



**ISAVE - Instituto Superior de Saúde
Licenciatura de Fisioterapia
Ano Letivo 2023/2024**

Unidade Curricular Investigação Aplicada à Fisioterapia

**L'Impact de la cryothérapie sur la proprioception,
l'amplitude articulaire et la force explosive chez le
jeune adulte**

Boidi Camille, Braillon Manon, Chaussinand Théo, Wagnier Clémence

Estudante de Fisioterapia

ISAVE- Instituto Superior de Saúde

José Lumini (encadrant)

ISAVE - Instituto Superior de Saúde

Jose.lumini@isave.pt

Professeure Doutor João Neves (co-encadrant)

ISAVE- Instituto Superior de Saúde

Amares, junho de 2025

Résumé

Introduction : La cryothérapie est définie comme le refroidissement de parties définitives du corps au moyen de packs de glace, de glaçons, d'eau glacée ou de sprays de chlorure d'éthyle. Elle est utilisée dans le traitement d'une gamme de conditions, y compris la spasticité et l'hypertonie des muscles, les lésions des tissus mous, les arthrites, l'œdème et la douleur. Lors de cette étude nous étudierons l'influence de la cryothérapie sur la proprioception, la force explosive ou encore l'amplitude articulaire.

Objectif : L'étude cherche à révéler si la cryothérapie est bénéfique ou non sur l'amplitude articulaire, la force explosive ou encore la proprioception sur les performances des individus.

Méthodologie : L'échantillon est composé de 22 étudiants. Nous avons d'abord réalisé un test de proprioception, suivi d'un test d'amplitude articulaire (90/90 straight leg raise test), puis d'un test de force musculaire (hop test single leg). Chaque test a été répété trois fois avant l'application de la cryothérapie. Ensuite, les participants ont immergé leur jambe jusqu'au-dessus du genou dans de l'eau glacée (8 à 10°C) pendant quatre minutes, avant de passer à nouveau les tests. L'étude comprenait un groupe expérimental recevant la cryothérapie et un groupe placebo immergé dans de l'eau à température ambiante.

Résultats : Les résultats indiquent que les participants ayant bénéficié de la cryothérapie présentent une diminution significative de leur meilleure proprioception. En revanche, aucune différence statistiquement significative n'a été observée concernant l'amplitude articulaire et la force musculaire.

Conclusion : La cryothérapie ne semble pas présenter de bénéfice significatif en ce qui concerne l'amélioration de la force musculaire et de l'amplitude articulaire. En revanche, elle montre une diminution significative de la proprioception chez les individus.

Mots clés : Cryothérapie, amplitude, force, proprioception, physiothérapie



Abstract

Introduction : Cryotherapy is defined as the cooling of permanent body parts using ice packs, ice cubes, ice water or ethyl chloride sprays. It is used in the treatment of a range of conditions, including muscle spasticity and hypertonia, soft tissue injuries, arthritis, edema and pain.

In this study, we will investigate the influence of cryotherapy on proprioception, explosive strength and joint amplitude.

Objective : The study seeks to reveal whether or not cryotherapy has a beneficial effect on joint amplitude, explosive strength or proprioception on the performance of individuals.

Methodology : The sample consisted of 22 students. We first performed a proprioception test, followed by a joint amplitude test (90/90 straight leg raise test), then a muscle strength test (hop test single leg). Each test was repeated three times before the application of cryotherapy. Afterwards, participants immersed their leg above the knee in ice-cold water (8-10°C) for four minutes, before taking the tests again. The study included an experimental group receiving cryotherapy and a placebo group immersed in water at room temperature.

Results : The results indicate that participants who received cryotherapy showed a significant decrease in their better proprioception. On the other hand, no statistically significant differences were observed in joint amplitude and muscle strength.

Conclusion : Cryotherapy does not appear to offer any significant benefit in terms of improved muscle strength and joint amplitude. On the other hand, there was a significant reduction in proprioception.

Keywords : Cryotherapy, amplitude, strength, proprioception, physiotherapy

Resumo

Introdução : A crioterapia é definida como o arrefecimento de partes permanentes do corpo utilizando sacos de gelo, cubos de gelo, água gelada ou sprays de cloreto de etilo. É utilizada no tratamento de uma série de condições, incluindo espasticidade muscular e hipertonia, lesões dos tecidos moles, artrite, edema e dor. Neste estudo, iremos investigar a influência da crioterapia na propriocepção, na força explosiva e na amplitude de movimento articular.

Objetivo : O estudo procura revelar se a crioterapia tem ou não um efeito benéfico sobre a amplitude articular, a força explosiva ou a propriocepção no desempenho dos indivíduos.

Metodologia : A amostra era constituída por 22 alunos. Realizámos primeiro um teste de propriocepção, seguido de um teste de amplitude articular (90/90 straight leg raise test) e depois um teste de força muscular (hop test single leg). Cada teste foi repetido três vezes antes da aplicação da crioterapia. Em seguida, os participantes mergulharam a perna acima do joelho em água gelada (8 a 10°C) durante quatro minutos, antes de efectuarem novamente os testes. O estudo incluiu um grupo experimental que recebeu crioterapia e um grupo placebo imerso em água à temperatura ambiente.

