

14
Sonderdruck aus

Bericht über die 74. Zusammenkunft
der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft

Periphere Retina

Redigiert von W. Jaeger

© J. F. Bergmann-Verlag München 1977
Printed in Germany. Nicht im Handel



J. F. Bergmann-Verlag München

Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen von Neodymlaserläsionen bei Kaninchen

D. Rauhut*, V.-P. Gabel*, R. Birngruber** und F. Hillenkamp**

Wie Gabel und Mitarbeiter [1] gezeigt haben, trägt der nahe Infrarotanteil zum eigentlichen Koagulationseffekt praktisch nichts bei. Es soll hier untersucht werden, inwieweit dieser Anteil des Spektrums schädigende Einflüsse auf Aderhaut und Sklera hat. Als experimentelle Lichtquelle ist dazu der Neodymlaser mit einer Wellenlänge von 10600 \AA gut geeignet. Wir haben deshalb bei Kaninchen ca. 50 Neodymlaserläsionen mit einer Leistung von 75 bis 150 mJ einer Expositionszeit von 150 msec und einer Fleckgröße von 20μ gesetzt. Verglichen wurden die Neodymlaserläsionen mit Argonlaserläsionen. Die Läsionen wurden 1/2 Stunde bis 18 Tage nach Exposition licht- und elektronenmikroskopisch untersucht. In Abbildung 1 und Abbildung 2 sieht man eine vergleichbar intensive, wenige Tage alte Neodymlaserläsion und eine Argonlaserläsion. Gemeinsam ist beiden Läsionen eine Schädigung aller Netzhautschichten und der Aderhaut, die sich lichtmikroskopisch in einer Invasion mit pigmentbeladenen Makrophagen manifestiert. Bei der Neodymlaserläsion fällt zusätzlich an diesem mit Standardtechnik zur Elektronenmikroskopie aufgearbeiteten Semidünnschnitt eine schlechtere Anfärbbarkeit der Sklera im Bereich der Läsion mit Toluidinblau auf. Diese Skleraschädigung war bei den 1 Tag alten Läsionen nur ausnahmsweise zu finden, bei den 6 Tage alten Läsionen fast immer. Bei Argonlaserläsionen war manchmal eine ganz schmale Aufhellungszone im Bereich der innersten Skleralamelle nachweisbar, die sich jedoch elektro-nenoptisch nicht als typisch (wie später beschrieben) darstellen ließ. Im folgenden soll die Aderhaut- und Skleraschädigung anhand einer 1 Tag alten Neodymlaserläsion genauer dargestellt werden (Abb. 3). Aus der Aderhaut werden repräsentative

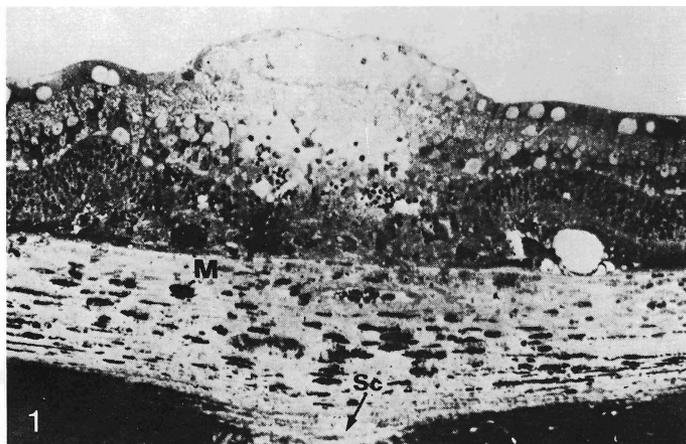


Abb. 1. Neodymlaserläsion: 147 mJ, 150 msec, 20μ Fleckgröße, 6 Tage alt. Makrophagen (M), Skleraläsion (Sc). (x 54)

* Augenklinik der Universität München (Direktor: Professor Dr. O.-E. Lund)

** Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung m.b.H., Neuherberg b. München

Dieser Arbeit liegen Ergebnisse aus einem Forschungsvorhaben zugrunde, das vom Bundesministerium für Forschung und Technologie finanziell gefördert wird.

