

Messung der Hauttemperatur nach Intense Pulse Light (IPL)-Anwendung sowie Low-Level-Light-Therapie (LLLT)

Heiko Pult^{1,2}

Das Ziel dieser Studie war die Hauttemperatur der entsprechenden Gesichtsareale nach Anwendung von Intense Pulse Light (IPL) und Low-Level Light Therapy (LLLT) zu messen.

Methoden | Die Temperatur der Ober- und Unterlider, Wange und Schläfe vor und nach einmaliger Anwendung von IPL und LLLT wurde mit einer Thermokamera vor (T_{vorher}) und direkt nach Anwendung bei 10 Testpersonen mit Dysfunktion der Meibomdrüsen gemessen. Nach der jeweiligen Anwendung wurde sofort ($T_{0\text{min}}$), nach 2 Minuten ($T_{2\text{min}}$), nach 15 Minuten ($T_{15\text{min}}$) und 25 Minuten ($T_{25\text{min}}$) die Temperatur gemessen.

Ergebnisse | Direkt nach der Anwendung ($T_{0\text{min}}$) von IPL war die Temperatur an den Ober- und Unterlidern gegenüber T_{vorher} nicht signifikant erhöht. Die Temperatur der Wange ($T_{0\text{min}}$ 39,6° C) und Schläfe ($T_{0\text{min}}$ 37,6° C) war signifikant höher (T_{vorher} 35,5° C; 36,0° C). Nach Anwendung ($T_{0\text{min}}$) von LLLT war die Temperatur an den Ober- (40,4° C) und Unterlidern (39,6° C) sowie der Wange signifikant höher als vor LLLT. An den Oberlidern wurde bei $T_{2\text{min}}$ und $T_{5\text{min}}$ eine signifikant ($p < 0,001$) höhere Temperatur als an den Unterlidern gemessen.

Zusammenfassung | Wogegen nach LLLT-Behandlung eine ausreichende Erwärmung der Lider zu messen war, konnte nach IPL nur die Erwärmung der Wangen und Schläfen festgestellt werden.

The aim of this study was to measure the heat after application of Intense Pulse Light (IPL) and Low-Level Light Therapy (LLLT) of the according facial areas.

Methods | The heat of the upper and lower eyelids, cheek and temple before and after a single application of IPL and LLLT was measured with a thermal camera before (T_{before}) and directly after application in 10 meibomian gland dysfunction subjects. After each application, the temperature was measured immediately ($T_{0\text{min}}$), after 2 minutes ($T_{2\text{min}}$), after 15 minutes ($T_{15\text{min}}$) and 25 minutes ($T_{25\text{min}}$).

Results | Immediately after the application ($T_{0\text{min}}$) of IPL, the heat at the upper and lower eyelids was not significantly increased compared to T_{before} . The heat of the cheek ($T_{0\text{min}}$ 39,6° C) and temple ($T_{0\text{min}}$ 37,6° C) was significantly higher than before (T_{before} 35,5° C, 36,0° C). After LLLT ($T_{0\text{min}}$) the temperature at the upper (40,4° C) and lower eyelids (39,6° C) as well as the cheek was significantly higher than before LLLT. At the upper eyelids a significantly ($p < 0,001$) higher temperature was measured at $T_{2\text{min}}$ and $T_{5\text{min}}$ than at the lower eyelids.

Summary | Whereas after LLLT treatment a sufficient warming of the eyelids was measured, no warming of the eyelids but of cheeks and temple could be observed after IPL.

Die Dysfunktion der Meibomdrüsen (MGD) scheint die häufigste Ursache für das Trockene Auge zu sein. Im internationalen MGD-Workshop wurde diese als eine „chronische, diffuse Störung der Meibom-Drüsen, meist charakterisiert durch eine Obstruktion der Drüsenausführungsgänge und/oder qualitative/quantitative Veränderungen der Drüsensekretion“, definiert.¹ Zur Behandlung steht eine große Anzahl an unterschiedlichen Tränenersatzmitteln, möglichst mit Lipidkomponente, zur Verfügung, ebenso wie topische Antibiotika, orale Tetracyclinderi-

vate, Kortikosteroide oder topisches Cyclosporin.^{2,3} Weiterhin gehört die Lidkantenpflege mit lokaler Wärmeapplikation und manueller Expression der Drüsen zum Goldstandard der Therapie.^{2,4} Die Therapie ist für die Betroffenen finanziell nicht unerheblich; in den USA gibt ein Patient mit trockenen Augen im Schnitt 783 US-Dollar pro Jahr aus. Die Behandlung ist also durchaus kostspielig und entsprechend besteht aus wirtschaftlicher Sicht Interesse an Behandlungsalternativen mit längerfristiger Wirksamkeit.⁵

