

Charité - Universitätsmedizin Berlin

Campus Benjamin Franklin

Aus dem Institut für Physiologie

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. K. Kirsch

**Der Einfluss von linear polarisiertem Licht auf
Hauttemperatur, Hautwasserabgabe
und sudomotorische Aktivität**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

der Charité - Universitätsmedizin Berlin

Campus Benjamin Franklin

vorgelegt von

Isaak Wontroba

aus Berlin

Referent: Prof. Dr. K. Kirsch

Korreferent: Prof. Dr. C. C. Zouboulis

Gedruckt mit der Genehmigung der Charité - Universitätsmedizin Berlin, Campus
Benjamin Franklin

Promoviert am: 16.09.2005

INHALT

1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	3
1.2. Stand der Forschung	7
1.2.1. Die Lichttherapie	7
1.2.2. Therapeutisches Spektrum	11
1.2.2.1. Therapeutische Ansätze im Lichtspektrum zwischen 400 und 2000 nm	12
1.2.2.2. Spezielle Ansätze in der Lichttherapie im Spektrum 400 bis 2000 nm	14
2. Methodik	16
2.1. Studiendaten	16
2.1.1. Probandenkollektiv	16
2.1.2. Lichtquellen	18
2.1.2.1. Lichttherapiegerät Bioptron II	18
2.1.2.2. Quarzlampe	20
2.1.3. Studienablauf	21
2.2. Messmethoden	25
2.2.1. Tewameter	25
2.2.2. Cutometer	27
2.2.3. Sebumeter	29
2.2.4. Körpergewicht und Body Mass Index	30
2.3. Versuchsablauf	31
2.3.1. Versuchsdurchführung	31
2.3.2. Serie A1 & A2	33
2.3.3. Serie B1 & B2	34
2.3.4. Serie B3 & B4	35
2.3.5. Serie Gesamt	36
2.4. Statistik	37

3. Ergebnisse	38
3.1. Serie Gesamt	38
3.1.1. Zusammenhang zwischen Temperatur und Evaporation	39
3.1.2. Auswirkungen der Bestrahlung auf die Serie Gesamt	39
3.1.3. Serie Gesamt differenziert anhand der Δ Werte für die Evaporation	43
3.1.4. Serie Gesamt nach Gruppen differenziert	46
3.1.4.1. Serie Gesamt: Gruppe 1 mit geringer Evaporation	46
3.1.4.2. Serie Gesamt: Gruppe 2 mit mässiger Evaporation	48
3.1.4.3. Serie Gesamt: Gruppe 3 mit starker Evaporation	49
3.1.5. Serie Gesamt nach Serie A1, A2 und B1 & B2 differenziert	51
3.2. Serie A1 & A2	53
3.2.1. Serie A1	53
3.2.2. Serie A2	54
3.3. Serie B1 & B2 Gesamt	56
3.3.1. Serie B1 & B2 in Gruppen	58
3.3.1.1. Serie B1 & B2: Gruppe 1	58
3.3.1.2. Serie B1 & B2: Gruppe 2	59
3.3.1.3. Serie B1 & B2: Gruppe 3	60
3.3.2. Serie B2	65
3.4. Serie B3 & B4	67
3.4.1. Serie B3	68
3.4.2. Serie B4	69
4. Diskussion	71
4.1. Kritik der Methoden	71
4.1.1. Die Bestimmung der Evaporation	71
4.1.2. Die Bestimmung der Temperatur im Messzylinder	75
4.2. Einflussfaktoren auf die Evaporation	79
4.2.1. Gesamtfettgehalt der Hautoberfläche	79
4.2.2. Stratum corneum	79
4.2.3. Blutvolumen, Blutdruck, körperliche und mentale Belastungen	80

4.3. Diskussion der Ergebnisse	82
4.3.1. Auswirkung der Bestrahlung	82
4.3.1.1. Vergleich der Serie A1 & A2 mit der Serie B1 & B2	85
4.3.1.2. Vergleich der Serie A1 mit der Serie A2	87
4.3.2. Der Einfluss des autonomen Nervensystems auf die Evaporation	88
4.3.3. Einzelne Spitzen der Evaporation	91
4.3.4. Einflüsse zentraler Regelgrößen auf die Hauttemperatur	92
4.3.5. Temperaturspitzen	94
4.3.6. Kontrolle der VIP-Lichttherapie	99
5. Zusammenfassung	101
6. Literatur	102
Anhang	126