Resultados : Os resultados indicam que os participantes que receberam crioterapia mostraram uma redução significativa na sua melhor propriocepção. No entanto, não foi observada qualquer diferença estatisticamente significativa na amplitude articular e na força muscular.

Conclusão : A crioterapia não parece oferecer qualquer benefício significativo em termos de melhoria da força muscular e da amplitude articular. Por outro lado, verificou-se uma redução significativa da propriocepção.

Palavras-chave : Crioterapia, amplitude, força, propriocepção, fisioterapia

Introduction

Depuis des siècles, le froid est utilisé à des fins thérapeutiques. La cryothérapie applique des températures extrêmes pour favoriser la récupération, réduire l'inflammation et soulager la douleur (Allan et al., 2022). Bien que la cryothérapie favorise la réadaptation, ses effets sur des fonctions comme la proprioception, l'amplitude articulaire et la force explosive restent controversés. Certaines recherches soulignent des effets négatifs, notamment une diminution du couple musculaire, un retour sensoriel périphérique altéré et des modifications des propriétés biomécaniques articulaires, pouvant nuire au contrôle moteur (Lu et al., 2021).

La cryothérapie locale et l'immersion en eau froide suscitent un intérêt croissant dans les milieux sportifs et scientifiques pour réduire l'inflammation musculaire. D'abord utilisée à des fins thérapeutiques pour soulager la douleur des blessures aiguës, l'immersion est aujourd'hui largement adoptée pour la récupération post-exercice. Depuis les années 1990–2000, son efficacité repose sur deux mécanismes tout d'abord le froid (entre 4 et 16 °C), qui diminue la température corporelle, ralentit la conduction nerveuse et atténue l'inflammation ; et la pression hydrostatique de l'eau, qui améliore la circulation, réduit l'œdème et favorise le confort musculaire (Hauswirth et al., 2010).

La proprioception, qui désigne le sens interne de la position du corps (Moon et al., 2021), elle fut introduit par Sherrington en 1908, la proprioception est à l'origine du sens des positions et des mouvements des membres et du tronc, ajoutant toutefois qu'il s'agit d'informations inconscientes (Le Métayer, 2018). La proprioception repose sur des mécanorécepteurs appelés propriocepteurs, situés dans les muscles, les articulations, les tendons, les aponévroses et le derme palmaire ainsi que plantaire. Les fuseaux neuromusculaires, sensibles à l'étirement, mesurent l'amplitude et la vitesse des mouvements, tandis que les organes tendineux de Golgi, présents dans les tendons et aponévroses, détectent les variations de tension musculaire (Le Cavorzin, 2012).

L'amplitude articulaire correspond à l'arc de mouvement d'une ou plusieurs articulations, mesurée entre la position anatomique et la limite extrême du mouvement dans une direction. Elle évalue la capacité d'un segment corporel à bouger autour d'une articulation ou d'un point fixe. Cette mesure est essentielle pour identifier d'éventuelles restrictions liées aux structures osseuses ou aux tissus conjonctifs (tendons, ligaments, capsule articulaire) et fait partie du bilan clinique. On distingue l'amplitude articulaire active (AAA), obtenue par contraction volontaire du patient, révélant sa volonté de bouger, sa coordination, sa force et la présence éventuelle de douleur. Puis nous avons l'amplitude articulaire passive (AAP), réalisée par une force extérieure, évaluant l'état des surfaces articulaires et la souplesse des tissus environnants (capsule, ligaments, muscles, fascias, peau) (Gajdosik & Bohannon, 1987).

Enfin, la force explosive qui est la capacité d'augmenter la force ou le couple le plus rapidement possible lors d'une contraction volontaire rapide réalisée à partir d'un niveau bas ou de repos (Maffiuletti et al., 2016). On peut tester la force explosive grâce à plusieurs types de saut, notamment au "hop test single leg" qui est un outil largement utilisé pour évaluer la capacité fonctionnelle du membre inférieur, demandant une action propulsive pour effectuer un saut horizontal et pour atterrir sur le sol (Dominguez-Navarro et al., 2023).

Ces paramètres sont essentiels pour de nombreuses activités physiques, ainsi que des facteurs clés dans le développement des performances sportives.

Chez le jeune adulte, de 20 à 30 ans, dont le corps est encore en phase de développement, comprendre comment la cryothérapie influence ces paramètres est crucial pour optimiser la pratique sportive et améliorer les capacités physiques sans nuire à la santé. Cette étude vise à explorer les effets immédiats et à court terme de la cryothérapie sur la proprioception, l'amplitude articulaire et la force explosive. Tout cela en analysant comment cette technique pourrait potentiellement favoriser la performance et la prévention des blessures dans cette tranche d'âge.

