

IHR FACHMAGAZIN FÜR ANGEWANDTE KOMPLEMENTÄRMEDIZIN

Magnesium und Vitamin K

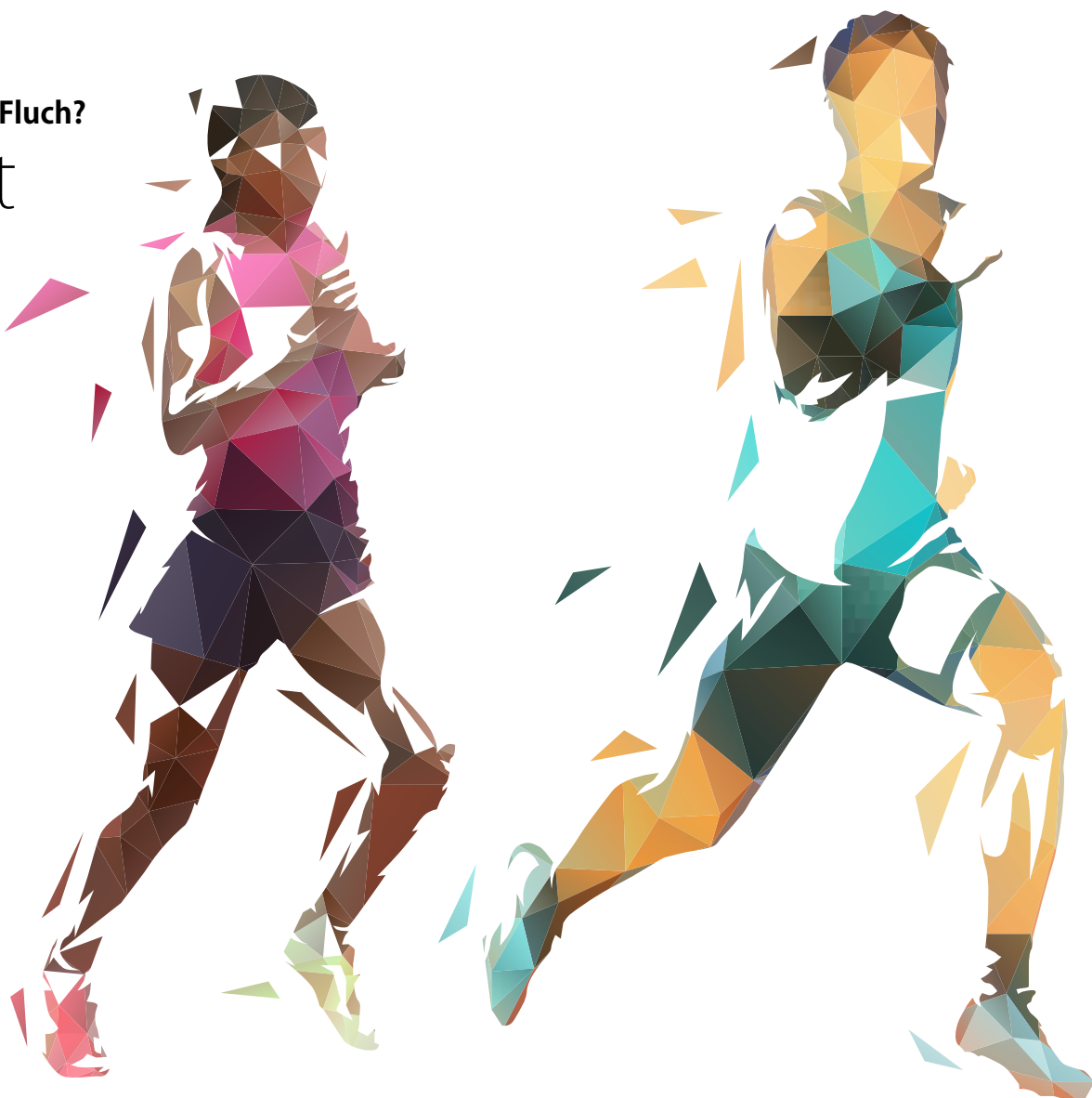
Herz und Gefäße

Der Sarkopenie entgegenwirken

Bewegungsapparat

Laufsport –
Segen oder Fluch?

