



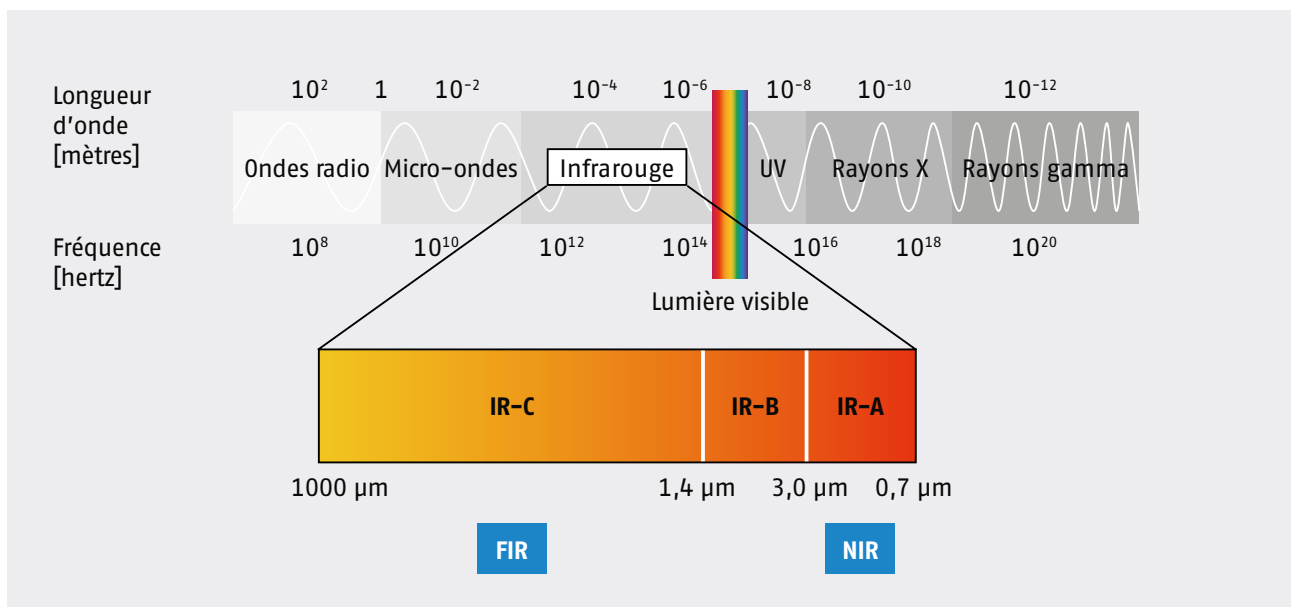
Des matériaux biocéramiques émettant un rayonnement infrarouge pour soulager les douleurs musculosquelettiques

Bill Giannakopoulos, Mohamed Amessou et Eva Koscova

Les troubles musculosquelettiques (TMS) représentent la principale cause de douleur chronique, de déficience physique et fonctionnelle et de perte de qualité de vie. Environ une personne sur trois dans le monde souffre de douleurs musculosquelettiques. Les effets biologiques des matériaux biocéramiques, comme les émetteurs infrarouges C, sur les tissus corporels et leurs bénéfices en termes d'autogestion des TMS, suscitent actuellement l'intérêt.

Les troubles musculosquelettiques constituent la cause la plus fréquente d'invalidité et représentent un énorme fardeau pour la société, car ils entraînent une perte de productivité et surchargent le système de santé [1, 2]. Les TMS ont différents déclencheurs, qui vont de la surexploitation aux neuropathies ou myalgies, en passant par les blessures traumatiques subies pendant le sport. Les TMS sont souvent traités à l'aide de stratégies symptomatiques, telles que les dispositifs médicaux non pharmacologiques, par exemple avec des solutions physiques, ou les interventions

