



INFRA·LUXE

INNOVATION CHAUFFAGE INFRAROUGE

Chauffage d'excellence Personnalisé



INFRA·LUXE
INNOVATION CHAUFFAGE INFRAROUGE

Les bienfaits pour le bien-être des radiateurs Infra-Rouge

**Un aperçu des Thérapies à l'infrarouge lointain et ses avantages
potentiels pour la santé et le bien-être.**

INFRALUXE

8 Place du grand Hunier
95800 Cergy
France

Table des matières

| | |
|-----------|---|
| 2 | Table des matières |
| 3 | Note d'intention et droits |
| 5 | 1. Introduction |
| 5 | 2. Les infrarouges |
| 5 | 2.1 Qu'est-ce que l'infrarouge ? |
| 5 | 2.2 Le spectre électromagnétique |
| 6 | 2.3 Le proche infrarouge |
| 6 | 2.4 L'infrarouge lointain (IRL./FIR.) |
| 7 | 3. Les applications pratiques de l'infrarouge |
| 8 | 4. Les bienfaits de l'infrarouge lointain pour le bien-être |
| 8 | 4.1 Les systèmes de chauffage à l'infrarouge lointain |
| 8 | 4.2 Thérapies infrarouges et bienfaits possibles pour la santé |
| 9 | 4.3 Le soulagement de la douleur |
| 9 | 4.4 Le Désintoxication par l'infrarouge lointain |
| 10 | 4.4 Le Désintoxication - Citation du Dr Kyuo - l'exemple des saunas infrarouges |
| 11 | 4.5 Recherche : Traitement expérimental de l'alzheimer par infrarouge - Dr Gordon Dougal |
| 12 | 5. L'infrarouge lointain et l'internet du bien-être |
| 12 | 5.1 Introduction et préambule |
| 12 | 5.2 Rappel de la clause de non-responsabilité |
| 13 | 6. 2 Deux cas d'études & revues systémiques sur l'infrarouge lointain |
| 13 | 6.1 IRL - Ses effet bilogiques et ses application médicale - Dr Vatanseter & Dr Hamblin Auteur, résumés, mots clés & conclusion de l'étude |
| 14-15 | Références cités par l'article |
| 16 | 6.2 Thérapie par infrarouge lointain pour les problème cardiovasculaires, auto-immuns et autres problèmes de santé chronique - Une revue systématique Les Auteurs : M. Shanshan Shui - Xia Wang - John Y Chang & Lei Zheng, résumé |
| 16-19 | Conclusion et perspectives de la revue systématique |
| 20-22 | Références cités par l'article |

Avant-Propos

Clause de non responsabilité

Les informations contenues dans ce document concernant les avantages potentiels de la thérapie infrarouge pour la santé sont purement informatives et ne sont pas destinées à remplacer les conseils médicaux ou l'avis médical d'un professionnel de la santé ou d'un spécialiste.

Les informations contenues dans ce document ne doivent pas être utilisées pour diagnostiquer, atténuer, traiter, guérir ou prévenir un problème de santé ou une maladie, sans consulter au préalable un professionnel de la santé.

La Société **INFRALUXE** ne prétend pas que l'un de ses produits infrarouges guérit ou soigne une maladie ou un état.

Les témoignages cités ne sont que le fruit d'expériences personnelles et ne garantissent pas qu'un autre individu puisse obtenir les mêmes résultats.

Les études ou revues systématiques fournies dans ce document ne sont citées qu'à titre informatif. Les avis et conclusions qui y sont donnés par les différents chercheurs ou collaborateurs n'engagent que ceux-ci. Toute étude est soumise à des biais, à des intérêts personnels ou financiers qui ne sont pas visibles au premier abord.

Nous ne pouvons que vous rappeler l'essai écrit par le physicien américain John Ioannidis qui a fait longtemps partie du bureau éditorial de plus de 20 revues ou journaux scientifiques, dont le Journal de l'Association Américaine de Médecine (JAMA), le Journal de l'Institut National du Cancer ou encore la revue Le Lancet. Sa conclusion bien que passée totalement inaperçue en France est sans appel et nous rappelle à une vigilance et une veille scientifique de tous les jours :

« La plupart des résultats de recherche publiés sont faux ! »
John P.A Ioannidis

Nous avons voulu avec ce rapport, juste mettre en avant de façon un peu plus sourcée que ce que l'on peu lire en général sur la toile, les potentiels de la technologie infrarouge. Ce document peut encore bien-sûr évoluer car nous savons que rien n'est figé dans le monde de la science.

Nous croyons en cette technologie et à son avenir, car nous voyons en elle tous les potentiels en terme de bien-être, de confort, et d'économie d'énergie, ce qui aura tôt ou tard à notre humbe avis un impact plus que positif sur notre santé et donc notre vie.

Utilisant nous même ces produits depuis plus de 20 ans, nous sommes encore bluffés par la qualité et les progrès faits autour de ces produits. Nous en mesurons encre tous les jours nous-mêmes les bienfaits apportés par cette chaleur si agréable et si particulière.

Nous vous remercions d'avance pour la confiance que vous nous accorderez. Ce sera le début d'une excellente relations de confiance entre-Nous.



Image 1 - Source Pixabay via le Stock Suite Affinity Serif

1. Introduction

1.1 Qu'est-ce que la chaleur infrarouge ?

Ce document présente certains des avantages potentiels de la chaleur infrarouge lointaine pour la santé dans diverses applications ainsi que les avantages de l'utilisation du système de chauffage infrarouge pour chauffer votre maison à l'aide de l'infrarouge lointain. Vous avez probablement déjà profité des bienfaits thérapeutiques et apaisants de la chaleur infrarouge sans même le savoir. Le soleil fournit la meilleure thérapie de chaleur infrarouge de la nature et c'est la raison pour laquelle vous semblez vous détendre instantanément lorsque votre peau est chauffée à l'infrarouge. Environ 80% des rayons du soleil sont infrarouges; la bande de lumière invisible du spectre électromagnétique. Les rayons infrarouges lointains ne provoquent pas de coups de soleil et n'endommagent pas la peau.

Ils doivent pas être confondus avec les rayons ultraviolets qui peuvent provoquer des coups de soleil et endommager la peau. La chaleur infrarouge réchauffe directement les objets, y compris vous, plutôt que de réchauffer l'air autour de vous comme le fait un appareil de chauffage conventionnel.

Cela présenterait de nombreux avantages pour la santé, mais aussi pour l'économie lorsqu'elle est utilisée pour chauffer efficacement la maison. Le chauffage par infrarouge lointain est un moyen très économique sans perdre de chaleur dans l'air, comme c'est le cas avec les systèmes de chauffage conventionnels.

2. Les infrarouges

1.2 Qu'est-ce que la chaleur infrarouge ?

La chaleur infrarouge est en fait une lumière qui se situe entre les parties visibles et micro-ondes du spectre électromagnétique. La lumière infrarouge a une gamme de longueurs d'onde, tout comme la lumière visible a des longueurs d'onde qui vont du rouge au violet tout comme les couleurs de l'arc-en-ciel.

1.3 Le spectre électromagnétique

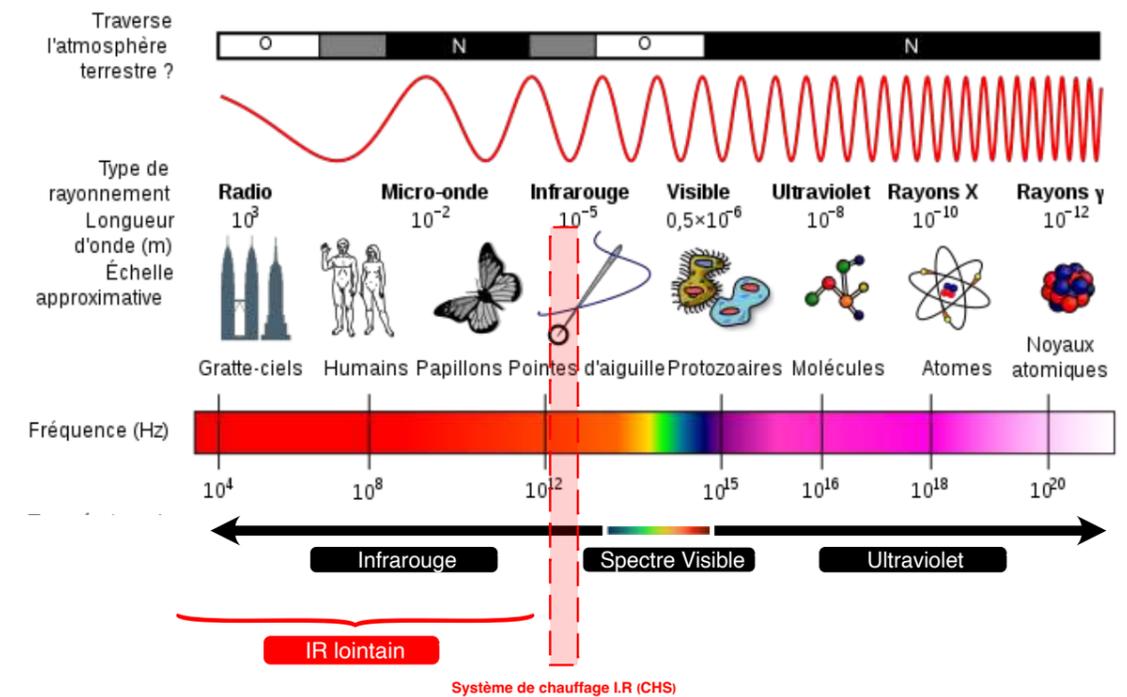


Image 2 - Modifiée - Source : wikipedia commons - Auteur NASA - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_Spectrum3-new.jpg



Image 3 - Source Pixabay via le Stock Suite Affinity Serif Auteur : Ron Porter

2.3 Le proche infrarouge

La longueur d'onde de la lumière proche de l'infrarouge est la plus proche de celle de la lumière visible. Ces ondes plus courtes, proches de l'infrarouge ne sont pas du tout chaudes en fait, on ne les sent même pas.

Le proche infrarouge est couramment utilisé dans les appareils ménagers, tels que la télécommande de votre téléviseur.

3. Applications pratiques de l'infrarouge

L'utilisation des ondes infrarouges à la maison existe depuis des années et commence maintenant à être utilisée dans une grande variété de nouvelles applications. Le proche infrarouge est celui que nous connaissons le plus et qui est utilisé pour transmettre des informations d'un endroit à l'autre, par exemple avec la télécommande de votre téléviseur, ou bien des liaisons de données sur de courtes distances entre des ordinateurs ou des téléphones portables.

Les effets thérapeutiques et pratiques de la chaleur infrarouge lointaine sont utilisés dans des applications telles que les couveuses d'hôpitaux pour les nouveaux-nés, les saunas modernes empêchant ainsi d'atteindre les températures élevées des saunas traditionnels à air chaud et humide, les chauffages alimentaires dans les restaurants et même les sèche-cheveux et les lisseurs modernes des coiffeurs qui sont censés être plus doux pour les cheveux.

2.4 L'infrarouge lointain

Les infrarouges lointains, souvent appelés ondes FIR en anglais ou IRL en français, sont thermiques et se rapprochent de la région des micro-ondes du spectre électromagnétique et nous en faisons l'expérience sous forme de chaleur. La chaleur de l'infrarouge lointain offre de nombreux avantages de la lumière naturelle du soleil sans les effets dangereux des rayons UV.

