

Virchows Archiv
für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medizin.

Band 186. (Achtzehnte Folge Bd. VI.) Heft 3.

XVI.
Über feinere Knochenstrukturen
mit besonderer Berücksichtigung der Rhachitis.

(Aus dem Pathologischen Institut Freiburg i. B.)

Von

Felix Dyrenfurth aus Rawitsch.

(Hierzu Taf. XVI.)

Bis Rudolf Virchow wurde zur Beurteilung der Frage, ob bei Rhachitis Anbau oder Abbau das Wesentliche sei, vorwiegend die klinische Beobachtung dieser Krankheit des Kindesalters in Betracht gezogen. Man berücksichtigte die mannigfachen Deformitäten des rhachitischen Skeletts: das Tiefstehen des Femurkopfes, die Abplattung des Schienbeins, die Krümmungen der platten Knochen, zumal die Kartenherzform des Beckens; man wies auf die auffallende Häufigkeit der Frakturen hin, um aus allen diesen Tatsachen den Schluß zu ziehen, daß das Wesen der Erkrankung in einer Erweichung des Knochens zu suchen sei, mithin Rhachitis und Osteomalacie verwandte, wenn nicht identische Prozesse darstellten. Diese Auffassung wurde stark erschüttert durch Virchows grundlegendes Werk: Das normale Knochenwachstum und die rhachitische Störung desselben. Virchow tat dar, daß die weichen Zonen dem mikroskopischen Bilde nach überall die Karminfärbung annähmen, mithin neugebildet seien, daß die darunter befindliche Rinde kalkhaltig bliebe. Da er so die Erweichung des Knochens in Abrede stellte, mußte er für die klinischen Erscheinungen andere

Erklärungen als die bisher üblichen heranziehen. Er fand die bedeutenderen Deformitäten in Infraktionen, zum Teil auch in Abbiegungen an den verbreiterten, widerstandsunfähigeren Proliferationszonen zwischen ruhendem Knorpel und Verkalkungszone bzw. deren Trümmern begründet. Beide Beobachtungen wurden anerkannt, nur wurde gegen die Behauptung Einspruch erhoben, daß sie die einzigen Ursachen der klinischen Tatsachen seien. Schon H. Müller¹⁾ bestand auf dem Weichwerden der Diaphysen, erklärte dies für den primären Vorgang und die Neubildungen als reparatorische Vorgänge zum Ersatz der vorangegangenen Kalkberaubung, eine Ansicht, die in neuerer Zeit von einer Reihe Autoren wieder aufgenommen worden ist. Zu der Tatsache, daß in vielen Fällen von Rhachitis unter der periostalen Neubildung die Compacta stark verdünnt und auffällig porös sich zeigen kann, ohne daß entsprechende Ausfüllung mit osteoider Substanz vorhanden wäre, wurde verschieden Stellung genommen. Von Ziegler²⁾ und einer Reihe anderer Autoren wird diese „rhachitische Konsumption“ mit einer Erhöhung der physiologischerweise stattfindenden Resorption durch Osteoklasten in Howshipschen Lakunen erklärt, während v. Recklinghausen³⁾ den Gedanken wieder einführt, daß osteomalacische Vorgänge hierbei, wie überhaupt bei der Rhachitis, eine hervorragende Rolle spielen, sich also dem Standpunkt nähert, der vor Virchow der fast allgemein angenommene gewesen war. Die Hauptstütze seiner Ansicht sieht er in dem Nachweis von übermäßiger Bildung von Gitterfiguren um die Haversischen Kanäle, ein Befund, der uns dazu führt, uns etwas eingehender mit der mikroskopischen Diagnose der Rhachitis zu beschäftigen.

Wir finden bekanntermaßen ein exzessives Zunehmen der Knorpelwucherungszone mit starkem Überwiegen der hypertrophischen Schicht über die Säulenschicht. Wir sehen, wie

1) Müller, H., Über die Entwicklung der Knochensubstanz nebst Bemerkungen über den Bau rhachitischer Knochen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. IX, 1858.

2) Ziegler, Lehrbuch der pathologischen Anatomie.

3) Über Knochenstrukturen, besonders die Erweichungsvorgänge bei der Rhachitis. Vereinsbericht, Wiener klin. Wochenschr., Nr. 29, 1898.

letztere im Gegensatz zum normalen Knochenwachstum überaus scharf vom ruhenden Knorpel abgesetzt ist. Wir vermissen die kontinuierliche Verkalkungslinie und können höchstens das Vorhandensein einzelner unzusammenhängender Bruchstücke erkennen. Wir vermissen ferner das gleichmäßige Eindringen der Gefäßschlingen, bemerken vielmehr noch außerdem ihr Abweichen von der geraden Richtung, so daß einzelne Inseln des gewucherten Knorpels bei der Aufschließung dieses Gewebes vom Markraum umgeben und mit osteoider Substanz umkleidet werden. Überhaupt fällt am Längsschnitt an den neugebildeten Markräumen zwischen Knorpel und eigentlicher Markhöhle die Bildung einer Schicht von osteoider Substanz auf, die geflechtartig angeordnet, eine größere Ausdehnung gewinnen kann. Das Mark weist den meisten Autoren zufolge jene fibröse Modifikation mit teilweise reichlicher, zum Teil so geringer Ausbildung von Osteoblastenzügen auf, daß manche Autoren in einer qualitativen Änderung des Knochenanbaues, nämlich in dem Vorwiegen des metaplastischen Typus das Wesen der Erkrankung erblickten; das Periost zeigt seine Anteilnahme an dem Prozeß dadurch, daß es mit Bildung von Schichten antwortet, die teilweise aus zu Arkaden angeordneten Bälkchen bestehen, teilweise aber auch eine Anordnung zeigen, die die neuen Bälkchen einfach parallel zur Oberfläche der Compacta in geflechtartigem Aufbau aufstellt. Vergessen dürfen wir aber nicht jene zweite Gruppe von osteoiden Zonen, die sich so häufig um die Haversischen Kanäle finden, besonders deswegen nicht, weil sie den Anstoß zu erneuerter Diskussion über das Wesen der in Rede stehenden Erkrankung gegeben haben, ob Abbau mit Anbau kombiniert oder bloß letzterem eine Rolle einzuräumen sei.

Schon vor Recklinghausen beschreibt Steudener¹⁾ bei Rhachitis krümelige Schichten an der Grenze zwischen osteoider und kalkhaltiger Substanz, an jenen Stellen, wo v. Recklinghausen seine Gitter hinverlegt, und auch Pommer²⁾ findet

1) Ein Fall von schwerer Rhachitis. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. IV, 1873.