Sport



Therapie mit kaltem Rot- und Nahinfrarotlicht

Eine Einführung

#Kaltes Rot- und Nahinfrarotlicht
#mitochondriale Energieproduktion
#Schmerzbehandlung #Entzündungen
#schwacher metabolischer Stress

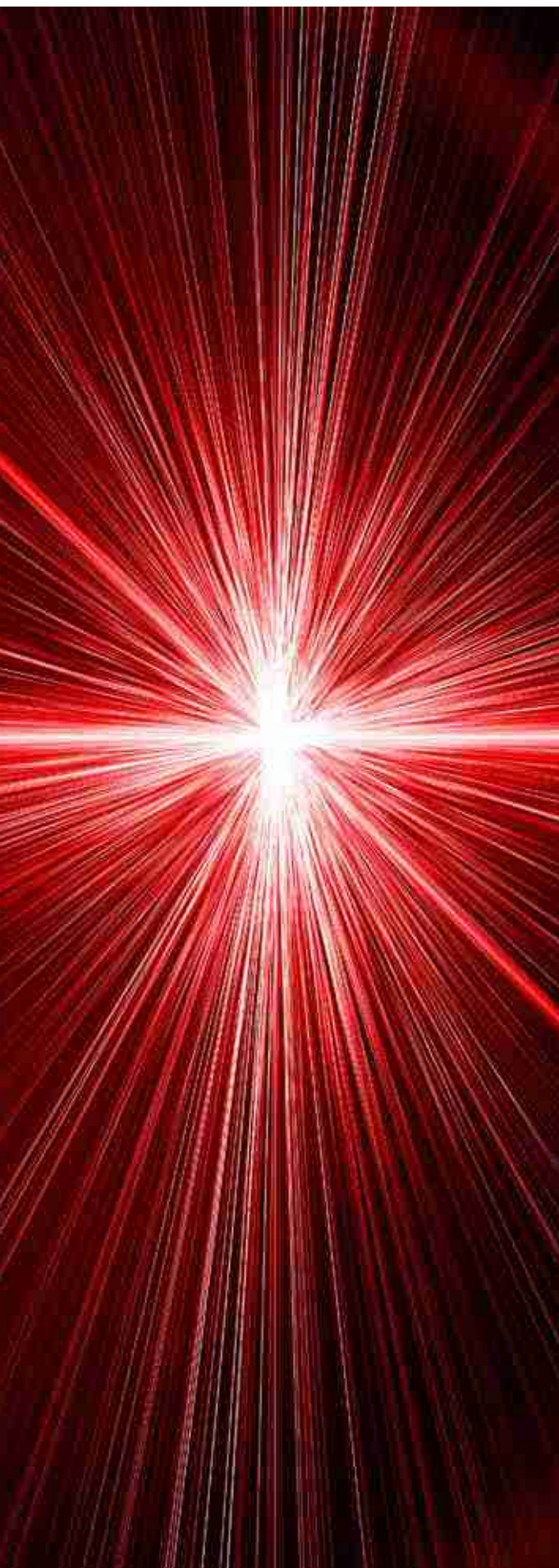


Foto: © Jürgen Fälchle - StockAdobe.com

Dr. rer. nat. Jens Tesmer, Dipl.-Biol.

Seit dem Experiment aus dem Jahr 1967 von Dr. Endre Meszter von der Semmelweis-Universität in Ungarn weiß man um die positiven Effekte der Anwendung von kaltem Rotlicht. Damals arbeitete man mit teuren Lasergeräten, die gebündeltes, kohärentes Licht erzeugten. Später kamen die deutlich preiswerteren Leuchtdioden (LEDs) auf den Markt. Diese lieferten ebenfalls Licht im engen Wellenlängenbereich und in ähnlicher Intensität, allerdings war das Licht der Leuchtdioden nicht gebündelt und nicht kohärent.

