

LICHTREAKTIONEN BEIM MENSCHEN, VERMITTELT ÜBER HAUT, AUGE UND GEHIRN

Zusammenfassung

Der Ultraviolettanteil im Sonnenlicht bewirkt eine Vielzahl von photophysikalischen und photochemischen Reaktionen in der Haut des Menschen. Diese werden von zwei photoendokrino-logisch aktiven antagonistischen Organen im menschlichen Gehirn koordiniert, nämlich der Zirbeldrüse und der Hypophyse, die wiederum unter dem kontrollierenden Einfluß des Auges stehen.

Der Mensch hat zwei Organe für die Aufnahme von Licht: Auge und Haut. Diese Systeme wurden im Laufe der Evolution unter dem periodischen Einfluß des Sonnenlichts fein aufeinander abgestimmt, mit dem Ergebnis, daß der menschliche Organismus nur auf solches helles Licht sinnvoll reagieren kann, das die spektrale Zusammensetzung von Sonnenlicht aufweist. Gesunde Beleuchtungskonzepte mit Kunstlicht sind nur möglich, wenn die auf die Sonne abgestimmten Koordinationsprozesse berücksichtigt werden, wie sie über die Haut, den visuellen und energetischen Signalweg im Auge sowie die übergeordneten Steuerungszentren im Gehirn vermittelt werden.

HELLES LICHT = STRESS

Helles Licht ist, neben anderen Umweltreizen, ein wesentlicher Auslöser für systemische Stressreaktionen. Dunkelheit löst beim Menschen hingegen Erholungsreaktionen und Schlaf aus. Sowohl die Konzentrationen der Stresshormone als auch die Melatonin-konzentration zeigen eindeutige licht-abhängige Veränderungen im Tagesverlauf. Steuerungszentren dieses antagonistischen Systems sind Zirbeldrüse und Hypophyse. Fehlen Lichtreize über das Auge, verkümmert die Hypophyse nach geraumer Zeit.

IR + UV = DERMALER STRESS

Dermal Pooling bezeichnet eine Verlagerung von Blut und Flüssigkeit aus den inneren Kompartimenten des Körpers in die äußeren Kapillargefäße und Schichten der Haut. Unter extremen Bedingungen kann die Haut über 60% der gesamten Blutmenge des Körpers aufnehmen, das entspricht bei einem durchschnittlichen Blutvolumen von etwa 5 Liter einer Menge von mehr als 3 Litern. Das erscheint sehr viel zu sein, relativiert sich aber angesichts der Tatsache, dass die Haut das größte Körperorgan mit einer Masse von ca. 12 kg ist (ohne das Unterhautfettgewebe gerechnet). Massives *Dermal Pooling* kann daher zu einem tödlichen Kreislaufschock führen, wenn der Organismus keine geeigneten Gegenmaßnahmen einleitet, denn schon bei einem Defizit von einem Liter Blut kann es zu lebensbedrohlichen Komplikationen kommen. Der Effekt des *Dermal Pooling* wurde in der Lichtbiologie seit etwa 1920 auch therapeutisch zur Senkung hohen Blutdruckes genutzt, da schon eine einmalige UV-Bestrahlung bis an die Erythemgrenze zu einer Senkung des Blutdrucks bis zu 20% führt, die etwa 5 Tage anhält. Die systemische Stressreaktion, also die Ausschüttung von Stresshormonen durch Hypophyse und Nebennieren, ist geeignet, um exzessivem *Dermal Pooling* entgegenzuwirken, da die Katecholamine die Gefäße verengen, den Blutdruck steigern und die Herzkraft stärken. Die Katecholamine werden zusammen mit Cortisol freigesetzt, das die entzündlichen Hautreaktionen dämpft. Dazu kommt der Effekt von ADH (Antidiuretisches Hormon), einer Substanz aus dem Hypophysenhinterlappen, die, direkt in das Blut sezerniert, zu einer Wasserretention in den Nieren führt. Diese hormonellen Kontrollmechanismen scheinen im Laufe der Evolution so überlebensnotwendig gewesen zu sein, dass die genannten Stresshormone nicht nur über die Hypophyse und Nebennieren bereitgestellt werden. Neueste Forschungen zeigen, dass in den Haarfollikeln eine akzessorische Stresshormonproduktion stattfinden kann.