2) Untersuchungen über Osteomalacie und Rhachitis. Monographie. Leipzig 1883.

körnig-krümelige Schichten an den nämlichen Stellen. Recklinghausen wies aber zuerst auf die Ungleichwertigkeit der osteoiden Säume bei Rhachitis hin; er reklamiert sie als zum Teil durch Kalkberaubung entstanden, teils als noch der Verkalkung harrend. Beide Sorten sollen übrigens nicht in allen Fällen zu finden sein, sondern sowohl reine Fälle von Halisterese wie reine Formen von apponierender Rhachitis nebst allen Übergängen. Um eine Entscheidung über die Bedeutung dieser Ansicht zu fällen, spitzt sich alles darauf zu, die Unterschiede, die sich zwischen beiden osteoiden Säumen finden lassen, festzulegen, den Abbau vom Anbau zu trennen.

Züge von Osteoblasten an osteoiden Säumen wurden lange als souveränes Kennzeichen des Anbaues betrachtet. Doch zu häufig findet man auch an offenkundig halisterischen Zonen, z. B. bei Osteomalacie, Gruppen von solchen Zellen, so daß dieses Unterscheidungsmittel als zum mindesten nicht eindeutige Resultate liefernd erkannt wurde und den Wunsch rege machte, ein sichereres Erkennungsmittel zu erlangen. Schon v. Ebener¹⁾ hatte darauf hingewiesen, daß der jugendliche, direkt von Periost abstammende Knochen einen geflechtartigen, nicht lamellär gerichteten Bau besitze. Für den vom Markraume ausgebildeten Knochen wird dieses Kennzeichen vom Autor allerdings verneint. Ob diese strenge Unterscheidung zwischen beiden Knochenbildungsmöglichkeiten aufrecht erhalten werden kann, muß die Anwendung feinerer technischer Hilfsmittel als die bisherigen Färbemethoden lehren. Frühzeitig soll nach v. Ebener der geflechtartig angelegte, also nach ihm bindegewebig präformierte Knochen resorbiert und durch lamellär gerichteten ersetzt werden und als einziges Zeichen seiner Existenz jene in die Lamellen eingeschlossenen Fibrillenbündel zurücklassen: die Sharpeyschen Fasern. Daß entsprechend dieser eben angedeuteten Genese beim Erwachsenen ein massenhaftes Auftreten solcher Gebilde fern ihrer gewöhnlichen Matrix, also dem Periost, etwa in der Nähe des Markraumes, für Neubildung spricht, liegt auf der Hand, ein wichtiges Kennzeichen, auf dessen Bedeutung bei pathologischen Prozessen zur Charak-

1) Über den feineren Bau der Knochensubstanz. Wiener Sitzungsberichte, Bd. 72, 1876.

terisierung des Anbaues zuerst v. Recklinghausen¹⁾ hingewiesen hat. Die Darstellung dieser Fasern geschieht nach ihm am einfachsten durch vorsichtiges Erwärmen.

Doch auch in der Deutung der so gewonnenen Bilder muß Vorsicht geübt werden. Sollen sie doch auch an Knochenbälkchen (bei Fall 7 der erwähnten Festschrift) zu finden sein, deren Knochenkörperchen durch axiale Lage und zarte Gestalt ausgezeichnet sind, an Knochenbälkchen, die gezähnelte Konturen besitzen und wenige eckige, große Zellen angelagert haben, Zellen, die „als Osteoblasten anzusprechen, jedoch nicht so zahlreich seien, daß sie allein als für den Anbau beweisend gehalten werden dürften“. Der Anbau ist also in Wirklichkeit durch diese Methoden schwer, sicher manchmal gar nicht zu charakterisieren.

Zur Diagnose des Abbaues besitzen wir etwas sicherere Erkennungsmittel. Ein häufiger Weg, auf dem Knochen zerstört wird, ist die Form der lakunären Resorption, die Bildung Howshipscher Lakunen. Ob den Osteoklasten Köllikers, die sich so häufig in diesen Räumen finden, eine aktive Rolle zugeschrieben werden kann, ob sie in irgendwelcher Weise mit den Knochenkörperchen vielleicht in Zusammenhang zu bringen sind, steht dahin. Eine schmale, osteoide Zone an diesen Howshipschen Lakunen beschreibt allein von allen Untersuchern Ribbert²⁾, deutet also damit zwei Phasen in der Auflösung der Substanz an, eine Entkalkung und darauf die Abschmelzung des entkalkten Gewebes, einen ähnlichen Prozeß, wie er im großen bei der Osteomalacie stattfindet. Doch könnten solche Bilder auch durch sekundären Anbau zustande gekommen sein.

Einen zweiten Modus der Knocheneinschmelzung erkannte zuerst v. Volkmann. Er beobachtete bei entzündlichen Prozessen, die mit üppiger Gefäßentwicklung einhergehen, die Bildung von Kanälen, die die Knochenbalken durchbohren und gar bald die Bildung von Gefäßen erkennen lassen, eine Beobachtung, die für die verschiedensten destruktiven Vorgänge am

¹⁾ Festschrift der Assistenten zu Virchows 70. Geburtstag.

²⁾ Über senile Osteomalacie und Knochenresorption im allgemeinen. Dieses Archiv, Bd. 80, S. 436.

Knochen von vielen Autoren bestätigt wurde. Sie sind meist feiner als die Haversischen Kanäle, haben ein ungleichmäßigeres Kaliber und durchbohren — ihr wichtigstes Unterscheidungsmittel — rücksichtslos die bestehenden Lamellensysteme, ohne an ihren Wänden mit solchen ausgekleidet zu sein. Stehen diese Gänge unzweifelhaft mit dem Blutgefäßsystem in Zusammenhang, so läßt sich dies nicht für eine andere Art von feinsten Kanälen behaupten, die in dem im Abbau begriffenen Gewebe zu finden sind und die besonders v. Recklinghausen durch seine Kohlensäuregasfüllung kennen gelehrt hat. Durch die Behandlung mit einer stark alaunhaltigen Karminlösung entstehen an der Grenze zwischen osteoider Substanz und unverändertem Knochengewebe eigentümlich zierliche Zeichnungen, eine Gitteranordnung. Diese Gitter sind nicht der Ausdruck unverkalkt gebliebener Fibrillen, da sie auch am veraschten Knochen in derselben Weise nachweisbar sind. Ob die Gitter in Zusammenhang mit den Knochenkörperchen stehen, erscheint zweifelhaft.