Eines dieser neuen Konzepte ist Intense Pulse Light (IPL) und/oder eine spezielle Licht-Maske zur Low-Level Light Therapy (LLLT). Studien haben gezeigt, dass beide „Licht-Anwendungen“ den Tränenfilm und die Symptome bei einer vorliegenden MGD erheblich verbessern können.⁵⁻¹²

Bei dem in dieser Studie untersuchten System des Herstellers Espanione (Eye-Light® und My Mask®, Bologna, Italien (Bild 1); Deutschlandvertrieb von Optic Vertriebsges.mbH, Lübeck) handelt es sich um ein Konzept aus IPL und LLLT. Bei milder bis moderater MGD wird nur LLLT empfohlen, bei schwerwiegender MGD zusätzlich zuvor IPL. Eine weitere Besonderheit ist, dass bei IPL-Anwendung dieses Gerätes im Gegensatz zu anderen Geräten kein Gel zuvor auf die Haut des zu Behandelnden aufgetragen werden muss. Stattdessen kommt beim Eye-Light® ein spezieller Filter zur Anwendung (Bild 2). Zum einen mag es für den Behandelten angenehmer sein, kein Gel aufgetragen zu bekommen, zum anderen birgt die Notwendigkeit eines Gels eventuell ein gewisses Risiko, wenn das schützende Gel versehentlich zu dünn aufgetragen wurde.

Sowohl IPL als auch LLLT erzeugt endogene Wärme am Ort der Anwendung. Die Eindringtiefe eines Lichtes mit der Wellenlänge von 600 - 650 nm in die Haut beträgt 1 - 2 mm, bei 650 - 950 nm sind es 2 - 3 mm, bei 950 - 1200nm 1mm.¹³ Bei Anwendung von IPL erreicht ein heißer, aber extrem kurzzeitiger „Licht-Blitz“ oder gebündelte Serie von „Licht-Blitzen“ die Hautoberfläche. Gängige Geräte verschiedener Hersteller unterscheiden sich teilweise bezüglich der Wellenlängen, Energie und Pulsform/Pulsdauer.¹⁴ Bei LLLT wird über eine Zeitdauer von in der Regel 15 Minuten eine Lichtmaske mit roten LEDs dem Patienten aufgesetzt. Auch diese LEDs sollen eine endogene Wärme für Ober- und Unterlid verursachen.

Fasst man „Licht-Anwendungen“ unter dem Licht-Spektrum von 600 - 1070 nm¹⁵ Wellenlänge zusammen, werden in verschiedenen Literaturzusammenfassungen, bezogen auf das Trockene Auge, eine ganze Reihe an Wirkmechanismen hypothetisch postuliert. Es könnte selektive Photothermolyse innerhalb der feinen Gefäßstrukturen entlang der Augenlider sein, eine milde, lokale Wärmeentwicklung die das Meibomsekret weniger viskös macht und somit zu einer verbesserten Expriemierbarkeit führen könnte, Reduktion von entzündlich und neuropathisch bedingten Schmerzen, Anregung des die Meibomdrüsen betreffenden parasympathischen Nervensystems, Photobiomodulationsmechanismus der auf zellulärer und molekularer Ebene stimulierend wirkt, Koagulation der Teleangiektasien.

Weitere Stichpunkte sind die Verringerung des Epithelumsatzes und die Verringerung des Risikos einer Drüsenobstruktion, Aktivierung von Fibroblasten und Verbesserung der Kollagensynthese, Minimierung von Demodexmilben-Befall, Modulation der Sekretion von pro- und antiinflammatorischen Molekülen, Verringerung der Konzentration von MMPs durch Herunterregulieren auf mRNA-Ebene sowie Einfluss auf Reaktive oxidative Spezies (ROS).^{5, 16, 17 18}



▲ Bild 1 | Das in dieser Studie genutzte IPL-Instrument (E-Light®) sowie die LLLT-MyMask® (rechts).