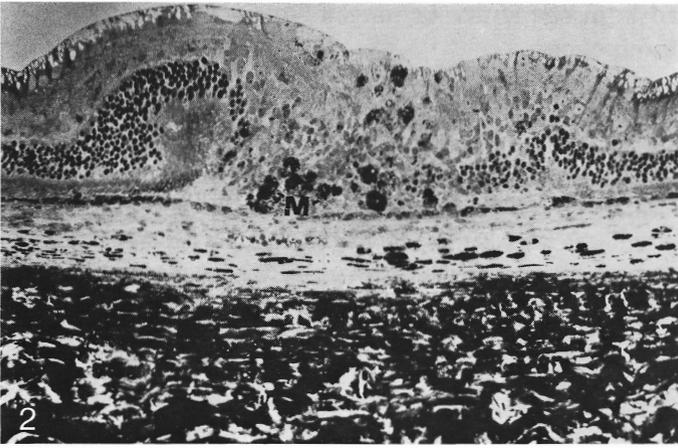


Abb. 2. Argonlaserläsion: 225 mW, 125 msec, 10 Tage alt. Makrophagen (*M*). (x 67)

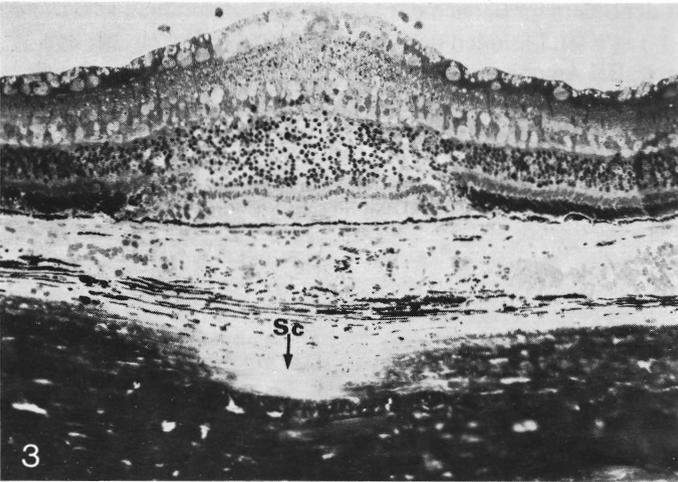


Abb. 3. Neodymlaserläsion: 135 mJ, 150 msec, 20 μ Fleckgröße, 1 Tag alt. Skleraläsion (*Sc*). (x 54)

Bezirke, nämlich Choriocapillaris bis zu den großen Aderhautgefäßen, Übergang Aderhautgefäße-Melanozyten und die Aderhautmelanozyten herausgegriffen.

In Abbildung 4b sieht man aus einem Bezirk neben der Läsion Pigmentepithel, Bruch'sche Membran, Choriocapillaris und Kollagenfaserbündel, die zum Teil schon zum Gefäßmantel der großen Aderhautgefäße gehören. Im Bereich der Läsion (Abb. 4a) erkennt man eine fast immer intakte Bruch'sche Membran; die Endothelzellen der Choriocapillaris lassen sich nicht mehr abgrenzen; die Kollagenfasern in den Gefäßwänden sind nicht mehr identifizierbar.

Abbildung 5 zeigt den Übergang große Gefäße – Melanozyten. Im Bereich der Läsion läßt sich die Gefäßwand nicht mehr abgrenzen. Man sieht diffus im Stroma liegend Erythrozyten und Leukozyten.

