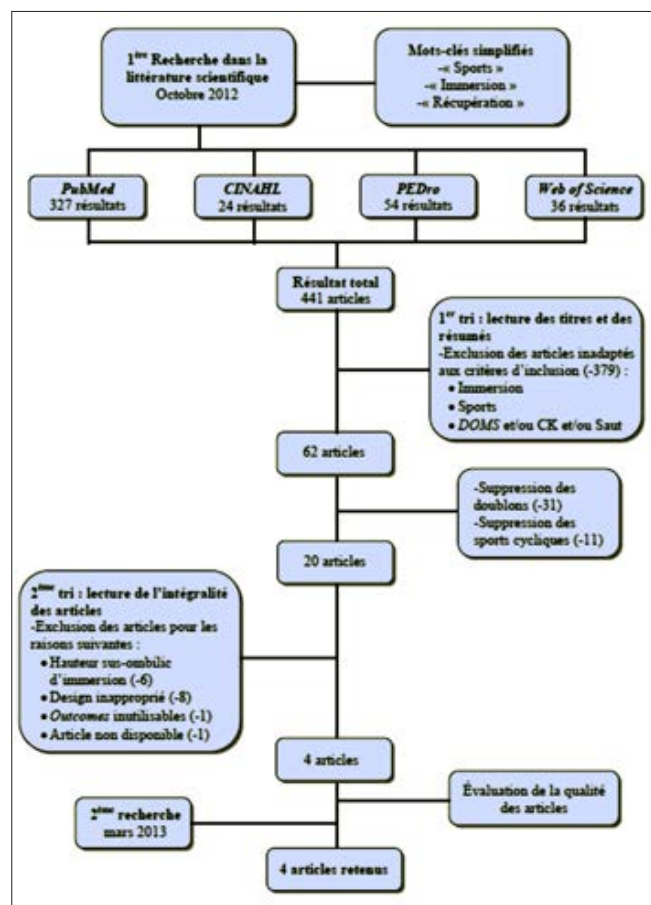


Figure 1: Fluxogramme

	Éligibilité	Sujets répartis aléatoirement	Assignment secrète	Groupes similaires	Mesures pour plus de 85% des sujets	Sujets ont reçu le «bon» traitement	Comparaisons statistiques intergroupes	Estimation des effets et de leur variabilité	Total	Sujets en aveugles*	Thérapeutes en aveugles*	Examineurs en aveugles*
Ascensão 2011	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	5/8	-	-	-
Bailey 2007	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	7/8	-	-	-
Pournot 2011	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	7/8	-	-	-
Rupp 2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8/8	-	-	✓

Tableau 1: évaluation de la qualité des articles

* Ces 3 critères n'ont pas été pris en compte

Auteurs	Titre	Design	Population	Sports	Activité physique	Interventions	Indicateurs
Ascensão et al. (2011)	Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match	Étude randomisée contrôlée	20 ♂	Football	Match de football	CWI : 10 min. à 10°C	DOMS
			18.1 ans ± 1.8			TWI : 10 min. à 35°C	CK
			18.3 ans ± 0.8				SJ
							CMJ
Bailey et al. (2007)	Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running	Étude randomisée contrôlée	20 ♂	Football	Ex. à intensités variables pendant 90 min. à 75% de la VO ₂ max.	CWI : 10 min. à 10°C	DOMS
			22.3 ans ± 3.3	Hockey		PAS : assis 10 min. à température ambiante	CK
				Rugby			-SJ
Pournot et al. (2010)	Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise	Étude randomisée contrôlée	41 ♂	Football	Ex. intermittent de 2x 10 min. incluant des CMJ et du rameur	CWI : 15 min. à 10°C	DOMS
			21.5 ans ± 4.6	Rugby		CWT : 15 min. (5x alterné : 90 sec. à 10°C, 90 sec. à 42°C)	CK
				Volleyball		TWI : 15 min. à 36°C	CMJ
						PAS : assis 15 min. à température ambiante	
Rupp et al. (2011)	The effect of cold water immersion on 48-hour performance testing in collegiate soccer players	Étude randomisée contrôlée	13 ♂ et 9 ♀	Football	Yo-yo Test	CWI : 15 min. à 12°C	CMJ
			19.8 ans ± 1.1			PAS : assis 15 min. à température ambiante	

Tableau 2: récapitulatif des données des études incluses

Ex.= exercice ; VO₂ max. = volume d'oxygène maximal; °C = température en Celsius; sec.= seconde; min. = minute.