◀ Bild 2 | Das Handstück des Eye-Light®. A: „Schutz-Filter“ – B: Sensor zur automatischen Erkennung der Hautpigmentierung

Es gibt demnach zahlreiche mögliche Wirkmechanismen, die aber leider bis dato nicht direkt erforscht wurden, sondern von anderen Ansätzen und Bereichen auf die Behandlung der MGD übertragen wurden.

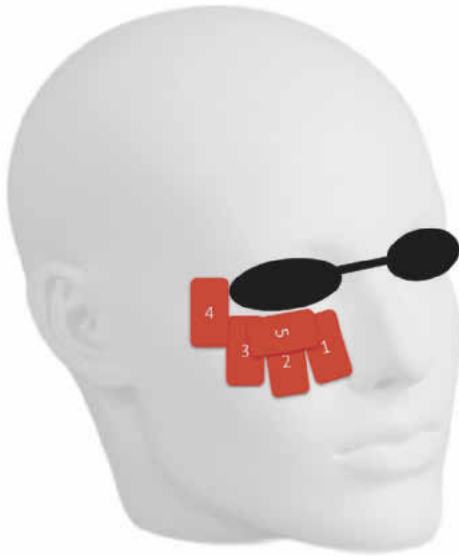
Ein Spektrum der Wirkmechanismen basiert auf direkter Wärme entlang der Lider. Entsprechend interessant ist es zu wissen, welche Temperaturen hier zu messen sind. Ziel dieser Pilot-Studie war es, den Wärmeeffekt des IPL und der LLLT auf die der Anwendung entsprechenden Hautareale mittels Infrarot-Thermographie zu untersuchen.

Methode

Die Temperatur der Ober- und Unterlider, Wange und Schläfe vor und nach einmaliger Anwendung von IPL und LLLT (Eye-Light® und My Mask®, Espanione, Bologna, Italien, Bild 1) wurde mit einer Thermokamera (FLIR A 300, Flir Systems, Danderyd, Schweden) vor (T_{vorher}) und direkt nach Anwendung bei 10 Testpersonen (Durchschnittliches Alter 57 Jahre, 6 Frauen, 4 Männer) gemessen. Nach der jeweiligen Anwendung wurde

¹ PhD, M. Sc.

² Honorary Visiting Professor School of Biomedical & Life Sciences, Cardiff University, Cardiff, UK; Honorary Academic Fellow Ophthalmic Research Group, Life and Health Sciences, Aston University, Birmingham, UK



◀ Bild 3 | Die vom Hersteller angegebenen fünf Positionen des Eye-Light-Handstückes bei Anwendung.

sofort ($T_{0\text{min}}$), nach 2 Minuten ($T_{2\text{min}}$), nach 15 Minuten ($T_{15\text{min}}$) und 25 Minuten ($T_{25\text{min}}$) die Temperatur gemessen. Zwischen IPL- und LLLT-Anwendung bestand mindestens zwei Wochen Abstand. Gemäß Herstellerempfehlung wurde beim IPL die Intensivität gemäß Meibomdrüsenausfall und Hautpigmentation eingestellt (600 nm ; $59 - 65\text{ J/cm}^2$) und an den fünf definierten Stellen unterhalb und seitlich des geschlossenen Auges IPL angewandt (Bild 3).

Bei LLLT wurde der Herstellerempfehlung folgend die LED-Maske 15 Minuten der jeweiligen Testperson aufgesetzt. Die Testpersonen, die die Wärme zu heiß empfanden, durften die Maske mit den Händen entsprechend korrigieren. Alle Testpersonen kamen ungeschminkt, Muttermale o.ä. wurden vor IPL mit einem hellen Abdeckstift abgedeckt. Ausschlusskriterien waren Testpersonen jünger als 18 Jahre, keine Dysfunktion der Meibomdrüsen, Epilepsie, kein ärztliches Einverständnis, bekannte Überempfindlichkeit der Haut gegenüber Licht, IPL oder LLLT vor weniger als zwei Wochen, starke Sonnenbelastung der Gesichtshaut der letzten zwei Wochen, akute Entzündungen in betroffenen Gesichtsbereichen und/oder Auge und Lider, Schwangerschaft, Operationen im Gesicht oder am Auge/Lider jünger als 1 Jahr sowie okuläre Dystrophien.