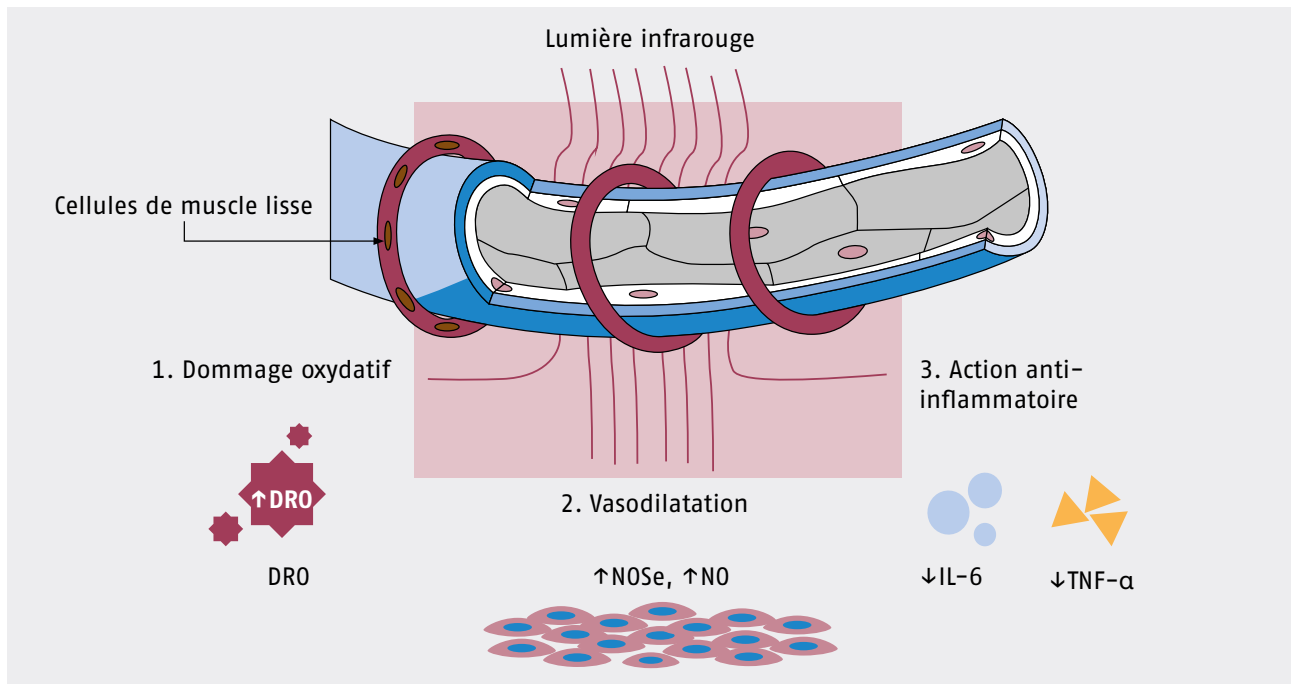
pharmacologiques, avec des antalgiques, des AINS (anti-inflammatoires non stéroïdiens), des glucocorticoïdes ou des opioïdes. Ces options thérapeutiques peuvent soulager les symptômes gênants, mais ne remédient pas à la cause sous-jacente de la douleur. Pour éviter les effets indésirables des traitements pharmacologiques, de nouvelles solutions de gestion de la douleur non médicamenteuses, souvent non invasives, ont été mises en place.



III. 1. Spectre électromagnétique et rayonnement infrarouge FIR : Infrarouge lointain ; NIR : Proche infrarouge

Evid Self Med 2023;3:230052 | <https://doi.org/10.52778/efsm.23.0052>

Affiliation/Coordonnées de l'interlocuteur : Bill Giannakopoulos, PharmD, Sanofi, Athens, Greece; Mohamed Amessou, PhD, MBA, Sanofi, Neuilly-sur-Seine, France (Mohamed.Amessou@sanofi.com); Eva Koscova MD, PhD, MBA, CVTI SR, Bratislava, Slovakia



III. 2. Voies de signalisation cellulaires affectées par l'IR-C (infrarouge lointain) [2]. Ainsi, en augmentant les taux de NO et en réduisant le stress oxydatif et les médiateurs inflammatoires, l'infrarouge peut soulager la douleur indirectement.

