

Aus der Universitäts-Augenklinik Berlin, Ziegelstraße
(Direktor: Prof. Dr. H. GASTEIGER)

Die histologische und röntgenologische Darstellung von intraocularer Knochenbildung

Von

RUTH BÖRNER

Mit 5 Textabbildungen

Zur endgültigen Beurteilung eines Röntgenbildes gehört eine genaue Kenntnis des klinischen und histologischen Befundes. Es entstehen Fehurteile, wenn dieser allgemein geltende Satz nicht beachtet wird. Dies trifft auch für die röntgenologische Bewertung von knochendichten Schatten in der Orbita zu. Es kann vorkommen, daß an Hand der Röntgenaufnahme nach der Größe und Lokalisation des Schattens eine Verkalkung bzw. Verknöcherung der Linse vermutet wird. Der klinische Befund jedoch zeigt eine hochgradige Phthisis des Augapfels und der histologische Schnitt eine intraoculare Verknöcherung bei fehlender Linse. Auf Grund eines zunächst falsch beurteilten Falles ist das Krankengut der letzten 3 Jahre durchgesehen worden. Über die Ergebnisse soll im folgenden berichtet werden.

Aus zahlreichen histologischen Arbeiten von RUMSCHEWITSCH (Literaturverzeichnis bis 1900), POSEN, SCHILLING, PITSCH, v. HERRENSCHWAND, MICHAÏL, APPELMANS, ZWIAUER und tierexperimentellen Untersuchungen von WESSELY, v. SZILY, IMAI und v. HERRENSCHWAND ist bereits bekannt, daß nach Traumen und chronischen, entzündlichen Prozessen Knochengewebe im Augapfel beobachtet werden kann. Die Knochenbildung erfolgt auf dem Boden von intraocularen Bindegewebsschwarten. Die meisten Verknöcherungen spielen sich im Bereich der atrophischen Chorioidea bzw. in organisierten subretinalen Exsudaten ab. Sie sind auch in cyclischen und retrolentalen Schwarten zu finden. Verknöcherungen der Iris und des Ciliarkörpers, der Teile des Auges, die infolge ihres Muskelgewebes eine ständige Formveränderung erleiden, sind sehr selten. v. HERRENSCHWAND konnte im Tierexperiment auch in organisierten Vorderkammerschwarten eine Knochengebildung hervorrufen. Eine Verknöcherung der aus dem Ektoderm hervorgegangenen Teile erfolgt erst, nachdem Bindegewebe mit Gefäßen aus der Umgebung eingewachsen ist. Das Knochengewebe, das an Stelle der Linse, in der Cornea oder Retina angetroffen wird, zeigt stets Verbindungen zu benachbarten mesenchymalen Geweben.

Der intraoculare Knochen zeigt einen typischen lamellären Bau mit Osteocyten und charakteristischen Osteoblastensäumen. Er kann sowohl fetthaltiges als auch blutzellenbildendes Knochenmark enthalten (Abb. 1).

Allgemein gilt, daß Knochengewebe sich dort bildet, wo auf das Bindegewebe ein ungewöhnlicher Druck, eventuell mit Zug verbunden,