Doch wie sich in zahlreichen Experimenten herausstellte, waren sowohl das Laserlicht als auch das Licht der LEDs ähnlich wirksam. Außerdem zeigte neben dem roten auch nahinfrarotes Licht eine vergleichbare Wirkung. In den bis dato zahlreich durchgeführten Studien kristallisierten sich zwei optimale Wellenlängenbereiche als therapeutisch besonders geeignet heraus: 630 bis 680 nm (Rotlicht) und 800 bis 880 nm (Nahinfrarotlicht).

Im Folgenden sollen Empfehlungen zur Therapie mit kaltem Rot- und Nahinfrarotlicht, die sich ausschließlich auf Geräte mit LED-Dioden beschränken, gegeben werden. Die Angaben in diesem Artikel sind, soweit nichts anderes vermerkt, entnommen aus „The Ultimate Guide To Red Light Therapy“ [1], der sich unter anderem auf das Standardwerk „Low-Level Light Therapy: Photobiomodulation“ [2] bezieht. Empfehlungen anderer Auto-

→ Dr. rer. nat. Jens Tesmer, Dipl.-Biol.

Universitäre Forschung in organismischer Biologie und Systembiologie. Freiberuflich tätig in der wissenschaftlichen Beratung im Bereich der Naturheilkunde und Komplementärmedizin aus biologischer Sicht.



Kontakt: www.wissen-lab.de

ren können von dieser Quelle abweichen. Empfehlungen zum Kauf von Geräten bestimmter Hersteller gebe ich nicht.

Der vorliegende Artikel wurde mit großer Sorgfalt und nach bestem Wissen zusammengestellt. Er ersetzt jedoch nicht den Rat von medizinischem Fachpersonal. Eine Haftung kann nicht übernommen werden.

Bestrahlungsstärke

Die Bestrahlungsstärke bezeichnet die Bestrahlung einer bestimmten Fläche mit einer bestimmten Leistung (mW/cm^2 , Milliwatt pro Quadratcentimeter). Bei einer einzelnen, punktförmigen LED nimmt sie mit zunehmendem Abstand sehr deutlich nach dem Abstandsgesetz im Quadrat der Entfernung ($1/r^2$, r = Radius) ab. Bei handelsüblichen Rot- und Nahinfrarotgeräten sind viele punktförmige LEDs auf einer Fläche angebracht, sodass sich ihre einzelnen Lichtkegel überlagern. Bei solchen Flächenstrahlern nimmt die Bestrahlungsstärke moderater ab.

Man misst bei ausgewählten Flächenstrahlern in 15 cm Entfernung von der Lichtquelle noch circa 70 Prozent, in 30 cm circa 45 Prozent, in 45 cm Entfernung noch circa 30 Prozent und in 60 cm noch circa 20 Prozent der ursprünglichen Intensität.

Über den Abstand der Lichtquelle zum Körper kann die Stärke der Bestrahlung reguliert werden.

Ist die Ausgangsstärke des Gerätes klein, so geht man näher mit dem Gerät an den Körper, ist sie größer, kann das Gerät auch weiter entfernt platziert werden. Gute Flächenstrahler liefern auch aus einer größeren Entfernung noch ausreichende Bestrahlungsstärken. Bestrahlungsstärken auf der Körperoberfläche von 20 bis 200 mW/cm^2 werden als optimal zur Rot-/Nahinfrarottherapie angegeben.

Eindringtiefe

Licht dringt in Abhängigkeit von der Bestrahlungsstärke und der Wellenlänge unterschiedlich tief in das Gewebe ein. Nahinfrarotes Licht handelsüblicher Geräte reicht etwas tiefer als rotes. Maximal werden bei den empfohlenen Bestrahlungsstärken mit Nahinfrarot ungefähr 5 cm und mit Rotlicht ungefähr 4 cm Eindringtiefe erreicht.

Es kommt allerdings nur ein sehr geringer Anteil in 5 cm beziehungsweise 4 cm Tiefe an. Die hier angegebene absolute Eindringtiefe darf nicht mit der technischen Eindringtiefe verwechselt werden, welche die Tiefe meint, in der die Strahlung auf $1/e$, also auf circa 37 Prozent gefallen ist oder, anders ausgedrückt, in der das ursprüngliche Licht 63 Prozent der Strahlung verloren hat. Die technische Eindringtiefe ist demnach deutlich geringer als die absolute und beträgt (in den meisten menschlichen Geweben) lediglich 3 bis 6 mm.