Une récente revue décrit la situation actuelle concernant les matériaux biocéramiques émettant un rayonnement infrarouge C pour soulager les douleurs musculosquelettiques (TMS) [2].

Effets biologiques de la thérapie infrarouge

Si l'IR-A ou l'IR-B (proche infrarouge), dont la longueur d'onde est plus courte, pénètre profondément dans la peau et peut provoquer une lésion tissulaire, l'IR-C (infrarouge moyen à lointain), dont la longueur d'onde est longue, est totalement absorbé dans les couches épidermiques (voir III. 1). Dans plusieurs études, la lumière IR-C (infrarouge lointain) a démontré des effets thérapeutiques positifs sur les couches tissulaires profondes inaccessibles au rayonnement direct (voir III. 1) : les auteurs décrivent un transfert d'énergie par le biais d'autres voies que le rayonnement direct et proposent l'eau comme biomolécule dynamique et possible émetteur d'énergie [2].

D'après les derniers résultats, les effets biologiques de l'IR-C sur les TMS peuvent être répartis en trois catégories, comme indiqué dans l'illustration 2. Le rayonnement infrarouge peut soulager la douleur en augmentant les taux de NO, tout en réduisant le stress oxydatif et les médiateurs inflammatoires.

1. Dommage oxydatif : Le stress oxydatif se définit comme une production excessive de dérivés réactifs de l'oxygène (DRO) qui peut produire un dommage oxydatif aux cellules. Le stress oxydatif peut provoquer une lésion et une inflammation tissulaires qui, à leur tour, peuvent altérer la nociception en stimulant des neurones sensoriels et entraîner une hyperalgésie. En effet, des études ont démontré que le rayonnement IR réduisait le stress oxydatif et soulageait la douleur et l'inflammation au niveau musculaire [2].

2. Vasodilatation : Le rayonnement IR peut réguler à la hausse la synthèse du monoxyde d'azote endothélial (NOe), augmentant ainsi la biodisponibilité du monoxyde d'azote (NO). Le NO a un effet vasodilatateur relaxant sur les vaisseaux, ainsi que d'autres effets bénéfiques sur le corps, notamment l'inhibition de l'agrégation plaquettaire et la prévention de l'adhésion des leucocytes. Il favorise la réparation des muscles. En inhibant la migration des cellules inflammatoires, il est susceptible de protéger le muscle contre un dommage et des réponses inflammatoires. Son effet antinociceptif par hyperpolarisation des nocicepteurs fait débat [2].

3. Action anti-inflammatoire : L'inflammation peut augmenter la réponse douloureuse en sensibilisant les nerfs sensoriels. En cas d'inflammation ou de lésion tissulaire, les cellules endommagées et les cellules immunitaires libèrent des médiateurs inflammatoires. Les taux sériques d'IL-6 et d'IL-8 élevés provoquent une hyperalgésie, de la fatigue et une douleur. Le TNF-α peut favoriser la sensibilisation des nocicepteurs, ce qui provoque une douleur chronique et une fatigue musculaire. Le rayonnement IR-C inhibe l'expression des cytokines inflammatoires [2].

Les biocéramiques comme radiateurs infrarouges

Les biocéramiques sont des matériaux minéraux qui émettent un rayonnement IR-C (infrarouge lointain) après avoir absorbé la chaleur corporelle et qui peuvent produire des effets biologiques positifs sur les tissus. Par rapport aux sources IR électriques, la densité énergétique émise est faible, mais elle est compensée par la durée de port plus longue des matériaux biocéramiques en contact étroit avec la surface cutanée que les dispositifs portables. Plusieurs études ont démontré que les biocéramiques émettant des infrarouges peuvent augmenter la circulation sanguine

sans élever la température de la peau [2]. La dégradation de la microcirculation est associée à la chronicisation de la douleur et peut augmenter le risque de douleur dans la nuque/les épaules et la région lombaire [3]. L'augmentation de la microcirculation apporte de l'oxygène et des nutriments au tissu et aide à éliminer les déchets du métabolisme. Une hausse de la microcirculation est susceptible de favoriser la cicatrisation et de réduire la douleur [4].