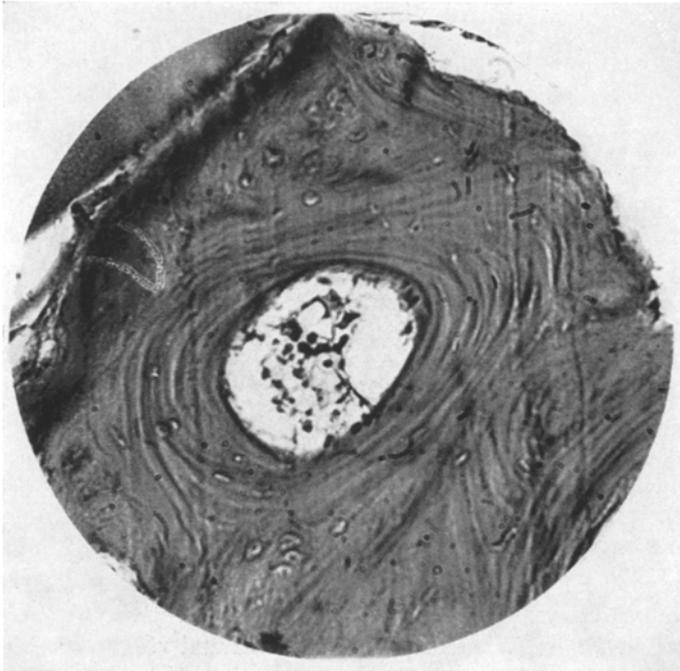


Abb. 1. Lamellär gebautes Knochengewebe mit Osteocyten und blutzellenbildendem Knochenmark. Laut Beurteilung von Herrn STOBBE (I. Med. Klinik) gehören die Zellen dem erythrocytischen System an. Außerdem sind einzelne Plasmazellen und Histiocyten vorhanden. Vergr. 220fach

ausgeübt wird. Die schrumpfenden intraocularen Narben nach Verletzungen und Entzündungen, der insgesamt schrumpfende Augapfel und der Druck und Zug, den der Augenmuskeltrichter von außen besonders auf den hinteren Bulbusabschnitt ausübt, bewirken zweifellos völlig veränderte intraoculare Spannungen. Hinzu kommen veränderte chemische Bedingungen, die durch die chronischen Entzündungsvorgänge ausgelöst werden. Besonders der fermentativen Wirkung der Phosphatase wird im zerfallenden Gewebe eine Bedeutung beigemessen. Die freien Phosphationen sollen sich nach der Aufspaltung mit den Calciumionen verbinden und als Calciumphosphat niederschlagen (ROBINSON). Nach tierexperimentellen Untersuchungen von NAGAYAMA

sollen keine Beziehungen zum Calciumgehalt des Blutserums bestehen, jedoch soll der intraoculare Kalkgehalt erhöht sein. In einigen Fällen konnte ich neben intraocularen Verknöcherungen achatarartig angeordnete Kalkringe in gliös entarteter Retina und in Drusen der BRUCHSchen Membran beobachten. Es handelt sich dabei um sog. LIESEGANGSche Ringe, die bei der rhythmischen Ausfällung von Kalksalzen in kolloidalen Medien beobachtet werden und die einen Hinweis auf eine Art der Kalkausfällung im Auge geben. Die Knochengewebszellen differenzieren sich aus jungen Bindegewebszellen, die sich auf Grund primärer Entzündungsvorgänge oder sekundär auf der Basis von kalkhaltigen Nekrosen entwickelt haben (BORST). Die Ausbildung von heterotopem Knochengewebe kann nicht nur im Augapfel, sondern auch an vielen anderen Stellen des Körpers beobachtet werden, z. B. als sog. Reit- oder Exerzierknochen im Muskel, in Pleuraschwarten, Bauchnarben, Tumoren und andere mehr.

Mit Hilfe der Röntgentechnik ist es möglich, Verknöcherungen schon am Lebenden festzustellen. Die erste röntgenologische Erfassung von Knochengewebe im Augapfel stammt aus dem Jahre 1913 von ROLLET und MALOT. ISATSCHENKOW und FILATOW haben 1930 demonstriert, daß eine elfenbeinerne Hohlkugel einen ringförmigen Schatten im Röntgenbild gibt.