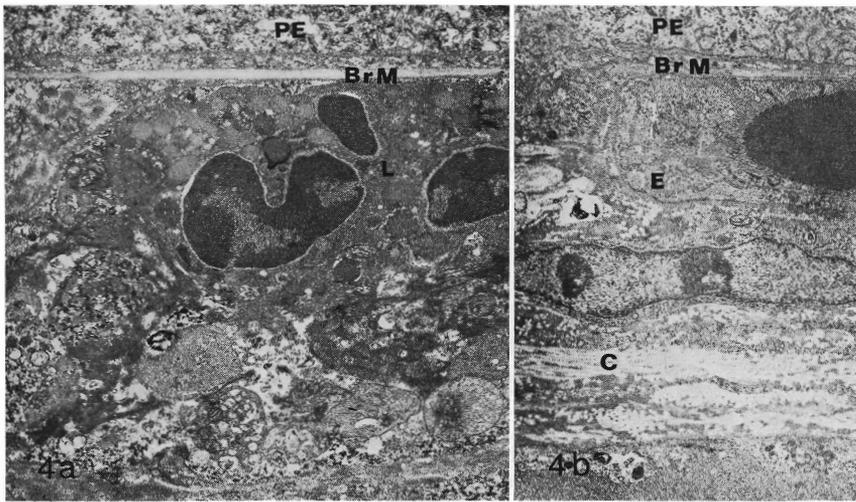


Abb. 4. (a) Neodymlaserläsion aus Abb. 3: Pigmentepithel (*PE*), Bruchsche Membran (*BrM*), Leukozyt (*L*). (x 6930). (b) Neben der Läsion: Pigmentepithel (*PE*), Bruchsche Membran (*BrM*), Endothel der Choriocapillaris (*E*), Kollagen (*C*). (x 6930)

Abbildung 6 a demonstriert die zerstörten Melanozyten. Im Vergleich dazu Melanozyten mit intakten Zellgrenzen und Zellorganellen (Abb. 6 b).

Die Sklera aus der Nachbarschaft der Läsion stellt sich aus Bündeln quer- und schräggeschnittener Kollagenfasern mit wenig Interzellulärsubstanz und langgestreckten Fibroblasten dar (Abb. 7 b). Im Bereich der Läsion (Abb. 7 a) fällt eine Homogenisierung bzw. Rarefizierung der Kollagenfasern auf. Die Fibroblasten sind stellenweise vermindert, meistens jedoch intakt.

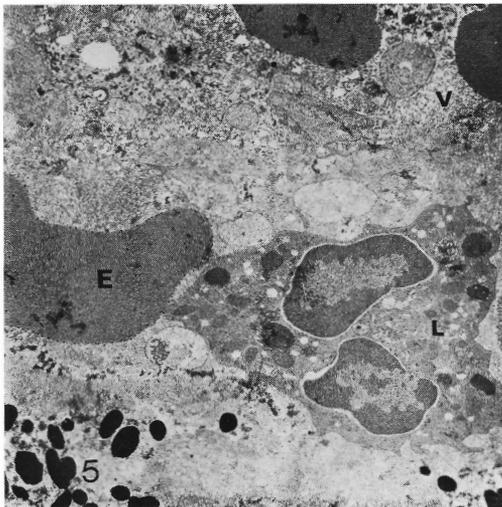


Abb. 5. Neodymlaserläsion aus Abb. 3: Gefäß (*V*), Leukozyt (*L*), Erythrozyt (*E*). (x 6930)