D'autres études ont porté sur l'utilisation de biocéramiques pour soulager diverses affections douloureuses. Par exemple, dans un essai randomisé et contrôlé par placebo, un patch émettant des IR-C a significativement amélioré les scores de la douleur en cas d'arthrose du genou. Les athlètes ont bénéficié d'un recul des douleurs musculaires en portant des caleçons émettant des IR-C. Les patients souffrant de douleurs aux pieds ont rapporté une réduction de la douleur en portant des chaussettes émettant des IR-C. La thérapie IR-C semble également être bénéfique à plus long terme, comme démontré chez des femmes présentant une dysménorrhée, car le score de douleur dans le groupe princeps s'est également avéré meilleur que dans le groupe témoin au cours de la période de suivi de deux cycles [2].

La tolérance des matériaux émettant des IR-C est bonne, ce qui n'a rien de surprenant puisque l'intensité du rayonnement obtenu par les céramiques et les tissus émettant des IR-C est trop faible pour susciter des craintes en termes de sécurité.

Résumé

L'utilisation de l'IR-C (infrarouge lointain) est une manière de traiter les troubles musculosquelettiques en réduisant la douleur et l'inflammation, limitant ainsi potentiellement le recours à la pharmacothérapie qui peut provoquer des effets indésirables, tout en favorisant les mécanismes de cicatrisation naturels de l'organisme [5, 6]. Les matériaux émettant des infrarouges sont sûrs en raison de la faible intensité de leur rayonnement et sont considérés comme bien tolérés. Les auteurs recommandent de poursuivre les recherches pour évaluer les théories actuelles et les valider [2].

Références bibliographiques

1. Robert Koch Institut (RKI): Muskuloskeletale Erkrankungen. https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Themen/Chronische_Erkrankungen/Muskel_Skelett_System/Muskel_Skelett_System_node.html (accessed 17.07.2022).
2. Kyselovic J, Masarik J, Kechemir H, Koscova E, Igracki Turudic I, Hamblin MR. Physical properties and biological effects of ceramic materials emitting infrared radiation for pain, muscular activity, and musculoskeletal conditions. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 2022;00:1–13. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/phpp.12799> (accessed 17.07.2022).
3. Bau JG, Chia T, Wei SH, Li YH, Kuo FC. Correlations of neck/shoulder perfusion characteristics and pain symptoms of the female office workers with sedentary lifestyle. *PLoS One.* 2017;12(1):e0169318. doi: 10.1371/journal.pone.0169318
4. Fernando CA, Pangan AM, Cornelison D, Segal SS. Recovery of blood flow regulation in microvascular resistance networks during regeneration of mouse gluteus maximus muscle. *J Physiol.* 2019;597(5):1401–1417. doi: 10.1113/JP277247
5. Giannakopoulos B, Kechemir H, Amessou M, Turudic II. Self-Healing concept for musculoskeletal pain management: An evidence-based review. *Evidence for Self-Medication* 2022;2:220130. doi: 10.52778/efsm.22.0130 (accessed 25.10.2022)
6. McSwan J, Gudín J, Song XJ, Grinberg Plapler P, Betteridge NJ, Kechemir H, Igracki-Turudic I, Pickering G. Self-Healing: A Concept for Musculoskeletal Body Pain Management – Scientific Evidence and Mode of Action. *J Pain Res.* 2021 Sep 21;14:2943-2958. doi: 10.2147/JPR.S321037. PMID: 34584448; PMCID: PMC8464648 (accessed 25.10.2022).

Remerciements : Les auteurs remercient Paula Fontanilla, PhD, pour sa révision critique du contenu scientifique du manuscrit.

Conflit d'intérêts : B. Giannakopoulos et M. Amessou sont des salariés de Sanofi.

Divulgarion : Rédaction médicale et publication financées par Sanofi.

Information sur le manuscrit

Soumis le : 06.12.2022

Accepté le : 26.09.2023

Publié le : 17.12.2023