Étant donné que la principale source de l'infrarouge est le rayonnement thermique, tout objet ayant une température rayonne dans l'infrarouge. Plus l'objet est chaud, plus il émet de rayonnement infrarouge. Même les objets froids tels qu'un glaçon émet des infrarouges détectables.

Lorsqu'un objet est chaud mais pas assez chaud pour émettre de la lumière visible, il émet la majeure partie de son énergie dans la gamme des infrarouges.

Par exemple, le charbon de bois chaud n'émet pas de lumière visible, mais il émet un rayonnement infrarouge que nous ressentons comme de la chaleur.



Image 4 - Source Pixabay via le Stock Suite Affinity Serif Auteur : Geralt

Dans l'infographie n° 2

nous voyons que le corps humain émet des infrarouges et cela même à travers des couches de vêtements.

Les humains, à température corporelle normale, rayonnent le plus fortement dans l'infrarouge, à une longueur d'onde d'environ 10 microns.

(Un micron est le terme couramment utilisé en astronomie pour désigner un micro-mètre soit 10 puissance -6 mètres ou un millionième de mètre).



Image 5 - Source Pixabay via le Stock Suite Affinity Serif - Auteur : Ddimitrova

4. Les bienfaits de l'infrarouge lointain pour la santé

Les avantages de la chaleur infrarouge pour la santé se répartissent généralement en deux catégories. La première est l'utilisation de l'infrarouge lointain comme système de chauffage domestique la deuxième comme système de chauffage domestique et les thérapies par la chaleur infrarouge.



Image 6 - Source Pixabay via le Stock Suite Affinity Serif Auteur : Ngocongthia1810

4.1 Systèmes de chauffage à infrarouge lointain

La chaleur infrarouge lointaine est plus saine, plus confortable et plus efficace que toute autre source. La chaleur infrarouge lointaine offre les nombreux avantages de la lumière naturelle du soleil sans les effets dangereux des rayons. Les systèmes conventionnels diminuent tous la qualité de l'air en asséchant l'air et en produisant une atmosphère sèche et irritante et statique.

Le système de chauffage à infrarouge de **INFRALUXE** est un système progressif de chauffage à infrarouge lointain qui réchauffe directement les personnes et les objets dans une pièce plutôt que de chauffer l'air.

Le même niveau de confort corporel peut donc être atteint avec une température de l'air plus basse, tout en minimisant la circulation de l'air à l'intérieur d'une pièce, ce qui réduit le risque de formation de moisissures et d'humidité ainsi que la propagation des particules en suspension dans l'air, de la poussière et des spores. L'avantage le plus frappant de l'utilisation d'un système de chauffage à infrarouge lointain est que l'air de votre maison ou de votre bureau est plus agréable et qu'il est plus sain d'y vivre. En consommant moins d'énergie, vous économisez de l'argent, ce qui est un plus en terme de bien-être naturel. Un système de chauffage économique permettra au plus grand nombre de personnes de se permettre de chauffer leur maison à une température plus confortable et plus saine.

4.2 Thérapies infrarouges et bienfaits possibles pour la santé

(Voir les annexes en complément en fin de dossier)

Il existe un grand nombre d'articles sur internet parlent de de preuves, d'observations et d'acceptations médicales dans le monde entier qui semblent montrer que les thérapies et le chauffage par infrarouges lointains sont bons pour la santé. Les traitements et thérapies utilisant la chaleur infrarouge lointaine impliquent généralement l'utilisation d'un appareil infrarouge spécial, un régime alimentaire ainsi qu'un mode de vie équilibré, beaucoup d'air frais et une exposition équilibrée à la lumière naturelle du soleil.

Les exemples suivants sont souvent cités et abordent l'éventail des avantages qui ont été revendiqués grâce à la thérapie par infrarouge lointain.



Image 7 - Source Pixabay via le Stock Suite Affinity Serif - Auteur : Whitesession

4.3 Soulagement de la douleur

L'un des avantages de la chaleur infrarouge lointaine pour la santé est qu'elle aide à soulager la douleur mieux que les sources de chaleur plus traditionnelles pour appliquant de la chaleur au corps.

La chaleur infrarouge rayonne uniformément et n'a pas besoin d'une méthode de transfert secondaire pour réchauffer un objet ou une personne, comme c'est le cas avec les sources de chaleur conventionnelles, l'infrarouge est considéré comme une méthode de thérapie par la chaleur plus efficace.

Si vous avez déjà utilisé un sauna infrarouge, vous comprendrez pourquoi. Vous pouvez rester plus longtemps dans un sauna infrarouge et en retirer plus de bénéfices car l'air qui vous entoure n'atteint pas des températures brûlantes comme dans un sauna traditionnel. Les athlètes sont connus pour utiliser la chaleur infrarouge pour soulager les courbatures, les douleurs et les tensions, ainsi que pour accélérer le processus de guérison. On pense que la chaleur infrarouge rend la circulation sanguine plus efficace. Les blessures guérissent plus vite grâce à une meilleure circulation, ce qui est également vrai pour les traumatismes musculaires et tissulaires.

La chaleur infrarouge s'est également avérée utile pour les personnes souffrant d'arthrite, en soulageant la douleur à court terme sans effets secondaires indésirables et en stimulant le système circulatoire, ce qui est impossible autrement en raison de leurs limitations physiques.

4.4 Désintoxication par l'infrarouge lointain

L'accumulation de substances toxiques dans l'organisme (ou surcharge toxique) peut être à l'origine de nombreux problèmes de santé, y compris le processus de vieillissement et des maladies telles que le cancer. Les symptômes de la surcharge toxique sont souvent la fatigue, les maux de tête, les douleurs articulaires ou musculaires, les rhumes, des gripes fréquentes. On voit parfois apparaître des signes d'allergie, de déséquilibre hormonal ou encore une sensibilité accrue aux produits chimiques, la congestion des sinus, les crises de psoriasis ou d'autres affections cutanées, des pertes de dextérité, des insomnies, etc. Les symptômes psychologiques comprennent le manque de concentration, les pertes de mémoire, les changements d'humeur, la confusion mentale, etc.

Lorsque des gaz toxiques tels que le dioxyde de soufre et le dioxyde de carbone, ou des métaux lourds potentiellement mortels tels que le mercure, le plomb et le chlore, rencontrent de grosses molécules d'eau, ils sont encapsulés par des amas d'eau et piégés dans l'organisme. Lorsque ces toxines s'accumulent, la circulation sanguine est bloquée et l'énergie cellulaire est altérée.

La désintoxication est le processus qui consiste à essayer d'éliminer ces toxines de l'organisme afin d'atteindre un équilibre plus sain. L'infrarouge lointain serait 7 fois plus efficace pour désintoxiquer les métaux lourds comme le mercure, l'aluminium et même le cholestérol, la nicotine, l'alcool, l'ammoniac, l'acide sulfurique et autres toxines environnementales et ce de façon plus efficace que les saunas conventionnels à la chaleur ou à la vapeur.

« L'une des raisons pour lesquelles l'infrarouge lointain (FIR) a des effets bénéfiques sur une variété de maladies est la capacité des ondes IRL à éliminer les toxines, qui sont souvent au cœur de nombreux problèmes de santé. Les toxines qui ne peuvent pas être éliminées immédiatement après avoir pénétré dans le corps sont encapsulées par des amas d'eau.

La circulation sanguine se bloque et l'énergie cellulaire est altérée, ce qui entraîne l'accumulation de ces toxines. Cependant, lorsqu'une onde en IRL de 7 à 11 microns est appliquée aux molécules d'eau contenant des toxines, l'eau commence à vibrer. Cette vibration réduit les liaisons ioniques des atomes qui maintiennent ensemble les molécules d'eau. Au fur et à mesure que la molécule d'eau se décompose se produisent, des gaz encapsulés et d'autres matériaux toxiques sont libérés. Une étude réalisée par des chercheurs américains a montré que la sueur dégagée par les utilisateurs d'un sauna FIR était différente de la sueur des personnes utilisant un sauna conventionnel ou faisant de l'exercice physique normal.

La partie non aqueuse de la sueur libérée dans un sauna IRL est constituée de cholestérol, de toxines liposolubles, de métaux lourds toxiques, d'acide sulfurique, d'eau de mer et de produits chimiques tels que l'ammoniac et acide urique ».

Docteur Kyo, Japon.

Un aperçu de l'histoire de l'infrarouge lointain (IRL) et sa valeur thérapeutique est disponible dans un article : "Warming Up to FIR" publié par le D.J. Fletcher dans le numéro de janvier 2001 de la revue Alternative Medicine Magazine.

En voici un extrait :

Désintoxication de la fibromyalgie et du syndrome de fatigue chronique :

... Randy Gomm, à Vancouver, est devenu distributeur de saunas FIR après avoir changé de vie grâce à la désintoxication. En tant que pompier sa santé avait commencé à se détériorer jusqu'à ce qu'il ne soit plus en mesure de travailler. On lui a diagnostiqué une fibromyalgie et on a fini par comprendre que la racine de son problème était une surcharge toxique due à l'exposition professionnelle. Pendant les huit années qu'a duré sa maladie, il a eu beaucoup de temps pour rechercher des méthodes alternatives de traitement. afin de recouvrer la santé.

« J'ai découvert que les principaux chercheurs sur la fibromyalgie et le syndrome de fatigue chronique affirmaient que leurs patients avaient une charge toxique élevée », explique Randy.

« Lorsque ces charges étaient réduites, leurs symptômes s'amélioraient souvent de façon spectaculaire. Cela a fonctionné pour moi. La désintoxication m'a vraiment aidé à me remettre sur pied. » ...

RADIANT HEALTH SAUNAS® Owner's Message

"I became very passionate about the infrared saunas because it was so beneficial for myself. I was a firefighter and had a bit of a health problem. I was given the label of fibromyalgia but I actually had a toxin exposure issue.

"I have designed and sold infrared saunas since 1997 to a wide diversity of people for home and professional use. Medical doctors, naturopaths, massage therapists, herbalists, acupuncturists, chiropractors, personal trainers and other specialists recommend our saunas. Receiving feedback from these practitioners has allowed us to design an infrared sauna that meets the needs of their patients and clients.

As more people learn about infrared saunas, more products become available on the market, with various claims of safety and efficacy. Radiant Health Saunas® have been independently tested for Volatile Organic Compounds (VOCs) to ensure non-toxicity, and have extremely low Electromagnetic Field (EMF) levels, for a proven safe and effective infrared sauna experience."

– Randy Gomm, B.Sc

Randy Gomm - Toujours en activité depuis 1997 - <https://radianthealthsaunas.com/infrared-sauna-fibromyalgia/>



4.5 Recherche : Un traitement expérimental de la maladie d'Alzheimer par infrarouge.

Une autre application de la thérapie infrarouge a consisté à utiliser un casque infrarouge expérimental pour non seulement stopper, mais aussi à inverser la progression de la démence chez au moins un patient. Dans le cas d'un homme d'affaires de 57 ans, Clem Fennel, qui commençait à perdre rapidement ses capacités fonctionnelles en raison d'une démence agressive.



Les médecins avaient dit à sa famille que rien ne pourrait arrêter son déclin. Cependant, au lieu de perdre espoir, la famille s'est tournée vers un dispositif expérimental mis au point par le médecin généraliste britannique Gordon Dougal. Ils ont emmené Fennel en Angleterre par avion, où le docteur Dougal a commencé à le traiter avec un casque qui irradie le cerveau de lumière infrarouge deux fois par jour.