Extraction des données

Afin de formaliser nos forest plots (logiciel RevMan 5 – version 5.2), pour la méta-analyse, nous avons réalisé des tableaux d'extraction des résultats comprenant les données suivantes (Nombre de participants – Moyenne – Déviation standard). Les forest plots ont été analysés en prenant compte de la SMD (standard mean difference) (instruments de mesure non similaire), la taille de l'effet (Balise de Cohen) et l'hétérogénéité (0 – 40%: pas de différence importante, 30 – 60%: hétérogénéité modérée, 50 – 90%: hétérogénéité

substantielle, 75 – 100%: hétérogénéité considérable). La signification statistique a été posée à $p < 0,05$.

Analyse descriptive de la population

Notre revue systématique compile quatre études randomisées contrôlées publiées entre 2007 et 2012. L'échantillon est de 103 participants (94 ♂ / 9 ♀ / âge moyen : 20.7 ans). Chaque immersion a été effectuée à hauteur des crêtes iliaques ou du nombril (Tableau 3).

	Genre	âge			nbre
Participants	94 ♂ / 9♀	20.7			
Indicateurs			DOMS ¹		81
			CK ²		79
			Capacités fonctionnelles	SJ ³	20
				CMJ ⁴	82

Tableau 3: description de l'échantillon

¹ DOMS: Delayed Onset Muscle Soreness (courbatures)

² CK: Créatine Kinase U/lt

³ SJ: squat jump

⁴ CMJ: countermovementjump

Analyse inférentielle

Douleurs musculaires d'apparition retardée à 24H

Les résultats des études de Bailey et al. (2007) et de Pournot et al. (2011) ont été compilées afin de comparer la CWI au groupe contrôle (pas d'intervention = PAS). 23 sujets dans le groupe CWI et 19 dans le groupe PAS ont été évalués. Cette analyse des données montre une différence significative (P = 0.03) en

faveur de la CWI s'élevant à -0.73 pt (95% CI [-1.39 - -0.07]) avec une hétérogénéité (I²= 80%) considérable (tableau 4). Les résultats des études d'Ascensão et al. (2011) et de Pournot et al. (2011) ont été compilées afin de confronter la CWI et la TWI. Deux études comprenant 23 sujets dans le groupe CWI et 19 dans le groupe TWI ont été examinées. On constate une différence significative (P = 0.002) en faveur de la CWI s'élevant à -1.05 point (95% CI [-1.72- -0.39]) (tableau 5).

Créatine-kinase à 24H (CWI-PAS)

Les résultats des études de Bailey et al. (2007) et de Pournot et al. (2011) ont été colligées afin de comparer la CWI et le groupe contrôle (PAS). 21 sujets dans le groupe CWI et 19 dans le groupe PAS ont été évalués. On constate aucune différence significative (P = 0.08) (tableau 6).

Créatine-Kinase à 24 H.(CWI-TWI)

Deux études (Ascensão et al. (2011) - Pournot et al. (2011) comprenant 21 sujets dans le groupe CWI et 19 dans le groupe TWI ont été évaluées. On constate une différence significative (P = 0.0001) en faveur de la CWI s'élevant à -1.41 point (95% CI[- 2.13, - -0.69]) avec une hétérogénéité substantielle (I²= 52 %) (tableau 7).