Diese letzteren sind in solchen Säumen, die als halisterische anzusprechen sind, auch der Fläche nach von osteoider Substanz bedeckt. Diese wird, nach den gewöhnlichen Färbemethoden beurteilt, homogen, macht den Eindruck eines Hyalins, so daß sie starke Massenverminderung erlitten zu haben scheint. Sehr mit Recht macht v. Recklinghausen darauf aufmerksam, daß in solchen Zonen eine starke Verminderung der Zahl der Knochenkörperchen stattfindet, daß diese bei den verschiedensten Färbemethoden schwer darstellbar und verwischt in ihren Konturen erscheinen. Eine Lakunenbildung ist bei diesen osteomalacischen Prozessen nicht zu erkennen, wohl aber sind Volkmanns perforierende Kanäle reichlich vorhanden. Daß in dem im Abbau befindlichen Gewebe eine Vermehrung der Knochenkörperchen stattfindet, wie behauptet wurde, darf wohl abgelehnt werden.

Im Besitze besonders der letzten beiden Charakteristika des Abbaues, deren Nachweis ihm bei Rhachitis gelang, erklärte v. Recklinghausen einen großen Teil der osteoiden Säume, die sich bei dieser Erkrankung finden lassen, nämlich die Säume um die Haversischen Kanäle für im Abbau begriffen,

eine Ansicht, für die wir im folgenden noch manchen Anhaltspunkt finden werden.

Von Gierke¹⁾ ist zuerst auf den innigen Zusammenhang zwischen Eisengehalt und Kalkaufnahme bei Verkalkungsprozessen hingewiesen worden. Die Eisenreaktion fällt am intensivsten vor der Kalkaufnahme aus, wobei das Eisen nach Schmorls²⁾ Vermutung nach Art einer Beize wirkt. Von demselben Autor wurden bei pathologischen Prozessen folgende Befunde, die übrigens nur am unentkalkten Knochen konstatiert werden können, erhoben. Für die Osteomalacie wird angegeben, daß an den neugebildeten Knochenbalken regelmäßig Eisenreaktion auftrat, daß aber auch der halisterischen Säume mehr oder minder breite Streifen die Reaktion gaben. Was diesen Befund anbetrifft, so kann einmal zugegeben werden, daß bei der Heilung des osteomalacischen Prozesses in den schon entkalkten Partien wieder eine Kalkaufnahme eintreten könnte, mithin das Wiederauftreten einer Eisenreaktion möglich wäre, andererseits ist nach den bisherigen Untersuchungsmethoden dem subjektiven Ermessen bei der Unterscheidung der osteoiden Säume, ob Anbau oder Abbau bei ihnen festzulegen sei, ein sehr großer Spielraum zu überlassen. Sehr im Einklang mit der oben angeführten Ansicht v. Recklinghausens stehen dagegen die Angaben, daß bei beginnender und florider Rhachitis sich keine Eisenreaktion erzielen lasse, daß aber die heilende sie aufweise. Wenn wir den Beginn mit dem Überwiegen der halisterischen, die Heilung mit dem Überwiegen der reparatorischen bzw. Wucherungsvorgänge gleichsetzen, so ist von diesem Gesichtspunkte aus die Gierkesche Reaktion als ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel zu betrachten.

Auffallen muß es unter allen Umständen, wie wenig bei der Beurteilung der wichtigen Unterscheidungsfragen dem Verhalten der Knochenkörperchen Rechnung getragen worden ist.

1) Über den Eisengehalt verkalkter Gewebe unter normalen und pathologischen Bedingungen. Dieses Archiv, 167. Bd., 1902.

2) Über feinere Knochenstrukturen und über den Eisengehalt des Knochengewebes unter pathologischen Verhältnissen. Verhandlungen der deutschen Pathologischen Gesellschaft, VIII. Tagung, 1904.

Sicher trägt zur Ignorierung dieser Zellen der Umstand sehr viel bei, daß die bisherigen Darstellungsmethoden recht mangelhafte Resultate aufzuweisen haben. Das gebräuchliche Hämatoxylin-Eosin läßt die Körperchen häufig geschrumpft erscheinen, äußerst unregelmäßig in der Gestaltung, von einer Darstellung der Ausläufer ganz zu schweigen. Allenfalls ist es für den Geübten möglich, aus dem zahlreichen bzw. dem geringen Auftreten dieser Körperchen einen Schluß auf Anbau bzw. Abbau zu ziehen. Bei weitem bessere Ergebnisse hat Schmorls zweite Knochenkörperchenfärbung, die Darstellung mit Thionin-Molybdän- bzw. Phosphorwolframsäure. Doch warnt Schmorl davor, bei pathologischen Prozessen aus der Gestalt der Knochenkörperchen irgendwelche Schlüsse zu ziehen. Mit einer anderen Methode habe ich aber so schöne und gleichmäßige Bilder bei pathologischen Prozessen und unter normalen Verhältnissen gesehen, daß sich die Überzeugung aufdrängte, mit ihr die sichere Unterscheidung von Anbau und Abbau, die Unterscheidung beider Arten von osteoiden Säumen leisten zu können. Ich meine die Knochenkörperchenmethode nach Goetsch¹⁾, die sich auch in der Anwendung ziemlich einfach gestaltet. Ich will hier nur kurz das Wichtigste über diese Darstellung angeben und verweise im übrigen auf die Arbeit von Goetsch. Die Schnitte werden in gewöhnlicher Weise vorbehandelt, mit Neutralrot gefärbt und dann in eine Lösung von Sublimat-Pikrinsäure gebracht. Auf diese Weise wird eine Fällung erzeugt, die nach sorgfältiger Differenzierung die zierlichsten Einzelheiten erkennen läßt. Die Differenzierung ist in allmählich verstärktem Spiritus bzw. Alkohol, wie auch durch Anilinöl-Xylol zu erzielen. Wenn ich Gewicht auf die Beschaffenheit des Markes lege, ziehe ich erstere Methode vor, während das Herausarbeiten der Knochenkörperchen besser auf dem zweiten Wege gelingt. Im Besitze dieser Darstellungsweise legt Goetsch für den osteoiden Saum des Anbaues zu dem schon bekannten

1) Über den Einfluß von Karzinometastasen auf Knochengewebe. Inaug.-Diss., Freiburg 1905, und Zieglers Beiträge, 39. Bd., 1906. Siehe auch C. Hasse: Die fossilen Wirbel, Leipzig 1893, bei Wilhelm Engelmann, S. 487 und S. 491, wo sich ein früherer Hinweis auf die Unterschiede der Knochenkörperchen findet.

zahlreichen Vorhandensein der Körperchen folgende Merkmale der Gestalt fest: Die Knochenkörperchen sind verhältnismäßig groß, von rundlich-plumper Form und entsenden ihre nur sehr kurzen Ausläufer nach allen Seiten. Da der jugendliche Knochen durch die Darstellung der Sharpeyschen Fasern doch nur sehr mangelhaft und zweideutig gekennzeichnet wird, so besitzen wir in diesen Angaben ein sehr wertvolles Charakteristikum des Anbaues, das ich nach meinen Untersuchungen am Embryo, Neugeborenen und am wachsenden Tierknochen (Kalb) mit einigen später anzuführenden Ergänzungen bestätigen kann. Bei den ausgebildeten Körperchen fand ich eine langgestreckte, zarte Gestalt. Ihre Ausläufer sind lang, sehr gleichmäßig zu beiden Seiten des zierlichen Körperchens verteilt, gewissermaßen nach beiden Seiten auseinandergekämmt, so daß das ganze Gebilde oft einem Tausendfuß nicht unähnlich sieht.