« Honnêtement, je peux vous dire qu'en l'espace de dix jours, la détérioration s'est arrêtée. Nous avons commencé à voir des améliorations. Il a commencé à répondre aux gens plus rapidement lorsqu'ils lui parlaient » Vicky, l'épouse de Fennel, a déclaré :

« Mon mari, Clem, était en train de se détériorer, il était en train de disparaître. C'est comme s'il était de retour. Sa personnalité a recommencé à se manifester. Nous sommes absolument ravis. »

Avant de recevoir le traitement, Fennel était incapable d'accomplir les tâches quotidiennes habituelles. « Lorsque nous allons au restaurant, nous devons habituellement commander ses repas pour lui. Désormais, il peut commander lui-même », a déclaré Maggie, la fille de M. Fennel. "

« Maintenant, nous pouvons le laisser aller à la banque ou à l'hôpital, le bureau de poste, mais il n'aurait pas été en mesure de le faire il y a trois semaines ». Le casque n'a pas encore été testé cliniquement, mais un essai sur 100 patients devrait débuter avant la fin de l'année. Le Dr Dougal a fait remarquer que, comme le casque n'a pas été soumis à des essais rigoureux, il n'y a aucun moyen de savoir s'il fonctionnera s'il fonctionnera de la même manière sur tout le monde. « J'ai dit clairement aux Fennels que je ne savais pas si le casque fonctionnerait sur tout le monde, mais que les résultats étaient bons », a déclaré le Dr. Dougal. « Il a été monosyllabique quand je l'ai vu pour la première fois, mais si je l'appelle maintenant, il répond au téléphone. Il n'avait plus les compétences verbales pour le faire il y a trois semaines »

Source de l'article Mail Online (Anglais) - 2008:

<https://www.mailsonline.co.uk/health/article-1034936/Dementia-patient-makes-amazing-progress-using-infrared-helmet.html>



Dr Gordon Dougal, a GP from County Durham, treated dementia patient Clem Fennel with his infra-red device

5 Sources Scientifiques et Sources trouvée sur Internet sur l'infrarouge lointain (FIR en anglais - IRL en français)

5.1 Introduction & Préambule :

L'infrarouge proche ou lointain est un champ invisible qui attire de nombreux chercheurs ou organismes privés ou d'état aussi variés que la NASA, des Universités comme celle de Sunderland en Angleterre citée précédemment, ou des regroupements de chercheurs comme l'**IW-FIRT*** qui se réunit tous les ans depuis 1999 pour explorer les possibilités de l'**infrarouge lointain (IRL)** dans les domaines aussi variés que l'industrie, la recherche opérationnelle ou encore la santé.

Bien qu'étudié partout dans le monde, le spectre IRL semble vraiment confidentiel en France. Au commencement, venant du Japon ou de Chine, de nombreux travaux semblent orientés autour de effets obtenus par les thérapies à l'infrarouge lointain. Les conditions suivantes ont été signalées où sont souvent citées dans divers blogs santé ou bien-être avec plus ou moins de rigueur dans la fourniture des sources ou d'une bibliographie digne de ce nom comme étant atténuées ou réduites par l'utilisation de la thérapie par la chaleur infrarouge lointaine :

- Asthme, bronchite (disparus).
- Polyarthrite rhumatoïde (7 cas sur 10 ont été résolus lors d'un essai clinique).
- Hypertrophie bénigne de la prostate (réduite).
- Douleur cancéreuse (soulagement considérable de la douleur aux stades avancés).
- Cirrhose du foie (inversée).
- Maladie de Chron (disparue).
- Mains et pieds froids (un kinésithérapeute a découvert qu'une amélioration de 20 à 50 % était maintenue).
- Cystite (disparue).
- Ulcères duodénaux (éliminés).
- Douleur des fractures par compression.
- Gastrite (soulagée).
- Hémorroïdes (réduites).
- Hépatite (disparue). Hypertension artérielle (dans le cas d'un diabétique, diminution de la pression systolique de 180 à 125 + perte de poids concomitante).
- 180 à 125 + perte de poids concomitante).
- Chéloïdes (considérablement atténuées et, dans certains cas, complètement disparues).
- Ulcères de jambe (guéris alors qu'ils étaient statiques et résistants aux autres soins)
- Ménopause.
- Douleur empêchant de dormir ou limitant les positions de sommeil (soulagée).
- Adhérences post-chirurgicales (réduites).
- Maladie des rayons (soulagement des signes et symptômes).
- Séquelles d'accidents vasculaires cérébraux (parésie de l'hernie soulagée avec le temps).

Cela peut donner une impression de charlatanisme appliqué à la vente de produit divers à l'usage et aux effets douteux et ce malgré des études qui ont commencé en Asie depuis plus de 50 ans.

Vous trouverez donc dans ce chapitre divers articles, études ou articles de blogs sélectionnés pour leur valeur ajoutée quand on veut aborder ce sujet de façon plus rigoureuse.

5.2 Clause de non-responsabilité (Rappel):

Les informations contenues dans ce document concernant les avantages potentiels de la thérapie infrarouge pour la santé sont purement informatives et ne sont pas destinées à remplacer les conseils médicaux d'un professionnel de la santé. Les informations contenues dans ce document ne doivent pas être utilisées pour diagnostiquer, atténuer, traiter, guérir ou prévenir un problème de santé ou une maladie, sans consulter un professionnel de la santé ou un spécialiste.

FUKORN ne prétend pas que l'un de ses produits infrarouges guérit ou soigne une maladie ou un état.

6 Un cas d'étude & une revue systématique sur l'infrarouge lointain

6.1 Le rayonnement infrarouge lointain (FIR) : Ses effets biologiques et ses applications médicales (Far infrared radiation (FIR): Its biological effects and medical applications)

Etude des Dr. F. Vatanseter & Dr. M.R Hamblin - Université de Johannesburg - 2012
(En anglais - lien vers l'article : https://www.researchgate.net/publication/237089628_Far_infrared_radiation_FIR_Its_biological_effects_and_medical_applications)



Michael Hamblin

University of Johannesburg | UJ · Laser Research Center
PhD

<https://www.researchgate.net/profile/Michael-Hamblin>

L' Auteur de l'article

Michael R Hamblin Ph.D. est chercheur principal au Wellman Center for Photomedicine, Massachusetts General Hospital, et professeur associé à la Harvard Medical School. Il s'intéresse à la thérapie photodynamique et à la photobiomodulation. Il a publié 422 articles évalués par des pairs, est rédacteur en chef de "Photoimmunomodulation, Photomedicine and Laser Surgery" et rédacteur en chef adjoint de 10 revues. Il a un facteur h de 93 et plus de 33 000 citations. Il est l'auteur/éditeur de 23 manuels sur la PDT et la photomédecine, y compris des actes de la SPIE. Le Dr Hamblin a été élu membre de la SPIE en 2011, a reçu le 1st Endre Mester Lifetime Achievement Award Photomedicine de la NAALT en 2017, le Outstanding Career Award de la Dose Response Society et le 1st Ali Javan Award for Basic Research de la WALT en 2018.

Résumé

Le rayonnement infrarouge lointain (FIR) ($\lambda = 3-100 \mu\text{m}$) est une subdivision du spectre électromagnétique qui a été étudiée pour ses effets biologiques. L'objectif de cette revue est de couvrir l'utilisation d'une autre sous-division (3-12 μm) de cette bande d'ondes, qui a été observée dans des études in vitro et in vivo, pour stimuler les cellules et les tissus, et qui est considérée comme une modalité de traitement prometteuse pour certaines conditions médicales. Les progrès technologiques ont permis de mettre au point de nouvelles techniques de diffusion du rayonnement FIR dans le corps humain. Des lampes et des saunas spécialisés, délivrant un rayonnement FIR pur (éliminant complètement les bandes infrarouges proches et moyennes), sont devenus des sources sûres, efficaces et largement utilisées pour générer des effets thérapeutiques. Les fibres imprégnées de nanoparticules de céramique émettant des rayons infrarouges lointains et tissées dans des tissus sont utilisées comme vêtements et enveloppes pour générer des rayons infrarouges lointains et bénéficier de leurs effets sur la santé.

Mots-clés : rayonnement infrarouge lointain ; chaleur rayonnante ; rayonnement du corps noir ; rayons biogénétiques ; céramiques et fibres émettrices de FIR ; sauna infrarouge.

Conclusion

S'il peut être prouvé que le FIR non chauffant a des effets biologiques réels et significatifs, les applications futures possibles sont très variées. Non seulement les bandages et les pansements fabriqués à partir de tissus émettant le proche infrarouge pourraient être appliqués à de nombreux problèmes médicaux et blessures nécessitant une cicatrisation, mais il existe également un vaste marché potentiel pour les applications visant à améliorer le mode de vie. Des vêtements peuvent être fabriqués pour améliorer les performances dans les activités de loisir et les sports de compétition. Les vêtements pour temps froid seraient plus performants s'ils incorporent une capacité d'émission de FIR et les environnements de sommeil pourraient être améliorés si les matelas et la literie émettaient du FIR.
Remerciements : Ce travail a été soutenu par le NIH américain (R01AI050875 pour MRH).

Reçu le 24 août 2012 ; révisé le 6 septembre 2012 ; accepté le 6 septembre 2012 ; précédemment publié en ligne le 16 octobre 2012.

References citées dans l'article (En anglais)

