

webstücke schon lange in Orth'scher Flüssigkeit lagen. Aber auch sonst fehlt bei mir die regelmäßige Anordnung von konzentrischen Ringen und von Speichen im Aufbau des Körpers, und vor allem gibt die Weigert-Methode bei meinen Präparaten das oben beschriebene typische Bild der intensiv gefärbten Strahlen.

Die in derselben Arbeit von Ernst beschriebenen strahligen Kristalldrusen zeigen mit den strahligen Einschlüssen meiner Präparate keine Ähnlichkeit.

L iter a t u r.

1. Wolbach, The Journal of Medical Research XXIV, p. 243. — 2. Iwanzoff. Ziegler's Beitr. z. path. Anat. u. z. allgem. Path. Bd. 52, 1911, S. 203. — 3. Vogel, Virch. Arch. 1911, Bd. 206, S. 157. — 4. Ernst, Ziegler's Beitr. Bd. 53, 1912, S. 429.

XIII. Über das Endost.

Von

Dr. med. M. Al. S s a m o y l e n k o (Petersburg).

(Hierzu 3 Textfiguren und Taf. II.)

Ende des 19. und anfangs des 20. Jahrhunderts haben hervorragende Gelehrte (v. Recklinghausen, E. Ziegler, Schmorl, Naauwijk u. a.) begonnen, sich mit der Lehre von der pathologisch-anatomischen Struktur des Knochens bei verschiedenen Erkrankungen besonders eingehend zu befassen.

Der verstorbene Ernst Ziegler hat sich für dies Gebiet der pathologischen Wissenschaft besonders lebhaft interessiert und mir, als ich im Ausland weilte und in seinem Institut arbeitete, den Vorschlag gemacht, mich mit dem Studium der Frage der Struktur des Endosts zu befassen. Leider war es mir damals wegen Ursachen, die außerhalb meiner Machtvollkommenheit lagen, nicht möglich, die Resultate meiner Untersuchungen zu veröffentlichen, und erst jetzt bin ich in der Lage, dies zu tun.

Bevor ich zur Erörterung der Literatur des Endosts sowie zur Beschreibung meiner Experimente übergehe, möchte ich zuvor einige Worte über die Bezeichnung selbst sagen. Das Wort Endost stammt analog dem Worte Periost, welches von dem Worte Periosteum herrührt, vom lateinischen Worte Endosteum ab, das inneres Periost bedeutet. Zum ersten Male ist diese Bezeichnung von Kölliker gebraucht worden und wird seitdem häufig angewendet, namentlich seitdem E. Ziegler auf dem am 24. September 1901 in Hamburg stattgefundenen Kongreß seine Ansichten über das Endost mitgeteilt hat. Unter den bezüglichen Erwiderungen kommt vor allem diejenige von Marchand in Betracht, der erklärte, daß die Bezeichnung Endost keine gelungene sei. E. Ziegler ant-

wortete Marchand, daß es auf den Namen nicht so sehr ankomme, daß man das betreffende Gewebe auch anders bezeichnen könne, wenn jemand einen passenderen Namen vorzuschlagen in der Lage wäre; er wies hierbei darauf hin, daß v. Recklinghausen das im Betracht kommende Gewebe als Endost bezeichnet. Seitens Marchand sind weitere Einwendungen nicht mehr gemacht worden. Man kann nicht umhin, anzuerkennen, daß die Bezeichnung Endost ihrer Bestimmung in der Tat nicht ganz entspricht. Wenn man Endost und Periost identifiziert (das Endost hat seinen Namen im Gegensatz zum Periost erhalten), so muß man hervorheben, daß im Begriffe „Endost“, wie wir später sehen werden, weit mehr enthalten sein muß, als im Begriffe Periost gewöhnlich enthalten ist.

I.

Übersicht der Literatur des Endosts.

Die Literatur des Endosts ist nicht groß. Trotzdem das Endost im Leben des Knochens eine gewaltige Rolle spielt, ist dasselbe noch nicht genügend erforscht. Spezialarbeiten, die sich mit dem Endost befassen, gibt es überhaupt nicht; es sind nur einzelne Ansichten vorhanden, die von einigen Gelehrten zum Ausdruck gebracht worden sind, und das hauptsächlich in den Lehrbüchern.

Eine Erwähnung des Endosts finden wir zum ersten Male bei Kölliker; in seinem Lehrbuch der Histologie zählt er das Endost, ohne ihm besondere Bedeutung beizumessen, zu den Bestandteilen des Knochenmarks. Man könne, führt Kölliker an der betreffenden Stelle aus, das Endost nur wenig gelungen als Markhülle (Membrana medullaris, Endosteum, Periosteum internum), als innere Knochenhülle bezeichnen, da es unmöglich ist, dasselbe in Form einer kontinuierlichen Hülle abzulösen. Symonowicz charakterisiert das Endost ungefähr folgendermaßen: „Das überhaupt in geringer Quantität vorhandene Bindegewebe des Knochenmarks wird hauptsächlich an der Peripherie der großen Markhöhlen angetroffen, wo es als zarte fibröse, die ganze Markhöhle auskleidende Hülle dem inneren Periost entspricht und als Endost bezeichnet wird.“

Die Ansicht Symonowiczs unterscheidet sich von derjenigen Köllikers durch nichts Wesentliches.

Stöhr betrachtet das Endost gleichfalls als Bestandteil des Knochenmarks, indem er ungefähr folgendes ausführt: Das Endost besteht aus fibrillären Fasern, die in den großen Markhöhlen die dieselben auskleidende Hülle (Endost) darstellen, während in den Markpartien des spongiösen Knochens von einer Hülle nichts zu sehen ist. Außer fibrillären Fasern befinden sich im Periost noch Bindegewebs- und Fettzellen.

Stöhr nimmt somit an, daß das Endost ausschließlich zur Auskleidung der großen Markhöhlen dient, stellt aber das Vorhandensein von Endost im spongiösen Teil des Knochens vollständig in Abrede, trotzdem er zum Bestande des Endosts auch Fettzellen rechnet.

Böhm und Davidoff betrachten das Knochenmark als lymphatisches Gewebe und definieren bei der Beschreibung des roten Knochenmarks das Endost ungefähr folgendermaßen: „Das Endost — retikuläres Bindegewebe — stellt die Matrix der verschiedenen Elemente des roten Knochenmarks dar. Außerdem enthält das rote Knochenmark noch zahlreiche Gefäße, fixierte Zellen usw.“

Wie wir später sehen werden, steht diese Definition des Endosts in vollem Widerspruch zur Wirklichkeit.

Kultschitzki äußert sich im Abschnitt „Knochenmark“ über das Endost ungefähr folgendermaßen: „Zum Bestande des Knochenmarks gehört lockeres, an faseriger Substanz armes Bindegewebe. Auf der inneren Oberfläche der Knochensubstanz kann sich das Bindegewebe des Knochenmarks wesentlich verdicken bis zum Zustande einer abgesonderten Membran (inneres Periost, Periosteum internum). Das Knochenmark ist reich an Zellen, von denen wir hier zwei Arten haben: die einen sind die sternförmigen Körperchen des Bindegewebes, die anderen unterscheiden sich in keiner Weise von den lymphatischen Zellen und werden Knochenmarkszellen genannt.“

Kultschitzki betrachtet also, wie wir sehen, als inneres Periost nur die abgesonderte Membran auf der inneren Oberfläche des Knochenmarks, während er die sternförmigen Körperchen des Bindegewebes sowie das lockere Bindegewebe zum Bestande des Knochenmarks zählt.

Was die Ansichten der übrigen Autoren über das Periost betrifft, so möchte ich von einer Wiedergabe derselben Abstand nehmen, weil sie sich von den oben mitgeteilten nicht wesentlich unterscheiden.