Wenn es im Bereich der Chorioidea zur Bildung einer Knochen- schale kommt, so stellt sich diese röntgenologisch als Ring dar (ISATSCHENKOW und FILATOW, KAUFMANN, IMAI, SIMONETTI). Entsprechende kleinere Ringe liefern subkapsuläre Verkalkungen der Linse. Diskusartige und fleckförmige Verschattungen sind auf kompaktere Verkalkungen bzw. Verknöcherungen zurückzuführen. Eventuell handelt es sich dabei auch um einen Summationseffekt von Einlagerungen in verschiedenen Abschnitten des Augapfels. Ein Diskus oder Ring von der Größe der normalen Linse braucht dabei nicht der Linse zu entsprechen. Im hochgradig phthisischen Bulbus fehlt häufig die Linse und der schattengebende Knochen befindet sich in Schwarten inmitten völlig durcheinandergeratenen Gewebes im Bulbusinneren. Noch besser kommen die knochendichten Schatten zur Darstellung, wenn der Bulbus nach der Eucleation geröntgt wird (ENGELMAYER, COPPEZ). Durch die skelettfreie Aufnahme (ZUPPINGER) lassen sich Kalkeinlagerungen in den vorderen Bulbusabschnitten erfassen. Bei der Beurteilung von p. a. Röntgenaufnahmen ist differentialdiagnostisch auf Verkalkungen der Plexus chorioidei zu achten, die sich in die Orbitae projizieren können. Die seitliche Schädelaufnahme läßt die tiefere Lage der Kalkeinlagerungen erkennen. Auch an intracerebrale Verkalkungen bei Toxoplasmose oder an Kalkeinlagerungen in Tumoren der Orbita oder des Gehirns ist zu denken.

Die amaurotischen Augen, in denen sich Verknöcherungen befanden, kamen in den meisten Fällen wegen rezidivierender, schmerzhafter Entzündungen zur Enucleation.

Unter 515 Enucleationen, die im Laufe von knapp 3 Jahren in unserer Klinik vorgenommen wurden, konnten in 21 Fällen Verknöcherungen nachgewiesen werden.

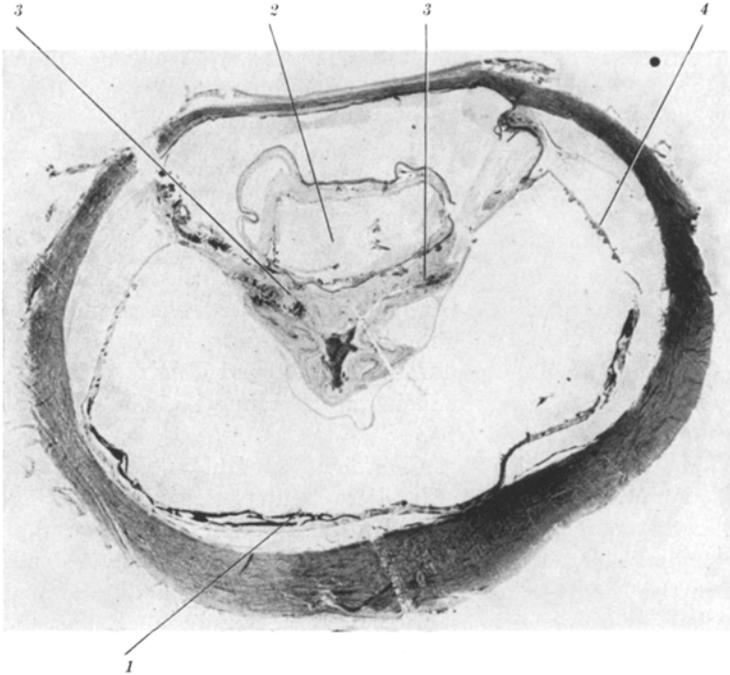


Abb. 2a. Das histologische Bild des Bulbus ergibt eine zarte Knochenschale im Bereich der Chorioidea, Kalkeinlagerungen in den äußeren Schichten eines annähernd ellipsenförmigen Gebildes, das Linsenreste enthält und achatartige Kalkausfällungen in abgelöster, zusammengeballter gliös entarteter Retina und in Drusen der BRUCHSchen Membran; 1 Knochenschale im Bereich der Chorioidea; 2 geschrumpfte Linse mit Kalkeinlagerungen; 3 achatartige Kalkeinlagerungen in zusammengeballter gliös entarteter Retina und 4 in Drusen