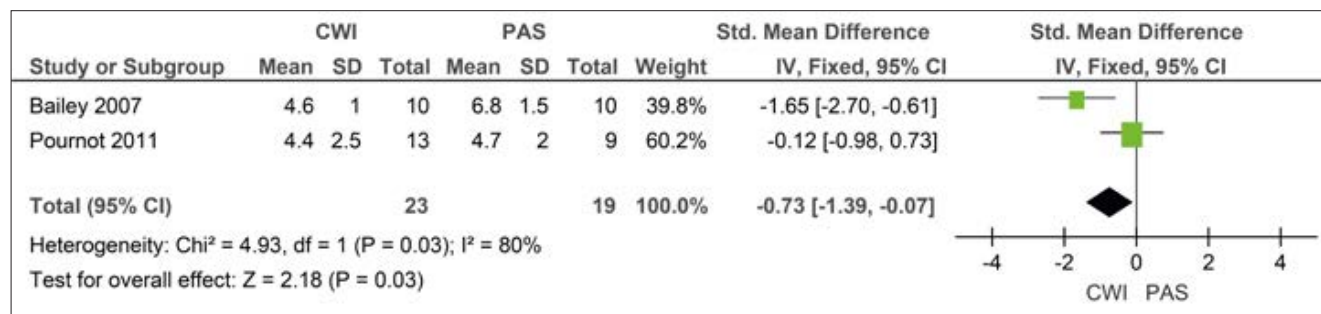


Tableau 4: Comparaison entre la CWI et PAS pour les DOMS à 24H.

Mean = moyenne, SD = déviation standard, Std. Mean Difference = différence moyenne standard, CI = intervalle de confiance à 95 % et P = valeur P.

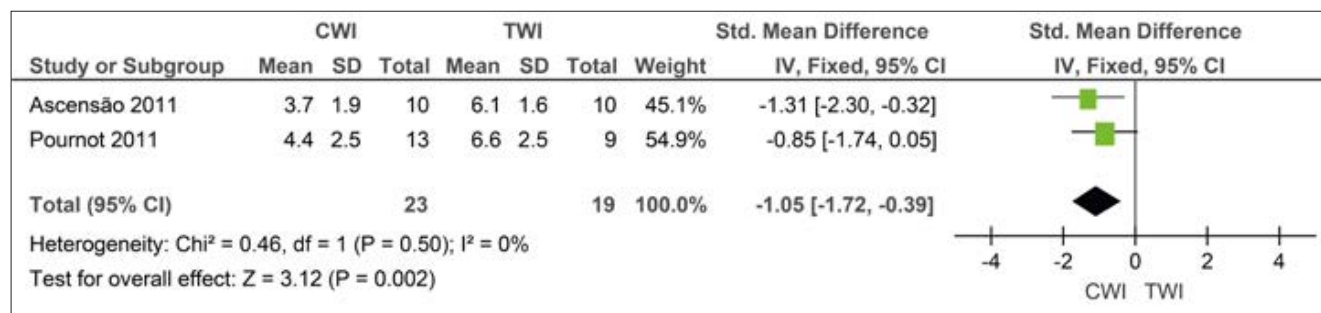


Tableau 5: Comparaison entre la CWI et la TWI pour les DOMS à 24H.



Tableau 6: Comparaison entre la CWI et la PAS pour la CK à 24H.

Hauteur de saut vertical à 24H (CWI-PAS)

Les résultats des études de Pournot et al. (2011) et de Rupp et al. (2011) ont été colligés afin de comparer la CWI et le groupe contrôle (PAS) 25 sujets dans le groupe CWI et 19 dans le groupe PAS ont été évalués. On constate aucune différence statistiquement significative ($P = 0.48 - I^2 = 0\%$) entre les deux groupes (tableau 8).

Hauteur de saut vertical à 24H (CWI-TWI)

Trois études (Ascensão a & b et al. (2011) et Pournot et al. (2011) comprenant 33 sujets dans le groupe CWI et 28 dans le groupe TWI ont été évaluées (tableau 9). On constate aucune différence ($P = 0.99 - I^2 = 74\%$).

Synthèse des résultats

La synthèse des résultats (tableau 10) permet de constater que pour les DOMS et la CK à 24H, il y a une différence significative lors de 3 comparaisons sur 4 en faveur du groupe intervention (CWI) par rapport au groupe contrôle (PAS ou TWI). Pour les capacités fonctionnelles (SJ & CMJ) à 24 h., il n'y a aucune différence significative.