Wenn man die vorstehenden Ausführungen über das Endost zusammenfaßt, muß man feststellen, daß alle Autoren in ihren Ansichten über dasselbe oder darin übereinstimmen, daß es innerhalb des Knochens Bindegewebe gibt, welches hauptsächlich an der Peripherie der Knochenmarkshöhlen liegt, zweitens darin, daß dieses Gewebe hauptsächlich aus zarten bindegewebigen Fasern besteht: 3. darin, daß dasselbe als die Knochenmarkshöhlen auskleidende Hülle dient, 4. darin, daß das in Rede stehende Gewebe zu den Bestandteilen des Knochenmarks gezählt wird, und schließlich 5. darin, daß das Knochenmark einem Lymphorgan sehr ähnlich ist, aus welchem Grunde man dasselbe auch zu den Lymphorganen zählt. Von einer Funktion des Endosts ist nirgends die Rede, abgesehen davon, daß man dasselbe, wie gesagt, als ein Gewebe betrachtet, welches die Knochenmarkshöhlen auskleidet.

E. Ziegler bringt eine andere Ansicht über das Endost in Vorschlag, deren Richtigkeit ich durch meine Untersuchungen zu bestätigen in der Lage bin.

Seine Ansicht über das Endost hat Ziegler am 24. September 1901 auf dem Kongreß in Hamburg mitgeteilt, ferner in seiner Arbeit „Über Osteotabes infantum und Rachitis“, welche in demselben Jahre veröffentlicht wurde, dann bei Gelegenheit der mündlichen Unterredung mit mir, als er mir, wie gesagt, den Vorschlag machte, mich mit dem Studium des Endosts zu befassen. Ferner wird das Endost im speziellen Teil seines Lehrbuchs der pathologischen Anatomie und in einer ganzen Reihe von Arbeiten seiner Schüler, die sich mit dem Studium der Knochenpathologie befaßt haben, erwähnt.

E. Ziegler empfiehlt dringend, darin, was man gewöhnlich als Knochenmark bezeichnet, zwei Bestandteile zu unterscheiden: 1. das faserige Bindegewebe, welches in allen Markhöhlen enthalten ist (Endost, inneres Periost), und 2. das eigentliche Knochenmark. Das erstere, d. h. das Endost, steht zu den Lebensfunktionen des Knochens in enger Beziehung und hat im großen und ganzen dieselben Eigenschaften wie das Periost, unterscheidet sich jedoch von diesem letzteren dadurch, daß seine histologische Struktur sich derjenigen des retikulären Bindegewebes nähert.

Das lymphoide oder, wie es Ziegler zu bezeichnen vorschlägt, das splenoide Knochenmark dient zur Bildung der Blutbestandteile und steht infolgedessen nicht mehr in direkter Beziehung zu den Lebensfunktionen des Knochens, so daß es ganz andere Eigenschaften besitzt als das Endost resp. Periost. Die Bezeichnung splenoides Knochenmark zieht Ziegler der Bezeichnung lymphoides Knochenmark aus dem Grunde vor, weil das Knochenmark, namentlich im Kindesalter, teilweise auch im senilen Lebensalter, wie wir später sehen werden, eher an

die Pulpa der Milz, als an diejenige der Lymphdrüsen erinnert. Was die Bezeichnung splenoides oder lymphoides Mark, Fettmark, gemischtes und gallertartiges Mark betrifft, so kann man dieselben natürlich auch fallen lassen, jedoch mit dem unbedingten Vorbehalt, daß die Fettzellen des Fett- und gemischten Marks sowie die sternförmigen Zellen des gallertartigen Marks nicht zu den Bestandteilen des Knochenmarks, sondern zu denjenigen des Periosts gerechnet werden müssen, und daß überhaupt alle Zellen, welche die Fähigkeit besitzen, Mark zu produzieren, zum Bestande des Endosts und nicht zu den Knochenmarkszellen gezählt werden müssen. Nichtsdestoweniger stehen das Endost und das Knochenmarkgewebe, wie Ziegler weiter ausführt, in enger Wechselbeziehung zueinander dermaßen, daß das Endost nicht nur eine das Knochenmark umhüllende Membran darstellt, sondern obendrein als Stütze für das Knochenmarkgewebe dient. Durch diese Definition wird es klar, daß das Knochenmark ohne irgendein stützendes Gewebe, im vorliegenden Falle ohne das Endost, überhaupt nicht existieren kann. Das Knochenmark hätte natürlich auch ohne das Endost bestehen können, jedoch unter zwei Bedingungen, und zwar 1. daß das Periost dem Knochenmark als Stütze gedient hätte, und 2. daß unter pathologischen Verhältnissen das Markgewebe in irgendein anderes Gewebe eindringen würde. Demgegenüber kann das Endost, welches Bindegewebe darstellt, vorkommen, auch ohne daß Knochenmarkzellen vorhanden sind¹⁾.

Daß vorstehende Ausführungen den Tatsachen entsprechen, werden meine Untersuchungen beweisen. Jetzt möchte ich auf diejenigen neuen umfangreichen Gebiete der Knochenpathologie eingehen, die sich in dem Augenblick eröffnen, wo die beiden wichtigen, in jeder Beziehung verschiedenartigen Gewebe auseinandergehalten werden. Schon der Begriff und die Definition des Endosts und des Knochenmarks involvieren die Annahme, daß jedes Gewebe gesondert erkranken könne. Daraus geht klar hervor, daß sich für das Verständnis verschiedener Erkrankungen des Knochens und des Knochenmarks nicht nur in pathologischer, sondern auch in klinischer Beziehung neue Perspektiven eröffnen.

Untersuchung der Knochen vom Menschen.

Für meine Untersuchungen verwendete ich Knochen von Individuen verschiedenen Alters, von denjenigen nicht ausgetragener Kinder bis zu denjenigen von Personen im senilen Lebensalter einschließlich. Alles in allem habe ich 22 Fälle untersucht. In der vorliegenden Arbeit werde ich aber nur einige Präparate beschreiben. Meine Fälle teilte ich in Dezennien ein.

| | |
|---|-----------|
| Nicht ausgetragene Kinder (im Alter von 1, 2, 5 u. 7 Monaten) ... | 4 Fälle |
| Bis zu einem Jahre (im Alter von 1 bzw. 2 Monaten) | 2 Fälle |
| Von 1—10 Jahren | kein Fall |
| Von 10—20 Jahren (12 Jahre) | 1 Fall |
| Von 20—30 Jahren (26 Jahre) | 1 Fall |
| Von 30—40 Jahren (30 Jahre) | 1 Fall |
| Von 40—50 Jahren (44, 47, 48½ und 49 Jahre) | 4 Fälle |
| Von 50—60 Jahren (50 und 54 Jahre) | 2 Fälle |
| Von 60—70 Jahren (64 Jahre) | 1 Fall |
| Von 70—80 Jahren (72½, 74, 76, 79 Jahre) | 4 Fälle |
| Über 80 Jahre (82½ Jahre) | 1 Fall. |

¹⁾ Bei meinen weiteren Ausführungen werde ich zum Worte „Knochenmarkselemente“ das Wort „freie“ zur Unterscheidung von den fixierten Endostelementen hinzufügen.

Ich nehme davon Abstand, die Präparate von jedem Dezennium zu beschreiben. Ich werde mich vielmehr auf die Beschreibung einiger Präparate beschränken, welche das Endost in seiner Funktionsperiode und im Ruhezustande darstellen. Ich glaube aber, daß die Beschreibung der nachstehenden Fälle vollkommen ausreichen wird, um über die Struktur des Endosts und seine Rolle im Knochen Auskunft zu geben.

Die Stückchen für die Präparate entnahm ich dem Oberschenkel, dem Körper und dem Bogen der Wirbel, dem Schäeldach und den Rippen. Die Schnitte mache ich in Quer- und Längsrichtung.