Verwendete Abkürzungen

ANS	=	Autonomes Nervensystem
ATP	=	Adenosine Triphosphat
BE	=	Bruttoelastizität der Haut
bFGF	=	Basic Fibroblast Growth Factor
BMI	=	Body Mass Index
CD	=	Cluster of Differentiation
CIE	=	Comité Internationale d'Éclérag
DNS	=	Desoxyribonukleinsäure
EBM	=	Evidence Based Medicine
HDL	=	High Density Lipoprotein
IFN	=	Interferon
Ig	=	Immunglobulin
IL	=	Interleukin
IPI	=	Integraler Phagozytose Index
IR	=	Infrarot
min	=	minutes
LBNP	=	Lower Body Negative Pressure
LEL	=	Low Energy Laser
LILT	=	Low Intensity Laser Therapy
LLLT	=	Low Level Laser Therapy
LPL	=	Low Power Laser
LPL	=	Linear Polarised Light
LPRL	=	Low Power Red Light Laser
MSNA	=	Muscle Sympathetic Nerve Activity
NGF	=	Nerve Growth Factor
PDT	=	Photodynamische Therapie
PHC	=	Primary Health Care
PIC	=	Perspiratio Insensibilis Cornealis
RNA	=	Ribonukleinsäure
SAD	=	Seasonal Affective Disorder
sec	=	seconds

TEWL	=	Trans Epidermal Water Loss
TGF	=	Transforming Growth Factor
UV	=	Ultraviolet
VIP	=	Visible and Infrared Polarised
WHO	=	World Health Organisation

Anhang

Danksagung

Ich bedanke mich an dieser Stelle herzlich bei allen, die mich bei der vorliegenden Arbeit unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. K. Kirsch und Herrn Prof. Dr. H. C. Gunga für die Unterstützung bei der Ausführung des Arbeitsthemas und die Bereitstellung der Untersuchungsräume am Institut für Physiologie der Freien Universität Berlin.

Herrn Dr. E. Koralewski für die Diskussionsbereitschaft auch in Detailfragen.

Herrn Dr. E. Uehleke für sein interdisziplinäres Interesse und die Bereitstellung einzelner Forschungsinstrumente.

Den Verantwortlichen und Sponsoren des Forschungsprojektes AMAS 2000.

Nicht zuletzt natürlich auch allen beteiligten Probanden.

Tabellarischer Lebenslauf

Name: Wontroba
 Vorname: Isaak
 Geburtsdatum, -ort: 17.03.1975 in Berlin
 Familienstand: Ledig
 Eltern: D. Klebe-Wontroba, Musikpädagogin, Musikethnologin
 C. Wontroba, Dipl. Ing., Architekt

Schulbildung: „High School Diploma“ 1993 in Colorado, USA (High School)
 Abitur 1996 in Berlin, Scharfenberg (Gymnasium)

Medizinische Ausbildung:

Studium: Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin im SS 1997

Examen: Physikum im März 1999
 1. Staatsexamen im März 2000
 2. Staatsexamen im September 2002
 3. Staatsexamen im Oktober 2003

Facharztausbildung: Beginn der Facharztausbildung in der Abteilung für Neurologie im DRK Klinikum Berlin Köpenick im Januar 2004.
 Fortführung der Facharztausbildung in der Abteilung für Psychiatrie im Heinrich-Sengelmann Krankenhaus in Bargfeld-Stegen im Juli 2005.

Zusatzqualifikation: Teilnahme am Benjamin-Franklin-Kolleg der FU Berlin

Der Einfluss von linear polarisiertem Licht auf Hauttemperatur, Hautwasserabgabe und sudomotorische Aktivität

Zur Untersuchung, welche Auswirkungen inkohärentes polarisiertes Licht (VIP = visible incoherent polarized light) auf die menschliche Haut zeigt, sind in unterschiedlichen Messreihen an insgesamt 48 Probanden Veränderungen von Evaporation und Temperatur über der Haut des Unterschenkels in einem Messzylinder (Tewameter) untersucht worden. Verwendet wurde eine im Rahmen der VIP-Lichttherapie eingesetzte Lichtquelle der Firma Bioptron. Die Untersuchungen wurden an 24 männlichen Teilnehmern der Höhenstudie AMAS 2000 in Obertauern (Österreich, 1.700 m) sowie an 24 männlichen Probanden in Berlin durchgeführt.

