

Infrarood

1. Stimuleert microcirculatie

- Infrarood therapie zorgt voor een toename van stikstofoxide in het bloed, waardoor de vaten en de kleinere bloedvaten (microcirculatie) meer openstaan en een betere doorbloeding hebben¹². Bovendien stimuleert roodlicht de angiogenese: de vorming van nieuwe bloedvaten³.
- Het wordt gebruikt voor allerlei aandoeningen van de bloedvaten.
 - Zo wordt er bijvoorbeeld infrarood therapie ingezet bij patiënten met diabetes wiens voeten een slechte bloedvoorziening hebben om de circulatie – en zuurstofvoorziening – te verbeteren⁴.
 - Infrarood licht zorgt ook voor de aanmaak van hemeoxygenase-1: een stof die de microcirculatie stimuleert en de omgevende stikstof aanmaak bevordert⁵⁶.
 - Infrarood licht bevat ook ontstekingsremmende eigenschappen, waardoor het micro ontstekingen in de vaten tegengaat. Dit draagt bij aan het stimulerende effect op de circulatie, angiogenese en betere functionerende cellen van de bloedvaten⁷⁸.

2. Verbeterd afvoer lymfe

- Naast de bloedcirculatie is onze aan- en afvoer van lymfe het grootste circulatiesysteem van ons lichaam.
- Infraroodtherapie
- Infraroodtherapie wordt al langere tijd gebruikt voor het behandeling van lymfoedeem. De studies laten zien dat het de 4 componenten van lymfoedeem doet afnemen: vocht, vet, eiwitten en hyaluronan waardoor de zwelling afneemt.
- Door de warmteproducerende eigenschappen kan infrarood therapie de eiwitten in lymfesysteem deels afbreken, waardoor de lymfedrainage wordt gestimuleerd. Bovendien zorgt infraroodtherapie voor de aanmaak van interleuke-6: deze stof zorgt voor de vorming van nieuwe afvoerkanalen van de lymfe⁹¹⁰¹¹.
- Door de bloedvatverwijdende eigenschappen wordt ook de circulatie van het lymfesysteem gestimuleerd¹²¹³¹⁴.
- Naast deze vasodilerende eigenschappen stimuleert infraroodtherapie ook de cellen van langerhans, macrofagen en endotheliale cellen. Door dit signaal filteren macrofagen eiwitten uit de lymfe, waardoor de circulatie wordt gestimuleerd¹⁵¹⁶¹⁷.

3. Stimuleert mitochondrien

Infrarood therapie stimuleert mitochondrien¹⁸¹⁹²⁰. Het infrarood licht verhoogt namelijk de activiteit van het enzym cytochroom c oxidase, waardoor uiteindelijk ATP (energie) wordt gevormd²¹²²²³²⁴²⁵²⁶.

Als gevolg hiervan is er meer energie beschikbaar en worden signalen tussen de cellen sneller doorgegeven. Voor atleten is het dan ook een erg veel gebruikte therapie: Het stimuleert namelijk ook aanmaak van ATP in de spieren, waardoor het prestatievermogen en het herstel kan verbeteren²⁷²⁸²⁹³⁰³¹³²³³³⁴.

¹Tsagkaris C, Papazoglou AS, Eleftheriades A, Tsakopoulos S, Alexiou A, Găman MA, Moysidis DV. Infrared Radiation in the Management of Musculoskeletal Conditions and Chronic Pain: A Systematic Review. Eur J Investig Health Psychol Educ. 2022 Mar 14;12(3):334-343. doi: 10.3390/ejihpe12030024. PMID: 35323210; PMCID: PMC8946909.

²Gribbe, O., Samuelson, U. E., & Wiklund, N. P. (2007). Effects of nitric oxide synthase inhibition on blood flow and survival in experimental skin flaps. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery, 60(3), 287–293.