Zur Veranschaulichung der Fähigkeit des Lichtes, in das Gewebe einzudringen, kann man den Strahl einer Taschenlampe (weißes Licht) durch die geschlossenen Finger leiten. Zwischen den Fingern erscheint, deutlich sichtbar, rotes Licht. Im Dunklen erkennt man sogar, wie das Licht einer Taschenlampe mit seinem Rotanteil den 2 bis 3 cm starken Handteller durchleuchtet. Es kommt immer noch Licht auf der anderen Seite an, mit bloßem Auge erkennbar. Rotes und nahinfrarotes Licht, wobei letzteres nicht sichtbar ist, erreichen mit ihren 4 bis 5 cm maximaler Eindringtiefe alle Schichten der Haut, wie die Unterhaut mit ihren Blutgefäßen, das Innere der Knochen und sogar das Gehirn durch die Schädeldecke hindurch.

Für die Anwendung am Gehirn empfiehlt sich aufgrund seiner etwas größeren Wirtktiefe das nahinfrarote Licht.

Für die meisten Indikationen wird jedoch eine Kombination von rotem und nahinfrarotem Licht empfohlen. Für die Behandlung tieferer Bereiche (Gehirn, Knochen, Drüsen, Sehnen, Muskeln) werden zudem Geräte mit einer höheren Bestrahlungsstärke, die in einem kurzen Abstand von 15 bis 30 cm zur Körperoberfläche platziert werden, empfohlen. Für die Behandlung der Haut bietet es sich ebenfalls an, stärkere Geräte zu verwenden, allerdings mit einem größeren Abstand von 30 bis 90 cm, da so eine größere Fläche pro Behandlung abgedeckt werden kann. Mit schwächeren Geräten muss bei kleinerer bestrahlter Fläche dichter an die Körperoberfläche gegangen werden.

Dosis

Optimale Dosen in der Anwendung von kaltem Rot-/Nahinfrarotlicht liegen stets in einem bestimmten Fenster mit einer gewissen Mindestdosis und einer gewissen Maximaldosis. Zu niedrige Dosen wirken nicht, mittlere stimulieren, zu hohe hemmen. Dieses Verhalten wird auch als biphasischer Wirkverlauf bezeichnet. Das optimale Wirkfenster ist zudem vom individuellen Gesundheitszustand des Menschen abhängig.

Die Dosis berücksichtigt neben der Bestrahlungsstärke die Dauer der Bestrahlung. Sie stellt das Produkt aus Bestrahlungsstärke und Dauer ($\text{mW}/\text{cm}^2 \cdot \text{Sek} \cdot 0,001 = \text{J}/\text{cm}^2$, Joule pro Quadratcentimeter) dar. Die optimale Dosis für oberflächliche Gewebe, wie die Haut, wird je nach Indikation mit ungefähr 3 bis 15 J/cm^2 pro Anwendungszone angegeben, wobei mit geringen Bestrahlungsstärken (unter 50 mW/cm^2) gearbeitet wird. Tiefere Gewebe, wie zum Beispiel die Muskeln, erfordern, je nach Indikation, eine höhere Dosis. Optimale Dosen werden hier mit ungefähr

10 bis 40 J/cm² pro Zone angegeben und es wird mit höheren Bestrahlungsstärken (bis 200 mW/cm²) gearbeitet.

Während sich bei einigen Indikationen eher die Bestrahlungsstärke als sensibel erwiesen hat, wie zum Beispiel bei der Tendinopathie, bei der maximal 100 mW/cm² verwendet werden sollen, sind andere Indikationen eher sensibel bezüglich der Dosis, wie zum Beispiel Wundheilungen, bei denen 1 bis 4 J/cm² effektiv sind und mehr als 8 J/cm² eher hemmend wirken. [2] Inwieweit die Bestrahlung bezüglich der absoluten Energie in Joule überdosiert werden kann, scheint noch nicht abschließend geklärt zu sein. [2, 3]