Die Erblindungsursache war 12mal eine durchbohrende Verletzung, einmal davon war gleichzeitig eine Mißbildung vorhanden, 1mal eine Operation bei Netzhautablösung, 1mal ein operativer Eingriff unbekannter Art, 4mal eine intraoculare Entzündung, auf die in 3 Fällen eine spätere Operation gefolgt war, in 3 Fällen war die Ursache nicht zu klären.

Die Zeitspanne, die zwischen der ersten Augenschädigung und der Enucleation lag, betrug 7—55 Jahre. In 15 Fällen war es gleichzeitig zur Entwicklung von Fettgewebe bzw. fetthaltigem Knochenmark gekommen. Das Fettgewebe konnte so ausgedehnt sein, daß der Knochen

bis auf kleine Spangen reduziert war. In einem Fall nahm das Knochen- und Fettgewebe über die Hälfte des gesamten Bulbus ein. In allen Fällen war die Chorioidea an dem Prozeß beteiligt. In 4 Fällen reichte die Verknöcherung bis an den Ciliarkörper heran, 3mal lag sie in cyclitischen Schwarten und berührt in 2 Fällen die Iris. Die Linsen fehlten bis auf vereinzelte Reste in allen Präparaten. Einmal war allerdings beim Schneiden von der Linsenstelle ein Teilchen entfernt worden. Dreimal konnten

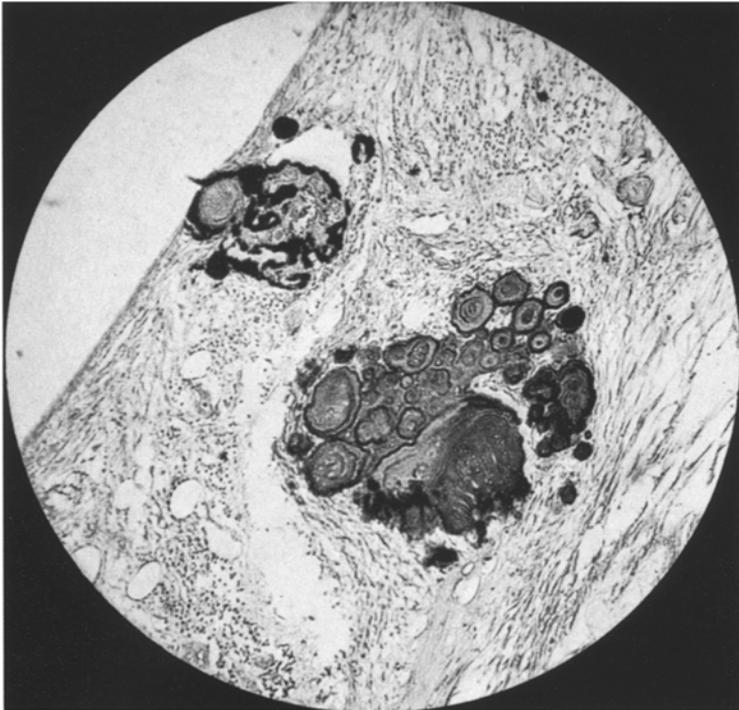


Abb. 2 b. Achatartige Kalkausfällungen, sog. LIESEGANGSche Ringe. Vergr. 30fach

an der üblichen Linsenstelle in Schwartengewebe Verknöcherungen festgestellt werden. In 1 Fall lagen die Verknöcherungen vorwiegend in Korpusschwarten. Neben Knocheninseln und -spangen kamen kugelteilartige Schalen und kompaktere Massen zur Beobachtung. Kein Auge ergab histologisch einen Anhalt für eine sympathische Ophthalmie.