Infrarood

- ³Lin, C. C., Liu, X. M., Peyton, K., Wang, H., Yang, W. C., Lin, S. J., & Durante, W. (2008). Far infrared therapy inhibits vascular endothelial inflammation via the induction of hemoxygenase-1. *Arterio- sclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 28(4), 739–745. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.107.160085>.
- ⁴Wang, Y.-H., Cheng, F.-Y., Chao, Y.-F. C., Liu, C.-Y., & Chang, Y. (2020). Effects of Far-Infrared Therapy on Foot Circulation Among Hemodialysis Patients With Diabetes Mellitus. *Biological Research For Nursing*, 109980042092373. doi:10.1177/1099800420923730.
- ⁵Chang, Y. (2018). The effect of far infrared radiation therapy on inflammation regulation in lipopolysaccharide-induced peritonitis in mice. *SAGE Open Medicine*, 6, 1–7. <https://doi.org/10.1177/2050312118798941>
- ⁶Yu, S. Y., Chiu, J. H., Yang, S. D., Hsu, Y. C., Lui, W. Y., & Wu, C. W. (2006). Biological effect of far-infrared therapy on increasing skin microcirculation in rats. *Photodermatology, Photoimmunology, & Photomedicine*, 22(2), 78–86. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0781.2006.00208.x>
- ⁷Fraisl, P., Mazzone, M., Schmidt, T., & Carmeliet, P. (2009). Regulation of angiogenesis by oxygen and metabolism. *Developmental Cell*, 16(2), 167–179. <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2009.01.003>.
- ⁸Chen, C. F., Yang, W. C., & Lin, C. C. (2016). An update of the effect of far infrared therapy on arteriovenous access in end-stage renal disease patients. *Journal of Vascular Access*, 17(4), 293–298. <https://doi.org/10.5301/jva.5000561>.
- ⁹Li, K., Zhang, Z., Liu, N. F., Feng, S. Q., Tong, Y., Zhang, J. F., ... Zhang, Y. X. (2017). Efficacy and safety of far infrared radiation in lymphedema treatment: clinical evaluation and laboratory analysis. *Lasers in Medical Science*, 32(3), 485–494. doi:10.1007/s10103-016-2135-0.
- ¹⁰Piller N, Thelander A (1998) Treating chronic post mastectomy lymphoedema with low level laser therapy: a cost effective strategy to reduce lymphoedema severity and improve the quality of patient life. *Lymphology* 31:74–86.
- ¹¹Wong CH, Lin LC, Lee HH, Liu CF (2012) The analgesic effect of thermal therapy after total knee arthroplasty. *J Altern Complement Med* 18:175–179.
- ¹²Bruns F, Micke O, Bremer M (2003) Current status of selenium and other treatments for secondary lymphedema. *J Support Oncol* 1: 121–130.
- ¹³Hwang WT, Chung SH, Lee JS (2015) Complex decongestive physical therapy and low-level laser therapy for the treatment of pediatric congenital lymphedema: a case report. *J Phys Ther Sci* 27: 2021–2022.
- ¹⁴Liu NF, Olszewski W (1993) The influence of local hyperthermia on lymphedema and lymphedematous skin of the human leg. *Lymphology* 26:28–37.
- ¹⁵Cao W, Zhang D, Gan J (1999) Effects of microwave baking on the immunological cells in primary lymphedema patients. *Zhonghua Zheng Xing Shao Shang Wai Ke Za Zhi* 15:357–359.

Infrarood

¹⁶Cao W, Zhang D, Gan J (2000) Microwave effect on immunological response of chronic limb lymphedema. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 14:105–109.

¹⁷YuSY, ChiuJH, YangSD, HsuYC, LuiWYetal(2006) Biological effect of far-infrared therapy on increasing skin microcirculation in rats. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 22:78–86.

¹⁸Wong-Riley, M. T. et al. Photobiomodulation directly benefits primary neurons functionally inactivated by toxins: role of cytochrome c oxidase. *The Journal of biological chemistry* 280, 4761–4771 (2005).

¹⁹Schindl A, Schindl M, Pernerstorfer-Schön H, Schindl L. Low-intensity laser therapy: a review. *J Investig Med*. 2000 Sep;48(5):312-26. PMID: 10979236.