Ich will hier gleich vorwegnehmen, daß solche ausgebildete Knochenkörperchen bei Rhachitis recht häufig in den osteoiden Säumen um die Haversischen Kanäle, aber auch sonst in der Corticalis zu finden sind, während die dem Periost benachbarten osteoiden Schichten durchweg Knochenkörperchen bei dieser Erkrankung aufweisen, die den Typus der jungen Zellen mit aller Deutlichkeit zeigen. Für die an den Haversischen Kanälen befindlichen Säume gilt zudem noch die von v. Recklinghausen festgelegte Beobachtung, daß sie spärliche Knochenkörperchen von etwas unschärferen Konturen besitzen. Über diesen Befund von ausgewachsenen Körperchen um die Haversischen Kanäle könnte man verschiedene Auslegungen aufstellen. Die Auffassung, daß gerade die zarten Knochenkörperchen das Stigma des Anbaues seien, und die Vermehrung wie das plumpere Aussehen für den Abbau ins Feld zu führen wären, ist nach den oben mitgeteilten Befunden wohl nicht mehr zu halten.

Anders steht es mit der Ansicht, daß der osteoide Saum des Anbaues in einem gewissen Stadium vor der endgültigen Kalkaufnahme bereits ausgebildete Knochenkörperchen enthalten könne. Wenn freilich gezeigt werden kann, daß bei einem Individuum, wo der Abbau wohl als überwiegend zugegeben werden muß, wenn beim Neugeborenen gezeigt werden kann,

daß an den nämlichen Stellen, also um die Haversischen Kanäle, bei Schnitten von entsprechenden Stellen der Knochen, bei dem gleichen tinktoriellen Verhalten wie beim rhachitischen Vergleichsobjekt, in den osteoiden Säumen jugendliche Knochenkörperchen auftreten, so wird wohl der Schluß zugelassen werden müssen, daß jene fraglichen Stellen bei Rhachitis als im Abbau befindlich anzusehen sind.

Eine systematische Darstellung des Knochenaufbaues sowie ein Vergleichen der tinktoriellen Ergebnisse der hergebrachten Hämatoxylin-Eosinfärbung mit denen der Fällung nach Goetsch dürfte am ehesten geeignet sein, Klarheit über diese strittigen Fragen zu schaffen. Ein sorgfältig hergestelltes Fällungspräparat eines Femurquerschnittes vom Neugeborenen erlaubt bequem fast alle Stadien des Knochenaufbaues zu studieren.

Die erste Stufe ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen, die recht indifferent aussehen, einen homogen erscheinenden, weißlich-durchsichtigen Mantel (Fig. 1 b, Taf. XVI) nach allen Richtungen des Raumes um sich ausscheiden. Liegen diese Zellen in der Nähe von schon etwas weiter vorgeschrittenem Knochengewebe, liegen sie etwa in einer Zellenreihe (Fig. 1 a), deren Vorstufe die gewöhnlich sog. Osteoblastenzüge sind, so erscheint das etwas weiter vorgeschrittene Knochengewebe von einem hellen, homogenen Saume umgeben, in dem aber bei stärkerer Ablendung und beim Benutzen der Mikrometerschraube mühelos die Zellkörper noch zu erkennen sind. Zellen, die eine solche homogene Substanz ausscheiden, brauchen durchaus nicht immer im Verbands der Osteoblasten zu liegen. Sie sind ebenso häufig im Innern des Markes einzeln auftretend als Uranlagen von Knochenkernen zu beobachten. Einzelne Gruppen, mit Übergängen bis zu langen Reihen, findet man auch in größerer Entfernung von den eigentlichen Osteoblasten im Periost als jüngste Schicht der Corticalis. Der nächste Erfolg der Lebenstätigkeit der eben beschriebenen Zellen manifestiert sich dadurch, daß sie in ihrem Innern und in dem von ihnen produzierten Saume eine feine Kalkkörnelung ablagern (Fig. 1 c), die so dicht wird, daß die einzelnen Leiber voneinander in diesem Stadium des Aufbaues nur noch sehr schwer zu unterscheiden sind. Ein Teil der aufbauenden Elemente scheint sich

in diesem Momente für immer in eine Grundsubstanz umzuwandeln, die immer homogener zu werden hat, während einer geringen bevorzugten Zahl die weitere Ernährung und Differenzierung des Gewebes zufällt. Denn schon die nächste Stufe zeigt uns, wie in dem eben beschriebenen Gewebe eine größere Anzahl rundlicher, größerer Gebilde auftreten (Fig. 1 d), die sich intensiv färben, d. h. eine erhöhte Kalkablagerung als Produkt ihrer vitalen Tätigkeit aufweisen. Diese Zellen senden zuerst nur sehr kurze, später längere Ausläufer nach allen Seiten aus (Fig. 2, Taf. XVI); je älter das betreffende Gewebe wird, desto mehr ordnen sich die Ausläufer offenbar unter dem Einflusse, unter dem die ganze Knochenentwicklung im postembryonalen Leben steht, unter dem Einfluß von Druck und Zug, zierlich zu beiden Seiten (Fig. 3, Taf. XVI) des sich gleichfalls in einer ganz bestimmten Richtung streckenden Körperchens an, um schließlich jene Gestalt anzunehmen, die ich oben schon als den Gliedern eines Tausendfußes nicht unähnlich beschrieben habe. Völlig gegeneinander ausgerichtete Körperchen mit ebensolchen Ausläufern habe ich beim Neugeborenen nicht finden können, während sie zu allen Zeiten des extrauterinen Daseins, sobald nur erst die Einflüsse der Außenwelt am Werke sind, mühelos in die Augen springen.