- [1] Plaghki L, Decruynaere C, Van Dooren P, Le Bars D. The fine tuning of pain thresholds: a sophisticated double alarm system. *PLoS One* 2010;5(4):e10269.
- [2] Sheppard AR, Swicord ML, Balzano Q. Quantitative evaluations of mechanisms of radiofrequency interactions with biological molecules and processes. *Health Phys* 2008;95(4):365–96.
- [3] Lee MS, Baletto F, Kanhere DG, Scandolo S. Far-infrared absorption of water clusters by first-principles molecular dynamics. *J Chem Phys* 2008;128(21):214506.
- [4] Hsu YH, Chen YC, Chen TH, Sue YM, Cheng TH, Chen JR, Chen CH. Far-infrared therapy induces the nuclear translocation of PLZF which inhibits VEGF-induced proliferation in human umbilical vein endothelial cells. *PLoS One* 2012;7(1):e30674.
- [5] Yu SY, Chiu JH, Yang SD, Hsu YC, Lui WY, Wu CW. Biological effect of far-infrared therapy on increasing skin microcirculation in rats. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2006;22(2):78–86.
- [6] Toyokawa H, Matsui Y, Uhara J, Tsuchiya H, Teshima S, Nakanishi H, Kwon AH, Azuma Y, Nagaoka T, Ogawa T, Kamiyama Y. Promotive effects of far-infrared ray on full-thickness skin wound healing in rats. *Exp Biol Med (Maywood)* 2003;228(6):724–9.
- [7] Akasaki Y, Miyata M, Eto H, Shirasawa T, Hamada N, Ikeda Y, Biro S, Otsuji Y, Tei C. Repeated thermal therapy up-regulates endothelial nitric oxide synthase and augments angiogenesis in a mouse model of hindlimb ischemia. *Circ J* 2006;70(4):463–70.
- [8] Ishibashi J, Yamashita K, Ishikawa T, Hosokawa H, Sumida K, Nagayama M, Kitamura S. The effects inhibiting the proliferation of cancer cells by far-infrared radiation (FIR) are controlled by the basal expression level of heat shock protein (HSP) 70A. *Med Oncol* 2008;25(2):229–37.
- [9] Wang F, Liang J, Tang Q, Li L, Han L. Preparation and far infrared emission properties of natural sepiolite nanofibers. *J Nanosci Nanotechnol* 2010;10(3):2017–22.
- [10] Liang J, Zhu D, Meng J, Wang L, Li F, Liu Z, Ding Y, Liu L, Liang G. Performance and application of far infrared rays emitted from rare earth mineral composite materials. *J Nanosci Nanotechnol* 2008;8(3):1203–10.
- [11] Heald MA. Where is the "Wien peak"? *Am J Phys* 2003;71(12):1322–3.
- [12] Meng J, Jin W, Liang J, Ding Y, Gan K, Yuan Y. Effects of particle size on far infrared emission properties of tourmaline superfine powders. *J Nanosci Nanotechnol* 2010;10(3):2083–7.
- [13] Yoo BH, Park CM, Oh TJ, Han SH, Kang HH, Chang IS. Investigation of jewelry powders radiating far-infrared rays and the biological effects on human skin. *J Cosmet Sci* 2002;53(3):175–84.
- [14] Leung TK, Lee CM, Tsai SY, Chen YC, Chao JS. A pilot study of ceramic powder far-infrared ray irradiation (cFIR) on physiology: observation of cell cultures and amphibian skeletal muscle. *Chin J Physiol* 2011;54(4):247–54.
- [15] Leung TK, Lin YS, Lee CM, Chen YC, Shang HF, Hsiao SY, Chang HT, Chao JS. Direct and indirect effects of ceramic far infrared radiation on the hydrogen peroxide-scavenging capacity and on murine macrophages under oxidative stress. *J Med Biol Eng* 2011;31(5):345–51.
- [16] Leung TK, Chan CF, Lai PS, Yang CH, Hsu CY, Lin YS. Inhibitory effects of far-infrared irradiation generated by ceramic material on murine melanoma cell growth. *Int J Photoener* 2012; doi:10.1155/2012/646845.
- [17] Leung TK, Shang HF, Chen DC, Chen JY, Chang TM, Hsiao SY, Ho CK, Lin YS. Effects of far infrared rays on hydrogen peroxide-scavenging capacity. *Biomed Eng Appl Basis Commun* 2011;23(2):99–105.
- [18] Leung TK, Chen CH, Lai CH, Lee CM, Chen CC, Yang JC, Chen KC, Chao JS. Bone and joint protection ability of ceramic material with biological effects. *Chin J Physiol* 2012;55(1):47–54.
- [19] Leung TK, Lee CM, Wu CH, Chiou JF, Huang PJ, Shen LK, Hung CS, Ho YS, Wang HJ, Kung CH, Lin YH, Yeh HM, Hsiao WT. Protective effect of non-ionized radiation from far infrared ray emitting ceramic material (cFIR) against oxidative stress on human breast epithelial cells. *J Med Biol Eng* 2012. doi: 10.5405/jmbe.1133.
- [20] Taylor J. Recent pioneering cardiology developments in Japan: Japanese cardiologists have discovered Waon therapy for severe or refractory heart failure and extracorporeal cardiac shock wave therapy for severe angina pectoris. *Eur Heart J* 2011;32(14):1690–1.
- [21] Miyata M, Tei C. Waon therapy for cardiovascular disease: innovative therapy for the 21st century. *Circ J* 2010;74(4):617–21.
- [22] Cho GY, Ha JW. Waon therapy, can it be new therapeutic modality in heart failure patients? *J Cardiovasc Ultrasound* 2010;18(2):43–4.
- [23] Sohn IS, Cho JM, Kim WS, Kim CJ, Kim KS, Bae JH, Tei C. Preliminary clinical experience with Waon therapy in Korea: safety and effect. *J Cardiovasc Ultrasound* 2010;18(2):37–42.
- [24] Kihara T, Miyata M, Fukudome T, Ikeda Y, Shinsato T, Kubozono T, Fujita S, Kuwahata S, Hamasaki S, Torii H, Lee S, Toda H, Tei C. Waon therapy improves the prognosis of patients with chronic heart failure. *J Cardiol* 2009;53(2):214–8.
- [25] Miyata M, Kihara T, Kubozono T, Ikeda Y, Shinsato T, Izumi T, Matsuzaki M, Yamaguchi T, Kasanuki H, Daida H, Nagayama M, Nishigami K, Hirata K, Kihara K, Tei C. Beneficial effects of Waon therapy on patients with chronic heart failure: results of a prospective multicenter study. *J Cardiol* 2008;52(2):79–85.
- [26] Shinsato T, Miyata M, Kubozono T, Ikeda Y, Fujita S, Kuwahata S, Akasaki Y, Hamasaki S, Fujiwara H, Tei C. Waon therapy mobilizes CD34+ cells and improves peripheral arterial disease. *J Cardiol* 2010;56(3):361–6.
- [27] Tei C, Shinsato T, Miyata M, Kihara T, Hamasaki S. Waon therapy improves peripheral arterial disease. *J Am Coll Cardiol* 2007;50(22):2169–71.
- [28] Fujita S, Ikeda Y, Miyata M, Shinsato T, Kubozono T, Kuwahata S, Hamada N, Miyauchi T, Yamaguchi T, Torii H, Hamasaki S, Tei C. Effect of Waon therapy on oxidative stress in chronic heart failure. *Circ J* 2011;75(2):348–56.
- [29] Beever R. The effects of repeated thermal therapy on quality of life in patients with type II diabetes mellitus. *J Altern Complement Med* 2010;16(6):677–81.
- [30] Oosterveld FG, Rasker JJ, Floors M, Landkroon R, van Rennes B, Zwijnenberg J, van de Laar MA, Koel GJ. Infrared sauna in patients with rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis. A pilot study showing good tolerance, short-term improvement of pain and stiffness, and a trend towards long-term beneficial effects. *Clin Rheumatol* 2009;28(1):29–34.
- [31] Hu KH, Li WT. Clinical effects of far-infrared therapy in patients with allergic rhinitis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007;2007:1479–82.
- [17] Leung TK, Shang HF, Chen DC, Chen JY, Chang TM, Hsiao SY, Ho CK, Lin YS. Effects of far infrared rays on hydrogen peroxide-scavenging capacity. *Biomed Eng Appl Basis Commun* 2011;23(2):99–105.
- [18] Leung TK, Chen CH, Lai CH, Lee CM, Chen CC, Yang JC, Chen KC, Chao JS. Bone and joint protection ability of ceramic material with biological effects. *Chin J Physiol* 2012;55(1):47–54.
- [19] Leung TK, Lee CM, Wu CH, Chiou JF, Huang PJ, Shen LK, Hung CS, Ho YS, Wang HJ, Kung CH, Lin YH, Yeh HM, Hsiao WT. Protective effect of non-ionized radiation from far infrared ray emitting ceramic material (cFIR) against oxidative stress on human breast epithelial cells. *J Med Biol Eng* 2012. doi: 10.5405/jmbe.1133.
- [20] Taylor J. Recent pioneering cardiology developments in Japan: Japanese cardiologists have discovered Waon therapy for severe or refractory heart failure and extracorporeal cardiac shock wave therapy for severe angina pectoris. *Eur Heart J* 2011;32(14):1690–1.
- [21] Miyata M, Tei C. Waon therapy for cardiovascular disease: innovative therapy for the 21st century. *Circ J* 2010;74(4):617–21.
- [22] Cho GY, Ha JW. Waon therapy, can it be new therapeutic modality in heart failure patients? *J Cardiovasc Ultrasound* 2010;18(2):43–4.
- [23] Sohn IS, Cho JM, Kim WS, Kim CJ, Kim KS, Bae JH, Tei C. Preliminary clinical experience with Waon therapy in Korea: safety and effect. *J Cardiovasc Ultrasound* 2010;18(2):37–42.
- [24] Kihara T, Miyata M, Fukudome T, Ikeda Y, Shinsato T, Kubozono T, Fujita S, Kuwahata S, Hamasaki S, Torii H, Lee S, Toda H, Tei C. Waon therapy improves the prognosis of patients with chronic heart failure. *J Cardiol* 2009;53(2):214–8.
- [25] Miyata M, Kihara T, Kubozono T, Ikeda Y, Shinsato T, Izumi T, Matsuzaki M, Yamaguchi T, Kasanuki H, Daida H, Nagayama M, Nishigami K, Hirata K, Kihara K, Tei C. Beneficial effects of Waon therapy on patients with chronic heart failure: results of a prospective multicenter study. *J Cardiol* 2008;52(2):79–85.
- [26] Shinsato T, Miyata M, Kubozono T, Ikeda Y, Fujita S, Kuwahata S, Akasaki Y, Hamasaki S, Fujiwara H, Tei C. Waon therapy mobilizes CD34+ cells and improves peripheral arterial disease. *J Cardiol* 2010;56(3):361–6.
- [27] Tei C, Shinsato T, Miyata M, Kihara T, Hamasaki S. Waon therapy improves peripheral arterial disease. *J Am Coll Cardiol* 2007;50(22):2169–71.
- [28] Fujita S, Ikeda Y, Miyata M, Shinsato T, Kubozono T, Kuwahata S, Hamada N, Miyauchi T, Yamaguchi T, Torii H, Hamasaki S, Tei C. Effect of Waon therapy on oxidative stress in chronic heart failure. *Circ J* 2011;75(2):348–56.
- [29] Beever R. The effects of repeated thermal therapy on quality of life in patients with type II diabetes mellitus. *J Altern Complement Med* 2010;16(6):677–81.
- [30] Oosterveld FG, Rasker JJ, Floors M, Landkroon R, van Rennes B, Zwijnenberg J, van de Laar MA, Koel GJ. Infrared sauna in patients with rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis. A pilot study showing good tolerance, short-term improvement of pain and stiffness, and a trend towards long-term beneficial effects. *Clin Rheumatol* 2009;28(1):29–34.
- [31] Hu KH, Li WT. Clinical effects of far-infrared therapy in patients with allergic rhinitis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007;2007:1479–82.
- [32] Lin CC, Chang CF, Lai MY, Chen TW, Lee PC, Yang WC. Far-infrared therapy: a novel treatment to improve access blood flow and unassisted patency of arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2007;18(3):985–92.
- [33] Hausswirth C, Louis J, Bieuzen F, Pournot H, Fournier J, Filliard JR, Brisswalter J. Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PLoS One* 2011;6(12):e27749.
- [34] Inoué S, Kabaya M. Biological activities caused by far-infrared radiation. *Int J Biometeorol* 1989;33(3):145–50.
- [35] Ogita S, Imanaka M, Matsuo S, Takebayashi T, Nakai Y, Fukumasu H, Matsumoto M, Iwanaga K. Effects of far-infrared radiation on lactation. *Ann Physiol Anthropol* 1990;9(2):83–91.
- [36] Ko GD, Berbrayer D. Effect of ceramic-impregnated "thermo-flow" gloves on patients with Raynaud's syndrome: randomized, placebo-controlled study. *Altern Med Rev* 2002;7(4):328–35.
- [37] Conrado LA, Munin E. Reduction in body measurements after use of a garment made with synthetic fibers embedded with ceramic nanoparticles. *J Cosmet Dermatol* 2011;10(1):30–5.
- [38] Lee CH, Roh JW, Lim CY, Hong JH, Lee JK, Min EG. A multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled trial evaluating the efficacy and safety of a far infrared-emitting sericite belt in patients with primary dysmenorrhea. *Complement Ther Med* 2011;19(4):187–93.
- [39] Liau BY, Leung TK, Ou MC, Ho CK, Yang A, Lin YS. Inhibitory effects of far-infrared ray-emitting belts on primary dysmenorrhea. *Int J Photoener* 2012. doi:10.1155/2012/238468.
- [40] Rao J, Paabo KE, Goldman MP. A double-blinded randomized trial testing the tolerability and efficacy of a novel topical agent with and without occlusion for the treatment of cellulite: a study and review of the literature. *J Drugs Dermatol* 2004;3(4):417–25.
- [41] Rao J, Gold MH, Goldman MP. A two-center, double-blinded, randomized trial testing the tolerability and efficacy of a novel therapeutic agent for cellulite reduction. *J Cosmet Dermatol* 2005;4(2):93–102.
- [42] York RM, Gordon IL. Effect of optically modified polyethylene terephthalate fiber socks on chronic foot pain. *BMC Complement Altern Med* 2009;9:10.
- [43] Chung H, Dai T, Sharma SK, Huang YY, Carroll JD, Hamblin MR. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Ann Biomed Eng* 2012;40(2):516–33.
- [44] Lane N. Cell biology: power games. *Nature* 2006;443(7114):901–3.
- [45] Chen AC-H, Huang YY, Arany PR, Hamblin MR. Role of reactive oxygen species in low level light therapy. *Proc SPIE* 2009. doi:10.1117/12.814890.
- [46] Chen AC, Arany PR, Huang YY, Tomkinson EM, Sharma SK, Kharkwal GB, Saleem T, Mooney D, Yull FE, Blackwell TS, Hamblin MR. Low-level laser therapy activates NF-κB via generation of reactive oxygen species in mouse embryonic fibroblasts. *PLoS One* 2011;6(7):e22453.
- [47] Huang YY, Chen AC, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose Response* 2009;7(4):358–83.
- [48] Hamblin MR. The role of nitric oxide in low level light therapy. *Proc SPIE* 2008. doi:10.1117/12.764918.
- [49] Zhang R, Mio Y, Pratt PF, Lohr N, Warltier DC, Whelan HT, Zhu D, Jacobs ER, Medhora M, Bienengraeber M. Near infrared light protects cardiomyocytes from hypoxia and reoxygenation injury by nitric oxide dependent mechanism. *J Mol Cell Cardiol* 2009;46(1):4–14.
- [50] Sommer AP, Zhu D, Mester AR, Försterling HD. Pulsed laser light forces cancer cells to absorb anticancer drugs – the role of water in nanomedicine. *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol* 2011;39(3):169–73.
- [51] Sommer AP, Caron A, Fecht HJ. Tuning nanoscopic water layers on hydrophobic and hydrophilic surfaces with laser light. *Langmuir* 2008;24(3):635–6.
- [52] Ravna AW, Syltrel. Homology modeling of transporter proteins (carriers and ion channels). *Methods Mol Biol* 2012;857:281–99.
- [53] Perez-Pinzon MA, Stetler RA, Fiskum G. Novel mitochondrial targets for neuroprotection. *J Cereb Blood Flow Metab* 2012;32(7):1362–76.
- [54] Cali T, Ottolini D, Brini M. Mitochondrial Ca(2+) as a key regulator of mitochondrial activities. *Adv Exp Med Biol* 2012;942:53–73.
- [55] Maréchal A, Rich PR. Water molecule reorganization in cytochrome c oxidase revealed by FTIR spectroscopy. *Proc Natl Acad Sci USA* 2011;108(21):8634–8.
- [56] Rich PR, Breton J. Attenuated total reflection Fourier transform infrared studies of redox changes in bovine cytochrome c oxidase: resolution of the redox Fourier transform infrared difference spectrum of heme a(3). *Biochemistry* 2002;41(3):967–73.
- [57] Heitbrink D, Sigurdson H, Bolwien C, Brzezinski P, Heberle J. Transient binding of CO to Cu(B) in cytochrome c oxidase is dynamically linked to structural changes around a carboxyl group: a time-resolved step-scan Fourier transform infrared investigation. *Biophys J* 2002;82(1 Pt 1):1–10.