Zum Vergleich des histologischen mit dem röntgenologischen Befund werden 4 Fälle angeführt:

Im 1. Fall handelt es sich um einen 42 Jahre alten Patienten, der vor 28 Jahren eine durchbohrende Verletzung des Auges erlitten hatte. Im histologischen und röntgenologischen Bild kommen die Kalkeinlagerungen in den äußeren Schichten einer geschrumpften Linse, die Knochenschale im Bereich der Chorioidea und außerdem zwei metallidichte Fremdkörperschatten zur Darstellung (Abb. 2 a—c).

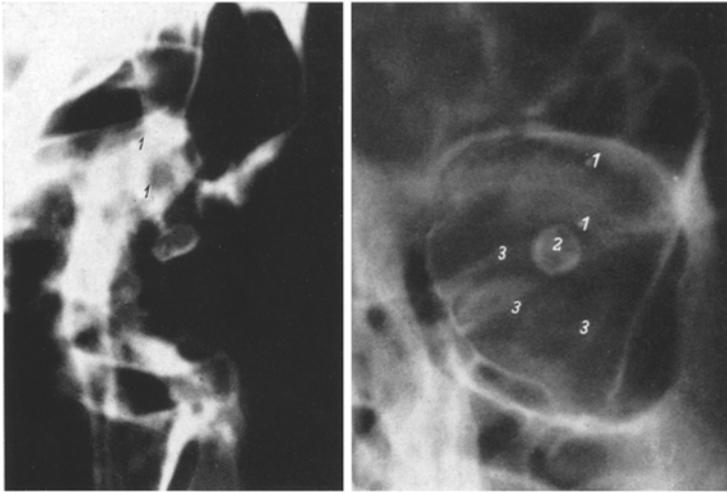


Abb. 2c. Das Röntgenbild zeigt in der p. a. Aufnahme einen kleinen und einen zarten großen ringförmigen Schatten und in der seitlichen Aufnahme einen kleinen ellipsenförmigen Schatten und außerdem zwei metallidichte Fremdkörper. 1 Metallidichte Fremdkörper, 2 Kalkeinlagerungen, 3 Knochenschale

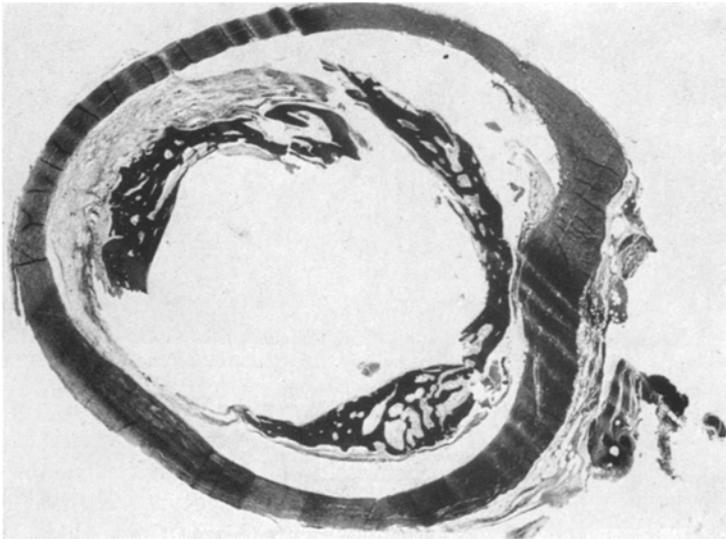


Abb. 3a. Das histologische Bild des Bulbus zeigt in einer peripheren Schnittebene einen breiten knöchernen Ring, der in den Glaskörperraum ragt. Die Chorioidea ist stellenweise fast völlig zugrunde gegangen. In der Schnittebene des Opticus ist die zusammengeballte, gliös entartete Retina zu erkennen, die mit einer Schwarte in Verbindung steht, die an ihrer vorderen Begrenzung fragliche Linsenreste aufweist und einzelne Knochenstangen und Kalkeinlagerungen enthält