Statistische Analyse

Die Daten wurden mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung geprüft. Differenzen gleicher Areale bei den wiederholten Messungen wurden mit ANOVA (post-hoc ohne Bonferroni Korrektur) analysiert, Differenzen zwischen unterschiedlichen Arealen Unterlid versus Oberlid wurden mit dem nicht-verbundenen T-Test berechnet. Die Fallzahl wurde mit Poweranalyse bestimmt ($n=8$; $1-\beta=0.80$; mittlere Differenz $1.0^\circ\text{C} \pm 1.0\text{ SD}$)

Ergebnisse IPL

Die ambiente Raumtemperatur betrug $22,4^\circ\text{C} \pm 0.5$. Direkt nach der Anwendung ($T_{0\text{min}}$) von IPL war die Temperatur an den Ober- und Unterlidern gegenüber T_{vorher} nicht signifikant erhöht (Tabelle 1). Die Temperatur der Wange und Schläfe war signifikant erhöht. Dieser Effekt an Wange und Schläfe hielt noch bis zu zwei Minuten weiterhin an ($T_{2\text{min}}$). Bei Messpunkt $T_{5\text{min}}$ wurde die Ausgangstemperatur wieder erreicht.

Ergebnisse LLLT

Nach Anwendung ($T_{0\text{min}}$) von LLLT war die Temperatur an den Ober- und Unterlidern sowie der Wange signifikant höher als vor LLLT. Dieser deutliche Effekt hielt noch bis zu 2 min weiterhin an ($T_{2\text{min}}$). Ab dem Messpunkt $T_{5\text{min}}$ bis $T_{15\text{min}}$ war die Temperatur noch gegenüber T_{vorher} erhöht. Beim nächsten Messpunkt $T_{25\text{min}}$ wurde die Ausgangstemperatur wieder erreicht. An den Oberlidern wurde bei $T_{2\text{min}}$ und $T_{5\text{min}}$ eine signifikant ($p < 0,001$) höhere Temperatur als an den Unterlidern gemessen (Bild 4).

Diskussion

Das getestete IPL-Gerät bewirkte keine Erhöhung der Temperatur der Augenlider aber der Temperatur der Wange um rund 4° und der Schläfenareale um rund $1,6^\circ\text{C}$. Craig J. et al.¹⁹ berichtete dagegen eine Hauterwärmung der Wange von weniger als 1°C nach IPL-Behandlung mit einem Gerät, bei dem Gel verwendet werden musste. Dies mag daran liegen, dass Craig J. et al. die Hauttemperatur erst nach Entfernen des Gels gemessen hatten. Da gemäß unserer Untersuchung sich bei Messpunkt $T_{5\text{min}}$ die Hauttemperatur wieder normalisiert hatte, ist anzunehmen, dass auch bei dem von Craig J. et al. verwendetem Gerät die Temperatur auf der Wange direkt nach Anwendung höher war, aber diese zu spät gemessen werden konnte. Ebenso nicht feststellen konnte Craig J. et al. eine Erwärmung der Lider (persönliche Kommunikation 12/2019).

Während die LLLT die Lider deutlich erwärmt hatte, konnte ein solcher Effekt nicht nach IPL-Anwendung festgestellt werden. Dennoch ist neben LLLT das IPL nach aktueller Studienlage eine vielversprechende Behandlung der MGD. In mehreren, voneinander unabhängigen Studien hat sich nach IPL-Anwendung die Tränenfilmstabilität und die Lipidschicht sowie die Symptome des Trockenen Auges signifikant verbessert.^{5-12, 18, 19}

In dieser Studie wurde die „Restwärme“ nach Behandlung gemessen. Ausschlaggebend ist die Energie, die in die Haut eindringt. Diese Energie hat nach Blitzen von wenigen Millisekunden zu einer merklichen Erhöhung der Hauttemperatur geführt.