Méthodologie

Dessin de recherche

Il s'agit d'une étude quasi-expérimentale contrôlée, randomisée, en simple aveugle. L'expérimentation s'est déroulée le 17 janvier 2025 de 9H à 15H. Il s'agit d'un test paramétrique.

Populations et échantillons

La population de l'étude se compose de vingt-deux volontaires ayant donné leur consentement éclairé pour participer à l'expérimentation. Un protocole a été mis en place, répartissant les participants en deux groupes équitables : un premier groupe de onze personnes a bénéficié de séances de cryothérapie, tandis que le second groupe, également composé de onze participants, a été soumis à une immersion dans de l'eau à température ambiante, sans recours à la cryothérapie. Le groupe témoin (sans cryothérapie) comprenait trois femmes et huit hommes, tandis que le groupe expérimental (avec cryothérapie) était constitué de huit femmes et trois hommes. Ce mode d'échantillonnage a été déterminé sur la base de l'analyse préalable menée dans le cadre de l'étude de (Baranes et al., s. d.).

Critères de sélection

Nous avons conçu cette étude de manière à inclure à la fois un groupe contrôle et un groupe expérimental, dans le but d'évaluer les effets de la cryothérapie sur la force musculaire, l'amplitude articulaire et la proprioception. Les participants étaient de jeunes adultes âgés de 20 à 30 ans. Nous avons pris des étudiants en bonne santé, en excluant les problèmes cutanés, les traumatismes récents, les allergies, les problèmes cardio-vasculaires, les thrombophlébites, les chirurgies récentes, les infections ainsi que les troubles de la sensibilité. Aucun patient n'a été exclu au cours de cette étude.

Instrument de collecte de données

Lors de notre étude, nous avons utilisé plusieurs instruments pour réaliser la collecte de données.

1. Un questionnaire d'inclusion et d'exclusion pour récolter les informations des participants et pour savoir s'ils rentraient dans nos critères pour réaliser l'étude.
2. Pour évaluer l'amplitude lors du 90/90 straight leg raise test mais aussi lors du test de proprioception nous avons utilisé un goniomètre en plastique de la marque Teqler. Les mesures ont été faites en degré. (Royer & Cecconello, 2004)
3. Pour évaluer la distance du saut horizontal lors du hop test single leg, nous avons utilisé un mètre ruban (mètre ruban plastique COMED 2m). La méthode est simple et facile d'utilisation. Le point de départ du saut horizontal est marqué par une bande adhésive (Menez et al., 2021).

Protocole

Comment avez-vous choisi la durée et la température d'immersion?

L'étude a été réalisée avec deux groupes distincts dont un groupe expérimental, dans lequel les participants ont été soumis à une immersion dans de l'eau glacée dont la température variait entre 8 et 10°C (Costello et al., 2013). Puis un groupe témoin, dont les participants ont été immergés dans de l'eau à température ambiante. Les deux groupes ont suivi le même protocole expérimental, mais ils ont été répartis dans deux salles différentes afin d'assurer que les participants ne puissent pas identifier le groupe auquel ils appartenaient (Morgan et al., 2000).

Le protocole a débuté par la signature du consentement libre et éclairé par chaque participant, garantissant ainsi leur compréhension des objectifs et des conditions de l'étude. Ensuite, un questionnaire d'inclusion et d'exclusion a été rempli par chaque participant. Ce questionnaire a été administré par le kinésithérapeute qui a posé directement les questions afin de s'assurer que les critères d'inclusion étaient respectés et que les critères d'exclusion étaient bien pris en compte.

Trois tests ont été réalisés pour évaluer les paramètres de proprioception, d'amplitude de mouvement et de force musculaire. Le test de proprioception a été effectué en demandant au participant de s'installer assis au bord de la table de massage, avec les jambes pendantes et le genou fléchi à 90°. Le kinésithérapeute a ensuite demandé au participant de positionner sa jambe à 45° de flexion de genou, les yeux fermés (Busch et al., 2023). Cette tâche a été répétée trois fois

(Walter, 2021), et les résultats ont été notés pour en faire une moyenne (Verbeeck et al., 2023).

Le test d'amplitude de mouvement a utilisé le "90/90 straight leg raise test". Pour ce test, le participant était allongé sur le dos, les hanches et les genoux fléchis à 90°. Il devait alors saisir l'arrière de sa cuisse et tendre la jambe jusqu'à l'extension maximale possible. Ce test a également été répété trois fois, et les résultats ont été notés pour calculer une moyenne (Neto et al., 2015).

Enfin, un test musculaire a été réalisé à l'aide du "hop test single leg". Le participant devait se tenir sur un pied, les mains sur les hanches, en positionnant son pied sur un marquage au sol. Il devait sauter le plus loin possible, sans élan, et atterrir de manière stable, sans rebondir. Le kinésithérapeute mesurait la distance parcourue. Ce test a été répété trois fois, et les résultats ont été notés pour en calculer une moyenne (Ross et al., 2002), (Augustsson et al., 2006). Le participant prenait entre chaque saut trois minutes de repos (Guan et al., 2021).