Wenn man mit den so gewonnenen Resultaten die Ergebnisse der Hämatoxylin-Eosinfärbung vergleicht, so muß man sich von vornherein darüber klar werden, daß solche feine Einzelheiten, wie die eben beschriebenen, durch sie nicht zu erhalten sind, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die Kalkfärbung ungemein intensiv ausfällt im Verhältnis zu der Fällung und weil bei den älteren Methoden das Gewebe durchweg intensiv tingiert wird. Trotz allem ergibt aber doch der Vergleich interessante Einzelheiten. Eine osteoide Färbung mit Hämatoxylin-Eosin ergibt sich nur an jenen schmalen Säumen, die, nach der anderen Methode dargestellt, als homogen durchsichtig erscheinen und ohne Mühe die Leiber der in ihnen enthaltenen Zellen bei Anwendung der geeigneten Hilfsmittel erkennen lassen. Besonders darauf hinweisen möchte ich, daß im Fällungspräparat diese Zellen nicht die geringste Andeutung von Ausläufern besitzen, der helle, homogene Saum ist das

einzig, was sie als zukünftige Knochenkörperchen kenntlich macht. Ihre zarten Konturen werden durch die Hämatoxylin-Eosinfärbung erstickt. Entsprechend der auf diese Stufe folgenden Stufe des oben beschriebenen Entwicklungsganges findet man mit Hämatoxylin-Eosin eine Mittelfärbung zwischen Osteoidsaum und vollkommener Blaufärbung. Auch im Färbepreparat erkennt man das zahlreiche Auftreten von Knochenkörperchen von rundlicher Gestalt, die sogar bisweilen Ausläufer erkennen lassen, während sonst gerade diese Methode bei deren Darstellung versagt und, wie schon oben angegeben, meist nur geschrumpfte Zerrbilder liefert. Von welchen Faktoren das Gelingen der Darstellung der Ausläufer bei der Färbung mit Hämatoxylin-Eosin abhängt, läßt sich vorläufig nicht mit Sicherheit sagen. Auf das Erkennen der Körnelung in den Zellleibern zu verzichten zwingt die intensive Färbung dieser Stufe. Das dritte Stadium ist das der absoluten dunkelblauen Kalkfärbung, der die schwarze Fällung bei der anderen Methode gegenübersteht, bloß daß letztere durch geschicktes Differenzieren auch hier noch Einzelheiten erkennen läßt, wobei freilich die zuerst beschriebenen Feinheiten beim Aufbau verschwinden.

Es liegt sehr nahe, mit dem so gewonnenen Rüstzeuge das mikroskopische Bild, das die Rhachitis liefert, in Angriff zu nehmen. Wie oben dargestellt, unterliegt die Beurteilung dieser Erkrankung erheblichen Differenzen, die hauptsächlich wiederum durch die verschiedene Auffassung von der Wertigkeit der osteoiden Säume begründet sind. Bei den hier niedergelegten Untersuchungen wurde als rhachitisches Vergleichsobjekt von allen zur Verfügung stehenden Fällen der mit den geringsten reparatorischen bzw. Wucherungsvorgängen herangezogen, dessen Sektionsbericht hier folge:

Karl Scherer, 1 Jahr alt. Leichendiagnose: Craniotabes, Rhachitis, Bronchopneumonien der beiden Unterlappen, Pleuraekchymosen, Schwellungen der Noduli im Dickdarm.

Sektionsprotokoll. Leiche eines stark abgemagerten Kindes; die Haut ist am Rücken und Hals im Abschürfen begriffen, an einzelnen Stellen mit deutlichen, stecknadelkopfgroßen Pusteln bedeckt. In der Mitte des Rückens ist ein pfennigstückgroßes, reizloses Decubitusgeschwür, und unregelmäßige Geschwürsbildungen sieht man weiter zu beiden Seiten des Kreuzbeines.

Der Thorax ist nach Art einer Hühnerbrust verbildet, das Sternum weit vorragend. Die Knorpelknochengrenze ist rosenkranzartig ausgebildet. Die Rippen bilden seitlich einen scharf vorspringenden Winkel, so daß ungefähr gut einen Finger breit nach außen von der Knochenknorpelgrenze ein zweites rosenkranzartiges Gebilde vorhanden ist. Die große Fontanelle ist sehr weit offen, 6:6. Die kleine Fontanelle ist ebenfalls deutlich sichtbar. Das Hinterhauptbein ist an einzelnen Stellen sehr hart, an anderen sehr weich und elastisch.

Das Abdomen ist aufgetrieben, die Dünndarmschlingen sind gebläht; im kleinen Becken befinden sich einige Tropfen klarer Flüssigkeit. Die Leber schneidet am Rippenbogen ab.

Die rechte Lunge ist gebläht, collabiert nicht; die linke Lunge collabiert nur wenig, Thymus klein; das Herz ohne Besonderheiten. Die linke Lunge hat einen hellroten Ober-, einen blaurotbraunen Unterlappen. Die Pleura des Unterlappens zeigt einzelne kleine Blutungen. Während der Oberlappen überall lufthaltig ist, finden sich am Unterlappen an einzelnen Stellen bronchopneumonische Herde. Die rechte Lunge zeigt in ihren hinteren Partien ebenfalls Pleuraekchymosen, hellere, ausgedehntere und eingesunkene, atelektatische Partien. Hier finden sich im Unterlappen auch härtere, pneumonische Bezirke, daneben Atelektasen.

Die Milz ist klein, braunrot, zeigt deutliche Follikel. Der Ureter ist weit, mit klarem Inhalt. Die rechte wie die linke Niere sind ziemlich groß, blaß, mit injizierten Gefäßen. Die Mesenterialdrüsen sind leicht geschwellt. Die Leber ist weich, von blasser Färbung, mit abwechselnd etwas injizierten Stellen; das Pankreas ist klein. Im Darm ist dunkelgelber, breiiger Stuhl enthalten, der in den unteren Partien mehr hellgelb ist. Im Rectum sind die Follikel deutlich sichtbar, mit einem injizierten Saum umgeben. Im Colon aufwärts treten sie abwechselnd stärker hervor, ohne hämorrhagischen Hof zu besitzen. Die Peyerschen Plaques sind kaum sichtbar, die vorhandenen leicht injiziert. Die Rippen sind schneidbar; das Knochenmark ist rot. Die Veränderungen sind an den in der Sammlung aufgehobenen Präparaten zu sehen.