Ein rein mathematisches Modell hat gezeigt, dass in mittleren und großen Blutgefäßen ($> 0,150\text{ }\mu\text{m}$) ein einzelner IPL-



◀ Bild 4 | Beispielaufnahmen einer Messreihe vor und nach LLLT- (oben) und IPL-Anwendung (untere Reihe).

Impuls von 30 msec Dauer die Temperatur in der Gefäßmitte auf 80 - 90° C erhöht und zur Koagulation ausreichen würde. Im Gegensatz dazu kann die Temperatur in kleinen Blutgefäßen (60 µm) abhängig von der Fluenz nur 45 - 70° C erreichen.²⁰ Es bleibt Spekulation, ob diese Temperatur wirksam an den Augenlidern ankommt (Photothermolyse an der Lidkante und/oder Verflüssigung des Meibomöl), oder einfach generell abgeleitet wird. Wenige Sekunden nach IPL-Anwendung wurde ein Wärmeeffekt an den Wangen gemessen, aber nicht an den Lidern. Es ist bekannt, dass zum Beispiel die Wärme bei war-

men Kompressen erst nach mehreren Minuten in den Meibomdrüsen ankommen. So könnte der bei IPL hypothetisch postulierte Wärmeeffekt zwar in den Meibomdrüsen angekommen, aber so kurzzeitig gewesen sein, dass dies an der Hautoberfläche nicht gemessen werden konnte. Ähnlich bei der Photothermolyse entlang der Lidkanten. Aus meiner Sicht erschien das eher unwahrscheinlich, da stark durchblutete Areale bekannt dafür sind Wärme schnell abzuleiten. Warum sollte also diese Wärme im effektiven Ausmaß und ausreichender Wirkungs-dauer in den Meibomdrüsen ankommen?

	T _{vorher}	T _{0min}	T _{2min}	T _{5min}	T _{15min}	T _{25min}	T _{vorher} T _{0min}	T _{vorher} T _{2min}	T _{vorher} T _{5min}	T _{vorher} T _{15min}	T _{vorher} T _{25min}
IPL											
Unterland	36.2°C ±0.72	35.7°C ±0.64	35.8°C ±0.60	36.0°C ±0.71	35.9°C ±0.69	36.1°C ±0.68	p=0.028	p=0.100	p=0.270	p=0.177	p=0.326
Oberlid	36.5°C ±0.65	36.3°C ±0.69	36.7°C ±0.67	36.4°C ±0.73	36.5°C ±0.66	36.1°C ±0.72	p=0.257	p=0.253	p=0.371	p=0.500	p=0.103
Wange	35.5°C ±0.70	39.6°C ±0.72	37.1°C ±0.59	35.7°C ±0.68	35.6°C ±0.70	35.5°C ±0.71	p<0.001	p<0.001	p=0.262	p=0.320	p=0.323
Schläfe	36.0°C ±0.67	37.6°C ±0.68	36.5°C ±0.63	35.9°C ±0.65	36.1°C ±0.64	35.8°C ±0.66	p<0.001	p=0.016	p=0.316	p=0.316	p=0.171
LLLLT											
Unterland	35.9°C ±0.69	40.4°C ±0.58	39.6°C ±0.60	37.1°C ±0.72	36.5°C ±0.63	35.3°C ±0.72	p<0.001	p<0.001	p=0.001	p=0.006	p=0.042
Oberlid	36.2°C ±0.65	41.8°C ±0.65	40.7°C ±0.67	37.5°C ±0.69	37.5°C ±0.67	36.1°C ±0.70	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p=0.371
Wange	35.4°C ±0.79	39.8°C ±0.75	38.8°C ±0.63	36.7°C ±0.67	36.5°C ±0.71	36.1°C ±0.76	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p=0.012
Schläfe	35.0°C ±0.73	37.7°C ±0.70	37.1°C ±0.69	36.1°C ±0.70	36.1°C ±0.65	35.6°C ±0.69	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p=0.025

Tabella 1 zeigt die gemessenen Temperaturen an den verschiedenen Arealen zu den verschiedenen Zeitpunkt, sowie die Standardabweichung und die p-Werte zwischen den wiederholten Messungen. Signifikante p-Werte sind in fetter Schrift, diejenigen, die nach einer Bonferroni-Korrektur noch signifikant wären, zusätzlich kursiv.