Après la réalisation de ces tests, la jambe testée des participants était immergée dans l'eau, selon le groupe auquel ils étaient affectés. Ensuite, les participants ont été invités à réaliser à nouveau tous les tests (proprioception, amplitude, et force) trois fois chacun, comme cela avait été fait initialement, afin de comparer les résultats avant et après immersion.

Après avoir évalué la normalité des variables à l'aide d'un test de Shapiro-Wilk, compte tenu de leur distribution non normale, un test d'homogénéité des variances de Levene a été effectué. En effet, tout cela pour vérifier les hypothèses permettant de réaliser des tests non paramétriques de Wilcoxon pour comparer les moments avant et après dans le groupe témoin et le groupe expérimental. Dans un second temps, un test de Mann-Whitney pour comparer les groupes. Une fois l'homogénéité établie, une analyse exploratoire a été réalisée pour caractériser les groupes contrôle et expérimental.

Procédures éthiques

L'étude a été approuvée par le comité d'éthique d'ISAVE (numéro d'avis : Ref.a 2025/01-03), avant le début de la collecte des données. L'objectif de l'étude et les procédures ont été expliqués à tous les participants, qui avaient préalablement signé un formulaire de consentement éclairé conformément à la déclaration d'Helsinki et qui se sont vu garantir le droit de se retirer à leur guise. Les données ont été anonymisées et conservées jusqu'à ce qu'elles ne servent plus à la recherche.

Résultats

Le tableau 1 présente les caractéristiques descriptives de l'échantillon, réparti en deux groupes : un groupe de contrôle et un groupe expérimental, chacun composé de 11 participants.

Dans le groupe contrôle, l'âge moyen est de 22,4 ans avec un écart-type de 1,5. La masse moyenne est de 69,1 kg avec un écart-type de 11,6 et la taille moyenne est de 175,8 cm avec un écart-type de 8.

Dans le groupe expérimental, l'âge moyen est légèrement supérieur, avec 22,6 ans et un écart-type de 1,6. La masse moyenne est inférieure à celle du groupe contrôle, avec 61,7 kg et un écart-type de 9,3, tout comme la taille moyenne qui est de 167,9 cm avec un écart-type de 7,7.

Les données montrent que les deux groupes sont comparables en âge, tandis que le groupe expérimental présente des valeurs moyennes légèrement inférieures en poids et en taille. Ces différences ne semblent pas significatives mais peuvent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats fonctionnels.

Ne pas dupliquer les informations des tableaux et des textes.
Pensez-vous qu'il y a ^{des} différences entre hommes et femmes ?

Tableau 1. Caractérisation de l'échantillon par groupe

	L'âge moyenne±écart-type	Poids moyenne±écart-type	Hauteur moyenne±écart-type
Groupe de contrôle	22,4±1,5	69,1±11,6	175,8±8
Groupe expérimental	22,6±1,6	61,7±9,3	167,9±7,7

L'analyse des moments avant et après dans les groupes de contrôle et expérimental (tableau 2) a montré des différences statistiquement significatives ($p \leq 0,05$) pour le groupe de contrôle pour les variables de la distance moyenne et de la meilleure distance. Quant au groupe expérimental, des différences statistiquement significatives ont été observées pour l'amplitude moyenne, la meilleure amplitude et la distance moyenne.

Pourquoi n'avoir pas utilisé de mesures de fatigue
inter-évaluateurs pour les tests fonctionnelles?

Tableau 2. Comparaison entre les moments avant et après dans les différents groupes à l'aide du test de Wilcoxon.

		Avant Médiane ; IQD (25-75)	Après Médiane, IQD (25-75)	Valeur p
Groupe Contrôle	<i>Moyenne Proprioception</i>	43,3 ; (39-53,3)	45,7(40-48,3)	1,00
	<i>Meilleure Proprioception</i>	50 ; (42-55)	47 ; (45-55)	0,48
	<i>Moyenne amplitude</i>	130,3 ; (125-140)	133,3 ; (121,7-143,3)	0,29
	<i>Meilleure amplitude</i>	135 ; (125-145)	136 ; (125-150)	0,65
	<i>Moyenne distance</i>	139 ; (95-152,3)	142 ; (100,7-160,3)	<u>0,013*</u>
	<i>Meilleure distance</i>	144 ; (107-156)	154 ; (111-166)	<u>0,013*</u>
Groupe expérimental	<i>Moyenne Proprioception</i>	49,3 ; (45-57,7)	61,3 ; (48,3-64,7)	0,35
	<i>Meilleure Proprioception</i>	50 ; (50-60)	64 ; (50-70)	0,18
	<i>Moyenne amplitude</i>	153 ; (151,3-168,3)	166 ; (158-171,3)	<u>0,016*</u>
	<i>Meilleure amplitude</i>	160 ; (154-170)	170 ; (158-175)	<u>0,022*</u>
	Moyenne distance	117,2 ; (108,4-148)	123 ; (106,1-163,2)	<u>0,016*</u>
	Meilleure distance	135,5 ; (115-153)	134,5 ; (115-168)	0,65

*Valeurs p statistiquement significatives pour $p \leq 0,05$

Les analyses entre les groupes concernant les différentes variables étudiées montrent des différences statistiquement significatives pour « la meilleure proprioception » (tableau 3).

pg 4 dans le groupe de contrôle aussi?