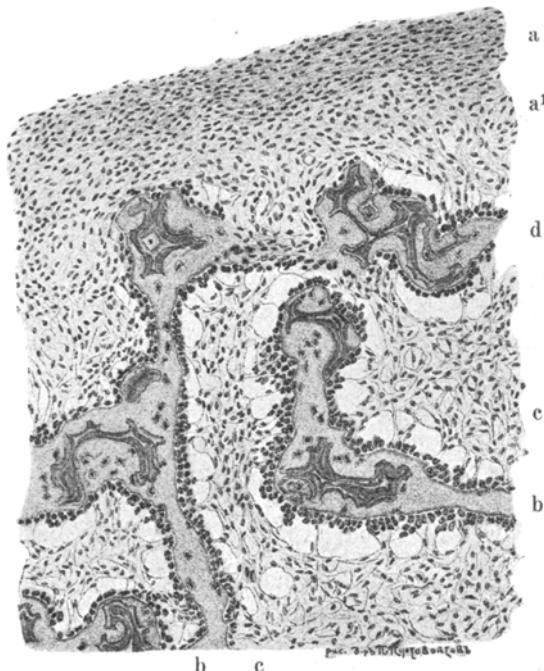


Abbildung 1. (Endost in aktivem Zustande.) Stellt ein Präparat von der Diaphyse eines von einem *intruterinen* Embryo stammenden Femur dar. Färbung mit Hämatoxylin-Eosin. a Periost. a¹ Kambialschicht des Periosts. b Knochenbalken, von kubischen Osteoblasten umgeben. c Zwischen den Knochenbalken sieht man das Hineinwachsen des Periosts, wobei die Fasern desselben im Raume zwischen den Knochenbalken bedeutend lockerer liegen. d Nicht ossifizierter Knorpel.

Als fixierende Flüssigkeiten verwendete ich Formalin und Alkohol, als dekalzinierende Flüssigkeit eine Mischung von Formalin und Salpetersäure.

Die Präparate wurden mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt.

Da das Wachstum des Knochens bei Individuen im frühen Lebensalter sehr energisch vor sich geht und die Beobachtung des Endosts in diesem Stadium sehr interessant ist, möchte ich mir erlauben, einige Präparate desselben zu beschreiben. Was das reifere und senile Lebensalter, wo die Knochenbildung unter normalen Verhältnissen bereits zum Stillstand gekommen ist, betrifft, so werde ich mich nur auf die Beschreibung von 2 bis 3 bezüglichen Präparaten beschränken.

Die Beschreibung der Präparate führte ich in der Richtung vom Periost zum Zentrum des Knochens und war bestrebt, von dieser Richtung nirgends abzuweichen.

B e s c h r e i b u n g d e r P r ä p a r a t e.
Embryo vom 5. Schwangerschaftsmonate.

Q u e r s c h n i t t d u r c h d i e M i t t e d e r D i a p h y s e d e s F e m u r.
(Vgl. Textfig. 1.)

Die kompakte Knochensubstanz (Kortikalis) enthält relativ breite H a v e r s sche Kanäle, in denen freie Knochenmarkzellen überhaupt nicht zu konstatieren und nur faseriges Bindegewebe sowie Blutgefäße vorhanden sind. Außerdem sind den Wandungen dieser Kanäle entlang in Form eines Saumes zahlreiche Osteoblasten von kubischer Form zu sehen.

Im subperiostalen Teile des Knochens ist ein unmittelbarer Zusammenhang des Endosts mit dem Periost, genauer mit dessen innerer Kambialschicht, deutlich zu sehen, wobei hier auch ein stark ausgeprägter Unterschied in der Struktur dieser beiden einander verwandten Gewebe hervortritt: die Fasern des Endosts liegen lockerer als diejenigen des Periosts.

Beim Studium der Struktur des Endosts in den H a v e r s schen Kanälen in der Richtung von der Peripherie zum Zentrum des Knochens kann man sehen, wie die Fasern des Endosts allmählich maschige Struktur annehmen.

In der Nähe der zentralen osteomedullaren Höhle befinden sich zwei breite osteomedullare Partien, deren retikuläres Bindegewebe nur in seinem zentralen Teile Markzellen enthält, aber immerhin nicht in einer solchen Quantität, daß durch dieselbe das Endost bedeckt ist. Ein solches Bild finden wir auch in der zentralen osteomedullaren Höhle. Trotz des relativ reichlichen Vorhandenseins von Markzellen in derselben kann man nichtsdestoweniger die sternförmigen bindegewebigen Zellen vollkommen frei erkennen.

Q u e r s c h n i t t i m i n n e r e n T e i l e d e s o b e r e n D r i t t e l s d e s F e m u r.

Fast der ganze Knochen besteht aus endochondral gebildeter spongiöser Knochensubstanz, und nur in der Nähe der Peripherie, und das nur stellenweise, begegnet man feinen Knochenbalken periostalen Ursprungs. Überall sieht man zwischen den Balken lockeres faseriges Bindegewebe, welches, wie im oben beschriebenen Präparat, an vielen Stellen mit dem Periost im Zusammenhang steht. Den Balken selbst entlang ist dieses Gewebe jedoch kompakter (dichter) angeordnet.

Im Zentrum der osteomedullaren Höhle, wo die Markzellen bereits in genügender Quantität enthalten sind, kann man nichtsdestoweniger immer sehen, wie die zarten Fibrillen, von der fibrösen Schicht der Knochenbalken abgehend, in die Masse der dort angesammelten Markzellen eindringen. Was die Markkanäle betrifft, so enthalten sie alle breite Gefäße und außerdem ein Gewebe, welches aus sternförmigen bindegewebigen Zellen besteht. Überall sieht man den Balken entlang einen aus kubischen Osteoblasten bestehenden Saum.

In den Knochenhöhlen, die in der Nähe des Periosts liegen, gibt es Knochenmarkelemente nicht, sondern nur Endost.

H o r i z o n t a l s c h n i t t d u r c h d i e W i r b e l.

In dem einem Teile des Schnittes befindet sich ein Knochenkern. Nur die kleinen H a v e r s - schen Kanäle enthalten zahlreiche Zellen von bindegewebigem Typus. Zwischen diesen fixierten Zellen kommen auch freie runde Zellen mit dunklen Kernen vor, während in den großen Mark-

höhlen die Zahl dieser letzteren dermaßen zunimmt, daß sie allmählich sämtliche fixierten Zellen so überdecken, daß man das Endost nicht mehr erkennen kann. In den Wirbelbogen kann man folgendes Bild sehen (vgl. Textfig. 2). Ungefähr im Zentrum des Präparats befinden sich zwei Gefäße, von denen das eine leer, das andere mit Formelementen ausgefüllt ist. Um die Gefäße herum befindet sich zellreiches Bindegewebe, dessen Fasern ziemlich dicht nebeneinanderliegen. Alles zusammen ist von Knorpel umgeben. Das Bindegewebe ist nichts Anderes als Endost.

S c h l u ß a u f G r u n d d e r D u r c h s i c h t v o n P r ä p a r a t e n n i c h t a u s g e t r a g e n e r K i n d e r .

(Vgl. Textfiguren Nr. 1 und Nr. 3.)