6.2 Thérapie par infrarouge lointain pour les problèmes cardiovasculaires, auto-immuns et autres problèmes de santé chroniques : Une revue systématique

En anglais - lien vers l'article : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4935255/#>

Les auteurs de l'article faisant cette revue systématique :

M Shanshan Shui - École de génie médical, Université de technologie de Hefei, Hefei 230009, Chine & École de biotechnologie et de génie alimentaire, Université de technologie de Hefei, Hefei 230009, Chine

Xia Wang - École de génie médical, Université de technologie de Hefei, Hefei 230009, Chine

John Y Chiang - Département d'informatique et d'ingénierie, Université nationale Sun Yat-Sen, Kaohsiung 80424, Taïwan & Département d'administration des soins de santé et d'informatique médicale, Université médicale de Kaohsiung, Kaohsiung 80708, Taïwan

Lei Zheng - École de génie médical, Université de technologie de Hefei, Hefei 230009, Chine & École de biotechnologie et de génie alimentaire, Université de technologie de Hefei, Hefei 230009, Chine

Attention !

Article rétracté par le Site du NIH de la Librairie Nationale de médecine. Car cet article reproduit en grande partie un article précédemment publié et la politique de Publication du NIH n'a pas pour vocation à publier des Revue systématique faisant la synthèse d'autres travaux.

Cela ne signifie pas que les études cités dans cette revue ainsi que les conclusions des auteurs soient fausse.

Résumé

La thérapie physique (physiothérapie), une thérapie de médecine complémentaire et alternative, a été largement utilisée pour diagnostiquer et traiter diverses maladies et défauts. De plus en plus de preuves suggèrent que les rayons infrarouges lointains (FIR), un type vital de physiothérapie, améliorent la santé des patients souffrant de maladies cardiovasculaires, de diabète sucré et de maladies rénales chroniques. Néanmoins, les mécanismes moléculaires par lesquels les rayons infrarouges lointains fonctionnent restent insaisissables. L'objectif de cette étude était donc d'examiner et de résumer les résultats de recherches antérieures et d'élaborer les mécanismes moléculaires de la thérapie FIR dans divers types de maladies. En conclusion, la thérapie FIR peut être étroitement liée à l'augmentation de l'expression de l'oxyde nitrique synthase endothéliale ainsi qu'à la production d'oxyde nitrique et peut moduler les profils de certains miARN circulants ; ainsi, elle peut être un complément bénéfique aux traitements de certaines maladies chroniques qui n'entraînent pas d'effets indésirables.

Mots-clés : Thérapie physique, infrarouge lointain (FIR), maladies cardiovasculaires (MCV), diabète sucré (DM), miARN

Conclusion & perspectives

En tant que thérapie complémentaire potentielle, le rayonnement FIR a des effets thermiques et non thermiques. L'effet thermique de la thérapie FIR peut augmenter le flux sanguin et la vasodilatation en chauffant les tissus (hyperthermie), de manière similaire à la thérapie thermique ordinaire composée de coussins chauffants ou d'eau chaude.⁸⁷ En outre, le traitement FIR avec de faibles niveaux d'énergie délivrée (effet non thermique) a également des activités biologiques.^{88,89} Une étude portant sur des patients recevant un traitement HD a montré une diminution des niveaux de stress et de fatigue grâce à la stimulation FIR plutôt qu'au traitement thermique (coussins chauffants), ce qui a probablement été attribué à l'effet non thermique.¹⁰ Une explication de l'effet non thermique de niveaux d'énergie aussi faibles est que les couches d'eau nanoscopiques ont été perturbées par de faibles irradiations, ce qui a entraîné une modification de la structure des membranes cellulaires, puis a produit des effets thérapeutiques.⁸⁷

Depuis que la thérapie FIR a été fréquemment appliquée dans le domaine médical, de nombreux chercheurs ont tenté de déterminer les effets de ces nouveaux rayons FIR sur les systèmes biologiques. Le rayonnement FIR a

de multiples propriétés ; il n'a donc pas été possible d'identifier des relations directes entre ces propriétés. Les effets possibles comprennent la réduction du stress oxydatif, l'amélioration de la fonction endothéliale et l'inhibition de l'hyperplasie néointimale. En ce qui concerne l'effet du traitement par FIR sur la réduction du stress oxydatif, Masuda et al. ont montré que le traitement par FIR réduisait le stress oxydatif chez les patients présentant des facteurs de risque coronarien.²⁸

En outre, une diminution du stress oxydatif a été observée chez les patients atteints de diabète qui ont reçu un traitement par FIR.^{41,48}

En ce qui concerne l'effet sur la fonction endothéliale, un groupe d'intervention exposé aux rayons FIR a montré une amélioration plus rapide de la fonction endothéliale que les témoins non exposés dans les populations atteintes de MCV16 et d'IRC.⁶¹

En ce qui concerne le troisième mécanisme, Kipshidze et al. ont démontré que la NIL inhibait l'hyperplasie néointimale.⁵⁷

En outre, les rayons FIR ont été appliqués au traitement de diverses maladies chroniques, telles que l'hypertension, l'insuffisance cardiaque et le dysfonctionnement endothélial vasculaire, qui sont associées à l'épuisement de la tétrahydrobioptérine (BH4), un cofacteur essentiel pour les NO synthases.^{90,91}

La thérapie FIR améliore le flux sanguin dans les zones de surface chauffées, provoquant une augmentation de la contrainte de cisaillement vasculaire et un renforcement de l'activité de la GTP cyclohydrolase I, qui favorise la synthèse de BH4.^{92,93}

Ainsi, la disponibilité accrue de BH4 peut fournir un aperçu clé des mécanismes sous-jacents de la thérapie par le sauna. Une étude récente a démontré que les capillaires contrôlent le flux sanguin principalement en fonction de la relaxation active des péricytes.⁷⁸

En outre, la mort des péricytes en cas de rigidité entraîne une diminution permanente du flux sanguin dans les capillaires et endommage les neurones après l'AVC.⁹⁴⁻⁹⁶

Ces mécanismes ressemblent à ceux du RIF en ce qui concerne l'amélioration de la dilatation capillaire et du flux sanguin et peuvent refléter la promotion de la récupération de l'AVC par la stimulation du RIF. En d'autres termes, la thérapie FIR peut soulager l'AVC en inhibant la mort des péricytes.

Hormis les mécanismes susmentionnés, l'activité eNOS et l'augmentation du NO du traitement par rayonnement FIR peuvent être reconnues comme un contexte commun possible (Figure 1).⁹⁷

Une augmentation du flux sanguin induite par le traitement FIR augmente la contrainte de cisaillement, qui est un déterminant crucial de la fonction endothéliale et du phénotype dans l'athérosclérose. En outre, des données antérieures ont montré que la contrainte de cisaillement régulait l'expression des miARN dans les cellules endothéliales, et les miARN influencent la biologie endothéliale en réduisant l'apoptose et en activant la voie du NO.³⁴ Par conséquent, la thérapie FIR est une méthode thérapeutique potentielle pour traiter les MCV parce qu'elle augmente la contrainte de cisaillement en régulant l'expression des miARN. Globalement, le traitement par rayons FIR accélère le flux sanguin périphérique, ce qui entraîne une augmentation de la contrainte de cisaillement ; par conséquent, les niveaux de miARN sont élevés, suivis d'une augmentation de la production d'eNOS et de NO.