Tableau 3. Comparaison entre les groupes pour les différentes variables selon le test de Mann-Whitney

manque D1Q valeurs

	Valeur p
Moyenne Proprioception Avant	0,03
Meilleure Proprioception Avant	0,267
Moyenne amplitude avant	<0,001
Meilleure amplitude avant	<0,001
Moyenne distance avant	0,768
Meilleure distance avant	0,844
Moyenne Proprioception après	0,02
Meilleure Proprioception après	0,035*
Moyenne amplitude après	<0,001
Meilleure amplitude après	<0,001
Moyenne distance après	0,768
Meilleure distance après	0,622

*Valeurs p statistiquement significatives pour $p \leq 0,05$

Discussion

La cryothérapie par immersion en eau froide semble avoir un impact notable sur l'amélioration de la proprioception, notamment chez les jeunes participants. Selon Kwiecien et McHugh (2021), la cryothérapie est couramment utilisée comme méthode d'intervention physique dans le traitement des blessures ainsi que dans les protocoles de récupération post-effort (Kwiecien & McHugh, 2021). Traditionnellement, l'application de glace est réservée aux traumatismes musculo-squelettiques, tandis que l'immersion en eau froide ou la cryothérapie corps entier est davantage associée à la récupération après l'exercice. Ces observations

rejoignent les résultats de notre étude, qui suggèrent une influence de la cryothérapie sur les récepteurs proprioceptifs.

Dans notre étude, nous avons observé que le groupe expérimental, ayant été exposé à une immersion en eau froide (8 à 10 °C pendant 4 minutes), présentait des différences statistiquement significatives entre les mesures pré- et post-immersion pour les variables d'amplitude moyenne, de meilleure amplitude, ainsi que de distance moyenne. En revanche, aucune différence significative n'a été relevée pour les autres variables analysées.

Concernant le groupe contrôle, ayant bénéficié d'une immersion en eau à température ambiante, des différences statistiquement significatives ont été observées entre les mesures avant et après immersion pour les variables de distance moyenne et de meilleure distance.

Toutefois, lorsqu'une comparaison intergroupe a été effectuée c'est-à-dire entre le groupe contrôle et le groupe expérimental, indépendamment des moments de mesure, une différence statistiquement significative a été mise en évidence concernant la meilleure proprioception, en faveur du groupe ayant reçu l'immersion en eau froide.

Ces résultats rejoignent partiellement ceux de Furmanek et al. (2014), qui montrent des effets contradictoires de la cryothérapie sur la proprioception : certaines études rapportent une altération du sens de position articulaire, tandis que d'autres, comme Uchio et al. (2003), indiquent une rigidification de l'articulation, susceptible d'affecter négativement la proprioception. De plus, l'étude d'Oliveira et al. (2010) montre que la cryothérapie peut altérer la proprioception au niveau du genou, ce qui soulève des questions importantes quant à son utilisation avant la reprise d'un exercice physique ou dans un contexte de rééducation fonctionnelle. Cette conclusion rejoint directement les résultats de notre propre étude, qui porte également sur l'articulation du genou, et met en évidence une modification de la proprioception après une immersion en eau froide (Furmanek et al., 2014; Oliveira et al., 2010; Uchio et al., 2003).

La similarité entre ces études et la nôtre, tant sur le plan de la localisation anatomique que sur les effets observés, renforce l'idée que la cryothérapie, bien qu'efficace dans certains contextes de récupération, peut temporairement perturber les capacités proprioceptives du genou.

Notre étude ne retrouve pas d'effet significatif sur l'amplitude articulaire entre les groupes. Cela contraste avec les résultats de De Nardi et al. (2015), qui ont observé une augmentation significative de l'amplitude articulaire après cryothérapie corps entier. Cette divergence pourrait s'expliquer par des différences de protocole (immersion partielle vs corps entier), de durée ou de température, mais aussi par la méthode de mesure (90/90 straight leg raise test dans notre cas) (De Nardi et al., 2015). Van Rijn et al. (2018) confirment cependant que la goniométrie est un outil fiable, ce qui nous permet d'avoir confiance dans la précision de nos mesures (Van Rijn et al., 2018).

Concernant la force musculaire, évaluée par le hop test single leg, aucun effet significatif n'a été observé. Cela est cohérent avec les conclusions de Wilson et al. (2018), selon qui la cryothérapie ne semble pas améliorer la force ni les marqueurs de récupération musculaire (Wilson et al., 2018). D'autres recherches, comme celle de Torres et al. (2017), rapportent une baisse transitoire des performances musculaires consécutive à l'application de froid (Torres et al., 2017). Ces données suggèrent que la cryothérapie peut temporairement compromettre la production de force, ce qui appelle à la prudence lorsqu'elle est utilisée avant un effort physique intense. L'étude souligne également une altération passagère de la proprioception, traduisant une perturbation immédiate des fonctions neuromusculaires. Cela renforce l'idée que le recours au froid juste avant une activité sollicitant la proprioception pourrait être contre-productif.