Sollen mehrere, unterschiedliche Zonen nacheinander in einer Sitzung behandelt werden, so gilt eine kumulative Maximaldosis der Einzeldosen. Die Einzeldosen in J/cm² pro Zone werden mit ihren Beträgen aufaddiert (Unterschiede in den Größen der Zonen werden nicht berücksichtigt). Die auf diese Weise ermittelte kumulative Gesamtdosis einer Sitzung soll ungefähr 120 J/cm² nicht überschreiten. Macht man beispielsweise eine Anwendung mit einer effektiven Bestrahlungsstärke von 100 mW/cm² auf der Körperoberfläche für 4 Minuten auf Brust und Bauch, anschließend für 4 Minuten auf die Vorderseite der Beine und danach für weitere 4 Minuten auf den Rücken, so ergeben sich für jede Zone 24 J/cm² und insgesamt 72 J/cm², die unter der maximalen Gesamtdosis liegen würden. Die maximale Gesamtdosis von 120 J/cm² ergäbe mit 100 mW/cm² eine maximale Behandlungsdauer von 20 Minuten.

Zur Wahl der geeigneten Dosierung sind also das geeignete Licht (Rot/Nahinfrarot), die geeignete Bestrahlungsstärke, der geeignete Abstand und die geeignete Dauer der Anwendung entsprechend der empfohlenen Wertebereiche auszuwählen.

Bei zu hoher Dosis werden nur wenige Nebenwirkungen berichtet. Die Häufigkeit der Anwendung sollte je nach Indikation zwischen 2-mal pro Woche bis 1-mal pro Tag liegen. Vorsichtshalber sollte langsam auf die optimale Dosis und die optimale Häufigkeit der Anwendung gesteigert werden.

Das gilt insbesondere für Menschen mit hohem oxidativem Stress, die manchmal sehr empfindlich reagieren und viel niedrigere Dosen und Häufigkeiten der Anwendung benötigen. Die direkte Bestrahlung an Stellen mit Tumoren wird nicht empfohlen, wobei die Anwendung an anderen Stellen dagegen systemisch eher positiv wirken soll. Ansonsten gilt, dass bei leicht überhöhter Dosierung eher keine Wirkungen als starke Nebenwirkungen zu erwarten sind. Bei deutlicher Überdosierung wird von Müdigkeit, Erschöpfung und Kopfschmerzen berichtet. Im Vergleich mit Fitnesstraining oder Sonnenbaden wird das Risiko als gering betrachtet.

Wirkmechanismen

Es existieren im Wesentlichen zwei Mechanismen, die für die positiven Auswirkungen von kaltem rotem/nahinfrarotem Licht auf die Gesundheit verantwortlich sind:

1. Steigerung der mitochondrialen Energieproduktion. Man beobachtet in den Mitochondrien ein erhöhtes Protonenpotenzial und eine damit in Zusammenhang stehende vermehrte Synthese von Adenosintriphosphat (ATP, universaler Energiespeicher der Zelle). Ursache ist eine Steigerung der Aktivität des Schlüsselenzyms der Atmung, der Cytochrom-c-Oxidase.

Die beiden zur Behandlung erwähnten optimalen Wellenlängenbereiche des roten/nahinfraroten Lichts regen die Cytochrom-c-Oxidase an. Sauerstoff wird besser an das Enzym gebunden, was in Folge die Reduktion des Sauerstoffs zu Wasser verbessert und zu einem gesteigerten Elektronen- und Protonentransport in der gesamten Atmungskette führt.

Bildlich gesprochen läuft die Atmungskette intensiver. Im Ergebnis wird mehr ATP gebildet, was mehr Energie für praktisch jede lebenswichtige Zellfunktion bedeutet. Man weiß darüber hinaus auch, warum unter rotem/nahinfrarotem Licht der Sauerstoff besser gebunden wird. Neben Sauerstoff bindet auch Stickstoffmonoxid (NO) an die Cytochrom-c-Oxidase. Beide konkurrieren um die Bindung. Durch rotes/nahinfrarotes Licht löst sich bevorzugt NO und Sauerstoff kann besser binden.