L'expression de l'activité de la NOS et des miARN a un rythme circadien et est étroitement associée aux mécanismes de contrôle régissant l'expression circadienne. Ayers et al. ont rapporté que l'activité de la NOS dans les reins de souris présentait une variation circadienne claire. Le niveau le plus élevé se produisait pendant la période d'obscurité et le niveau le plus bas pendant la période de lumière.⁹⁸ En outre, l'activation de la NOS médiait les effets de déphasage de la mélatonine et de la 5-hydroxytryptamine sur un pacemaker circadien des noyaux suprachiasmatiques (NSC) chez les rats.⁹⁹

De plus, en tant que régulateurs clés du processus de synchronisation circadienne, les niveaux de miARN-219 et de miARN-132 dans le NSC présentaient un rythme saillant, dont le niveau le plus élevé se produisait pendant le jour subjectif.¹⁰⁰

En outre, plusieurs miARN participent à la modulation du rythme circadien périphérique dans le foie de souris.^{101,102}

Des rythmes circadiens ont été observés dans l'incidence des maladies cérébrovasculaires, des maladies artérielles et des accidents vasculaires cérébraux ischémiques.103,104

Ces résultats suggèrent que la variation diurne de la NOS et des miARN peut être liée à celle de l'apparition de certaines maladies chroniques. Ces résultats suggèrent que la variation diurne de la NOS et des miARN peut être liée à l'apparition de certaines maladies chroniques. Par conséquent, les rayons FIR peuvent avoir des effets thérapeutiques frappants sur les traitements médicaux basés sur un rythme circadien. Toutefois, d'autres recherches prenant en compte des paramètres objectifs et des échantillons de taille suffisante doivent être menées sur des modèles animaux et des applications cliniques afin de révéler complètement l'effet fonctionnel des rythmes circadiens sur les rayons FIR.

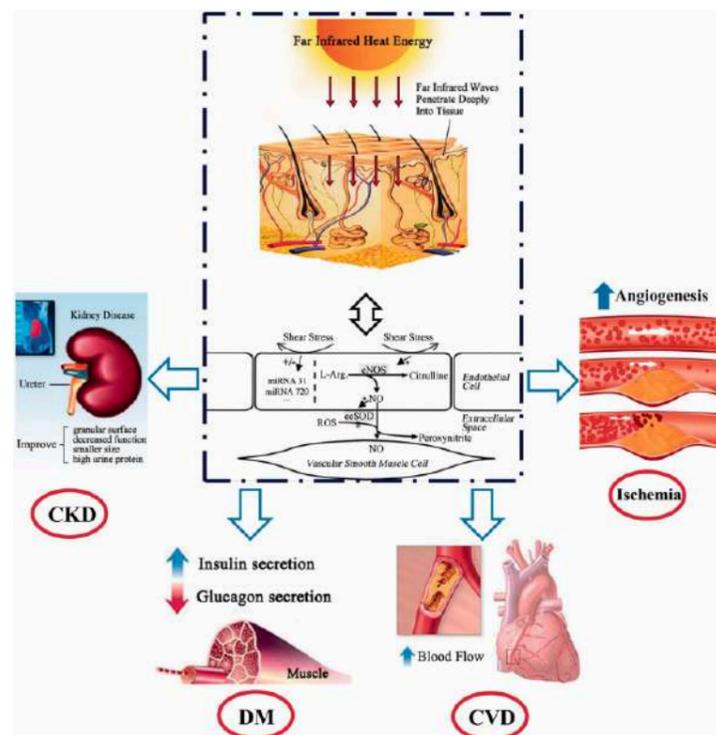


Figure 1

Effets de la thérapie par infrarouge lointain. Les rayons infrarouges lointains (FIR) permettent un transfert d'énergie multiple jusqu'à 2-3 cm de profondeur dans le stress de cisaillement sous les tissus sous-cutanés, ce qui entraîne une augmentation de l'activité de l'oxyde nitrique synthase endothéliale et une production d'oxyde nitrique. En outre, le rayonnement de la chaleur ou FIR peut réguler l'expression de certains miARN circulants dans les cellules endothéliales. En conséquence, le FIR permet de stimuler les tissus cutanés sans irriter ou surchauffer la peau, puis d'accélérer le flux sanguin, ce qui entraîne une augmentation de la production d'oxyde d'azote et améliore les symptômes des maladies chroniques (par exemple, les maladies cardiovasculaires, le diabète sucré et les maladies rénales chroniques). (Une version couleur de cette figure est disponible dans le journal en ligne).

Tableau 1

Études pertinentes pour les rayons de l'infrarouge lointain

| Maladie | Sujets | Type d'exposition | Durée | Paramètres primaires | Référence |
|------------------------------|---------|------------------------------|-------------|---|-----------|
| CVD | Humain | FIR sauna | 2 semaines | FMD | 16 |
| CVD | Humain | FIR sauna | 2 semaines | 8-epi-prostaglandine F2 α Pression artérielle systolique | 28 |
| CHF | Hamster | FIR sauna | 4 semaines | Production d'ARNm et de protéines NO eNOS | 24 |
| CHF | Humain | FIR sauna | 3 semaines | FMD 6MWD | 17 |
| DM | Humain | Stimulation locale de la FIR | 2 semaines | 8-epi-prostaglandine F2 α | 43 |
| DM | Humain | Stimulation locale de la FIR | 4 semaines | Cortisol Glycémie Insuline | 47 |
| DM | Souris | FIR sauna | 5 semaines | Flux sanguin Mobilisation et différenciation de l'EPC Stress oxydatif | 48 |
| ESRD | Humain | Stimulation locale de la FIR | 1 ans | Pétece non assistée Qa AVF Incidence du dysfonctionnement de l'AVF | 55 |
| CKD | Humain | Stimulation locale de la FIR | 1 ans | Perméabilité non assistée AVF PTA AVG PTA non assistée | 59 |
| CKD | Humain | Stimulation locale de la FIR | 1 ans | Taux de maturation de l'AVF AVF paétece non assistée | 61 |
| ischémie des membres arrière | Souris | FIR sauna | 5 semaines | Flux sanguin Densité capillaire eNOS expression AUCUNE production | 7 |
| PAD | Humain | FIR sauna | 10 semaines | Score de douleur Flux sanguin 6MWD | 4 |
| ischémie des testiculaires | Rat | Stimulation locale de la FIR | 30 min | Protéine HO-1 Apoptose des tissus testiculaires | 68 |

[Ouvrir dans une fenêtre séparée](#)

FIR : infrarouge lointain ; CVD : maladie cardiovasculaire ; FMD : dilatation dépendante de l'endothélium médiée par le flux ; CHF : insuffisance cardiaque chronique ; eNOS : synthase d'oxyde nitrique endothélial ; NO : oxyde nitrique ; 6MWD, distance de marche de 6 min ; DM : diabète sucré ; EPC : cellule progénitrice endothéliale ; ESRD : maladie rénale terminale ; Qa : débit d'accès ; AVF : fistule artérioveineuse ; IRC : maladie rénale chronique ; AVG : greffe artérioveineuse ; PTA : angioplasties transluminales percutanées ; PAD : maladie artérielle périphérique ; HO-1 : hème oxygénase-1.

Figure 2 Tableau 1

Les objectifs de cette étude étaient d'examiner et de résumer les données publiées sur le traitement FIR sur différents types de maladies et de délimiter les mécanismes de la thérapie FIR.

References citées dans l'article
(En anglais)

1. Toyokawa H, Matsui Y, Uhara J, Tsuchiya H, Teshima S, Naknishi H, Hon A Kwon, Azuma Y, Nagaoka T, Ogawa T, Kamiyama Y. Promotive effects of far-infrared ray on full-thickness skin wound healing in rats. *Exp Biol Med* (Maywood) 2003; 228: 724–9. [PubMed] [Google Scholar]

2. Hartel M, Hoffmann G, Wente MN, Martignoni ME, Buchler MW, Friess H. Randomized clinical trial of the influence of local water-filtered infrared A irradiation on wound healing after abdominal surgery. *Br J Surg* 2006; 93: 952–60. [PubMed] [Google Scholar]

3. Yu SY, Chiu JH, Yang SD, Hsu YC, Lui WY, Wu CW. Biological effect of far-infrared therapy on increasing skin microcirculation in rats. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2006; 22: 78–86. [PubMed] [Google Scholar]

4. Tei C. Waon therapy: soothing warmth therapy. *J Cardiol* 2007; 49: 301–4. [PubMed] [Google Scholar]

5. Bauer BA. Do infrared saunas have any health benefits? Available at: <http://www.bayareahospital.org/Article.aspx?ref=AN02154> (accessed 6 February 2015).

6. Tei C, Horikiri Y, Park J-C, Jeong J-W, Chang K-S, Toyama Y, Tanaka N. Acute hemodynamic improvement by thermal vasodilation in congestive heart failure. *Circulation* 1995; 91: 2582–90. [PubMed] [Google Scholar]

7. Akasaki Y, Miyata M, Eto H, Shirasawa T, Hamada N, Ileda Y, Brio S, Otsuji Y, Tei C. Repeated thermal therapy up-regulates endothelial nitric oxide synthase and augments angiogenesis in a mouse model of hindlimb ischemia. *Circ J* 2006; 70: 463–70. [PubMed] [Google Scholar]

8. Ise N, Katsuura T, Kikuchi Y, Miwa E. Effect of far-infrared radiation on forearm skin blood flow. *Ann Physiol Anthropol* 1987; 6: 31–31. [PubMed] [Google Scholar]

9. Kihara T, Biro S, Imamura M, Yoshijuku S, Takasaki K, Ikeda Y, Otsuji Y, Minagoe S, Toyama Y, Tei C. Repeated sauna treatment improves vascular endothelial and cardiac function in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 754–9. [PubMed] [Google Scholar]

10. Su LH, Wu KD, Lee LS, Wang H, Liu CF. Effects of far infrared acupoint stimulation on autonomic activity and quality of life in hemodialysis patients. *Am J Chin Med* 2009; 37: 215–26. [PubMed] [Google Scholar]

11. Oosterveld FG, Rasker JJ, Floors M, Rasker JJ, Floors M, Landkroon R, van Rennes B, Zwijnenberg J, van de Laar LAFH, Koel GJ. Infrared sauna in patients with rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis. *Clin Rheumatol* 2009; 28: 29–34. [PubMed] [Google Scholar]

12. Ryotokuji K, Ishimaru K, Kihara K, Namiki Y, Hozumi N. Effect of pinpoint plantar long-wavelength infrared light irradiation on subcutaneous temperature and stress markers. *Laser Ther* 2013; 22: 93–93. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

13. Matsumoto S, Kawahira K, Etoh S, Ikeda S, Tanaka N. Short-term effects of thermotherapy for spasticity on tibial nerve F-waves in post-stroke patients. *Int J Biometeorol* 2006; 50: 243–50. [PubMed] [Google Scholar]

14. Fuster V, Kelly BB. Promoting cardiovascular health in the developing world: a critical challenge to achieve global health. Washington, DC: National Academies Press, 2010. [PubMed] [Google Scholar]

15. Dantas AP, Jimenez-Altayo F, Vila E. Vascular aging: facts and factors. *Front Physiol* 2012; 3: 325–325. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