Andere Präparate aus der Zeit des intrauterinen Lebens des Menschen will ich aus dem Grunde nicht beschreiben, weil das Bild des Endosts dieser Periode

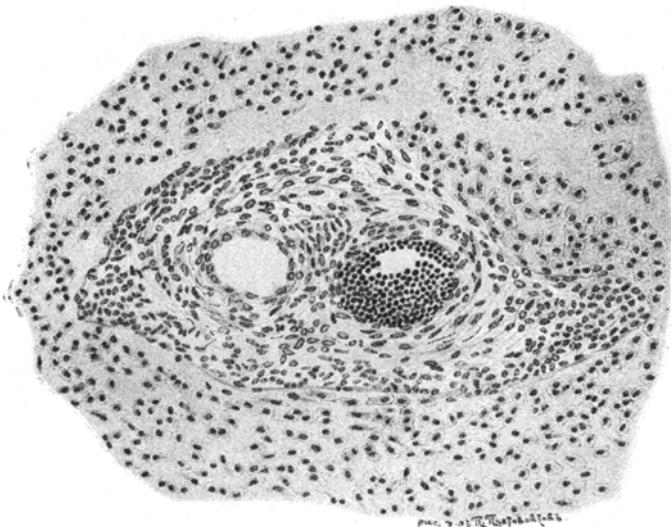


Abbildung 2. Okular 6, Objektiv C, St. Zeiss. Ossifikationskern im Wirbel. Im Zentrum zwei Gefäße, von denen das eine mit Formelementen des Blutes gefüllt, das andere leer ist. Um die Gefäße herum sieht man zellenreiches Endost. Alles ist von Knorpel umgeben.

des Knochenwachstums ungefähr ein und dasselbe ist, mit dem Unterschiede jedoch, daß die Prozesse der Knochen- und Blutbildung mit jedem Monate energetischer vor sich gehen. Da mich nur das Endost interessiert, so halte ich es für möglich, ein kurzes Resumé über seine Struktur zur Zeit des intrauterinen Lebens des Menschen auf Grund der mitgeteilten Untersuchung zu geben.

Um das Bild des Knochens deutlicher darzustellen, möchte ich mir erlauben, die bekannten Daten über die Färbung des Knochens zu wiederholen. Bei Doppelfärbung des Knochens mit Hämatoxylin-Eosin färben sich diejenigen Teile desselben, die mit Kalk nicht imprägniert sind, blau, während die mit Kalk imprägnierten Teile sich je nach der Quantität des in denselben befindlichen Kalks rosafarben bis rot färben.

In den Röhrenknochen des menschlichen Embryos finden wir folgendes Bild:

Im 5. Monat des intrauterinen Lebens des Menschen gibt es eine vollständige Differenzierung des Knochens, der aus hyalinem Knorpel entsteht, noch nicht. Die Differenzierung tritt etwas später ein, jedenfalls aber noch während des intrauterinen Lebens.

Die Knochenbildung aus dem Hyalinknorpel des Embryos geht perichondral vor sich -- durch Auflagerung von außen, wodurch die Knochenbalken im Innern von Hämatoxylin, im Äußeren von Eosin gefärbt werden, und zwar dem Grade der Kalkimprägnierung entsprechend mit verschiedener Farbnuance dieser Farbstoffe. Das Gebiet der Rosafärbung verbreitert sich im Knorpel mit dem

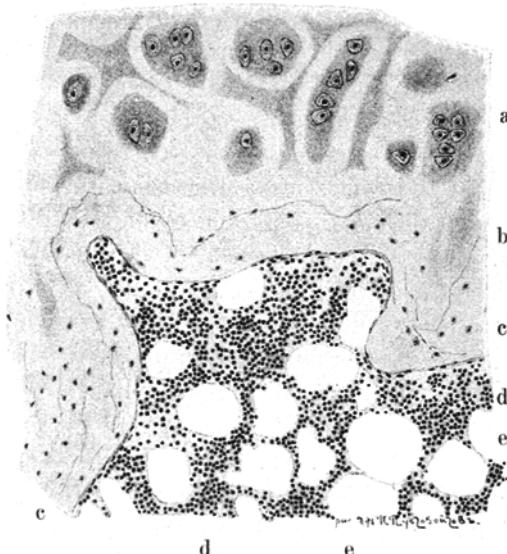


Abbildung 3. (Endost im Ruhezustande.) Färbung mit Hämatoxylin-Eosin. Präparat von der Epiphyse eines Femurs von einem Individuum im mittleren Lebensalter. a Knorpel. b Knochen. c Die Osteoblasten liegen dem Knochen parallel. d Knochenmarkelemente in großer Anzahl. e Fettzellen.

Fortschreiten der Schwangerschaft immer mehr, wobei auch die Intensität der Rosa- bis Rotfärbung immer deutlicher hervortritt. Den Knochenbalken entlang liegen kubische Osteoblasten in sehr großer Quantität. Zwischen den Balken befindet sich faseriges Bindegewebe, dessen Fasern locker angeordnet sind. Dieses Gewebe steht in den dem Periost am nächsten liegenden Partien in unmittelbarem Zusammenhang mit der Kambialschicht des Periosts. Das Periost rollt sich gleichsam in der Richtung zum Zentrum des noch nicht ganz gebildeten Knochens ein und büßt, nachdem dies geschehen ist, sein typisches Aussehen ein.

Das eingerollte Gewebe wird locker und erinnert an Schleimhaut. Gleicher Gewebe ist auch in den Haverschen Kanälen zu sehen. Die Gefäße enthalten rote Blutkörperchen, desgleichen veränderte Erythrozyten, die ihrer Form und

Färbung nach den roten Formelementen des Blutes nicht ähnlich sind. Solche Stellen waren auf meinen Präparaten durch Rostfärbung gekennzeichnet. Eine eingehendere Beschreibung dieser Zellen, d. h. eigentlich der Elemente des Knochenmarks, gehört nicht zum Plane meiner Arbeit. Das Endost geht dem Auftreten von Knochenmarkelementen in der Knochenhöhle so voraus, daß es zunächst allein in derselben vorhanden ist, während die Knochenmarkelemente später auftreten. Ohne die Frage der Entstehung und Bildung der Knochenmarkelemente anzuschneiden, möchte ich nur hervorheben, daß die Knochenmarkkörperchen zunächst in den Gefäßen auftreten und dann erst die ganze Höhle einnehmen. Diejenigen, die sich für das Knochenmark besonders interessieren, kann ich auf die Arbeiten von Al. M a x i m o w verweisen. Die Knochenmarkelemente kommen mehr in der Nähe des Zentrums des Knochens und eben in denjenigen Höhlen vor, in denen das Endost die Form von Maschen angenommen hat. Was die übrigen Knochenmarkhöhlen ohne Knochenmark betrifft, so enthalten sie ausschließlich lockeres Bindegewebe.

Da im Embryo zwei Prozesse parallel vor sich gehen, nämlich der Knochen- und Blutbildungsprozeß, so ist die zentrale Knochenmarkhöhle mit Blutelementen so dicht ausgefüllt, daß die Fasern des Endosts nur mit Mühe erkannt werden können, und das nur an denjenigen Stellen, wo Knochenmarkelemente aus irgend einem Grunde überhaupt nicht oder in nicht so großer Quantität vorhanden sind, um das Endost zu verdecken. An solchen Stellen sieht man, wie die bindegewebigen Fibrillen, von den Knochenbalken abgehend, in die Masse der Markelemente eindringen. Den Balken entlang liegen Bindegewebe und Osteoblasten. Diese letzteren haben nicht überall die gleiche Form, wobei es Interesse erregt, die Veränderung ihrer Formen zu beobachten. Dort, wo der Knochenbildungsprozeß energisch vor sich geht, sind die Osteoblasten von kubischer Form, dort aber, wo der Knochenbildungsprozeß stillsteht, nehmen sie spindelartige Form an. Was ihre Lage den Knochenbalken gegenüber betrifft, so stehen sie an den Stellen der gesteigerten Knochenbildung perpendikular; je mehr aber der Knochenbildungsprozeß sich dem Stillstand nähert, nehmen sie nach und nach eine unter immer geringer werdendem Winkel zu den Balken geneigte Stellung ein, um sich schließlich dort, wo der Knochenbildungsprozeß ganz aufgehört hat, den Balken parallel zu legen. Die kubische Form der Osteoblasten kann man besonders lange an den dem Periost näherliegenden Stellen sehen.