Discussion

Notre revue systématique de la littérature sur les effets de l'immersion en eau froide (CWI) et de l'immersion contrastée (CWT) sur les DOMS, le marqueur biochimique (CK) et la capacité fonctionnelle lors d'un squat jump ou d'un countermovementjump des membres inférieurs lors de la récupération musculaire post-effort montre que la CWI est plus efficace que les autres types d'immersion. Ces résultats sont valables pour une hauteur d'immersion au niveau des crêtes iliaques. Pour la CWI, les températures de l'eau sont comprises entre 10°C et 12°C et les durées varient de 10 à 15 minutes. En ce qui concerne les DOMS, l'analyse des études sélectionnées démontre l'efficacité de l'immersion en eau froide afin de réduire la valeur des DOMS à 24H post-effort chez des sportifs acycliques. Notre méta-analyse ne permet pas de justifier l'utilisation de la CWT à 24H post-effort pour la réduction des DOMS des membres inférieurs.

Pour les valeurs de la Créatine-kinase, les résultats de notre étude montrent une différence significative en faveur de la CWI par rapport à la TWI et aucune différence par rapport au groupe contrôle (PAS). Pointon et Duffield [21] dans leur

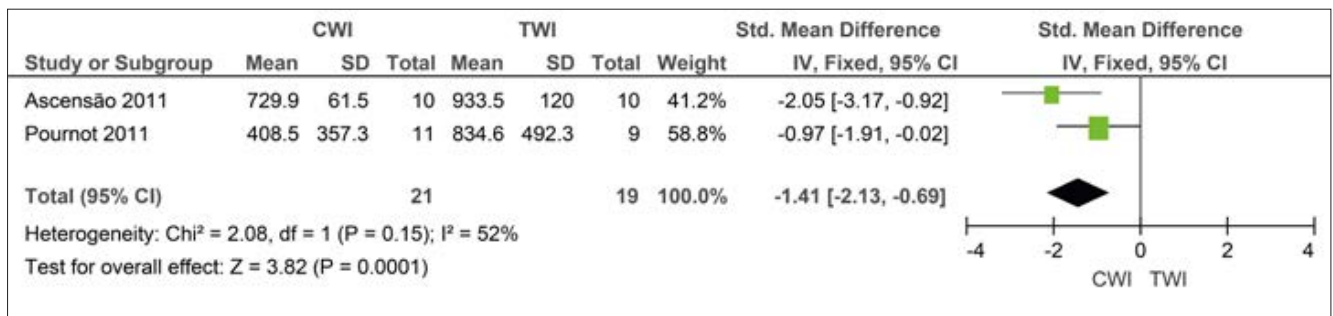


Tableau 7: Comparaison entre la CWI et la TWI pour la CK à 24H.

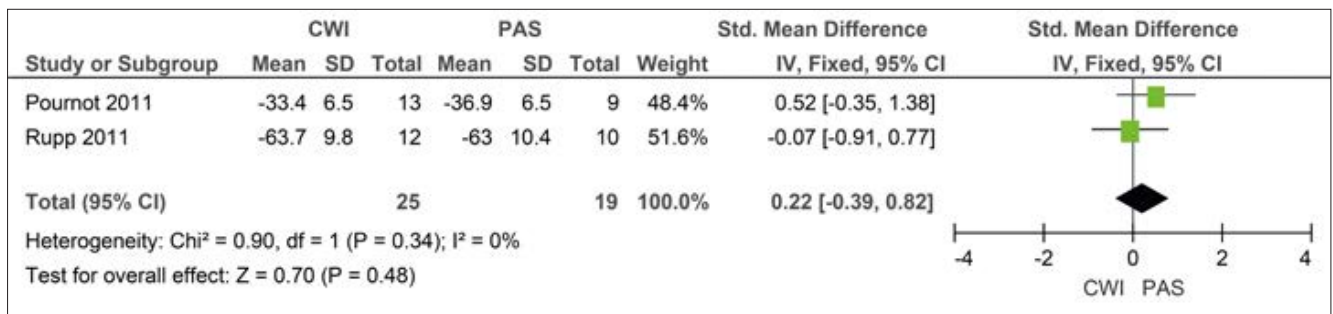


Tableau 8: Comparaison entre la CWI et la PAS pour le saut à 24H.