Schließt man, nachdem in dieser Studie kein Wärmeeffekt an den Lidern bei IPL gemessen wurde, wärmebedingte Wirkmechanismen bei IPL-Behandlung der MGD aus, verbleiben eine ganze Reihe an weiteren postulierten Hypothesen, wie in der Einleitung aufgeführt. Die Diskussion der Wahrscheinlichkeit dieser sind außerhalb des Studienzieles und in entsprechenden Literaturzusammenfassungen bereits dargestellt.^{5,18}

Dennoch zu erwähnen ist, dass die postulierten Wirkmechanismen nicht nur aus anderen Bereichen übertragen wurden, sondern teilweise auch etwas undeutlich wiedergegeben werden. Ein Beispiel dazu ist die Akne Rosazea. Hierbei hat es sich gezeigt, dass durch IPL oberflächliche Blutgefäße und Teleangiectasien der Gesichtshaut sehr gut behandeln werden können. Wenn nun in bestimmten Quellen über eine Verminderung der Teleangiectasien gesprochen wird, sind hierbei nicht die Teleangiectasien der Lidränder gemeint, sondern die der Gesichtshaut bei Akne-Rosazea-Patienten. Die Zerstörung abnormaler erythematöser Blutgefäße reduziert ein Schlüsselreservoir an Entzündungsmediatoren und beseitigt so eine Hauptentzündungsquelle im Gesicht und eventuell nahe der Augenlider und den Meibomdrüsen. Demnach wäre Photothermolyse direkt an den Lidern, zumindest bei Akne-Rosazea-Patienten, nicht unbedingt notwendig. Wie wird, wenn eine Koagulation der Teleangiectasien der Lidkanten ein IPL-Effekt wäre, sichergestellt, dass alle weiteren feine Blutgefäße des Lides und der Bindehäute der okulären Oberfläche nicht zu Schaden kämen? Unsere weiteren Arbeiten zu IPL und LLLT haben zum Beispiel keine Veränderungen diesbezüglicher Lidkantenerscheinung nach IPL gezeigt.

Die LLLT zeigte einen deutlich höheren Wärmeeffekt, der sich in dem Bereich hielt, wie für die Behandlung der MGD mit warmen Kompressen oder Ähnlichem empfohlen wird.^{21, 22} Dieser war an den Oberlidern höher als an den Unterlidern. Weiter wurde ein Wärmeeffekt auch an den Arealen festgestellt, die durch IPL abgedeckt werden. Die bei der Wärmebehandlung der MGD zu erreichende Temperatur in den Meibomdrüsen sollte höher als 38° C sein.²¹ Bei Verwendung von warmen Kompressen wird von einer Oberflächentemperatur der Haut von mindestens 40°C gesprochen.²² Somit wird das zu visköse Meibomöl bei MGD-Patienten verflüssigt und ist leichter exprimierbar. Dies scheint durch die Anwendung der My Mask an Ober- und Unterlid erreicht worden zu sein. Der Wärmeeffekt hielt nach der 15-minütigen Anwendung noch in der zur MGD-Behandlung relevanten Temperatur bis zu zwei Minuten nach Behandlung an, bis zu 15 Minuten konnte ein genereller Effekt der Gesichtserwärmung gemessen werden. Der Effekt der Gesichtserwärmung war bei der IPL-Behandlung deutlich kürzer. Aufgrund der Eigenschaften von LLLT kann zudem vermutet werden, dass diese Temperatur tiefer in die Lider eingedrungen ist, als bei der Verwendung äußerer Wärme (warme Kompressen oder ähnliches). Die LEDs der My Mask zeigen eine Wellenlänge von 633 nm, welche bei der normalen Haut in ein bis zwei Millimeter Tiefe wirkt.¹³ Die Temperatur wurde nach einigen Minuten von einigen Testpersonen als sehr hoch empfunden, entsprechend haben diese die Maske mit den Händen etwas korrigiert. Diese Option sollte den zu Behandelnden vor Anwendung mitgeteilt werden.