SPEKTRALE GEGENSÄTZE

IR ROT ORANGE
CHRONOBIOLOGISCH NEUTRAL
THERMISCH WIRKSAM
KEIN OXIDATIVER STRESS
STÄRKT MITOCHONDRIENFUNKTION
DUNKELHEIT

BLAU VIOLETT UV
CHRONOBIOLOGISCH EFFEKTIV
PHOTOCHEMISCH AKTIV
OXIDATIVER STRESS
SCHÄDIGT MITOCHONDRIEN
HELLIGKEIT

Die moderne Wissenschaft kann heute beweisen, dass verschiedene Wellenlängen des sichtbaren Spektrums auch gegensätzliche Wirkungen auf den Menschen haben. Unter dem evolutionsgeschichtlichen Blickwinkel betrachtet, ist dies jedoch schon lange bekannt. Finsen beschrieb beispielsweise vor über 100 Jahren eine photodermatische Reaktion bei Salamandern und Regenwürmern, die auf der spektralen Gegensätzlichkeit beruht: während blaues und violette Licht die Organismen zu Helligkeitsreaktionen veranlasste, löste rotes Licht immer entsprechende Dunkelreaktionen aus.

HELIOTROPE ANPASSUNG

Im natürlichen Sonnenlicht ist ein hoher Anteil an UV-Strahlung immer mit starker Helligkeit, und was noch bedeutsamer ist, auch mit hohen Blauanteilen vergesellschaftet. Während der UV-Anteil für das Auge nicht sichtbar ist, kann der Blaugehalt problemlos wahrgenommen werden. Er kann dadurch als Parameter zur indirekten extrapolativen Ermittlung des UV-Gehaltes im Sonnenlicht dienen. Diese indirekte Messung des UV-Anteils funktioniert jedoch nur unter natürlichem Sonnenlicht. Sobald Kunstlicht aus Quecksilber-Entladungslampen beteiligt ist, kommt es zur Fehlfunktion: das helle Kunstlicht mit hohem Blauanteil triggert über das Auge im Hormonsystem Abwehrmechanismen gegen UV-Wirkungen, die im Kunstlicht nicht vorhanden sind. Dies führt zu einer endokrinen Dysbalance, die besonders bei Langzeiteinwirkung nachteilige Konsequenzen für die Gesundheit haben kann.

PHOTOCHEMISCHE HAUTREAKTIONEN

PRODUKTION
Calcitriol
Histamin
Sulphydryl-Gruppen

ZERSTÖRUNG
Adrenalin
Steroide
Testosteron
Östrogen
Schilddrüsenhormone
DNA, RNA
etc.

Lichtaufnahme und Lichtweiterleitung durch die Haut führen auch zu örtlichen Stressreaktionen im Gewebe. Das Aktionspektrum für Lichtstress in der Haut ist seit den grundlegenden Forschungen von Niels Ryberg Finsen, dem Vater der modernen Lichttherapie und Medizin-Nobelpreisträger von 1903, immer genauer definiert worden. Es handelt sich hierbei in erster Linie um den Wellenlängenbereich zwischen 290 und 320 nm, der in der Haut nicht nur für die Bildung von Calcitriol (sog. Vitamin D), sondern auch für eine Reihe weiterer photochemischer Reaktionen verantwortlich ist. Viele dieser Reaktionen sind Photooxidationen, die die meisten der Hypophysenhormone, die chromophore Gruppen tragen, deaktivieren bzw. zersetzen. Neben der Synthese von Calcitriol kommt es noch zur Bildung von Histamin, das die Gefäßerweiterung hervorruft, und zur Aktivierung von SH-Gruppen, die eine Reihe von Enzymen regenerieren können und für einen Teil der positiven Lichtwirkungen verantwortlich gemacht werden.