Im hyalinen Knorpel der Wirbel geht der Ossifikationsprozeß nach dem Typus der endochondralen Knochenbildung vor sich. Die Markhöhlen werden mit Knochenmarkelementen so dicht ausgefüllt, daß es nur hier und da gelingt, die Elemente des Endosts zu erkennen.

Präparate von einem an Magendarmkatarrh verstorbene n 7 Wochen alten Kinde.

Das Leben des Knochens ist in diesem Alter sehr energisch. Wenn man die Haverschen Kanäle in der Richtung von der Peripherie zum Zentrum des

Knochens verfolgt, so findet man, daß sie unter dem Periost im großen und ganzen fast ausschließlich mit lockerem Gewebe ausgefüllt sind, während in der Nähe des Zentrums in denselben bereits Knochenmarkelemente auftreten, und das in so großer Quantität, daß sie das Endost verdecken, welches an solchen Stellen bereits deutlich maschige Struktur aufweist. Die den Knochenbalken entlang liegenden Osteoblasten sind auch hier von kubischer Form.

Knochenpräparate von einem 2 Monate alten, an Bronchopneumonie, Enteritis und Lungenödem verstorbene[n] Kinde.

In diesem Alter unterscheidet man bereits, wenn auch nicht überall in gleicher Dicke, kompakte Knochensubstanz mit zahlreichen Nährkanälen. Der kompakten Substanz liegt die spongiöse Knochensubstanz an.

Das Zentrum des Knochens ist von einer Knochenmarkhöhle eingenommen, in welche in verschiedener Richtung Knochenbalken, die von der Kortikalschicht abgehen, eindringen. Innerhalb der Höhle sieht man sternförmige Zellen.

Die Ränder der Balken der spongiösen Knochenpartie bestehen fast ausschließlich aus locker gebautem, an Schleimhaut erinnerndem Bindegewebe und aus sehr breiten Blutgefäßen, die ungefähr im Zentrum liegen. Die Osteoblasten sind hier von spindelartiger Form.

Unter dem Periost steht das Endost auch hier nur in einigen Knochenpartien in Verbindung mit der inneren zellreichen Periostschicht. Der Übergang dieses letzteren Gewebes geht in derselben Weise vor sich wie in den oben beschriebenen Präparaten des Embryos.

Die Nährkanäle enthalten meistenteils Gefäße und lockeres Bindegewebe.

Die zentrale Höhle ist mit typischem splenoidem Mark ausgefüllt, welches fast das gesamte Endost bedeckt. Nur an einigen Stellen gelingt es, einschichtige oder mehrschichtige Lagen von spindelförmigen Zellen mit zarten feinen Fibrillen zwischen denselben zu sehen. Dort, wo die kompakte Knochensubstanz in den eigentlichen Markteil des Knochens übergeht, gibt es nur auf der einen Seite des Präparats spongiöse Knochensubstanz. Die Markhöhlen dieser letzteren enthalten meistenteils retikuläres Bindegewebe und Blutgefäße, und nur einige der Höhlen sind teilweise, manche aber ganz mit splenoidem Mark ausgefüllt. Dort, wo die Umwandlung der von Markelementen freien Höhle in eine solche mit diesen letzteren beginnt, sieht man, wie in den maschigen Partien des Bindegewebes zunächst in geringer, dann in immer größerer und größerer Quantität freie Markzellen bzw. Knochenmarkelemente auftreten, um im weiteren Verlaufe die Höhle ganz auszufüllen. Was die Größe derjenigen Markhöhlen betrifft, in denen Knochenmarkelemente vorhanden sind, so muß man bemerken, daß das Verhältnis zwischen denselben nicht immer parallel geht, d. h. große Markkanäle der Höhle können frei von Markelementen sein, während die kleinen damit überfüllt sind. Es ist

klar, daß das starke Auftreten von Knochenelementen nicht von den Dimensionen der Höhle, sondern von etwas anderem abhängt.

Ein durch das obere Ende der Diaphyse des Femur geführter Längsschnitt zeigt, daß das Knochenmark die Markkanäle vollständig ausfüllt. Nur hier und da gelingt es, auf den Knochenbalken einschichtige oder mehrschichtige spindelförmige Zellen sowie faseriges Gewebe zwischen denselben zu erblicken. In diesem Alter treten bereits Osteoklasten auf, die in den Howship'schen Lakunen liegen.

Unter dem Periost enthalten die Knochenmarkkanäle auch hier meistenteils Blutgefäße und retikuläres Gewebe. Die Markzellen treten nur in bestimmter Tiefe auf (in der Richtung vom Periost zum Zentrum des Knochens), wobei sie sich zunächst im Zentrum des Gefäßes, dann in den perivaskulären Räumen und schließlich in der ganzen Höhle ausbreiten.

Das untere Ende der Diaphyse unterscheidet sich im großen und ganzen von dem oberen nicht.

Die Markkanäle der Wirbelkörper zeigen auf dem Querschnitt außerordentlich zahlreiche freie Markzellen, was das Erkennen des Endosts behindert. Die engen Kanäle der kompakten Knochensubstanz enthalten gleichfalls zahlreiche runde Zellen, immerhin nicht in einer solchen Quantität, um das Stützgewebe vollständig zu verdecken.

Die Knochenbildung in der Rippe geschieht mittelst Auflagerung von seitens des Periosts, während dasselbe im Innern der Rippe nicht vorhanden ist. Im Innern der Rippe sind die breiten Markkanäle vollständig mit splenoidem Mark ausgefüllt, welches sehr reich an Gigantenzellen ist, deren Kerne von verschiedener Form sind. Auch in der Rippe enthalten die Havers'schen Kanäle unter dem Periost kein Markgewebe, sondern retikuläres Bindegewebe, und nur die Höhlen, die in der Nähe des Zentrums des Knochens liegen, füllen sich mit splenoidem Mark aus. Zu dieser Zeit hat das Endost bereits maschige Struktur angenommen, während die Knochenmarkelemente, aus den Gefäßen austretend, sich in der ganzen Höhle lagern.

Vom Schädeldach gefertigte Schnitte.

Markhöhlen gibt es im kompakten Teil des Knochens relativ wenig. Sie sind fast sämtlich mit lockerem Bindegewebe ausgefüllt. Der zentrale Teil des Knochens enthält jedoch splenoides Mark, jedoch nicht in solcher Quantität, als daß man die Endostelemente nicht sehen könnte. Andere Präparate aus diesem Lebensalter werde ich, da das Bild ungefähr dasselbe ist, nicht beschreiben, sondern gleich zu den Präparaten des höheren Lebensalters übergehen.

Knochenpräparate von Menschen, die im 3., 4., 5. bzw. 6. Lebensjahrzehnt gestorben sind.

(Vgl. Taf. II.)

Die vom Femur gefertigten Quer- und Längsschnitte geben in bezug auf die uns interessierende Frage ungefähr ein und dasselbe Bild wie die Präparate

aus dem früheren Lebensalter, mit dem Unterschiede allerdings, daß die spongiöse Knochensubstanz mit dem fortschreitenden Alter auf Kosten der kompakten Knochenschicht sich immer vergrößert. Was das Knochenmark betrifft, so geht es mit dem fortschreitenden Alter nach und nach aus splenoidem in gemischtes, dann in fettiges und schließlich in gallertartiges über. Immerhin enthalten auf den Präparaten dieser Lebensalter die dem Periost naheliegenden Haverschen Kanäle hauptsächlich retikuläres Bindegewebe, in dem nur selten freie Knochenmarkelemente zu sehen sind.

Die Markkanäle der spongiösen Knochensubstanz, in welchen mit der Zeit auch Fettzellen auftreten, sind so reich an splenoidem Mark, daß es nicht gelingt, das Stützgewebe zu sehen. Nur in einigen Stellen, die keine Markzellen enthalten, tritt die maschige Struktur desselben zutage. Was die Osteoblasten betrifft, so zeigen sie im großen und ganzen dasselbe Bild wie im embryonalen Leben, jedoch mit dem wesentlichen Unterschied, daß sie häufiger eine langgezogene Form haben und den Knochenbalken parallel liegen. Eine Erklärung hierfür muß man in der weniger energischen knochenbildenden Tätigkeit des Endosts erblicken.