16. Imamura M, Biro S, Kihara T, Yoshifuku S, Takasaki K, Otsuji Y, Minagoe S, Toyama Y, Tei C. Repeated thermal therapy improves impaired vascular endothelial function in patients with coronary risk factors. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 1083–8. [PubMed] [Google Scholar]

17. Sobajima M, Nozawa T, Ihori H, Shida T, Ohori T, Suzuki T, Matsuki A, Yasumura S, Inoue H. Repeated sauna therapy improves myocardial perfusion in patients with chronically occluded coronary artery-related ischemia. *Int J Cardiol* 2013; 167: 237–43. [PubMed] [Google Scholar]

18. Ohori T, Nozawa T, Ihori H, Shida T, Sobajima M, Matsuki A, Yasumura S, Inoue H. Effect of repeated sauna treatment on exercise tolerance and endothelial function in patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol* 2012; 109:

100–4. [PubMed] [Google Scholar]

19. Panza JA, Quyyumi AA, Brush JE, Jr, Epstein SE. Abnormal endothelium-dependent vascular relaxation in patients with essential hypertension. *N Engl J Med* 1990; 323: 22–7. [PubMed] [Google Scholar]

20. Sorensen K, Celermajer D, Georgakopoulos D, Hatcher G, Betteridge D, Deanfield J. Impairment of endothelium-dependent dilation is an early event in children with familial hypercholesterolemia and is related to the lipoprotein (a) level. *Journal of Clinical Investigation* 1994; 93(1): 50–50. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

21. Johnstone MT, Creager SJ, Scales KM, Cusco JA, Lee BK, Creager MA. Impaired endothelium-dependent vasodilation in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Circulation* 1993; 88: 2510–6. [PubMed] [Google Scholar]

22. Celermajer D, Sorensen K, Georgakopoulos D, Bull C, Thomas O, Robinson J, Deanfield J. Cigarette smoking is associated with dose-related and potentially reversible impairment of endothelium-dependent dilation in healthy young adults. *Circulation* 1993; 88: 2149–55. [PubMed] [Google Scholar]

23. Anggard E. Nitric oxide: mediator, murderer, and medicine. *Lancet* 1994; 343: 1199–206. [PubMed] [Google Scholar]

24. Ikeda Y, Biro S, Kamogawa Y, Yoshifuku S, Eto H. Repeated sauna therapy increases arterial endothelial nitric oxide synthase expression and nitric oxide production in cardiomyopathic hamsters. *Circ J* 2005; 69: 722–9. [PubMed] [Google Scholar]

25. Park JH, Lee S, Cho DH, Park YM, Kang DH, Jo I. Far-infrared radiation acutely increases nitric oxide production by increasing Ca(2+) mobilization and Ca(2+)/calmodulin-dependent protein kinase II-mediated phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase at serine 1179. *Biochem Biophys Res Commun* 2013; 436: 601–6. [PubMed] [Google Scholar]

26. Pall ML. Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *J Cell Mol Med* 2013; 17: 958–65. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

27. Yuill KH, McNeish AJ, Kansui Y, Garland CJ, Dora KA. Nitric oxide suppresses cerebral vasomotion by sGC-independent effects on ryanodine receptors and voltage-gated calcium channels. *J Vasc Res* 2009; 47: 93–107. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

28. Masuda A, Miyata M, Kihara T, Minagoe S, Tei C. Repeated sauna therapy reduces urinary 8-epi-prostaglandin F(2alpha). *Jpn Heart J* 2004; 45: 297–303. [PubMed] [Google Scholar]

29. Singh N, Dhalla AK, Seneviratne C, Singal PK. Oxidative stress and heart failure. Cellular interactions in cardiac pathophysiology. New York: Springer, 1995, pp.77–81.

30. Patrono C, FitzGerald GA. Isoprostanes: potential markers of oxidant stress in atherothrombotic disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997; 17: 2309–15. [PubMed] [Google Scholar]

31. Gryglewski R, Palmer R, Moncada S. Superoxide anion is involved in the breakdown of endothelium-derived vascular relaxing factor. *Nature* 1986;320:454–6. [PubMed]

32. Malek AM, Izumo S, Alper SL. Modulation by pathophysiological stimuli of the shear stress-induced up-regulation of endothelial nitric oxide synthase expression in endothelial cells. *Neurosurgery* 1999; 45: 334–334. [PubMed] [Google Scholar]

33. Kuehbach A, Urbich C, Zeiher AM, Dimmeler S. Role of Dicer and Drosha for endothelial microRNA expression and angiogenesis. *Circ Res* 2007; 101: 59–68. [PubMed] [Google Scholar]

34. Weber M, Baker MB, Moore JP, Searles CD. MiR-21 is induced in endothelial cells by shear stress and modulates apoptosis and eNOS activity. *Biochem Biophys Res Commun* 2010; 393: 643–8. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

35. Ni C-W, Qiu H, Jo H. MicroRNA-663 upregulated by oscillatory shear stress plays a role in inflammatory response of endothelial cells. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2011; 300: H1762–9. [PMC free article] [PubMed]

[Google Scholar]

36. Wang H-W, Huang T-S, Lo H-H, Huang P-H, Lin C-C, Chang S-J, Liao K-H, Tsai C-H, Chan C-H, Tsai C-F, Cheng Y-C, Chiu Y-L, Tsai T-N, Cheng C-C, Cheng S-M. Deficiency of the microRNA-31–microRNA-720 pathway in the plasma and endothelial progenitor cells from patients with coronary artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2014; 34: 857–69. [PubMed] [Google Scholar]

37. Di Stefano V, Zaccagnini G, Capogrossi MC, Martelli F. microRNAs as peripheral blood biomarkers of cardiovascular disease. *Vasc Pharmacol* 2011; 55: 111–8. [PubMed] [Google Scholar]

38. Li C, Pei F, Zhu X, Duan DD, Zeng C. Circulating microRNAs as novel and sensitive biomarkers of acute myocardial infarction. *Clin Biochem* 2012; 45: 727–32. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

39. Gardner DG, Shoback DM. Greenspan's basic & clinical endocrinology, New York: McGraw-Hill Medical, 2007. [Google Scholar]

40. Association AD. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2008; 31: S55–60. [PubMed] [Google Scholar]

41. Davii G, Ciabattini G, Consoli A, Mezzetti A, Falco A, Santarone S, Pennese E, Vitacolonna E, Bucciarelli T, Costantini F, Capani F, Patrono C. In vivo formation of 8-iso-prostaglandin F2a and platelet activation in diabetes mellitus effects of improved metabolic control and vitamin e supplementation. *Circulation* 1999; 99: 224–9. [PubMed] [Google Scholar]

42. Wright D, Sutherland L. Antioxidant supplementation in the treatment of skeletal muscle insulin resistance: potential mechanisms and clinical relevance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008; 33: 21–31. [PubMed] [Google Scholar]

43. Kawaura A, Tanida N, Kamitani M, Akiyama J, Mizutani M, Tsugawa N, Okano T, Takeda E. The effect of leg hyperthermia using far infrared rays in bedridden subjects with type 2 diabetes mellitus. *Acta Med Okayama* 2010; 64: 143–7. [PubMed] [Google Scholar]

44. Guzik TJ, West NE, Black E, McDonald D, Ratnatunga C, Pillai R, Channon KM. Vascular superoxide production by NAD (P) H oxidase association with endothelial dysfunction and clinical risk factors. *Circ Res* 2000; 86: e85–90. [PubMed] [Google Scholar]

45. Duplain H, Burcelin R, Sartori C, Cook S, Egli M, Lepori M, Vollenweider P, Pedrazzini T, Nicod P, Thorens B, Scherrer U. Insulin resistance, hyperlipidemia, and hypertension in mice lacking endothelial nitric oxide synthase. *Circulation* 2001; 104: 342–5. [PubMed] [Google Scholar]

46. Roy MS, Roy A, Brown S. Increased urinary-free cortisol outputs in diabetic patients. *J Diabetes Complications* 1998; 12: 24–7. [PubMed] [Google Scholar]

47. Ryotokuji K, Ishimaru K, Kihara K, Namiki Y, Hozumi N. Preliminary results of pinpoint plantar long-wavelength infrared light irradiation on blood glucose, insulin and stress hormones in patients with type 2 diabetes mellitus. *Laser Ther* 2013; 22: 209–14. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

48. Huang PH, Chen JW, Lin CP, Chen YH, Chen YH, Wang CH, Leu HB, Lin SJ. Far infra-red therapy promotes ischemia-induced angiogenesis in diabetic mice and restores high glucose-suppressed endothelial progenitor cell functions. *Cardiovasc Diabetol* 2012; 11: 99–99. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

49. Asahara T, Murohara T, Sullivan A, Silver M, Rien van der Zee, Li T, Witzendichler B, Schatteman G, Isner J-M. Isolation of putative progenitor endothelial cells for angiogenesis. *Science* 1997; 275: 964–6. [PubMed] [Google Scholar]

50. Chen Y-H, Lin S-J, Lin F-Y, Wu T-C, Tsao C-R, Huang P-H, Liu P-L, Chen Y-L, Chen J-W. High glucose impairs early and late endothelial progenitor cells by modifying nitric oxide-related but not oxidative stress-mediated mechanisms. *Diabetes* 2007; 56: 1559–68. [PubMed] [Google Scholar]

51. Aicher A, Heeschen C, Mildner-Rihm C, Urbich C, Ihling C, Technau-Ihling K, Zeiher AM, Dimmeler S. Essential role of endothelial nitric oxide synthase for mobilization of stem and progenitor cells. *Nat Med* 2003; 9: 1370–6. [PubMed]

[Google Scholar]

52. Levey AS, Coresh J, Balk E, Kausz AT, Levin A, Steffes MW, Hogg RJ, Perrone RD, Lau J, Eknoyan G. National Kidney Foundation practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Ann Intern Med* 2003; 139: 137–47. [PubMed] [Google Scholar]

53. Maya ID, Oser R, Saddekni S, Barker J, Allon M. Vascular access stenosis: comparison of arteriovenous grafts and fistulas. *Am J Kidney Dis* 2004; 44: 859–65. [PubMed] [Google Scholar]

54. Feldman HI, Kobrin S, Wasserstein A. Hemodialysis vascular access morbidity. *J Am Soc Nephrol* 1996; 7: 523–35. [PubMed] [Google Scholar]

55. Lin CC, Chang CF, Lai MY, Chen TW, Lee PC, Yang WC. Far-infrared therapy: a novel treatment to improve access blood flow and unassisted patency of arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2007; 18: 985–92. [PubMed] [Google Scholar]

56. Lin C-C, Chang C-F, Chiou H-J, Sun Y-C, Chiang S-S, Lin M-W, Lee P-C, Yang W-C. Variable pump flow-based Doppler ultrasound method: a novel approach to the measurement of access flow in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16: 229–36. [PubMed] [Google Scholar]

57. Kipshidze N, Nikolaychik V, Muckerheldi M, Keelan MH, Chekanov V, Maternowski M, Chawla P, Hernandez I, Iyer S, Dangas G, Sahota H, Leon MB, Roubin G, Moses JW. Effect of short pulsed nonablative infrared laser irradiation on vascular cells in vitro and neointimal hyperplasia in a rabbit balloon injury model. *Circulation* 2001; 104: 1850–5. [PubMed] [Google Scholar]

58. Roy-Chaudhury P, Sukhatme VP, Cheung AK. Hemodialysis vascular access dysfunction: a cellular and molecular viewpoint. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17: 1112–7. [PubMed] [Google Scholar]