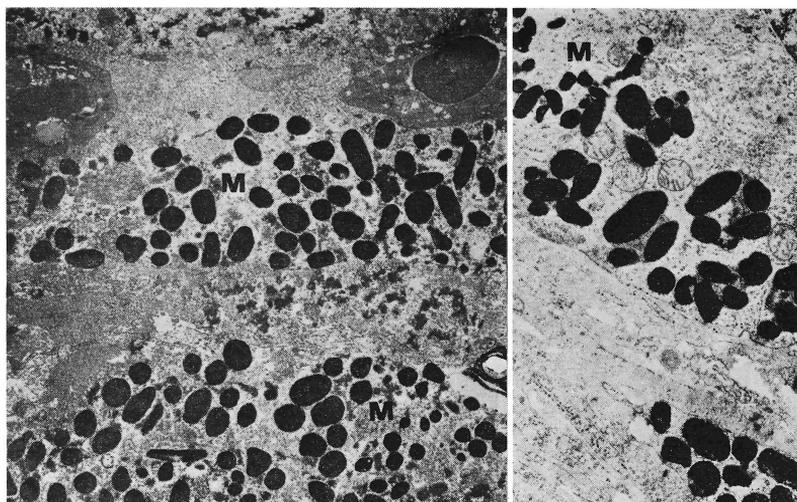


Abb. 6. (a) Neodymlaserläsion aus Abb. 3: Melanozyt (*M*). (x 6480). (b) Neben der Läsion: Melanozyt (*M*). (x 8190)

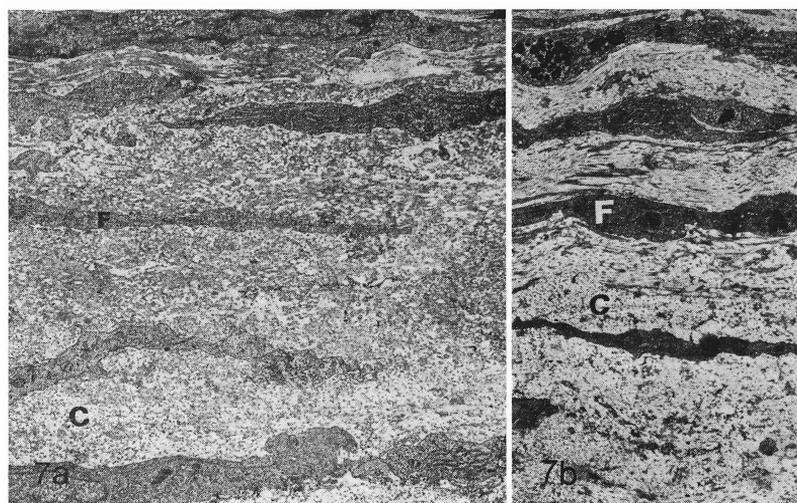


Abb. 7. (a) Neodymlaserläsion aus Abb. 3: Sklera. Quergeschnittene Kollagenfasern (*C*), Fibroblasten (*F*). (x 3240). (b) Neben der Läsion: Quergeschnittene Kollagenfasern (*C*), Fibroblasten (*F*), (x 3240)

Nach Kontrastierung mit Phosphorwolframsäure stellen sich die Kollagenfasern besonders schön dar. Man sieht hier im Bereich der Läsion (Abb. 7 a), eingestreut in ein homogenes Material, einzelne Faserquerschnitte. Als Vergleich ein Bezirk normaler Sklera neben der Läsion (Abb. 8 b).

Bei höherer Vergrößerung wieder in normaler Kontrastierung (Abb. 9 a) läßt sich an den längsgeschnittenen Fasern keine Periodik mehr nachweisen. Man hat den Eindruck, daß die Kollagenfasern zu Fibrillen zerfallen sind. Dafür sprechen auch die Untersuchungen von

Nagy und Mitarbeitern 1974 [2], die an Rattenkollagen nach Erwärmung auf 65 °C eine maximale Kontraktion auf bis 36% der Ausgangslänge nach Verlust der Periodik und Zerfall in 4 bis 8 Å dicke Fibrillen im Hochauflösungselektronenmikroskop gefunden haben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei klinisch vergleichbaren Argon- und Neodymläsionen der Schaden bei den Neodymläsionen bis in die Sklera reicht. Wie kann man das erklären? Wir mußten, um klinisch vergleichbare Netzhautläsionen zu erzielen, beim Neodymlaser eine etwa fünfzehnmal so hohe Energie anwenden, da die Absorption im Pigmentepithel