Mit dem Auftreten von Fettzellen in den Knochenmarkkanälen sind die Endostfasern nicht immer von zart-faseriger Struktur, sondern sehen dicker und gleichsam fester aus. In der Nähe des Periost weisen die Markhöhlen in allen Knochen, namentlich in denjenigen des Schädels, immer dasselbe zart-faserige Gewebe, d. h. Endost, auf. Stellenweise sieht man in den Knochenmarkhöhlen Gefäße, die von reich entwickeltem Bindegewebe umgeben sind. In demselben Lebensalter beginnen Osteoklasten aufzutreten — es spielt sich also der Prozeß der Knochenresorption ab. Je näher dem senilen Lebensalter, desto mehr nimmt die Zahl der Osteoklasten zu. Die zartfaserige Struktur des Endosts ist auch in den Rippen deutlich zu sehen, wo die Struktur des Endosts an diejenige im embryonalen Alter erinnert. Das Knochenmark zeigt splenoide Natur.

B e s c h r e i b u n g d e r P r ä p a r a t e a u s d e m s e n i l e n L e b e n s - a l t e r .

74-jähriger, an allgemeinem Marasmus verstorbener Mann.

Längsschnitt durch den oberen Teil des Caput femoris.

Das Endost ist in allen Abschnitten des Knochens gut zu sehen. Die Nährkanäle sind fast ausschließlich mit lockerem Bindegewebe gefüllt, in dem nur ab und zu Knochenmarkelemente zu sehen sind. Die Osteoblasten treten hier in den Hintergrund und räumen die Hauptrolle den Osteoklasten ein, die in den Howship'schen Lakunen liegen. Nichtsdestoweniger kann man dort, wo der Knochenbildungsprozeß noch nicht zum Stillstand gekommen ist, sämtliche oben beschriebenen Osteoblastenformen beobachten. Im allgemeinen gesprochen, liegen sie in diesem Lebensalter häufiger den Balken parallel.

W i r b e l k ö r p e r i m Q u e r s c h n i t t .

Die Knochenmarkräume der spongiösen Knochensubstanz sind mit splenoidem Mark so dicht ausgefüllt, daß man das Endost nur mit großer Mühe erkennen kann.

Der Längsschnitt des Wirbelkörpers zeigt ungefähr dasselbe Bild.

Rippe im Querschnitt.

Sehr dünne Schicht kompakter Knochensubstanz. Die *Haverschen* Kanäle enthalten maschig-strukturiertes Bindegewebe, welches nur ab und zu Knochenmarkelemente aufweist. Die Knochenbalken der spongiösen Knochensubstanz werden von Osteoblasten in schräger und paralleler Lage zu den ersten begleitet. Was das Knochenmark betrifft, so zeigt dasselbe spongiösen Charakter mit Beimischung von Fettzellen.

Schädelknochen im Querschnitt.

Die Kortikalschicht ist von breiten *Haverschen* Kanälen mit Fettmark, d. h. mit Endost und Knochenmarkelementen in denselben, durchschnitten.

Der zentrale Teil des Knochens besteht aus Balken in Form eines Netzes, zwischen denen sich Gefäße sowie maschiges Bindegewebe befinden, welches letztere an vielen Stellen von Markelementen frei ist und nur selten splenoides Mark enthält. —

Fall 21. Präparat von einem an allgemeinem Marasmus verstorbenen Manne im Alter von 82½ Jahren.

Längsschnitt durch den oberen Teil des Caput femoris.

Das Endost ist fast überall deutlich zu sehen. Die kleinen Gefäße sind fast ausschließlich mit Erythrozyten ausgefüllt, und nur hier und da sind einzelne Markelemente zu sehen. Demgegenüber enthalten die großen Blutgefäße außer Erythrozyten auch runde kernhaltige Zellen, und zwar in noch größerer Quantität. Im allgemeinen gesprochen ist die Zahl der Knochenmarkelemente gering, so daß man das Endost gut sehen kann. In der Nähe des Knorpels sieht man deutlich eine Schicht Osteoblasten, die bald schräg, bald parallel liegen. An vielen Stellen sieht man *Hawthorn* Lakunen, die Osteoklasten enthalten.

Wirbelkörper im Querschnitt.

Der spongiöse Teil des Knochens besteht aus zahlreichen Balken, seine Kanäle sind mit splenoidem Mark in solcher Quantität ausgefüllt, daß es unmöglich ist, das Endost zu sehen, diejenigen Stellen ausgenommen, wo die Knochenmarkelemente aus irgendeinem Grunde fehlen. Zwischen den bereits ossifizierten Balken liegt das Endost nicht selten in Form von dicht gedrängten Fasern mit einer großen Anzahl von Bindegewebsszellen.

An einer anderen Stelle des Präparates ist fast die ganze Markhöhle von einem Gefäß im Querschnitt eingenommen. Die Gefäßwand ist ziemlich dick, im Innern ist das Gefäß mit roten Blutkörperchen gefüllt, zwischen denen nur selten Knochenmarkelemente vorkommen. An anderen Stellen, wo mehrere Gefäße vorhanden sind, ist der Raum zwischen denselben von retikulärem faserigem Gewebe ausgefüllt.

Der Längsschnitt des Wirbelkörpers zeigt im allgemeinen dasselbe Bild.

Die Rippe zeigt im Querschnitt das Bild von sehr wenig entwickelter kompakter Knochensubstanz. Die *Haverschen* Kanäle sind teilweise leer, teilweise enthalten sie maschig-strukturiertes Bindegewebe.

Die Knochenbalken der spongiösen Knochensubstanz sind von Osteoblasten umsäumt, die den Knochenbalken gegenüber bald schräg, bald parallel liegen.

Schädelknochen im Querschnitt.

Der zentrale Teil des Knochens, d. h. die *Diploë*, besteht aus Knochenbalken, die in Form eines Netzes angeordnet sind. Zwischen den Balken sieht man Gefäße und maschiges Bindegewebe. Knochenmarkelemente kommen selten vor. Überhaupt wird im reifen Lebensalter das Knochenmark durch das Vorhandensein einer großen Anzahl von Fettzellen gekennzeichnet, aus welchem Grunde es unter dem Namen Fettmark bekannt ist, während es im senilen Lebensalter wegen der Ähnlichkeit mit Gallert als gallertartiges Mark bezeichnet zu werden pflegt.

Damit schließe ich die Beschreibung der Endostpräparate und möchte nun allgemeine Schlüsse über dasselbe ziehen.

E n d o s t.

Den beiden Ossifikationstypen des Hyalinknorpels entsprechend, aus dem bekanntlich das Skelett des Embryo besteht, zeigt auch die Endostbildung ein verschiedenes Bild.