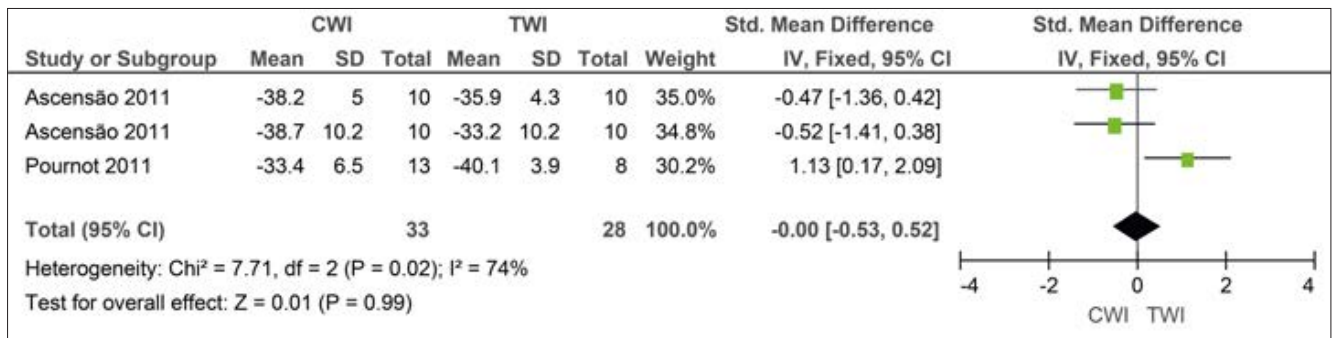


Tableau 9: Comparaison entre la CWI et la TWI pour le saut à 24H.

	CWI vs PAS	CWI vs TWI
DOMS à 24H	✓	✓
CK à 24H	✗	✓
Capacité fonctionnelle à 24H*	✗	=

Tableau 10: synthèse des résultats obtenus.

étude, mentionnent qu'il n'y a pas de différence significative entre ces trois modalités de récupération à 24H pour la CK. Seul De Nardi et al. [22] confirment nos résultats mais à 96 heures post-effort. De plus, certains auteurs constatent une différence significative en faveur de la CWT pour cet indicateur par rapport au groupe (PAS) à 36H et à 84H [23] et 96 H [22] post-effort. De Nardi ne constate aucune différence entre la CWI et la CWT.

Pour les capacités fonctionnelles des membres inférieurs, notre méta-analyse démontre aucun intérêt quant à l'utilisation de la CWI pour les capacités plyométriques à 24H post-effort à l'instar de l'étude de Bailey et al. (2007). Seuls Delextrat et al. [24] démontrent une différence significative en faveur de la CWI à 24H pour le CMJ.

Forces et limites de notre méta-analyse.

La précision des critères d'inclusion et d'exclusion représente une force de notre étude. En effet, les quatre études possèdent des sujets pratiquants des sports du même type ayant des contraintes similaires (football, rugby, volleyball). De plus, la moyenne d'âge des participants entre les études sélectionnées reste homogène ($\pm 20,7$ ans). Toutes les mesures de nos indicateurs (DOMS, CK, hauteur de saut) ont été prises à 24 heures post-effort. Par contre, notre étude souffre de biais de sélection. La quantité d'études sélectionnées et le faible échantillon total influencent négativement la validité externe de notre étude. La population évaluée (mixte) a pu modifier les résultats de certains paramètres mesurés de par les différences physiologiques entre les hommes et les femmes. De plus, des biais de mesure et de performance ont été identifiés. La fatigue induite par les différents exercices pré-interventions, les moments de mesure ainsi que certains instruments pour les DOMS et les hauteurs de sauts n'étaient pas similaires.

Conclusion et implication pratique

Notre revue systématique et la méta-analyse réalisée nous permettent d'affirmer que l'utilisation de la CWI réduit les DOMS de manière significative, limite l'augmentation du taux de CK (NS) et qu'elle ne présente aucun intérêt pour les capacités fonctionnelles à 24 heures post-effort. Suites à nos résultats, d'autres recherches avec des études randomisées contrôlées sont nécessaires afin d'évaluer les effets de l'immersion en terme de récupération chez des sportifs acycliques en incluant un nombre de participants plus élevé. Dès lors, les études devraient se consacrer à la recherche d'un protocole standardisé de récupération quant à la durée, la température et à la hauteur de l'immersion sur un plus long suivi (plusieurs mois).