Im 2. Fall handelt es sich um einen 55jährigen Patienten, bei dem die durchbohrende Verletzung des Auges 31 Jahre zurücklag. Die Verknöcherungen sind

hier massiver. Ein linsenähnlicher Körper ist nicht mehr auffindbar. An einer Stelle sind fragliche Linsenreste vorhanden. Das Röntgenbild des enucleierten Bulbus zeigt einen bizarren Schatten von Knochen und Kalkeinlagerungen in den verschiedensten Teilen (Abb. 3a und b).

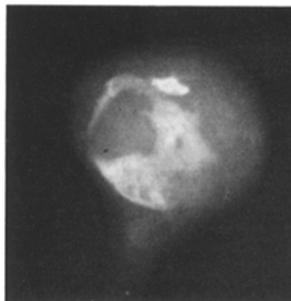


Abb. 3b. Das Röntgenbild des enucleierten Bulbus bietet einen bizarren Schatten der Knochen- und Kalkeinlagerungen

Im 3. Fall soll bei einer 24jährigen Patientin das linke Auge seit Geburt nichts sehen. Die Ursache der Erblindung ist nicht bekannt. Die Familienanamnese bietet keine Besonderheiten. Im histologischen Präparat ist an der üblichen Linsenstelle Knochengewebe mit fetthaltigem Mark zu sehen, das mit degenerierter Iris verwachsen ist. Nach hinten setzt es sich in eine Schwarte fort, die Verbindung zu fibrös entarteter, zusammengeballter Retina zeigt. Außerdem besteht eine große Knocheninsel im Anschluß an den atrophischen Ciliarkörper. Auch in den hinteren Anteilen der atrophischen Chorioidea liegen kompakte Knochenmassen, die sich in anderen Schnittiefen bis zur anderen Seite erstrecken. Linsenreste sind nicht auffindbar (Abb. 4a und b).

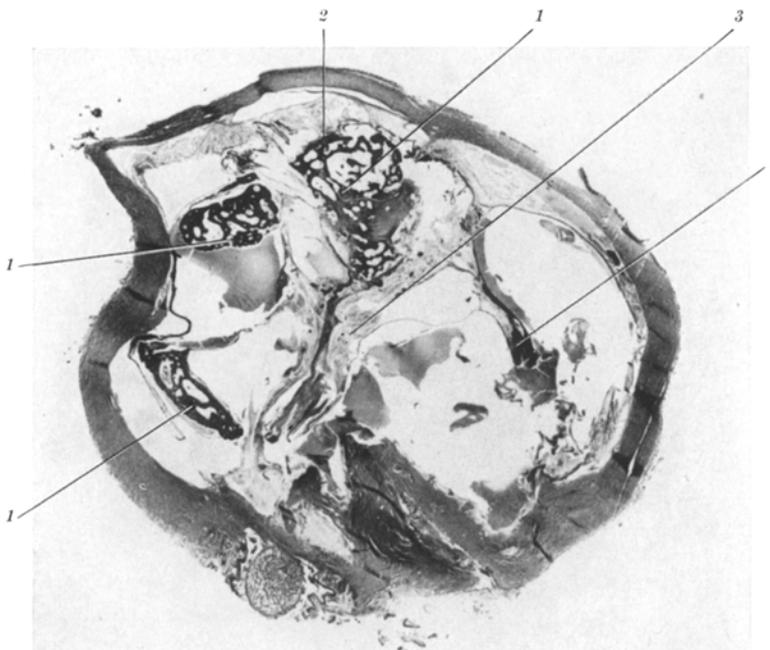


Abb. 4a. Das histologische Bild eines phthisischen Bulbus zeigt Knochengewebe an der Stelle der Linse, das mit degenerierter Iris und mit einer fibrös entarteten, zusammengeballten Retina in Verbindung steht. Linsenreste sind nicht auffindbar. Außerdem befindet sich weiteres Knochengewebe im Bereich der atrophischen Chorioidea, auf einer Seite bis in die Gegend der atrophischen Ciliarfortsätze heranreichend. 1 Knochengewebe, 2 Verwachsungsstelle mit Iris, 3 zusammengeballte Retina