Während des Prozesses der perichondralen Ossifikation bildet sich das Endost aus der Involution resp. aus dem Hineinwachsen in das Innere des Knochens der periostalen Kambialschicht, deren Fasern dann die Form von lockerem Bindegewebe annehmen. Die Lage der Fasern des Stützgewebes des Knochenmarks ist verschieden, je nachdem, welche Bestimmung sie zu erfüllen haben. Bald liegen die Fasern dicht nebeneinander, wenn der Ossifikationsprozeß vor sich geht; bald werden sie lockerer, wenn der Prozeß nachläßt oder vollständig stillsteht. Bald nehmen sie maschige Struktur dort an, wo sich auf ihnen das Knochenmark lagern muß. Die Osteoblasten sind gleichfalls von verschiedener Form, je nachdem, wie energisch der Ossifikationsprozeß vor sich geht. Ist dieser energisch, so sind sie von kubischer Form; befindet sich der Knochen im Zustande der Ruhe, so zeigen sie längliche Form und liegen den Knochenbalken, den Wandungen der Knochenhöhle parallel. Zwischen diesen beiden Extremen bestehen Übergangsformen. Wenn der Ossifikationsprozeß nachzulassen beginnt, so beginnen die Osteoblasten sich zu dehnen, wobei sie die Form einer Spindel, dann bereits längliche Form annehmen. Ihre Lage den Knochenbalken gegenüber ist gleichfalls verschieden. Während des energischen Wachstums des Knochens liegen die Osteoblasten den Balken perpendikular, beim Nachlassen der Ossifikation liegen sie schräg zu denselben, und zwar unter immer kleinerem spitzen Winkel, um dort, wo der Ossifikationsprozeß abgeschlossen ist, sich den Knochenbalken parallel zu legen. Die Osteoblasten liegen den Rändern der Balken in Form von einschichtigem oder sogar mehrschichtigem Epithel an. So vollzieht sich das Leben und das Wachstum des Knochens im frühen Lebensalter, wo der Ossifikationsprozeß über die Resorptionsprozesse prävaliert. An Präparaten mit doppelter Färbung ist die Mitte der Balken gewöhnlich mit verschiedenen Hämatoxylintönen, d. h. mit verschiedenen Tönen von Blau, gefärbt. Je mehr Kalk der Knorpel aufgenommen hat, desto geringer ist die Blaufärbung in demselben. Die Ränder der Balken stechen durch Rosa- bis Rotfärbung ab, je nach der Quantität des in denselben enthaltenen Kalks.

Was die Lage der Endostfasern dort betrifft, wo bereits Knochenmarkelemente auftreten, so nehmen sie hier maschige Struktur an. Wenn an solchen Stellen Markelemente aus irgendeinem Grunde fehlen, so erinnert das Endost an Schleimgewebe. Die Knochenmarkelemente treten in den Gefäßen auf, und solche Stellen sind auf den Präparaten durch Rostfärbung gekennzeichnet. Die zentrale Knochenmarkhöhle ist gewöhnlich mit Elementen von splenoidem Mark dicht aus-

gefüllt, wodurch es auf einigen Präparaten unmöglich ist, das Endost deutlich zu erkennen. Nur hier und da gelingt es, einzelne Elemente des Endosts wahrzunehmen, und zwar bald seine sternförmigen Zellen, bald eine vom Knochenbalken in die Masse des Knochenmarks verlaufende einzelne Fibrille desselben. Etwas Anderes sehen wir in der subperiostalen Partie der kompakten Knochenplatte. Hier sind die Endostelemente nicht nur im frühen Lebensalter, sondern während des ganzen Lebens des Menschen zu sehen. Die obere Knochenschicht, die nahe dem Periost liegt, stellt Endost dar, welches gleichsam bereit ist, jeden Augenblick Knochen zu bilden.

So kennzeichnet sich das Endost im frühen Entwicklungsstadium des Embryos.

Im späteren Alter wird das Endost weniger aktiv, was sich an den Osteoblasten bemerkbar macht. Sie liegen häufiger den Knochenbalken parallel. Außerdem treten mit dem fortschreitenden Lebensalter statt ihrer häufiger Osteoklasten in den Howship'schen Lakunen auf. Die Resorptionsprozesse prävalieren über die Wachstumsprozesse. Ferner schließen sich dem Endost Fettzellen an, wobei sie mit dem fortschreitenden Lebensalter in immer größerer Zahl auftreten.

Während des endochondralen Ossifikationsprozesses ist es außerordentlich schwer, das Endost zu beobachten. Die Knochenmarkelemente füllen die ganze Höhle so rasch aus, daß es unmöglich ist, das Endost zu sehen. Nur einzelne Teile desselben, wie einzelne Fibrillen, sternförmige Zellen, später auch Fettzellen und sternförmige Zellen gallertartigen Marks geben einen genügenden Anhaltspunkt, um von der ganzen Struktur des Endosts sich ein Bild machen zu können.

Wir haben somit in den großen und kleinen Knochenmarkhöhlen zwei Gewebstypen: 1. Endost bzw. faseriges Bindegewebe und 2. eigentliche Knochenmarkzellen. Ihre Rollen sind verschieden. Dort, wo es erforderlich wird, den Prozeß des Wachstums oder der Resorption des Knochens zu steigern, ist auch das Endost deutlicher zu sehen, und umgekehrt, dort, wo gesteigerte Blutbildung erforderlich ist, ist das Endost nicht so deutlich zu sehen, weil es von Knochenmarkzellen überdeckt ist. Das Endost dient zur Knochenbildung und zur Knochenresorption, während das Knochenmark daran keinen Anteil nimmt, indem es augenscheinlich eine ganz andere Funktion hat.

Das erstere stellt in phylogenetischer Beziehung ein niedrigeres, das letztere ein höheres Organ dar.

Was die Funktionen des Endosts betrifft, so gehen sie auf Grund meiner Untersuchungen auf folgendes hinaus: die Knochenmarkräume zu füllen, mittelst der Osteoblasten Knochen zu bilden, denselben zu resorbieren und den Knochenmarkelementen eine Stütze zu sein.

Wenn man das Endost von dem absondert, was man gewöhnlich als Knochenmark bezeichnet, und falls man zu demselben die Fettzellen und überhaupt alle diejenigen Zellen, die Knochen zu bilden vermögen, hinzuzählt, muß man dem Knochenmark nur die freien, nicht fixierten Zellen überlassen. Von diesem Stand-

punkte ausgehend, sowie in Berücksichtigung der Struktur der Knochenmarkhöhlen muß man der oben zum Ausdruck gebrachten Meinung von Ernst Ziegler beipflichten, der vorschlägt, das Knochenmark als splenoides und nicht als lymphoides Mark zu benennen, da es seiner Struktur nach eher an die Milzpulpa als an das Gewebe einer Lymphdrüse erinnert. Da das Endost und die Knochenmarkelemente ihrer Struktur nach verschieden und auch deren Funktionen nicht dieselben sind, so ist es durchaus in der Ordnung, daß auch diese Gewebe als von einander verschiedenen anerkannt werden müssen.

Nachdem ich zahlreiche Präparate studiert und Schnitte in allen möglichen Richtungen gemacht habe, konnte ich immerhin in einzelnen Abschnitten des Knochens das Endost nicht deutlich sehen, da dies von den Knochenmarkelementen hindert wurde. Um auch an solchen Stellen das Endost sichtbar zu machen, kann man verschiedene Wege einschlagen. Erstens kann man an Tieren die Experimente so gestalten, daß man aus den betreffenden Knochenabschnitten sämtliche Knochenmarkelemente ausspült. Zweitens kann man verschiedene Knochenerkrankungen untersuchen und an der Hand dieser Erkrankungen sich eine bestimmte Vorstellung vom Endost und vom Knochenmark, sowie von ihrer Funktion dort machen, wo sie unter normalen Verhältnissen nicht ganz deutlich zu sehen sind. Die Beobachtungen, welche Ziegler an verschiedenen Krankheitsprozessen in den Knochen gemacht hatte, ließen ihn über das Endost eine besondere Meinung aussprechen und eine ganze Reihe von Arbeiten über Erkrankungen der Knochen, beispielsweise die oben erwähnten Arbeiten, veröffentlichen. Es gibt aber noch einen Weg zur Aufklärung der Funktion des Endosts: man sucht im Knochen Bedingungen zu schaffen, unter denen die Hauptrolle das Endost und nicht das Knochenmark spielen müßte. Auch ich habe im Sinne dieser letzteren These Versuche angestellt, wobei ich mich auf die Sphäre meiner Spezialität beschränkte.