Ces constats rejoignent les résultats de notre étude, qui a mis en évidence une diminution de certaines capacités proprioceptives après une immersion en eau froide. Nous avons notamment observé une baisse de la précision dans la perception des mouvements articulaires, ce qui pourrait être lié à une réduction de la sensibilité des récepteurs périphériques induite par le froid.

Enfin, l'effet placebo ne peut être exclu, comme le suggèrent les améliorations légères observées dans le groupe contrôle. Cette possibilité a également été évoquée par Wilson et al. (2018), qui souligne que les effets bénéfiques de la cryothérapie semblent en grande partie liés à l'effet placebo (Wilson et al., 2018).

Conclusion

Les résultats de l'étude indiquent que la cryothérapie par immersion dans un bain glacé a montré une diminution significative de la proprioception. Aucun changement statistiquement significatif n'a été observé pour l'amplitude articulaire, la force musculaire avant ou après l'immersion. Certaines données suggèrent une diminution notable de la proprioception après la cryothérapie, ce qui pourrait compromettre le contrôle moteur et la stabilité articulaire, notamment au niveau du genou. L'absence d'amélioration, voire la détérioration de certaines capacités, remet en question l'intérêt de cette méthode dans certaines phases de la rééducation.

Cette étude suggère donc que la cryothérapie ne présente pas d'effet bénéfique sur l'amplitude articulaire ni sur la force musculaire, et pourrait même altérer la proprioception. Ces résultats soulignent l'importance de la prudence dans l'utilisation de la cryothérapie. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour explorer d'autres modalités de cryothérapie, tout en évaluant précisément leurs effets sur les différentes composantes de la fonction articulaire.

Quelles seraient les implications pratiques de vos résultats pour les kinés en milieu sportif?

Pensez-vous que l'effet de la cryothérapie serait différent si elle était appliquée après un effort physique?

Comment avez-vous garanti l'effet aveugle dans la perception des groupes (eau froide vs eau ambiante)?

Bibliographies

- Allan, R., Malone, J., Alexander, J., Vorajee, S., Ihsan, M., Gregson, W., Kwiecien, S., & Mawhinney, C. (2022). Cold for centuries: A brief history of cryotherapies to improve health, injury and post-exercise recovery. *European Journal of Applied Physiology*, 122(5), 1153-1162. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04915-5>
- Augustsson, J., Thomeé, R., Lindén, C., Folkesson, M., Tranberg, R., & Karlsson, J. (2006). Single-leg hop testing following fatiguing exercise: Reliability and biomechanical analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(2), 111-120. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00446.x>
- Baranes, I., Brunel, H., & Quesnot, A. (2020). *Influence de la cryothérapie compressive comparée à la cryothérapie classique sur la récupération articulaire, trophique et fonctionnelle, après une arthroplastie totale de genou.*
- Busch, A., Bangerter, C., Mayer, F., & Baur, H. (2023). Reliability of the active knee joint position sense test and influence of limb dominance and sex. *Scientific Reports*, 13(1), 152. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26932-2>
- Costello, J., Donnelly, A., Karki, A., & Selfe, J. (2013). Effects of Whole Body Cryotherapy and Cold Water Immersion on Knee Skin Temperature. *International Journal of Sports Medicine*, 35(01), 35-40. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1343410>
- De Nardi, M., La Torre, A., Benis, R., Sarabon, N., & Fonda, B. (2015). Acute effects of whole-body cryotherapy on sit-and-reach amplitude in women and men. *Cryobiology*, 71(3), 511-513. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2015.10.148>
- Dominguez-Navarro, F., Casaña, J., Perez-Dominguez, B., Ricart-Luna, B., Cotelí-Suárez, P., & Calatayud, J. (2023). Dynamic balance and explosive strength appears to better explain single leg hop test results among young elite female basketball athletes. *Scientific Reports*, 13(1), 5476. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31178-7>
- Furmanek, M. P., Słomka, K., & Juras, G. (2014). The Effects of Cryotherapy on Proprioception System. *BioMed Research International*, 2014, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2014/696397>