Um einwandfrei den Querschnitt des Femurs von diesem Individuum mit dem eines Neugeborenen vergleichen zu können, wurde folgendermaßen vorgegangen: Es wurden an entsprechenden Stellen Querschnitte entnommen, die zu gleicher Zeit in derselben Hämatoxylin-Eosinlösung gefärbt wurden, nachdem schon vorher mehrfach an anderen Querschnitten vom Femur eines anderen rhachitischen Individuums festgestellt worden war, daß die Tinktionsunterschiede für Stellen, an denen einmal Kalk abgelagert worden war, nicht durch die Entkalkung geändert wurden. Es konnten nun die bekannten Einzelheiten konstatiert werden: breite osteoide Säume um die Haversischen

Kanäle, entlang der Corticalis, und geringe Andeutung der Bildung jener Arkaden und parallelen Bälkchen an der Außenfläche der Compacta, die in den meisten anderen Rhachitisfällen weit mächtiger sind. Die Bälkchen an der Außenfläche der Compacta sind mit einem osteoiden Saum umgeben und zeigen in ihrer Mitte eine Zwischenstufe zwischen Osteoid- und Blaufärbung. Wie zu erwarten war, konnte man an ihnen alle Stufen der Knochenentwicklung der oben gegebenen Darstellung vermittelt der Neutralrotfällung nachweisen, vom hellen Saum bis zum Auftreten kugelig, größerer Gebilde mit zarter Andeutung von Ausläufern. Sie unterscheiden sich in nichts von den im Aufbau befindlichen Teilen des Querschnittes vom Neugeborenen.

Ganz anders steht es mit jenen anderen osteoiden Säumen, die meist um die Haversischen Kanäle, aber auch — und dies vorzugsweise in diesem rein halisterischen Falle von Rhachitis, der vielleicht das Anfangsstadium darstellt — in mit der Peripherie konzentrischen Kreisabschnitten in der Corticalis zu finden sind. Die Knochenkörperchen sind in geringer Zahl vorhanden, von äußerst zarter, langgestreckter Gestalt. Von ihnen gehen sehr regelmäßig nach beiden Seiten, rechtwinkelig zu der auffallend schönen Lamellierung des Knochens, die Ausläufer aus. Diese bilden bei den gegeneinander sehr regelmäßig ausgerichteten Knochenkörperchen manchmal langgestreckte Gitter, die viel eher in die Augen springen als die zarten Leiber der zu ihnen gehörigen Mutterzellen. Die Gitter und mit ihnen die Lamellierung sind am Fällungspräparat dort vorhanden, wo am Färbepreparat der Übergang vom ausgesprochenen osteoid zur dunkleren Färbung sein würde. Die zierlichen Gitterfiguren sind manchmal Stäbchengitter, manchmal dank der ausgesprochenen Lamellierung gekreuzte Muster. Je mehr sich die Ausläufer dem Rande des halisterischen Saumes nähern, desto mehr scheinen sie in eine Körnelung zu verfallen, die aber im Gegensatz zu der beim Aufbau beschriebenen sich genau in der Richtung der Ausläufer hält und also nicht diffus ist. Der Rand ist von einem sehr hellen, kleinen Saum noch besonders eingefasst, der aber keine zelligen Elemente enthält, ein Befund, der natürlich nur dann zu erheben

ist, wenn das Bild nicht durch reparatorische bzw. Wucherungsvorgänge, durch Anbau kompliziert ist. Hervorgehoben werden muß, daß sämtliche untersuchten Fälle von Rhachitis ähnliche Ergebnisse lieferten. Unterschiede zeigten sich nur darin, daß außerdem bei ihnen meist stärkerer Anbau konstatiert werden konnte. Überall war an den beschriebenen Zonen von Howshipschen Lakunen nichts zu sehen.

Wenn wir unsere Ergebnisse beim Studium des Aufbaues mit den zuletzt gewonnenen Resultaten zusammenfassend zu betrachten versuchen, so scheinen alle Einzelheiten sich als Glieder einer fortschreitenden Entwicklung mit ganz bestimmter Tendenz zu offenbaren. Ein zellreiches Gewebe stellt den Beginn des Aufbaues dar. Ungeordnet liegen die einzelnen Zellkörper in einer von den Leibern ihrer Genossen zum Teil mitgebildeten Grundsubstanz. Sie entsenden, vielleicht um diese zu ernähren, erst kürzere, dann immer längere Ausläufer aus, die, unter dem Zwange des Druckes und des Zuges, sich wie ihre Mutterzellen in ganz bestimmten Richtungen zu lagern haben. Hierbei wird die Zahl der Knochenkörperchen immer seltener, die Gestalt immer zierlicher, die Schichtenbildung in der Grundsubstanz, von denselben Faktoren, die die Zellen beherrschen, erzwungen, immer regelmäßiger. Ist die Lebenszeit des Gewebes aber erfüllt, so geht die Entwicklung in derselben Tendenz weiter. Immer seltener werden die Körperchen, immer zarter, die Ausläufer zerfallen in Reihen von Körnchen (Fig. 4a, Taf. XVI), die Grundsubstanz wird ganz homogen, um schließlich einen hellen, zarten Saum als letztes Zeichen ihrer Existenz zurückzulassen.

Es kann aber nicht genug betont werden, daß auch unter normalen Bedingungen das Knochengewebe die beschriebenen Stadien zu durchlaufen hat; es kann nicht genug betont werden, daß die Halisterese auch für den normalen Entwicklungsgang der weitaus mächtigste Faktor des Abbaues ist, gegen den Howships Lakunen und Köllikers Osteoklasten eine sehr untergeordnete Rolle spielen, Gebilde, deren Stellung wohl von anderen Gesichtspunkten wird betrachtet werden müssen. Halisterese — wenn wir den alten Ausdruck behalten wollen — findet sich beim Neugeborenen, beim Kinde, beim

Erwachsenen, im Callus, unter dem Einfluß bösartiger Neubildungen. Freilich tritt sie unter den verschiedensten Formen auf. Ist es einem Knochengewebe gegönnt, gewissermaßen die ganze Lebensbahn zu durchlaufen, so hält der Abbau die eben beschriebenen Formen inne. Häufig aber tritt mitten in der Entwicklung der Verfall ein: verhältnismäßig junges Gewebe fällt dem Untergange anheim; unter solchen Umständen kann man zuweilen beobachten, wie die radienförmig angeordneten Ausläufer noch jugendlicher, rundlicher, größerer Zellen in Körnchen zerfallen, ähnlich wie Fig. 4a, wobei zugleich die Grundsubstanz, der umgebende Gewebsbestandteil, außerordentlich rarefiziert wird, ein helleres, homogeneres Aussehen bekommt, so daß die Zellen stärker hervortreten und scheinbar hier im Zeichen des Verfalls eine Vergrößerung und Vermehrung der Knochenkörperchen stattfindet, Befunde, welche die Angaben früherer Untersucher, die den hier niedergelegten Anschauungen entgegenstehen, erklärlich machen. Gerade diese Form der Halisterese habe ich in hervorragendem Maße unter dem Einflusse des Karzinoms — im Gegensatz zu Goetsch — beobachten können. Daß es sich dabei um verhältnismäßig junges Gewebe handelt, darin stimme ich mit ihm vollständig überein.