Die LLLT gewinnt in den verschiedenen medizinischen Bereichen zunehmend an Bedeutung, nicht nur aufgrund der endogenen Wärme, sondern aufgrund weiterer Effekte des verwendeten Lichtspektrums. Hierbei geht es von Alzheimer-Behandlung bis hin zur Wundheilung.¹⁵ Die postulierten Hypothesen unterscheiden sich kaum zu denen zur IPL-Anwendung. LLLT konnte erfolgreich zur Behandlung von Chalazion und auch zur MGD eingesetzt werden.^{6,12} Ob es hierbei ausschließlich die Wärme ist, oder die My Mask beides, also sowohl die wärme-relevanten Effekte sowie die nicht-wärme-relevante Aspekte abdeckt, muss in zukünftigen Arbeiten untersucht werden. Dieser Kombi-Effekt (Wärme und Lichtspektrum) gegenüber IPL ist aber durchaus im Bereich des Möglichen.

Dennoch müssen alle Hypothesen, die auf der Übertragung von Wirkmechanismen aus anderen Bereichen auf die Behandlung der MGD beruhen, zurückhaltend diskutiert werden, sowie beachtet werden, dass es Unterschiede zwischen den angewandten Geräte (Wellenlänge, Energie, Pulsform/Pulsdauer) in den jeweiligen Studien gab. Diese Studie kann lediglich Aussage über die Hauttemperatur vor und nach Behandlung benutzter IPL- und LLLT-Geräte treffen.

Zusammenfassung

Sowohl IPL als auch LLLT zeigte einen signifikanten Effekt der Hauterwärmung, welcher nach Behandlung mit LLLT länger anhielt als bei IPL. Wogegen nach LLLT-Behandlung eine für die MGD-Behandlung ausreichende Erwärmung der Lider zu messen war, konnte nach IPL nur eine Erwärmung der Wangen und Schläfen gemessen werden, nicht der Augenlider.



Dr. Heiko Pult

Dr. Heiko Pult ist Optometrist und Geschäftsführer der Horst Riede GmbH an der Bergstraße, und darüber hinaus Honorary Visiting Professor an der Cardiff University in Großbritannien, sowie Academic Fellow der Ophthalmic Research Group, Life and Health Sciences, Aston University, Birmingham, UK. Dr. Heiko Pult ist ebenfalls Gründer von „Dr. Heiko Pult – Optometry and Vision Research“, einer sich auf Fragen des vorderen Augenabschnitts, und hier vor allem des Tränenfilms, der Kontaktlinsenversorgung sowie des visuellen Systems spezialisierten Forschungsinstitution. Dr. Heiko Pult betreut für internationale Studien rund 40 Kliniken und Forschungseinrichtungen im D-A-CH als sogenannter ‚Best Corrected Visual Acuity‘ Zertifizierer. Er ist Mit-Autor des aktuellen Dry Eye Workshops II der Tear Film & Ocular Surface Society (TFOS), TFOS Ambassador für Deutschland und Autor zahlreicher wissenschaftlichen Veröffentlichungen, sowie Referent auf wissenschaftlichen Kongressen weltweit.

Literatur:

- 1 Nelson JD, Shimazaki J, Benitez-del-Castillo JM, Craig JP, McCulley JP, Den S, Foulks GN. The International Workshop on Meibomian Gland Dysfunction: Report of the Definition and Classification Subcommittee. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:1930–7.
- 2 Jones L, Downie LE, Korb D, Benitez-Del-Castillo JM, Dana R, Deng SX, Dong PN, Geerling G, Hida RY, Liu Y, Seo KY, Tauber J, Wakamatsu TH, Xu J, Wolffsohn JS, Craig JP. TFOS DEWS II Management and Therapy Report. *Ocul Surf* 2017;15:575–628.
- 3 Romero JM, Biser SA, Perry HD, Levinson DH, Doshi SJ, Terraciano A, Donnenfeld ED. Conservative treatment of meibomian gland dysfunction. *Eye Contact Lens* 2004;30:14–9.
- 4 Craig JP, Blades K, Patel S. Tear lipid layer structure and stability following expression of the meibomian glands. *Ophthalmic Physiol Opt* 1995;15:569–74.
- 5 Schuh A, Priglinger S, Messmer EM. Pulslichttherapie („intense pulsed light“) als Therapieoption bei der Behandlung der Meibom-Drüsen-Dysfunktion. *Der Ophthalmologe* 2019;116:982–8.
- 6 Stonecipher K, Abell TG, Chotiner B, Chotiner E, Potvin R. Combined low level light therapy and intense pulsed light therapy for the treatment of meibomian gland dysfunction. *Clinical ophthalmology (Auckland, N.Z.)* 2019;13:993–9.
- 7 Huang X, Qin Q, Wang L, Zheng J, Lin L, Jin X. Clinical results of Intraductal Meibomian gland probing combined with intense pulsed light in treating patients with refractory obstructive Meibomian gland dysfunction: a randomized controlled trial. *BMC Ophthalmology* 2019;19:211.
- 8 Seo KY, Kang SM, Ha DY, Chin HS, Jung JW. Long-term effects of intense pulsed light treatment on the ocular surface in patients with rosacea-associated meibomian gland dysfunction. *Contact Lens and Anterior Eye* 2018;41:430–5.
- 9 Guilloto Caballero S, García Madrona JL, Colmenero Reina E. Effect of pulsed laser light in patients with dry eye syndrome. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología (English Edition)* 2017;92:509–15.
- 10 Gupta PK, Vora GK, Matossian C, Kim M, Stinnett S. Outcomes of intense pulsed light therapy for treatment of evaporative dry eye disease. *Canadian Journal of Ophthalmology* 2016;51:249–53.
- 11 Toyos R. Intense Pulsed Light as a Treatment for Dry-eye Disease due to Meibomian Gland Dysfunction. *ARVO Meeting Abstracts* 2013;54:966.
- 12 Pult H. Intense Pulse Light and Low-Level Light Therapy in the Treatment of Meibomian Gland Dysfunction. *IOVS 2020;ARVO abstract*.
- 13 Avci P, Gupta A, Sadasivam M, Vecchio D, Pam Z, Pam N, Hamblin MR. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring. *Seminars in cutaneous medicine and surgery* 2013;32:41–52.
- 14 Bandlitz S. Intensiv gepulstes Licht (Intense Pulsed Light / IPL) zur Anwendung bei Dysfunktion der Meibomschen Drüsen. *DOZ* 2019;12:94–8.
- 15 Johnstone DM, Moro C, Stone J, Benabid A-L, Mitrofanis J. Turning On Lights to Stop Neurodegeneration: The Potential of Near Infrared Light Therapy in Alzheimer’s and Parkinson’s Disease. *Frontiers in neuroscience* 2016;9:500-.
- 16 Lim HS, Lee S-C, Won YH, Lee J-B. The efficacy of intense pulsed light for treating erythematotelangiectatic rosacea is related to severity and age. *Annals of dermatology* 2014;26:491–5.
- 17 Jäger C, Sickenberger W, Marx S. Intense Pulsed Light (IPL) bei Meibomdrüsen-Dysfunktion (MGD). *Die Kontaktlinse* 2019;10:12–8.
- 18 Dell SJ. Intense pulsed light for evaporative dry eye disease. *Clinical ophthalmology (Auckland, N.Z.)* 2017;11:1167–73.
- 19 Craig JP, Chen Y-H, Turnbull PRK. Prospective Trial of Intense Pulsed Light for the Treatment of Meibomian Gland Dysfunction. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2015;56:1965–70.
- 20 Baumler W, Vural E, Landthaler M, Muzzi F, Shafirstein G. The effects of intense pulsed light (IPL) on blood vessels investigated by mathematical modeling. *Lasers Surg Med* 2007;39:132–9.
- 21 Terada O, Chiba K, Senoo T, Obara Y. Ocular surface temperature of meibomian gland dysfunction patients and the melting point of meibomian gland secretions. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 2004;108:690–3.
- 22 Olson MC, Korb DR, Greiner JV. Increase in tear film lipid layer thickness following treatment with warm compresses in patients with meibomian gland dysfunction. *Eye Contact Lens* 2003;29:96–9.

Der Autor:

Dr. Heiko Pult

E-Mail: PultH@cardiff.ac.uk