Im 4. Fall läßt das Röntgenbild eine verkalkte Linse vermuten. Der histologische Schnitt jedoch läßt erkennen, daß die Schatten durch Knocheneinlagerungen in einem hochgradig phthisischen Bulbus bei fehlender Linse hervorgerufen werden. Es handelt sich um das Auge eines 16 Jahre alten Mädchens. Ursprünglich hatte ein angeborener Buphthalmus bestanden. Im 4. Lebensjahr erlitt das Auge eine Verletzung mit einem Ball und



Abb. 4 b. Röntgenaufnahme des enukleierten phthisischen Bulbus

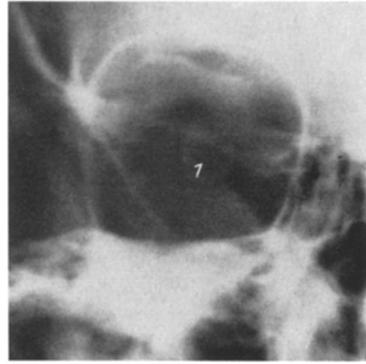


Abb. 5 a. In der p. a. Aufnahme stellt sich ein annähernd scheibenförmiger Schatten von Linsengröße dar.
1 Knochenschale

erblindete und schrumpfte anschließend. Die Bulbusgröße betrug bei der Enucleation im äquatorialen Durchmesser 13 mm, im achsialen 11 mm (Abb. 5 a und b).

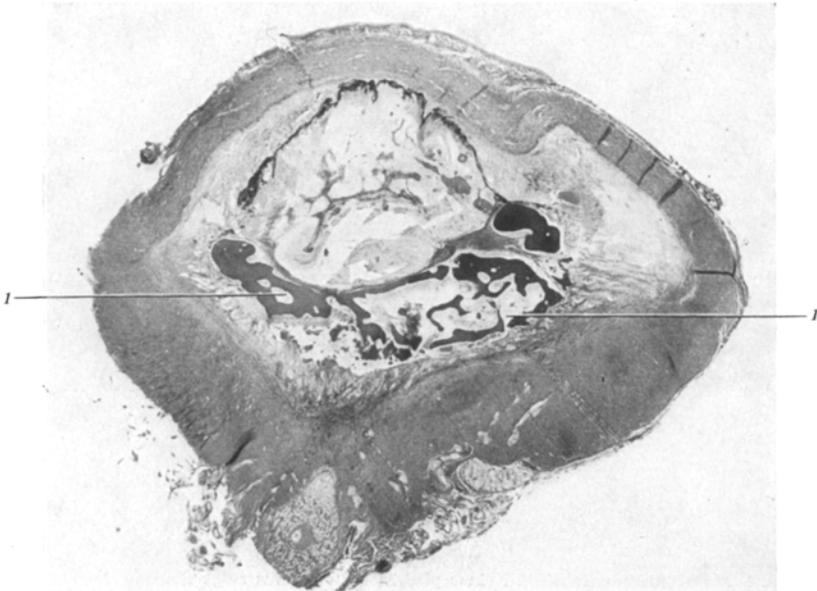


Abb. 5 b. Im histologischen Bild des hochgradig phthisischen Bulbus sind einzelne große Knocheninseln mit Fettmark im Anschluß an die Schicht der großen Gefäße der Chorioidea zu erkennen. Die Glia der Retina ist gewuchert. Die Linse fehlt. Alle Gewebe sind hochgradig entartet und durcheinander geraten und zum Teil reichlich von Blutgefäßen durchzogen. 1 Fetthaltiges Knochenmark