- Gajdosik, R. L., & Bohannon, R. W. (1987). Clinical Measurement of Range of Motion. *Physical Therapy*, 67(12), 1867-1872. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.12.1867>
- Guan, S., Lin, N., Yin, Y., Liu, H., Liu, L., & Qi, L. (2021). The Effects of Inter-Set Recovery Time on Explosive Power, Electromyography Activity, and Tissue Oxygenation during Plyometric Training. *Sensors*, 21(9), 3015. <https://doi.org/10.3390/s21093015>
- Hauswirth, C., Bieuzen, F., Barbiche, E., & Brisswalter, J. (2010). 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*, 25(3), 121-131. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2009.12.001>
- Kwiecien, S. Y., & McHugh, M. P. (2021). The cold truth : The role of cryotherapy in the treatment of injury and recovery from exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 121(8), 2125-2142. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04683-8>
- Le Cavorzin, P. (2012). Neurophysiologie de la fonction proprioceptive et récupération postlésionnelle. *Kinésithérapie, la Revue*, 12(128-129), 7-14. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2012.07.005>
- Le Métayer, M. (2018). Conception contemporaine de la proprioception – Évaluation et pratiques en rééducation. *Motricité Cérébrale*, 39(3), 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.motcer.2018.07.001>
- Lu, Y., He, Y., Ying, S., Wang, Q., & Li, J. (2021). Effect of Cryotherapy Temperature on the Extension Performance of Healthy Adults' Legs. *Biology*, 10(7), 591. <https://doi.org/10.3390/biology10070591>
- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: Physiological and methodological considerations. *European Journal of Applied Physiology*, 116(6), 1091-1116. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3346-6>
- Menez, C., L'Hermette, M., & Coquart, J. (2021). Validité et reproductibilité de la méthode de mesure du mètre ruban chez les sujets présentant une légère inégalité des membres inférieurs. *Revue du Podologue*, 17(101), 25-28.

- <https://doi.org/10.1016/j.revpod.2021.07.009>
- Moon, K. M., Kim, J., Seong, Y., Suh, B.-C., Kang, K., Choe, H. K., & Kim, K. (2021). Proprioception, the regulator of motor function. *BMB Reports*, *54*(8), 393-402. <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2021.54.8.052>
- Morgan, G. A., Gliner, J. A., & Harmon, R. J. (2000). Quasi-Experimental Designs. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *39*(6), 794-796. <https://doi.org/10.1097/00004583-200006000-00020>
- Neto, T., Jacobsohn, L., Carita, A. I., & Oliveira, R. (2015). Reliability of the Active-Knee-Extension and Straight-Leg-Raise Tests in Subjects With Flexibility Deficits. *Journal of Sport Rehabilitation*, *24*(4). <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0220>
- Oliveira, R., Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2010). Cryotherapy Impairs Knee Joint Position Sense. *International Journal of Sports Medicine*, *31*(03), 198-201. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1242812>
- Ross, M. D., Langford, B., & Whelan, P. J. (2002). Test-retest reliability of 4 single-leg horizontal hop tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *16*(4), 617-622.
- Royer, A., & Ceconello, R. (2004). Bilans articulaires cliniques et goniométriques. Généralités. *EMC - Podologie-Kinésithérapie*, *1*(2), 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.emck.2004.02.001>
- Torres, R., Silva, F., Pedrosa, V., Ferreira, J., & Lopes, A. (2017). The Acute Effect of Cryotherapy on Muscle Strength and Shoulder Proprioception. *Journal of Sport Rehabilitation*, *26*(6), 497-506. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0215>
- Uchio, Y., Ochi, M., Fujihara, A., Adachi, N., Iwasa, J., & Sakai, Y. (2003). Cryotherapy influences joint laxity and position sense of the healthy knee joint. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *84*(1), 131-135. <https://doi.org/10.1053/apmr.2003.50074>
- Van Rijn, S. F., Zwerus, E. L., Koenraadt, K. L., Jacobs, W. C., Van Den Bekerom, M. P., & Eygendaal, D. (2018). The reliability and validity of goniometric elbow measurements in adults: A systematic review of the literature. *Shoulder & Elbow*, *10*(4), 274-284. <https://doi.org/10.1177/1758573218774326>



Mémoire

- Verbeeck, J., Geroldinger, M., Thiel, K., Hooker, A. C., Ueckert, S., Karlsson, M., Bathke, A. C., Bauer, J. W., Molenberghs, G., & Zimmermann, G. (2023). How to Analyze Continuous and Discrete Repeated Measures in Small-Sample Cross-Over Trials? *Biometrics*, 79(4), 3998-4011. <https://doi.org/10.1111/biom.13920>
- Walter, S. D. (2021). Estimation of diagnostic test accuracy : A "Rule of Three" for data with repeated observations but without a gold standard. *Statistics in Medicine*, 40(22), 4815-4829. <https://doi.org/10.1002/sim.9097>
- Wilson, L. J., Cockburn, E., Paice, K., Sinclair, S., Faki, T., Hills, F. A., Gondek, M. B., Wood, A., & Dimitriou, L. (2018). Recovery following a marathon : A comparison of cold water immersion, whole body cryotherapy and a placebo control. *European Journal of Applied Physiology*, 118(1), 153-163. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3757-z>

Annexes**Annexe 1 : Déclaration de consentement éclairé****DÉCLARATION DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ**

En tenant compte de la 'Déclaration de Helsinki' de l'Association Médicale Mondiale (Helsinki 1964; Tokyo 1975; Venise 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 et Édimbourg 2000)

Désignation de l'étude :

Moi, soussigné(e), (nom complet du patient ou volontaire sain)

_____, je
déclare avoir compris l'explication fournie au sujet de la participation à la recherche à réaliser
et sur l'étude où je serai inclus. On m'a donné l'opportunité de poser les questions que j'ai
jugées nécessaires et j'ai obtenu des réponses satisfaisantes.