Indem ich das Endost von dem absonderte, was man als Knochenmark zu bezeichnen pflegt, hielt ich es für möglich anzunehmen, daß das Endost dasjenige Schutzgewebe sein kann, welches wir Spezialisten bei Operationen an den Stirnhöhlen notwendig brauchen. Ich glaubte, daß, wenn man die Schleimhaut aus der Stirnhöhle völlig entfernen würde, das Endost durch seine energische knochenbildende Tätigkeit die ganze Höhle ausfüllen würde. Würde dies der Fall sein, so würde man das Endost überall sehr gut sehen können, da bei der Verödung der Sinus der Prozeß des Knochenwachstums über den Blutbildungsprozeß prävalieren muß, und zwar um so mehr, als es sich um einen erwachsenen Organismus handelt, in dem die blutbildende Funktion des Knochenmarks eine so wichtige Rolle wie unter normalen Verhältnissen im jungen Organismus nicht mehr spielt. Vielmehr geht hier der Ossifikationsprozeß dem Blutbildungsprozeß parallel (vgl. meine Arbeit „Postoperative Verödung der Stirnhöhlen“).

In dieser Arbeit wird die oben näher präzisierte Ansicht über das Endost bestätigt. In allen Knochenzwischenräumen war nur das Endost allein zu sehen. Eigentlich war es diese meine letzte experimentelle Arbeit, die mich veranlaßt

hat, mich darauf zu beschränken, von allen mir zur Verfügung stehenden Präparaten nur diejenigen zu beschreiben, die sich auf die Knochen des Menschen beziehen.

S c h l ü s s e.

1. Das Endost bildet sich während der perichondralen Ossifikation aus dem Hineinwachsen von Periostfasern in die Knochenzwischenräume, während es während der endochondralen Ossifikation, wie man annehmen muß, sich entweder nach der Umwandlung des Knorpels in fibrilläres Gewebe oder vielleicht nach dem Hineinwachsen eines Gefäßes in den Knorpel oder aber als Folge beider Prozesse zugleich entwickelt.
2. Das Endost muß seiner histologischen Struktur nach dem lockeren Bindegewebe zugezählt werden.
3. Dem Endost müssen sämtliche Zellen zugezählt werden, die Knochen zu bilden vermögen.
4. Die Funktionen des Endosts und des Periosts sind identisch.
5. Das Endost resp. Periost sind Organe der Knochenbildung und der Knochenresorption.
6. Die Funktionen des Endosts und der Knochenmarkelemente sind verschieden.
7. Die Knochenmarkelemente treten zunächst in den Gefäßen auf und lagern sich erst dann in der Knochenmarkhöhle.
8. Das Endost ist das Stützgewebe für die Knochenmarkelemente.
9. Das Endost und das Knochenmark können unabhängig voneinander erkranken.
10. Das Endost kann selbständig existieren, während das Knochenmark ohne Stützgewebe, mag es sich um Endost oder um irgendein anderes, dasselbe substituierendes Gewebe handeln, nicht existieren kann.

L i t e r a t u r.

- B o e h m , A., und M. v. D a v i d o f f , Lehrb. d. Histologie, Wiesbaden 1903, S. 131. — G e g e n b a u e r , C. Lehrb. d. Anatomie d. Menschen. Bd. 1, 1900. — K o e l l i k e r , A., Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1863, S. 232. — K u l t s c h i z k i , N. K., Grundzüge der Histologie der Tiere u. des Menschen. 5. Auflage. Charkow 1912, S. 158. — M a x i m o w , A l. A l., Über experimentelle Erzeugung von Knochenmarkgewebe. Anatomischer Anzeiger, Bd. XXVIII, Nr. 24, 1906. — D e r s e l b e , Experimentelle Untersuchungen zur postfötalen Histogenese des myeloiden Gewebes. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, Bd. 41, 1907. — P o n f i c k , E., Verhandlungen der D. Path. Gesellsch. Berlin 1902, S. 142, 154, 156. — Real-Enzyklopädie der gesamten Heilkunde von Prof. Dr. A l b e r t E u l e n b u r g , 3. Aufl., 1897, Bd. 12, S. 483. — S o b o t t a , T., Histologie und mikroskop. Anatomie. München, Verlag von J. E. Lehmann, Bd. IX, 1911. — S s a m o y l e n k o , M. Al., Über Hammer-Amboß-ankylose. — Monatsschr. f. Ohrenhkl. 1905, Nr. 5, S. 4. — S s a m o y l e n k o , M. Al., Post-operative Verödung der Stirnhöhlen. Archiv f. Laryngologie und Rhinologie 1913, Bd. 27, H. 1, S. 137. — S t o e h r , Ph., Lehrbuch der Histologie. Jena 1903, S. 135. — S z y m o n o w i c z , I d., Histologie und mikroskopische Anatomie. Würzburg 1911, S. 212. — P r e n a n d , A. und B o u i n , P., Traité d'histologie, t. II. Paris 1911, S. 245. — Z i e g l e r , Ernst, Über Osteotabes infantum und Rachitis. — D e r s e l b e , Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie. Jena 1912, § 24 u. 40.

Erklärung der Abbildung auf Tafel II.

Objektiv DD. Okular 6, Stativ Zeiss. *a* Periost. *a¹* Kambialschicht des Periosts. *b* Noch nicht ossifizierter Balken. *c* Osteoblasten. *d* Endost. *e* Gefäße, gefüllt mit Blutkörperchen, die sich rosa färben.

XIV.

Über die Histogenese der Myokardveränderungen bei einigen Intoxikationen.

(Aus dem Pathologisch-Anatomischen Institut der Kaiserlichen Militär-Medizinischen Akademie zu St. Petersburg.)

Von

Dr. N. A n i t s c h k o w.

(Hierzu Taf. III und 6 Textfiguren.)

In den letzten Jahren ist eine ziemlich bedeutende Anzahl von histologischen Untersuchungen zur Veröffentlichung gelangt, die der Frage der mikroskopischen Veränderungen des Myokards bei verschiedenen Vergiftungen gewidmet sind, und man hätte annehmen können, daß durch diese Untersuchungen die Wirkung einiger toxischen Substanzen auf den Herzmuskel vom morphologischen Standpunkte aus bereits genügend erforscht ist. Die Mehrzahl der Arbeiten, von denen augenblicklich die Rede ist, berühren jedoch hauptsächlich die größeren Veränderungen des Herzmuskels, ohne hierbei auf die histologischen Details und die Histogenese einzugehen. So notieren beispielsweise die Autoren, indem sie von verschiedenen degenerativen Veränderungen der Muskelfasern sprechen, gewöhnlich nur das Vorhandensein dieser Veränderungen, wobei sie bisweilen zur Bezeichnung von augenscheinlich gleichartigen Erscheinungen verschiedene Bezeichnungen verwenden und die sukzessiven Entwicklungsstadien der von ihnen konstatierten Veränderungen überhaupt nicht beschreiben. Und doch sind für das richtige Verständnis der Wesenheit vieler Prozesse, die sich im Myokard abspielen, derartige Beschreibungen natürlich außerordentlich notwendig.

Heutzutage, wo die normale Histologie beim Studium der Struktur des Myokards sich mit den feinsten strukturellen Details beschäftigt und hier zahlreiche interessante Tatsachen festgestellt hat, wäre es durchaus an der Zeit, auch das Studium der pathologischen Veränderungen bis zu den feinen mikroskopischen Details der Struktur des Herzmuskels zu vertiefen. Die vorliegende Forschung ist nun einer der wenigen Versuche, die in dieser Beziehung gemacht worden sind.

* * *

Material und Methodik der Untersuchung.

Als toxische Substanzen, welche pathologische Veränderungen im Herzmuskel erzeugen, wählte ich zwei Substanzen: Diphtherietoxin und Adrenalin in Kombination mit Spartein. Die erste Substanz wurde gewählt, da ihre spezifische pathogene Wirkung auf das Myokard allgemein