Zwischen der Hautwasserabgabe und der Hauttemperatur konnte in den vorgelegten Versuchsreihen keine Beziehung zueinander nachgewiesen werden.

Die gemessenen Evaporationswerte zeigten sowohl bei den Kontrollwerten, als auch über den gesamten Messzeitraum betrachtet, starke interindividuelle Unterschiede, so dass die einfache Betrachtung der Mittelwerte bezüglich dieses Parameters den physiologischen Gegebenheiten nicht gerecht wird. Aufgrund unterschiedlicher Intensität war daher die Aufteilung der Probanden in Gruppen mit geringfügiger (Gruppe 1, 52%), mittelstarker (Gruppe 2, 29%) und intensiver (Gruppe 3, 19%) Veränderung der Evaporation notwendig. Probanden mit niedrigen Evaporationswerten (Gruppe 1) reagierten praktisch nicht auf die Bestrahlung, während diejenigen der Gruppe 3 -mit starkem Anstieg der Evaporation nach Bestrahlung- bereits hohe Kontrollwerte zeigten.

Wurde der Beobachtungszeitraum nach der Bestrahlung auf 62 min (bei den 24 Probanden in Berlin) ausgedehnt, konnten wiederholt über die Zeit starke, kurzzeitige Anstiege beobachtet werden. Inwieweit diese Anstiege im Zusammenhang mit der Bestrahlung standen, muss offen bleiben, ist aber eher unwahrscheinlich. Bei genauerer Betrachtung der Evaporations-Werte über die Zeit zeigten einzelne Probanden isolierte Anstiege (Spitzen). Diese könnten Zeichen einer aktiven Sondierung der Umwelt durch den Organismus im Sinne einer feed-forward Reaktion sein.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass bei 79% der in Berlin untersuchten Probanden etwa 40 min nach der Bestrahlung ein Anstieg der Temperatur um 2°C über dem bestrahlten Hautareal nachzuweisen war. Als Ursache sind gesteigerter

Zellstoffwechsel und immunologische Vorgänge denkbar. Diese Veränderungen wurden nach Bestrahlung mit nicht linear polarisiertem Licht (Quarzlampen-Bestrahlung) oder im ruhigen Liegen nicht beobachtet.

The influence of linear polarized light on skin temperature, evaporation and sudomotor activity.

Evaporation and skin temperature were measured in different series on 48 subjects with a cylindrical probe (Tewameter) above the skin of the lower leg, to assess the effect of visible incoherent polarized light (VIP) on human skin. The VIP-light was generated by a device from the company Bioptron. The experiments were performed on 24 participants of the Austrian moderate altitude study (AMAS 2000) in Obertauern (Austria, 1.700 m above sea level) and 24 individuals living in Berlin.

The following test series showed no correlation between evaporation and skin temperature.

A solid consideration of the mean value concerning the evaporation is, due to large inter-individual differences in blank value as well as measured values after the light exposure, not sufficient. A closer examination of the evaporation suggests the fragmentation into 3 different groups showing a mild (group 1, 52%), moderate (group 2, 29%) and intensive response (group 3, 19%). The mild group (group 1) showed virtually no change while the intensive group (group 3) had a high blank value as well as a strong increase after the light exposure.

Isolated peaks of the evaporation were measured in few of the 24 subjects from Berlin after extending the measuring period to 62 min. The cause and a possible relation to the VIP-light exposure remains indistinct but could be conceivable. The feed-forward learning theory meaning an active scanning process of the environment by the organism could be an explanation.

What is remarkable is a 2°C temperature increase 40 min after the VIP-light exposure above the exposed skin surface in 79% of the 24 subjects from Berlin. A possible explanation could be an increased cell and immune activity. The temperature increase was not observed by having the patient in a horizontal body position or after a placebo exposure with a quartz iodine lamp.