J'ai pris connaissance du fait que, en conformité avec les recommandations de la Déclaration
de Helsinki, les informations ou explications données étaient au sujet des objectifs et
méthodes, et, si survient une situation de pratique clinique, les bénéfices prévus, les risques
potentiels et l'éventuel inconfort. En outre, on m'a indiqué que j'ai le droit à tout moment de
refuser ma participation à l'étude, sans que ce refus puisse avoir comme effet un quelconque
préjudice personnel.

Par conséquent, j'accepte que la méthode ou le traitement proposés par le chercheur me
soient appliqués le cas échéant.

Date: ____/____/20__

Signature du patient ou du volontaire sain: _____

Le chercheur responsable: **Nom:** _____

Signature: _____



Mémoire

Annexe 2 : questionnaire pour l'évaluation des critères d'exclusion.

Questionnaire pour l'Évaluation des Critères d'Exclusion

Titre de l'Étude : La cryothérapie influence-t-elle l'amplitude articulaire, la force explosive et la proprioception chez les jeunes ?

Veuillez remplir ce questionnaire avec soin. Vos réponses seront utilisées uniquement dans le cadre de la sélection des participants et resteront strictement confidentielles.

Informations Personnelles

1. N°: _____
2. Âge : _____ ans
3. Genre : ☐ Masculin ☐ Féminin ☐ Autre
4. Taille (en cm) : _____
5. Poids (en kg) : _____

Antécédents Médicaux

1. Souffrez-vous ou avez-vous souffert de l'une des conditions suivantes ? (Cochez tout ce qui s'applique)
 - ☐ Problèmes cardiovasculaires (ex. : hypertension, insuffisance cardiaque)
 - ☐ Maladies respiratoires chroniques (ex. : asthme, BPCO)
 - ☐ Troubles neurologiques (ex. : épilepsie, neuropathie périphérique)
 - ☐ Troubles musculo-squelettiques (ex. : blessures articulaires, tendinites, fractures récentes)
 - ☐ Maladies auto-immunes (ex. : polyarthrite rhumatoïde, lupus)
 - ☐ Autres (Précisez : _____)
2. Avez-vous une contre-indication connue à l'utilisation de la cryothérapie ?
 - ☐ Non
 - ☐ Oui (Précisez : _____)
3. Avez-vous des antécédents d'allergie au froid ou une sensibilité anormale au froid (ex. : urticaire au froid, syndrome de Raynaud) ?
 - ☐ Non
 - ☐ Oui
4. Avez-vous subi une blessure musculo-squelettique au cours des 6 derniers mois ?
 - ☐ Non



Mémoire

- ☐ Oui (Précisez : _____)
 - 5. Avez-vous subi une intervention chirurgicale récente (au cours des 6 derniers mois) ?
 - ☐ Non
 - ☐ Oui (Précisez : _____)
-

Conditions Physiques et Fonctionnelles

- 6. Pratiquez-vous régulièrement une activité physique ?
 - ☐ Oui (Fréquence : _____ fois par semaine)
 - ☐ Non
 - 7. Avez-vous une limitation de mobilité ou des douleurs dans une articulation actuellement ?
 - ☐ Non
 - ☐ Oui (Précisez : _____)
 - 8. Prenez-vous un médicament pouvant influencer le contrôle musculaire, l'équilibre ou la force musculaire ?
 - ☐ Non
 - ☐ Oui (Précisez : _____)
-

Conditions Spécifiques à l'Étude

- 9. Avez-vous déjà participé à des séances de cryothérapie auparavant ?
 - ☐ Non
 - ☐ Oui (Fréquence : _____ fois par semaine)
- 10. Avez-vous une sensibilité altérée de la peau ou des tissus profonds (ex. : anesthésie locale, neuropathie) ?
 - ☐ Non
 - ☐ Oui
- 11. Avez-vous de la fièvre ou des signes d'infection active actuellement ?
 - ☐ Non
 - ☐ Oui
- 12. Êtes-vous enceinte ou pensez-vous être enceinte ? (pour les participantes féminines)
 - ☐ Non



Mémoire

- ☐ Oui

13. Avez-vous un implant métallique ou un dispositif électronique interne (ex. : pacemaker) ?

- ☐ Non
- ☐ Oui

Consentement

Je confirme que toutes les réponses ci-dessus sont vraies et complètes à ma connaissance. Je comprends que toute information erronée pourrait me disqualifier en tant que participant à cette étude.

Signature : _____

Date : // _____

Si vous avez besoin d'ajustements ou de précisions, n'hésitez pas à me le faire savoir !