

Sonderdruck aus

Bericht über die 73. Zusammenkunft der Deutschen Ophthalm. Gesellschaft in Heidelberg 1973

© J. F. Bergmann, München 1975 · Printed in Germany

Zur experimentellen Laser-Einwirkung am Auge

O.-E. LUND, I. H. L. WALLOW, F. HILLENKAMP, R. BIRNGRUBER, V. P. GABEL
(München)

Seit Anfang 1971 beschäftigen wir uns in München in einer Arbeitsgruppe mit Untersuchungen zu Laser-Einwirkungen am Auge. Die experimentellen Arbeiten erfolgen in Kooperation von Medizinerinnen und Physikern.

In zunehmendem Maße kommen Laser-Strahlungsquellen in Medizin, Forschung und Industrie zur Anwendung. Aufgrund der hervorragenden optischen Eigenschaften, wie der Kohärenz der Strahlen, aufgrund der extremen Energiebündelung, ergibt sich zwangsläufig eine umfangreiche Palette von Einsatzmöglichkeiten. Die zunehmende Verbreitung, vor allem auch von Hochleistungslasern läßt nicht immer vermeiden, daß auch ungeschultes Personal mit dieser Strahlungsquelle in Berührung kommt und dabei Strahlenschädigungen auftreten können. Schäden, denen gegenüber das Auge besonders empfindlich ist. Gerade der Ophthalmologe wird hier mehr und mehr mit der Erkennung und Beurteilung solcher Laser-Schäden konfrontiert werden.

Es ergibt sich zwingend die Notwendigkeit verbindlicher Laser-Sicherheitsvorschriften. Dies läßt bereits die Unsicherheit bei Laser-verwendenden Betrieben und Anfragen bei uns erkennen. Ich verweise als Beispiel auf die Anwendung von Vermessungs-Lasern unter Tage.

Die bisherigen deutschen Laser-Schutzvorschriften basieren noch immer auf den sog. Cincinnati-Werten von 1968. So auch der neueste „Entwurf für Laser-Schutzfilter und Laser-Schutzbrillen des Fachnormenausschusses Feinmechanik und Optik im deutschen Normenausschuß vom März 1972“, oder auch die Unfallverhütungsvorschriften „Laserstrahl“ vom April 1973.

Bereits im März 1972 indes datiert ein umfangreicher Bericht der ANSI (American National Standards Institute) Z 136: „Standard for the safe use of laser“, der die sehr hoch angesetzten Cincinnati-Werte bereits korrigierte.

Greifen wir noch einmal das Beispiel des Vermessungs-Lasers im Bergbau auf. Nach den Cincinnati-Werten dürfte ein He-Ne-Dauerstrichlaser eine Ausgangsleistung von maximal 2 Mikrowatt (2×10^{-6} W) haben, um ohne zusätzliche Schutzvorkehrungen im Vermessungswesen betrieben zu werden. Hier handelt es sich um eine Leistung, wie sie schon bei den schwächsten Justierlasern um den Faktor 10^3 überschritten wird.

Nach den neuen ANSI-Werten ist jedoch für den He-Ne-Dauerstrichlaser eine Leistung von maximal 1 Milliwatt (10^{-3} W) noch zulässig, wenn der Blinzelreflex von ca. 150 msec als zeitliche Begrenzung der Einstrahlungszeit in das Auge vorausgesetzt wird. Die Cincinnati-Werte liegen in diesem zitierten Beispiel um den Faktor 500 unter neuen Erkenntnissen der ANSI.

Es folgt, daß demnach einerseits zwar eine vorsichtige Behandlung beim Umgang mit dem Laser geboten ist, andererseits aber auch eine übervorsichtige Einstellung, die auf früheren Ergebnissen beruht, nicht angemessen erscheint.

Zielsetzung unserer Arbeit war deshalb, alte und neue Laser-Schwellenwerte noch einmal zu überprüfen.

Es wurde zunächst eine geeignete Versuchsanordnung entwickelt, die möglichst gut reproduzierbare Werte mit geringer Schwankungsbreite liefert. Wir verwenden den Laser in Verbindung mit Spalllampe und Kontaktglas. Weitgehend unabhängig von Fehlsichtigkeit, Akkomodationsrest und Refraktion lag die Fokusgrößen-Variation wesentlich niedriger. Die Feinmanipulation des Laser-Strahls im Auge wird hiermit entscheidend verbessert.

Unter Verwendung dieser Anordnung zeigten sich Versuchsergebnisse, die für kontinuierlich strahlende He-Ne- und Ag-Laser sowie für Rubin-Pulslaser in sehr guter Übereinstimmung mit den neuen ANSI-Werten liegen.

Darüber hinaus war eine genauere Einschätzung und Definition des Schwellenwertes unter Korrelation ophthalmoskopischer, histopathologischer und funktioneller Kriterien angestrebt. Wo liegt die Schädigungsschwelle? Ist es der ophthalmoskopisch noch erkennbare Schaden? Ist es der ophthalmoskopisch subvisible aber morphologisch nachweisbare Schaden? Oder ist es eine nur mit feinsten funktionellen Methoden nachweisbare Schwelle?

Eine zweite Zielsetzung unserer Arbeiten ist die Optimierung der therapeutischen Anwendung des Lasers in der Augenheilkunde. Der Laser bietet die Möglichkeit, einzelne Parameter wie Wellenlänge, Expositionszeit, Fokusgröße, Energieverteilung über den Querschnitt des Bestrahlungsareals einzeln und auch gut reproduzierbar zu variieren. Hiermit läßt sich der Einfluß der einzelnen Faktoren auf den Erfolg einer therapeutischen Anwendung eher beurteilen. Wir denken hierbei an die prophylaktische Behandlung von Veränderungen der Netzhautperipherie, aber auch die therapeutische Beeinflussung vaskulärer Prozesse des Augenhintergrundes.

Zwangsläufig sind hiermit Fragen nach der Entwicklung und Festigkeit einer Koagulationsnarbe und ihrer Beurteilung aus dem ophthalmologischen Bild verbunden, wie es bereits von Wallow u. Tso 1972 anhand histopathologischer Untersuchungen erfolgte.

Ebenso erhebt sich die Frage nach der Regenerationsfähigkeit von mehr oder minder geschädigten Zellelementen der Netzhaut und ihres Schwellenwertes, wie es gleichfalls von Wallow schon diskutiert wurde.

Letztlich ist eine wesentliche Voraussetzung für die Einschätzung von Laser-Läsionen die bereits in Angriff genommene Bearbeitung der Frage, wie die Transmissions- und Absorptionsverhältnisse an den einzelnen Gewebeabschnitten des Auges, insbesondere des Fundus, sind.

Die Frage, ob Lichtkoagulation besser mit Laser oder mit Xenon-Lampen durchgeführt werden sollte, ist zwar mit solchen Untersuchungen zwangsläufig verbunden, stellt sich aber erst sekundär nach einer mehr grundsätzlichen Ermittlung der einzelnen erforderlichen Parameter. Die geeignete Versuchsanordnung und die exakte Manipulierbarkeit der einzelnen physikalischen Parameter der Strahlungsquelle Laser bietet für solche Experimente die besten Voraussetzungen.