59. Lai CC, Fang HC, Mar GY, Liou JC, Tseng CJ, Liu CP. Post-angioplasty far infrared radiation therapy improves 1-year angioplasty-free hemodialysis access patency of recurrent obstructive lesions. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2013; 46: 726–32. [PubMed] [Google Scholar]

60. Dember LM, Beck GJ, Allon M, Delmez JA, Dixon BS, Greenberg A, Himmelfarb H, Vazquez MA, Gassman JJ, Greene T, Radeva MK, Braden GL, Ikizler TA, Rocco MV, Davidson IJ, Kaufman JS, Meyers CM, Kusek JW, Feldman HI. Effect of clopidogrel on early failure of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008; 299: 2164–71. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

61. Lin C-C, Yang W-C, Chen M-C, Liu W-S, Yang C-Y, Lee P-C. Effect of far infrared therapy on arteriovenous fistula maturation: an open-label randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2013; 62: 304–11. [PubMed] [Google Scholar]

62. Lewis SL, Dirksen SR, Heitkemper MM, Bucher L. Medical-surgical nursing: assessment and management of clinical problems, single volume, St. Louis, MO: Elsevier Health Sciences, 2013. [Google Scholar]

63. Lin CC, Liu XM, Peyton K, Wang H, Yang WC, Lin SJ, Durante W. Far infrared therapy inhibits vascular endothelial inflammation via the induction of heme oxygenase-1. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2008; 28: 739–45. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

64. Choi A, Alam J. Heme oxygenase-1: function, regulation, and implication of a novel stress-inducible protein in oxidant-induced lung injury. *Am J Respir Cell Mol Biol* 1996; 15: 9–19. [PubMed] [Google Scholar]

65. Stocker R, Glazer AN, Ames BN. Antioxidant activity of albumin-bound bilirubin. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1987; 84: 5918–22. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

66. Morita T, Perrella MA, Lee M-E, Kourembanas S. Smooth muscle cell-derived carbon monoxide is a regulator of vascular cGMP. *Proc Natl Acad Sci* 1995; 92: 1475–9. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

67. Tu Y-P, Chuang S-J, Chen S-C, Liu Y-H, Chen C-F, Hour T-C. Simvastatin induces the expression of hemeoxygenase-1 against ischemia–reperfusion injury on the testes in rats. *Toxicol Lett* 2011; 207: 242–50. [PubMed] [Google Scholar]

68. Tu YP, Chen SC, Liu YH, Chen CF, Hour TC. Postconditioning with far-infrared irradiation increases heme oxygenase-1 expression and protects against ischemia/

- reperfusion injury in rat testis. *Life Sci* 2013; 92: 35–41. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
69. Tei C, Shinsato T, Miyata M, Kihara T, Hamasaki S. Waon therapy improves peripheral arterial disease. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50: 2169–71. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
70. Cooke JP, Losordo DW. Nitric oxide and angiogenesis. *Circulation* 2002; 105: 2133–5. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
71. Ziche M, Morbidelli L, Choudhuri R, Zhang HT, Donnini S, Granger HJ, Bicknell R. Nitric oxide synthase lies downstream from vascular endothelial growth factor-induced but not basic fibroblast growth factor-induced angiogenesis. *J Clin Invest* 1997; 99: 2625–2625. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
72. Hsu YH, Chen YC, Chen TH, Sue YM, Cheng TH, Chen JR, Chen CH. Far-infrared therapy induces the nuclear translocation of PLZF which inhibits VEGF-induced proliferation in human umbilical vein endothelial cells. *PLoS one* 2012; 7: e30674–e30674. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
73. Hwang S, Lee D-H, Lee I-K, Park YM, Jo I. Far-infrared radiation inhibits proliferation, migration, and angiogenesis of human umbilical vein endothelial cells by suppressing secretory clusterin levels. *Cancer Lett* 2014; 346: 74–83. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
74. Balabanov R, Washington R, Wagnerova J, Dore-Duffy P. CNS microvascular pericytes express macrophage-like function, cell surface integrin α M, and macrophage marker ED-2. *Microvasc Res* 1996; 52: 127–42. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
75. Díaz-Flores L, Gutiérrez R, Varela H. Angiogenesis: an update. *Histol Histopathol* 1994;9:807–43. [[PubMed](#)]
76. Hayashi T, Noshita N, Sugawara T, Chan PH. Temporal profile of angiogenesis and expression of related genes in the brain after ischemia. *J Cereb Blood Flow Metab* 2003; 23: 166–80. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
77. Kokovay E, Li L, Cunningham LA. Angiogenic recruitment of pericytes from bone marrow after stroke. *J Cereb Blood Flow Metab* 2006; 26: 545–55. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
78. Hall CN, Reynell C, Gesslein B, Hamilton NB, Mishra A, Sutherland BA, O'Farrell FM, Buchan AM, Lauriten M, Attwell D. Capillary pericytes regulate cerebral blood flow in health and disease. *Nature* 2014. 508: 55–60. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
79. Masuda A, Koga Y, Hattanmaru M, Minagoe S, Tei C. The effects of repeated thermal therapy for patients with chronic pain. *Psychother Psychosom* 2005; 74: 288–94. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
80. Masuda A, Kihara T, Fukudome T, Shinsato T, Minagoe S, Tei C. The effects of repeated thermal therapy for two patients with chronic fatigue syndrome. *J Psychosom Res* 2005; 58: 383–7. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
81. Matsushita K, Masuda A, Tei C. Efficacy of Waon therapy for fibromyalgia. *Intern Med* 2008; 47: 1473–6. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
82. Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Miyata R, Kawahira K. Effects of thermal therapy combining sauna therapy and underwater exercise in patients with fibromyalgia. *Complement Ther Clin Pract* 2011; 17: 162–6. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
83. Hausswirth C, Louis J, Bieuzen F, Pournot H, Fournier J, Fillion J-R, Brisswalter J. Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PLoS one* 2011; 6: e27749–e27749. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
84. Huang CY, Yang RS, Kuo TS, Hsu KH. Phantom limb pain treated by far infrared ray. *Conf Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2009; 2009: 1589–91. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
85. Chang Y, Liu YP, Liu CF. The effect on serotonin and MDA levels in depressed patients with insomnia when far-infrared rays are applied to acupoints. *Am J Chin Med* 2009; 37: 837–42. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
86. Chiang C, Romero L. Cutaneous lymphoid hyperplasia (pseudolymphoma) in a tattoo after far infrared light. *Dermatol Surg* 2009; 35: 1434–8. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
87. Vatanserver F, Hamblin MR. Far infrared radiation (FIR): Its biological effects and medical applications. *Photonics Lasers Med* 2012; 1: 255–66. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
88. Inoué S, Kabaya M. Biological activities caused by far-infrared radiation. *Int J Biometeorol* 1989; 33: 145–50. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
89. Chou K-S, Lu Y-C. The application of nanosized silver colloids in far infrared low-emissive coating. *Thin Solid Films* 2007; 515: 7217–21. [[Google Scholar](#)]
90. Porkert M, Sher S, Reddy U, Cheema F, Niessner C, Kolm P, Jones DP, Hooper C, Taylor WR, Harrison D, Quyyumi AA. Tetrahydrobiopterin: a novel antihypertensive therapy. *J Hum Hypertens* 2008; 22: 401–7. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
91. Antoniadou C, Shirodaria C, Crabtree M, Rinze R, Alp N, Cunningham C, Diesch J, Tousoulis D, Stefanadis C, Lesson P, Ratnatunga C, Pilli R, Channon KM. Altered plasma versus vascular biopterins in human atherosclerosis reveal relationships between endothelial nitric oxide synthase coupling, endothelial function, and inflammation. *Circulation* 2007; 116: 2851–9. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
92. Pall ML. Do sauna therapy and exercise act by raising the availability of tetrahydrobiopterin? *Med Hypotheses* 2009; 73: 610–13. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
93. Audhya T, Pall ML, Green JA. A study of sauna therapy in myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome patients shows sauna action via raised tetrahydrobiopterin and confirms three predictions of the NO/ONOO-cycle. *Townsend Lett* 2013; 364: 60–64. [[Google Scholar](#)]
94. Hauck EF, Apostel S, Hoffmann JF, Heimann A, Kempfski O. Capillary flow and diameter changes during reperfusion after global cerebral ischemia studied by intravital video microscopy. *J Cereb Blood Flow Metab* 2004; 24: 383–91. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
95. Leffler CW, Beasley DG, Busija DW. Cerebral ischemia alters cerebral microvascular reactivity in newborn pigs. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 1989; 257: H266–71. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
96. Baird A, Donnan G, Austin M, Fitt G, Davis S, McKay W. Reperfusion after thrombolytic therapy in ischemic stroke measured by single-photon emission computed tomography. *Stroke* 1994; 25: 79–85. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
97. Leung T-K, Lee C-M, Lin M-Y, Ho Y-S, Chen C-S, Wu C-H, Lin Y-S. Far infrared ray irradiation induces intracellular generation of nitric oxide in breast cancer cells. *J Med Biol Eng* 2009; 29: 15–8. [[Google Scholar](#)]
98. Ayers NA, Kapás L, Krueger JM. Circadian variation of nitric oxide synthase activity and cytosolic protein levels in rat brain. *Brain Res* 1996; 707: 127–30. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
99. Starkey SJ. Melatonin and 5-hydroxytryptamine phase-advance the rat circadian clock by activation of nitric oxide synthesis. *Neurosci Lett* 1996; 211: 199–202. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
100. Cheng H-YM, Papp JW, Varlamova O, Dziema H, Russell B, Curfman JP, Nakazawa T, Shimizu K, Okamura H, Impy S, Obrietan K. microRNA modulation of circadian-clock period and entrainment. *Neuron* 2007; 54: 813–29. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
101. Na Y-J, Sung JH, Lee SC, Lee YJ, Choi YJ, Park WY, Shin HS, Kim JH. Comprehensive analysis of microRNA-mRNA co-expression in circadian rhythm. *Exp Mol Med* 2009; 41: 638–47. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
102. Gattfield D, Le Martelot G, Vejnar CE, Gerlach D, Schaad O, Fleury-Olela F, Ruskeepää AL, Oresic M, Esau CC, Zdobnov EM, Schibler U. Integration of microRNA miR-122 in hepatic circadian gene expression. *Genes Dev* 2009; 23: 1313–26. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
103. Quyyumi AA. Circadian rhythms in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1990; 120: 726–33. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
104. Shaw E, Tofler GH. Circadian rhythm and cardiovascular disease. *Curr Atheroscler Rep* 2009; 11: 289–95. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- z

Ce document a été réalisé en collaboration avec et pour la société **INFRALUXE** par la société Sillelec - 25 rue du Docteur Touchard - 72140 Sillé-le-Guillaume.

Du fait que certaines licences graphiques ont été obtenues par la société Sillelec et ont été utilisées dans ce document, l'auteur de celui-ci se réserve les droits de modification ou de transformation du document qui ne devront jamais être faite sans l'accord de celle-ci.

La société **INFRALUXE** est autorisée à l'imprimer et à le diffuser dans le cadre de son activité commerciale.
Tous autres droits sont réservés à la société Sillelec.

Toutes les images ou logo de la marque **INFRALUXE** reste la propriété exclusive de la marque **INFRALUXE** et ne sont en aucun cas liés à ce document.



INFRA·LUXE

INNOVATION CHAUFFAGE INFRAROUGE

Chauffage d'excellence Personnalisé