CIRCADIAN EFFEKTIVES LICHT UND HORMONE

SONNENLICHT (5700 K)						
Wirkort	ACTH	Histamin	Steroide	Calcitriol	Melatonin	Dermaler Stress
ZNS	↑	-	↑	-	↓	↑
Haut	↓	↑	↓	↑	-	↑
SUMME	-	↑	-	↑	↓	↑

PHYSIOLOGISCHE REAKTION

QUECKSILBERDAMPF - FLUORESZENZLICHT (5700 K)						
Wirkort	ACTH	Histamin	Steroide	Calcitriol	Melatonin	Dermaler Stress
ZNS	↑	-	↑	-	↓	↑
Haut	-	-	-	-	-	-
SUMME	↑	-	↑	-	↓	!

PATHOLOGISCHE REAKTION

CIRCADIAN EFFEKTIVES LICHT UND SEHSCHÄRFE

Für den Sehvorgang ist es vorteilhaft, wenn das Umgebungslicht wenig kurzwelliges Licht enthält. Die stärkere Brechung für Blau, Indigo und Violett in den optischen Medien des Auges führt zu schlechterem Sehen. Die so genannte *Chromatische Aberration* sorgt dafür, dass die verschiedenen Wellenlängen des Lichtes unterschiedliche Fokusebenen haben: wird z.B. Rot scharf auf der Netzhaut abgebildet, entsteht für Blau eine Unschärfe, da der Fokuspunkt wie in der Abbildung ersichtlich, vor der Netzhaut liegt. Die kurzwelligen Strahlungsanteile sorgen außerdem für photochemischen Stress in Augenlinse, Glaskörper und im Nerven- bzw. Rezeptorgewebe der Netzhaut.

Im Auge gibt es verschiedene Mechanismen, um einerseits das Sehen zu verbessern sowie die photochemischen Schäden in der Netzhaut zu begrenzen: in der Fovea Centralis, der Stelle des schärfsten Sehens, gibt es nur sehr wenige Rezeptoren für Blau. Ein gelbes Pigment, das Lutein, filtert überschüssige Blauanteile aus und hat außerdem antioxidative Eigenschaften. Beim alten Menschen nimmt die Luteinkonzentration ab, dafür trüben Augenlinse und Glaskörper immer mehr ein und übernehmen damit einen gewissen Schutz der Makula vor überschüssigem Blau und photochemischer Schädigung.

Schlußfolgerung

Eine Vielzahl epidemiologischer Untersuchungen zeigen, dass die Inzidenz für Zivilisationskrankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs, Immunschwäche, Osteoporose und altersbedingte Makuladegeneration (AMD) stetig ansteigt. Alle genannten Krankheitsbilder haben auf photochemischer als auch endokriner Ebene einen Bezug zum Lichteinfluss. Künstliches Licht wurde in den vergangenen Jahrzehnten zur wichtigsten photonischen Einflußgröße in den modernen Industriegesellschaften. In der Lichttechnik ist eine Tendenz zum immer stärkeren Einsatz von Quecksilberlicht mit hoher Farbtemperatur zu beobachten. Gerade aber die hohe Farbtemperatur von quecksilberdampf-basiertem Fluoreszenzlicht indiziert ein hohes photochemisches Potential sowie chronobiologische Effizienz, da hier ein sehr hoher Blauanteil im Licht zu beobachten ist, der darüber hinaus das scharfe Sehen beeinträchtigt. Somit stellt sich aus medizinischer Sicht die Frage, ob nicht dem Quecksilberdampf-Licht ein erheblicher Anteil bei der Entstehung dieser Zivilisationskrankheiten zukommt. Im Sinne der Verhütung von Hormonstörungen und der Verbesserung der Sehleistung bei gesunden Menschen ist es sinnvoll, auf Leuchtmittel mit hoher Farbtemperatur und starkem Blauanteil zu verzichten und darüber hinaus Lichtquellen zu entwickeln, die ohne Quecksilber auskommen.