2. Schwacher metabolischer Stress führt zur verbesserten Anpassung. Dieser Vorgang wird als Hormesis bezeichnet und meint, dass geringe Dosen schädlicher Substanzen eine positive Wirkung auf Organismen haben können. Da eine Steigerung der Atmung gleichzeitig auch einen erhöhten Verbrauch von Sauerstoff bedeutet, fallen auch mehr sauerstoffhaltige Beiprodukte, sogenannte reaktive Sauerstoffspezies (ROS, freie Radikale) an. Diese werden oftmals als negativ angesehen, aber sie wirken in geringen Dosen als positiver metabolischer Stress. Antientzündliche und antioxidative Systeme der Zelle werden durch sie angeregt und hochgefahren. Moderate Mengen von ROS lösen eine sehr schwache Entzündungsreaktion aus, die wieder zum Abbau der ROS führt. Durch derartige Prozesse steigen die Adaptationsfähigkeit und die Resilienz der Zelle, vergleichbar mit einem guten Fitnessprogramm, das fordert, Fitness aufbaut, aber nicht überfordert.

Anwendungsbereiche

Zu den klinischen Wirkungen von kaltem rotem/nahinfrarotem Licht gibt es zahlreiche Studien, die bei sehr unterschiedlichen Symptomen Erfolg versprechen. Hier soll nur eine Auswahl aufgezeigt werden.

- Rot/Nahinfrarot steigert die Muskelleistung vor dem Training und verbessert die Erholung nach dem Training. Die Anpassungen (das heißt verbesserte Kraft, Ausdauer, Muskelwachstum, Fettabbau) an das Training werden positiv beeinflusst. Die Produktion von Milchsäure wird verringert. Muskelzellen enthalten viele Mitochondrien, die auf rotes/nahinfrarotes Licht sehr gut ansprechen.
- Die Stimulation und Beschleunigung der Wundheilung bei verschiedenen Verletzungen (Sehnen-/Muskel-/Bänderrisse,

Knochenbrüche und Hautwunden) wird verbessert. Auch bei schlecht heilenden Wunden, mit weniger Narbenbildung. Verbesserte Blutversorgung und Bildung neuer Blutkapillaren.

- ▶ Bei vielen, nicht allen Arten von Schmerzen, wirkt rotes/nahinfrarotes Licht. Gut wirkt es beispielsweise bei chronischen Nackenschmerzen, Knieschmerzen, Fibromyalgie, Schmerzen im unteren Rückenbereich, chronischen Schmerzen im Ellenbogen, dem Handgelenk und in den Fingern, chronischen Gelenkerkrankungen, Iliosakralgelenkschmerzen, chronischen Zahnschmerzen, osteoarthritischen Schmerzen, Tendinitis und myofaszialen Schmerzen. Schmerzen werden unter anderem durch die Blockierung der Reizleitung an Nervenfasern und die Stimulierung entzündungshemmender Prozesse gedämpft. Ein Effekt tritt oft schon nach der ersten Anwendung auf.
- ▶ Rotes/nahinfrarotes Licht ist sehr effektiv bei der Reduktion von Entzündungen. Auch bei Autoimmunkrankheiten (zum Beispiel rheumatoide Arthritis) gibt es positive Effekte.
- ▶ Das Immunsystem wird gestärkt. Rotes/nahinfrarotes Licht erweist sich als unterstützend für die Regulation der Immunfunktion, unabhängig davon, ob jemand eine niedrige Immunfunktion bei einer Infektion oder ein übermäßig aktives und unausgeglichenes Immunsystem aufgrund einer Autoimmunerkrankung hat.
- ▶ Erfolgreiche Anwendung bei chronischer Müdigkeit (über bessere Gehirnfunktion, geringere chronische Entzündung und mehr Energie).
- ▶ Kaltes Rot-/Nahinfrarot steigert die Fertilität bei älteren Frauen (verbesserte ATP-Produktion in Eizellen) und bei Männern (Spermienmotilität, ebenfalls abhängig von der ATP-Produktion, hier nur sehr kleine Dosen verwenden).
- ▶ Das Gehirn ist reich an Mitochondrien. Hier gibt es deutliche Effekte. Verbesserungen der kognitiven Leistung und des Gedächtnisses, eine verbesserte Funktion nach traumatischen Hirnverletzungen, eine verbesserte Stimmung bei Depressionen sowie Verbesserungen bei bestimmten neurologischen Erkrankungen (z.B. Alzheimer und Parkinson).
- ▶ Es wurden zahlreiche positive Auswirkungen auf die Faltenbildung und Elastizität der Haut, auf Cellulite (Anwendung am besten vor den Fitnessübungen), die Kollagenproduktion, Hautverfärbungen, Akne, Psoriasis und andere Aspekte der Hautgesundheit festgestellt.
- ▶ Gesteigerter Fettabbau. Fettsäuren aus dem Fettgewebe werden besser ins Blut abgegeben und gleichzeitig wird auch die Durchblutung von ansonsten schlecht durchbluteten Bereichen im Körper verbessert. Die freigesetzten Fettsäuren können besser abtransportiert und anderswo verbrannt werden (Problemzonen, wie zum Beispiel die Hüften, sind allgemein schlechter durchblutet als das zentral im Bauchraum um die Organe liegende Viszeraalfett). Eine kalorienarme Ernährung ist allerdings noch immer die Voraussetzung für den Erfolg der Anwendung.
- ▶ Verbesserte Qualität des Schlafens. Gesteigerte Werte von Melatonin wurden nach Rot-/Nahinfrarotanwendung gefunden. Melatonin steigert auch die Funktion und Regeneration der Mitochondrien. 1,5 bis 2 Stunden vor dem Schlafen anwenden.