Die vorangehenden Ausführungen haben gezeigt, daß an Stelle der normalen Gewebe des Augapfels auf dem Boden von Bindegewebschwarten lamelläres Knochengewebe zur Ausbildung kommen kann. Sowohl im histologischen als auch im röntgenologischen Bild treten intraoculare Verknöcherungen sehr mannigfaltig in Erscheinung. Die sich im Röntgenbild darstellenden Schatten sind weniger auf die geringen Kalkeinlagerungen in Linsenresten als vielmehr auf Knocheninlagerungen in retrolentalen und cyclitischen, besonders aber in chorioiditischen Schwarten zurückzuführen.

Zusammenfassung

Im Laufe von knapp 3 Jahren konnte histologisch nach 515 Enucleationen in 21 Fällen eine ausgeprägte intraoculare Verknöcherung festgestellt werden. Das Knochengewebe hatte sich aus bindegewebigen Schwarten entwickelt, zeigte lamellären Bau und enthielt sowohl Fettmark als auch blutzellenbildendes Mark. In einigen Präparaten konnten in gliös entarteter Netzhaut und in Drusen der BRUCHSchen Membran LIESEGANGSche Ringe beobachtet werden, die einen Hinweis auf die Ausfällung der Kalksalze geben. Die röntgenologische Darstellung des intraocularen Knochengewebes gibt in der Schädelübersichtsaufnahme in 2 Ebenen und in der Röntgenaufnahme des enucleierten Bulbus sehr mannigfaltige Bilder und gestattet keinen Schluß auf das zugrunde liegende Substrat. Besonders sei darauf hingewiesen, daß ein Röntgen Schatten von Linsengröße keineswegs der Linse zu entsprechen braucht. In den meisten Fällen handelt es sich um Verknöcherungen in chorioiditischen, seltener in cyclitischen oder retrolentalen Schwarten.

Literatur

APPELMANS, M.: Bull. Soc. belge Ophthalm. 75, 88 (1937). — BORST, M.: ASCHOFF, Lehrbuch der pathologischen Anatomie, 6. Aufl. Bd. I, S. 620. — COPPEZ, H.: Bull. Soc. belge Ophthalm. 69, 20 (1934). — ENGELMAYER, E.: Röntgenprax. 7, 520 (1935). — HERRENSCHWAND, v. F.: Z. Augenheilk. 84, 265 (1934). — IMAI, N.: Arch. f. Ophthalm. 125, 267 (1930). — ISATSCHENKOW, N. N., u. W. P. FILATOW: Klin. Mbl. Augenheilk. 84, 240 (1930). — KAUFMANN, W.: Röntgenprax. 4, 347 (1932). — LIESEGANG, R. E.: Beiträge zu einer Kolloidchemie des Lebens. Dresden: Theodor Steinkopff 1909. — MICHAEL, D.: Graefes Arch. 131, 390 (1934). — PITSCH, K.: Klin. Mbl. Augenheilk. 77, 636 (1926). — POSEN, H.: Diss. med. Frankfurt 1919. — ROBINSON, R.: Biochemic. J. 17, 286 (1923). — ROLLET, J. P., u. MALOT: Med. Ges. zu Lyon 1913. — RUMSCHEWITSCH, K.: Arch. Augenheilk. 48, 113 (1903). — SCHILLING, F.: ZEHENDERS Mbl. 1926 II, 77, 161. — SIMONETTI, C.: Radiol. med. 26 (II), 963 (1939). — WESSELY, K.: Arch. Augenheilk. 79, 1 (1915). — ZUPPINGER, A.: Lehrbuch der Röntgendiagnostik von SCHINZ, BAENSCH, FRIEDL, Bd. 4, S. 1716. 1951. — ZWIAUER, A.: Graefes Arch. 142, 68 (1941).

Dr. RUTH BÖRNER, Augenklinik, Berlin NO 18, Leninallee 171