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

Author:

Carbone Pierre

PT BSc, pierre.carbone@hotmail.com, Physiothérapie

Brunold et Elsig, Av. de la gare 17 B, 1950 Sion

Références

- 1 Hausswirth C, Bieuzen F, Barbiche E, Brisswalter J. Réponses physiologiques liées à une immersion en eau froide et à une cryostimulation-cryothérapie en corps entier: effets sur la récupération après un exercice musculaire. *Science & Sports*. 2010 Jul;25(3):121-31.
- 2 Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue. *Int J Sports Med*. 2008 Jul;29(7):539-44.
- 3 Reilly T, Ekblom B. The use of recovery methods post-exercise. *J Sports Sci*. 2005 Jun;23(6):619-27.
- 4 Pournot H, Bieuzen F, Duffield R, Lepretre P-M, Cozzolino C, Hausswirth C. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2011 Jul;111(7):1287-95.
- 5 Ingram J, Dawson B, Goodman C, Wallman K, Beilby J. Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. *J Sci Med Sport*. 2009 May;12(3):417-21.
- 6 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 Mar;46(4):233-40.
- 7 Gregson W, Black MA, Jones H, Milson J, Morton J, Dawson B, et al. Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *Am J Sports Med*. 2011 Jun;39(6):1316-23.
- 8 Bleakley CM, Davison GW. What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *Br J Sports Med*. 2010 Feb;44(3):179-87.
- 9 Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sports Sci*. 2007 Sep;25(11):1163-70.
- 10 Lane KN, Wenger HA. Effect of selected recovery conditions on performance of repeated bouts of intermittent cycling separated by 24 hours. *J Strength Cond Res*. 2004 Nov;18(4):855-60.
- 11 Sellwood KL, Brukner P, Williams D, Nicol A, Hinman R. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2007 Jun;41(6):392-7.
- 12 Yamane M, Teruya H, Nakano M, Ogai R, Ohnishi N, Kosaka M. Post-exercise leg and forearm flexor muscle cooling in humans attenuates endurance and resistance training effects on muscle performance and on circulatory adaptation. *Eur J Appl Physiol*. 2006 Mar;96(5):572-80.
- 13 Coffey V, Leveritt M, Gill N. Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. *J Sci Med Sport*. 2004 Mar;7(1):1-10.
- 14 Van Wyk D, Lambert ML. Recovery strategies implemented by sport support staff of elite rugby players in South Africa. Thesis In partial fulfillment of the MSc Sports Physiotherapy degree; 2009.
- 15 Prentice WE. Therapeutic modalities in sports medicine. WCB/McGraw-Hill; 1999. 424 p.
- 16 Brukner P, (D.R.C.O.G.) PB, Khan K. Clinical sports medicine. McGraw-Hill; 2001. 960 p.
- 17 Zuluaga M. Sports Physiotherapy: Applied Science and Practice. Churchill Livingstone; 1995. 808 p.
- 18 Cochrane DJ. Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Physical Therapy in Sport*. 2004 Feb;5(1):26-32.
- 19 Newton RU, Kraemer WJ. Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength and Conditioning*. 1994;16:20-20.
- 20 Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003 Aug;83(8):713-21.
- 21 Pointon M, Duffield R, Cannon J, Marino FE. Cold water immersion recovery following intermittent-sprint exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol*. 2012 Jul;112(7):2483-94.
- 22 De Nardi M, La Torre A, Barassi A, Ricci C, Banfi G. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011 Dec;51(4):609-15.
- 23 Gill ND, Beaven CM, Cook C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med*. 2006 Mar;40(3):260-3.
- 24 Delextrat A, Calleja-González J, Hippocrate A, Clarke ND. Effects of sports massage and intermittent cold-water immersion on recovery from matches by basketball players. *Journal of Sports Sciences*. 2013 Jan;31(1):11-9.