²⁰Pastore, D., Greco, M. & Passarella, S. Specific helium-neon laser sensitivity of the purified cytochrome c oxidase. *International journal of radiation biology* 76, 863–870 (2000).

21

²²Hamblin MR. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys*. 2017;4(3):337-361. doi: 10.3934/biophy.2017.3.337. Epub 2017 May 19. PMID: 28748217; PMCID: PMC5523874.

²³Hamblin MR. Mechanisms and Mitochondrial Redox Signaling in Photobiomodulation. *Photochem Photobiol*. 2018 Mar;94(2):199-212. doi: 10.1111/php.12864. Epub 2018 Jan 19. PMID: 29164625; PMCID: PMC5844808.

²⁴Amaroli A, Benedicenti A, Ferrando S, Parker S, Selting W, Gallus L, Benedicenti S. Photobiomodulation by Infrared Diode Laser: Effects on Intracellular Calcium Concentration and Nitric Oxide Production of Paramecium. *Photochem Photobiol*. 2016 Nov;92(6):854-862. doi: 10.1111/php.12644. Epub 2016 Nov 3. PMID: 27716941.

²⁵Karu TI. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation. *Photochem Photobiol*. 2008;84:1091–1099.

²⁶Pan LC, Hang NL, Colley MMS, Chang J, Hsiao YC, Lu LS, Li BS, Chang CJ, Yang TS. Single Cell Effects of Photobiomodulation on Mitochondrial Membrane Potential and Reactive Oxygen Species Production in Human Adipose Mesenchymal Stem Cells. *Cells*. 2022 Mar 11;11(6):972. doi: 10.3390/cells11060972. PMID: 35326423; PMCID: PMC8946980.

²⁷De Marchi T, Schmitt VM, Danúbia da Silva Fabro C, et al. Phototherapy for Improvement of Performance and Exercise Recovery: Comparison of 3 Commercially Available Devices. *J Athl Train*. 2017;52(5):429-438. doi:10.4085/1062-6050-52.2.09.

²⁸Tsai SR, Hamblin MR. Biological effects and medical applications of infrared radiation. *J Photochem Photobiol B*. 2017;170:197-207. doi:10.1016/j.jphotobiol.2017.04.014.

Infrarood

²⁹Loturco I, et al. Effects of far infrared rays emitting clothing on recovery after an intense plyometric exercise bout applied to elite soccer players: a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Biol Sport*. 2016;33(3):277–283.

³⁰Leal EC, Junior, Lopes-Martins RA, Rossi RP, De Marchi T, Baroni BM, de Godoi V, Marcos RL, Ramos L, Bjordal JM. Effect of cluster multi-diode light emitting diode therapy (LEDT) on exercise-induced skeletal muscle fatigue and skeletal muscle recovery in humans. *Lasers Surg Med*. 2009;41(8):572–7.

³¹Lopes-Martins RA, Marcos RL, Leonardo PS, Prianti AC, Jr, Muscará MN, Aimbire F, Frigo L, Iversen VV, Bjordal JM. Effect of low-level laser (Ga-Al-As 655 nm) on skeletal muscle fatigue induced by electrical stimulation in rats. *J Appl Physiol*. 2006;101(1):283–8.

³²Red (660 nm) and infrared (830 nm) low-level laser therapy in skeletal muscle fatigue in humans: what is better? de Almeida P, Lopes-Martins RA, De Marchi T, Tomazoni SS, Albertini R, Corrêa JC, Rossi RP, Machado GP, da Silva DP, Bjordal JM, Leal Junior EC
Lasers Med Sci. 2012 Mar; 27(2):453-8.

³³Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress.

De Marchi T, Leal Junior EC, Bortoli C, Tomazoni SS, Lopes-Martins RA, Salvador M
Lasers Med Sci. 2012 Jan; 27(1):231-6.

³⁴Effects of low-level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial.

Vieira WH, Ferraresi C, Perez SE, Baldissera V, Parizotto NA
Lasers Med Sci. 2012 Mar; 27(2):497-504.