Wenn wir nach diesem Exkurse die Präparate vom Neugeborenen und von unserem rhachitischen Kinde noch im allgemeinen vergleichen, so zeigt der Querschnitt vom Neugeborenen (Fig. 6, Taf. XVI) mehr Knochensubstanz als der Querschnitt von dem einjährigen Kinde. Die Rinde beim Neugeborenen erscheint als ein ganzer Ring von beträchtlicher Dicke; die Haversischen Kanäle wie die Lücken überhaupt sind verhältnismäßig klein und stören niemals den Eindruck der Kontinuität. Eine reichliche Menge Spongiosabälkchen erhöht den Eindruck der Kompaktheit. Der, wie schon oben angegeben, der entsprechenden Stelle des rhachitischen Femurs entnommene Schnitt zeigt einen fast vollständigen Schwund der Spongiosa. Die Rinde ist in zwei bis drei sehr dünne Schichten aufgeblättert (Fig. 7, Taf. XVI), die einen beträchtlichen Abstand voneinander haben. An einzelnen Stellen sieht man, wie schon oben angegeben, nach außen von der Rinde ver-

einzelte reparatorische beziehungsweise Wucherungsvorgänge. Dem Eindruck, daß hier im ganzen eine Rarefizierung der Knochensubstanz stattgefunden hat, ohne daß von Howship'schen Lakunen die Rede wäre, kann man sich nicht verschließen.

Eine ganz auffallende Übereinstimmung mit den Befunden bei Rhachitis weisen Partien von Schnitten der an und für sich ein recht buntes Bild ergebenden Osteomalacie auf. Wir finden gleichfalls Säume mit allen oben angegebenen Charakteristicis des Abbaues; doch daneben und mitten darin im Halisterischen Gewebe finden wir aber auch reichliche Neubildung. Besonders bei Osteomalacie scheint dem interstitiellen Knochenwachstum Julius Wolffs eine ganz besondere Rolle zuzufallen. Daß es auch im normalen Anbau eine große Rolle spielt, dafür kann jedes Knochenpräparat zum Beweise dienen, das nach der Fällungsmethode hergestellt ist und laut den oben angegebenen Entwicklungsprinzipien beurteilt wird. In den neugebildeten Partien lassen sich mit Leichtigkeit alle Stadien der Anbildung erkennen, und so erhalten wir für die Osteomalacie der Erwachsenen ein recht wechselvolles Bild: körnige, dunkelgefärbte Massen, die sich in einzelne Zelleiber nicht differenzieren lassen, runde, kugelige Gebilde, bald mit Andeutung von Ausläufern, bald mit langen solchen versehen, die sich wieder in einem älteren Stadium gesetzmäßig den mechanischen Einwirkungen zu regelmäßiger Anordnung fügen; auf der anderen Seite zarte, selten auftretende Gebilde in lamellärer oder homogener Umgebung, mit zierlichen Ausläufern, das Ganze kaum erkennbar, manchmal den Eindruck erweckend, als ob es sich in Reihen von Körnchen auflösen wolle, um die vollständige Homogenität des absolut halisterischen Saumes vorzubereiten. Von Einschmelzung durch Howship'sche Lakunen ist wenig oder gar nichts zu bemerken. Daß Hämatoxylin-Eosin auch hier in beiden Fällen absolut identische Osteoidfärbung liefert, brauche ich wohl kaum zu bemerken. Noch einmal möchte ich ausdrücklich betonen, daß die Ansicht hinfällig sein muß, daß der Knochen ausgebildete Knochenkörperchen beim Anbau im Verein mit einer Osteoidfärbung, etwa vor der endgültigen

Kalkaufnahme, enthalten kann; denn, wie oben gezeigt, treten Ausläufer in einer Entwicklungsstufe erst auf, wenn die Osteoidfärbung längst der Vergangenheit angehört. Wenn also die Osteomalacie der Erwachsenen und die Rhachitis im Grunde die gleichen mikroskopischen Bilder liefern, so ist doch der Unterschied sehr augenfällig, daß bei Rhachitis, also beim jugendlichen Individuum, Anbau hauptsächlich nach außen von der Corticalis und an der dieser analogen Epiphysengegend, als den beiden Hauptwachstumsstätten für das jugendliche Alter, auftritt, während bei der eigentlichen Osteomalacie, also beim Erwachsenen, der interstitiellen, ziemlich regellosen Neubildung die Hauptrolle zugewiesen ist. Vielleicht könnte aus den vorstehenden Ausführungen der Schluß gezogen werden, daß hier für die Wesensgleichheit der Ätiologie von Rhachitis und Osteomalacie plädiert werden soll. Hierüber soll aber nichts präjudiciert werden, könnten doch viele Ursachen zu abnorm starker Halisterese führen und so vielleicht in der Jugend Rhachitis, im späteren Lebensalter Osteomalacie herbeiführen, könnte doch also mit anderen Worten das Knochengewebe auf die verschiedensten Noxen mit denselben Zeichen des Verfalls reagieren, event. auch später in ähnlicher Weise sich gegen sie zur Wehr setzen. Mit der Feststellung der gesteigerten Halisterese ist aber auch nicht bewiesen, daß sie allein das Wesen der Rhachitis ausmacht, daß der Anbau unter allen Umständen bei ihr als nur reparatorisch aufzufassen ist, könnte doch dieselbe Noxe bzw. dieselben Noxen imstande sein, Abbau wie Anbau in gesteigertem Maße auszulösen.

Zusammenfassung.

Zum Schluß möchte ich die wichtigsten Punkte nochmals hervorheben:

Anbau und Abbau sind durch die bisherigen Hilfsmittel nur unvollkommen charakterisiert.

Mittels der Goetschsen Fällungsmethode kann man für den Anbau folgende aufeinanderfolgende Stadien festlegen: Osteoblastenzug (Fig. 1a, Taf. XVI), heller, homogener Saum (Fig. 1b), diffuse Körnelung (Fig. 1c), Auftreten größerer, kuge-

liger Gebilde ohne Ausläufer (Fig. 1 d), Knochenkörperchen mit radienförmigen Ausläufern (Fig. 2), langgestreckte Knochenkörperchen mit Ausläufern nach zwei Seiten der Schnittebene hin (Fig. 3).