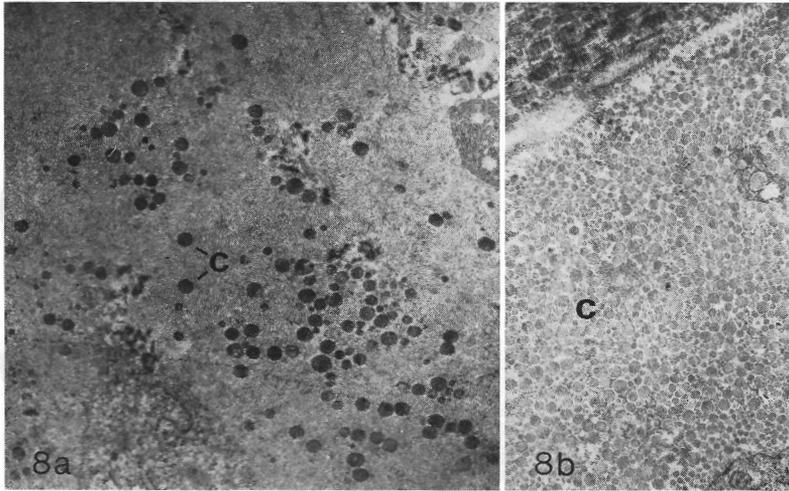


Abb. 8. (a) Neodymlaserläsion aus Abb. 3: Sklera, Querschnittene Kollagenfasern (C). (Phosphorwolframsäure, x 13 500). (b) Neben der Läsion: Sklera. Querschnittene Kollagenfasern (C). (Phosphorwolframsäure, x 13 500)

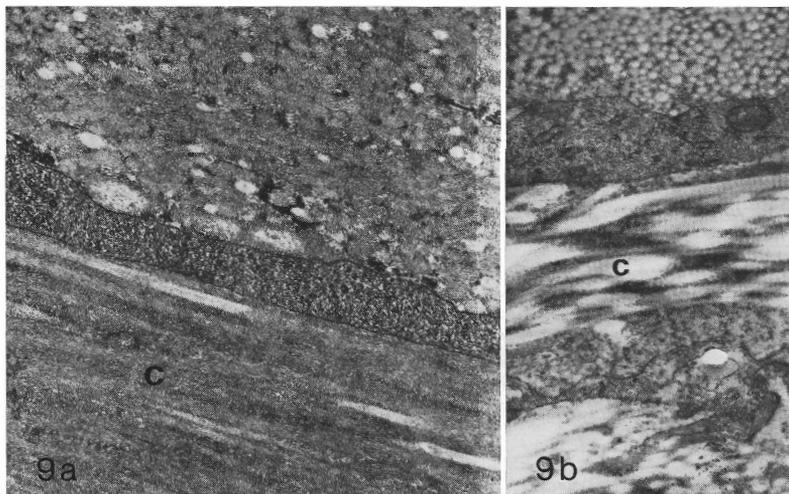


Abb. 9. (a) Neodymlaserläsion aus Abb. 3: Sklera. Längsgeschnittene Kollagenfasern (C). (x 14 400). (b) Neben der Läsion: Längsgeschnittene Kollagenfasern (C) mit Periodik. (x 14 400)

nur ein Bruchteil im Vergleich zum Argonlaser beträgt. Berücksichtigt man außerdem die Transmissionsunterschiede in den brechenden Medien, so erreicht die Sklera beim Neodymlaser eine mindestens 30-fach höhere Energie als beim Argonlaser und eine auch nur sehr geringe Absorption in der Sklera bedeutet eine erhebliche Energiedeponierung in derselben. Als Resümee dieser histologischen Untersuchungen ergibt sich erneut die schädigende Wirkung des infraroten Anteils des Spektrums.

Literatur

1. Gabel, V.-P., Birngruber, R., Hillenkamp, F.: Individuelle Unterschiede der Lichtabsorption am Augenhintergrund im sichtbaren und infraroten Spektralbereich. 74. Tagung der Deutschen Ophthalmologischen Ges., Essen, 1975. – 2. Nagy, Z. S., Toth, V. N., Verzar, F.: High Resolution Electron Microscopy of Thermal Collagen Denaturation in Tail Tendons of Young Adult and Old Rats. *Connective Tissue Research*, 2, 265–272 (1974).