- ▶ Verschiedene Arten von Haarverlust, sowohl bei Männern als auch bei Frauen. Verbessertes Wachstum und kräftigeres Haar nach Wochen bis Monaten.

Kaltes Rot-/Nahinfrarotlicht wirkt mitunter paradox, manchmal stimuliert es, während es in anderen Situationen denselben biologischen Effekt hemmen kann.

Aus diesem Grund wird die Anwendung von vielen Forschern als Regulator oder Modulator bezeichnet, weil sie den Organismus in die Homöostase zurückführt.

Plausibel wird dieser Effekt, wenn man sich vergegenwärtigt, dass der Gesamtenergielevel des Organismus gesteigert wird, der auch die Voraussetzung für die Regulation ist.

Darüber hinaus gibt es beachtliche Beweise für systemische Effekte, was bedeutet, dass die Anwendung an einer Stelle des Körpers zu einer Verbesserung an einem anderen, entfernten, nicht bestrahlten Körperteil führen kann. Systemische Effekte können durch lokale Wirkungen erklärt werden, die über das zirkulierende Blut, über das Lymphsystem oder über das Nervensystem an andere Stellen übertragen werden.

Fazit

Kaltes Rot- und Nahinfrarotlicht über LED-Dioden stellt bei der Anwendung mit den empfohlenen Parametern eine wirksame und weitestgehend nebenwirkungsfreie Therapie dar. Sie ist bei zahlreichen Symptomen zur Verbesserung des Gesundheitszustandes geeignet. Insbesondere wirkt sie positiv bei Defiziten, denen ein Mangel an Energie (ATP) zugrunde liegt.

AKOM



Mehr zum Thema

- [1] Whitten A. The Ultimate Guide To Red Light Therapy: How to Use Red and Near-Infrared Light Therapy for Anti-Aging, Fat Loss, Muscle Gain, Performance, and Brain Optimization. Kindle Ausgabe. Im Internet: https://www.amazon.de/Ultimate-Guide-Light-Therapy-Near-Infrared-ebook/dp/B07FJNZ821/ref=tmm_kin_swatch_0?_encoding=UTF8&qid=&sr=&stand:17.11.2020
- [2] Hamblin MR, Carroll JD, Freitas LF de, Huang Y-Y, Ferraresi C. Low-Level Light Therapy: Photobiomodulation. SPIE; 2018. doi:10.1117/3.2295638
- [3] Hamblin MR, Demidova TN. Mechanisms of low level light therapy. In: Hamblin MR, Waynant RW, Anders J, Hrsg. Biomedical Optics 2006. SPIE Proceedings. SPIE; 2006: 614001-614001-12. doi:10.1117/12.646294