Der Abbau ist sicher gekennzeichnet durch Zerfall der Ausläufer in Reihen von Körnchen, wobei zu gleicher Zeit die umgebende Grundsubstanz immer mehr schwindet (Fig. 4 a), die Knochenkörperchen immer seltener werden (Fig. 5 a); Halisterese!

Die Halisterese ist ein Glied der natürlichen Entwicklungskette. Sie ist beim Neugeborenen, Kinde, Erwachsenen und im Callus normalerweise zu beobachten. Sie braucht nicht notwendigerweise erst auf dem Höhepunkte der Entwicklung einzusetzen (Einfluß des Karzinoms auf Knochen!).

Gesteigert ist die Halisterese in hohem Grade unter pathologischen Verhältnissen, die wir gewöhnlich mit Rhachitis und Osteomalacie bezeichnen.

Bei Rhachitis wird Anbau hauptsächlich nach außen von der Corticalis und in der Epiphysengegend angetroffen; bei Osteomalacie ist er meist interstitiell.

Schluß.

Mir steht es nicht zu, meines hochverehrten, nur zu früh verstorbenen Lehrers, Herrn Geheimrat Zieglers Verdienste zu rühmen; berufenere haben dies getan. Doch seiner Güte, seiner reichen Anregungen zu gedenken, drängt mich die Pflicht der Dankbarkeit. Auch diesen Untersuchungen war es vergönnt, sich seines Interesses zu erfreuen. Dankbar zu sein habe ich aber auch Herrn Privatdozent Dr. Gierke für seine lebenswürdige Unterstützung bei Abfassung der vorstehenden Arbeit. Auch den Herren Professoren Keibel und Sellheim sowie Herrn Dr. Gauss habe ich für die Überlassung eines Teiles des notwendigen Materials zu danken, nicht zum geringsten endlich meinem Studiengenossen und Freunde Goetsch, der mir seine vorzügliche Methode zur Verfügung stellte.

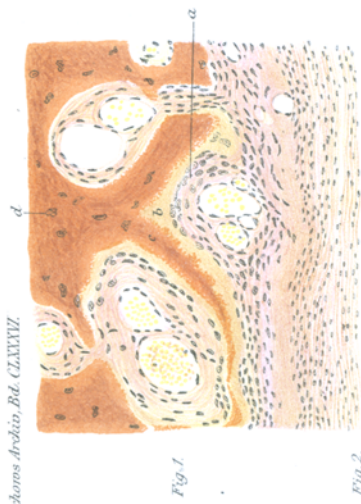


Fig. 2.

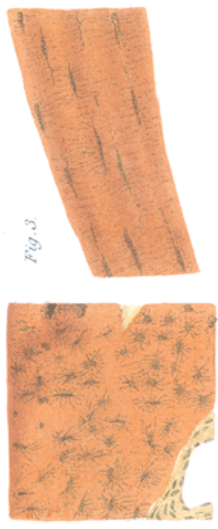


Fig. 6.

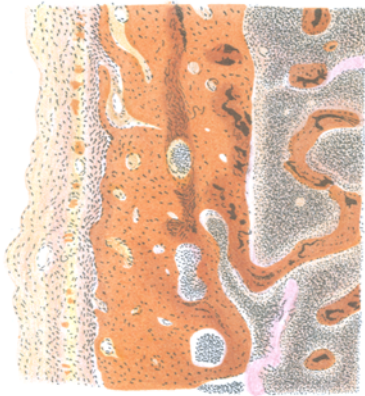


Fig. 7.

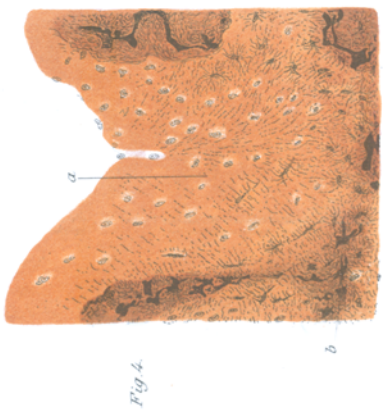


Fig. 8.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVI.

Sämtliche Präparate sind mit der Goetschschen Fällungsmethode hergestellt. Die Figuren 1 bis 5 sind bei 330facher, die Figuren 6 und 7 bei 51facher Vergrößerung gezeichnet.

- Fig. 1. Femurquerschnitt vom Neugeborenen. Die vier ersten Stadien des Knochenanbaues: Osteoblastenzüge (a), heller, homogener Saum (b), diffuse Körnelung (c), Auftreten kugeligter Gebilde (d). Beim Bewegen der Mikrometerschraube erkennt man im hellen, homogenen Saum (b) mühelos die Zelleiber des vorhergehenden Stadiums (a).
- Fig. 2. Eine andere Stelle desselben Präparates: Die Knochenkörperchen zeigen kleinere oder größere Ausläufer, die nach allen Richtungen ausstrahlen. Es hat sich eine homogene Grundsubstanz herausgebildet. Diese Phase bezeichnet den Höhepunkt der Entwicklung beim Neugeborenen.
- Fig. 3. Femurquerschnitt vom vierjährigen Kinde. Typus ausgebildeter Knochenkörperchen des extrauterinen Lebens: Die Gestalt ist langgestreckt; die Ausläufer gehen nach beiden Seiten in der Schnittebene vom Körperchen aus. Alles erscheint ausgerichtet.
- Fig. 4. Stelle des Femurquerschnittes vom Neugeborenen, der bereits die Figuren 1 und 2 geliefert hat. a Halisterese: Die Grundsubstanz um die Zelleiber ist auffällig geschwunden, die Ausläufer sind in Reihen von Körnchen zerfallen, die Körnelung ist also nicht diffus, wie im Beginne des Aufbaues. In ähnlicher Weise gehen jugendliche Zellen unter dem Einflusse des Karzinoms zugrunde. b Die halisterische Stelle ist von lebhafter Neubildung eingefafßt: interstitielles Wachstum.
- Fig. 5. Femurquerschnitt vom einjährigen rhachitischen Kinde (Karl Scherer). Starke Halisterese: Der Saum um den Haversischen Kanal zeigt geringe Andeutung der Zelleiber, zum Teil Reihenkörnelung, größtenteils völlige Homogenität.
- Fig. 6. Femurquerschnitt vom normalen Neugeborenen. Übersichtspräparat bei 51facher Vergrößerung.
- Fig. 7. Entsprechende Stelle vom einjährigen rhachitischen Kinde (Karl Scherer). 51fache Vergrößerung. Im Gegensatz zu dem massigen Ringe beim Neugeborenen scheint die Corticalis beim rhachitischen Vergleichsobjekt in 2 bis 3 dünne Schichten aufgeblättert.